ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BIM při přípravě a realizaci staveb

Bc. Vojtěch Derka

2018

Vedoucí bakalářské práce: Ing. arch. Zdeněk Rudovský, Ph.D.

Prohlášení autora:

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 7.1.2018 **……**

Bc. Vojtěch Derka

Poděkování

Děkuji panu Ing. arch. Zdeňku Rudovskému, Ph.D., za pomoc při vedení diplomové práce, za cenné rady, připomínky, ochotu a vstřícnost při konzultacích.

Dále bych chtěl poděkovat firmě Hochtief CZ a.s. za poskytnutí podkladů.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Derka Jméno: Vojtěch Osobní číslo: 384699

Zadávající katedra: Technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: BIM při přípravě a realizaci staveb

Název diplomové práce anglicky: BIM in the preparation and construction of buildings

Pokyny pro vypracování:
Rešerže případových studií, průzkumů apod. vztahujících se k zadané problematice.
Popis a metrika stávajících procesů přípravy a realizace staveb.
Analýza stávajících procesů z hlediska jejich neefektivit (činnosti bez přidané hodnoty).
Návrh řešení pomocí nástroje BIM.
Komparace stávajícího a navrhovaného stavu.

Seznam doporučené literatury:
Základy implementace BIM na českém stavebním trhu. 1. vyd. Praha: 2012. ISBN 978-80-86590-10-3.
EASTMAN, CH., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 1. vyd. New Jersey: 2008. ISBN 978-0470-18528-5.
SANCHEZ, A. X., HAMPSON, K. D., VAUX, S.Delivering Value with BIM: A whole-of-lige approach. 1. vyd. London: 2016. ISBN 978-1138118997.
KRISTEN BARLISCH, KENNETH SULLIVAN, How to measure the benefits of BIM - A case study approach. United States, Arizona State University: 2012
KODETOVÁ MAGDALÉNA, Současný stav využití metodiky BIM v ČR, ČVUT: 2017

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing.arch.Zdeněk Rudovský, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 9.10.2017 Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Abstrak:

Produktivita a efektivita roste ve stavebnictví pomaleji, než je tomu u jiných průmyslových oborů. V rámci snahy zvýšit produktivitu jsou vyvíjeny nové technologie, systémy a procesy. V této práci se zaměřuji na realizační fázi projektu z pohledu stavební přípravy, kde jsem analyzoval jednotlivé procesy, které jsou nedílnou součástí přípravy a realizace projektu. V případové studii kvalitativně posuzuji projekt, kterého jsem se účastnil. Snažil jsem se detailně podchytit jednotlivé procesy, které jsou nezbytné pro přípravu stavebních činností, než fyzicky přijdou na stavbu. V další části své práce jsem se zaměřil na optimalizaci těchto procesů, kterou by přineslo u tohoto projektu použití metody BIM.

Klíčová slova:

Výstavbový projekt, Životní cyklus stavby, Účastníci výstavby, Příprava staveb, Efektivnost, Benefity BIM, Implementace BIM, Případová studie

Abstrak:

Productivity and efficiency are growing more slowly in the construction industry than in other industries. New technologies, systems and processes are being developed to improve productivity. In this paper I focus on the realization phase of the project from the point of view of construction preparation, where I analyzed the individual processes, which are an integral part of the preparation and implementation of the project. In the case study, I qualitatively assess the project I participated in. I fried in detail to capture the individual processes that are necessary for the preparation of construction activities before physically arriving at the building. In the next part of my thesis, I focused on optimizing the processes that the BIM method would bring with this project.

Keywords:

Construction project, Building lifecycle, Participants in construction, Building preparation, Efficiency, Benefits of BIM, BIM implementation, Case study

Obsah

Úvod ... 9
1. Výstavbový projekt ... 11
1.1 Stavba ... 11
1.2 Stavba v čase ... 12
1.2.1 Předinvestiční fáze ... 13
1.2.2 Investiční fáze - plánování ... 13
1.2.3 Investiční fáze - realizace ... 14
1.2.4 Fáze provozní ... 15
1.3 Účastníci výstavby ... 15
1.4 Dodavatel stavby ... 17
1.4.1 Příprava nabídky ... 17
1.4.2 Realizace projektu ... 20
1.4.3 Specifičnost realizace rekonstrukcí ... 21
1.5 Hlavní činnosti při realizaci projektu ... 22
1.5.1 Realizace stavby z hlediska času ... 22
1.5.2 Realizace stavby z hlediska ceny ... 24
1.5.2.1 Kalkulace vlastních nákladů ... 26
1.5.3 Realizace stavby z hlediska kvality ... 27
1.6 Efektivnost práce ve stavebnictví ... 29
1.6.1 Efektivnost (produktivita) ... 29
1.6.2 Potenciál vylepšení produktivity ... 30
2. Zavádění nových metod ... 32
2.1 Benefity BIM při realizaci ... 32
2.2 Lepší řízení změn ... 35
2.3 Lepší získávání dat a informací ... 36
2.4 Méně chyb ... 37
2.5 Zlepšení komunikace a práce s daty ... 39
2.6 Implementace BIM ... 41
2.7 Kolektivní povědomí o BIMu ... 44
2.8 Míra využívání BIMu v praxi ... 45
2.9 Využívání BIM z pohledů jednotlivých profesí ... 46
3. Případová studie Rekonstrukce Státní opery ... 47
3.1 Projekt Rekonstrukce Státní opery ... 47
3.2 Historická budova ... 48
3.3 Provozní budova a parter ... 48
3.4 Časová osa ... 49
3.4.1 Období předrealizační přípravy ... 50
3.5 Účastníci realizace projektu ... 51
3.6 Projektový tým GD ... 55
4. Analýza a optimalizace ... 58
4.1 Metoda výzkumu ... 58
4.2 RFI dotazy na projektanta ... 59
4.2.1 Typy dotazů ... 60
4.2.1.1 Důvod vzniku RFI ... 61
4.2.1.2 Zpracování RFI ... 63
4.3 Procesní diagram ... 65
4.3.1 Úseky procesního diagramu ... 67
4.3.2 Shrnutí procesního diagramu ... 69

4.4 Časový rozbor RFI ... 69
4.5 Optimalizace pomocí metody BIM ... 71
4.5.1 Optimalizace RFI dotazů ... 72
4.5.2 Optimalizace procesního diagramu ... 74
4.5.2.1 Shrnutí optimalizace procesního diagramu ... 75
4.5.3 Optimalizace časového rozboru RFI ... 76
Závěr ... 78
Použité zdroje ... 80
Seznam použitých zkratek ... 82
Seznam grafů ... 84
Seznam diagramů ... 84
Seznam obrázků ... 84
Seznam tabulek ... 84
Seznam vzorců ... 84
Seznam příloh ... 85

Úvod

Stavební projekty jsou na rozdíl od jiných odvětví průmyslu vždy jedinečné. Každá stavba je originál, jsou zde zajisté i podobnosti, kdy se dá říci, že několik různých staveb je srovnatelné. Ale i v případech, kdy jsou dvě stavby konstrukčně identické, to znamená stejná půdorysná plocha, počet podlaží, typ konstrukce, použitý materiál, zařízení a mnohé další (v praxi se s tímto setkáváme pouze ojediněle), tak i zde najdeme zásadní rozdíly, které ovlivní průběh návrhu a výstavby. Je to například okolní infrastruktura a inženýrské sítě, klimatické podmínky, geologické podmínky a další.

Vzhledem k nižší produktivitě práce, než je možné vyčíslit u jiných oborů průmyslu, je zde snaha stavební projekty unifikovat. Jsou vyvíjeny nové způsoby jak zvýšit produktivitu výstavby, jedná se například o prefabrikaci stavebních prvků, mechanizaci výroby, aplikování nových informačních systémů, digitalizace výroby. Vzhledem k tomu, že stavebnictví patří mezi významné pilíře ekonomiky, je zde snaha zvyšovat produktivitu.

Jedním ze způsobů jak zvýšit produktivitu ve stavebnictví je implementace metody BIM. Tato metoda nám umožňuje novým způsobem řídit stavební procesy, mění způsob komunikace mezi jednotlivými účastníky stavby.

Dostupná literatura často pojednává o obecném způsobu řízení stavby a stavební přípravě. Dále literatura a odborné práce pojednávají o metodě BIM, o tom co to BIM je, kdy se používá a jaké jsou jeho výhody a úskalí. Toto je však často řešeno pouze v teoretické rovině. V zahraničí se můžeme setkat s úspěšnou implementací metody BIM, z těchto zemí máme také k dispozici mnohé případové studie, které nám pojednávají o přínosech metody BIM ve stavebnictví. V České republice není metoda BIM ještě tolik rozšířena, existuje zatím pouze několik málo praktických ukázek implementace BIM.

Na základě těchto poznatků vznikla moje diplomová práce, kde v obecné části za použití dostupné literatury, definuje a popisuje procesy, které vznikají při realizaci stavby. Dále se zaměřuje na metodu BIM a její benefity, které přináší při její správná implementace do realizace stavby.

Druhá část práce pomocí kvalitativní případové studie identifikuje a analyzuje procesy, které vznikají při přípravě stavby v realizaci. Dále práce tyto procesy analyzuje ve třech úrovních podrobnosti.

Cílem této diplomové práce je zjistit, zda lze pomocí metody BIM zefektivnit přípravné procesy a zjistit, v jaké míře by se toto zefektivnění projevovalo.

1. Výstavbový projekt

Pro správné pochopení celkového problému je třeba si v počátku vysvětlit a definovat pojmy, které souvisejí s výstavbovým projektem a výstavbou jako procesem. V následujících kapitolách proto obecně popíšu související pojmy s podrobnějším zaměřením na realizaci výstavbového projektu a činnosti zhotovitele stavby.

Výstavbový projekt je neopakovatelný a jedinečný proces, kdy je snaha z prvotní myšlenky dojít až do finální fáze a naplnit tak cíle projektu. Výstavbový projekt je definovaný jedinečnými podmínkami, které s ním souvisejí, jedná se o časově vymezené období projektu, finanční náklady, požadavky na kvalitu, definování cílů, zvýšený výskyt rizika, neznáma a změn. Dále jsou výstavbové projekty jedinečné svojí specifickou organizací, která se vyskytuje okolo projektu a stavby [1].

1.1 Stavba

Stavba je těžko definovatelný pojem, který ale běžně používáme a pracujeme s ním. Stavební zákon 183/2006 Sb. definuje pojem stavba takto: *„Stavbou se rozumí veškerá stavební díla, která vznikají stavební nebo montážní technologií, bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, použité stavební výrobky, materiály a konstrukce, na účel využití a dobu trvání.“* [14, § 2, 3. odstavec] Z uvedené definice vyplývá, že stavba je opravdu široký pojem, proto se v následující kapitole zaměřím na vysvětlení a definování hlavních rozdělovacích aspektů stavby.

Aby bylo možno efektivně popsat, o jaký typ stavby je jedná, bylo navrženo několik aspektů, podle kterých se stavby třídí. V následující klasifikace, je jedna z možných, která nám pomůže stavby rozdělit.

Tabulka 1 Rozdělení stavby podle typu

Základní třídění staveb								
popis	**příklady**							
Typ stavby	pozemní		dopravní		vodohospodářská		inženýrská	
funkční třídění	stavby pro bydlení		občanské stavby		průmyslové stavby		zemědělské stavby	
materiálové třídění	dřevěné konstrukce	konstrukce z kamene	konstrukce z keramických materiálů	betonové konstrukce	kovové konstrukce	konstrukce na bázi skla, plastů, textilií, pryže a přírodních materiálů	kombinované konstrukce	
technologické třídění	zděné konstrukce		monolitické konstrukce		prefabrikovaní konstrukce		prefa-monolitické konstrukce	
stavebně konstrukční rozdělení budov	jedno a vícepodlažní budovy		halové a velkorozponové budovy		výškové budovy		speciální konstrukce budov	

zdroj: [16], vypracoval: autor

Dalším typickým rozdělením stavby je novostavba a rekonstrukce, kdy novostavbou se rozumí výstavba nové stavby na nezastavěném území a rekonstrukce je snaha obnovit původní stav. Stavby se mohou dělit do dalších kategorií jako nástavba (zvyšování stavby), přístavba (rozšiřování půdorysu stavby), stavební úpravy (zachování výškových i půdorysných rozměrů) [7].

1.2 Stavba v čase

Každá stavba má svůj tzv. *„životní cyklus“*, jedná se o časové vyjádření od první myšlenky na stavbu, přes investiční záměr, projektování, realizaci až po případnou likvidaci stavby. V tabulce č. 2 jsou uvedené jednotlivé fáze životního cyklu stavby, kdy každá fáze má své specifika a nároky [2].

Tabulka 2 Fáze životního cyklu stavby

Výstavbový projekt					
Fáze předinvestiční		Fáze investiční		Fáze provozní	Fáze likvidační
Iniciování	Definování	Plánování	Realizace	Provoz	Likvidace
Životní cyklus majetku – stavebního díla					
Fáze výstavbového projektu				Fáze provozní	Fáze likvidační
				Životní cyklus užití stavebního díla	

zdroj: [2, str. 37], vypracoval: autor

1.2.1 Předinvestiční fáze

Předinvestiční fáze je zahájena prvotním impulzem k realizaci projektu a končí předáním dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR) o umístění stavby. Pro tuto fázi je typická snaha shromáždit co možná největší množství informací týkající se stavby, jejich analýza a následné vyhodnocení. V této fázi si musí investor zodpovědět tyto otázky: „co“, „proč, „kde“, „kdy“ a „ za kolik“. Je tedy zapotřebí definovat cíle projektu, zpracovat strategii postupu, stanovení odhadu pořizovacích nákladů, vybrat vhodný pozemek, stanovit způsob organizace a řízení a způsob financování [1].

Prvním, kdo přijde do smluvního vztahu s investorem, je projektant (viz kapitola č. 1.3) je obvykle vybírán na základě výběrového řízení na generálního projektanta. Ten má za úkol v této fázi projektu vypracovat příslušné studie stavby a obvykle se také podílí na vypracování dalších stupňů projektové dokumentace. Ve vypracované studii jsou situace, půdorysy, řezy, pohledy. Další dokumentací, která se zpracovává v této části je dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR), na základě této dokumentace je povoleno umístění stavby [20].

1.2.2 Investiční fáze - plánování

Investiční fáze zpravidla plynule navazuje na předchozí (předinvestiční) fázi a zde si ji rozdělíme na dvě části - *plánování* a *realizaci*.

Ve fázi plánování je vypracováno architektonické a stavebně technické řešení, jsou řešeny ekonomické důsledky, dochází k zpřesňování způsobu financování projektu a zpřesňování organizační struktury a řízení projektu. To znamená, že si přesněji odpovídáme na otázky „jak“, „kdy“ a „za kolik“. Na otázky „co“ a „kde“ bylo dostatečně odpovězeno v předinvestiční fázi. Zde projektant zpracovává dokumentaci pro stavební povolení (DSP) a spolu s vyjádřením dotčených orgánů státní správy (DOSS) a dalších podkladů je možné zahájit stavební řízení pod záštitou stavebního úřadu, které v kladném případě vyústí ke stavebnímu povolení. Dále je možné vytvořit dokumentaci pro provádění stavby (DPS), která je podrobnější a zpřesňuje dokumentaci pro stavební povolení (DSP) [1, 20].

Investor zahajuje v této fázi výběrové řízení na generálního dodavatele stavby. Pokud se jedná o veřejnou zakázku, potom se výběrové řízení musí řídit zákonem

183/2006 Sb., o veřejných zakázkách. Další varianta je tzv. *soukromá zakázka*, u které jsou finance zajišťovány z neveřejných zdrojů a kde má investor volnou ruku při výběru dodavatele stavby [1]. Podrobně je rozebrán proces výběru generálního dodavatele v kapitole č. 1.3.

1.2.3 Investiční fáze - realizace

Prvním krokem realizace je převzetí staveniště generálním dodavatelem stavby, posledním ukončení zkušebního provozu stavby, kdy také končí investiční fáze [20]. Bližší rozbor dodavatele stavby, který realizuje projekt je uveden v kapitole č. 1.3.

V realizační etapě jsou vyžadovány především následující dokumenty:

- Stavební deník: Ten je nezbytným dokladem na každé stavbě, u které bylo vydáno stavební povolení nebo ohlášení stavebnímu úřadu. Do stavebního deníku mají dle stavebního zákona (183/2006 Sb.) dovoleno zapisovat následující účastníci projektu: zhotovitel (povinně), stavebník (u stavby prováděné svépomocí), stavbyvedoucí, stavebník, stavební dozor, geodeti, osoby provádějící kontrolní prohlídky, autorský dozor, koordinátor BOZP [14]. Více je uvedeno v kapitole č.1.4.2.
- Dokumentace jakosti: Jedná se o skupinu dokumentů, které slouží k deklarování, že zhotovitel provádí požadované práce v patřičné kvalitě. Jmenovitě se jedná například o certifikáty, technické listy, protokoly o zkouškách, atesty a jiné dokumenty, které se řídí příslušnou legislativou [1].
- Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS): Tuto dokumentaci je nutné vypracovat tehdy, pokud se během stavby realizovala změna oproti stavebnímu povolení, ohlášení stavebnímu úřadu nebo ověřené projektové dokumentaci. Dále je tato dokumentace podkladem pro vydání kolaudačního souhlasu. Dle vyhlášky č. 499/2006 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb, je dostačující vytvořit kopii ověřené projektové dokumentace, do které jsou zaneseny odchylky, to nesmí být provedeno na úkor přehlednosti těchto dokumentů [1, 20].

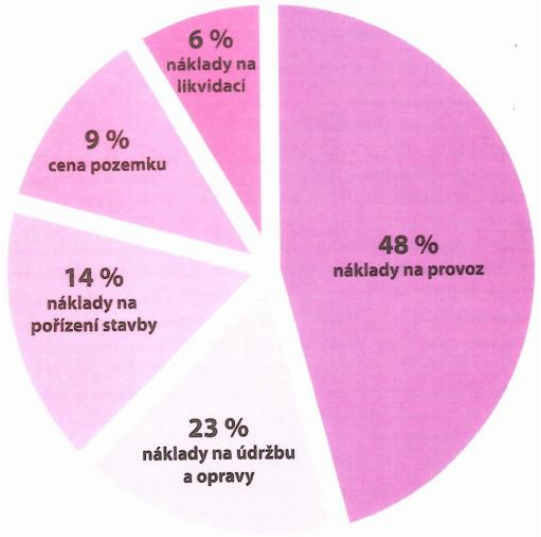
Úspěšná realizace se definuje splněním několika kritérií - stavba proběhla za dohodnuté náklady, byla dokončena v požadovaném termínu, nebo dříve a byla realizovaná v dohodnuté kvalitě. Posledním krokem je převzetí stavby do užívání

po dokončení stavby, případně převzetí stavby po zkušebním období, kdy se stavba pozoruje, zda splňuje požadavky na funkčnost a kvalitu a získání kolaudačního souhlasu [1].

1.2.4 Fáze provozní

Fáze provozní je zahájena vydáním kladného kolaudačního souhlasu nebo po vypořádání všech finančních závazků. Tato fáze je zpravidla nejdelší v životním cyklu stavby a v průběhu užívání jsou vynaloženy největší náklady, udává se, že přibližně ¾ celkových nákladů jsou právě vynaloženy při užívání stavby, z toho jedna třetina tvoří náklady na správu a údržbu. Z tohoto důvodu je velice důležité provádět kvalitní návrh, který nám pomůže snížit náklady při užívání stavby. Na níže uvedeném grafu č. 1 jsou znázorněny celkové náklady v průběhu životního cyklu stavby, stojí zde za povšimnutí, že pouhých 14% z celkových nákladů jsou vynaloženy na pořízení stavby, kde jsou zahrnuty náklady od pořízení projektové dokumentace až po samotnou realizaci [2].

Graf 1 Celkové náklady v průběhu životního cyklu stavby



Zdroj: [2, str. 39], vypracoval: autor

1.3 Účastníci výstavby

Stavba je zasazená do konkrétního místa a jako taková ovlivňuje své okolí. Jednotlivé zainteresované strany můžeme rozdělit na *přímé účastníky* a *nepřímé účastníky.* Kde přímím účastníkem je myšlena právnická či fyzická osoba či podnik zaměřený na konkrétní proces výstavby, který se aktivně podílí na projektu. Nepřímým

účastníkem jsou myšleny lidé či organizace, které mohou být projektem negativně či pozitivně ovlivněny. Jedná se například o dotčené orgány státní správy (stavební úřad, katastrální úřad, atd.), veřejnost (vlastníci sousedních pozemků), různé organizace či obecně společnost [1].

Obecné rozdělení a charakteristika přímých účastníků:

- Investor/stavebník: Investorem je subjekt, který zajišťuje financování projektu a většinou se stává také vlastníkem. Stavebník je pojem, který stavební zákon (183/2006 Sb.) udává jako právnickou či fyzickou osobu, která žádá o vydání stavebního povolení nebo ohlašuje provedení stavby. Pro většinu případů platí, že investor a stavebník je jedna a tatáž osoba, ale není to pravidlem. Pod pojmem investor můžeme vnímat také tyto termíny: objednatel, zadavatel, vlastník, developer, odběratel a kupující. Investor je povinen zajistit odborný dohled na průběh výstavby, v některých případech si investor dohled zajišťuje sám, ale většinou je to zajišťováno pověřenou osobou, která má k tomu odborné předpoklady, potom mluvíme o tzv. technickém dozoru investora TDI nebo technickém dozoru stavebníka TDS, který má za úkol řídit stavbu dle požadavků investora [1].
- Projektant: Projektant je právnická či fyzická osoba, která má oprávnění k projekční činnosti neboli autorizovaná osoba. To je upraveno zákonem 360/1992 Sb., Zákon České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Projektant je odpovědný za předanou projektovou dokumentaci, v případech, kdy je k tomu smluvně zavázán ze strany investora, je povinen vykonávat autorský dozor, který ověřuje soulad prováděné stavby s dokumentací v průběhu výstavby. Generální projektant je osoba, která byla pověřena dohlížet a kontrolovat tvorbu projektové dokumentace a nesa záruky za dokumentaci [1].
- Zhotovitel stavby/dodavatel: Dodavatel je pověřen dodáním určitého typu výrobku, prací dle parametrů definovaných ve smlouvě. Pokud dodavatel zaštituje stavbu jako celek, je zodpovědný za kvalitu, záruky a dodržení standardů dodávané stavby, mluvíme o takzvaném generálním dodavateli.

Generální dodavatel je v přímém smluvním vztahu s investorem. Pokus je dodavatel zasmluvněný pouze na dílčí části stavby nebo prací, jedná se o subdodavateli. Subdodavatel uzavírá smluvní vztah s generálním dodavatelem a nese záruky za ním prováděné práce [1, 3].

