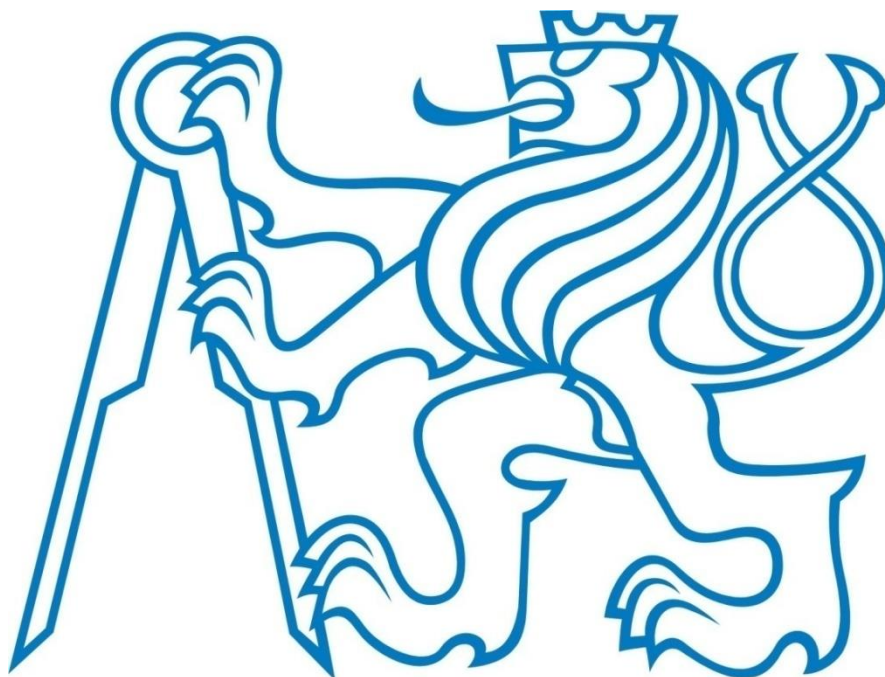


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Optimalizace vybraných částí projektu LOP

pomocí BIM

Pavel Strnad

2017

Vedoucí diplomové práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

Prohlášení autora

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

V Praze datum

.....

Pavel Strnad

Poděkování autora

Za vedení a podporu při tvorbě diplomové práce děkuji panu Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D,

 Za konzultace a podklady děkuji následujícím:

Ing. Jiří Kudělka, Ing. Richard Vodička, Petr Čermák DiS., Jan Hudek, Pavel Kresta, Ing. Robert Šulman, Ing. Petr Slanina, Ph.D., Ing. Lukáš Romanczin, Ing. Martin Václavík, Ing. arch. Zdeněk Rudovský

V neposlední řadě chci poděkovat své rodině





ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: <u>Strnad</u>	Jméno: <u>Pavel</u>	Osobní číslo: <u>380296</u>
Zadávací katedra: <u>K122 - Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>SI</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Optimalizace vybraných částí projektu LOP pomocí BIM</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Optimization of selected parts light facade project using BIM</u>	
Pokyny pro vypracování: Rozbor vybraných částí projektu Lehkého obvodového pláště, porovnání konvenční metodiky a metodiky BIM pro jednotlivé fáze projektu, vytvoření dílčích referenčních BIM modelů pro jednotlivé fáze, vyhodnocení použití metod	
Seznam doporučené literatury: BIM příručka, National building information modeling standart, BIM in AEC idustry	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>3.9. 2016</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>8.1. 2017</u>
	
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“.

<u>3.10. 2016</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Anotace

Optimalizace přípravy a realizace projektu LOP pomocí BIM

Předmětem této práce je zanalyzování procesu projektu lehkého obvodového pláště z pozice dodavatele pláště na typový objekt. Autor se zabývá možnostmi implementací BIMu do těchto procesů v širších souvislostech ve vztahu k ostatním účastníkům projektu. Vybrané fáze jsou rozpracovány do hloubky a vyhodnocena jejich metodika.

Klíčová slova

Lehký obvodový plášť, BIM, optimalizace, BEP, BOZP, facility management, COBie

Annotation

Optimization of selected parts light facade project using BIM

The diploma thesis deals with an analysis of the process of the light cladding from an angle of a distributor of the cladding for the object. The author deals with BIM options in these processes in wider ranges while having in mind other project participants. Selected phases are dealt with in depth. The appropriate methodology is then assessed.

Keywords

Light cladding, BIM, optimization, BEP, SHAW, facility management, COBie

Obsah

ÚVOD	8
1 LOP	9
2 PROSTŘEDÍ INFORMAČNÍHO MODELOVÁNÍ	14
2.1 Definice BIM	14
2.2 Datový standart	15
2.3 LOD	17
2.4 COBie	20
2.5 Klasifikace	21
2.6 BIM execution plan	23
2.6.1 Identifikace cílů a použití BIM.....	24
2.6.2 Návrh provedení BIM procesů na projektu.....	25
2.6.3 Zpracování výměny informací.....	27
2.6.4 Určení infrastruktury.....	28
2.6.5 Shrnutí	31
2.6 BPMN	31
3 IMPLEMENTACE BIMU	35
3.1 Optimalizace kalkulace	37
3.1.1 Hrubé výkazy výměr	37
3.1.2 Podrobná kalkulace	39
3.1.3 Připomínky a výměna informací.....	40
3.1.4 Shrnutí	41
3.2 Rozšířená a virtuální realita	42
3.2.1 Hrubé výkazy výměr	42
3.2.2 Podrobná kalkulace	44
3.2.3 Shrnutí	45
3.3 Optimalizace návrhu	46
3.2.1 Základní atributy	46
3.2.2 Proces návrhu	47
3.2.3 Shrnutí	50
3.4 Model technologie montáže a řešení BOZP	51
3.2.1 Model technologie	46
3.2.2 Model BOZP	58
3.2.3 Model BOZP	63
4 VÝPIS VYMODELOVANÝCH PRVKŮ	64
ZÁVĚR	67
POUŽITÉ ZDROJE	70
SEZNAM PŘÍLOH	71

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
AEC	Architecture, EGINEERING and Construction
BEP	BIM execution plan
BIM	Building information modeling, building information management
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BPMN	Business Process Model and Notation
CAD	Computer-aided design
CAFM	Computer-aided facility management
COBie	Construction Operations Building information exchange
FM	Facility management
ID	Identity document
JKSO	Jednotná klasifikace stavebních konstrukcí
QTO	Quantity take of
SW	Software
TSKP	Třídník stavebních konstrukcí a prací

ÚVOD

Téma informačního modelování budov (BIM) je v dnešní době (rok 2016) stále více akcentováno. Je vydáváno mnoho odborných článků, pořádají se sympózia a již i v České Republice proběhlo několik pilotních projektů, kde byla BIM metodika v omezené míře použita. V duchu tohoto trendu, lze očekávat, že se po vzoru Velké Británie, USA a zemí Skandinávie začne jeho užívání rozšiřovat od architektů, generálních dodavatelů a developerů také mezi subdodavatelské firmy. Jedním z těchto subjektů jsou dodavatelé lehkých obvodových plášťů, které se od 60. let masivně rozšířily a výstavba některých objektů, například mrakodrapů, se bez nich neobejde. V praxi v oblasti lehkých obvodových plášťů působím přes dva roky a metodika BIM je mi blízká pro svůj potenciál, který doposud není využíván tak, jak by si zasloužil. Z toho logicky vyústilo mé rozhodnutí obě témata v této práci konfrontovat a hledat jejich společný směr s vidinou reálného uplatnění i teoretického rozvoje problematiky.

Když je v jakémkoli oboru, zaváděna nějaká inovace, zpravidla je očekáván přínos ať už v podobě urychlení procesu, zvýšení kvality či snížení nákladů. Ne jinak je nahlíženo při implementaci BIMu. Avšak aby se očekávání stala realitou, je třeba inovaci porozumět, stanovit si cíle a pak si klást otázky, jak jich dosáhnout. Stejně postupuji i já, kdy se v první části věnuji prostředí informačního modelování a popisuji jeho aspekty a následně tyto poznatky použiji společně se zkušenostmi praxe a cennými informacemi z konzultací s odborníky z oboru.

V této práci si dávám za cíl analyzovat procesy, které probíhají na projektu lehkého obvodového pláště. Tato analýza následně poslouží pro výběr konkrétních oblastí pro použití BIMu a následně bude popsána zvolenou metodiku užití. Každá oblast použití je pak vyhodnocena.

1 LOP

Lehký obvodový plášť je podle ČSN EN 13119 definován jako závěsová obvodová stěna – stěna, která se obvykle sestává ze svislých a vodorovných konstrukčních prvků, spojených dohromady, a zakotvených do nosné konstrukce budovy a vyplněných tak, aby tvořily lehký a souvislý prostor ohraničující plášť, který zajišťuje, buď sám o sobě, nebo ve spojení s konstrukcí budovy, všechny běžné funkce obvodové stěny, avšak nepřebírá žádné nosné vlastnosti budovy. Popsání jednotlivých systémů specifikování jejich komponentů je obsahem mnoha odborných publikací a článků. V rámci této práce, autor pracuje s LOP na kovové bázi a pro její účely přináší základní výčet dělení.

Dělení dle konstrukčního řešení:

- Modulové fasády
- Rastrové fasády
- Rámové konstrukce
- Terčové fasády
- Speciální fasády

Dělení dle počtu plášťů:

- Jednoduchý plášť
- Dvojitý plášť

Dělení dle způsobu zalištování:

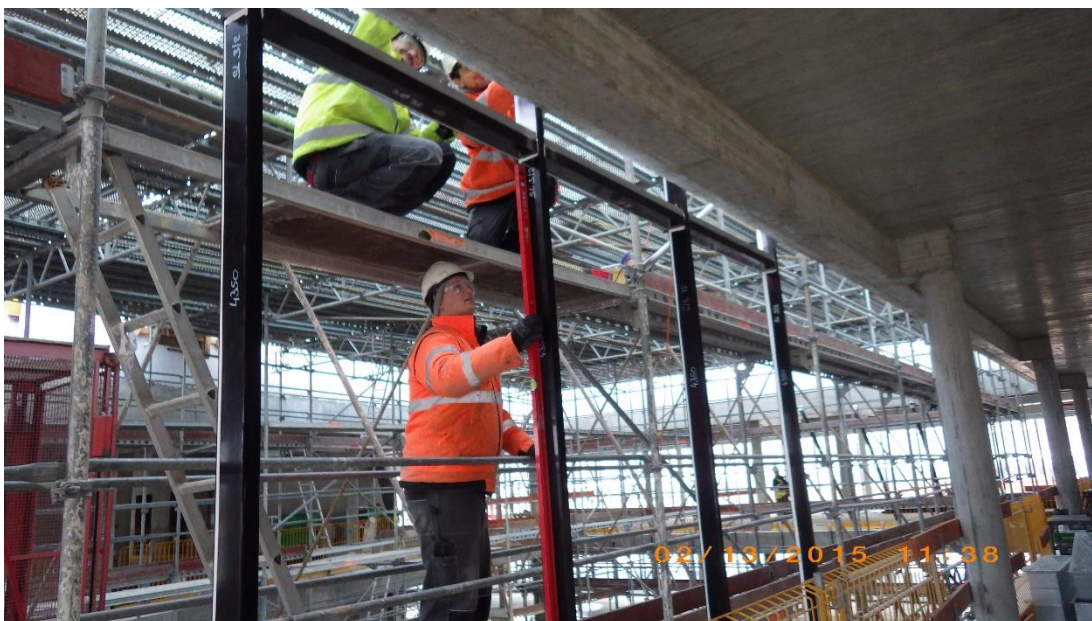
- Lištové
- Polostrukturální
- Strukturální

Dělení dle umístění:

- Vestavěné
- Představené

Rastrové fasády

Jsou tvořeny soustavou nosných tyčových prvků, svislých sloupků a horizontálních příčníků. Výroba pláště probíhá na stavbě a začíná montáží ocelových či hliníkových kotev do nosných svislých a vodorovných konstrukcí. Do kotev se upevní osnova rastru, kde jsou jednotlivé sloupky a příčníky předvyrobeny a na stavbě seskládány dle kladečského plánu. Následuje provedení výplně neprůhledných polí, napojení na nosnou konstrukci s provedením hydroizolačních a tepelně izolačních detailů protipožární izolace. Poté proběhne zasklívání, zalištování montáž příslušenství a dokončení pohledových detailů. Zvláštním typem rastrové fasády je světlík.



Ilustrace 1 – ukázka montáže rastrové fasády, zdroj: autor

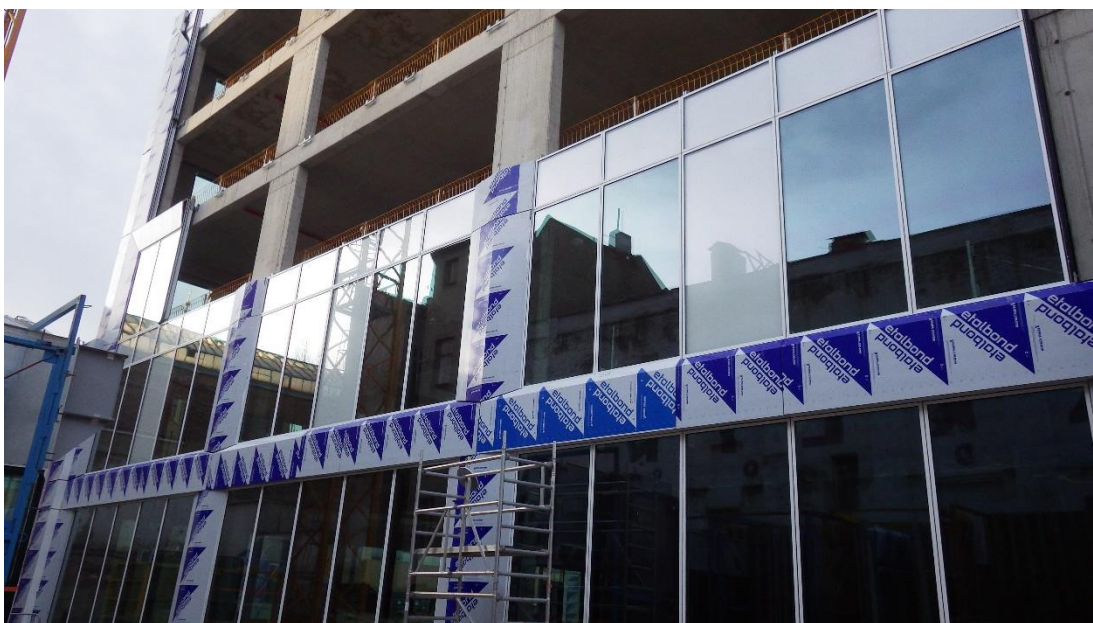


Ilustrace 2 – ukázka rastrové fasády - světlík, zdroj: autor

Výhody rastrové fasády je menší náročnost na přípravu, vysoká variabilita a nenáročnost na zdvihací techniku. Mezi nevýhody pak patří pomalejší montáž, větší důslednost při provádění, potřeba lešení či plošin pro montáž.

Modulové fasády

Jsou tvořeny ze stejných prvků jako rastrové fasády, tedy ze sloupků příčníků, průhledných a neprůhledných polí. Jejich výroba však probíhá v optimálních



Ilustrace 3 – ukázka modulové fasády, zdroj: autor

podmínkách ve výrobní hale a následně se celé elementy expedují v boxech na stavbu většinou včetně příslušenství, kde jsou zavěšeny. Zavěšení je realizováno zasunutím kotvy integrované v elementu do kotev namontovaných na nosný systém stavby, nejčastěji do stropních desek či ztužujících věnců. Protože montáž

nevyžaduje asistenci pracovníků z venkovní strany, není pro zavěšení třeba lešení či plošin. Poté následuje dopojení fasády na jednotlivá podlaží, provedení hydroizolací, tepelné a požární izolace a pohledové detaily.

Výhody modulové fasády představuje rychlá montáž a menší riziko horší kvality provedení díky optimálním výrobním podmínkám. Mezi nevýhody pak patří potřeba těžké zdvihací mechanizace, menší variabilita a větší náročnost na přípravu.



Rámové konstrukce

Jedná se o konstrukce vestavěné, tedy nepřesahující přes více než jedno podlaží. Rám je sestaven na stavbě z předem vyrobených tyčí ze systémových profilů. Mimo fasádní plášť se rámové konstrukce používají pro výplně otvorů a konstrukce vnitřních příček.

Výhody rámových konstrukcí jsou shodné s rastrovými fasádami tedy menší náročnost na přípravu, vysoká variabilita a nenáročnost na zdvihací

Ilustrace 4 – ukázka rámové konstrukce, zdroj: autor

techniku. Mezi nevýhody patří opět pomalejší montáž, větší důslednost při provádění, případná potřeba lešení či plošin pro montáž.



Terčové fasády

Terčové fasády, často nazývané též bodově uchycené, jsou pláště tvořené skleněnými tabulemi, jež se upevňují k nosné konstrukci pomocí pohledových kotev. Upevnění tabulí je realizováno do předem vybroušených otvorů s kuželovým zapuštěním. Kotevní

prvky jsou systémové prvky s integrovaným těsněním nejčastěji ve tvaru kříže. Montáž vzhledem k velikosti tabulí téměř vždy vyžaduje mechanizaci s vakuovou přísavkou a dále pracovní plošiny popřípadě lešení

Ilustrace 5 – ukázka montáže terčové fasády zdroj: [1]

pro pracovníky. Spáry mezi tabulemi se strukturálně zatmelí nebo se ponechají bez výplně.

Speciální fasády

Do této kategorie spadají pláště, jejichž atypické konstrukční řešení nespadá do předešlých skupin. Jedná se například o fasádní plášť zavěšený na předeprnutých ocelových lanech.

Požadavky na LOP:

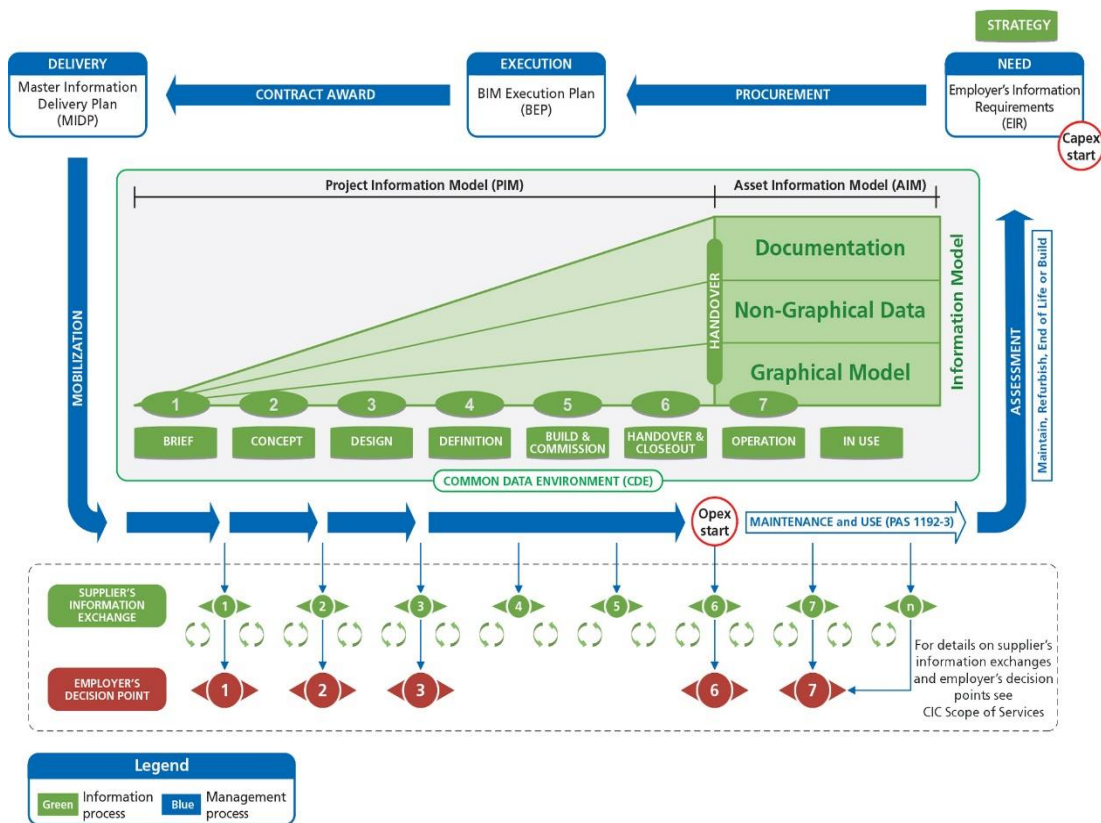
- Požadavky na bezpečnost konstrukce a mechanické vlastnosti:
 - Požadavky statické
 - Odolnost proti tvarovým změnám
 - Odolnost proti mechanickým nárazům

- Požadavky hygienické a z hlediska tvorby životního prostředí:
 - Tepelně technická kritéria
 - Odolnost proti kondenzaci vodních par uvnitř konstrukce
 - Zvukově izolační
 - Světelně technické
 - Kritéria proti atmosférickým vlivům a vlivu prostředí
 - Kritéria na ochranu proti přehřívání slunečním zářením
 - Požární bezpečnost a odolnost

2 Prostředí informačního modelování

2.1 Definice BIM

Zkratka BIM (building information model), čili informační model budovy je tvořen dvěma základními aspekty [2]. Tím prvním je building information modelling, tedy proces aktivit, při kterých se vytváří digitální model, jenž reprezentuje fyzický a funkční objekt s jeho charakteristikami. Druhým aspektem je building information management, což je systém práce a komunikace zvyšující kvalitu a účinnost. Hlavní myšlenkou celé metodiky je úzká spolupráce subjektů, které se účastní životního cyklu objektu (budovy) a s tím spojená výměna informací se zachováním jejich kontinuity. Oproti konvenčním metodám je BIM mnohem komplexnější. Procesy probíhající projektem jsou podrobně specifikovány. Na to jsou navázány informace, pro jejichž získávání a práci s nimi jsou rozlišeny datové typy a jejich úroveň podrobnosti v souladu s fází, pro kterou jsou určeny. Toto vnímání stavebních objektů je bližší jejich výstavbě a požadavkům pro užívání, zároveň to však vyžaduje změny v systému práce. Proces informačního toku a řízení dle mezinárodní specifikace PAS 1192-2:2013 je zobrazen na grafu níže.



