

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

Fakulta stavební

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2020

Bc. Evgeny Shevchuk



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Shevchuk** Jméno: **Evgeny** Osobní číslo: **438395**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Tvorba a srovnání informačního modelu (BIM) zařízení staveniště

Název diplomové práce anglicky:

Creation and comparison of construction site installations information model (BIM)

Pokyny pro vypracování:

- Stanovení cílů a metod práce, vymezení řešené problematiky.
- Úvod do problematiky zařízení staveniště, informačního modelování (BIM) a modelování zařízení staveniště.
- Provedení průzkumu běžné praxe modelování zařízení staveniště.
- Zpracování informačního modelu zařízení staveniště a jeho srovnání s 2D dokumentací.
- Závěr, vyhodnocení, diskuze.

Seznam doporučené literatury:

EASTMAN, C.: BIM Handbook. 2. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011. ISBN 978-0-470-54137-1.
Příručka BIM pro investory, Odborná rada pro BIM, z.s., 2018. ISBN 978-80-907251-2-6.
BIM pro veřejné zadavatele, Leges s.r.o., 2018. SBN: 978-80-7502-285-1
Další související normy s řešeným tématem.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Petr Matějka, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

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

Datum zadání diplomové práce: **26.09.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **05.01.2020**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Petr Matějka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

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

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

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

_____ Datum převzetí zadání

_____ Podpis studenta



Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod odborným vedením Ing. Petra Matějky, Ph.D. Použité podklady a další materiály, ze kterých jsem čerpal informace, jsou uvedeny v seznamu literatury.

V Praze dne

Podpis:



Chtěl bych poděkovat panu Ing. Petrovi Matějkovi za odborné vedení mé diplomové práce, odborný dohled a ochotu. Také bych rád poděkoval panu Bc. Egorovi Grigorenkovi za poskytnutí podkladů. Mé poděkování dále patří panu Martinovi Lukešovi, technickému ředitelovi společnosti Sipral a.s. za konzultace. Děkuji také rodičům a mé přítelkyni Iri Derevianko.



Tvorba a srovnání informačního modelu (BIM) zařízení staveniště

Creation and comparison of construction site
installations information model (BIM)



Anotace

Cílem této diplomové práce je prozkoumat možnosti využití BIM v oblasti zařízení staveniště. Práce popisuje možnou metodiku tvorby inteligentního modelu, možné výhody a nevýhody využití systému BIM, práci s inteligentním modelem a očekávanou budoucnost v této problematice.

Klíčová slova:

BIM, zařízení staveniště, staveniště, inteligentní model, informační model

Abstract:

The aim of this thesis is to investigate the possibility of using BIM in the area of construction site equipment. The thesis describes possible methodology of intelligent model creation, possible advantages and disadvantages of using BIM system, work with intelligent model and expected future of this topic.

Keywords:

BIM, construction site equipment, construction site, intelligent model, information model



Obsah:

Seznam pojmů:.....	10
Seznam zkratk:.....	11
1. Úvod	12
2. Zařízení staveniště	14
2.1. Členění Zařízení staveniště.....	15
2.2. Členění zařízení staveniště podle účelu.....	17
2.2.1. Provozní část ZS.....	18
2.2.2. Výrobní část ZS.....	22
2.2.3. Sociální a hygienická část ZS.....	22
2.3. Mechanizace zařízení staveniště	23
2.4. Normy a právní předpisy zařízení staveniště	24
3. BIM	27
3.1. Průmysl 4.0	27
3.2. Stavebnictví 4.0.....	28
3.3. BIM.....	30
3.4. BIM z různých pohledů.....	31
3.5. Výhody použití BIM	35
3.6. Nevýhody použití BIM – překážky zavedení BIM	37