1.4 Dodavatel stavby

V následující kapitole se zaměřím na dodavatele stavby/generálního dodavatele (viz kapitola č. 1.3), jehož úkolem je hlavně zajistit dodávku stavby a stavebních prací v investiční fázi – realizační části (viz kapitola č. 1.2.3). Cílem dodavatele je získat nabízenou zakázku, to znamená být úspěšný ve výběrovém řízení na generálního dodavatele stavby ve fázi investiční – plánovací část. Po získání zakázky je jeho hlavním cílem stavbu realizovat za domluvené náklady, v požadovaném čase a kvalitě, neboli realizovat stavbu v souladu se smlouvou o dílo (SoD) a samozřejmě dosáhnout požadovaného zisku [1].

1.4.1 Příprava nabídky

Nejdříve musí vedení společnosti rozhodnout, zda má zájem ucházet se o nabízený projekt. Poté zpravidla marketinkové oddělení prověří, zda firma splňuje případné podmínky investora. Tyto podmínky může firma splňovat jednak sama za sebe, nebo je možné jich dosáhnout sdružením několika firem. Cílem této fáze je vyřadit nezajímavé nebo pro firmu obtížně realizovatelné projekty s neadekvátním rizikem. Zkoumáním projektového rizika se zpravidla zabývá risk management [3].

Po rozhodnutí, že se firma bude účastnit výběrového řízení na generálního dodavatele, se pokračuje převzetím podkladů od neveřejného zadavatele, v případě, že se jedná o veřejnou zakázku, která se řídí zákonem č. 137/2006 Sb., Zákon o veřejných zakázkách, mluvíme o tzv. *zadávací dokumentaci* [1]. Investor si může stanovit požadavky na dodavatele dle vlastního uvážení, například se jedná o maximální dobu realizace, požadovaný materiál či výrobce, požadavek rekonstrukce za provozu apod.

Po převzetí podkladů (či zadávací dokumentace) je nutná kontrola projektové dokumentace a výkazu výměr. Pokud se nejedná o veřejnou zakázku, výkaz výměr

nemusí být součástí zadávacích podkladů, a je tedy na nabídkovém týmu, aby zpracovaly výkaz výměr [1]. V případě rozporu, nejasnosti, nálezu kolize či jiné nesrovnalosti v projektové dokumentaci či výkazu výměr, dochází k dotazu na projektanta (RFI - request for information neboli žádost o informaci), projektant RFI prostuduje a odpoví, v odůvodněných případech (např. chyba v projektové dokumentaci, kolize, neproveditelné zadání aj.) vydává revizi PD.

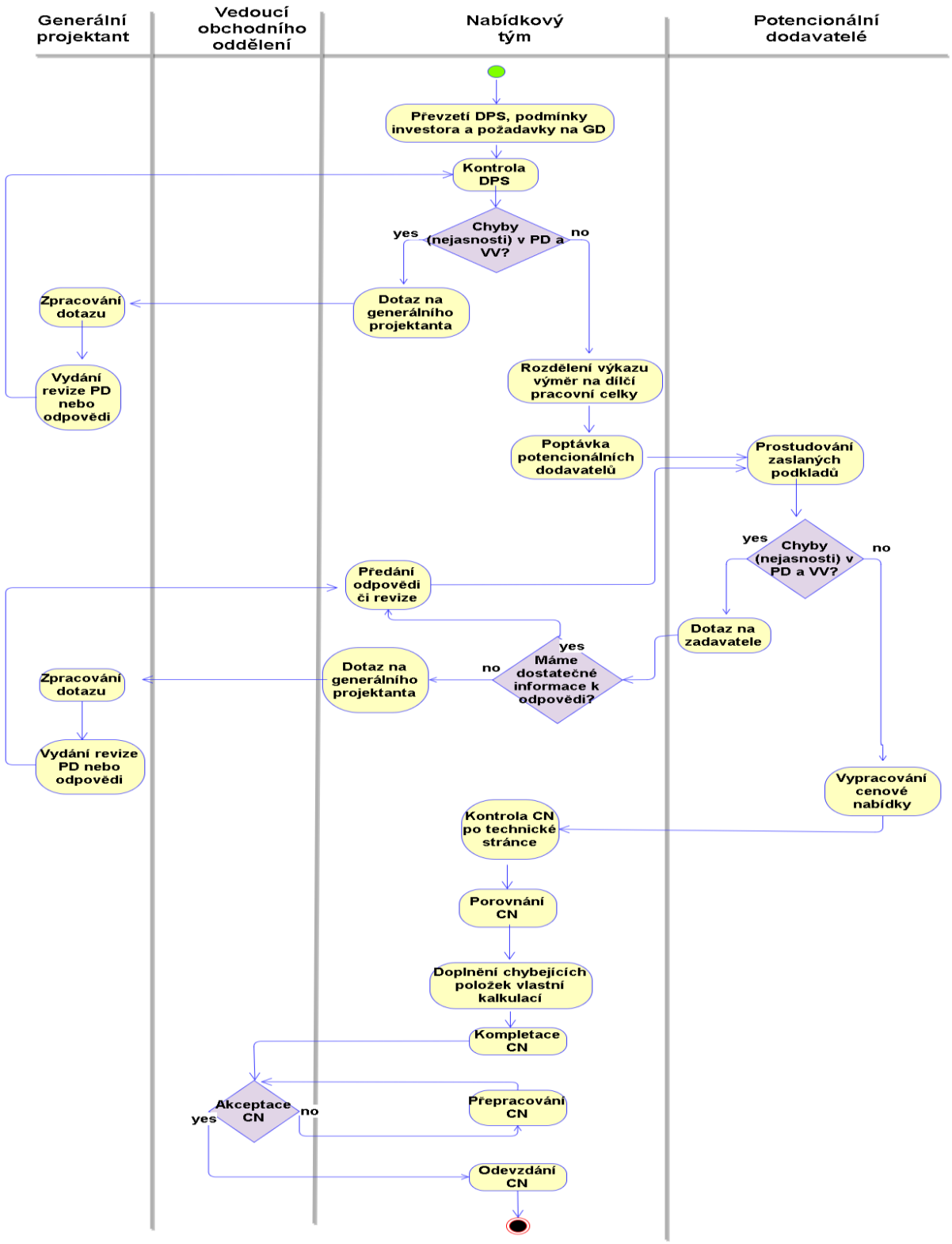
Výkaz výměr je dále rozdělen do dílčích pracovních celků podle předpokladu jejich dodávky na stavbu, toto rozdělení je prováděno dle uvážení nabídkového týmu a je nutné jej dělat individuálně pro každou stavbu. Jedná se o rozdělení na celky, jako jsou např. základové konstrukce, hrubé nosné konstrukce, střešní konstrukce, fasáda, příčky, pohledy, technické zařízení budovy (VZT, kanalizace, voda atd.), podlahové konstrukce a další.

Samotná tvorba cenové nabídky je rozdělena na dvě části:

• V první části tvoříme cenovou nabídku dílčích pracovních celků s předpokladem, že práce budou realizovány vlastními pracovníky společnosti. V tomto případě mluvíme o tzv. *výrobní kalkulaci*, která nám udává, kolik budou vlastní náklady na požadované práce na *kalkulační jednici* (výkon s vymezenou jednotkou, např. zdivo tl. 200mm o ploše 100m^2) [1]. Více se tvorbou kalkulace nákladů zabývám v kapitole č. 1.5.2.1.

• Druhá část, kde firma nemá vlastní kapacity na dodání požadovaných prací a je potřeba zajistit dodávku externě, proto se poptávají externí firmy tzv. *subdodavatelé,* kteří dají vlastní cenovou nabídku [1]. V případě, že se některé položky nepovedlo nacenit jako vlastní dodávku ani jako dodávku externí, například z důvodu krátkého časového období na zpracování cenové nabídky, jsou položky doplněné pomocí rozpočtových programů. K cenové nabídce je zpravidla zpracován také rámcový časový plán výstavby, jeho tvorba bude podrobněji probrána v kapitole č. 1.5.1 Realizace stavby z hlediska času. Nakonec, je-li cenová nabídka kompletní, je předána k vyjádření vedení společnosti, která rozhoduje, zda je konkurenceschopná.

Diagram 1 Tvorba CN pro výběr GD



vypracoval: autor

1.4.2 Realizace projektu

Projektová realizace začíná převzetím staveniště od investora dodavatelem, o převzetí je sepsán předávací protokol, nebo se zapíše záznam do stavebního deníku. Do realizace vstupuje projektový tým s podklady z minulých etap, kdy k dispozici jsou tyto dokumenty: výrobní kalkulace, harmonogram, návrh zařízení staveniště, portfolio zajištěných subdodavatelů, případně další (kontrolní a zkušební plán). Pro úspěšný průběh realizace je potřeba dobrá koordinace všech účastníků, stavba je velmi dynamický projekt a v průběhu stavby dochází často k odchylkám oproti zadání nebo k zpřesňování jednotlivých dokumentů. Tyto změny jsou iniciovány různými subjekty, může se jednat například o investora, dodavatele, subdodavatelé atd. nebo vznikají z důvodů vnějších vlivů, jako jsou například klimatické podmínky, politické, ekonomické atd. K tomu, aby stavba mohla správně fungovat, jsou používány různé metody kontroly, sledování a na stavbě se archivuje velké množství dokumentů, jako jsou například subdodavatelské smlouvy, dodací listy materiálů, podklady pro vícepráce, podklady pro vnitropodnikové účetnictví, doklady o školení pracovníků, doklady o provedených zkouškách aj. [1].

Prvním z mnoha dokumentů, které se na stavbě vyskytují je *stavební deník*, jeho definice dle stavebního zákona 183/2006 Sb. a osoby oprávněné do něj dělat záznamy jsou uvedeny v kapitole č. 1.2.3. Úvodní část stavebního deníku je věnována *identifikačním údajům* o stavbě (nebo její části) jako jsou: název, umístění, údaje o účastnících stavby (stavbyvedoucí, TDS/TDI, autorský dozor a další osoby oprávněné k provádění záznamů), údaje a odkazy na projektovou dokumentaci a další technické podklady stavby. Další část stavebního deníku je věnována *denním záznamům*, kde se píší údaje o pracovnících na staveništi, klimatické záznamy, popisy provedených prací a dodávky materiálů, technických zařízení a výrobků. *Další záznamy* tvoří třetí a poslední část stavebního deníku, kde se provádějí záznamy o předání a převzetí staveniště, záznamy o subdodavatelích, školení pracovníků, opatření k zajištění stavby, výsledky prováděných kontrol, škody způsobené stavební nebo jinou činností, nepředvídatelné nálezy aj. [1].

Dalším běžným nástrojem pro kontrolu a sledování průběhu realizace stavby jsou *kontrolní dny.* Tato jednání probíhají pravidelně, nejčastěji je to jednou týdně

a účastní se jich zástupci dodavatele stavby (projektový manažer, stavbyvedoucí a případně další), subdodavatelé, stavebník, TDI, nebo TDS, autorský dozor a další zástupci dotčených orgánu (např. zástupci z úřadu památkové péče). Na kontrolním dnu se sleduje a vyhodnocuje průběh stavby, její zpoždění, projednávají se významné změny, z těchto jednání se pořizují záznamy [1].

Často dochází v průběhu realizace stavby k odchýlení oproti zadání, může to být způsobeno např. chybnou projektovou dokumentací, u rekonstrukcí po odkrytí stávající konstrukce, změnou v projektové dokumentaci, atd. Tyto změny jsou řízeny tzv. *claim managementem, „jedná se o průběžné, soustavné a cílevědomé zpracování požadavků na změny a dodatky, zaznamenávání případů nedodržení smluvních podmínek (dílčích termínů a lhůt), definování a uplatnění pohledávek, aj.“ [1, str. 77].* Změny a dodatky mohou být financovány ze dvou zdrojů, zaprvé investor požaduje náhradu od dodavatele, kvůli jeho zavinění v průběhu výstavby. Druhý případ je, když dodavatel uplatňuje požadavek na investora.

Řízení subdodavatelů je nedílnou součástí každé rozsáhlejší stavby, kde se udává, že 60 až 80% stavebních prací je průměrně dodáváno pomocí subdodavatelů. Řízení subdodavatelů má na starosti stavbyvedoucí, případně mistr. Pro zajištění subdodavatelských prací je nutné mít dostatečnou stavební připravenost, dodržet včasný nástup subdodavatele dle časového plánu, předání staveniště subdodavateli, koordinace subdodavatelských prací spolu s ostatními probíhajícími pracemi na stavbě, kontrola postupu a kvality práce a opětovné převzetí dokončeného díla, či jeho části [1].

1.4.3 Specifičnost realizace rekonstrukcí

Rekonstrukce pozemních staveb mají své specifikace a liší se od klasických novostaveb. Jedná se o rozdílný postup prací, užívání specifických technologií, v případě, že se rekonstrukce týká *kulturní památky*, nebo *národní kulturní památky* na stavbu dohlížejí orgány státní památkové péče.

Kulturní památka se podle zákona o státní památkové péči (zákon č. 20/1987 Sb., § 2) *považují nemovité a movité věci, popřípadě jejich soubory, které pro jejich*

historickou hodnotu za kulturní památku prohlásilo Ministerstvo kultury ČR a jsou zapsány v Ústředním seznamu kulturních památek ČR [7, str. 67].

Národní kulturní památka (dle zákona č. 20/1987 Sb., § 4) – *nejvýznamnější kulturní památky prohlašuje vláda ČR za národní kulturní památky. Jejich památková ochrana je přísnější než u ostatních kulturních památek* [7, str. 67].

Jeden z hlavních rozdílů pro rekonstrukce je omezenější možnosti zařízení staveniště, to se projevuje hlavně u rekonstrukcí v městské zástavbě. Kdy je zařízení staveniště omezeno blízkou infrastrukturou a okolní zástavbou. Proto je potřeba přesněji a efektivněji využívat daný prostor, to se hlavně projevuje při plánování dodávky a uskladňování materiálu [1].

Další úskalí typické pro rekonstrukce mnohdy spočívá v neschopnosti určit přesně stávající stav dané konstrukce. To je dáno špatnou či žádnou archivací původní projektové dokumentace, proto se skutečný stav dozvíme až po zahájení prací, proto je důležité tento fakt ošetřit ve smlouvě o dílo.

1.5 Hlavní činnosti při realizaci projektu

Hlavní činnosti při realizaci stavby má na starost realizační tým neboli také projektový tým. To je ucelený organizační celek, který je pověřený generálním dodavatelem. Jeho cílem je, aby stavba byla realizovaná v požadovaném čase, za zasmluvněné náklady a patřičné kvalitě.

Tento tým vzniká na časově omezenou dobu a to na dobu definovanou trváním projektu. V týmu jsou zastoupeny následující profese: vedoucí projektového týmu, technolog – přípravář, stavbyvedoucí a mistr. Ukázka reálného projektového týmu je v kapitole č. 3.6.

1.5.1 Realizace stavby z hlediska času

Čas, který je stanovený pro stavbu, je velice důležitý, protože v případě jeho překročení musí dodavatel stavby platit penalizační poplatky za prodloužení doby realizace stavby. K sledování průběhu stavby z hlediska času slouží *harmonogram*.

Časový plán výstavby neboli harmonogram (HMG) je základním dokumentem, který v hrubé podobě vzniká už při tvorbě cenové nabídky na výběr generálního dodavatele. V předvýrobní přípravě dále vzniká podrobnější harmonogram.

Harmonogram slouží k plánování a sledování časového průběhu stavby. Při tvorbě harmonogramu začínáme rozdělením projektu na dílčí činnosti, jejich podrobnost záleží na požadované podrobnosti harmonogramu. Následně ve druhém kroku je potřeba zařadit jednotlivé činnosti a stanovit vazby mezi nimi, činnosti na sebe mohou přímo navazovat, mohou se překrývat nebo mít mezi sebou prodlevu. Dalším krokem před sestavením celkového harmonogramu je odhadnutí délky trvání jednotlivých činností a k činnostem je třeba přiřadit jejich zdroje, které budou využívány během realizace. V posledním kroku určíme rezervní dobu trvání pro jednotlivé činnosti a určíme, které činnosti leží na *kritické cestě.* Kritická cesta jsou po sobě jdoucí činnosti, které v případě prodloužení jejich doby trvání, dojde k prodloužení celého projektu [5, 6].

Při potřebě optimalizace harmonogramu je možné použít následující postupy, které nám umožní časový plán zpřesnit dle aktuální potřeby.

- *Zrychlení průchodu trasy* je velmi účinná metoda, jak snížit dobu trvání celého projektu nebo jeho jednotlivých částí. Jedná se o paralelní nebo částečně se překrývající nasazení činností. Tato metoda v sobě zahrnuje potencionální zvýšení rizik, kvůli možné komplikaci při koordinaci a kontrole projektu. Tato metoda se řídí následujícími pravidly:
    - rozdělení činností na kritické cestě a jejich paralelní nasazení,
    - záměna vazeb za takové, které umožní překrývání činností,
    - umístění činnosti mimo kritickou cestu tím, že je spojíme s jinými činnostmi, které nejsou na kritické cestě.
- *Sražení nebo snížení dob trvání* je další metoda, která nám pomůže zkrátit doby trvání. Nástroje této metody jsou:
    - *přisoudit jednotlivým činnostem více zdrojů a tím zkrátit jejich dobu trvání,*
    - *zvážit možnost zkrácení dob trvání jednotlivých činností.*

Tyto optimalizační metody účinně zkracují dobu trvání harmonogramu, ale je potřeba je používat obezřetně, protože v mnohých případech nám zvyšují projektové náklady [5].

1.5.2 Realizace stavby z hlediska ceny

V dnešní době se často klade veliký důraz na to, aby stavba byla realizována za nízké náklady. Celkové náklady na realizaci stavby se stanovují již ve výběrovém tendru na generálního dodavatele. Tvorba oceněného výkazu výměr neboli rozpočtu je znázorněna na diagramu č. 1. kapitola 1.4.1.

Při realizaci stavby se vychází právě z takto vytvořené ceny. V ideálním případě máme k dispozici kompletně oceněný výkaz výměr, kde dílčí činnosti nám přímo nacenili potencionální dodavatelé. To bohužel není vždy pravda, protože cena během svého vzniku prochází několika změnami, které mohou negativně ovlivnit její přesnost.

Toto ovlivnění může být zapříčiněno vedením firmy, které mnohdy uměle poníží cenu, určitou částku nebo procenta tak, aby CN na výběr generálního dodavatele byla výherní.

Dalším faktorem, který může mít vliv na cenu, je samotné CN od potencionálních dodavatelů, kteří zdávají cenu za dílčí položky z výkazu výměr. Tato cena je mnohdy brána jako orientační, kdy po zohlednění platebních podmínek, pozastávek a po vyspecifikování všech potřebných prací, cena za dílčí práce vzroste.

Další běžným jevem je, že potencionální dodavatel, který dal nejnižší CN do tendru na výběr generálního dodavatele, jednoduše ze soutěže odstoupí. K odstoupení mohou dodavatele vést různé motivy, jako například: nedostatečné množství výrobní či realizační kapacity, nedůvěra ke generálnímu dodavateli, neschopnost akceptovat navrhované smluvní podmínky, bankrot dodavatele a další.

Ostatně velký vliv na cenu stavby má samozřejmě i samotný rozpočtář (nabídkový tým), který tvoří cenu na výběr generálního dodavatele. Ne všechny položky ve výkazu výměr jsou naceněné od potencionálních dodavatelů, u velkých projektů nebo při krátkém času na tvorbu ceny, musí rozpočtář cenit položky sám a to za pomoci rozpočtářských programů (např. Kros) nebo za pomoci svého úsudku.

Z uvedeného nám vyplývá, že cena, která přijde do realizační fáze projektu, nemusí být vždy ideální. Proto je na managementu stavby, aby tento problém vyřešil a dostal se na lepší cenu. Hlavní nástroje, které v tomto směru jsou k dispozici, jsou další tendry a rozšiřování portfolia potencionálních dodavatelů. V realizační fázi projektu je na tyto tendry více času, než tomu bylo při tvorbě CN na výběr generálního dodavatele. Proto je zde prostor na zpřesňování CN od dodavatelů, kdy se také mnohdy stává, že CN do tendru na generálního dodavatele bylo dána s rezervou a dodavatelé proto svojí cenu mnohdy snižují.

Další možností úspory je hledání různých záměn a technických optimalizací, kdy se například zaměňují různé materiály se srovnatelnými technickými vlastnostmi, ale s rozdílnou pořizovací cenou. Záměny materiálů a technické optimalizace se musí vždy projednávat s technickým dozorem, projektantem/architektem, či dalšími jako jsou například zástupci ústavu památkové péče.

Jako nástroj pro snižování ceny nám může posloužit i rozdělování CN do menších celků. Kdy máme například CN za dodávku a montáž všech zděních konstrukcí. Tento tendr můžeme rozdělit na menší celky, kdy jeden dodavatel by nám dodával všechny nosné zděné konstrukce a druhý dodavatel všechny dělící zděné konstrukce. Úspora zde může vzniknout, protože se zmenšil objem požadovaných prací a proto lze do tendrů zapojit i více menších dodavatelů, kteří nám rozšiřují portfolio. Tento postup se často bere jako krajní řešení, protože mnohdy není žádoucí, vzhledem ke složitější koordinaci dodavatelů na stavbě, která je způsobena jejich větším počtem. V optimálním případě je snaha zasmluvnit s jedním dodavatelem co největší objem prací.

Možnost peněžní úspory nám skýtá rozdělení dodávky a montáže. Kdy v některých případech si materiál na určité práce obstará přímo generální dodavatel a montáž zajišťuje subdodavatel. Úspora zde může vzniknout, protože generální dodavatel si může poptat několik dodavatelů požadovaného materiálu a tím snížit jeho cenu nebo má už předem domluvené slevy konkrétního prodejce materiálů a také cena může být nižší, protože na materiálu nejsou cenové přirážky (režie, zisk), které má subdodavatel v jeho CN započítané. Tento způsob je opět rizikový, protože

generální dodavatel zodpovídá za jeho dostatečné množství, jeho požadovanou kompletnost, kdy je potřeba objednat jeho všechny dílčí komponenty.

1.5.2.1 Kalkulace vlastních nákladů

Vlastní kalkulace nákladů je potřeba například tehdy, jestliže tvoříme cenovou nabídku pro investora (viz kapitola č. 1.4), nebo když jsou kalkulovány změny v projektu. Jednotlivé kalkulační položky jsou zahrnuté v *obecném kalkulačním vzorci*, níže je uvedena nejvíce rozšířená struktura vzorce.