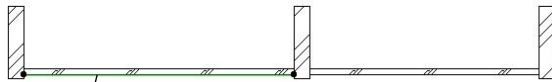
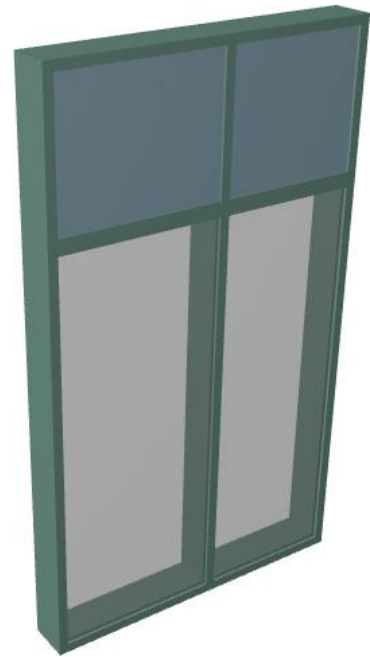
Graf 1 – zobrazení toku informací a řízení na BIM projektu: zdroj [3]

2.2 Datový standart

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, u BIM procesu dochází prostřednictvím modelu ke sdílení velkého množství informací pomocí rozličných atomických datových formátů, jakými například jsou:

- datum a čas
- celočíselné datové formáty
- neceločíselné datové formáty
- textové datové formáty
- Booleovský datový typ

Proto je potřeba sofistikovanější informační kanál než je například hojně užívaný binární formát DWG, jímž je možné přenášet pouze geometrická data. Tímto kanálem je otevřený souborový formát IFC (The Industry Foundation Classes [2]), který byl vytvořen mezinárodní organizací buildingSMART (dříve Association for Interoperability - IAI). IFC je registrován jako ISO 16739 a dočkal se již harmonizace pro ČR. V současné době je v praxi nejrozšířenější standart IFC 2x3, ve vývoji je pak IFC 4. IFC formát umožňuje přenášení BIM modelu mezi jednotlivými



Ilustrace 6 – porovnání 2D CAD a IFC: zdroj autor

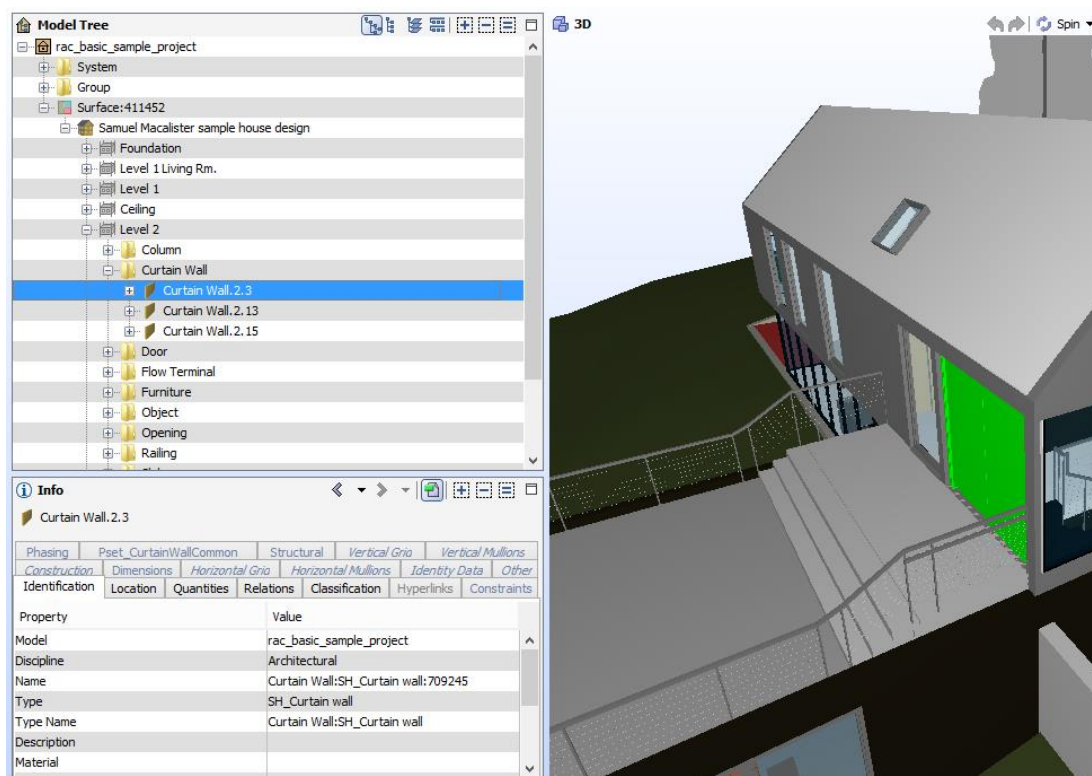
Já jsem čára délky 900 mm

Já jsem element

- o rozměrech 1745x3000x230 mm
- o ceně 40 000,-
- s Alu rámem
- dodaný na stavbu 22.3. 2017

programy při zachování potřebných dat. Další vlastností tohoto formátu, je klasifikování modelovaných prvků na tzv. IfcObject tedy typy jako je deska, sloup, okno a jiné. Tak jak byly tyto objekty začleněny při modelování v nativním SW, tak jsou i zařazeny při správné kompatibilitě v jiném programu. Stejně tak jsou zachovány vztahy

mezi objekty a další vlastnosti jako je např. domovské podlaží, což pak usnadňuje práci s modelem, zejména selektivní příkazy a vyhledávání ve stromové struktuře jak je vyobrazeno na ilustraci č. 7.



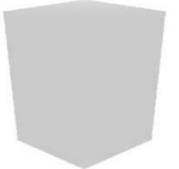
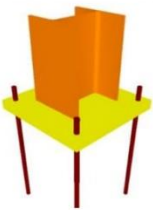

Ilustrace 7 – ukázka stromové struktury a zařídění prvku: zdroj autor s využitím uživatelsky dostupným modelem společnosti Autodesk Inc.

Dalšího významnou vlastností je dlouhodobá využitelnost dat díky své otevřené specifikaci, což je dáno textovým zápisem. Protože není IFC vázán přímo na konkrétní software, umožňuje práci s daty o objektu i po tom, co už není podporován program, v němž byl objekt navržen. Vzdávající podpora IFC formátu dokazuje více než 150 SW, které se prezentují jako IFC kompatibilní. Toto číslo je nicméně potřeba brát s rezervou, protože ne všechny tyto programy umožňují práci s IFC dle dnešních standardů jako 33 oficiálně autorizovaných dle buildingSMART. Na závěr této kapitoly je nutné uvést, že přes výčet benefitů a výhod, jež IFC standard poskytuje, bude vyžadovat další vývoj a podporu dodavatelů SW aby byl plně využit jeho potenciál.

2.3 LOD

Zkratka LOD má dva používané významy. Prvním významem je Level of detail, což se týká pouze geometrické přesnosti. Level of development [4] specifikace umožňující osobám, které působí ve stavebním průmyslu jednoznačně popsat obsah a spolehlivost (přesnost) informačního modelu napříč fázemi návrhu a realizace.

Přítom vysoká úroveň Level of development nemusí vždy znamenat detailní geometrickou přesnost, která je pouze jedním z aspektů podrobnosti.

	<p>LOD 100 Požadavky na konstrukční dělení, umístění zahrnuto v ostatních modelovaných prvcích. Rozměry a umístění jsou flexibilní</p>
	<p>LOD 200 Element má přibližné rozměry a umístění k podlaží. Modulové členění je přesné. Přibližně definovány podpůrné konstrukce. Obsahuje připojené informace v rámci konstrukčních celků.</p>
	<p>LOD 300 Přesné rozměry hlavních strukturálních prvků na základě přesného modulového členění umístění a orientace. Obsahuje připojené informace v rámci konstrukčních skupin.</p>
	<p>LOD 350 Přesné umístění spojů, obsahuje typické konstrukční spoje. Veškeré atypické ocelové prvky mají správnou orientaci. Obsahuje veškeré výztužné prvky. Obsahuje připojené informace v rámci konstrukčního elementu.</p>
	<p>LOD 400 Obsahuje veškeré konstrukční komponenty přesných výrobních rozměrů jako sváry, čepy, patní plechy atd. Obsahuje připojené informace v rámci konstrukčního elementu ve vztahu se všemi konstrukčními komponenty.</p>
	<p>LOD 500 Obsahuje veškeré komponenty, jak jsou osazeny a další geometrická a negeometrická data pro provoz.</p>

Ilustrace 8 – ukázka jednotlivých LOD u ocelového sloupu: zdroj [4] s úpravou autorem

Autor v rámci této práce dále vždy uvažuje termín Level of development pokud nebude uvedeno jinak.

V rámci LOD rozeznáváme tyto úrovně:

LOD 100

Obsahuje celkový objemový model budovy, orientační plochu, objem, výšku umístění a orientaci. Model je reprezentován 3D modelem či jinými daty.

Analýzy

Model lze analyzovat v obecném měřítku na základě objemu, plochy a orientaci.

Rozpočtování

Lze provést rozpočtový odhad založený na známém přibližném objemu, ploše, typu výstavby atd. (např. JKSO)

Plánování

Odhad celkové doby trvání, rozdělení projektu na jednotlivé fáze.

LOD 200

Jednotlivé stavební elementy jsou modelovány jako generalizované systémy nebo seskupení elementů s přibližným množstvím, rozměrem, tvarem, umístěním a orientací. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické informace.

Analýzy

Lze provést výkonnostní analýzy objektu posuzováním vybraných celků. Analýza se provádí přiřazením zobecněných výkonnostních charakteristik k zástupným elementům.

Rozpočtování

Model lze ocenit na základě přibližných informací v modelu s využitím konceptuálních technik odhadu využívajících objem, množství popřípadě typy elementů.

Plánování

Projekt již lze časově plánovat rozdělením hlavních částí a konstrukčních skupin (objektové a etapové procesy)

LOD 300

Jednotlivé stavební elementy jsou modelovány jako specifické skupiny elementů. Mají přesné charakteristiky ve smyslu jejich množství, rozměrů, tvaru, umístění a orientace. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.

Výstavba

Model je v této úrovni použitelný pro vytvoření odvozené tradiční dokumentace a prováděcích výkresů.

Analýzy

Model může být použit pro analýzy výkonnosti jednotlivých systémů stavebních elementů při použití specifických výkonnostních informací přiřazených jednotlivým elementům nebo jejich typům.

Rozpočtování

založené na konkrétních hodnotách jednotlivých stavebních elementů, jejich množství a dalších parametrech

Plánování

Plánování projektu na úrovni jednotlivých stavebních elementů (dílicí stavební procesy)

LOD 350

Tato úroveň vznikla později z důvodu potřeby modelů na pomezí LOD 300 a 400, kde úroveň 400 měla nadbytečnou podrobnost a úroveň 300 naopak nedostatečnou pro koordinaci. Od LOD 300 se liší rozhraním s ostatními systémy.

LOD 400

Stavební elementy jsou modelovány jako specifické objekty s přesným rozměrem, tvarem, umístěním, množstvím, orientací, informacemi o zhotoviteli a podrobnými detaily. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.

Výstavba

modelované stavební elementy představují virtuální reprezentaci konkrétních navrhovaných elementů a jsou použitelné pro výstavbu.

Analýzy

Výkonnost modelu může být analyzovaná na základě konkrétních schválených stavebních elementů a jejich typů.

Rozpočtování

Ocenění nákladů je založeno na konkrétních cenách za odsouhlasené elementy tak, jak budou zakoupeny.

Plánování

Lze modelovat detailní rozvrh výstavby pro jednotlivé stavební elementy včetně stavebních postupů (dílcí stavební činnosti).

LOD 500

Stavební elementy jsou modelovány tak jak byly postaveny a dodány s přesnými rozměry, množstvím, tvarem, polohou a orientací. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné. Principiálně je úroveň LOD 400 a LOD 500 shodná, liší se použitím a negeometrickými informacemi.

Použití

Model může být použit pro správu a údržbu nemovitosti, stavební úpravy a podobně, avšak pouze do té míry, jaká je povolena licenčním ujednáním týkajícím se modelu.

Na závěr kapitoly je třeba uvést, že v rámci modelu objektu není nikdy použito federativní LOD stejné pro všechny elementy, ale je rozdílné pro různé skupiny elementů dle účelnosti a potřeby.

2.4 COBie

Pojem COBie (Construction Operations Building Information Exchange) [6] je mezinárodní standard, jehož vznik se datuje k roku 2007, kdy byl vyvinut jako organizací USACE spadající pod ministerstvo obrany USA. Jak už název napovídá, COBie bylo vytvořeno k řízení informací a správě majetku včetně prostor a vybavení, přičemž staví na negeometrické prezentaci. Proto se velmi rychle stalo nástrojem pro informační modelování. Základní oblast použití je standardizace převodu dat z navrženého modelu do facility managementu potažmo CAFM systémů. Při tvorbě dokumentace klasickým způsobem se při uvádění objektů do provozu vychází nejčastěji z PDF a DWG dokumentů popřípadě z nestrukturovaných tabelárních výstupů. Převést tato podklady formy pro výkon FM je pracné a časově velmi náročné. Jiná situace nastává při standardizaci naplnění modelu daty, kde lze velkou

část dat pro FM exportovat automaticky. Díky své poměrně jednoduchosti a nenáročnosti na software se COBie stalo nejen můstkem mezi realizací a provozem, ale i standardem pro zveřejňování informačních dat o objektu, již během fáze návrhu. Nejčastější podoba COBie je tabulkový soubor (obvykle .xls), který je strukturovaný podle daných pravidel, tak aby byly zajištěny konzistentní a validní způsoby prezentace informací o objektu.

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	AssetType	BookNumber	WarrantyGuarantorPart	WarrantyDurationPart	WarrantyGuarantorLabor	WarrantyDurationLabor	WarrantyDurationUnit	EstSystem	EstObject	EstIdentifier	ReplacementCost
Basic Wall Generic Ext - 150mm	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	1384 - Partitions non-structural	Basic Wall Generic Ext - 150mm	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	year	Autodesk	IfcWallType	n/a	n/a
Basic Wall Generic Ext - 340mm	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	1384 - Partitions non-structural	Basic Wall Generic Ext - 340mm	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	year	Autodesk	IfcWallType	n/a	n/a
Basic Wall Generic Ext - 80mm	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	1384 - Partitions non-structural	Basic Wall Generic Ext - 80mm	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	year	Autodesk	IfcWallType	n/a	n/a
Concrete (Painted)	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	13221 - Dense concrete blocks	Concrete (Painted)	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	year	Autodesk	IfcMaterial	n/a	n/a
Generic	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	17841 - Thermal insulation and	Generic	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	year	Autodesk	IfcMaterial	n/a	n/a
Generic Inserts	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	17841 - Thermal insulation and	Generic Inserts	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	year	Autodesk	IfcMaterial	n/a	n/a
Material Brickwork	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	1321 - Bricks	Material Brickwork	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	year	Autodesk	IfcMaterial	n/a	n/a
1810 x 2110mm	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	141101 - Side hung	1810 x 2110mm	Fixed	d1810	service@	3	service@	0.5	year	Autodesk	IfcDoorStyle	1CDIQ4E3	181,00
790 x 2110mm 3	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	141101 - Side hung	790 x 2110mm 3	Fixed	d0790	service@	3	service@	0.5	year	Autodesk	IfcDoorStyle	1uSecsY8	79,00
1275x1200m	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	1412 - Windows	1275x1200m	Fixed	d1275	service@	3	service@	0.5	year	Autodesk	IfcWindowStyle	1ZA_U8n	127,00
WC Pan 510 x 510mm	nn@aec3.com	2012-01-20T10:01:14	1721113 - Pans seats	An anti-ligature, anti-vand	Fixed	CWC_150	warranty	3	warranty	0.5	year	n/a	IfcSanitaryTermin	n/a	300,00
Walgate ALS180 Basin 470w x 30	nn@aec3.com	2012-01-20T10:01:14	172104 - Washbasins	Cast as a single piece, the	Fixed	ALS180	warranty	3	warranty	0.5	year	n/a	IfcSanitaryTermin	n/a	350,00
Ceili Bed family	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	18231 - Beds	Ceili Bed family	Fixed	p101	support@	1	support@	0	year	Autodesk	IfcFurnitureType	DuCr33MT	120,00
Desk Whitewood	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	18531 - Desks	Desk Whitewood	Fixed	p201	support@	1	support@	0	year	Autodesk	IfcFurnitureType	DuCr33MT	90,00
Ceili Locker	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	18234 - BedSide units	Ceili Locker	Fixed	p145	support@	1	support@	0	year	Autodesk	IfcFurnitureType	DuCr33MT	90,00
Safer Seat	johnston@bryde	2012-01-19T12:27:24	18222 - Chairs	Safer Seat	Moveabl	p744	support@	1	support@	0	year	Autodesk	IfcFurnitureType	DuCr33MT	50,00
TFT Monitor	nn@aec3.com	2012-01-20T10:01:14	17613 - Audio-visual information	TFT Monitor	Moveabl	p766	support@	1	support@	0	year	n/a	IfcFurnitureType	n/a	200,00
Mirror	nn@aec3.com	2012-01-20T10:01:14	18732 - Mirrors	Mirror	Moveabl	p801	support@	1	support@	0	year	n/a	IfcFurnitureType	n/a	30,00
Plumbing SVP 1	nn@aec3.com	2012-01-20T10:01:14	17313 - Sanitary above ground pi	Plumbing SVP 1	Fixed	s473a	support@	5	support@	0.5	year	n/a	IfcStackTerminalT	n/a	100,00

Ilustrace 9 – ukázka COBie: zdroj autor s použitím [6]

2.5 Klasifikace

V České republice jsou nejrozšířenějšími stavebními číselníky JKSO pro třídění stavebních objektů a TSKP pro třídění konstrukcí a prací a využívají se i při zadávání veřejných i soukromých zakázek. V dubnu roku 2016 byl schválen Zákona č. 134 / 2016 sb. o zadávání veřejných zakázek, kde je mimo jiné v § 103 zmíněno:

(2) Zadavatel může uvést doporučený způsob zpracování nabídky.

(3) V případě veřejných zakázek na stavební práce, projektové činnosti nebo v soutěžích o návrh může zadavatel v zadávací dokumentaci uvést závazný požadavek na použití zvláštních elektronických formátů včetně nástrojů informačního modelování staveb a uvést požadavky na obsah, strukturu nebo formát dat. Pokud tyto formáty nejsou běžně dostupné, zajistí k nim zadavatel dodavatelům přístup.

Tímto zákonem je umožněno vyžadovat projekty ve formě BIM, s čímž ovšem vyvstává mnoho otázek v jaké formě a rozsahu takový projekt zpracovat. V předchozích kapitolách autor zevrubně popsal metodiku BIM, sdílený datový formát, podrobnost modelu a standart pro předání dat do provozu tak, jak to lze

použit i do projektů. Zbývá popsat jak model klasifikovat a zařadit pro účely výběrového řízení. Výše zmíněné číselníky se v minulosti osvědčily svou propracovaností, nicméně nejsou uzpůsobeny pro klasifikování BIM modelů. Nabízejí se tedy dvě možné cesty řešení, buď se vydat osvědčenou cestou a použít zahraniční klasifikaci nebo uzpůsobit českou klasifikaci.

V rámci informačního modelování jsou světově nejrozšířenější číselníky Omniclass a Uniclass. Formát IFC umožňuje transfer obou těchto číselníků, přičemž uniclass je bližší metodice BIM.