4.	Zpracování modelu zařízení staveniště	39
4.1.	Popis objektu.....	39
4.2.	Technické a konstrukční řešení.....	41
4.3.	Informace o stavu staveniště.....	41
4.4.	Etapy výstavby	42
4.5.	Návrh zařízení staveniště.....	43
4.5.1.	Napojení staveniště na zdroje elektrické energie a vody.....	43
4.5.2.	Návrh sociální a administrativní části zařízení staveniště.....	43
4.5.3.	Návrh skládek.....	44
4.5.4.	Odpad.....	45
4.5.5.	Návrh mechanizace.....	45
4.6.	Software	46
4.7.	Tvorba informačního modelu a BIM rodiny.....	48
4.8.	Metodika tvorby rodiny	49
4.9.	Tabulka použitých rodin	58
4.10.	Metodika tvorby informačního modelu zařízení staveniště.....	65
5.	Provedení průzkumu.....	76
6.	Porovnání informačního modelu se standardním 2D modelem	81
7.	Vyhodnocení přínosů oproti překážkám	86



8. Závěr	88
Seznam literatury:.....	91
Seznam tabulek:.....	93
Seznam obrázků:.....	94
Seznam příloh:.....	98



Seznam pojmů:

Průmyslová revoluce 4.0 – „je označení pro současný trend digitalizace, s ní související automatizace výroby a změn na trhu práce, které s sebou přinese“ (1).

Grafická informace – informace, kterou lze zobrazit pomocí obrázku.

Negrafická informace – textová informace, parametry, vlastnosti atd.

Informační model = Inteligentní model = BIM model – model stavby, který obsahuje jak grafické, tak i negrafické informace.

Standardní model = 2D model = standardní 2D model – model ve formátu 2D, který je v současné době nejčastěji používán.



Seznam zkratk:

BIM – Building Information Modelling nebo Building Information Management

ZS – Zařízení staveniště

GD – Generální dodavatel

ZTI – Zdravotně technická instalace

TZB – Technická zařízení budov

PD – Projektová dokumentace

LOD – Level Of Detail nebo Level Of Definition

LOI – Level Of Information

2D – Dvojměrný

3D – Trojměrný

4D, 5D, 6D, 7D – Vícerozměrný

ÚT – Ústřední topení

CAFM – Computer Aided Facility Management

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci



1. Úvod

V současné době má rozvoj technologií, tzv. Průmyslová revoluce 4.0, čím dál tím větší význam v oboru stavebnictví. Jako příklad tohoto rozvoje v oblasti stavebnictví lze uvést metodu informačního modelování, jež je známa mezi odborníky jako BIM. Tato metoda je určena nejenom pro stavební projektanty a realizátory. Velký zájem o používání BIM projevují též investoři, facility manažeři, a také developerské společnosti. Informační modelování umožňuje nejenom projektování a použití grafických informací, ale rovněž i využití negrafických informací.

Tato diplomová práce je zaměřena na tvorbu informačního modelu zařízení staveniště v kontextu aktuálních trendů BIM. Vzhledem ke svým zkušenostem a zájmům se autor rozhodl vytvořit model pozemního objektu. Z tohoto důvodu tato práce popisuje zařízení staveniště pozemních staveb.

V rámci diplomové práce autor zodpoví otázku, zdali bude informační model zařízení staveniště užitečným pro stavební firmy a společnosti. Zavedení BIM modelu umožňuje správné rozdělení a přiřazení nejen informací o jednotlivých objektech, ale také například jejich umístění.

Na základě internetového průzkumu bylo zjištěno, že výše zmíněná problematika není součástí běžné praxe. Nicméně daný koncept byl již několikrát použit pro některé stavební objekty po celém světě, například v Londýně na východní část tunelu Thames Tideway Tunnel. Plánování této výstavby ve formátu informačního modelu přineslo úspory ve výši 1 milionu liber (2). Autor se domnívá, že v současné době informační modely ZS využívá pouze malé procento firem a primárně jen pro interní potřeby (veřejně nejsou takřka nikdy dostupné).