Všeobecný kalkulační vzorec:

1) Přímé náklady
2) Přímé mzdy
3) Ostatní přímé náklady
4) Výrobní (provozní) režie

   Vlastní náklady výroby – položky 1 až 4
5) Správní režie

   Vlastní náklady výkonu – položky 1 až 5
6) Odbytové náklady

   Úplné vlastní náklady výkonu – položky 1 až 6
7) Zisk (ztráta)

   Cena výkonu [4, str. 99]

Tento kalkulační vzorec je založený na principu *náklady + zisk = cena*, kde takto spočítaná cena je dobrým nástrojem při jednání s odběrateli, ale prozrazuje interní informace při kalkulaci nákladů. Jedná se o kalkulaci *statickou*, kdy náklady platí pro stanovený objem. V tomto kalkulačním vzorci se vyskytují dvoje náklady (přímé a režijní) [4].

Přímé náklady - patří sem základní stavební materiál, různé polotovary, výrobky a pomocný materiál, příklad zateplení fasády, penetrace, lepidlo, izolant, perlinka, lišty, hmoždinky, omítka, lešení. *Přímé mzdy* jsou přímé mzdové náklady (časové, úkolové) plus všechny další mzdové náklady, které zaměstnavatel hradí výrobním dělníkům.

Poslední položka přímých nákladů je *ostatní přímé náklady*, sem patří náklady za energie, palivo, opravy, údržba, odpisy, příspěvky na sociální zabezpečení atd. [4].

Druhou skupinou jsou *režijní náklady*, sem patři náklady, které nejsou přímo spojeny s prováděnou prací, ale jsou nezbytné pro chod společnosti, dá se obecně říct, že čím je společnost větší a zaměstnává více lidí, tím je větší režie. *Výrobní (provozní) režie* jsou náklady, které nelze přímo přiřadit k daným jednotkám, na které jsou kalkulovány přímé náklady. Jedná se například o režijní mzdy, opotřebování nástrojů, spotřeba energie apod. *Správní režie* – sem jsou započítány například platy řídících pracovníků a jedná se o náklady, které jsou spojeny s řízením společnosti. Poslední režijní položkou jsou *odbytové náklady*, zde se vyskytují položky jako náklady na reklamu, skladování, prodej apod. *Zisk* se většinou počítá jako procento z úplných vlastních nákladů výkonu [4].

1.5.3 Realizace stavby z hlediska kvality

Aby stavba byla realizována kvalitně, je potřeba, aby všechny její aspekty splňovaly patřičné vyhlášky a normy. Vše se ovíjí od kvality provedení projektové dokumentace, podle které se staví DPS . Povinností generálního dodavatele je dle stavebního zákona č. 183/2006 Sb., kde v §160 je uveden následující text: *„Zhotovitel stavby je povinen provádět stavbu v souladu s rozhodnutím nebo jiným opatřením stavebního úřadu a s ověřenou projektovou dokumentací, dodržet obecné požadavky na výstavbu, popřípadě jiné technické předpisy a technické normy a zajistit dodržování povinností k ochraně života, zdraví, životního prostředí a bezpečnosti práce vyplývajících ze zvláštních právních předpisů.“* [14]

Pro zhotovitele je tedy povinností (v určitých případech se jedná o doporučení, aby stavba byla provedena kvalitně), aby se řídil při realizaci následujícími ustanoveními, neboli aby zkontroloval, jestli projektová dokumentace těmto ustanovením odpovídá a zda je samotná stavba a vše s ní související prováděna dle patřičných norem a zákonů.

Tabulka 3 Zákony a vyhlášky

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
o §8 vyhlášky č. 268/2009 Sb., TPS – základní požadavky
▪ *mechanická odolnost a stabilita*
•ČSN EN 1997-1 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Obecná pravidla
▪ *požární bezpečnost*
•Vyhláška č. 23/2008 Sb., vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb
▪ *ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí*
•ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov - Požadavky
•ČSN 73 0580 – Denní osvětlení budov
▪ *ochrana proti hluku*
•ČSN 73 0532 – Ochrana proti hluku v budovách
▪ *bezpečnost při užívání*
▪ *úspora energie a tepelná ochrana*
•zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií
•vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov
Další příklady zákonů a vyhlášek
•Vyhláška č. 398/2009 Sb., Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
•Vyhláška č. 503/2006 Sb., Vyhláška o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření
•Vyhláška č. 499/2006 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb
•Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky
•Vyhláška č. 383/2001 Sb., Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podrobnostech nakládání s odpady
•Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

Zdroj: [17], Vypracoval: autor

Toto je pouze základní výčet některých vyhlášek, s nimi souvisejících norem a dalších požadavků, které jsou ovšem pro stavbu a její realizaci nezbytné, a které je nutné, aby realizační tým znal či měl aspoň povědomí a dokázal zkontrolovat, zda je projektová dokumentace a realizovaná stavba v souladu s patřičnými vyhláškami a normami. Vzhledem k tomu, že uvedený seznam je pouhý zlomek z celkového počtu všeobecně používaných norem a vyhlášek, tak dostaneme hrubou představu o komplexnosti požadavků na stavbu a management stavby. Je důležité si uvědomit, že vyhlášky a normy se stále aktualizují a zpřesňují, proto je nezbytné tyto aktualizace vnímat a sledovat. Možné zefektivnění kontroly projektové dokumentace a realizované stavby z hlediska aktuálních vyhlášek, norem a popřípadě jiných požadavků se může nacházet v aplikaci metody BIM.

1.6 Efektivnost práce ve stavebnictví

V dnešní době vznikají stále větší nároky na stavby pozemní, vodní, energetické, na infrastrukturu i další. Tento trend vzniká díky vývoji nových stavebních materiálů a zdokonalování stávajících, vyspělému komunikačnímu prostředí, rychlému vývoji IT, stále větším nároků na udržitelnost životního prostředí a ekologický dopad staveb. Vzhledem k tomu musí být projekty stále více propracované, kdy do návrhu stavebních projektů vstupuje více faktorů, které ho ovlivňují. K tomuto jevu by souběžně měly vznikat také nové procesy, ve smyslu zvyšování efektivnosti práce, zkvalitňování komunikace mezi jednotlivými účastníky stavebního projektu. Vzhledem k vyšším nárokům na stavby není možné také nerozvíjet způsob, jakým stavby tvoříme.

V dnešní době se ovšem jako standartní komunikační nástroje stále nejčastěji používají 2D výkresy a detaily. Ty mnohdy neobsáhnou všechny požadované části projektu, nejsou jasně vyspecifikovány, nebo návrh neodpovídá potřebám projektu. Proto je třeba, aby účastníci stavebních projektů trávili drahocenný část a úsilí potřebnému odhalování nejasností a požadování vysvětlení. To má za následek negativní dopad na projekt, tato neefektivnost zvyšuje časové i finanční náklady [8].

1.6.1 Efektivnost (produktivita)

„Účinnost (efektivnost), s jakou jsou výrobní faktory využívány ve výrobě, se označuje jako produktivita.“ ([4, str. 256], neboli při výrobě více výrobků za použití méně zdrojů, dosahujeme větší produktivity. Rozdělujeme produktivitu podle rozsahu uvažovaných vstupů na *produktivitu celkovou* (pro účel této práce není potřeba s pojmem dále pracovat, vyjadřuje produktivitu souhrnu výrobních faktorů) a *produktivitu parciální* tj. produktivita, která se blíže zabývá některým z výrobních faktorů, jako je například práce[4]. Dále budu mluvit o *produktivitě práce*.

Obecně se vyjádří produktivita práce jako poměr: vstupy/výstupy (např. práce)
Dalším vyjádřením produktivity práce je poměr: přidaná hodnota/pracovníci (počet pracovníků nebo počet odpracovaných hodin)
Kde *přidaná hodnota* se vyjádří jako: hodnota produkce – (mínus) mezispotřeba
Hodnotu produkce můžeme chápat jako tržby, *mezispotřebu* jako náklady [4].

Takto definovaný pojem produktivita práce je vhodný z hlediska ekonomického pojetí řízení podniku a to nejen ve stavebním průmyslu. Pro stavební průmysl, kde jsem se zaměřil na realizační část stavby a pouze procesy managementu stavby, zde zavedu pojem jako *efektivnost práce.* Kde tento pojem chápeme jako činnost, která přináší přidanou hodnotu, z hlediska, že počet výstupů je větší než počet vstupů.

1.6.2 Potenciál vylepšení produktivity

Stavební produktivita se pohybuje mezi 40 až 60% v závislosti na kvalitě řízení výstavby. Přibližně polovinu pracovní doby stráví pracovník (dělník) produktivně, kdy opravdu svojí činností vytváří cílený produkt. A kdy zhruba 35% svého času stráví čekáním na doplňující informace, dostatečnou stavební připravenost či dodávku materiálu [8].

Ve Spojených státech měl v roce 2007 stavební průmysl přibližně 13% podíl na HDP (hrubý domácí produkt), jiné zdroje uvádí 10 až 11% HDP. Za předpokladu 13% z HDP to činilo 1,6 bilionu dolarů. V případě, že stavební firma vynakládá polovinu projektových nákladů na mzdy a je možné snížit neefektivitu práce o třetinu, potom by bylo možné ušetřit jednu šestinu nákladů správnou koordinací, plánováním a komunikací. 266 miliard dolarů jsou teoreticky zbytečné náklady, kvůli špatné komunikaci a plánování [8].

V České republice během roku 2005 až 2014 provedly stavební firmy práci v hodnotě 4 696 miliard korun [21]. A v případě, že budeme vycházet ze stejných mzdových předpokladů a možnosti snížení neefektivity jako tomu bylo v předchozím odstavci, bylo teoreticky možné v průběhu jednoho roku ušetřit 78,3[1] miliard korun na mzdových nákladech.

[1] teoretické snížení mzdových nákladů: $4696 * 10^9/(10*2*3) = 78{,}3 * 10^9$ Kč

Toto je samozřejmě pouze teoretická úvaha, kde se nebere ohled na nerovnoměrnou stavební produkci, která zaznamenala vzestup mezi roky 1999 a 2007, díky dynamickému růstu bytové výstavby, realizace infrastruktury, rekonstrukce stávajících bytových domů a dále díky budování vodních a energetických staveb. Po roce 2007 přišel pokles produkce, nejdříve pozvolněji mezi roky 2007 až 2009 a poté velice strmý, pokles byl znatelný hlavně v pozemním a infrastrukturálním stavitelství. V dnešní době zažíváme opět nárůst produkce, obzvlášť díky inženýrské a bytové výstavbě [21]. Ale díky uvedenému si můžeme udělat hrubý obrázek, ze kterého vyplývá, že je zde velký potenciál na zlepšení produktivity.

2 Zavádění nových metod

Stále se rozvíjí snaha vyvíjet nové metody a postupy jak zvyšovat produktivitu a efektivitu ve stavebnictví. Velice se rozšiřuje využívání prefabrikace stavebních konstrukcí, kdy výrobu přesunujeme mimo stavbu, kde se dá lépe kontrolovat a zvyšovat produktivita výroby. Jsou vyvíjeny nové materiály s lepšími vlastnosti. Nové software a nové metody, jak řídit stavbu. V poslední době se rychle rozvíjí nová moderní metoda, která umožňuje zvyšovat produktivitu a efektivitu napříč celým životním cyklem stavby. Jedná se o metodu BIM – (Building Information Modeling).

„BIM je digitální reprezentace fyzických a funkčních charakteristik stavby. BIM je zdroj sdílených informací o stavbě, vytvářející spolehlivou základnu pro rozhodování v průběhu jejího životního cyklu od prvního záměru až po likvidaci.“ [13, str. 12] Tato definice vychází z amerických standardů.

BIM je možné do češtiny vyjádřit jako *informační model budovy*, jedná se o nový způsob práce s informacemi, kdy definujeme jednotlivé prvky jejich tvarem pomocí 3D modelu a také pomocí dostupných informací, díky čemu dochází k zefektivnění práce napříč celým životním cyklem stavby (viz kapitola 1.2). Avšak BIM není jenom 3D model s informacemi, je to také tzv. *Inteligentní modelování*, kdy využíváme BIM nástroje, jako jsou detekce kolizí, automatická tvorba výkazu výměr, generování energetické náročnosti budovy atd. [13].

2.1 Benefity BIM při realizaci

Při správné aplikaci metody BIM dostane zhotovitel do rukou funkční model, který mu pomůže při sledování a vyhodnocování postupu prováděných prací, časového postupu, nástroj na kontrolu kvality a kontrola vynaložených nákladů. Je to také dobrý nástroj, díky své transparentnosti, pro případné požadavky na investora (stavebníka) při změnových řízení, kdy určíme jaké finanční a časové dopady změna na projekt měla (více v kapitole č. 2.2). BIM je také výborným nástrojem pro zefektivnění každodenní práce jednotlivých zaměstnanců jak zhotovitele, tak investora, šetří časové i finanční náklady na procesech a administrativních činnostech, tento jev je více rozebrán v empirické části této práce (kapitola č. 4 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) [13].

Při správném použití metody BIM se při realizaci stavby šetří čas i peníze. Dochází k lepšímu plánování, projekt není zatížený takovou chybovostí a nejasností, které často vedou ke konfliktu [9]. V tabulce č. 4 jsou uvedeni jednotliví účastníci stavebního projektu od investora až po koncového uživatele a k nim přiřazené benefity, které jim přináší metoda BIM.

Tabulka 4 Přínosy využívaní metody BIM

Přínosy využívaní metody BIM			
Přínosy	Dodavatel	Subdodavatel	Způsoby měření
Lepší řízení změn			Náklady na změnu, Časové náklady na změnu, žádost o informace - změny, konflikt - změny, latence - změny příkazů
Lepší nákladové účetnictví			Intenzita práce - odhady nákladů, Předvídatelnost nákladů
Lepší získávání dat a informací			Celkový čas potřebný k zachycení a dokumentaci dat, Počet RFI souvisejících s nejednoznačnými informacemi, Objem přepracování vztahující se k datům a informacím
Lepší environmentální výkonnost			Skóre v oblasti udržitelnosti a environmentální výkonnosti, Využívání a řízení zdrojů, Uhlíková stopa
Lepší plánování a programování			Konflikt, Předvídatelnost času - úkoly, Rychlost výroby, Objem přepracování kvůli chybám v programování, Střety na pracovišti, Nečinná pracovní doba, Předvídatelnost nákladů, Dodávka materiálu, Kapacita programu, Využití a správa zdrojů, , Náklady na jednotku - materiály
Lepší scénáře a alternativní analýzy			Předvídatelnost času, Předvídatelnost nákladů, Intenzita práce pro analýzu scénářů a alternativ, Konflikt, Kvalita, Využití a řízení zdrojů
Lepší space managment			Konflikt (správa prostorů)
Lepší využívání znalostí dodavatelského řetězce			Metriky řízení znalostí a zapojení účastníků
Konkurenční výhoda			Přístup na trh, Globalizace, Profil společnosti
Rychlejší regulace a dodržování požadavků			Celkový čas na splnění požadavků
Méně chyb			Přesnost a počet chyb / opomenutí, Konflikt kvůli chybám / opomenutím, Tvůrce informací - chyby a opomenutí, Plánování shody, Změny a změny objednávek - Chyby a opomenutí, Změna nákladů, Zamezení nákladů - Chyby a opomenutí
Vyšší spokojenost zákazníků			Spokojenost
Vyšší automatizace procesů			Pracovní náročnost úkolů, které jsou nyní automatizované, Rychlost výroby (dokumenty), Objem přepracování, Náklady na změnu, Přesnost a počet chyb / vynechání, Střety, Výroba mimo provoz, Úspora nákladů
Zlepšení komunikace			Účinnost schůzky, Přiměřenost agendy setkání, Celkový čas potřebný k vyřešení problémů, Konflikt (související s nedorozuměním), Počet RFI, Vizualizace
Zlepšení koordinace			Konflikty, Objem přepracování, Celkové činnosti související s koordinací v terénu, Počet RFI souvisejících s otázkami koordinace, Počet změn a příkazů ke změnám týkající se problematiky koordinace, Výroba mimo výrobní místo - předvýroba, Počet terénních střetů, Doba pohotovosti zařízení, Pracovní doba a čas nečinnosti pracovníků na pracovišti
Zlepšení datového a informačného managmentu			Konzistence koordinace modelu (nebo výkresu), Objem přepracování v důsledku zadávání dat, Přesnost a počet chyb / opomenutí, Kvalita údajů a dokumentace
Zlepšení dokumentace kvality a procesů			Konzistence dokumentů - konzistence koordinace modelu), Kvalita (dokumenty)
Zlepšení efektivity			Intenzita práce, doba na jednotku
Zlepšení změny informací			Latence, Žádost o informace, Efektivnost setkání
Zlepšení křivky učení			Křivka učení, Celkový čas potřebný pro zaškolení
Zlešování kvality výstupů			Spokojenost, kvalita, konzistence modelu (výkresů), Objem přepracování, Cena za závady - záruka, přesnost a počet chyb / opomenutí
Zlepšování produktivity			Intenzita práce, Čas na jednotku, Rychlost výroby, Cena na jednotku
Zlepšení bezpečnosti			Počet úrazů a nehod, Ztráta počtu incidentů v pracovních dnech, Úrazová míra, Rychlost úrazu zapisovatelné / reportovatelné
Méně přepracování			Objem přepracování, Čas na jednotku - přepracování, Celkový čas - přepracování, Náklady na změnu, Celkové náklady - přepracování
Menší náklady			Náklady na jednotku, Náklady na vadu-záruka, Celkové náklady, Ziskovost, Náklady na změnu, Intenzita práce
Přesnější odběr vzorků			Přesnost a počet chyb, Předvídatelnost nákladů, Úspory nákladů
Vyšší efektivita nouzového managmentu			Oběti a zranění při mimořádných událostech, předvídatelnost doby evakuace, Nouzový plán a efektivita odezvy, Čas potřebný k přístupu k informacím během nouzových cvičení a událostí
Optimalizace konstrukční řady			Čas na jednotku, Rychlost výroby, Náklady na jednotku, Konflikt (pole), Doba stand-by zařízení, Čas nečinnosti zaměstnanců
Zkrácení času provádění a doby realizace			Latence, Celkový čas
Redukce rizika			Riziko, rozpočet na nepředvídané výdaje

Zdroj: [10], zpracoval: autor

V této tabulce jsou uvedeny jednotlivé benefity a jejich způsoby měření pro zhotovitele/dodavatele stavby a subdodavatele. V několika případech slouží jako kvality benefitu právě RFI – žádosti o informaci, které sám používám jako datový podklad v případové studii (viz kapitola č. 3).

V následujících kapitolách se zaměřím na výhody, které přináší užívání metody BIM v průběhu realizace stavby. Je však podstatné, že pro správné a kvalitní využití této metody je důležité důkladné zpracování projektu v dřívějších fázích (návrhová a projekční činnost).

2.2 Lepší řízení změn

Změny mohou být vyvolané z mnoha příčin:

- ze strany generálního dodavatele při snaze optimalizovat či snížit náklady,
- nejasným, nepřesným či nesprávným návrhem projektu (např. kolize),
- investorem,
- klientem (typické pro bytové domy).

Změny jsou často zásadním zdrojem diskuzí, sporů a rozepří, mezi jednotlivými účastníky stavebních projektů.

Díky BIM se daří úspěšně eliminovat mnohé změny, které by byly zapříčiněny špatným/nejasným návrhem, ještě dříve než stavba vůbec začne, nebo v průběhu stavby se nesrovnalosti či chyby v návrhu objeví dříve, než se realizuje ta část stavby, které se změna týká. Je tedy zapotřebí více informací a detekce kolizí v dřívější fázi projektu. To je zapříčiněno větší transparentností návrhu projektu, který v sobě zahrnuje více informací a dat [10].

Počet žádostí o informace (RFI) nám obecně ukazují, jak je návrh projektu jasný a úplný. RFI (Request for information) neboli *žádost o informaci*, jsou dotazy mezi jednotlivými účastníky stavebního řízení. Mnozí dodavatelé upozorňují, že počet RFI je pravděpodobně vyšší při použití BIM. To ale platí pro fázi návrhu projektu, kdy se dotazy dají vyřešit velice rychle a s malými nebo dokonce žádnými náklady. Takové nejasnosti jsou často velice efektivně řešeny na týdenních poradách, kde je pro to prostor a čas [8]. Při pravidelných poradách, které se uskutečňují při realizaci, se mnohdy musí řešit daleko více věcí a už nezbývá tolik času na RFI. Po takto vytvořeném projekčním řešení je odladěný projekt předáván do realizace.

V případových studiích bylo pozorováno, jaký je rozdíl mezi realizovanými projekty, které byly tvořeny klasickým způsobem versus formou BIMu. Kde byly

srovnávány porovnatelné projekty stejného rozsahu a typu konstrukce. Z uvedeného vyplývá, že projekty, které byly realizovány formou BIMu, mají mnohem méně RFI. Na projektu MMF 611 MM, Washington National Stadium, bylo údajně méně než 100 RFI, kdy předpokládaný počet RFI byl mezi 1000 – 10 000. Na dalším projektu zdravotnických kanceláří MM Camino bylo pouze 6 RFI. V případových studiích byla také sledována návratnost investice (ROI) a čas potřebný pro realizaci v porovnatelných projektech, kde byl použit BIM a v případech, kde nebyl použitý BIM. Porovnávané projekty měly trvat přibližně dva roky, kde projet, který byl realizován za pomocí BIM metody, byl dokončen o dva měsíce dříve a projekt, který byl realizován bez BIM metody, byl dokončen více než rok po předpokládaném dokončení [11, 23].

Dotazy na projektanta (RFI) mohou vést k případným změnám v projektu, které byly zapříčiněny špatným návrhem, tomuto jevu se budu více věnovat v kapitole č. 4.2.1.2 Zpracování RFI. V roce 2013 byla vydána studie, která publikovala analýzu tří srovnatelných projektů, které byly realizovány za pomocí metody BIM a které v porovnání s projekty podobného typu (konstrukce, účel, náklady …) vykazovaly snížený počet změnových řízení a to v rozmezí 37% až 48%. Uvádí se, že celkové náklady na dokončené stavby mohou být až přibližně do 15% způsobené právě změnovými řízeními [10]. Z uvedeného vyplývá, že při návrhu a výstavbě projektu klasickým způsoben se investice 1 Kč zvýší o 0,1765[2] Kč, to jsou náklady zapříčiněné změnovými řízení. Při použití metody BIM se tyto dodatečné náklady mohou eliminovat na skoro polovinu tudíž 0,085[3] Kč.

2.3 Lepší získávání dat a informací

Výhoda použití BIM je spjata s rychlejším a snadnějším získáváním komplexnějších a přesnějších dat a informací. V BIM modelu koexistují 3D objekty (např. zeď, VZT jednotka atd.) spolu se všemi potřebnými informacemi a daty jednotlivých objektů. Ke každému objektu je vždy možné přiřadit libovolný počet požadovaných informací [9].