Uniclass je jednotný systém klasifikace pro všechna odvětví britského stavebnictví. Obsahuje klasifikační tabulky s položkami všech úrovní od zařízení, jako jsou železnice po produkty, jako jsou kotevní desky. Aktuální verze klasifikace je Uniclass 2015 a obsahuje tyto třídy [7]:

- Co - Complexes
- En - Entities
- Ac - Activities
- Sp - Spaces
- EF - Entities by Form
- Ee - Elements
- Ss - Systems
- Pr - Products
- Zz - CAD
- PP - Project Phases

Třídník OmniClass má kořeny v USA, kde byl vytvořen organizací AEC industry jakožto mnoho dalších technických specifikací. Koncepce je navržena na celý životní cyklus stavebních objektů od prvního návrhu po demolici

Jednotlivé třídy OMNICLASS [8]:

- Introduction - OmniClass Introduction
- Table 11 - Construction Entities by Function

- Table 12 - Construction Entities by Form
- Table 13 - Spaces by Function
- Table 14 - Spaces by Form
- Table 21 - Elements

(includes Designed Elements)

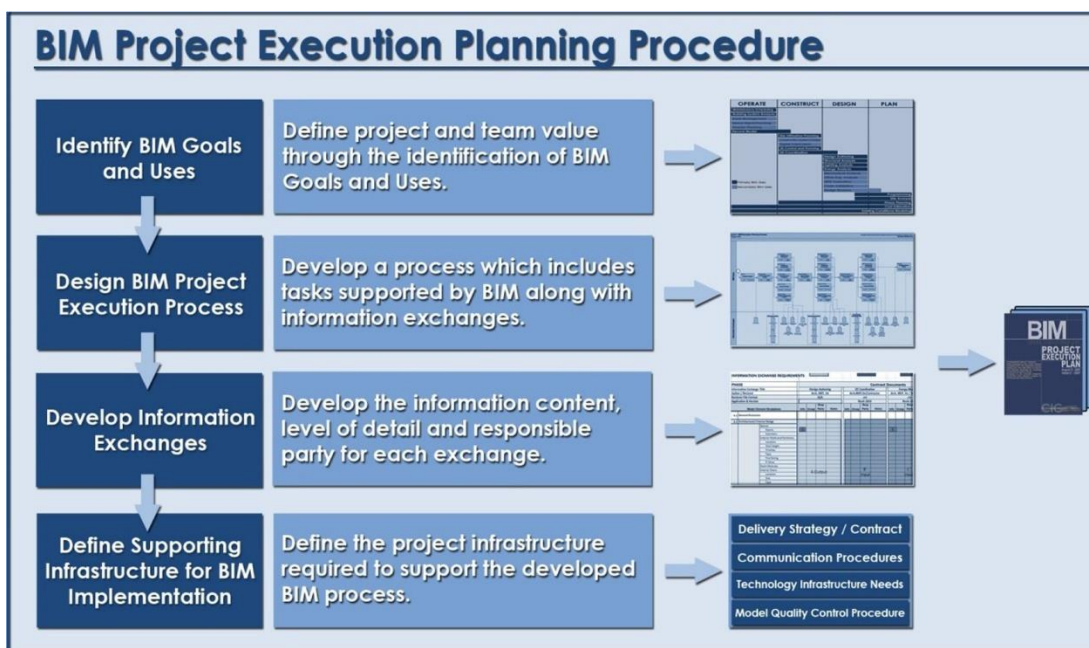
- Table 22 - Work Results
- Table 22 - Work Results
- Table 23 - Products
- Table 31 - Phases
- Table 32 - Services
- Table 33 - Disciplines
- Table 34 - Organizational
- Table 35 - Tools
- Table 36 - Information
- Table 41 - Materials
- Table 49 – Properties

2.6 BIM execution plan

BEP (BIM execution plan) je plán, který slouží k vysvětlení, jak mají být provedeny aspekty informačního modelování. Správně implementace BIMu do projektu dokáže poskytnout mnoho výhod. Správné naplánování přináší: zvýšení kvality návrhu díky cyklu efektivní analýzy; lepší zprůmyslnění díky předvídatelným podmínkám; zvýšení inovací používáním digitálních projekčních aplikací, zefektivnění výstavby jejím nasimulováním; a mnoho dalších. Na konci fáze realizace jsou výstupem z projektu cenné informace pro správu majetku a facility management. Kromě těchto přínosů však hro vlivem špatného nebo žádného plánování (což je mnohdy považováno za totéž) ke ztrátám jako je: zvýšení nákladů na projekční služby; zpoždění projektů kvůli chybějícím nebo chybně sdíleným informacím; malá nebo žádná přidaná hodnota. V této kapitole autor vychází především z dokumentu, který popisuje tvorbu BEP [9] jakožto obecného návodu. Dle svého uvážení metodiku u pravuje doplňuje o další informace.

Proto, aby bylo při implementaci dosaženo kýženého přínosu a úspěchu, je třeba podrobného plánování a provedení základních procesních změn pro celý

projektový tým. Vzhledem k tomu, že lze BIM implementovat na různých fázích projektu, je třeba při určování příslušné oblasti použití a potřebném LOD vzít v úvahu používanou technologii, uživatelskou úroveň a náklady na zavedení. Při zavádění by proto nemělo být rozhodováno, zda BIM obecně používat či vůbec. Na místo toho je třeba specifikovat oblasti zavedení a použití. Vypracování BEP se skládá ze čtyř kroků, jež zobrazuje graf níže.



Graf 2 – schéma vypracování BEP, zdroj [9]

2.6.1 Identifikace cílů a použití BIM

Prvním krokem v procesu vytváření BEP je jasné definování potenciálního přínosu BIMu pro celý projekt a projektový tým definováním cílů pro implementaci. Tyto cíle by měly být měřitelné, aby bylo možné měřit jejich výkonnost a progres během trvání projektu a samozřejmě k celkovému vyhodnocení na jeho konci. S každým dalším projektem s implementací BIM a rostoucími zkušenostmi, sledujeme, zda mají výkonnostní ukazatele rostoucí tendenci. Jedna kategorie cílů by měla sledovat charakteristiky projektu v obecné rovině, jako je například zkrácení doby projektu. Při stanovování cílů je účelné kromě jejich popisu stanovit jejich prioritu a potenciální oblast použití což nám usnadní provedení druhého kroku.

Během průzkumu Computer Integrated Construction Research Group z Pensylvánské univerzity, bylo na základě rozhovorů s experty z průmyslu, analyzováním implementačních studií a prozkoumání odborných článků identifikováno 25 oblastí použití. Tento výčet rozhodně není konečný a při

implementaci není nutné všechny tyto oblasti postihnout. Poskytuje však dobrý základ pro implementaci.

PLAN	DESIGN	CONSTRUCT	OPERATE
Existing Conditions Modeling			
Cost Estimation			
Phase Planning			
Programming			
Site Analysis			
Design Reviews			
Design Authoring			
Energy Analysis			
Structural Analysis			
Lighting Analysis			
Mechanical Analysis			
Other Eng. Analysis			
LEED Evaluation			
Code Validation			
3D Coordination			
Site Utilization Planning			
Construction System Design			
Digital Fabrication			
3D Control and Planning			
Record Model			
Maintenance Scheduling			
Building System Analysis			
Asset Management			
Space Mgmt/Tracking			
Disaster Planning			

Primary BIM Uses
 Secondary BIM Uses

Tabulka 1 – oblasti použití BIM: zdroj [9]

Po vytipování oblastí použití následuje jejich podrobnější specifikace.

Každý tabulární list oblasti potenciálního použití obsahuje:

- stručný popis
- potenciální přínos
- požadované zdroje
- požadované kompetence

Posledním úkonem fáze identifikace cílů a použití je potenciálních rozhodnutí které potenciální oblasti použití budou na projekt implementovány. Pro vyhodnocení slouží souhrnná tabulka, obsahující zodpovědné skupiny, ohodnocení přínosu pro ně a jejich schopností. Ukázka je tabulka níže.

2.6.2 Návrh provedení BIM procesů na projektu

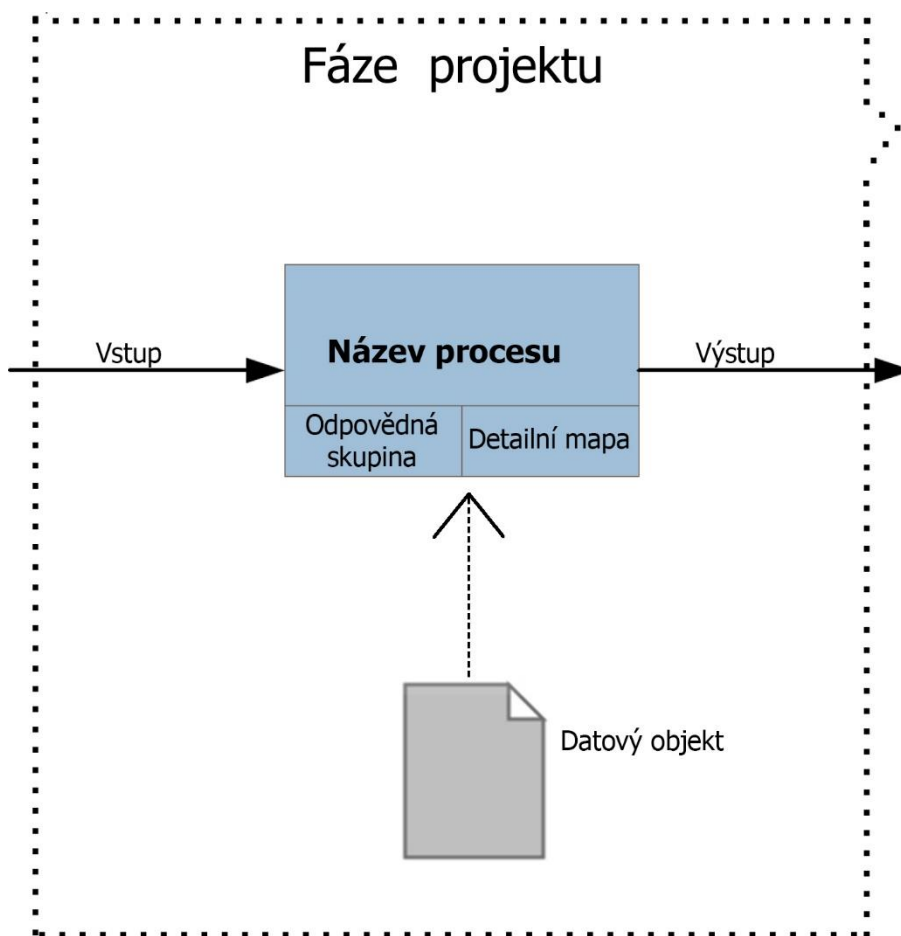
Po tom, co je pevně rozhodnuto o oblastech použití BIM, je nutné porozumět implementačnímu procesu jak pro každou oblast zvlášť, tak pro projekt v celkovém měřítku. Proto je třeba vytvořit procesní mapy, díky nimž každý účastník proces pochopí a bude si vědom své role v něm.

Rozeznáváme: souhrnnou BIM mapu

Souhrnná BIM mapa

Zobrazuje vztahy mezi oblastmi použití BIM, které budou implementovány na projekt. Dále tato mapa také ilustruje zevrubnou výměnu informací během životního cyklu projektu.

Při tvorbě se vychází ze souhrnné tabulky BIM použití z prvního kroku, kdy je každé použití reprezentováno procesem a umístěno do souhrnné BIM mapy.



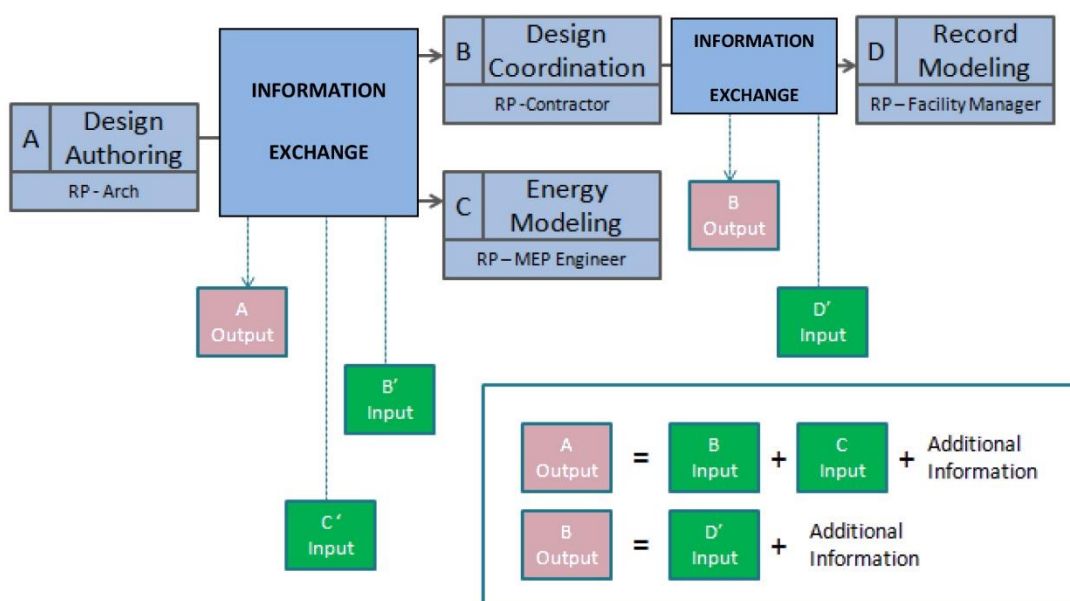
Graf 3 – náležitosti procesu v Souhrnné BIM mapě, zdroj autor s podklady [9]

Procesy se umísťují do sekvence tak, aby odpovídaly jednotlivým fázím. Pokud se během cyklu projektu některé z použití opakuje, opakuje se i jeho umístění v procesní mapě. Následuje přiřazení rolí odpovědnosti ke každému procesu. Při jejich identifikaci se opět vychází z předchozího kroku a kontroluje se, zda není třeba po umístění procesu do sekvence role pozměnit. Nakonec se v souhrnné mapě k procesům připojují hlavní informační toky, které mohou být interní nebo sdílené mezi jednotlivými rolemi, ty jsou zásadní. K modelování souhrnných BIM map se používá vývojových diagramů, nejlépe ve standardu BPMN, viz kapitola 2.7 BPMN.

Detailní procesní mapy použití BIM

Detailní procesní mapy se vytváří pro každé jednotlivé BIM použití (oblast použití) ze souhrnných BIM map. Obsahují role odpovědnosti, referenční informační obsah, výměnu informací (informační tok) a procesy umístěné do sekvencí. K jednotlivým procesům je možné přiřazovat zdroje. K modelování detailních procesních map se používá vývojových diagramů, nejlépe ve standardu BPMN, viz kapitola 2.7 BPMN.

2.6.3 Zpracování výměny informací



Graf 4 – ukázka informační procesní mapy: zdroj [9]

V tomto kroku je specifikován tok informací navržený v procesních mapách. Pro správné zdefinování této výměny informací je nutné, aby projektový tým porozuměl, jaké informace dodat pro každé BIM použití. Pro tento účel stačí strukturovaná tabulka například ve standardu COBie.

Tabulka by měla obsahovat:

- popis informací
- role odpovědnosti
- podrobnost informací (LOD)
- datový typ
- fázi projektu

Další nástrojem pro definování výměny informací jsou informační procesní mapy, zaměřené na procesy s datovým tokem. Vzhledem k tomu, že jsou informační toky

zaznamenány v detailních procesních mapách, lze při jejich správném zpracování informační procesní mapy vynechat. Ukázka procesní mapy je pak na grafu č. 4.

2.6.4 Určení infrastruktury

Posledním krokem v proceduře vypracování BEP je strukturování dokumentu do jednotlivých přehledných oddílů. Po dokončení plánu je účelné, sdílet jej na společném úložišti s rozhraním, které umožňuje nejen prohlížení ale i připomínkování, úpravy a centrální správu; např. 4projects.

Páteční struktura BEP je odvislá od typu projektu, obecně je tvořena těmito oddíly:

Shrnutí BEP

Základním předpokladem úspěšné implementace BIMu je pochopení jeho účelu vzniku všemi účastníky projektu. V této části by proto měl být zdůrazněn význam plánu, popsání mise projektového týmu, vize pro něj a ostatní souhrnné informace pro výkon plánu.

Informace o projektu

Obsahuje základní data o projektu, které většinou využívají všichni účastníci projektu. Rovněž slouží pro rychlé seznámení s projektem pro nové členy.

Šablona obsahu je následující:

- Investor
- Název projektu
- Umístění projektu a adresa
- Typ projektu/ dodávky
- Stručný popis projektu
- Číslo projektu
- Harmonogram/ fáze/ milníky
- Požadavky projektu
- Případně dodatečné informace jako projektový rozpočet, stav financování atd..

Kontakty na klíčové osoby

Zde by měly být kontakty alespoň na jednu osobu od každé ze zúčastněných stran zahrnující: investora, projekční tým, konsultanta (technický dozor), generálního

dodavatele, subdodavatele, výrobce, zásobovatele. Kontaktní údaje by měly být pro všechny dostupné na sdíleném úložišti.

Cíle a použití BIM na projektu

Zjišťování cílů a použití BIM bylo popsáno v prvním kroku. Pro rychlý přehled, kterých má být v projektu dosaženo cílů a pro jaké oblasti bude BIM použit se uvádí souhrnná tabulka pro vyhodnocení použití z prvního kroku a souhrn cílů.

Role odpovědnosti

Zde jsou uvedeny osoby v rámci řízení projektu a definovány jejich role odpovědnosti. Pro každé použití BIM se jasně deklaruje, kteří pracovníci které skupiny jej budou vykonávat, kolik jich je třeba k dokončení úkolu a odhadovaný počet hodin.

Plán BIM procesů

Tvorba a náležitosti procesních map, byly popsány ve druhém kroku.

Toky informací BIM

V tomto oddíle jsou definovány vztahy a náležitosti výměny informací, tak, jak je popsáno ve třetím kroku.

Požadavky na data pro FM

Většina projektů s implementací BIM počítá po dokončení s předáním dat pro FM viz kapitola 2.4. Pro definování formátu, struktury a obsahu těchto dat je určen tento oddíl. Přesné dospecifikování nastává většinou ve finální fázi realizace, kdy se tendruje dodavatel pro FM.

Procedura spolupráce

Protože je BIM metodologie především o spolupráci, je třeba definovat standard pro její hladký průběh. Při vytváření této strategie se zapracovávají způsoby komunikace, forma a četnost mítinků, prostředky elektronické komunikace.

Kontrola kvality

Stejně jako stavební práce nebo výkresovou dokumentaci, tak i BIM modely je nutné podrobit kontrolám, aby byla zajištěna kvalita pro všechny fáze projektu. Kontrola kvality výstupů z modelu při hlavních činnostech jako jsou koordinační schůzky, milníky, schvalování. Pro stanovení kvality má rozhodující slovo investor, nicméně je vhodné vycházet ze standardů jako je například CAD/BIM Technology Center: A/E/C CAD Standard.

Každý člen týmu by měl být zodpovědný za provádění kontrol kvalitu návrhu, vložených dat a vlastností modelu, jež vykonával. Ověření kontrol kvality je pak součástí BIM reportu. Při určování kontrol kvality by mělo být zvaženo provádění těchto kontrol:

- Visuální kontrola
- Kontrola kolizí
- Kontrola standardů
- Kontrola validace elementů

Podpůrná technologie

Zde jsou definovány požadavky na hardware, SW platformy a licence, síť, pracovní prostor, kihovny/rodiny.

Strukturování modelu

Obsahuje specifikace, jak je model členěn, aby jej bylo možné kontrolovat, připomínkovat a používat. Jedná se zejména požadavky na členění dle IFC a klasifikace elementů viz kapitoly 2.2 a 2.5.

Výstupy z modelu

Pro specifikování výstupů je zásadní, aby s investorem prodiskutoval, co od BIM modelu očekává a pro jaké účely zamýšlí model/ výstupy použít.

Kontrakt

Poslední oddíl se věnuje smluvním podmínkám, způsobu jakým se bude kontrakt dodávat a použitím jakých metod. V mnoha případech je při tvorbě PEB již rozhodnuto o typu kontraktu, pak je nutné tomu BIM implementaci přizpůsobit. Pokud má být o typu kontraktu způsobu teprve rozhodnuto, je vhodné posoudit. Pokud o způsobu dodání ještě nebylo rozhodnuto, je při jeho volbě třeba zvážit jaký

bude mít vliv na implementaci BIM do projektu. Obecně lze říci, že implementovat BIM lze do všech typů kontraktů, vhodnější jsou nicméně více integrované přístupy jako jsou IPD (Integrated project delivery) nebo Design and build.

2.6.5 Shrnutí

Stejně jako informační modelová tak i tvorba BEP je proces, který prochází vývojem. Proto vzniká postupně spoluprací projektového týmu. Začátky mohou být složité, avšak s každou další implementací a s každým dalším použitím rostou benefity spojené s užíváním BIMu.

Důvody pro zavedení BEP:

1. Všichni účastníci jsou si jednoznačně vědomi strategických cílů pro zavedení BIMu na projektu a jsou schopni je komunikovat.
2. Organizace si je vědoma své role a odpovědnosti při implementaci
3. Projektový tým je schopen navrhnout způsob provedení, které je vhodné jak pro postupy každého člena týmu, tak pro typické pracovní procesy organizaci.
4. Plán nastiňuje dodatečné zdroje, školení nebo jiné nezbytnosti, potřebné pro úspěšné zavedení BIM v rámci zamýšleného použití.
5. Plán slouží jako podklad popisující proces budoucím účastníkům, kteří se připojí k projektu.
6. Obchodní oddělení je schopno definovat smluvní závazky, aby bylo zajištěno, že všichni účastníci projektu splní své povinnosti.
7. Základní plán poskytuje cíl pro měření pokroku v průběhu celého projektu.

2.7 BPMN

Business Process Model and Notation [10] (BPMN) je soubor principů a pravidel, který slouží pro grafické znázorňování podnikových procesů pomocí procesních diagramů. Jinými slovy lze říci, že jde o standard pro modelování podnikových procesů. BPMN je v oblasti procesního modelování vyvíjen od roku 2005. Po několika verzích se od roku 2011 prosazuje verze BPMN 2.0. Díky rozvoji tohoto standardu vznikají peterny (vzory), na jejichž základě se řeší standardní situace, které mohou nastávat během procesního řízení.

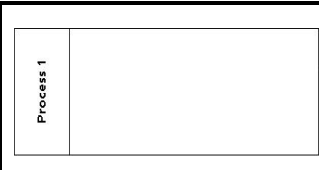
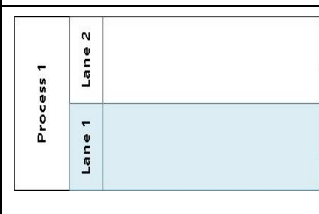
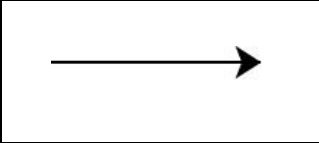

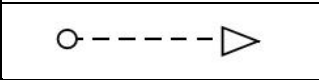




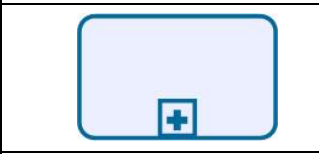

Základní informace o BPMN









BPMN je notací pro modelování podnikových procesů, která poskytuje grafické znázornění pro specifikaci podnikových procesů z procesního diagramu. Procesní diagram je založen na flowchart technologii, která je velmi podobná diagramu aktivit z Unified Modeling Language (UML). V praxi je tedy diagram tvořen tokem aktivit, které se dějí za určitých okolností a v určitém pořadí. V tomto toku mohou také být velmi stručně, avšak přehledně, zaneseny i různé vnější okolnosti, které nemusí být součástí daných podnikových procesů, ale přesto modelované podnikové procesy přímo ovlivňují. Oproti již zmíněnému diagramu aktivit z UML pak BPMN přináší o něco lepší a přehlednější záznam právě takových vnějších aktivit, které mají přímý vliv na podnikové procesy, včetně časové dimenze. Účelem BPMN je podpora procesního řízení, čehož mohou využít jak analytici, vývojáři tak vlastníci podnikových procesů. BPMN poskytuje notaci, která je jednoduchá a intuitivní pro vlastníky procesu, ale zároveň je schopna vyjádřit komplexitu daných procesů. BPMN v současné době podporuje plnou automatizaci procesů, tzv. workflow management.