Nejvýznamnějším cílem této diplomové práce je tvorba informačního modelu (BIM) zařízení staveniště a následné porovnání se standardním modelem. Rovněž bude proveden průzkum ke zjištění, zda BIM modely jsou využívány stavebními firmami. Zároveň budou shrnuty hlavní výhody a nevýhody tohoto typu modelu včetně možných překážek jeho nasazení a potenciálních problémů souvisejících s jeho implementací. V rámci práce byly ještě stanoveny následující cíle:

- 1) Popis BIM a vysvětlení pojmu „zařízení staveniště“



- 2) Tvorba informačního modelu zařízení staveniště
- 3) Provedení průzkumu užívání modelu ve firmách
- 4) Porovnání modelů z hlediska času a nákladů
- 5) Vyhodnocení přínosů oproti překážkám

V první části této diplomové práce je vysvětlen pojem zařízení staveniště. Dále je popsáno, co konkrétně může představovat zařízení staveniště a jak může být členěno. Součástí je i popis obecných požadavků a norem spojených se ZS. Čtenář se zde také seznámí s problematikou informačního modelu a jeho významu v kontextu realizace výstavbových projektů. V dalších podkapitolách je popis výhod a nevýhod informačního modelování a proces fungování BIM v různých fázích výstavby. Smyslem první části diplomové práce je seznámit čtenáře s pojmy BIM, zařízením staveniště a souvisejícími informacemi.

Druhá část popisuje postup tvorby informačního modelu zařízení staveniště. Dále jsou zde vysvětleny nuance spojené s tvorbou informačního modelu. Součástí je seznam softwarů, které mohou být použity pro tvoření modelu, a metodika tvorby jednotlivých objektů ZS v použitém programu.

Třetí část zahrnuje výsledky průzkumu, který byl proveden napříč několika firem a společnostmi. Díky získaným údajům bylo možné posoudit, jestli firmy jsou připraveny a mají zájem používat takový typ modelu.

Další část diplomové práce obsahuje porovnání inteligentního modelu s modelem standardním. Nejprve byla komparace provedena dle nákladových kritérií na bázi provedeného průzkumu. Jednotlivé modely byly rovněž hodnoceny podle časových a nákladových koeficientů, jenž byly ovlivňovány několika faktory (zkušenost a míra spolupráce). Tyto koeficienty stanovil autor po konzultaci s odborníkem v oblasti stavebnictví a 3D projektování. Výsledkem porovnání je posouzení účelnosti tvorby informačního modelu zařízení staveniště.

Poslední část práce zhodnocuje přínosy, překážky, eventuální příležitosti a hrozby zavedení informačního modelu zařízení staveniště. Uvádí též autorovo posouzení použitelnosti BIM modelů v praxi.

2. Zařízení staveniště

Zařízení staveniště (dále jenom ZS) je jedna z nejdůležitějších částí přípravy a výstavby. Před zahájením výstavby je potřeba připravit místo pro realizaci objektu a zajistit organizaci ploch pro potřebné využití. Součástí staveniště je umístění materiálů a skládek, řešení mechanizace, sociální části, přípojky technické infrastruktury apod. Stavební zákon č. 183/2006 Sb. definuje staveniště jako „*místo, na kterém se provádí stavba nebo udržovací práce nebo na kterém se stavba odstraňuje; zahrnuje stavební pozemek, popřípadě zastavěný stavební pozemek nebo jeho část anebo část stavby, popřípadě, v rozsahu vymezeném stavebním úřadem, též jiný pozemek nebo jeho část anebo část jiné stavby.*“ (3). V současné době neexistuje přesná definice ZS, přesto se však v právních předpisech vyskytují požadavky, kterým ZS musí odpovídat. Tyto požadavky budou detailněji popsány v kapitole 2.4.



Obrázek 1: Zařízení staveniště (4)

ZS patří jak k fázi realizace a výstavby, tak i k fázi investičního záměru, projektování a přípravy. Z tohoto důvodu zahrnuje nejen riziko investičních nákladů, ale zároveň má velký vliv i na výslednou kvalitu prováděného díla. Správná organizace místa může snížit množství vznikajících rizik a zabránit vzniku kritického stavu.



ZS má zásadní vliv na celý projekt počínaje návrhem a přípravou a konče předáním hotového díla. V důsledku toho se staveniště mohou výrazně lišit v čase a v průběhu jednotlivých fází výstavby. Návrh vhodného umístění materiálu pro jednotlivé etapy výstavby a správné řízení logistiky je stěžejním cílem přípravy k vybudování objektu.