[2] zvýšení nákladů o 15%: 1/085=0,1765
[3] zvýšené náklady při použití BIM: 0,1765*0,48=0,085

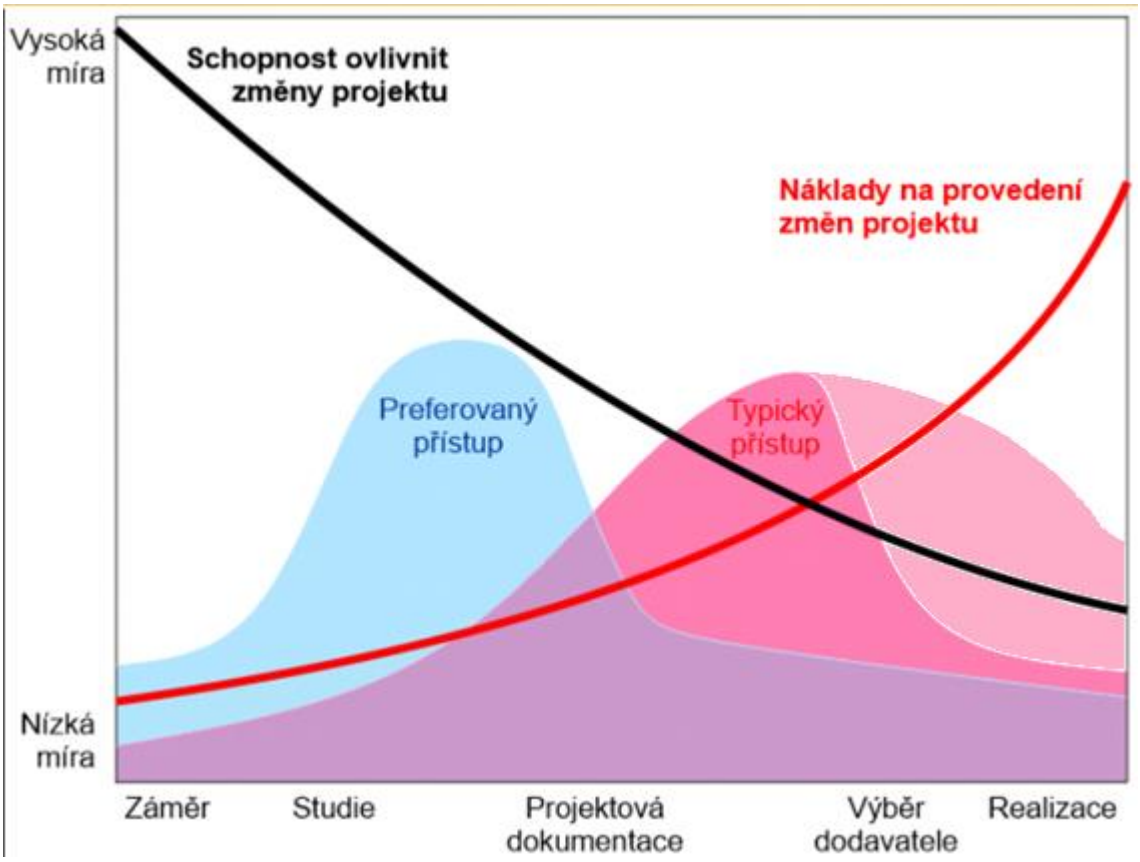
Přesný počet objektů závisí na míře propracovanosti BIM modelu. Pro účel kvantifikace se používané tzv. úrovně podrobnosti (Level of Detail/úroveň podrobnosti – LOD), kde pojem pochází ze standartu CityGML, který definuje pro jednotlivé objekty jejich geometrickou podrobnost. Dalším možným ukazatel je „Level of Development“, který určuje jednak geometrickou přesnost a jednak také míru informaci, které jsou s daným objektem svázány. Jako jedno z možných rozdělení je LOD 100 až LOD 500, kde LOD 100 je brána jako nejnižší geometrická a informační podrobnost [12].

Při použití metody BIM jsou informace a data sdílena v tzv. „společném datovém prostředí – CDE“ a jsou dostupné pro všechny účastníky stavebních projektů, v závislosti na míře oprávnění jednotlivých účastníků. V ideálním případě jsou jednotlivá oprávnění nastavena tak, aby každý účastník viděl a popřípadě mohl editovat ta data a informace, které souvisí s jeho náplní práce. Je důležité, aby míra a rozsah dat a informací odpovídaly potřebným požadavkům, není účelné míru informací přehánět, protože se pro stavbu mohou stát nadbytečnými a poté by mohly snižovat efektivitu [10, 22].

2.4 Méně chyb

Chyby ve stavebním projektu při projektování „klasickým“ způsobem se často projevují až v pozdějších fázích (například fáze výběru generálního dodavatele, realizace projektu), kdy už je jejich napravení mnohdy nákladné. Vyšší náklady jsou způsobeny nutností zapojení více účastníku, kteří daný problém řeší, nebo v rámci koordinace a postupů prací, změny způsobené chybovostí projektu, zpracovat a vyřešit. Na uvedeném grafu č. 2 je vidět průběh od záměru až po realizaci, kde na první křivce je znázorněna schopnost ovlivnit změny projektu a na druhé křivce náklady na provedení změn. V klasickém pojetí projektu jsou tyto chyby, nebo změny projektu, často řešeny ve fázi, kde se dají špatně ovlivnit, neboli se nedají snadno napravit. V původní verzi grafu [18] byly chyby a změny (v klasickém přístupu) řešeny hlavně ve fázi projektové dokumentace a při výběru dodavatele. Dle mého názoru se může tvrdit, že tyto chyby a změny se ve velké míře řeší také ve fázi realizační, kde schopnost změny je nejnižší.

Graf 2 Schopnost ovlivnit změny a míra nákladů v čase



zdroj: [18], upravil: autor

Proto je snaha tento „klasický“ přístup změnit, aby řešení chyb a změn bylo přesunuto do dřívějších fází projektu, jako je záměr, studie a tvorba projektové dokumentace. V těchto fázích je změna mnohem snazší a náklady na změnu nejsou tak vysoké.

Tento posun řešení změn a chyb do dřívějších fází projektu je možný díky metodě BIM, která pomocí automatické detekce kolizí dokáže „na kliknutí“ vyexportovat většinu kolizí, které se v projektu vyskytují. To znamená, že změny a chyby v projektu se řeší mnohem dříve, projekt je však mnohdy pracnější a nákladnější vytvořit. Projektanti a architekti se musí projektu věnovat detailně už mnohem dříve, než tomu je při „klasické“ projekci [12]. Případová studie, která řešila právě tento jev, kde porovnávala přibližně 32 500 nákladů na tvorbu projektové dokumentace, uvedla, že pro projektování za použití 3D modelování a BIM společnosti ušetřily z celkových nákladů na tvorbu projektové dokumentace 0,46%. Náklady byly

porovnány údaji, kde tyto společnosti nepoužívaly v projekci 3D modelování a BIM. Snížení nákladů je způsobeno nižším počtem chyb, které vede k nižší nutnosti oprav v pozdějších fázích projektů [10].

2.5 Zlepšení komunikace a práce s daty

Při použití 3D vizualizací pozorujeme větší transparentnost, přesnost a zvýšení efektivity při komunikaci mezi jednotlivými účastníky. Tento jev je podpořen i možností exportovat výstupy v „klasickém“ formátu, aby byly srozumitelné pro účastníky, kteří nemají s 3D vizualizací zkušenosti nebo preferují 2D podobu výkresů. U tvorby 2D výkresů ze 3D modelů je velkou výhodou možnost vytvořit si nekonečně mnoho řezů a pohledů, kdekoliv v daném modelu a to nám výrazně usnadňuje pochopení a vyjasněné všech návazností a prostorových vazeb [9, 10].

Komunikace mezi jednotlivými účastníky projektu se může stát velice rozsáhlou sítí, které říkáme „*komunikační síť*“. Když si vezmeme, že při komunikace mezi dvěma lidmi vznikne jeden tzv. „*komunikační kanál*“, potom mezi více účastníky projektu se počet komunikačních kanálů určí pomocí vzorce č. 1

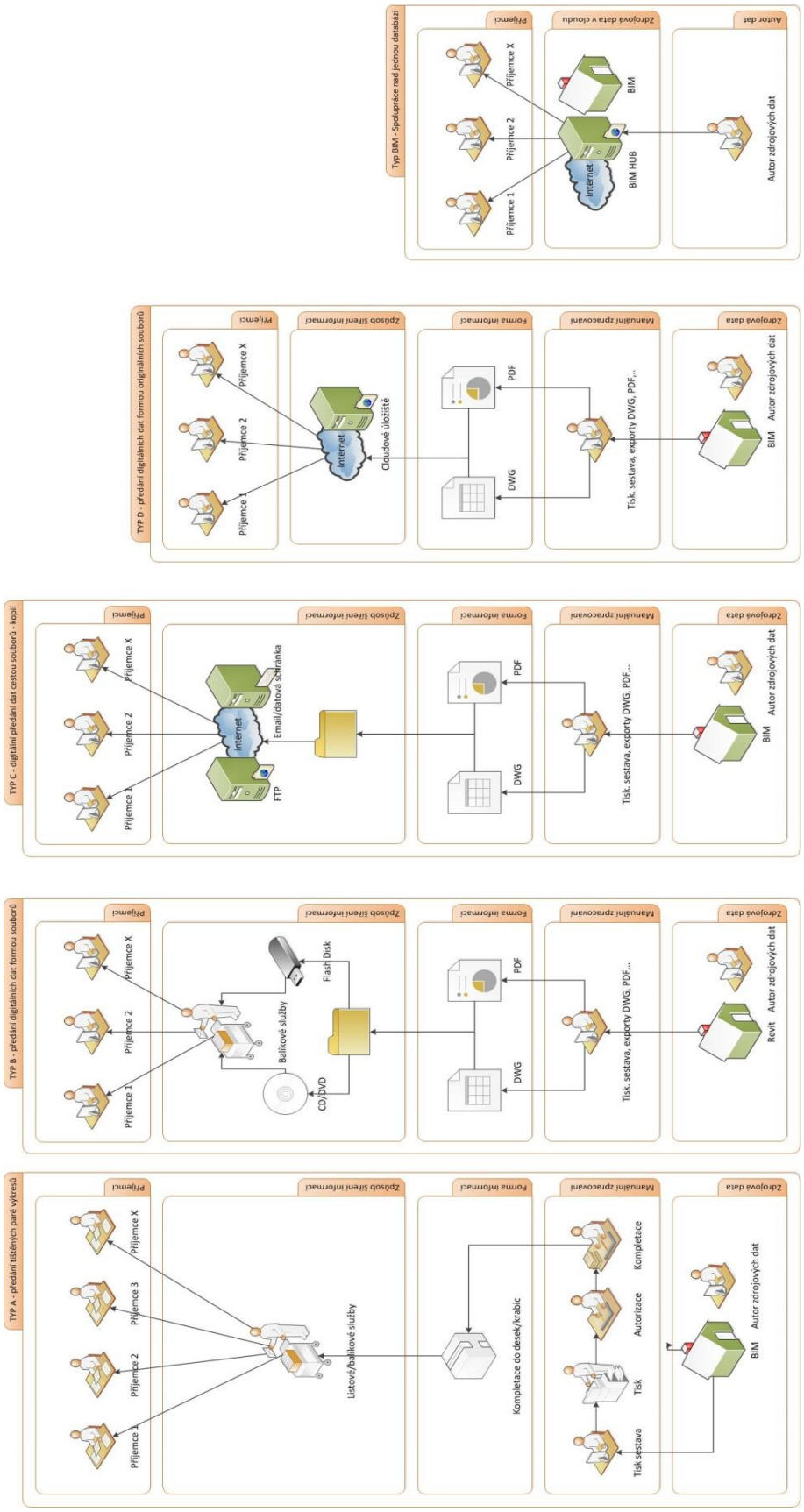
Vzorec1 Komunikační kanál

$$n\,(n-1)/2$$

kde *n* je počet účastníků v komunikační síti. Tak například mezi dvaceti účastníky vznikne 190 komunikačních kanálů [5].

Na obrázku č. 1 základní typy výměn a je tak patrný vývoj způsobu komunikace.

Obrázek 1Typy výměn



zdroj: [19], upravil: autor

Typ A je způsob komunikace, kdy zdrojová data zpracováváme a poté je dáváme do papírové podoby, kde je distribuujeme pomocí listových a balíkových služeb. *Typ B* je podobný typu A s tím rozdílem, že místo papírového formátu jsou výstupy předávány pomocí CD/DVD disků a flash disků a ty jsou opět distribuovány pomocí balíkových služeb. Tyto typy výměn jsou nyní používané pouze zřídka a jedná se o velice pomalý způsob komunikace.

Typ C je velice rozšířený způsob komunikace, kdy zdrojová data exportujeme do určitého formátu (DWG, PDF, doc atd.) a tím vytvoříme kopii originálu, kterou posíláme cílenému příjemci pomocí e-mailu či datové schránky. *Typ D* se liší oproti typu C v tom, že data ukládáme na cloudové uložiště, kde k němu mají přístup příjemci. Jsou zde tedy předávána data formou originálních souborů.

Typ BIM je způsob předávání dat, kdy data jsou přímo tvořena a sdílena v jednotné databázi. Mluvíme tady o společném datovém prostředí (CDE), kde všechny úpravy zdrojových dat jsou tvořeny v jednotné databázi a ve stejném okamžiku i předávány příjemcům. Jedná se o způsob komunikace, který výrazně ulehčuje komunikační síti a má v sobě integrované nástroje, které dále komunikaci vylepšují (automatické přeposlání zpráv, aktualizování revizí, automatické odpovědi atd.).

2.6 Implementace BIM

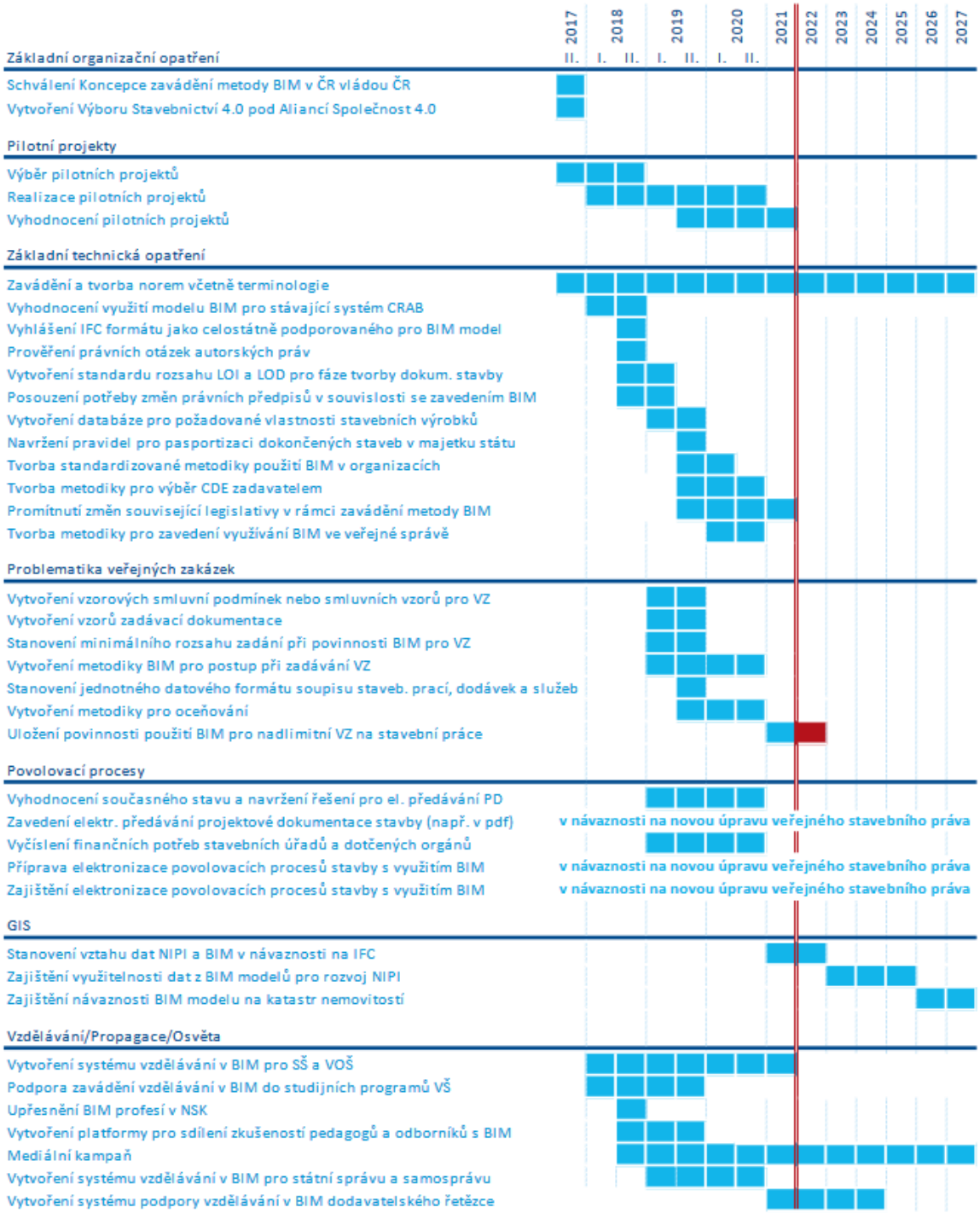
Pojem informačního modelování je mezi odbornou komunitou znám již od roku 1974, avšak až v posledních letech se povedlo přejít z teoretické roviny do praxe. BIM (Building Information Modeling) je pojem, který je užíván od roku 2002 [22].

V České republice se začínají rozvíjet snahy implementovat BIM do stavebního průmyslu. Tento proces byl započat projektovými týmy a většími stavebními společnostmi [15]. V rámci implementace BIMu se nyní zapojuje i vláda České republiky. Přibližně v polovině roku 2017 vznikl vládní dokument: *Koncepce zavádění metody BIM v České republice,* které vydalo ministerstvo průmyslu a obchodu ve spolupráci a ostatními složkami vlády a odbornou komunitou [22].

Dne 25. září 2017 vláda ČR svým usnesním č. 682 schválila materiál Koncepce zavádění metody BIM v České republice. V rámci tohoto dokumentu vznikl

harmonogram doporučených opatření (viz tabulka č. 5), který nám dává konkrétní představu o BIM Execution Plan neboli BEP, což je prováděcí plán pro BIM [22].

Tabulka 5 Harmonogram doporučených opatření



zdroj: [22, str. 38], upravil: autor

Uvedený harmonogram je popsaný do roku 2027, tedy na deset let. Předpokládá se, že do poloviny roku 2018 vzniknou základní organizační opatření.

V rámci této práce není účelné, abych zde rozebíral všechny body uvedeného harmonogramu. Následně vysvětlím pouze několik bodů, které spolu s harmonogramem postačí k vytvoření uceleného obrazu o koncepci zavedení metody BIM.

Koncem roku 2017 vzniknout Výbor Stavebnictví 4.0 pod Aliancí Společnost 4.0, kde Stavebnictví 4.0 ve smyslu obecné koncepce digitalizace stavebnictví a Aliance Společenství 4.0 vznikla z usnesení vlády ČR (17. října 2016) a má za úkol stanovit mezirezortní koordinační mechanizmus. V první polovině roku 2018 proběhne zajištění činnosti Agentury – *„zajištění činnosti Agentury, jakožto příspěvkové organizace zřízené na základě novely zákona č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodání na trh, která bude zajišťovat plnění úkolů vyplívajících z této Koncepce, vzájemnou koordinaci požadavků a komunikaci mezi odpovědnými ministerstvy, odbornými institucemi a komerční sférou“ [22, str. 41.]*

V průběhu prvních pěti let budou vybrány, realizovány a posouzeny pilotní projekty. Při výběru pilotních projektů budou stanoveny dílčí cíle metody BIM, které budou mít za úkol tyto projekty splnit. Tyto projekty budou velice důležité pro úspěšné rozšíření a díky těmto projektům bude doplněná metodika, standarty a vzorové dokumenty*[22]*.

Důležitou částí úspěšného zavedení metody BIM jsou Základní technická opatření. V průběhu následujících deseti let je v plánu vytvářet normy pro BIM, které se budou přejímat a překládat, aktuální stav technických norem pro BIM je na webových stránkách: www.seznamcsn.unmz.cz pod třídícím znakem 7301. Další body jsou plánovány v průběhu prvních pěti let, kde je potřeba, aby gestoři prověřili možnost využití metody BIM se stávajícími systémy (CRAB – Centrální registr administrativních budov), dále dořešili rozsah LOI (level of information) a LOD (level of detail) pro dokumentaci stavby, který bude rozdílný pro různé fáze stavby. Problematika majetkových a autorských práv je zásadní, protože fungující BIM se opírá o prostředí sdílených dat. Další body jsou zavedení požadovaného otevřeného

IFC formátu a v neposlední ředě prověření případné implementace změn v legislativě související se zavedením metody BIM [22].

Pro zavedení metody BIM bude klíčový začátek roku 2022, kde podle plánu bude zavedena povinnost pro nadlimitní veřejné zakázky, financované ze státního rozpočtu, spolu s přípravou a projektovou dokumentací, využívat ve stanovené minimální míře metodu BIM [22].

Z uvedeného vyplývá, že jedním z prvních kroků bude vytvoření organizací, které budou mít za úkol spolupracovat při zavádění metody BIM ve stavebnictví. Dále zde v průběhu prvních pěti let budou probíhat pilotní projekty, zavádění základních technických opatření a vyjasnění a typizace smluvních vztahů pro veřejné zakázky. Po uplynutí těchto pěti let, by mělo být dosaženo požadovaného stavu, který můžeme již nyní vidět v některých zemích (např. UK, Norsko), které již zavedly metodu BIM jako povinnou pro určitý typ projektů [22].

2.7 Kolektivní povědomí o BIMu

Jak již bylo zmíněno (viz kapitola č. 2.6) o zavedení informačního modelování na území České republiky se po teoretické stránce mluví již od prvního desetiletí 21. století. Je ale pravda, že mnohé projekční kanceláře metodu informačního modelování prakticky využívají již mnoho let. Tyto projekční kanceláře (např. DI5, Masák & partner, AED project a další) BIM modelem pracují ve fázi návrhu projektu. Je bohužel pravda, že projekční kanceláře byly donedávna jediní, kdo prakticky BIM model využívaly [15].

V průběhu několika posledních let vznikly mnohé průzkumy, které formou dotazníků ukazují míru implementace BIMu v ČR. Dotazovaní byli vždy účastníci projektů napříč celým životním cyklem stavby, od architektů, projektantů přes stavbyvedoucí, přípraváře, specialisty na TZB až po facility managery. Tyto průzkumy nám krom jiného umožní si vytvořit ucelený obrázek o povědomí BIMu u respondentů a o využívání BIMu v praxi.