Primární cílem BPMN je poskytovat standardizovaný zápis ve snadno srozumitelné podobě pro všechny zainteresované osoby v organizaci. Mezi tyto zainteresované osoby patří podnikoví analytici, kteří vytvářejí a zdokonalují podnikové procesy, dále techničtí vývojáři zodpovědní za jejich implementaci a podnikoví manažeři, kteří je monitorují a řídí. BPMN tedy slouží jako společný jazyk, který překonává komunikační propast mezi návrhy podnikových procesů a následnou implementací.

Vybrané programy zaměřené na modelování BPMN procesů:

- Visio
- Oracle Designer
- Power designer
- ARPO BPMN++ Modeler
- TIBCO Business Studio
- BizAgi Process Modeler
- Modelio
- Dia

	<p>Bazén je grafický kontejner, který odděluje různé části organizace. Bazén má jednu nebo více drah</p>
	<p>Dráha je pododdíl bazénu. Slouží ke kategorizaci aktivit či vymezení rolí odpovědnosti</p>
Spojovací objekty	
	<p>Sekvenční tok znázorňuje posloupnost procesních toků. Zdrojem a cílem je vždy aktivita, událost nebo brána. Sekvenční tok nesmí přesahovat hranice bazénu ani podprocesu.</p>
	<p>Asociace slouží k připojení artefaktů k tokovým objektům. Pokud má asociace orientaci označuje podle směru vstup nebo výsledek</p>
	<p>Tok zpráv slouží pro komunikaci v rámci dvou bazénů</p>
Artefakty	
	<p>Skupina slouží k seskupení různých aktivit, bez vlivu na samotný tok diagramu a mohou překračovat hranice bazénu.</p>
	<p>Anotace slouží k dodatečným popisům tokových objektů</p>
	<p>Datové objekty odkazují na data související s činnostmi. Datové objekty bývají rozlišeny na vstupní a výstupní</p>
	<p>Datové úložiště představuje sdílené datové úložiště.</p>
Tokové objekty	
<p>Aktivity</p>	<p>Představují činnosti uvnitř procesu</p>
	<p>Podproces obsahuje interní tokové objekty, které nemohou přesáhnout jeho hranice. Používá se pro skrytí tokových objektů přílišné podrobnosti pro danou úroveň zobrazení.</p>
	<p>Činnost představuje atomický úkon procesu v rámci zvoleného měřítka. Pro přehlednost se kromě obecné činnosti používají typy jako: činnost odesílání, činnost přijímání, manuální činnost atd. Rozmanitost typů činností záleží na používaném SW.</p>

Události	Představují děj, který má zásadní vliv na chod procesů. Počáteční, mezilehlé a konečné události mají podtypy na základě impulsu např.: obdržení zprávy, dignál, časový termín adt.
	Počáteční událost představuje spouštěč procesů
	Mezilehlá událost slouží k indikacím
	Konečná událost představuje ukončení aktivity či celého procesu
Brány	Brány umožňují větvení a slučování toků nebo procesů v závislosti na typu
	Exkluzivní (XOR) tok procesu se rozbíhá nebo sbíhá pouze jednou větví.
	Paralelní (AND) tok procesu se rozbíhá nebo sbíhá všemi větvemi.
	Inkluzivní (OR) tok procesu se rozbíhá nebo sbíhá jednou či více větvemi.
	Komplexní podmínky větvení nelze vyjádřit pomocí ostatních větvení.
	Založené na události má podtypy v podobě výše zmíněných bran s tím rozdílem, že přímo vyvolávají nějakou událost, jež je součástí procesu.

Tabulka 2 – přehled prvků BPMN a jejich vlastnosti: zdroj autor

3 Implementace BIMu

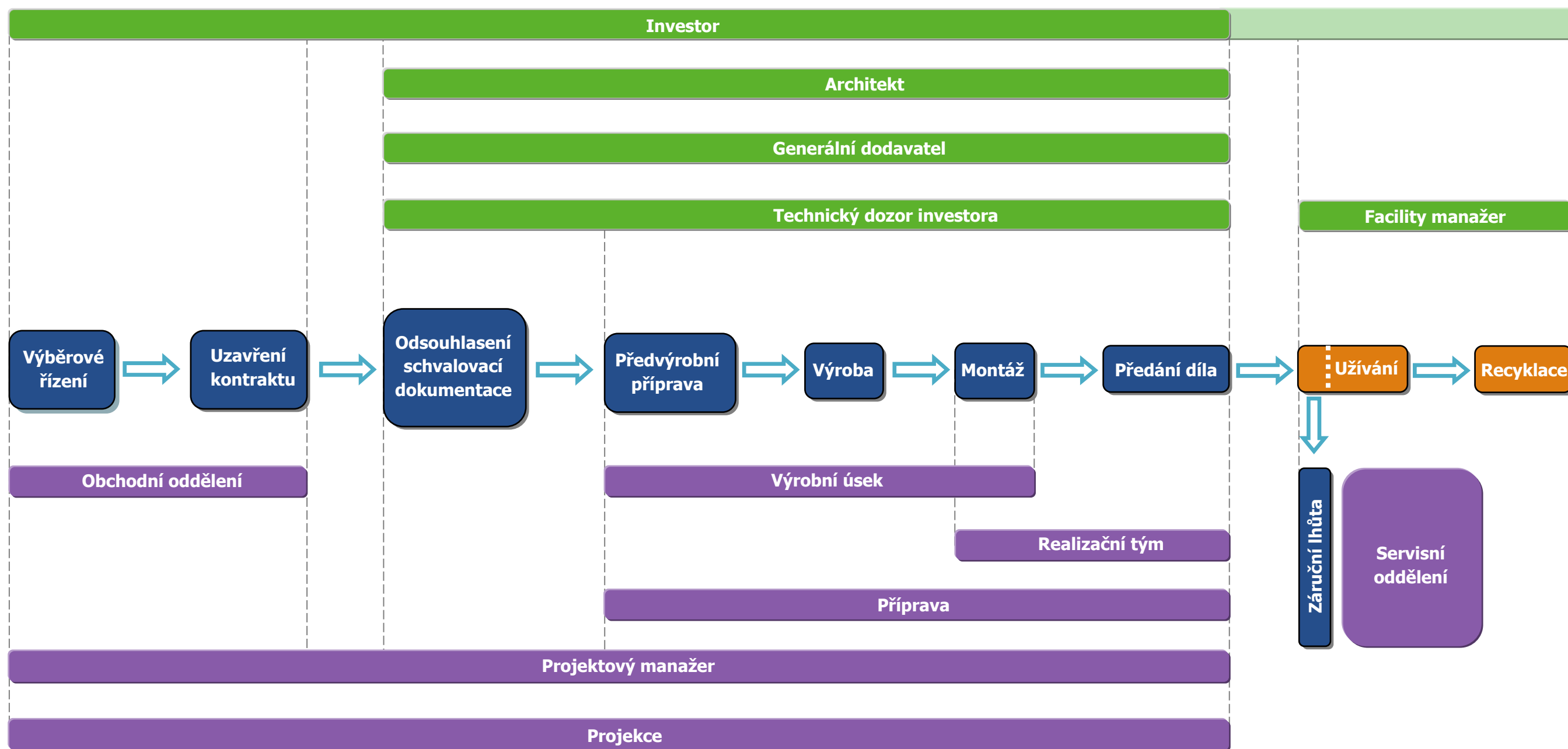
V následující kapitole autor využívá poznatky popsané z předchozích kapitol pro implementaci BIMu ve fiktivní firmě dodávající LOP. Autor vytvořil šablonu BEP, která je určena pro implementaci vybraných použití BIMu na dílčí projekty.

Okrajové podmínky pro implementaci:

- firma se zabývá dodávkou LOP nebo rekonstrukcí stávajících plášťů
- velikost firmy je střední 50-100 zaměstnanců
- dodávka zahrnuje návrh, výrobu, realizaci, servis
- firma má dlouhodobě kladný výsledek hospodaření
- firma má dostatek prostředků pro inovační investice
- firma má dostatek kvalifikovaných pracovníků

Aby bylo možné vypracovat BEP šablonu, bylo nutné určit, které procesy během projektu LOP probíhají. Pro tento účel autor nejprve vytvořil schéma průběhu typické zakázky LOP. Typickou zakázkou se zde rozumí dodávka LOP na objekty pozemních staveb: pro zdravotnictví a sociální péči, školské, pro kulturu, pro vědu, pro služby, pro bytové ubytování, administrativní, polyfunkční s výměrou nad 1000 m² což autor zvolil, protože tvoří většinu objemu produkce LOP. Na základě schématu dále detailněji specifikuje průběh projektu, pomocí zjišťovací procesní mapy. Na ni navazuje vypracování dílčích procesních map, což je součástí přílohy 1.

Schéma průběhu projektu LOP



Graf 5 – průběh projektu LOP s participujícími skupinami pro jednotlivé fáze: zdroj autor

3.1 Optimalizace kalkulace

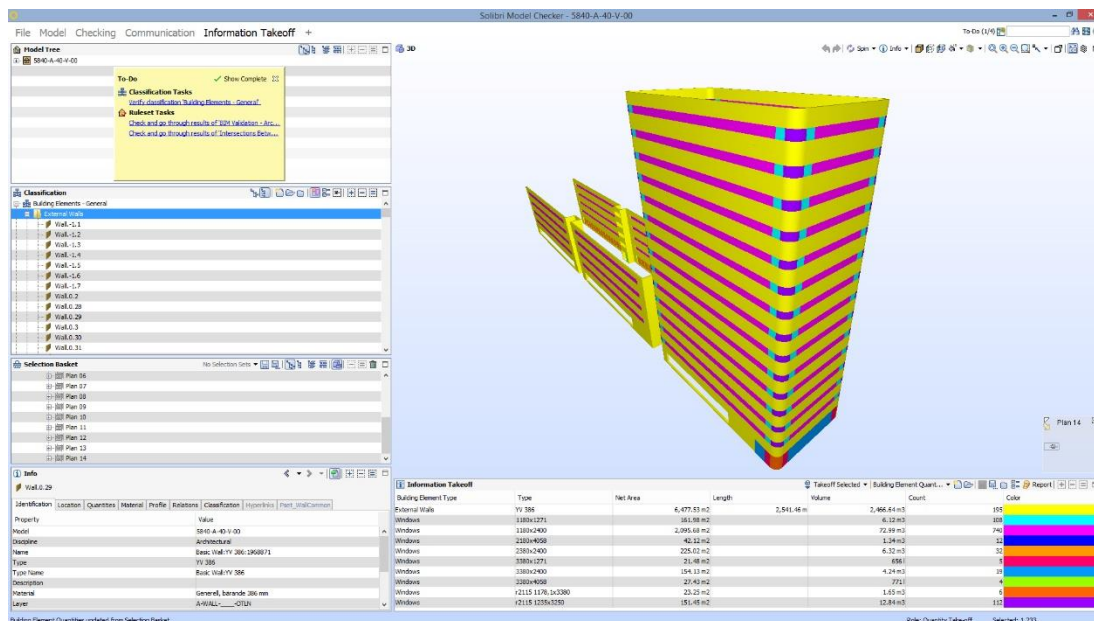
Ve fázi výběrového řízení, hraje zásadní roli naceňování zakázky, které rozhoduje (zejména pak v ČR), zda bude dodavatel projekt realizovat. To jak, bude nabídka provedena částečně i předznamenává, zda bude vůbec zakázka pro dodavatele zisková, v případě, že ji bude realizovat. V této kapitole autor analyzuje, jak lze do tohoto procesu implementovat BIM a jaké z toho plynou výhody, nevýhody a požadavky.

3.1.1 Hrubé výkazy výměr

Při naceňování zakázky klasickým způsobem je postup následující. Kalkulant si načte soubor, kde je dokumentace od zadavatele, ta může být různě strukturována a často obsahuje velké množství pro účely kalkulace nadbytečné dokumentace, přičemž zásadní dokumenty, tedy pohledy a půdorysy často bývají oddělené a spojeny s dalším množstvím nadbytečných výkresů ať už v PDF nebo DWG. To se citelně podepisuje na výpočetním výkonu hardwaru a zpomaluje celý proces. Nemluvě o tom že pro delší práci je lepší nepotřebné informace odfiltrvat a dokumenty uložit do oddělené složky aby s nimi bylo možné plynule pracovat. Dalším krokem je vytisknutí pohledů pro následné značení částí, které byly napočítány. Následuje rychlé seznámení s projektem, které je z 2D dokumentace složitější s tím, jak roste členitost a nepravidelnost objektu. Tato procedura zabere u standartního projektu cca 2 hodiny (zkušenost autora). Pokud máme k dispozici model, ať už v nativním formátu nebo IFC, postačí prohledat adresář heslem "BIM model" nebo "model" a během okamžiku otevíráme ten správný soubor. Seznámení s projektem, je díky geometrické 3D prezentaci objektu daleko snazší a základní představu pro započítání výkazu výměr, lze pohodlně získat během dvaceti minut. Pro základní výkaz výměr, který pak slouží pro podrobnou kalkulaci, jsou klíčové informace:

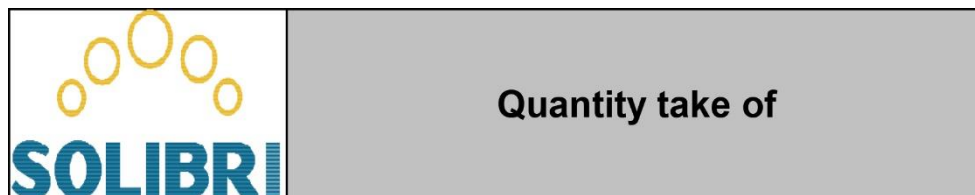
- plocha jednotlivých typů fasád (rastrová, modulová, rámová...)
- počet a plochy polí v závislosti na výplni (plná/ transparentní, dvojsklo/ trojsklo...)
- počet otvíravých prvků (dveře, okna)
- výměry nesystémových konstrukcí (atiky, obklady oplechování)

Pro účely výkazu výměr z BIM modelu autor použil program Solibri Model Checker. Prvním krokem je kontrola validity modelu a vizuální kontrola. Kontrola validity je prováděna automaticky dle přednastavených pravidel, které je možné editovat nebo vytvářet nová. Pro účely naceňování se kontroluje správné zařazení elementů do IFCtype, celistvost fasády, minimální a maximální rozměry prvků. Případné rozpory



Ilustrace 10 – ukázka selektování modelu pro výkazy: zdroj autor

se opatří anotacemi, které jsou přiřazeny ke konkrétním elementům. Při kontrole referenčního modelu, který je použit v této kapitole, bylo zjištěno chybné zařazení plných polí fasádních elementů do kategorie zeď.



Model Name	
User	Pavel Strnad
Organization	
Date	December 18, 2016

Building Element Type	Type	Net Area	Length	Volume	Count	Color
External Walls	YV 386	6477,53	2541,46	2466,64	195	Yellow
Windows	1180x1271	161,98		6,12	108	Cyan
Windows	1180x2400	2095,68		72,99	740	Magenta
Windows	2180x4058	42,12		1,34	12	Blue
Windows	2380x2400	225,02		6,32	32	Orange
Windows	3380x1271	21,48		0,656	5	Red
Windows	3380x2400	154,13		4,24	19	Cyan
Windows	3380x4058	27,43		0,771	4	Green
Windows	r2115 1178,1x3380	23,25		1,65	6	Orange
Windows	r2115 1235x3250	151,45		12,84	112	Magenta

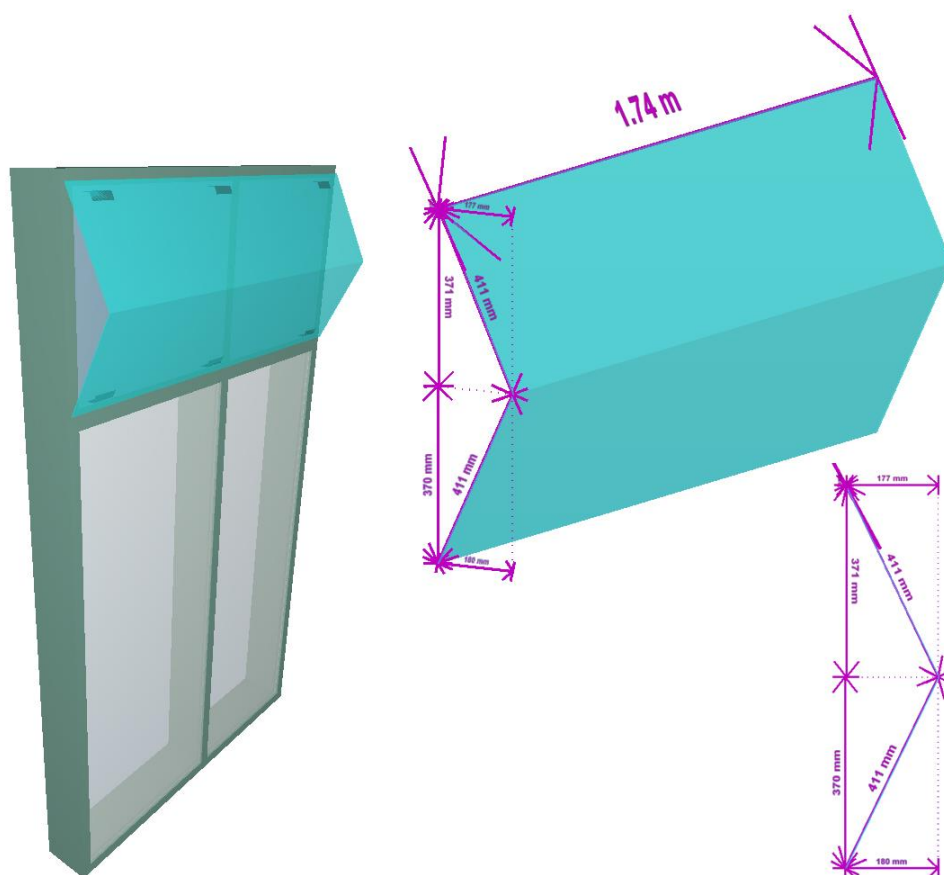
Tabulka 3 – výkaz výměř

Následuje vytvoření selekci pro následné QTO (quantity take of), tedy výkaz výměř.

Vytvoření selekce usnadňuje automatické členění modelu do stromové struktury, viz kapitola 2.2. Při vytváření selekce bereme v úvahu chybné zařazení plných polí, aby byly vykázány. Selekcce lze libovolně editovat a ukládat pro další práci, přičemž okamžitě vidíme, které prvky se v selekci nachází. Jakmile je selekcce hotová, spustí se příkaz pro vykázání a model je barevně rozčleněn na typy elementů, což lze opět editovat nebo vytvářet vlastní barevná schémata. Tuto selekci je opět účelné uložit, jako jasnou deklaraci na základě jakých dat byla kalkulace vytvořena. Následuje export výkazu do excelu. Jak lze vidět na tabulce č. 3, byly seskupeny stejné elementy a zůstalo zachováno barevné členění.

Tato procedura byla provedena během méně než 20 minut. Exportovaná data pak stačí doplnit do databáze používané pro kalkulaci. Při klasickém způsobu vykazování by to zkušenému kalkulantovi zabralo alespoň 5 hodin.

3.1.2 Podrobná klakulace

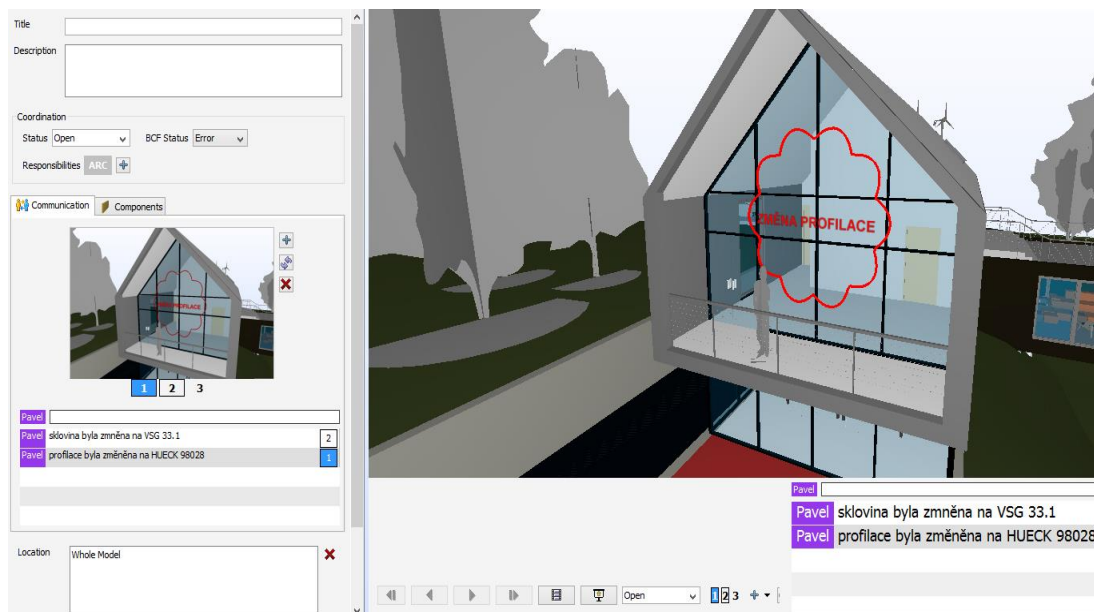


Ilustrace 11 – získávání dat pro podrobnou kalkulaci z BIM modelu: zdroj autor

Pokud je model fasády zpracován v LOD 300 a vyšším, lze jej použít i pro podrobnější kalkulaci. Velmi častým prvkem na fasádách jsou bondové obklady, které slouží pro členění fasády a tvoří estetický dojem, jak lze vidět na ilustraci č. 11. Dodavatel LOP tyto desky standardně poptává u specializovaných výrobců. Na celé fasádě se pak množství jednotlivých typů těchto desek v závislosti geometrii a povrchové úpravě pohybuje v řádu desítek. Z podkladů vzniklých konvenční cestou architektonického návrhu se při tom kalkulant většinou dozví, jak vypadá řez typickou deskou a je bohužel na něm, aby si z pohledů a řezů vytáhl všechny typy desek, zkusil je a napočítal. Nabízí se sice možnost delegovat tuto povinnost přímo na dodavatele desek, avšak tato volba skýtá mnohá úskalí. Jde zprvu o technické řešení, které je nutné reflektovat s výrobní realitou a popřípadě členění poupravit. Aby bylo ucelené, měl by jej určit jednoznačně dodavatel LOP. Dalším problémem delegování je, že ne každý dodavatel se bude zdržovat tím, aby vykazoval všechny desky, a když už, zabere mu to velké množství času, protože jej mimo jiné čeká probírání se a seznámení s podklady. Zde je vidět jak neefektivní je konvenční cesta návrhu, která přesouvá odpovědnost na nevhodné osoby. Pokud má kalkulant k dispozici BIM model dostatečné podrobnosti (zejména té geometrické), je situace zcela odlišná. Postup bude podobný jako při hrubých výkazech, kdy se provede selekce, která zobrazí pouze bondové desky a roztřídí je na jednotlivé typy. Po vizuální kontrole a selekce a jejím uložení opět dostáváme výkaz všech desek. Následuje zakótování jednotlivých desek, jak je vyobrazeno na ilustraci č. 11, kdy je možné vést konstrukcemi libovolné řezy. Systematický postup, kdy po vykázání desky, dojde k jejímu skrytí a následuje přesun na další, zaručuje, že nedojde k duplicitnímu vykázání či jejímu opomenutí. Benefity z provádění kalkulace BIM metodikou opět přináší úsporu času, výrazné snížení chybovosti dosažení vyšší přesnosti a umožňuje to kalkulantům poptat subdodavatele v dostatečném předstihu.

3.1.3 Připomínky a výměna informací

Další výhodou, kterou zde autor analyzuje (ne však poslední z celkového množství možností), je provádění notací přímo do modelu. Jak už bylo částečně zmíněno v předchozím, poskytnuté architektonické řešení je při determinaci technického řešení fasády modifikováno a usazeno do roviny, kdy splňuje veškeré požadavky na LOP, je ekonomické, pokud možno snadno proveditelné a výhodné pro dodavatele.



Ilustrace 12 – dialogové okno pro komunikaci: zdroj autor s využitím uživatelsky dostupným modelem společnosti Autodesk Inc.

S tím souvisí řada připomínek, které lze pro jejich lepší přehlednost a adresnost umísťovat přímo do modelu a zaslat zpět ke schválení či zapracování. Jednotlivé předměty pro řešení jsou reprezentovány slidy, které jsou asociovány svým umístěním v modelu a zainteresované osoby k nim mohou přidávat své připomínky. Pro efektivní workflow a výměnu informací, je pak model umístěn na cloudovém sdíleném úložišti. Samozřejmostí jsou pak automatické reporty této komunikace. Tento systém komunikace pak lze nadále aplikovat v dalších fázích projektu, nejen pomocí modelu ale i 2D výkresů. Zejména pak při procesu odsouhlasení schvalovací dokumentace.

3.1.4 Shrnutí

Při analýze možností využití BIMu v oblasti naceňování zakázek, autor dospěl k závěru, že metodika BIM ve všech zásadních ohledech předčí konvenční metody firmy a i s uvažováním nákladů na pořízení SW dojde k jejich celkovému snížení, podmínkou však je podklad ve formě validního modelu.

Souhrn kladů a záporů:

- + Přesnější kalkulace a výkazy
- + Úspora času a urychlení celého procesu
- + Hladký průběh a lepší spolupráce

- + Snížení nákladů firmy
- Nutnost validního modelu
- Nutnost zaškolení pracovníků pro nový SW

3.2 Rozšířená a virtuální realita

Během projektu lehkého obvodového pláště nastává několik milníků v podobě schvalování designu fasády jako celku i dílčích detailů. To nejzásadnější schvalování nastává po odsouhlasení schvalovací dokumentace, kdy je ze strany investora požadavek na vyzorkování fasády. To představuje pro dodavatele pláště za prvé náklady navíc na výrobu, protože vzorek se většinou na objekt nepoužije. Tyto náklady jsou navíc zvýšené v důsledku malého vyráběného objemu. Za druhé to pro dodavatele představuje zdržení celého procesu, zvláště pokud se vzorkování provádí v zahraničí. Jako alternativa se nabízí rozšířená či virtuální realita.

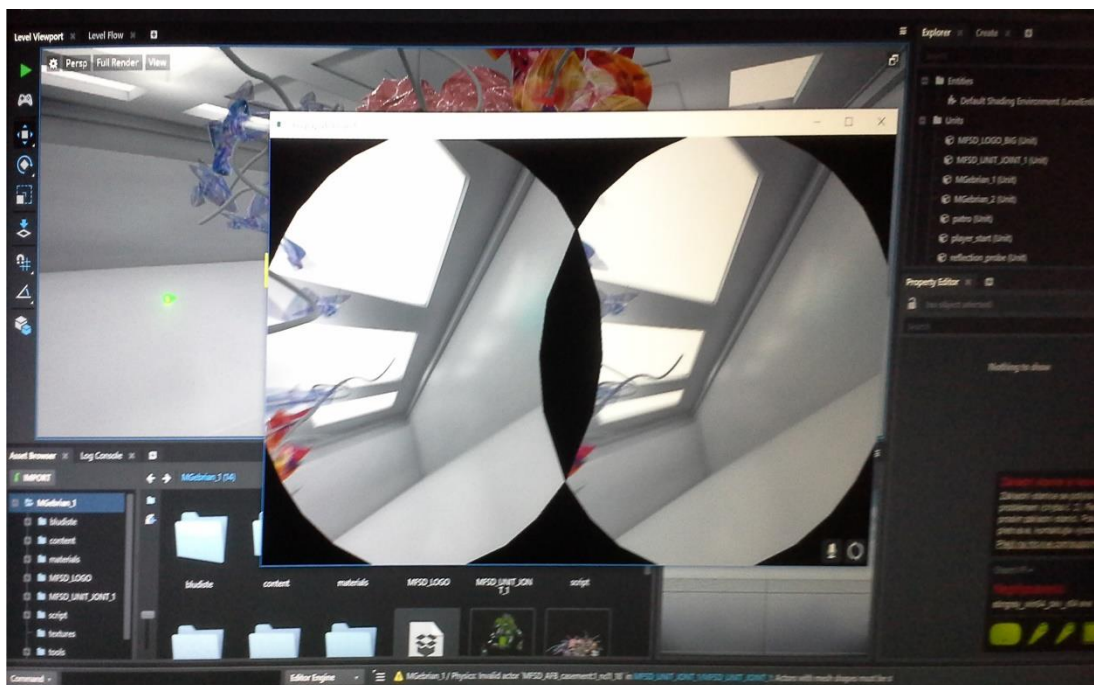
3.2.1 Virtuální realita



Dnešní BIM modelovací programy umožňují instalaci nadstaveb, pomocí nichž lze během pár kliknutí převést model z nativního programu do formátu, který podporuje prohlížeč aplikace pro virtuální brýle. V zásadě lze pro prezentování uplatnit dva přístupy. Pro tuzemské projekty je vhodné řešení, kdy má zařízení a technologii pro prezentaci dodavatel a na domluveném mítinku demonstruje investorovi a architektům model. Druhou možností je, že investor/architekt

Ilustrace 13 – ukázka prohlížení virtuálního modelu: zdroj autor se souhlasem Lukáše Romanczina

disponuje brýlemi a dodavatel poskytne model spolu s plovoucí licencií prohlížeč aplikace. Ten přístup je zvláště vhodný pokud dodavatele a investora od sebe dělí několik tisíc kilometrů. Aplikace pro virtuální prohlížení modelu stejně jako prohlížeče



Ilustrace 14 – prohlížení virtuálního modelu pohled uživatele brýlí: zdroj autor se souhlasem Lukáše Romanczina

BIM modelů umožňují k elementům přidávat notace a slouží tedy jako adresný nástroj ke klientským změnám. Další důvod použití v pozdějších fázích, je vzorkování konstrukcí v místech, kde vznikají rizika z hlediska BOZP viz kapitola 3.4. Jedná se například vzorkování na atikách kde rozí riziko pádu z výšky. Bez použití virtuální reality, by bylo nutné pro přístup investora nebo architekta zhotovit dočasnou

Náklady při virtuálním vzorkování	
Virtuální brýle s ovladači	26 000 Kč
Aplikace IrisVR Suite na 1 rok	57 600 Kč
Zaškolení (náklady na zaměstnance)	4 000 Kč
Příprava modelu (náklady na zaměstnance)	500 Kč
Náklady při manuálním vzorkování (ČR)	
Náklady na výrobu, dopravu a montáž	66825 Kč

Počet vzorkování	1	2	3	4
Virtuálně	88 100 Kč	88 600 Kč	89 100 Kč	89 600 Kč
Manuálně	66 825 Kč	133 650 Kč	200 475 Kč	267 300 Kč

Tabulka 4 – porovnání nákladů na vzorkování modulové fasády v ČR

konstrukci zábradlí nebo je proškolit na používání individuálního systému osobního jištění. Cena brýlí je odvislá od požadavků na kvalitu a uživatelské nástroje. Cena brýlí profesionálních spolu s interaktivními ovladači se pohybuje okolo 20 000 až 30 000 Kč. Brýle s využitím mobilního telefonu tzv. VR boxy začínají na jednotkách stovek a končí kolem částky 5 000 Kč. V tabulce č. 4 je zjednodušená kalkulace vzorkování modulové fasády, jež prezentuje návratnost použití této technologie.

3.2.2 Rozšířená realita

Rozšířená realita, čili reálný obraz doplněný o digitální objekty, se ve stavebnictví s použitím BIM metodiky začala poprvé objevovat při řízení strojů, zejména pro zemní práce. Protože se zde osvědčila a přinesla značné úspory, začala se rozšiřovat i do dalších oblastí. Protože je oblastí použití velmi mnoho a svým rozsahem představují samostatné téma, autor vybral v kontextu k projektu LOP a vyhodnocení BEP tři následující a stručně je vysvětluje. Vybrané oblasti pro uplatnění rozšířené reality následující:

- Vzorkování
- Model BOZP a technologie
- Facility management

Vzorkování

Navazuje na schvalování designu pomocí virtuální reality. Ve fázi výstavby umožňuje zasadit do rozpracovaného stavebního díla zasadit digitální konstrukce, jejichž design je třeba odsouhlasit. V praxi se konstrukční vymodelovaný prvek převede do formátu, jenž podporuje aplikace pro rozšířenou realitu (nejčastěji .stl) a nahraje se na cloudové úložiště. Následně na mítinku, kterého se účastní nejčastěji projektový manažer, architekt a investor probíhá vzorkování pomocí tabletu (popřípadě smartphonu), kdy se prvek, určený k odsouhlasení, umístí do kontextu s ostatními konstrukcemi. Umístění do kontextu lze buď ručně na tabletu bez nutné asociace modelu s rozpracovaným objektem. Při asociaci je třeba synchronizovat polohu uživatelem se zařízením ve vztahu k objektu.

Model BOZP a technologie montáže

Funguje na principu, který byl popsán u vzorkování s tím rozdílem, že je zde nutné synchronizovat polohu zařízení s rozšířenou realitou spolu s objektem a probíhajícími

pracemi. Rozšířená realita pak zobrazuje ohrožené prostory, kontrolovaná pásma, a další požadovaná bezpečnostní opatření viz kapitola 3.4. Ve vztahu k technologii montáže je jedním z možných použití montáž elementů modulové fasády za pomoci integrovaných čipů. Prostřednictvím GPS roveru lze synchronizovat montáž jednotlivých elementů a určit jejich výchozí i koncovou polohu, což se zobrazí na displeji strojníkovi ve zdvihacím prostředku.

Facility management



Princip používání je na základě synchronizace s objektem nebo použitím QR kódů. Hlavní přínos použití spočívá v tom, že lze poruchy a závady operativně řešit na místě. Pomocí modelu, který obsahuje, jak skladby konstrukcí a v nich umístěná zařízení, tak připojené informace o údržbě, řešení závad, kontaktní osoby atd, více v kapitole 3.5. Tento způsob představuje efektivnější přístup jak řešit správu objektu, namísto vyhledávání informací v nedatabázaných souborech, v horším případě ve skladu s papírovou dokumentací.

Ilustrace 15 – prohlížení trasy TZB pomocí rozšířené reality: zdroj [11]

3.2.3 Shrnutí

Virtuální a rozšířená realita zažívá v současné době velký boom v oblasti počítačových her a zábavy. Postupně proniká do strojírenství, které bylo oproti konzervativnímu stavebnictví mnohem více inovativní. K uplatnění má v této kapitole, jež je spíše cílena budoucí vývoj, proto nejbližší oblast vzorkování. Jejich patrná výhoda je, že dokáže značně vytěžit z modelu fasády a za malého dodatečného úsilí poskytnout značné úspory.

3.3 Optimalizace návrhu

V této kapitole se autor zabývá optimalizací návrhu především pro plánovací fázi výběrového řízení. Popsané principy nicméně platí na obecné úrovni pro veškeré fáze projektu. Protože je metodika BIM především o pečlivé přípravě a plánování je třeba si ujasnit před započítáním návrhu, jak bude s modelem nakládáno a podle toho určit jaká bude obsahovat metadata. Kvalitní příprava a vytvoření šablon zpočátku zabere nějaký čas, během procesu se však tento investovaný několikrát vrátí. Na úvod této kapitoly se autor proto zabývá základními atributy prvků.

3.3.1 Základní atributy

Jazyk

Tato oblast bývá u modelů, které vznikají v zemích nebo pro účely zemí, kde není úřední jazyk angličtina nesjednocená. Univerzální jazyk programování je angličtina a metodika BIM je de facto programování stavebního objektu. Z toho vychází mnoho atributů, které jsou automaticky generovány a ty budou vždy v angličtině. Jedná se zejména o IFC atributy. Protože zde autor vytváří model stavebního objektu, u kterého uvažuje, že bude navržen, realizován a užíván osobami, jejichž primární jazyk je čeština, musí tomu i přizpůsobit v jakém jazyce budou která data vytvářena a zaznamenána. Na základě této úvahy autor volí, že data pro běžné uživatele modelu jako jsou: název prvku, popis atd. budou v češtině a data pro osoby spravující model budou v angličtině např. ID prvku.

ID

Identifikace prvku ID (Identity document) je pro prvek to co pro člověka rodné číslo. ID prochází všemi fázemi projektu a většina operací s modelem by se bez něj neobešla. ID je atribut, který musí být jedinečný, protože představuje základní identifikátor prvku. Proto i když jsou v modelu dva prvky, jejichž geometrie i veškeré vlastnosti jsou identické, jejich ID musí být rozdílné. Pro generování ID autor zvolil alfanumerický kód anglické abecedy. Kód začíná dvěma znaky abecedy znamenající zkratku názvu prvku v angličtině, přičemž velký znak představuje počáteční znak ve slově a malý znak (pokud je název jednoslovný) představuje další znak v jednoslovném názvu. Následuje oddělovací podtržítka a končí pětimístným numerickým kódem, který je automaticky generovaný tak jak jsou prvky

modelovány daného typu (autor nepředpokládá více jak 99 999 prvků stejného typu). Označení elementu modulové fasády a byl vytvořen jako třetí v pořadí, bude tedy "**CW_00003**". Zkratka CW je zde od anglického curtain wall. Během celé životnosti by měl být sdílen a udržován dokument, který vysvětluje skladbu ID a názvy, které představují abecední znaky v něm.

Klasifikace

Další potřebným atributem je klasifikace prvku. Jak již bylo řečeno TSKP není v současné podobě pro BIM vhodný. Autor zvolil číselník Uniclass 2. Protože se jedná o mezinárodní číselník, atribut bude v angličtině. U elementu ze systémových profilů pak je kód "**Ss_25_10_20**".

Po specifikování těchto základních atributů prvků, které jsou součástí šablony, je možné zahájit modelování. Při tvorbě nových prvků a nových atributů, by však tvůrce měl mít vždy na paměti datovou architekturu

3.3.2 Proces návrhu

Lehký obvodový plášť, se od ostatních ryze stavařských procesů odlišuje tím, že v sobě nese mnoho znaků strojírenského průmyslu. Proto i jeho návrh bude specifický. Prvním vstupujícím kritériem způsob jakým se zakázka soutěží a realizuje. Nejrozšířenějšími dvěma přístupy jsou **Design-Build** a **Design-Bid-Build**

Design-Bid-Build

V ČR častěji používaná metoda, při jejímž použití, se dodavatel musí držet již vypracované dokumentace. Při výběru dodavatele je hlavním kritériem cena. Výhodou je zkrácení výběrového řízení. Pro investora je výhodou větší kontrola nad projektem.

Design-Build

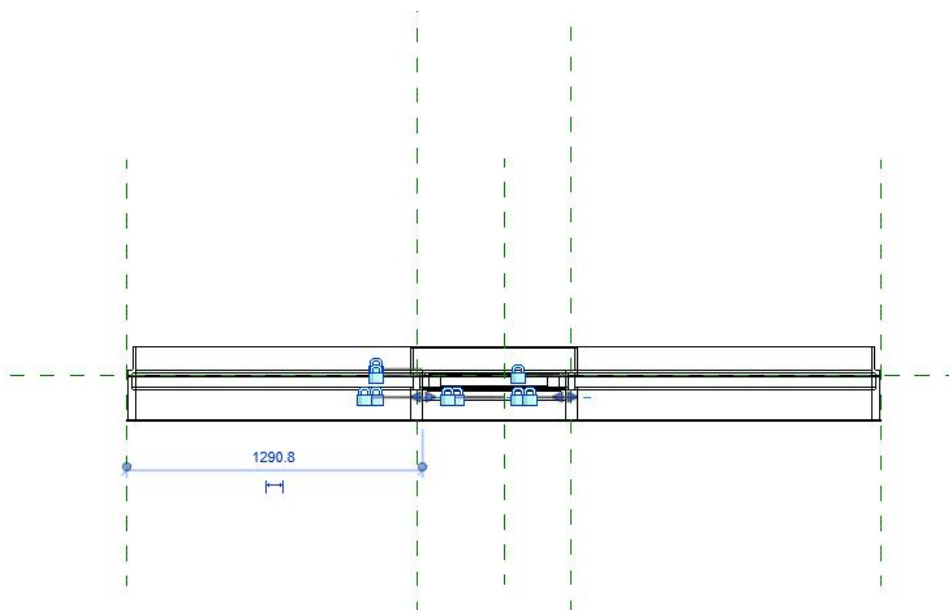
U zakázek zadávaných metodou Design-Build investor tendruje dodavatele, který se vytvoří projektovou dokumentaci, realizuje stavební dílo a následně jej předá tak, aby splňovalo stanovené požadavky. Tento zadavatelský systém, vyšší nároky na odbornost a profesionální přístup investora kvůli zpracování zadávací dokumentace. Hlavní výhodou systému je jeho otevřenost, dává tedy velký prostor na invenci dodavatele a umožňuje mu zvolit jím preferované řešení. Zároveň je však spjata

s nutností vyšší úrovně spolupráce a užší komunikací. Tato metoda je v ČR méně rozšířená, pro metodiku BIM je však vhodná.

Protože systém Design-Bid-Build neposkytuje prostor pro návrh dodavatelem, bude dále popsán návrh pro zadavatelský systém Design-Build

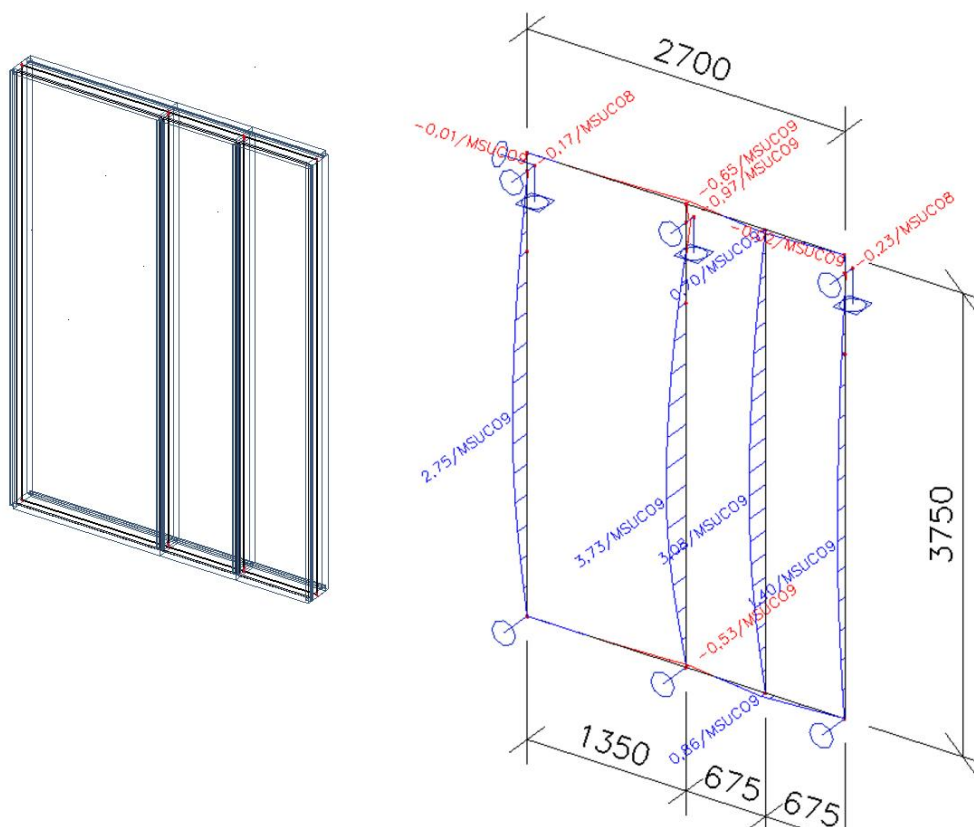
Při návrhu LOP jsou klíčovými oblastmi volba systému, profilace a zaklení. Pro tuto volbu se vychází ze zkušeností z minulosti porovnáním s již realizovaným objektem a jeho navrženým technickým řešením. Dále se berou v potaz místní zkušenosti. Budovy s LOP většinou nebývají v zástavbě typově osamoceně, a proto je možné porovnat design již použitých systémů a vliv místního prostředí.