První z těchto průzkumů je zaměřen na povědomost o BIMu v ČR. V roce 2012 Tomáš Hrdina ve své diplomové práci uvádí, že 33% dotazovaných o BIMu nikdy

neslyšeli, tento průzkum se opírá o relativně velké množství dotazovaných, kde na dotaz odpovědělo 361 respondentů. Další průzkum z roku 2013, jehož autorem je Jiří Hrouda, ten ve svém diplomové práci uvádí, že 61% dotázaných o BIMu nikdy neslyšeli. Tento průzkum byl zaměřený na Prahu, kde dotazník vyplnilo mnohonásobně menší počet respondentů a to 46. V další diplomové práci, kterou napsal Martin Zeman a která vznikla v roce 2014, Zeman uvádí, že 57% dotazovaných nemá povědomí o BIMu. V této práci se zaměřil na respondenty z malých a středních stavebních podniků, a jeho pole dotazovaných bylo opět o něco nižší, počet dotazovaných byl 52. Další zde uvedený průzkum, byl proveden pod záštitou ÚRS Praha a.s. a byl vydám v roce 2015, uvádí, že 49% z 157 dotázaných nemají povědomí o BIMu. V roce 2016 vznikl průzkum Magdaleny Kodetové [15], kde v rámci své diplomové práci uvádí, že pouze 20% dotazovaných nemá povědomí o BIMu, toto číslo vzniklo ze vzorku 132 respondentů.

Velkou roli v průzkumech hraje počet respondentů a zaměření na určitý okruh respondentů, jako tomu bylo v pracích Jiřího Hroudy a Martina Zemana. Přesto si z uvedených průzkumů můžeme udělat hrubý obrázek o tom, jaké je povědomí o BIMu v ČR. Dá se říct, že povědomí mezi odbornou komunitou o BIMu stoupá.

2.8 Míra využívání BIMu v praxi

Dále se autoři průzkumů zaměřili na to, zda respondenti využívají BIM v běžné praxi. V rámci rozšíření portfolia zde ještě uvedu průzkum Miloslava Výskala, Juszczyka a Zimy z *Vysokého učení technického v Brně,* který zmiňuje ve své práci Magdalena Kodetová [15], kteří se zaměřili na využívání BIMu v České republice a Polsku. Vzhledem k omezenému počtu respondentů - 32 lidí, kteří odpověděli na jejich dotazník, budeme brát jejich výsledky jako hrubé doplnění jinak obsáhlejších průzkumů. V tabulce č. 6 jsou chronologicky seřazeny procentuální výsledky míry využívání BIMu v praxi.

Tabulka 6 Procentuální výsledky míry využívání BIMu v praxi

	Tomáš Hrdina	Martin Zeman	ÚRS Praha a.s.	Výskala a kol.	Magdalena Kodetová
rok průzkumu	2012	2014	2015	2015	2016
Míra využívání BIMu v praxi	8%	16%	25%	19%	17%

zdroj: [15], zpracoval: autor

Z uvedených průzkumů vyplývá, že míra využívaní BIMu praxi mírně stoupá. Průzkumy *ÚRS Praha a.s.* a *Výskala a kol.* uvádějí vyšší hodnoty oproti novějšímu průzkumu Magdaleny Kodetové. To je nejspíš způsobeno buď nízkým počtem respondentů, nebo rozdílným portfoliem dotazovaných.

2.9 Využívání BIM z pohledů jednotlivých profesí

Vzhledem k provedeným průzkumům je možné říci, že v dnešní době BIM využívá denně při své práci necelá pětina účastníků stavebních projektů. Zde budu vycházet z nejaktuálnějších dat a to z práce Magdaleny Kodetové, která uvádí, že mezi účastníky stavebních projektů je praktické využívání BIMu nejvíce rozšířeno mezi architekty. Takto odpověděla necelá polovina dotázaných architektů. Další účastníci stavebních projektů jako jsou projektanti, generální dodavatelé, subdodavatelé a geodeti uvedli, že necelých 20% využívá BIM při své práci. Mezi zástupci investora je rozšířené využívání BIMu nižší než 10%. Pro zbylé účastníky stavebního projektu jako jsou facility manažeři, rozpočtáři, úředníci a nebyl sebrán dostatečný vzorek respondentů, proto nejde určit jaké je procento využití BIMu mezi zmíněnými profesemi. Lze ale říci, že toto procento bude nižší než u ostatních profesí [15].

3 Případová studie Rekonstrukce Státní opery

Všechny výše uvedené kapitoly pojednávají o tom co je to stavba (viz kapitola č. 1.1), její pojetí v čase (viz kapitola č. 1.2), kdo se účastní výstavbového projektu (viz kapitola č. 1.3) a pojetí efektivity ve stavebnictví (viz kapitola č. 1.6). Na tato výchozí tvrzení budu nyní navazovat konkrétním výzkumem. Pro výzkum použiji metodu kvalitativní analýzy – případové studie.

V kapitole ***Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.*** podrobně představím projekt Rekonstrukce Státní opery (dále jen projekt). Jednoznačně definuji časové období, organizační strukturu projektu, kompetence realizačního týmu GD a další informace nezbytné pro navazující výzkumnou část – analýzu a optimalizaci.

V kapitole ***Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.*** provedu samotnou analýzu procesů projektu a jejich optimalizaci pomocí metodiky BIM.

3.1 Projekt Rekonstrukce Státní opery

Projekt: *„Rekonstrukce historické a provozní budovy Státní opery“* je zaměřen na modernizaci a rekonstrukci historické a provozní budovy Státní opery. Cílem projektu je obnovení obou budov do možná co nejpřesnější historicky původní podoby, ale zároveň je snaha o modernizaci jejich technického vybavení. Jedná se o státní zakázku, kde jako investor vystupuje Národní divadlo. Na projekt bylo vyhrazeno necelých 900mil. Kč bez DHP a jedná se o jednu z největších rekonstrukcí, které v dnešní době probíhají na území České republiky. Doba rekonstrukce je naplánována na 27 měsíců a byla zahájena v únoru roku 2017.

Obrázek 2 Státní opera

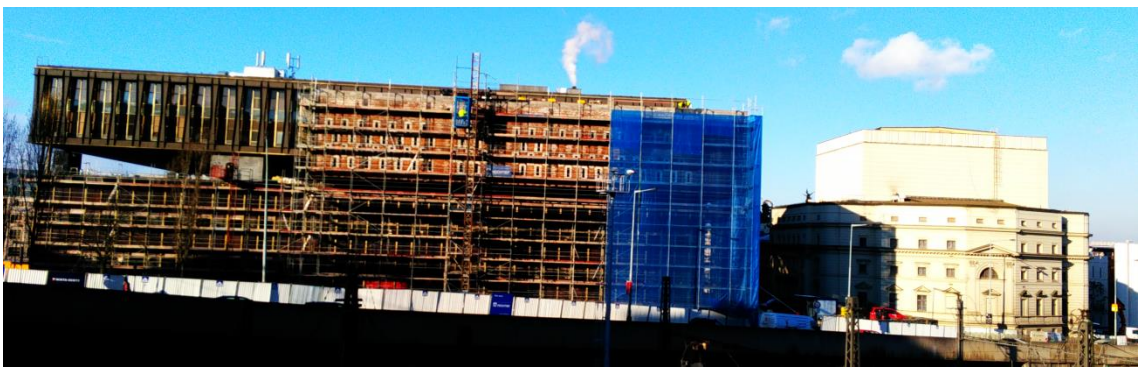


foto: autor

3.2 Historická budova

Budova Státní opery byla dokončena v devadesátých letech 19. století a poslední rekonstrukcí prošla v sedmdesátých letech minulého století. Po více než padesáti letech od modernizace technické zařízení budovy již nevyhovuje dnešním potřebám a je nutné jej vyměnit. To samé se dá říct o divadelní technice, která se sice v průběhu let postupně obměňovala, ale v celkovém měřítku je potřeba většinu z ní znovu modernizovat. Celkovým oživením projdou díky restaurátorským pracím také umělecké a historické prvky, které se na historické budově vyskytují.

Budova se dá rozdělit na diváckou a provozní část. V divácké části jsou všechny reprezentativní a historicky významné prvky, tyto prostory mají na diváka působit komfortním a umělecky pozitivním dojmem. Zato v provozní části se nacházejí pouze hlediště a technické zázemí, které je z větší části tvořeno divadelní technologií.

3.3 Provozní budova a parter

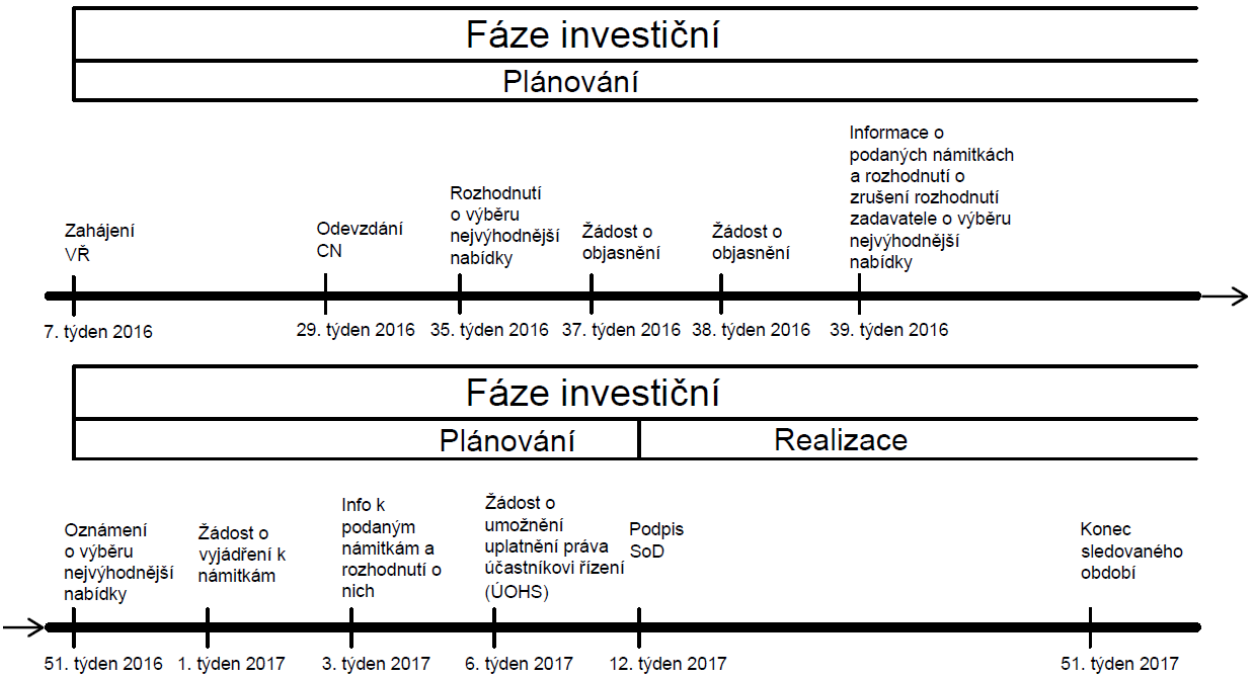
Provozní budova patří konstrukčně do většího celku, který se rozděluje na provozní budovu Státní opery a provozní budovu Národního muzea, budova dřívějšího Federálního shromáždění. Budova byla postavena mezi lety 1966 a 1973 a v části, která náleží Státní opeře, se dnes nachází administrativní zázemí a zkušební, baletní a nahrávací sály. Hlavním cílem rekonstrukce je kompletní výměna technického zařízení a modernizace zázemí. Protože se jedná o historicky významný objekt, je kladem velký důraz na zachování původního rázu budovy.

Parterová část je spojovací prostor mezi historickou a provozní budovou, kde tyto dvě budovy jsou spojeny dvěma podzemními podlažími, kde vedou technická zařízení jako: VZT, ÚT, CHL a voda. V této části se nacházejí především technické místnosti a strojovny, odkud jsou taženy rozvody do obou budov.

3.4 Časová osa

Jak již bylo zmíněno, projekt byl soutěžen jako státní zakázka, z toho vyplývá, že soutěž podléhala náležitostem výběru generálního dodavatele pro veřejné zakázky. Na časové ose je v milnících znázorněn postup při výběru generálního dodavatele.

Diagram 2 Časová osa projektu



Zdroj: *[26]*, zpracoval: autor

Počátkem roku 2016 bylo vypsáno veřejné výběrové řízení, do kterého se zapsalo několik stavebních firem, buď samostatně, nebo ve sdružení. Tento tendr trval přibližně půl roku a na výše uvedeném diagramu je schematicky znázorněn proces od převzetí zadávací dokumentace až po odevzdání cenové nabídky na celkovou realizaci projektu.

Po odevzdání cenové nabídky, které proběhlo v 29. týdnu roku 2016, měl investor přibližně pět týdnů na prozkoumání cenových nabídek a po uplynutí této doby rozhodl o vítězi výběrového řízení. V tomto případě z tendru vyšel jako vítěz stavební společnost Hochtief CZ a.s., která dala nejnižší cenovou nabídku.

V průběhu dalšího měsíce měli ostatní uchazeči čas na případné odvolání proti rozhodnutí investora a výběru vítěze výběrového řízení. Proti tomuto rozhodnutí

se odvolali hned dva uchazeči, na časové ose je toto uvedeno jako *„žádost o objasnění“*. Investor po prostudování uvedených námitek informoval všechny zúčastněné, že ruší své rozhodnutí o výběru generálního dodavatele.

Bylo zahájeno další podrobnější přezkoumání nabídek ze strany investora, které trvalo bezmála tři měsíce a bylo ukončeno 51. týden roku 2016, investor znovu oznámil, že jako vítěze výběrového tendru na generálního dodavatele zvolil uchazeče s nejnižší cenovou nabídkou, vítězem se opět stala společnost Hochtief CZ a.s.

Proti tomuto rozhodnutí se jeden účastník opět odvolal, v časové ose je to znázorněno jako *„Žádost o vyjádření k námitkám“*, kde investor ve 3. týdnu roku 2017 uvedl, že svoje stanovisko měnit nebude. Poté konkurenční firma využila svého práva a opět se odvolala, to znamenalo, že celou záležitostí se začal zabývat Úřad pro ochranu hospodářské soutěže (ÚOHS). Ten se nakonec rozhodl po prostudování cenové nabídky vítězného uchazeče a rozhodl, že se dalšími námitkami zabývat nebude. To znamenalo, že 12. týden roku 2017 byla podepsána smlouva mezi investorem a generálním dodavatelem a práce mohly začít.

3.4.1 Období předrealizační přípravy

Toto téměř šest a půl měsíční období je čas mezi 35. týdnem 2016, kdy investor poprvé rozhodl, že generálním dodavatelem bude firma Hochtief CZ a.s., a 12. týdnem 2017, kdy byla podepsána smlouva. V tomto období mohly začít práce ze strany firmy Hochtief CZ a.s. na tendrovém výběru jednotlivých subdodavatelů. V tomto období se povedlo zasmluvnit nebo aspoň do značné míry pokročit s výběrovým tendrem dodavatelů dílčích prací. V číslech to znamená, že přibližně 60-65% z celkových nákladů byly již zasmluvněné nebo před zasmluvněním.

Je však důležité zmínit, že tohoto čísla bylo dosaženo také díky časovému prostoru, kdy se tvořila nabídka pro výběr generálního dodavatele, kdy byli potencionální dodavatelé také poptáváni. V některých případech se dá říci, že s některými dodavateli dílčích prací musela být smlouva uzavřena, protože uvedená firma pomohla splnit podmínky, které investor měl na generálního dodavatele.

3.5 Účastníci realizace projektu

Poté, co se investor a vybraný generální dodavatel domluvili a podepsali smlouvu o dílo (SoD), nic nebránilo tomu, aby generální dodavatel převzal zařízení staveniště a zahájil stavbu. Realizace stavby probíhá díky spolupráci několika zúčastněných stran.

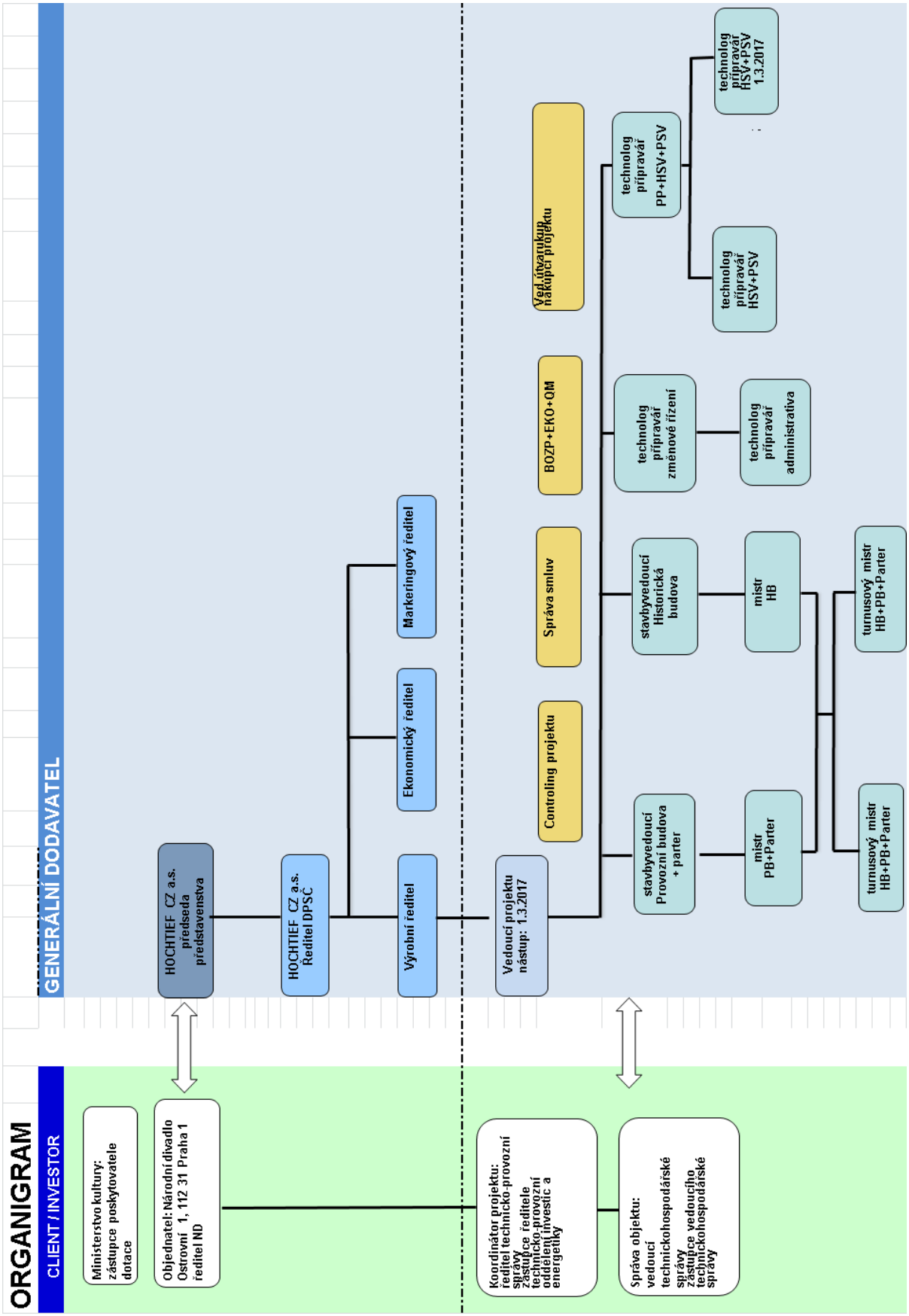
Na stavbě koriguje a kontroluje práci generálního dodavatele zástupce investora, v tomto případě technický dozor stavebníka (TDS), ten má za úkol dohlížet na to, aby generální dodavatel prováděl stavbu v požadované kvalitě, času a za smluvené náklady. Ten schvaluje a kontroluje, jestli materiály, které chce generální dodavatel použít, jsou v odpovídající kvalitě a jestli materiál odpovídá požadovanému účelu dle projektové dokumentace. Dále dohlíží na správnost technologických postupů (TP), které na stavbě probíhají. Pomáhá řídit a poukazuje na možná nebezpečí, které na stavbě vznikají či mohou vzniknout. A v neposlední řadě schvaluje náklady, které si generální dodavatel nárokuje za uplynulé období. TDS je externě najímaná firma, která má za úkol víše uvedené.

U tohoto projektu používá investor také své přímé podřízené, kteří jsou v přímém zastoupení investora, v tomto případě ředitele Národního divadla. Jejich úkolem je celkové dohlížení na stavbu a rozhodování v některých zásadních otázkách. Dalšími přímými pracovníky investora jsou vedoucí správy objektů, kteří slouží jako bohatý zdroj informací o budovách před zahájením rekonstrukce. Je zde také snaha, aby správa majetku po rekonstrukci byla co možná nejefektivnější, proto jsou tito zaměstnanci investora přítomni po celou dobu stavby.

Autorský dozor (AD) je zástupce generálního projektanta, který má na starost tvorbu projektové dokumentace pro stavební povolení (DSP). Je tedy dle zákona odpovědný za správnost a celistvost projektové dokumentace. Jeho úkolem je vyřizovat a zodpovídat nejasnosti, chyby, kolize a rozpory v PD oproti skutečnosti, které byly nalezeny v předané projektové dokumentaci. Také přepracovává PD v případě, že investor si vyžádá změnu.

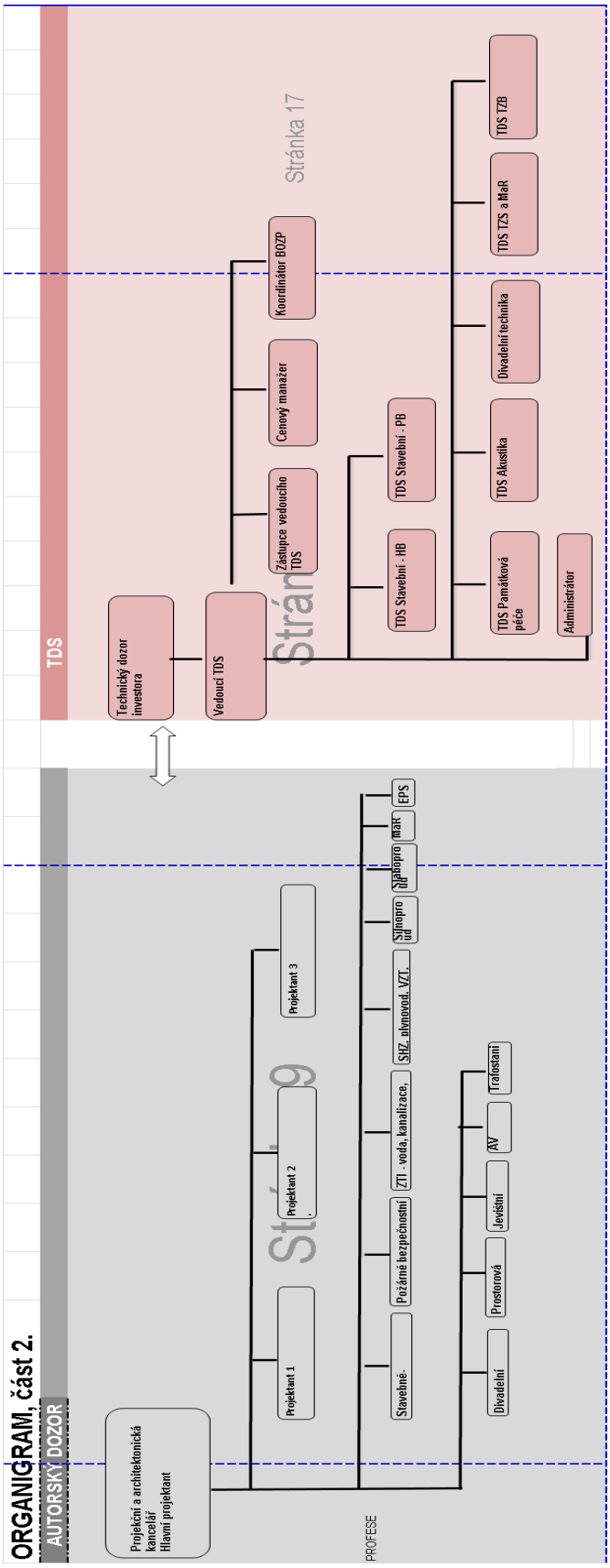
Na níže uvedeném celkovém organigramu (tabulka č. 9, 10) je znázorněna personální struktura jednotlivých účastníku realizační fáze stavby. Kde v horní části organigramu jsou uvedeni zástupci z řad vedení generálního dodavatele a investora. A v dolní polovině jsou uvedeni jednotliví účastníci, kteří jsou na stavbě fyzicky přítomni nebo jsou v přímém kontaktu se stavbou.

Tabulka 7 Organigram – personální struktura realizační fáze stavby, část 1.



Zdroj: *[26]*, vypracoval: autor

Tabulka 8 Organigram – personální struktura realizační fáze stavby, část 2.



Zdroj: *[26]*, vypracoval: autor

3.6 Projektový tým GD

Pod pojmem *projektový tým* je myšlený realizační tým generálního dodavatele projektu, který má za úkol řídit stavbu. V managementu stavby jsou zastoupeny tyto profese s výčtem jejich hlavních činností:

Tabulka 9 Hlavní profese projektového týmu GD

Profese	Popis činnosti
manažer/vedoucí týmu	řízení projektového týmu, jednání s investorem, odpovědnost za ekonomiku projektu, reporty o průběhu stavby, analýzy šancí a rizik, výběry subdodavatelů, jednání s projektantem, řízení a usměrňování technologických postupů výstavby
technolog – přípravář	HMG pro jednotlivé subdodavatele, poptávání subdodavatelů, vyhodnocování výběrových řízení, jednání se subdodavateli při výběrech, vyhodnocení SUB (obchodně), podklady pro změnové řízení
stavbyvedoucí	řízení mistrů, kontrola průběhu výstavby, plánování, vedení HMG, koordinace a vedení subdodavatelů, řízení BOZP, řízení OŽP, zpracování podkladů pro fakturaci, zajišťování plynulosti a kvality výstavby
mistr	řízení dělníků na stavbě, podklady pro reporty stavbyvedoucím, podklady pro mzdy dělníků, kontrola subdodavatelů podle, kontrola dodržování BOZP, kontrola dodržování OŽP, denní evidence dělníků na stavbě

vypracoval: autor

Na organigramu (tabulka č. 9) je uvedené reálné rozložení jednotlivých profesí na sledovaném projektu. Je zde vidět hierarchní rozložení managementu stavby, dále jsou uvedeny jednotlivé povinnosti pracovníků s místem jejich působení. V organigramu jsou žlutými poli znázorněny profese, které průběžně po dobu realizace slouží jako podpůrné či doplňkové. Jedná se o následující profese s výčtem jejich hlavních činností:

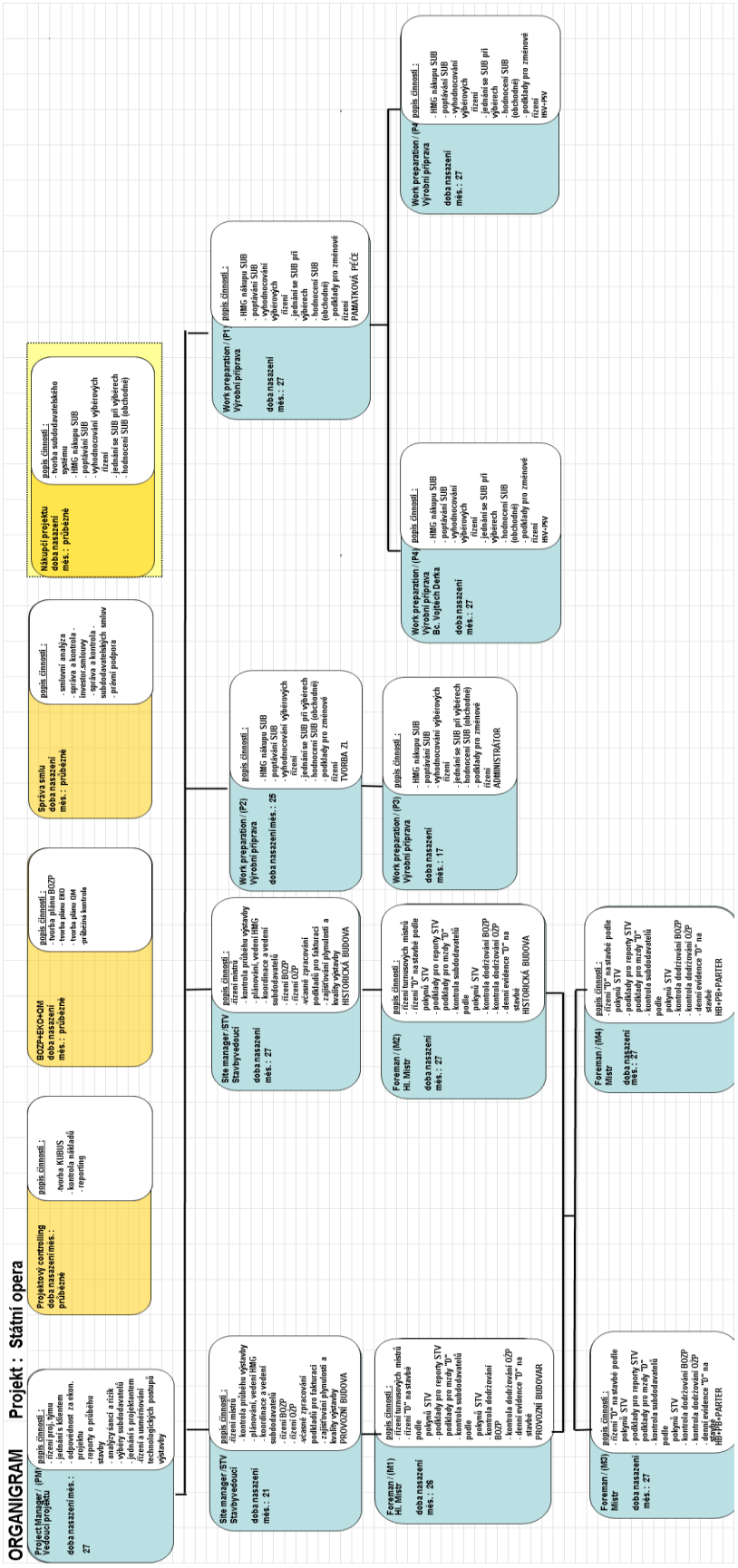
Tabulka 10 Podpůrné profese projektového týmu GD

Profese	Popis činnosti
Projektový controlling	kontrola nákladů, kontrola interních dokumentů, podávání průběžného reportingu vedení společnosti
Zástupce pro kontrolu projektu	tvorba plánu BOZP, tvorba ekonomického plánu, tvorba plánu Management jakosti
Správa smluv	smluvní analýza, správa a kontrola investorské smlouvy, správa a kontrola subdodavatelských smluv, právní podpora
Nákupčí projektu	tvorba subdodavatelského portfolia, poptávání subdodavatelů, vyhodnocování výběrových řízení, jednání se subdodavateli při výběrech, vyhodnocení SUB (obchodně).

vypracoval: autor

Uvedl jsem zde vnitřní strukturu managementu stavby, která odpovídá období od zahájení stavby (12. týden 2017) až do konce roku 2017, neboli fáze investiční – realizace (viz kapitola č. 3.4).

Tabulka 11 Organigram - reálné rozložení jednotlivých profesí na sledovaném projektu



Zdroj: *[26]*, vypracoval: autor

4 Analýza a optimalizace

Předešlá kapitola popsala a zarámovala projekt pro výzkumnou část. V rámci případové studie projektu dále navazuji analytickou a optimalizační částí.

4.1 Metoda výzkumu

Předpoklad výzkumu spočívá v hypotéze, že jednotlivé procesy při přípravě staveb jsou neefektivní a dají se pomocí metody BIM optimalizovat. Jedná se o procesy související s informacemi a jejich výměnou.

Z pohledu GD a přípravy stavby (viz předešlé kapitoly) jsou to především procesy související s RFI, přes tvorbu ZL až po uzavření smlouvy či dodatku.

Samotný výzkum je rozdělený do tří hladin dle hloubky podrobnosti:

• *první hladina výzkumu:*

Analýza je prováděna na úrovni souhrnné tabulky všech vzniklých RFI. Identifikuje a klasifikuje příčiny jejich vzniku a důsledky jejich zpracování.

Část optimalizace porovnává stávající stav s jednoznačně definovanou situací za využití metody BIM. Kvalifikovaným odhadem definuji, které RFI by v souhrnné tabulce vůbec nevznikly.

• *druhá hladina výzkumu:*

Tato podrobnost analyzuje procesy, které se skrývají za jednotlivými položkami souhrnného seznamu RFI. Nejdříve vytvořím podrobní diagram, který nám ukáže, jaké procesy vznikají pro následující časové úseky: vznik RFI, zpracování odpovědi, přepracování CN, tvorba ZL, výběr subdodavatele, odsouhlasení subdodavatele/dodatku (viz kapitola č. 4.3 Procesní diagram).

V optimalizaci určím, které konkrétní procesy by nevznikly a které by probíhaly jinak (viz kapitola č. 4.5.2).

• *třetí hladina výzkumu:*

Jedná se o nejvyšší míru podrobnosti, zaměřující se na konkrétní a reálně vzniklé FRI.

V této hladině jsem vybral jeden mě dobře známý dotaz RFI, u kterého jsem dokázal určit jeho dobu zpracování. Tudíž jsem mohl na diagramu znázornit, jaký vývoj tento dotaz měl i s dopadem do času (viz kapitola č. 4.4).

Jako optimalizaci jsem zde provedl kvalifikovaný odhad, jak by se lišilo zpracování při využití metody BIM (viz kapitola č. 4.5.3).

4.2 RFI dotazy na projektanta

Prvním krokem je samotný sběr dat, ten probíhal v průběhu realizace stavby, jedná se o období investiční fáze – realizace (viz kapitola č. 1.2.3). Úkolem tohoto kroku je zajistit a shromáždit dostupná data. Jejich evidence a následné zpracování je v příloze č. 1.

Pojem RFI (Requests For Information) byl již vysvětlen v kapitole č. 2.2. Na tomto projektu vznikaly RFI již v období, kdy je projektový tým GD (viz kapitola č. 3.6) začal prostudovávat DPS, to znamená od prvního vyrozumění, že výběrové řízení vyhrála firma Hochtief CZ, neboli první RFI vznikaly již v investiční fázi – plánování (viz kapitola č. 1.2.2). Možnost předat tyto dotazy autorskému dozoru byla ovšem až po podpisu smlouvy. V té době vznikl oficiální dokument na sledování RFI dotazů, který zpravoval projektový tým GD. Tento seznam RFI (viz příloha č. 1) reprezentuje období od podpisu smlouvy (12. týden 2017) do posledního RFI v tabulce (51. týden 2017), to znamená dobu 10 měsíců.

Je důležité podotknout, že toto je seznam pouze oficiálně vznesených dotazů na projektanta. Je zde celá řada neoficiálních dotazů, které byly řešeny jinou cestou. O těchto neoficiálních dotazech se dá říct, že jsou méně závažného charakteru nebo bylo zapotřebí je vyřešit obratem. Pod pojmem neoficiální dotaz řadím např. e-mail přímo adresovaný konkrétnímu projektantovi. V této práci se těmito neoficiálními dotazy nebudu zabývat, protože není možné dohledat jejich přesné počty a časové zpracování.

Tabulka RFI dotazů se skládá z následujících informací (příloha č. 1):

- Číslování: každý dotaz má vlastní číslo
- Název: je stručný a výstižný
- Autor žádosti: v originálním dokumentu jsou uvedeny jména jednotlivých pracovníků, kteří dotaz vznesli, tady je vidět pouze jestli dotaz vzešel od GD, nebo TDS
- Datum zaslání: datum kdy byl dotaz oficiálně poslán e-mailem autorskému dozoru
- Datum předpokládané odpovědi
- Datum odpovědi
- Počet dnů mezi odesláním žádosti a odpovědí + jestli dotaz byl zodpovězený včas
- Status: dotaz uzavřen, nebo otevřen
- Zpracování RFI: jaké měla odpověď následky a k čemu vedla
- Důvod vzniku RFI: příčina proč byl dotaz vydán
- Vznikl by dotaz při použití metody BIM?: optimalizace RFI dotazů za pomocí metody BIM, bude podrobně vysvětleno v kapitole č. 4.5.1

4.2.1 Typy dotazů

Celkový počet RFI za dobu 10 měsíců je 165, ale jak již bylo řečeno, na jednotlivých dotazech bylo pracováno již před zahájením prací. Z celkového počtu je uzavřeno 129 dotazů a 36 jich zbývá ještě dořešit. Tabulka RFI (příloha č. 1) je barevně rozdělena tak, že zeleně jsou vyznačeny dotazy, které jsou uzavřeny a červeně dotazy, které jsou ještě k jednání. Fialově označené jsou dotazy, které jsou uvedeny v příloze č. 2.

K vyřešení dotazů lze dojít dvěma způsoby.

Za prvé je možné na dotaz odpovědět pomocí e-mailu, u tohoto způsobu nejdelší odezva trvala 54 dní a v průměru trvala odezva 8,72 dní (672/77 = 8,72). Ze 129 dotazů, které jsou uzavřené, je e-mailovou formou řešeno 77 odpovědí, z toho bylo 39 odpovědí poslaných v požadovaném termínu. Z toho vyplývá, že přibližně polovina dotazů, přichází po požadovaném termínu.

Druhý způsob odpovědi se odehrává na kontrolních jednáních, které se pravidelně konají za účelem nalezení společného řešení těchto dotazů, z těchto jednání je výstupem zápis z jednání, k těmto zbývajícím dotazům nemám data, kdy byla uzavřena a jestli byla uzavřena v požadovaném termínu či ne.

4.2.1.1 Důvod vzniku RFI

Důvod vzniku jednotlivých dotazů je uveden v posledním sloupci v tabulce RFI příloha č. 1. K jednotlivým dotazům jsem přiřadil, z jakého důvodu byl dotaz předložen, tím vznikly následující kategorie:

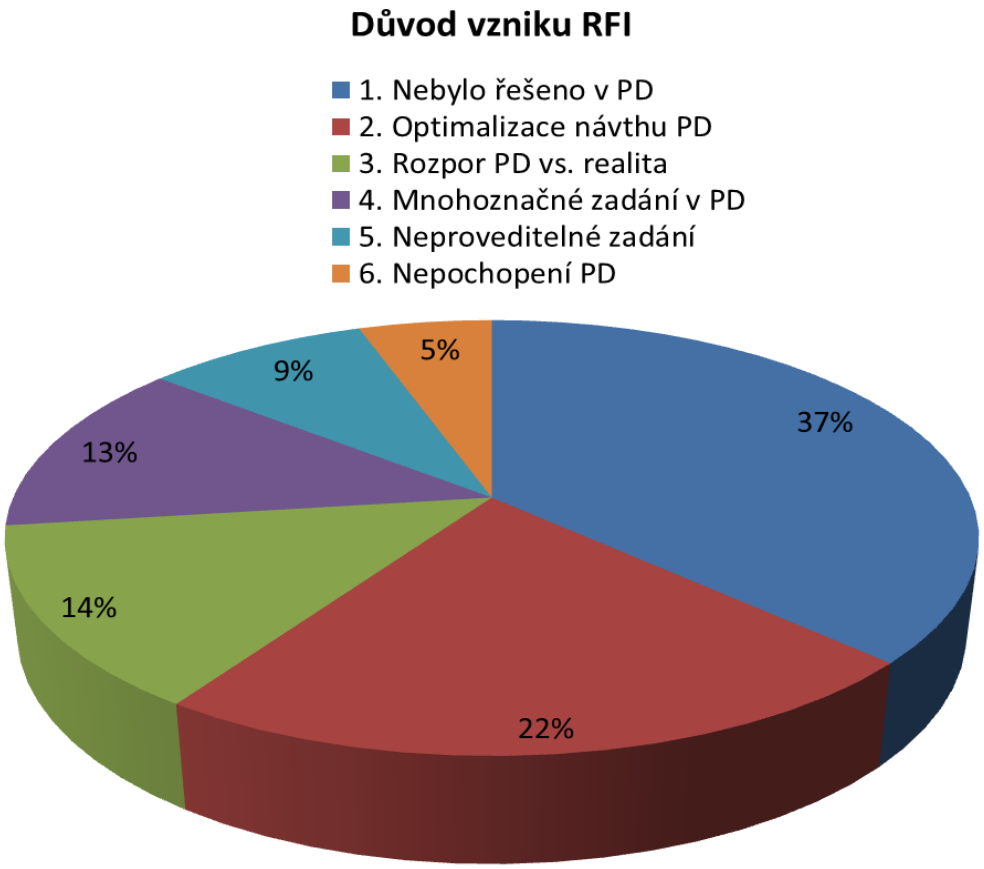
1) nebylo řešeno v PD: Tato kategorie zahrnuje všechny případy, kdy projektová dokumentace neobsahuje potřebné dokumenty (detail, položka ve výkazu výměr, výkres aj.). Jako je uvedeno na příkladu RFI 042 (příloha č. 2), kdy dotaz vznikl, kvůli neřešenému základu jevištního výtahu. Stejně tak RFI 087 (příloha č. 2), kde nebylo v PD vyřešené parametry hlučnosti potrubí.
2) optimalizace návrhu PD: Tento dotaz vzniká, jestliže návrh na dílčí činnost máme, víme jak a co stavět, ale návrh není zcela ideální, v době realizace nebo v době užívání může docházek k poruchám, nadměrné degradaci materiálu, špatné funkčnosti, nadměrnému poškozování apod. Další příčinou vzniku tohoto dotazu je možná záměna technologie či materiálu z důvodu snížení nákladu nebo doby realizace, za předpokladu, že kvalita a požadované parametry výsledného produktu jsou zachovány. Příklad tohoto typu dotazu je RFI 005 (příloha č. 2), kdy se ptáme, jestli je vyřešena kondenzace vody v místě mezi exteriérovým a interiérovým oknem.
3) rozpor PD vs. realita: V případě, že na stavbě proběhlo měření skutečného stavu, nebo byly odkryty stávající konstrukce a bylo zjištěno, že skutečnost je v rozporu s návrhem v PD. Příklad RFI 036 (příloha č. 2), kdy se mělo dle PD dojít k repasi stávajícího okna, ale bylo zjištěno, že na daném místě je větrací mřížka.
4) mnohoznačné zadání v PD: Tento dotaz vzniká, když se v projektové dokumentaci vyskytne jasně definovaný návrh v jednom dokumentu, ale v jiném dokumentu je návrh té samé činnosti jiný. Příklad RFI 086 (příloha

č. 2), kde v knize zámečnických prvků byla definovaná protidešťová žaluzie o rozměru 730x760mm, v pohledu byla ta samá žaluzie o rozměru 750x900mm.

5) neproveditelné zadání: Dotaz vzniká, když je v projektové dokumentaci návrh, který je v přímém rozporu s technologickými postupy nebo s platnou legislativou. Příklad RFI 075 (příloha č. 2), navrženo kanalizační potrubí D100 v příčce tl. 80mm. Jedná se tedy o kolizi v projektové dokumentaci.
6) nepochopení PD: Příčinou tohoto dotazu je většinou nedostatečné prostudování projektové dokumentace a odpověď na tyto dotazy se často odkazují na konkrétní část PD, která se daným problémem zabývá. Příklad takového dotazu je RFI 063 (příloha č. 2), dotaz zněl, jak má být řešena samonosná konstrukce, odpovědí bylo, že v PD se netvrdí, že je samonosná.

Takto je možné rozdělit důvody vzniku RFI, jejich procentuální zastoupení je znázorněno v grafu č. 3. Tyto procenta vycházejí ze všech 165 dotazů jak je vidět v tabulce RFI (příloha č. 2), kde každý dotaz má svůj důvod vzniku. U některých dotazů nebylo možné přiřadit pouze jeden důvod, proto bylo zapotřebí jim přiřadit důvodů více. To je ve statistice zohledněno tak, že takový dotaz je započítaný dvakrát (pokud má dva aspekty vzniku).

Graf 3 Důvod vzniku RFI



vypracoval: autor

Z uvedeného grafu vyplývá, že nejčastějším důvodem dotazu na projektanta je nejasnost v PD a optimalizace návrhu PD, které dohromady zastupují 60% (35+25=60) celkových RFI. Další velkou skupinou jsou - nebylo řešeno v PD, rozpor PD vs. realita a mnohoznačné zadání, každá z těchto kategorií okolo 20 dotazů. Poslední skupinou s nejmenším procentuálním zastoupením jsou: nepochopení PD a neproveditelné zadání.