Pro účely výběrového řízení, se zpravidla zpracovávají pouze výseky typů fasád. V rámci metodiky BIM autor zvolil postup založený na vysoké kompatibilitě SW určeného pro návrh a vyžadující užší spolupráci specialistů, kteří se ho účastní. Po zvolení systému a profilace, začíná první modelování výseků. Po spuštění modelovacího SW následuje načtení šablony, která je standardizovaná pro firemní prostředí. Poté se vytváří model výseků, který slouží pro první posouzení statických a tepelně technických požadavků, proto obsahuje jen hlavní konstrukční prvky, nezbytné pro toto posouzení, jejichž LOD je zaměřené na geometrii a materiálovou charakteristiku. K tomuto účelu je vhodné použít parametrizované knihovní prvky či rodiny, které modelování urychlí a umožňují snadné provádění změn.



Ilustrace 16 – parametrizovaný element modulové fasády: zdroj autor se souhlasem Petra čermáka

Parametrizace spočívá v tom, že změně jednoho geometrického atributu se přizpůsobí ostatní. Stejně tak lze snadno měnit profilaci, kdy se po vykreslení referenčních čar tyčových prvků jedním kliknutím změní průřez sloupků či příčníků. Pokud je k dispozici architektonický model, jak je popsán v kapitole 2.1, lze z něj vycházet při vynášení fasády.



Ilustrace 17 – ukázka importovaného modelu do Scia Engineer a následný výpočtový model: zdroj autor se souhlasem Roberta Šulmana

Během vytváření modelu se již nastaví profilace a materiálové charakteristiky, které jsou při následném posuzování převzaty. Po dokončení modelu následuje export do IFC, s použitím převodníku pro SW, v němž se provede statické posouzení. Při statickém posuzování se načte model, jak vyobrazuje ilustrace č. 17, došlo k automatické klasifikaci na prutové a plošné prvky (rámové profily, panely a skleněné tabule) a vytvoření uzlů, které reprezentují spoje. Pro statické posouzení, musí pouze statik vložit do modelu podpory, nadefinovat zatížení, zatěžovací stavy a jejich kombinace, zde lze opět použít předpřipravené šablony, odpadá tak proces kdy musí statik výseky znovu modelovat pouze pro účely posouzení. Pro tepelně technické posouzení se většinou uvažuje dvourozměrné vedení tepla a postačí

export 2D geometrie. V případech kdy je třeba prostorový model, specialista na stavební fyziku ocení, předpřipravený model. Editace základního návrhu a posouzení se opakuje, dokud konstrukce nevyhoví. Jakmile je rozhodnuto o návrhu, dopracuje se model výseků na geometrickou úroveň LOD 350 a domodelují se komponenty fasády jako žaluzie, kotvy atd. Zpřesněný model, lze následně použít pro přesné vykázání profilů, sklovin, izolace plechů a dalších komponentů. Podobně, jak bylo popsáno v kapitole 3.1, nastavíme pravidla pro vykázání a po exportu postačí komponenty vynásobit počtem výskytu výseku. Kótování, popisy, dílčí podrobnosti a detaily potřebné pro klasickou dokumentaci se realizují ve 2D. To je možné buď v nativním SW kde byly výseky vymodelovány, nebo je možné lze exportovat 2D pohledy, půdorysy a řezy ve formátu DWG. Z praktického hlediska je vhodnější druhá metoda, neboť BIM projekční tým bude méně početný a bude disponovat méně licencemi než 2D projektanti, jejichž SW je levnější. Navíc simultánně se vznikem klasické dokumentace se zpracovává vizualizace a model technologie a BOZP (více v kapitole 3.4). Vizualizace lze zpracovat, jak v nativním modelovacím SW, tak v jiném programu, do kterého se model exportuje. Činnosti spojené s vizualizací se týkají především nastavení scény a jejího nasvícení a dále přiřazení textur k jednotlivým povrchům modelu a nastavení jejich vlastností jako je transparentnost, lesk odraz světla atd. Většinu času pak zabere samotné renderování (vykreslování) modelu, jehož výstupy jsou v dnešní době fotorealistické. Výstupy z vizualizace mohou být screeny, videa nebo prohlížeč soubor, ve kterém se lze rozhlížet nebo dokonce modelem procházet. Do budoucna se nabízí i možnost použití virtuální reality, jež byla popsána v kapitole 3.2.

3.3.3 Shrnutí

Pokud dnes dodavatel LOP usiluje o získání lukrativní zakázky, rozhodně se to neobejde bez vizualizace a tedy bez modelu. Je tedy promarněná šance pokud, je vytvářen bez využití dalších jeho použití, mezi které patří:

- snadné změny počátečního návrhu pomocí parametrizovaných prvků
- lepší kooperace mezi projektantem, statikem a specialistou na stavební fyziku, urychlení posouzení
- poloautomatické výkazy pro zpřesnění kalkulace
- slouží jako podklad pro další použití

3.4 Model technologie montáže a řešení BOZP

Nedílnou součástí odeslané nabídky je i zamýšlené řešení technologie montáže v souladu se zajištěním BOZP. To může být interpretováno konvenčně textovým popisem, doplněným o 2D schémata anebo výstupy z modelu. Ty poskytují lepší představu toho, jak bude montáž probíhat a co vše bude vyžadovat. Zvláště pak osoby, jež nejsou odborníky daného tématu, upřednostní vizualizace či animace doplněné již jen krátkým komentářem.

V této kapitole se autor věnuje optimalizaci návrhu řešení technologie montáže a zajištění BOZP ve fázi plánování během výběrového řízení. Způsob jakým je tato problematika vyřešena významně promlouvá do cenové nabídky a zvolené řešení se pak i ve většině případů uplatňuje, pokud dojde k realizaci. Tvorba modelu se řídí procesními mapami z přílohy 1. Možnosti toho, jak lze tyto dvě oblasti implementovat, budou demonstrovány na modelu výškové budovy, vytvořené autorem.

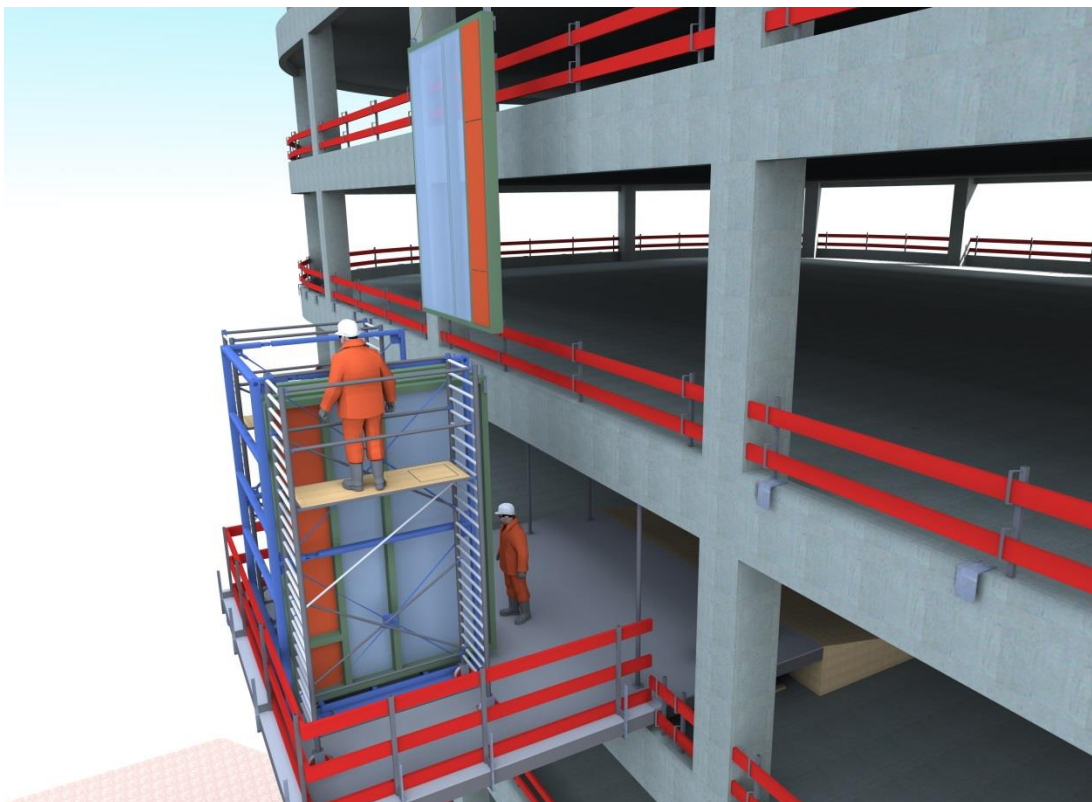
3.4.1 Model technologie

Cílem vytvoření modelu technologie montáže v plánovací fázi, je ověření, zda lze realizovat postup montáže, tak jak byl navržen projektovým manažerem v předběžném stavebně technologickém projektu, popřípadě přímo slouží pro technologický návrh. Řeší se především využitelnost zdvihacích prostředků, dodržení harmonogramu a ekonomičnost návrhu. Pro tyto účely bude v této kapitole použit model výškového 23. podlažního objektu s modulovou fasádou. Při modelování autor vychází z těchto podmínek:

- fasádu tvoří velké a malé elementy, malé elementy š. 1,35 m jsou osazeny v segmentu budovy, velké elementy š. 2,75 m jsou v rovných podélných částech
- jednotlivé elementy modulové fasády jsou přepravovány v boxech, přičemž maximální hmotnost boxu je 6t
- dodavatel bude využívat dva stacionární jeřáby, které nejsou součástí dodávky
- vykládání boxů bude prováděno stacionárními jeřáby, stejně jako nakládka prázdných boxů
- montáž širokých elementů bude prováděna dvěma stacionárními jeřáby
- montáž úzkých elementů bude prováděna spider jeřábem z podlaží

- v rámci harmonogramu je uvažovaná montáž 90 elementů týdně, přičemž je uvažováno 6 pracovních dní
- vzhledem k souběhu prací s ostatními dodavateli, nelze využívat jeřáby výhradně dodavatelem LOP
- uprostřed jádra budovy budou dva osobo-nákladní výtahy o nosnosti 2000 kg

Podkladem pro prvotní návrh je půdorys typického podlaží a řez objektem. Obojí je zobrazeno na výkrese č. 1. Prvním krokem, je zvolení způsobu montáže. Ze zadání vyplývá, že jsou pro montáž k dispozici stacionární jeřáby, nicméně z důvodu zdvihacích operací ostatních dodavatelů, nelze postavit montáž pouze na nich. Další úskalí spočívá ve výšce objektu, osazovat každý element z boxu ze země ve vyšších patrech značně prodlužuje dobu montáže a vyžadovalo by to nepřetržitě disponovat stacionárními jeřáby. Běžně by se tento problém vyřešil montáží pomocí railingu, jeho montáž a přemísťování by z důvodu zaobleného tvaru objektu bylo nákladné a zdlouhavé. Proto bylo zvoleno řešení pomocí vykonzolovaných plošin je vyobrazeno na ilustraci č. 18



Ilustrace 18 – vykonzolovaná plošina: zdroj autor

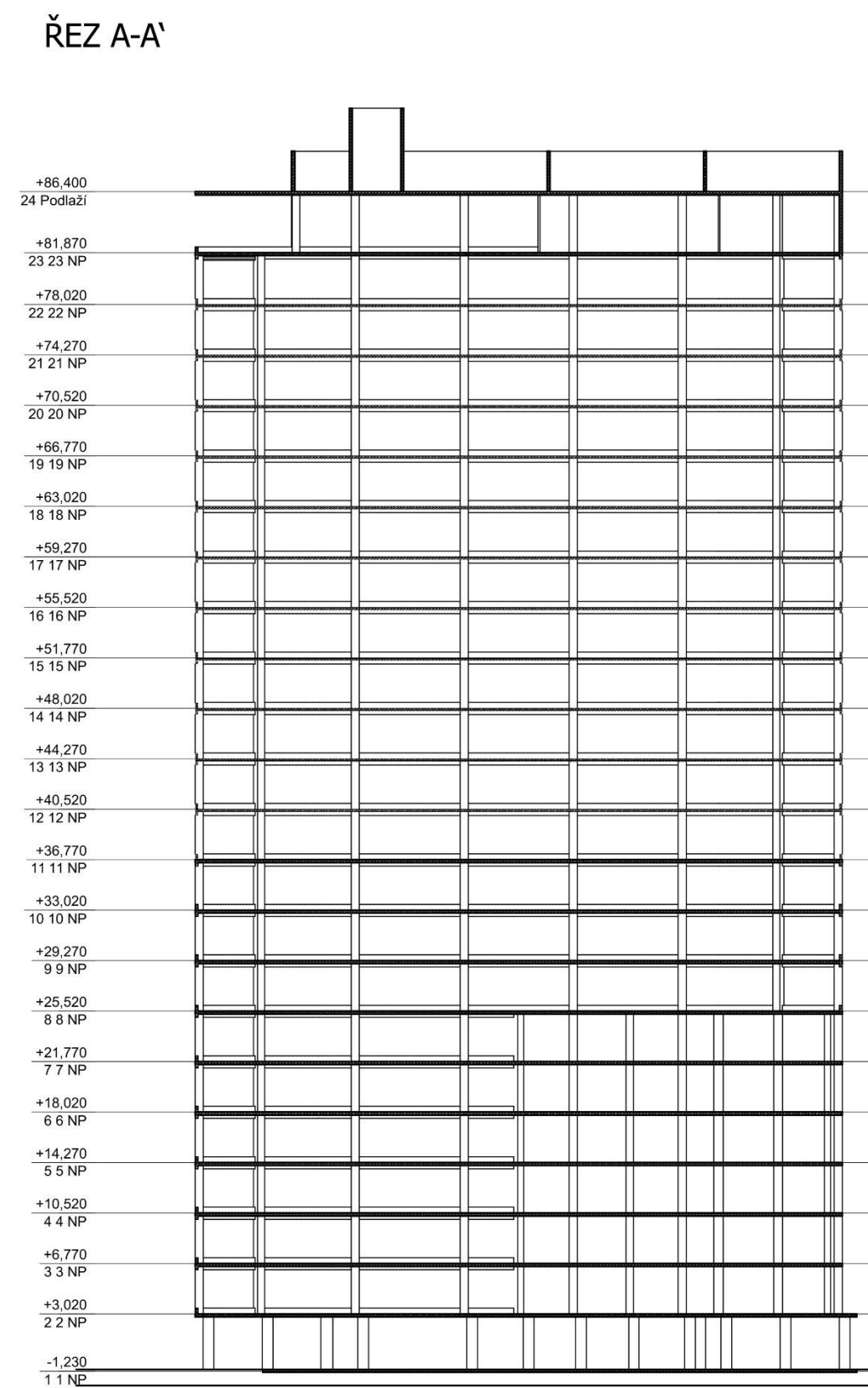
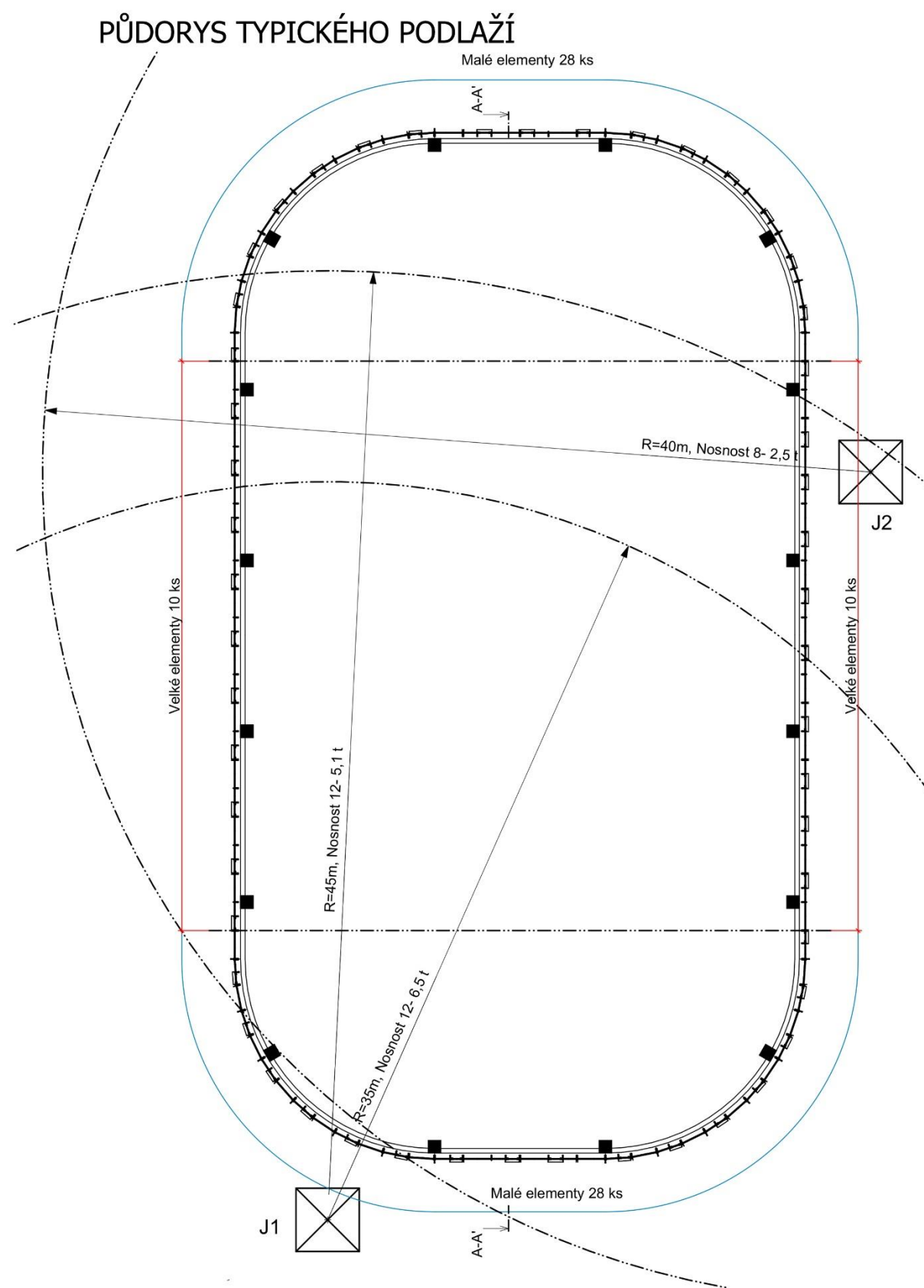


Schéma č. 1 – schématický půdorys a řez objektem pro návrh technologie montáže: zdroj autor

Podstata tohoto řešení spočívá v tom, že po umístění boxu do vyššího podlaží zkrátí dopravní vzdálenost jednotlivých elementů, kterých se do boxu vejde až 6, namísto toho aby byl každý jednotlivě zdvihán. Postup operace je pak následující:

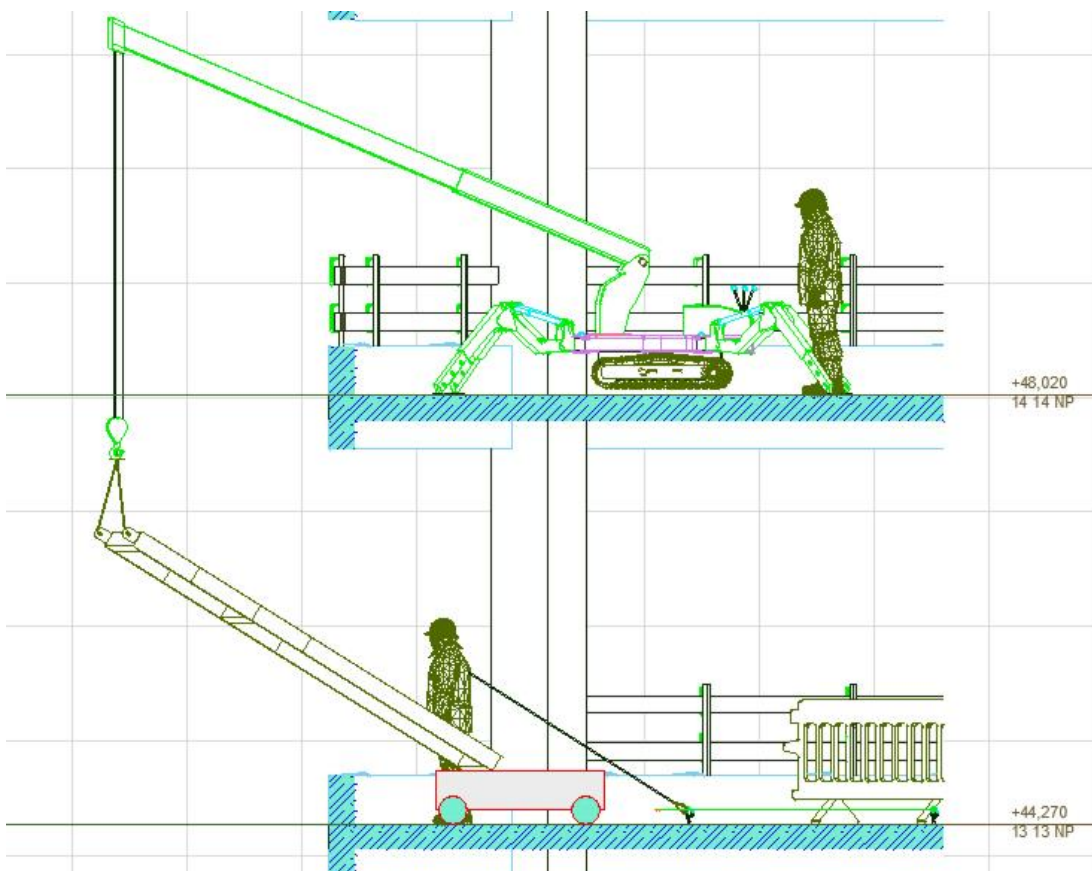
- v úrovni parteru, dva pracovníci za použití mobilního lešení uvážou box a dají pokyn ke zdvihnutí
- za komunikace přes vysílačky je dopraven k plošině, kde již čekají další dva vazači a přesně již box navedou na plošinu
- k boxu pracovníci přisunou a zajistí mobilní lešení
- z lešení je z boxu sundán za pomoci jeřábu ochranný rám, který fixuje elementy v boxu
- následuje letmá montáž elementů z plošiny, jak je vyobrazeno na ilustraci č. 18