4.2.1.2 Zpracování RFI

V tabulce RFI (příloha č. 1) je ve sloupci pod názvem *„Zpracování RFI“* k jednotlivým dotazům přidělen popis, který vystihuje, k čemu konkrétní dotaz vedl. Jednotlivé dopady RFI jsou následující:

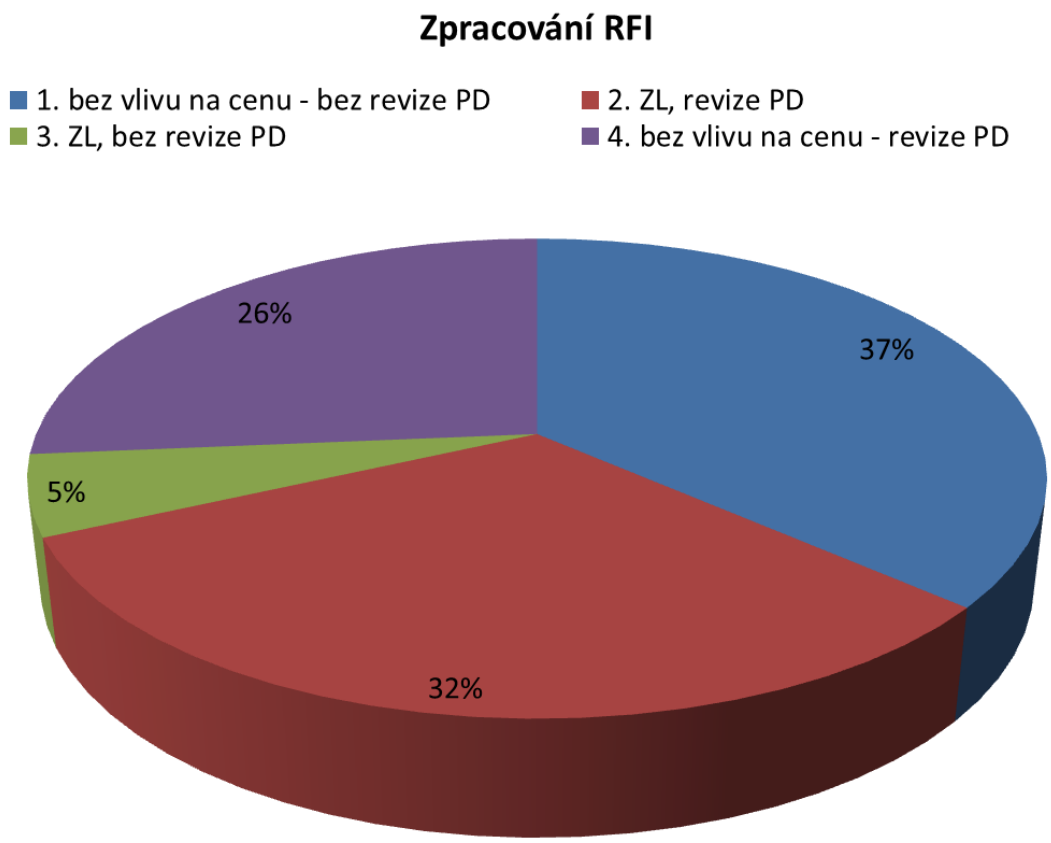
1) <u>bez vlivu na cenu – bez revize PD</u>: V tomto případě byl dotaz zodpovězený a nijak se neměnilo zadání, ani cena díla. Neboli, byla vydaná odpověď, která

byla dostatečná, a nebylo třeba měnit PD. Nebo měnila cenu díla zanedbatelným způsobem, nebo cenu díla změnila z důvodu pochybení ze strany generálního dodavatele.

2) ZL, revize PD: Dotaz byl zpracován a bylo nutné vydat revizi projektové dokumentace, kterou zpracovává autorský dozor, dotaz vedl k změnovému listu.
3) ZL, bez revize PD: Dotaz byl zpracován a došlo k změně projektové dokumentace, která bude evidovaná generálním dodavatelem, dotaz vedl k změnovému listu a nebylo potřeba vydat revizi projektové dokumentace. Toto zpracování vzniká převážně z optimalizace, která je iniciována GD a odsouhlasená investorem.
4) bez vlivu na cenu – revize PD: Dotaz byl zpracován a bylo nutné vydat revizi projektové dokumentace, kterou zpracovává autorský dozor, dotazem se ale nijak nemění cena díla. Například RFI 042, kdy došlo k zpřesnění podkladů (výkres výztuže ŽB základu), je však potřeba brát každý případ individuálně, kdyby například chyběl výkres výztuže pro rozsáhlý a silně vyztužený prvek, mohlo by se uvažovat o ZL.

Toto rozdělení nám ukazuje, jak bylo nakládáno s jednotlivými dotazy. Jejich procentuální rozložení je vidět na grafu č. 4, kde procenta vycházejí z pouze uzavřených dotazů.

Graf 4 Zpracování RFI



vypracoval: autor

Z uvedeného grafu vyplývá, že necelých 40% (32+5=37) vede k změnovému listu, který má dopad do celkové ceny díla. A přes 60% (37+26=63) dotazů cenu nemění. Zato 37% nemění projektovou dokumentaci a 63% (32+5+26=63) dotazů se určitým způsobem zpřesňuje nebo mění projektová dokumentace. Je ještě jedna důležitá kategorie, která nebyla uvedena: dopad na termín. Žádný z dotazů nevedl k prodloužení termínu realizace stavby.

4.3 Procesní diagram

Dotazy na projektanta (RFI) jsou kategorizované v kapitolách č. 4.2.1.1 Důvod vzniku RFI a 4.2.1.2 Zpracování RFI 4.2.1.2 Zpracování RFI Vytvořil jsem procesní diagram (viz příloha č. 3), který popisuje procesy od vzniku dotazu až po případné schválení subdodavatele či dodatku.

Tento diagram nám podrobně ukazuje, jaké procesy jsou nezbytné v jednotlivých časových úsecích a jak tyto úseky na sebe navazují. Tyto časové úseky jsem rozdělil podle jednotlivých procesů, které jsou nezbytné k uzavření úseku, po tomto rozdělení mi vznikly následující časové úseky: vznik RFI, zpracování odpovědi, přepracování CN, tvorba ZL, výběr subdodavatele, odsouhlasení subdodavatele/dodatku.

Kromě časové závislosti, kterou vyjadřuje pomyslná horizontální osa, jsou jednotlivé procesy také definovány účastníky realizace stavby nebo konkrétní osobou v projektovém týmu GD, kteří za daný proces zodpovídají nebo ho zpracovávají. Toto rozdělení je definované vertikální osou a je rozděleno následovně: generální dodavatel, který se dále větví: vedení GD, právní zástupce GD, vedoucí projektového týmu, technolog-přípravář A (vedení tendru na subdodavatele), technolog-přípravář B (administrativa), technolog-přípravář C (tvorba ZL) a další účastníci subdodavatel, autorské dozor (AD) a technický dozor stavebníka (TDS).

V diagramu jsou znázorněny procesy, rozhodovací procesy a typy výměn mezi jednotlivými účastníky stavby či jednotlivými pracovníky projektového týmu GD. Tyto typy výměn jsou dále dělené, při tomto dělení jsem vycházel z kapitoly č. 2.5, kde je na obrázku č. 1 znázorněné jejich rozdělení. V diagramu (příloha č. 3) jsem komunikaci rozdělil na následovné typy výměn:

- *typ C*: je komunikační výměna, kdy autor přenosu zpracovává zdrojová data, kompletuje a přeposílá je e-mailem příjemci. V praxi, kterou jsem naznačil v komplexním diagramu, to znamená, že potřebujeme příjemci předat dokumenty a data ve formě dwg, pdf, doc atd. Tudíž požadované dokumenty kompletujeme, popřípadě skenujeme a spolu s textovou části, která je zahrnutá v e-mailu, je příjemci přeposíláme. Jedná se o středně dlouhý způsob výměny dat, který je velice náročný na administrativní procesy, je potřeba mít velice dobrý přehled, kde jsou dané dokumenty dostupné.
- *typ C1*: zde se jedná o rychlou komunikační výměnu, kdy pomocí e-mailu posíláme příjemci pouze textové informace, bez přiložených dokumentů. Odpadá tedy kompletace dokumentů z předchozího typu.

- *typ D*: pro tuto komunikační výměnu je typické, že je požadavek předat velké množství dokumentů, k tomuto účelu se v praxi používají cloudová úložiště, kde pomocí odkazu si může příjemce stáhnout potřebné dokumenty. Tento typ v sobě z části zahrnuje také typ C 1, protože je vždy potřeba příjemci předat aktivní odkaz na cloudové uložiště. Tato metoda výměny je opět rychlá, protože poté, co jednou nahrajeme potřebné dokumenty na cloud, můžeme velice rychle přeposílat odkazy všem potřebným příjemcům. Nevýhoda této komunikace spočívá v tom, že nahrané dokumenty již nelze editovat, proto je potřeba vždy po vydání revize dokumentů aktualizovat odkazy.
- *typ A*: zde se jedná o „klasický“ způsob výměny dat, kdy potřebné dokumenty předáváme jako originál nebo jako kopii v papírové podobě. Jedná se tedy o velice zdlouhavý způsob výměny, který se ovšem stále využívá. V praxi je využíván hlavně při předávání smluv o dílo, příloh a dodatků, které je příjemce musí fyzicky podepsat.

4.3.1 Úseky procesního diagramu

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, procesní diagram (příloha č. 3) je rozdělený na sedm časových úseků. V této kapitole se zaměřím na popsání jednotlivých úseků.

Vznik dotazu je časové období od prvotního impulzu, který vede ke kontrole projektové dokumentace až po formulaci a přeposlání RFI dotazu. Jedná se o časový úsek vymezený procesem A (předání PD), kdy předáváme projektovou dokumentaci spolu s výkazem výměr k nacenění subdodavateli, tento krok probíhá převážně v období, kdy zahajujeme tendr na výběr subdodavatele. Následující procesy nám ukazují možný vznik dotazu, kdy subdodavatel posílá dotaz na technologa-přípraváře A, ten může dotaz sám zodpovědět, to se děje v případech, kdy má aktuálnější podklady než subdodavatel nebo dotaz není složitý na zodpovězený a není tudíž potřeba vydávat RFI. V opačném případě je potřebovat formulovat dotaz RFI a přeposlat ho na další zpracování a tímto procesem B (Přeposlání dotazu) končí tento časový úsek.

Odpověď na dotaz RFI plynule navazuje na proces B a pokračuje přes administrativní zpracování, které prování technolog-přípravář B. Následuje samotné zpracování odpovědi, které provádí autorský dozor, po vydání odpovědi či revize

projektové dokumentace se k odpovědi vyjadřuje projektový tým GD v zastoupení subdodavatele a TDS, tento časový úsek je uzavřený až po shledání odpovědi jako dostatečné, to je označeno symbolem C v komplexním diagramu.

Po uzavření RFI dotazu je potřeba zhodnotit, zda odpověď má vliv na původní zadání, to se děje tzv. *přepracováním CN*. V tomto časovém úseku je většina procesů u subdodavatele, který musí zhodnotit, jestli odpověď na RFI měla vliv na cenu a podle toho případně přepracovat CN. Tento časový úsek končí předáním aktuální CN.

V časovém úseku *tvorba ZL* je velice důležitý již jeho první rozhodovací proces D, u kterého se rozhodujeme, zda budeme vůbec změnový list vytvářet. Jsou zde dva pohledy na danou otázku. V prvním kroku si musíme říct, zda byla změna zapříčiněna chybou v PD, a tudíž za ní nese odpovědnost AD, důvodů na oprávněné vydání ZL je samozřejmě více, jsou uvedeny v kapitole č. 4.2.1.1 Důvod vzniku RFI, kde všechny až na *nepochopené PD* mohou vést k ZL. Druhá otázka, kterou je nutné si zodpovědět je, zda změna je tak výrazná, že se nám vyplatí pracovat na ZL, v některých případech se jedná o velice drobné změny, které by měly finanční dopad nižší, než jsou režijní náklady na zpracování samotného ZL.

Samotná tvorba ZL se dá také rozdělit na dvě oddělené části, kdy v první části tvoříme samotný ZL, to znamená, že pověřený pracovní GD technolog-přípravář C (tvorba ZL) shromažďuje dostupné informace o řešeném problému. Tento proces je velice důležitý, protože čím přesnější podklady má pracovník k dispozici, tím si snadněji dokáže obhájit cenu, kterou požaduje GD za změnu. V druhé části je podmíněna samotným schvalováním ZL, za tento proces je odpovědný TDS. Zde se paralelně odsouhlasuje jednak technické řešení a jednak cena ZL. V procesním diagramu jsou znázorněny odbočky, které vedou k částem s názvem: *Navazující diagramy*. Tím je myšleno, že patřičné rozhodnutí by vedlo k dalším navazujícím procesů, které ale jsou pro tuto práci irelevantní. Jako příklad zde uvedu, že pokud není možné se na ceně domluvit mezi TDS a projektovým týmem GD, problém je předán k vyřešení vedením obou stran, to znamená, že další procesy probíhají mezi investorem a vedením GD.

Další ucelený časový úsek je *výběr subdodavatele*, tento úsek začíná rozhodovacím procesem E, kde si odpovídáme na otázku, zda máme se subdodavatelem již uzavřenou smlouvu či ne. Pokud je smlouva uzavřena, tento úsek se přeskakuje. V tomto úseku je naznačeno, že musí dojít k výběru nejvýhodnější CN, a následně zde probíhá snaha se dohodnout na smluvních a obchodních podmínkách mezi subdodavatelem a generálním dodavatelem.

V posledních dvou úsecích dochází k odsouhlasení subdodavatele a dodatku. Tyto dva úseky se navzájem vylučují, buď dochází k odsouhlasení subdodavatele, nebo k odsouhlasení dodatku, k tomu dochází, když již je smlouva se subdodavatelem uzavřena již z dřívějška. Tyto oba úseky konči evidencí, buď podepsané smlouvy, nebo schváleného dodatku.

4.3.2 Shrnutí procesního diagramu

Uvedený procesní diagram (příloha č. 3) nám detailně analyzuje procesy, které jsou nezbytné pro dané činnosti. Je však důležité upozornit, že některé procesy jsou zapsány zjednodušeně nebo by se daly znázornit variantě.

Například proces, který je označený 01 (Zpracování ZL), je samozřejmě několika krokový proces s mnohými rozhodnutími, stejně tak proces s označením 02 (Výběr nejvýhodnějšího dodavatele). Ale pro účel této práce není nutné tyto procesy podrobně rozpracovávat, vycházím tady z předpokladu, že optimalizace pomocí metody BIM by nebyla tak výrazná jako u zbývajících procesů. Dále v diagramu nejsou detailně rozepsané procesy, které vznikají u ostatních účastníku výstavby, jimiž jsou: subdodavatel, autorský dozor a technický dozor stavebníka. I zde určitě dochází ke komplikovanějším postupům, ale z důvodů nedostatečných podkladů jsem uvedl procesy, u kterých jsem měl jistotu, že v daném čase a u daného účastníka vznikají.

4.4 Časový rozbor RFI

Tato kapitola se zabývá třetí a nejdetailnější hladinou mého výzkumu. Zde uvedu jako příklad RFI 009 (viz příloha č. 2), který implementuji do procesního diagramu (viz příloha č. 3). Tím vznikl diagram, který jsem nazval: *Časový rozbor RFI*, který je uvedený v příloze č. 4. V digramu časového rozboru RFI je uvedená cesta,

kterou prošel daný dotaz od jeho vzniku až po odsouhlasení dodatku. Pro jednotlivé ucelené oddíly jsem uvedl dobu ve dnech, která nám udává, jak dlouho trvalo, než byl daný oddíl uzavřený.

Samotný dotaz, jak je uvedeno v RFI 009, se týká nově navrženého exteriérového alucobondového podhledu (viz. obrázek č. 3), který původně nebyl navržený jako požárně odolný, byl však umístěný nad únikovou cestou.

Obrázek 3 Alucobondový podhled

Zdroj[24]

Prvotní impulz vznikl u zasmluvněného subdodavatele, který měl dodávat a montovat alucobondový podhled. Po přezkoumání dotazu od subdodavatele jsme vytvořili RFI dotaz na projektanta. Ten uvedl, že alucobondový podhled nemá být protipožární. Tento proces od vydání dotazu po jeho odpověď trval jeden týden.

Po vydání odpovědi byla odpověď přeposlána subdodavateli, který se vyjádřil, že takto uvažovaná možnost je reálná. Odpověď přezkoumával také TDS, který ovšem s vydaným rozhodnutím nesouhlasil a proto po AD požadoval, aby podhled byl navržen jako protipožární. Jelikož protipožární podhled má větší hmotnost než podhled bez protipožární odolnosti, musel posoudit, zda kotvení podhledu bude dostatečné. Tento proces trval tři týdny.

Po odsouhlasení a uzavření RFI dotazu ze strany GD a TDS, byla změna přeposlána subdodavateli, který přecenil CN, tento proces trval tři dny.

Poté začala samotná tvorba na změnovém listu, kdy prvním krokem byl sběr zpřesňujících dat od subdodavatele, tento proces se několikrát cyklil a než došlo ke konečnému vydání ZL, uběhlo dvacet dní. Poté trvalo týden, než se k změnovému listu vyjádřil TDS, který nesouhlasil s uvedeným navýšením ceny a požadoval přesnější zdůvodnění ceny, nebo akceptování ceny jím navržené. Po tomto vyjádření započala opět snaha o zpřesnění a zdůvodnění požadované ceny. V tomto případě se cena kalkulovala již velice přesně a proces zdůvodnění požadované ceny trvaly přibližně tři týdny. Po opětovném zdůvodnění ceny se TDS vyjádřil, že takto s odůvodněním změnovým listem souhlasí. Celkové vydání a odsouhlasení změnového listu trvalo přibližně sedm týdnů.

Poté jelikož se jednalo o již zasmluvněného subdodavatele, bylo zapotřebí schválit a podepsat dodatek, tento proces trval jeden týden.

Pokud sečteme uvedené časy, zjistíme, že doba mezi prvotním impulzem až po podepsání dodatku je necelých tři a půl měsíce, předpokládáme tedy, že dodatek byl podepsán v první polovině srpna 2017. Pravdou je, že dodatek byl podepsán až v půlce října, to znamená přibližně dva měsíce po předpokládaném termínu. Příčinou toho je, že jednotlivé oddíly na sebe přímo nenavazovaly. To se dělo z několika důvodů, například bylo potřeba řešit naléhavější záležitosti, dovolené některých pracovníků apod. Pro potřebu své práce budu uvažovat, že celková doba od prvotní myšlenky po odsouhlasení dodatku byla 86 dní.

4.5 Optimalizace pomocí metody BIM

Nyní je na řadě samotná optimalizace procesů podle hladin výzkumu, jak jsem definoval v kapitolách 4.2 až 4.4. Samotná optimalizace bude vycházet z předpokladu, že projekt by byl realizován metodou BIM. To znamená, že pozorovaný projekt by byl již ve fázi předinvestiční (viz kapitola č. 1.2), kde je tvořena dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR) a uzavírán smluvní vztah s projektanty, tvořený metodou BIM již od samého počátku a je tvořen pečlivě a kvalitně. Takový projekt by měl být téměř bez projektových chyb a kolizí, které je možné odhalit ještě před zahájením prací.

4.5.1 Optimalizace RFI dotazů

Při optimalizaci RFI dotazů analyzuji, které dotazy z celkového počtu 165 (viz příloha č. 1) by při použití metody BIM vznikly a které ne. Pro tento účel vycházím z předpokladu, že model BIM pro projekt by byl navržený v úrovni podrobnosti LOD 300.

LOD 300 je možné definovat jako: *„Modelový prvek je graficky reprezentován v rámci modelu jako specifický systém, objekt nebo sestava z hlediska množství, velikosti, tvar, umístění a orientaci. K modelovému prvku mohou být připojeny i negrafické informace.“[25, str. 13].* Z této definice vycházím při určování, které RFI dotazy by ani nevznikly, protože pomocí metody BIM by byly odhaleny a napraveny dřív, než by stavba přešla do realizace.

V příloze č. 1 je v posledním sloupci (*Vznikl by dotaz při použití metody BIM?*) uvedeno pro jednotlivé RFI dotazy následující rozdělení:

• ano: dotaz by vznikl i za použití metody BIM

• ne: dotaz by při použití metody BIM nevznikl

• ne (50%): vyjadřuje míru nejistoty, kdy si myslím, že dotaz by nevznikl při použití metody BIM, ale není to jisté, proto odpovědi přikládám 50% váhu

Pro uvedené rozdělení je v tabulce č. 12, kde jsou uvedeny dotazy, které by nevznikly při použití metody BIM.