Ilustrace 19 – montáž velkého elementu stacionárním jeřábem: zdroj autor

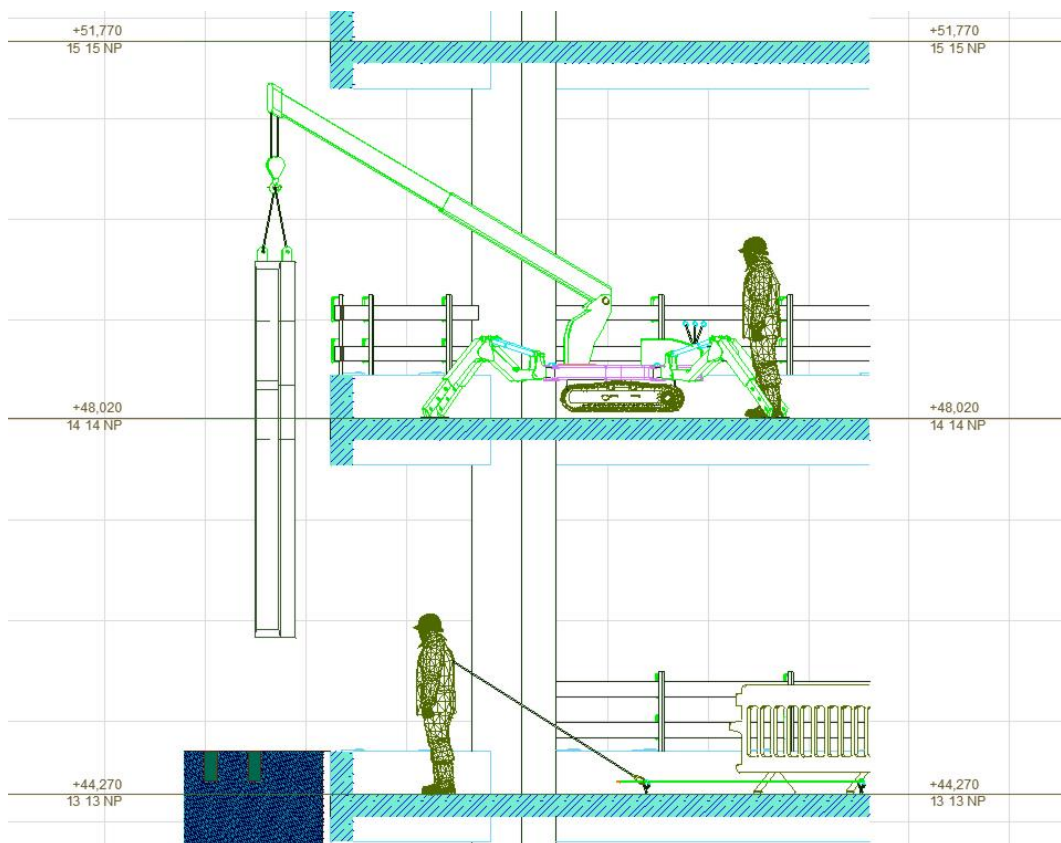
Díky modelu si celou situaci lépe představit a odladit případné kolize. Umístěním všech potřebných vymodelovaných prvků s uvážením manipulačního prostoru a navrhnout tak potřebné rozměry platformy. Abychom zjistili, jak bude plošina namáhána, přiřadíme prvkům atribut hmotnosti a pomocí automatického výkazu ihned zjistíme nasčítané plošné zatížení. Následně lze vyexportovat jednoduché schéma dodavateli systému.

Tímto jsme vyřešili montáž velkých elementů. Na řadě jsou elementy malé. Jak lze vidět na výkresu č. 1, počet malých elementů je téměř trojnásobný oproti velkým. Pokud vezmeme v úvahu jejich menší rozměr a z toho vyplývající snadnější manipulaci a nižší hmotnost, nabízí se možnost montáže zevnitř objektu. Řešením je použití mikro spider jeřábu. Tyto jeřáby vynikají vysokou mobilitou a skladnými rozměry. Jak bylo uvedeno v zadání, v objektu se nachází osobo-nákladní výtahy s nosností 2000 kg, tudíž je bude možné přesouvat mezi patry výtahem. Tato montáž by navíc nebyla závislá na stacionárních jeřábech. Pro tyto účely autor vymodeloval konkrétní typ toho jeřábu, následně geometricky v prostoru ověřil, že je tato montáž možná, jak lze vidět na ilustracích č. 20 a 21, přeprava malých elementů v rámci podlaží probíhá pomocí vozíků. Při jejich montáži se dotlačí blízko k okraji stropní desky, následně se uváže a plynule je element vytažen z podlaží. Poté je spuštěn níže na příslušné podlaží, kde je osazen. Při řešení této úlohy se také stanoví potřebný manipulační prostor u okraje, v rámci tohoto prostoru je pak řešeno dočasné kotvení pracovníků proti pádu z výšky, viz následující kapitola.

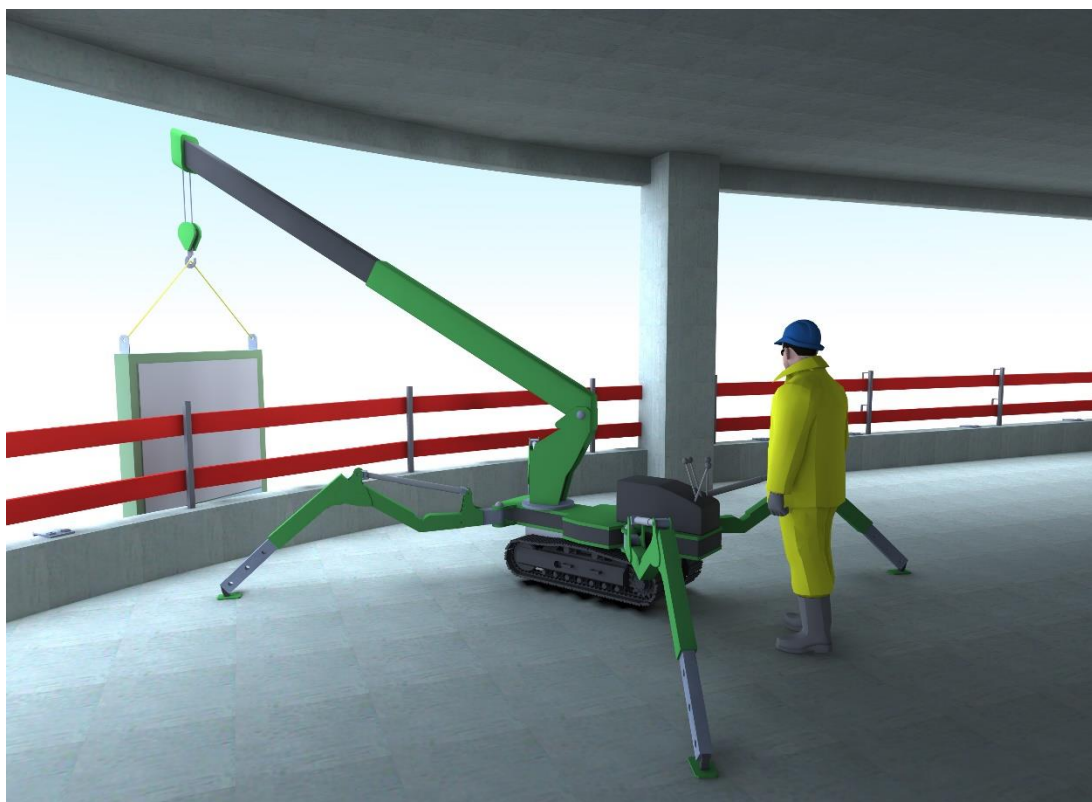


Ilustrace 20 – vytažení elementu z podlaží: zdroj autor

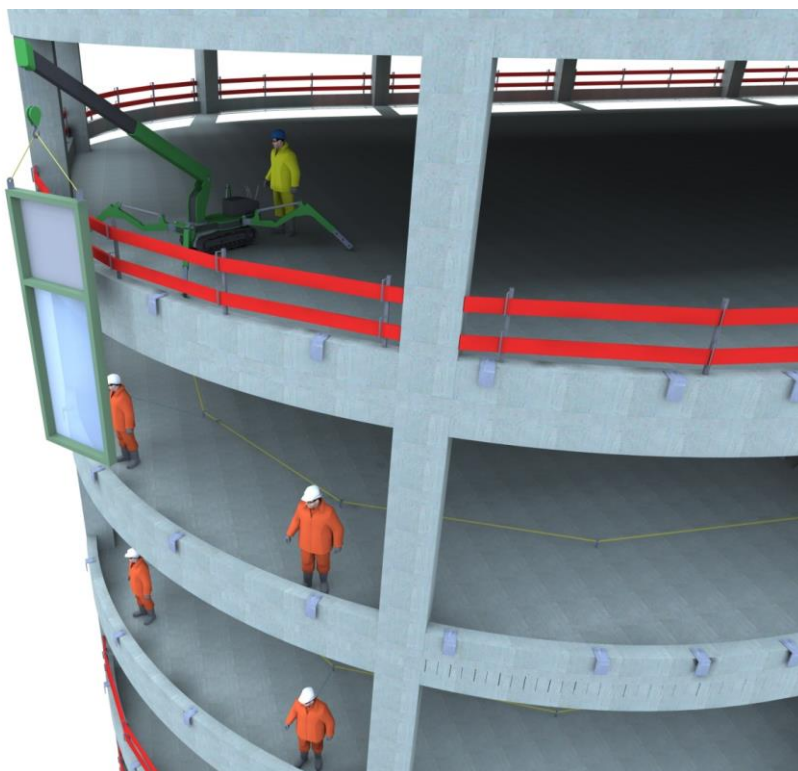
Pohled na to, jak vypadá manipulace s elementem ve 3D je pak z podlaží s rozpatkovaným spider jeřábem je pak na ilustraci č. 22 a z venku na ilustraci č. 23.



Ilustrace 21 – spuštění elementu: zdroj autor

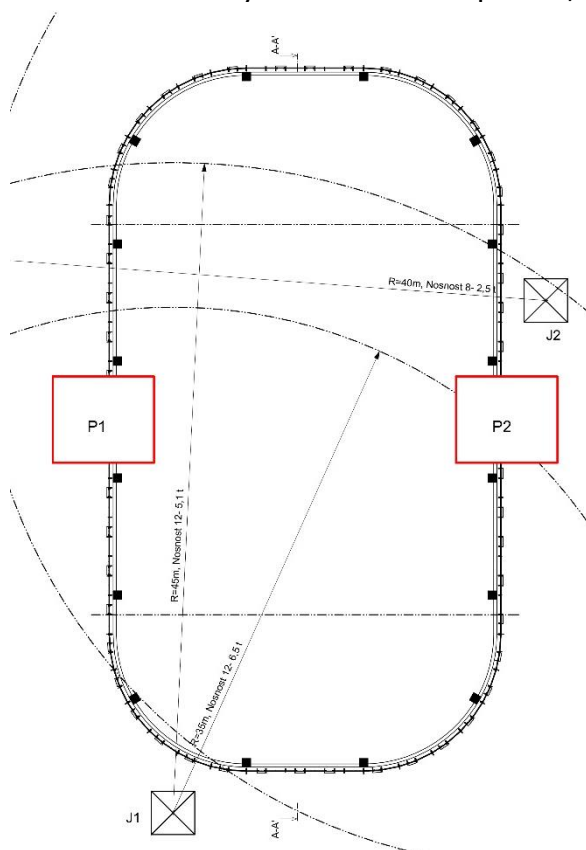


Ilustrace 22 – pohled z podlaží na montáž spider jeřábem: zdroj autor



Ilustrace 23 – pohled na celou montážní skupinu při montáži spider jeřábem: zdroj autor

Naskladňování malých elementů na podlaží, probíhá obdobně jako u velkých s tím

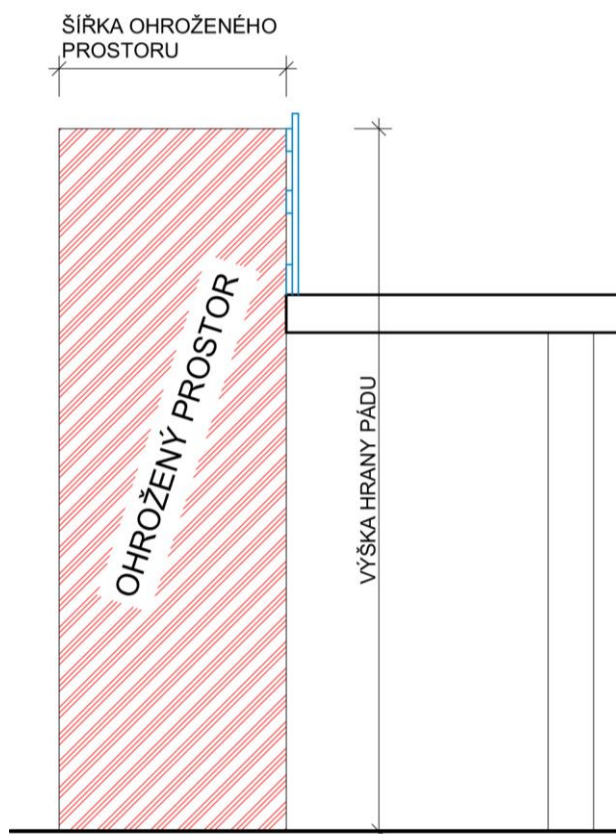


rozdílem, že po umístění menšího boxu s malými elementy na platformu stacionárním jeřábem, je spider jeřábem z boxu přemístěn naležato na vozík a převezen po podlaží. Po vyřešení montáže obou typů elementů zbývá vyřešit, na kterých podlažích budou plošiny umístěny, v rámci návrhu a urychlení montáže autor uvažuje 2 plošiny na stanovených podlažích. To je opět řešeno geometricky v modelu, kdy je vzdálenost dána délkou lan spider jeřábu. Půdorysně pak vycházíme z nosnosti stacionárních jeřábů. Autor navrhnul umístit plošiny na 15. a 19. NP. Půdorysné umístění je pak na schématu č. 2.

Schéma č. 2 – umístění plošin v rámci podlaží: zdroj autor

3.4.2 Model BOZP

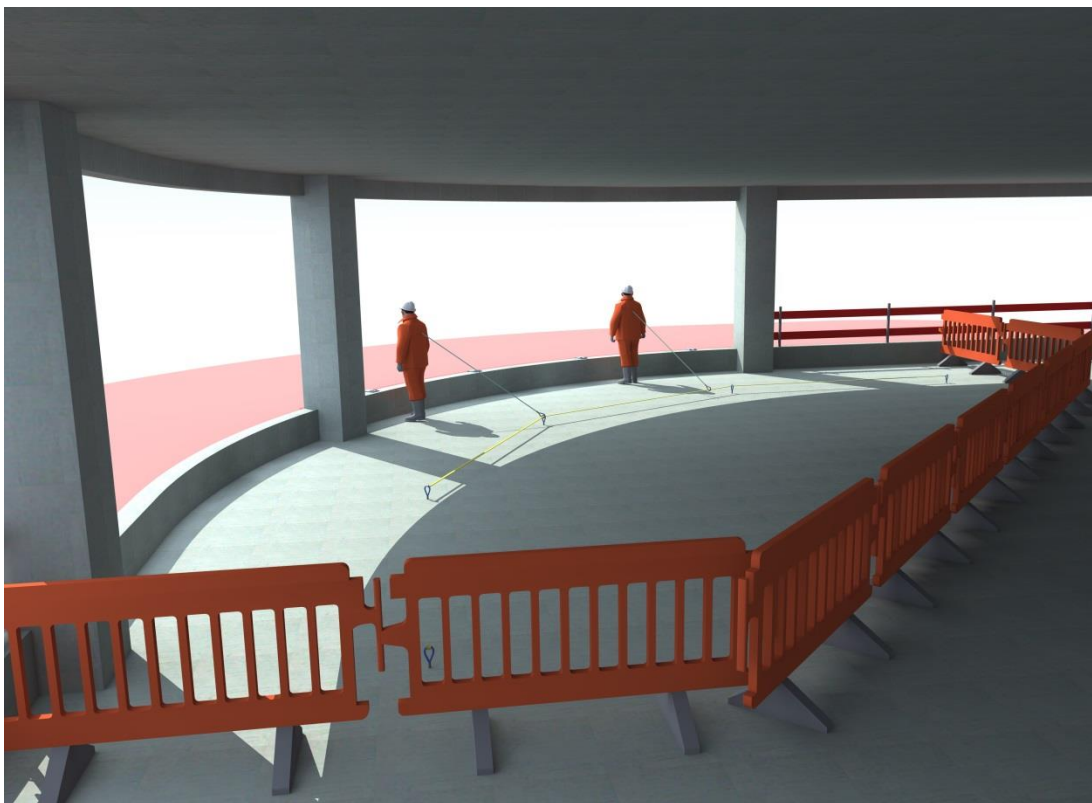
V rámci realizace LOP, pracovníci provádějí dva typy nejrizikovějších prací. Jedná se o práci ve výškách a nad volnou hloubkou a dále o manipulaci s břemeny. Tyto dva druhy prací představují více než polovinu příčin úmrtí na stavbách a proto je nelze brát na lehkou váhu. Řešení BOZP (bezpečnost a ochrana zdraví při práci) v rámci této kapitoly, navazuje na technologické řešení, do kterého dále domodelují bezpečnostní prvky. Jedná se zejména o ohrožený prostor, jejichž definice je podle NV č. 362/2005 Sb. jako prostory, nad kterými se pracuje, a v nichž vzhledem k povaze práce hrozí riziko pádu osob nebo předmětů. Šířka ohroženého prostoru se vytyčuje od paty svislice, která prochází vnější hranou volného okraje pracoviště ve výšce. Ukázka ohroženého prostoru je na ilustraci č. 24. Kromě ohrožených prostorů jsou součástí modelu BOZP, tzv. kontrolovaná pásma a BOZP atributy, jež lze



přidávat ke knihovním prvkům. Ty poslouží zejména v dalších fázích projektu, kdy lze BOZP BIM modely simulovat výstavbu a reálně pomocí nich na stavbě řídit bezpečnost. Ve fázi výběrového řízení, je hlavním cílem vyřešit vzorové situace, které při realizaci nastanou a prezentovat je zadavateli. Pomocí výstupů z modelu si snáze uvědomí, jaké budou při realizaci LOP kladeny požadavky na organizace staveniště a jeho vybavení.

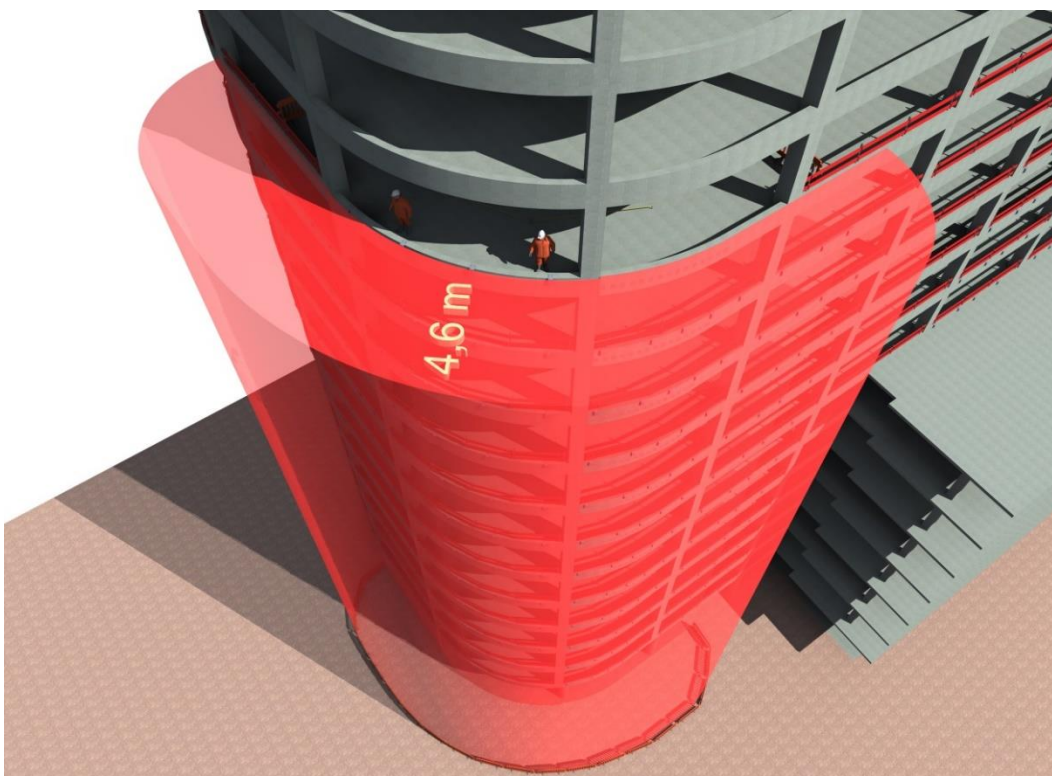
Ilustrace 24: grafické znázornění ohroženého prostoru: zdroj autor

Prvním situace kdy je třeba vyřešit bezpečnost, je montáž kotev, na které se následně zavěsí jednotlivé elementy modulové fasády. Při provádění těchto prací, pracovníci používají prostředky individuálního ochranného jistění proti pádu. Protože v tomto případě není možné natáhnout slackline (smyčku) mezi vnitřními sloupy,



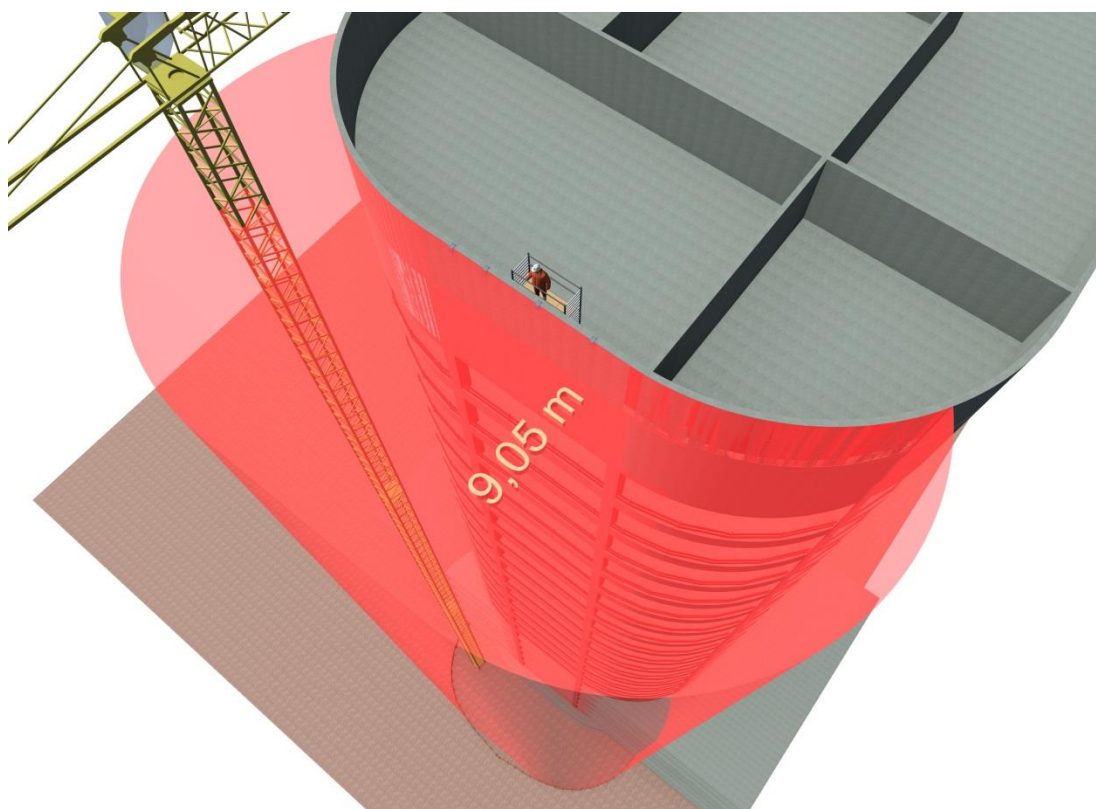
Ilustrace 25 zabezpečení bezpečnosti při montáži kotev: zdroj autor

keré zde nejsou, využívá se pro ukotvení pracovníků dočasných průmyslových kotev



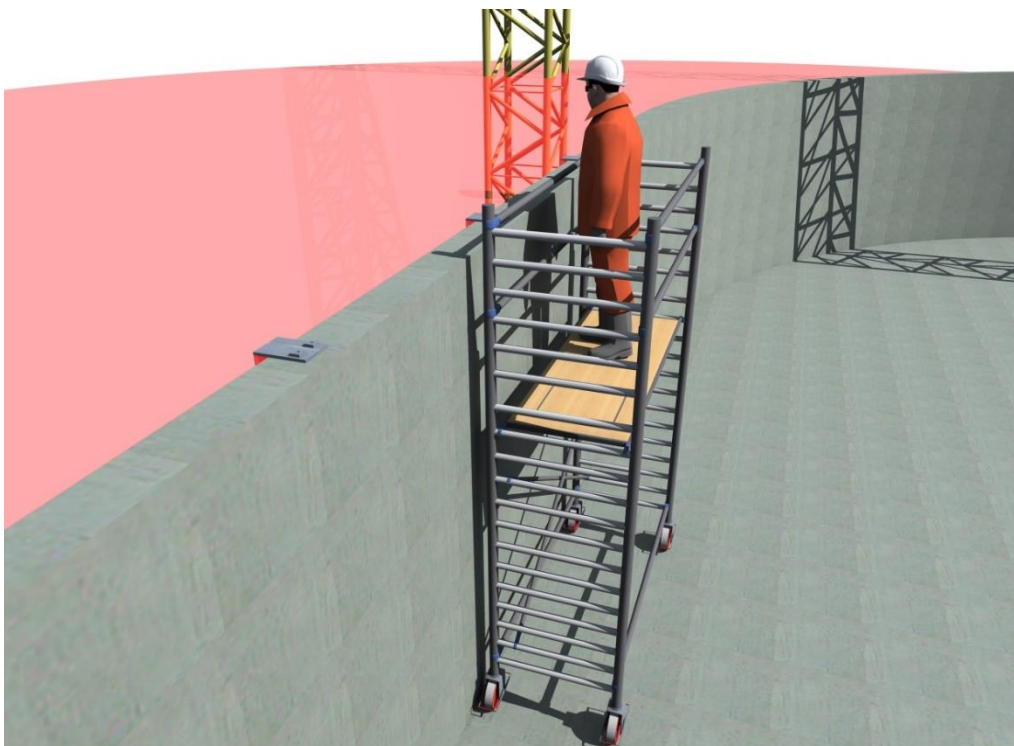
Ilustrace 26: zábor pro montáž kotvení na 13. NP: zdroj autor

s opětovným použitím. Vzhledem k tomu, že cena jedné kotvy se pohybuje okolo 2300, - a počet cyklů použití je omezený, promlouvá tato skutečnost do ceny montáže a odrazí se následně v cenové nabídce. Aby do prostoru montáže na patře nevstupovaly neoprávněné osoby, je proveden zábor pomocí mobilních zábran tak, aby byly splněny požadavky stanovené vyhláškou. Na ilustraci č. 26, je pak pohled na celou montáž z venku. Jak lze pozorovat, již při montážních pracích na 13. nadzemním podlaží vzniká ohrožený prostor v šířce 4,6 m, který nezanedbatelně ovlivňuje staveniště. Plocha pod montáží musí být ohrazena a pokud by zde zrovna byl jeden ze vstupů do objektu, je třeba ostatní pracovníky informovat o omezeních která v průběhu dne vzniknou.



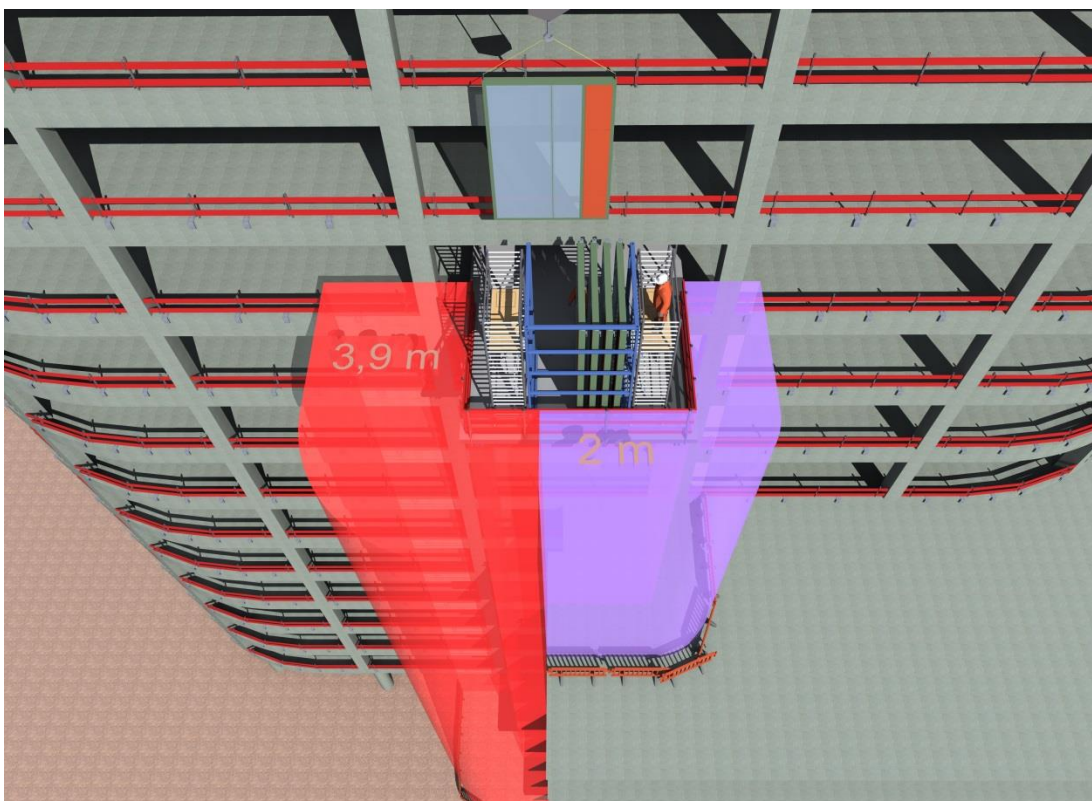
Ilustrace 27: zábor pro montáž kotvení na 24. NP : zdroj autor

Obdobná situace, avšak s ještě větším dopadem vzniká při kotvení na nejvyšším podlaží, kdy následný zábor zabere téměř celý jižní segment budovy. Pro montáž těchto kotev, navíc pracovník potřebuje mobilní lešení na ilustraci níže je pak ukázka, jak jej lze vymodelovat



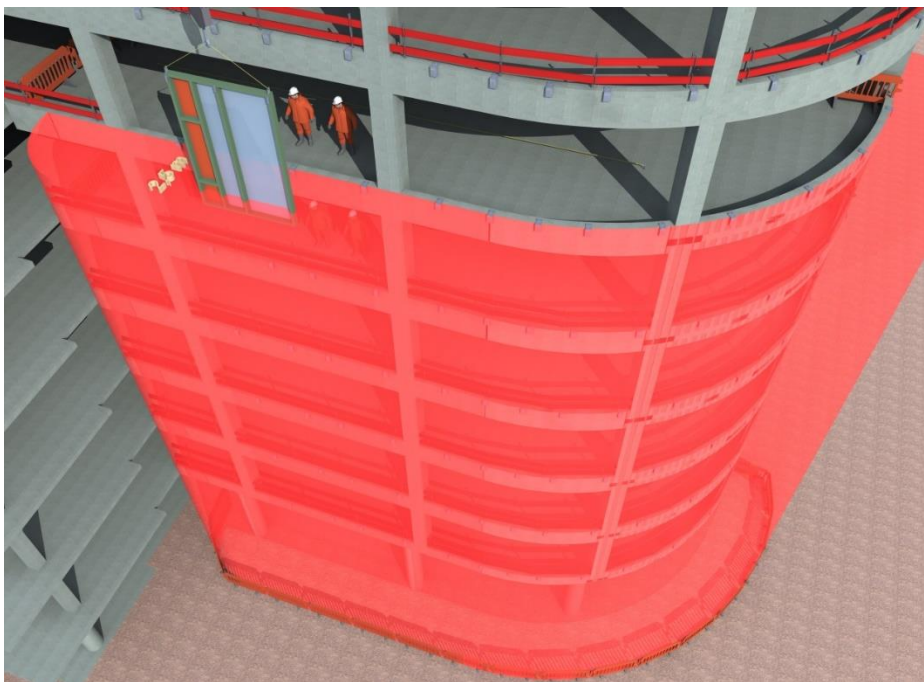
Ilustrace 28: montáž kotvení na 24. NP za pomoci mobilního lešení: zdroj autor

Na další ukázce je montáž elementů z pracovní plošiny, jež byla navržena v kapitole týkající se montáže. Vztah ohroženého prostoru k výšce je zde dobře čitelný v odskoku šířky prostoru v místě, kde se mění dopadová plocha. Vzhledem

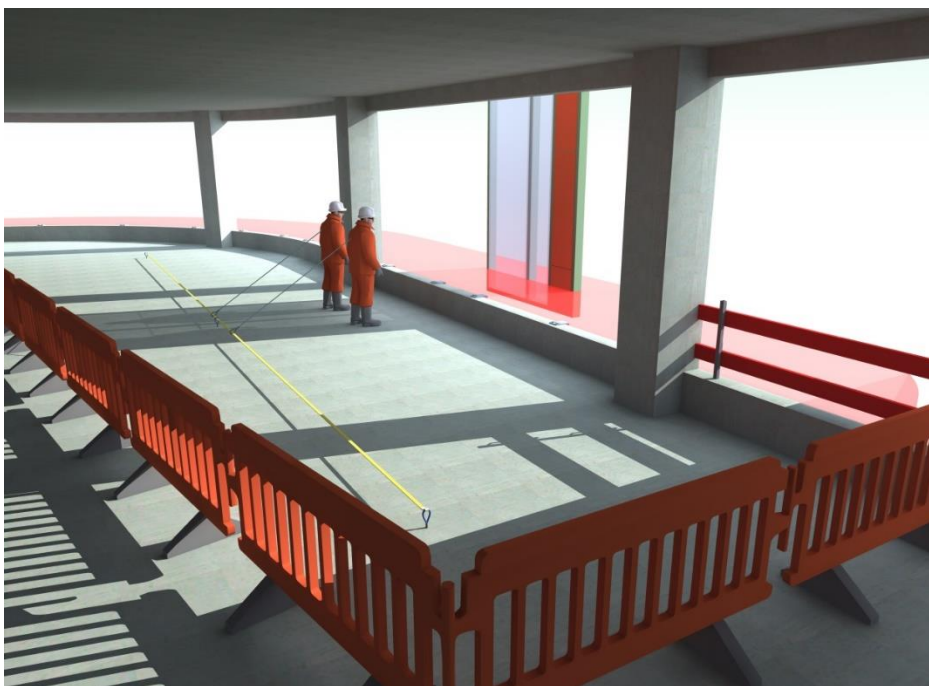


Ilustrace 29 zdvihání elementu z plošiny: zdroj autor

k rizikové povaze této situace, kdy pracovník stojí na mobilním lešení umístěném na plošině, je v hodné opatření lešení smyčkou přivázat k boxu a rovněž pracovníka opatřit bezpečnostním postrojem. Následná montáž elementu s pohledem na celou pracovní četu z venku a pohled na zabezpečení prostoru na patře je pak na ilustracích 30 a 31.



Ilustrace 30 montáž velkého elementu stacionárním jeřábem: zdroj autor



Ilustrace 31 montáž velkého elementu stacionárním jeřábem pohled na patro: zdroj autor

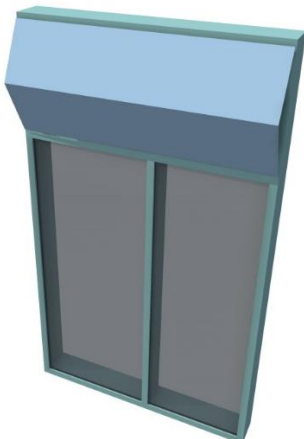
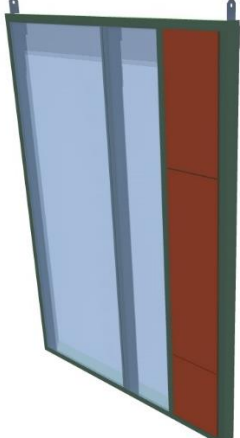
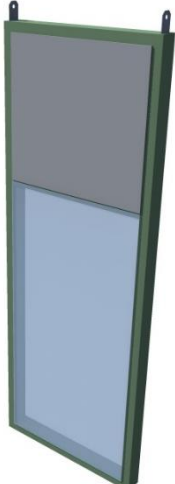

3.4.3 Shrnutí






Zpracování předběžného modelu technologie montáže a řešení BOZP, poskytuje jasnou představu jak, bude zhruba montáž probíhat a co vše bude vyžadovat. Zároveň se při zpracování odhalí mnoho úskalí, které při klasickém plánování nemusí být tak zřejmá. Hlavními přínosy autor shledává:

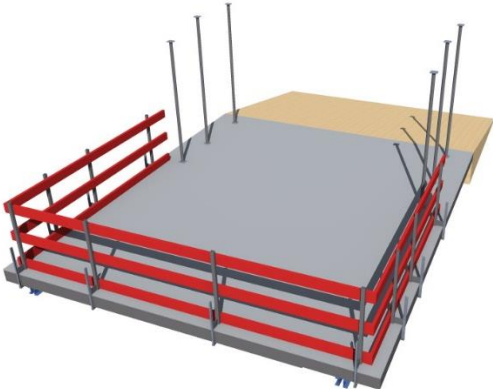


- vyřešení složitých situací
- odhalení skrytých rizik
- zpřesnění odhadů na cenu montáže
- profesionální dojem na zadavatele kvalitou zpracování

4 VÝPIS VYMODELOVANÝCH PRVKŮ

V rámci diplomové práce autor vytvořil modely následujících prvků

	<p>Element č. 1 použit pro demonstraci podrobné kalkulace.</p>
	<p>Element č. 2 použit pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>
	<p>Element č. 2 použit pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>
	<p>Kotva pro osazení elementu použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>

	<p>Dočasná kotva singing rock pilot použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>
	<p>Mobilní zábrana použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>
	<p>Mobilní lešení použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>
	<p>Spider jeřáb. použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>
	<p>Věžový jeřáb použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>

	<p>Obslužná plošina použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>
	<p>Pracovník použita pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže. Obsahuje atributy z hlediska BOZP.</p>
	<p>Zábradlí použito pro demonstraci modelování BOZP a technologie montáže.</p>

ZÁVĚR

BIM je dnes nejen velmi populární téma, ale úspěšné implementace na projektech po celém světě dokazují, že užší spolupráce, využívání možností dnešní výpočetní techniky a modelovacích programů stojí složitější začátky, které jsou spojeny se zaváděním. V této práci bylo na několika oblastech projektu lehkého obvodového pláště demonstrováno, jak lze tuto implementaci provést.

Výchozí zvolení metodiky BEP se ukázalo jako účinný nástroj pro úspěšnou implementaci. Pomocí zjišťovací mapy autor učil procesy, které na projektu probíhají, na základě čehož si stanovil oblasti, ve kterých bude BIM použit. Tyto oblasti byly rozebrány v jednotlivých kapitolách, a na závěr vždy vyhodnoceny. BIM metodika se jak v detailu, tak v celku ukázala jako účinná pro optimalizaci projektu LOP.

POUŽITÁ LITERATURA

Elektronické zdroje:

- [1] Ilustrace montáže terčové fasády Vacuum & Crane Ltd [online]. © Copyright 2016 Vacuum & Crane Ltd. Poslední změna 25. 9. 2015 [Cit. 10. 10. 2016].
Dostupné z:
<http://www.vacuумandcrane.co.uk/new-projects/#10>
- [2] Wholebuilding design guide. *National building information modeling standart* [online]. ©2007 National Institute of Building Sciences. Poslední změna 26. 8. 2015 [Cit. 14 .10. 2016]. Dostupné z:
<https://www.scribd.com/document/317666892/NBIMsv1-p1-1-pdf>
- [3] PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling - The British Standards Institution, 2013
- [4] AIA Document E202TM – 2008 [online]. © 2008 by The American Institute of Architects. Poslední změna 26. 8. 2015 [Cit. 14 .10. 2016]. Dostupné z:
http://www.durhamnc.gov/agendas_new/2015/cm20150302/10290_CONTRACT_E202_CONTRACT_ATTACHMENT_365760_627078.PDF
- [5] Level of Development Specification Version: 2016 [online]. © BIMForum. Poslední změna 26. 8. 2015 [Cit. 14 .10. 2016]. Dostupné z:
<http://bimforum.org/lod/>
- [6] COBie-UK-2012 [online]. © 2012 AEC3 UK Ltd. Poslední změna 25. 1. 2016 [Cit. 20 .10. 2016]. Dostupné z:
<http://www.bimtaskgroup.org/cobie-uk-2012/>
- [7] Uniclass2 (Development Release) Classification Tables. [online]. © Construction Project Information Committee. Poslední změna 25. 6. 2016 [Cit. 20 .12. 2016]. Dostupné z:
<http://www.cpic.org.uk/uniclass2/>

- [8] OmniClass™ Introduction and User's Guide. [online]. ©2016 OCCS Development Committee Secretariat Poslední změna 22. 12. 2016 [Cit. 20.12. 2016]. Dostupné z:
http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_Main_Intro_2006-03-28.pdf
- [9] Building Information Modeling Project Execution Planning Guide [online]. ©2010 The Computer Integrated Construction Research Group The Pennsylvania State University. Poslední změna 16. 10. 2009 [Cit. 29 .9. 2016]. Dostupné z:
<http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/08/2013-LOD-Specification.pdf>
- [10] Business Process Model and Notation [online]. Wikimedia foundation Poslední změna 7. 8. 2016 [Cit. 29 .9. 2016]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Model_and_Notation
- [11] Ilustrace rozšířené reality [online]. © 2016 formitas GmbH Poslední změna Cit. 29 .12. 2016 [Cit. 29 .12. 2016]. Dostupné z:
<https://www.youtube.com/watch?v=0LiEocrU6Lo>
- [12] BÍNA, František. Posouzení metodiky zadávání metodou Design-Build pro veřejné zakázky na dopravní stavby v ČR. Praha, 2016. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta stavební. Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví. Vedoucí práce Ing. Petra Matějka

Seznam použité literatury:

POUR, Pavel. BIM projektování v Archicadu, 1. vydání. PTÁČEK, Roman. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. 328 s. ISBN 978-80-247-4165-9

Dlesek, V., Stuchlý, B.: Lehké obvodové pláště budov, 1.. Praha: Nakladatelství technické literatury SNTL, 1974

Seznam použitých norem a specifikací:

Level of Development Specification Version: 2016. BIMForum working group, 2016.

ČSN EN 13119 (747200) . Lehké obvodové pláště - Terminologie. Praha:
© Český normalizační institut, 2007

Seznam příloh

Příloha č. 1: procesní mapy BEP

1x Datové CD