Tabulka 12 Vysvětlení optimalizace jednotlivých RFI

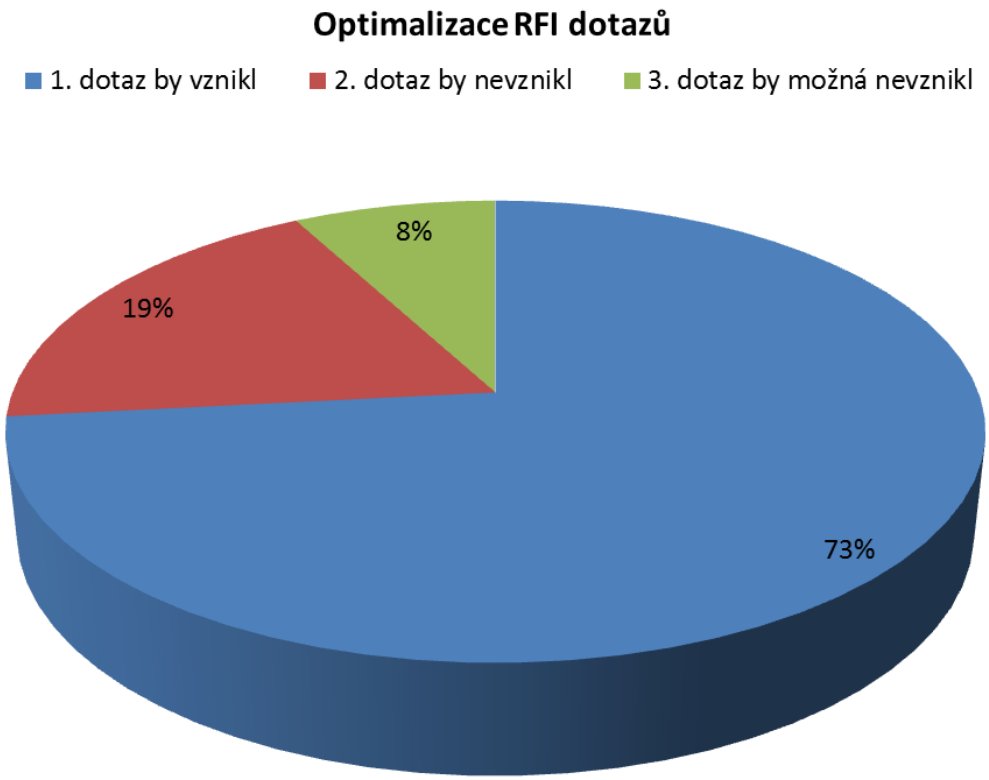
Číslo RFI	Popis dotazu s vysvětlením
RFI 001	v tomto případě je zde předpoklad, že model by mohl automaticky generovat výkaz v požadovaném detailu, proto větší prvky jako je například stůl orchestřiště ve VV byl zastoupený
RFI 012 a 015	položka je jinak označena ve výkazu výměr, než tomu je v jiných dokumentech, které se odkazují na uvedenou položku
RFI 021	ve výkresu bouracích prací je schodiště určeno k demolici, ve výkresu navrhovaných prací je stejné schodiště určeno k restaurování
RFI 026	ve výkresu nejsou uvedeny prostupy kanalizačního potrubí
RFI 030	nebylo pochopeno, kudy vede daný prostu, při 3D vizualizaci by dotaz nevznikl
RFI 031 a 053	příčka je navržena tak, že vychází do okna - kolize
RFI 038	technologický kanál končí prostupem, který nebyl řešený v projektové dokumentaci
RFI 044	v půdorysu střechy (ZTI) jsou navrženy tři střešní dešťové vpustě a v půdorysu (ASŘ) jsou navrženy dvě dešťové vpustě
RFI 049	ve výkazu výměr chybí část nově realizovaná venkovní kanalizace

RFI 054	není přesně definované, kde má být založena příčka, příčka nebyla přesně definovaná v prostoru
RFI 057 a 058	ve výkresu bouracích prací byl definovaný dveřní otvor s jinou výškou než ve výkresu navrhovaných prací. Dotaz by možná vznikl, protože jeho součástí byla žádost o vyspecifikování překladů, které nejsou v podrobnosti LOD 300 zahrnuty
RFI 059	ve výkresu VZT jsou uvedeny VZT potrubí, která procházení šachtou, ve výkresu ASŘ nejsou prostupy šachtou uvedeny
RFI 061	chyběly návrhy nových dešťových svodů, v několika částích projektu
RFI 068 až 070	požadovaná výška podhledu nemůže být realizovaná s přihlédnutím na výšku stropu a procházejícího VZT potrubí mezi stropem a podhledem
RFI 073	není uvedeno, zda potrubí vede podlahou či stropem
RFI 074	VZT potrubí bylo navrženo tak, že by procházelo půlkou klenby
RFI 075	kanalizační potrubí dimenze 100mm prochází příčkou tl. 80mm
RFI 080	mnohoznačný popis funkcí fasádních dveří, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu BIM
RFI 085	ve výkazu výměr nebyla uvedena svítidla, která se měla demontovat
RFI 086	v knize zámečnických prvků je uvedený jiný rozměr žaluzie, než je tomu v pohledu, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu BIM
RFI 092	ve výkazu výměr bylo uvedeno špatná kubatura betonových mazanin v několika skladbách
RFI 093	ve výkresech ústředního topení bylo jasně definované prostorové umístění části topení
RFI 099	nebylo řešeno místo napojení kanalizace a také jeho dimenze a velikosti šachet
RFI 102	protichůdné zadání ve výkresech bouracích a navrhovaných prací, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu BIM
RFI 111	nejednoznačně definované rozměry příčky a zároveň mnohoznačné zadání, kde vznik dotazu by závisel na kvalitě projektu
RFI 112	nejednoznačně definované rozměry příčky
RFI 120	nepochopení PD z důvodu nejednoznačnému znázornění, způsobené několikátou revizí konstrukce
RFI 121	mnohoznačné zadání v PD, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu BIM
RFI 122	nebylo známá tloušťka betonu, ani zda je beton prostý, nebo vyztužený
RFI 130	pro danou konstrukci nebyli známi některé údaje, proto bylo požadováno doplnit řez, detail a popis, při použití metody BIM by řez byl k dispozici, proto uvedeno v 50%
RFI 131	mnohoznačné zadání v PD, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu BIM
RFI 133	v některých částí PD nebylo řešeno, kudy vedou svazky kabelového vedení, u tohoto bodu mám 50%, protože by záleželo, na jakém detailu slaboproudu by se účastníci domluvili
RFI 134	mnohoznačné zadání v PD, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu BIM
RFI 137	ve výkresech VZT jsou uvedena potrubí, která procházejí střechou, tyto prostupy nejsou ve výkresu střechy ASŘ
RFI 138	mnohoznačné zadání v PD, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu BIM
RFI 139	nedostatečná výška nohy ocelové konstrukce oproti tloušťce skladby
RFI 144	nebyla řešena v PD krabice pro bleskosvod
RFI 151	části ZTI nebyli projektem řešeny, nebylo jasně dané umístění v prostoru
RFI 160	mnohoznačné zadání v PD, toto je uvedeno s 50% možností nevzniknutí dotazu, protože závisí na koordinaci a kvalitě modelu

vypracoval: autor

Po takto provedené analýze je zřejmé, že 19% z celkových 165 dotazů by vůbec nevznikly a 8% by s určitou pravděpodobností nevznikly. Uvedené procentuální rozložení je uvedeno v grafu č. 5.

Graf 5 Optimalizace RFI dotazů



vypracoval: autor

4.5.2 Optimalizace procesního diagramu

Při této optimalizaci vycházím z procesního diagramu (příloha č. 3), ve kterém jsem vytipoval procesy, které dotazy by jednak při realizaci stavby pomocí metody BIM vůbec nevznikly, nebo by byly výrazně efektivnější. Pro tento účel jsem vytvořil *optimalizovaný procesní diagram* (viz příloha č. 4), kde jsou vynechány procesy, které nevznikají a také jsou tam vyznačeny červenou barvou procesy, které by byly při použití metody BIM efektivnější.

Dalším důležitým bodem optimalizace procesního diagramu je jiný způsob datové výměny. Tento způsob předávání dat se nazývá *společným datovým prostředím*

(CDE), kde zdrojová data se upravují rovnou v daném modelu či databázi, to znamená, že každý s patřičným oprávněním má k informacím a datům okamžitý přístup. Tento způsob komunikace sebou přináší další výhody v podobě generování odpovědí, upozornění na úkoly a další. Je tedy důležité si uvědomit, že komunikace pomocí CDE je efektivnější oproti klasickým způsobům datové výměny, které jsou popsány v kapitole č. 2.5.

4.5.2.1 Shrnutí optimalizace procesního diagramu

Z porovnání obou diagramů (příloha č. 3 a 4) vyplývá, že procesy, které byly úplně odstraněny, jsou procesy, které souvisely s administrativní činností. To znamená, že v optimalizovaném diagramu nemá zastoupení pracovník GD s označením technolog-přípravář B, který měl tuto činnost na starosti. Tato činnost tomuto pracovníkovi zabere v průměru 20% z jeho celkové pracovní kapacity. Stejně tak dochází k časové úspoře pro pracovníka s označením technolog-přípravář A, který nyní také již nemusí složitě ukládat a evidovat dokumenty.

Další velká změna se nachází v časovém úseku: tvorba ZL, kde opět vypadnou procesy, které souvisejí se shromažďováním potřebných podkladů pro vydání změnového listu. Toto je velice zdlouhavý a náročný proces, u kterého můžeme předpokládat, že při použití metody BIM, by dosáhl maximálního zefektivnění, protože informace by byly pracovníkovi (technolog-přípravář C) předány bezodkladně a on by je nemusel složitě a zdlouhavě dohledávat informace, nemusel by studovat, která změna platí a která revize je aktuální. V závěru mu tento sběr dat zabere přibližně 40% z jeho pracovní doby.

Při optimalizaci komunikačních procesů bylo zjištěno, že všechny procesy, které probíhají mezi jednotlivými účastníky výstavby, by se daly zefektivnit pomocí CDE. Změně nepodlehly typy výměn A, kde se jedná o papírovou podobu výměny dat, která probíhá výhradně při podpisu a předávání smluv a dodatků a komunikace spjatá s návrhem smlouvy a příloh mezi GD a subdodavatelem, kde tato komunikace zčásti probíhá mezi právními odděleními jednotlivých účastníků.

4.5.3 Optimalizace časového rozboru RFI

Tato optimalizace je se týká jednotlivých oddílů, které byly definovány v kapitole č. 4.4 spolu s časem, který byl nezbytný pro jejich dokončení. Provedu odhad, kde vyjádřím, k jaké časové úspoře by došlo při použití metody BIM pro sledovaný RFI dotaz (příloha č. 2 – RFI 009). Výsledné časy pro dané oddíly a optimalizace tohoto RFI dotazu je uvedena v digramu: *Optimalizace časového rozboru RFI* (příloha č. 6).

V prvním oddíle jsme vydali dotaz na projektanta a projektant po prostudování dotazu odpověděl. V původní variantě byl dotaz na projektanta vznesen ten samý den, kdy dotaz vznesl subdodavatel na GD. Týden trvalo AD, než se vyjádřil, kde jeho první odpověď (viz příloha č. 2 – RFI 009) bylo pouze konstatování, že podhled může zůstat bez protipožární odolnosti. Z toho vyplývá, že samotnou odpověď nebylo složité zprocesovat, avšak nejvíce času zabral způsob komunikace a kontrola PD. V případě, kdy budeme procesy optimalizovat pomocí metody BIM, bude komunikace a kontrola PD značně urychlena, proto zde uvádím, že optimalizovaná doba tohoto oddílu jsou dva dny. Jeden den je RFI dotaz vydán a druhý den je zodpovězený (časové vymezení platí pro tento případ, kdy se jednalo o takto jednoduchou odpověď).

Odpověď AD nebyla akceptována, došlo k přepracování návrhu. Samotná domluva, že podhled bude protipožární, padla na kontrolním dnu, to by se neměnilo, ovšem jelikož odpověď byla vyexpedovaná mnohem dříve, tato domluva by proběhla KD o týden dříve (tj. 5 dní po odpovědi). Reálně trvalo projektantovy vypracování nového návrhu dva týdny, při optimalizaci uvažuji, že nový návrh by trval jen týden. Tento oddíl by dohromady trval při optimalizaci 12 dní.

Samotné přecenění CN subdodavatelem trvalo v původní variantě pouhé tři dny, to je z praxe velice rychlá odpověď, proto zde při optimalizaci tři dny zachovám.

Poté pracovník GD (technolog-přípravář C), který byl pověřený tvorbou ZL, si upřesňoval dostupné informace o změně a tvořil samotný ZL, to mu původně trvalo dvacet dní. Při optimalizaci předpokládám, že informace by měl ucelené a dostupné ze společného datového prostření – CDE a jak bylo řečeno v kapitole č. 4.5.2.1, tvoří tento sběr informací pro tvorbu ZL 40% jeho časové náplně. Pracovník by se mohl plně

soustředit na tvorbu ZL, který by vyexpedoval za 12dní. V původní variantě trvalo 8 dní (40%) sběr dat a 12 dní (60%) tvorba ZL.

Vyjádření TDS, které trvalo v původní variantě týden, si při optimalizaci nedovolím zkrátit, protože neznám přesné procesy, které probíhají při schvalování změnového listu TDS.

Zpřesnění ceny původně trvalo tři týdny, nyní předpokládám, že efektivnější komunikací a přesnějšími a lépe dohledatelnými podklady by toto zpřesnění cenové nabídky trvalo dva týdny. Předpokládám, že schválení samotného dodatku by trvalo opět týden.

Nyní můžeme porovnat obě dvě varianty. V reálném případu trvalo zpracování RFI dotazu, tvorba ZL, jeho odsouhlasení a schválení dodatku 86 dní. Při optimalizaci by tento proces trval 57 dní, to znamená 66% původního času.

Závěr

Teoretická část mé diplomové práce se zabývá obecným definováním a popsáním činností, které vznikají v přípravě a realizaci staveb. Dále pak benefity, které nám přináší využití metody BIM při přípravě a realizaci staveb a míru implementace BIM v České republice.

V druhé části provádím svůj vlastní výzkum metodou případové studie. Analýza výzkumné části se zaměřuje na informace a informační výměnu v rámci tzv. RFI dotazů. Následná optimalizační část se metodou kvalifikovaného odhadu pokouší porovnat se situací, kdy by byla aplikována metoda BIM.

Analýzu jsem rozdělil na tři úrovně podle míry podrobnosti se zaměřením na procesy, které vznikají při RFI dotazů a jejich následné zpracování a změny, který tyto dotazy vyvolali.

Po prostudování a analýze procesů, které vznikají v realizační přípravě staveb, musím připustit, že můj prvotní předpoklad se potvrdil. Při přípravě projektu Rekonstrukce Státní opery, vznikají procesy, které lze zefektivnit či naprosto eliminovat pomocí metody BIM.

U RFI dotazů, které jsou častým ukazatelem toho, jak je kvalitní projekt a častým katalyzátorem změn v projektu, se ukázalo, že přibližně 1/4 z nich by vůbec nevznikla při návrhu projektu v modelu BIM LOD 300.

Při analýze procesů od vzniku RFI až po odsouhlasení subdodavatele či dodatku se ukázalo, že procesy související s administrativní činností by se natolik zefektivnily, že by došlo k naprostému vyřazení jednoho pracovníka GD. Při tvorbě ZL by odpadly procesy, které souvisejí se sběrem potřebných a aktuálních informací, kde tyto procesy tvoří nyní 40% časové náplně daného pracovníka. Dále by došlo k zefektivnění mnohých klíčových procesů napříč časovými úseky zkoumaných činností. K optimalizaci by také došlo v případě způsobu komunikace, kdy v podstatě všechny komunikační procesy od vzniku RFI až po tvorby ZL by byly zefektivněny díky společnému datovému prostředí.

Z výzkumu je také patrné, že některé procesy a komunikační procesy by optimalizací pomocí metody BIM nebyly tolik ovlivněny. Jedná se o komunikační procesy, kdy dochází k výměně papírových dokumentů, procesy, které souvisejí se schvalováním smluvních a obchodních podmínek, dodatků a s odsouhlasením subdodavatelů. Tyto činnosti by bylo možné optimalizovat pomocí metody BIM, jednalo by se až o další úroveň implementace metody BIM na celopodnikové úrovni.

Z poslední části mého výzkumu vyplynulo časové zkrácení při optimalizaci jednoho konkrétního dotazu od jeho vzniku až po ukončení všech procesů, které tento dotaz vyvolal. Oproti původní době trvání by všechny procesy proběhly za 66% původního času.

Limity diplomové práce jsou modelované optimalizace. Jsou založeny na odborném odhadu, byť jsou aplikovány na pečlivě analyzovanou situaci a jsou pro něj definovány co nejpřesněji okrajové podmínky. Další příčinou je fakt, že modelované případy vycházejí z předpokladu ideální situace, kdy je metodika BIM osvojená a zvládnutá všemi zúčastněnými stranami.

Diplomová práce na podrobnější úrovni předvedla, jaký konkrétní přínos můžeme očekávat od metody BIM v konkrétním případě užití - vzniku dotazů na projektovou dokumentaci.

Použité zdroje

Odborná literatura

1) TOMÁNKOVÁ, Jaroslava, Dana ČÁPOVÁ a Dana MĚŠŤANOVÁ. *Příprava a řízení staveb*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04166-6.
2) KUDA, František, Eva BERÁNKOVÁ a Petr SOUKUP. *Facility management v kostce: pro profesionály i laiky*. Olomouc: Form Solution, 2012. ISBN 978-80-905257-0-2.
3) PROSTĚJOVSKÁ, Zita. *Management výstavbových projektů*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04142-0.
4) SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika. 4., aktualiz. a rozš. vyd*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1992-4.
5) SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management. 2., aktualiz. a dopl. vyd*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3611-2.
6) ROUŠAR, Ivo. *Projektové řízení technologických staveb*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-
7) *Rekonstrukce*. Brno: EXPO DATA, 1999. Stavební kniha (EXPO DATA). ISBN 80-86163-65-2.
8) Chelson, D. E., *The Effects of Building Information Modeling on Construction Site Productivity*, Unpublished Ph.D. Thesis, University of Maryland, College Park (2010). Information on http://hdl.handle.net/ 1903/10787
9) EASTMAN, CH., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. 1. vyd. New Jersey: 2008. ISBN 978-0470-18528-5.
10) SANCHEZ, A. X., HAMPSON, K. D., VAUX, S.*Delivering Value with BIM: A whole-of-lige approach*. 1. vyd. London: 2016. ISBN 978-1138118997.
11) KRISTEN BARLISCH, KENNETH SULLIVAN, *How to measure the benefits of BIM - A case study approach*. United States, Arizona State University: 2012
12) ČERNÝ, M. a kolektiv autorů. *BIM příručka, Základní představení metodiky informačního modelování budov (BIM) a význam BIM pro změny procesů ve stavebnictví.* Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. ISBN: 978-80260-5297-5.
13) *Základy implementace BIM na českém stavebním trhu*. 1. vyd. Praha: 2012. ISBN 978-80-86590-10-3.

Zákony, vládní dokumenty

14) *Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů*. In: *Sbírka zákonů*. 14.3.2006

Diplomové práce

15) KODETOVÁ MAGDALÉNA, *Současný stav využití metodiky BIM v ČR*, ČVUT: 2017

Přednášky

16) HÁJEK, PETR *Navrhování KPS – nosné konstrukce* [přednáška]. ČVUT v Praze, PS01 Pozemní stavby 1
17) KLEČKA, JAN *Legislativní požadavky na kontrolu* [přednáška]. ČVUT v Praze, KRJS Kvalita a řízení jakosti ve stavebnictví
18) MAŤEJKA, PETR *BIM jako metodika* [přednáška]. ČVUT v Praze, 126BIMB, 19.3.2017
19) RUDOVSKÝ, ZDENĚK *Provozování a správa budov*[přednáška]. ČVUT v Praze, 122PSB, Provozování a správa budov

Internetové zdroje

20) FRANČÍKOVÁ, Markéta, *Životní cyklus výstavby* [online]. Dostupné z: http://www.conference-cm.com/podklady/history4/Prispevky/prispevek_Francikova.pdf
21) *Stavebnictví v regionech České republiky* [online]. [vid. 20.4.2016] Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/42074991/200061-16.pdf/1fa7ecfe-60de-46b1-bc1a-250fc4e75dbd?version=1.0
22) *Koncepce zavádění metody BIM v ČR schválena vládou* [online]. [vid. 26.9.2017] Dostupné z: https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/
23) *Return on investment analysis of building information modeling in construction* [online]. Dostupné z: http://www.engineering.nottingham.ac.uk/icccbe/proceedings/pdf/pf77.pdf
24) *Google mapy* [online]. Dostupné z: https://www.google.cz/maps/@50.0796233,14.4331234,3a,75y,313.32h,104.85t/data=!3m7!1e1!3m5!1s8RHVSelyiOOh7dUblenwvg!2e0!6s%2F%2Fgeo1.ggpht.com%2Fcbk%3Fpanoid%3D8RHVSelyiOOh7dUblenwvg%26output%3Dthumbnail%26cb_client%3Dmaps_sv.tactile.gps%26thumb%3D2%26w%3D203%26h%3D100%26yaw%3D216.63889%26pitch%3D0%26thumbfov%3D100!7i13312!8i6656?hl=cs
25) *Level of development specification part 1*[online]. [vid. listopad 2017] Dostupné z: http://bimforum.org/wp-content/uploads/2017/11/LOD-Spec-2017-Part-I-2017-11-07-1.pdf
26) *Hochtief CZ a.s.*, Praha 5, Plzeňská 16/3217, PSČ 15000, IČO: 46678468

Seznam použitých zkratek

AD - Autorský dozor

ASŘ - Automatizovaný systém řízení

BEP - The BIM Execution Plan

BIM - Building Information Modeling

BOZP - Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

CD - Certificate of deposit

CDE - Common Data Enviroment

CN - Cenová nabídka

CRAB - Centrální registr administrativních budov

ČR - Česká republika

DOSS - Dotčené orgány státní správy

DSP - Dokumentace pro stavební povolení

DSPS - dokumentace skutečného provedení stavby

DUR - Dokumentace pro územní rozhodnutí

DVD - Digital Versatile Disc

GD - Generální dodavatel

HDP - Hrubý domácí produkt

HMG - Časový harmonogram postupu práce

IFC - International Foundation Class

IS - Information Systém

IT - Informační Technologie

LOD - Level Of Detail/Development

LOI - Letter of Intent

ND - Národní divadlo

OŽP - Odbor životního prostředí

PD - Projektová dokumentace

RFI - Request for Information

ROI - Return on investment

SoD - Smlouva o dílo

SUB - Subdodavatel

TDI - Technický dozor investora

TDS - Technický dozor stavebníka

TP - Technologický postup

TZB - Technické zařízení budov

UK - United Kingdom

ÚOHS - Úřad pro ochranu hospodářské soutěže

ÚRS - Ústav racionalizace ve stavebnictví

ÚT - Ústřední topení

VZT - Vzduchotechnika a klimatizace

ZL - Změnový list

ŽB - Železobeton

Seznam grafů

Graf 1 Celkové náklady v průběhu životního cyklu stavby 15
Graf 2 Schopnost ovlivnit změny a míra nákladů v čase 38
Graf 3 Důvod vzniku RFI 63
Graf 4 Zpracování RFI 65
Graf 5 Optimalizace RFI dotazů 74

Seznam diagramů

Diagram 1 Tvorba CN pro výběr GD 19
Diagram 2 Časová osa projektu 49

Seznam obrázků

Obrázek 1Typy výměn 40
Obrázek 2 Státní opera 47
Obrázek 3 Alucobondový podhled 70

Seznam tabulek

Tabulka 1 Rozdělení stavby podle typu 12
Tabulka 2 Fáze životního cyklu stavby 12
Tabulka 3 Zákony a vyhlášky 28
Tabulka 4 Přínosy využívaní metody BIM 34
Tabulka 5 Harmonogram doporučených opatření 42
Tabulka 6 Procentuální výsledky míry využívání BIMu v praxi 45
Tabulka 7 Organigram – personální struktura realizační fáze stavby, část 1 53
Tabulka 8 Organigram – personální struktura realizační fáze stavby, část 2 54
Tabulka 9 Hlavní profese projektového týmu GD 55
Tabulka 10 Podpůrné profese projektového týmu GD 55
Tabulka 9 Organigram - reálné rozložení jednotlivých profesí na sledovaném projektu 57
Tabulka 12 Vysvětlení optimalizace jednotlivých RFI 72

Seznam vzorců

Vzorec1 Komunikační kanál 39

Seznam příloh

Příloha č. 1 Tabulka RFI
Příloha č. 2 Vybrané RFI dotazy
Příloha č. 3 Procesní diagram
Příloha č. 4 Časový rozbor RFI
Příloha č. 5 Optimalizovaný procesní diagram
Příloha č. 6 Optimalizace časového rozboru RFI