Existuje několik typů stavenišť, kdy mezi základní typy patří staveniště pozemních staveb, liniových staveb, mostů atd. Tato práce se zaměřuje primárně na staveniště pozemních staveb, jeho charakteristické vlastnosti a specifika.

V následující podkapitole budou popsány možnosti členění ZS podle odlišných kritérií. Pro účely dané diplomové práce je stěžejní rozdělení objektu staveniště dle účelu. Každý objekt ZS má své zvláštní funkce, podle nichž se dílčí objekty liší. Podrobněji je toto členění popsáno v podkapitolách 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3.

2.1. Členění Zařízení staveniště

Tato podkapitola popisuje možnosti rozdělení ZS na základě jednotlivých kritérií (5 str. 120). Každé staveniště lze zařadit do jednoho ze specifických typů, které jsou ukázány v tabulce 1. Rozdělení ZS se provádí nejen dle dílčích stavebních objektů, ale také na základě časových kritérií, rozmístovacích standardů, funkčních zařazení apod.

Tabulka 1: Rozdělení ZS dle různých kritérií (Zdroj vlastní s využitím (5))

Dle účelu	-	Sociální
	-	Provozní
	-	Výrobní
Dle umístění	-	Mimostaveništní
	-	Staveništní
Dle způsobu užívání	-	Společné
	-	Vlastní
Dle typu objektu	-	Stávající objekty
	-	Trvalé objekty stavby
	-	Dočasné objekty ZS
Dle lokality a hlavní funkce	-	Objektové
	-	Úsekové
	-	Centrální



Rozdělení dle účelu obsahuje a popisuje tři významné složky:

- Sociální
- Provozní
- Výrobní

Sociální ZS slouží pro sociální a hygienické potřeby pracovníků na stavbě. Provozní objekty zajišťují celkový provoz staveniště jako takový. Třetí významnou složku tohoto rozdělení tvoří výrobní ZS, jež popisuje objekty, které jsou potřebné pro výrobu nebo přípravu materiálů.

Rozdělení dle umístění slouží k popisu objektů nacházejících se na staveništi a mimo něj.

- Staveništní
- Mimostaveništní

Další možné členění ZS se provádí podle způsobu užívání. Popisuje, komu patří staveniště a jaká existují pravidla pro využívání určitých prostorů staveniště jednotlivými účastníky.

- Společné
- Vlastní

Společné staveniště patří více účastníkům výstavby a zároveň existuje přímý vztah mezi těmito účastníky a investorem. Naopak, vlastní staveniště patří jen GD (Generální dodavatel), který vlastní zařízení a má právo jej pronajímat ostatním účastníkům stavby.

Čtvrtý způsobem, jak je možné členit ZS, je rozdělení podle typu objektu. Každý objekt se může nacházet na staveništi buď trvale anebo s jistým časovým omezením.

- Stávající objekty
- Trvalé objekty stavby
- Dočasné objekty ZS



Stávající objekty jsou zařazeny do skupiny objektů, jež byly vybudovány ještě před zahájením samotné výstavby nového projektu a mohou být použity pro potřeby této výstavby. Trvalé objekty stavby jsou budovány v určitém předstihu a lze je využít pro samotnou výstavbu. Poslední typ objektů na staveništi jsou objekty dočasné. Dané seskupení dočasných objektů ZS se staví pouze v případě jejich přímé potřeby a funguje jenom během fáze realizace (tzn. po dokončení realizace musí být všechny dočasné objekty odstraněny).

Jako poslední je zde uvedeno rozdělení ZS dle lokalit a jejich hlavních funkcí:

- Objektové
- Úsekové
- Centrální

Objektové ZS slouží pro použití pouze na jednom objektu. Úsekové může být použito pro vícero objektů, které tvoří jeden úsek. Centrální je využito pro celý rozsah.

Pro různé potřeby lze využívat buď jeden typ členění, nebo i několik typů najednou. Dílčí části jsou zaměřeny na vyřešení určitých odlišných úloh, avšak samotné ZS je vždy bráno jako celek. Taková koncepce pomůže správně vytvořit jak předběžný návrh staveniště, tak i studii struktury staveništního provozu.

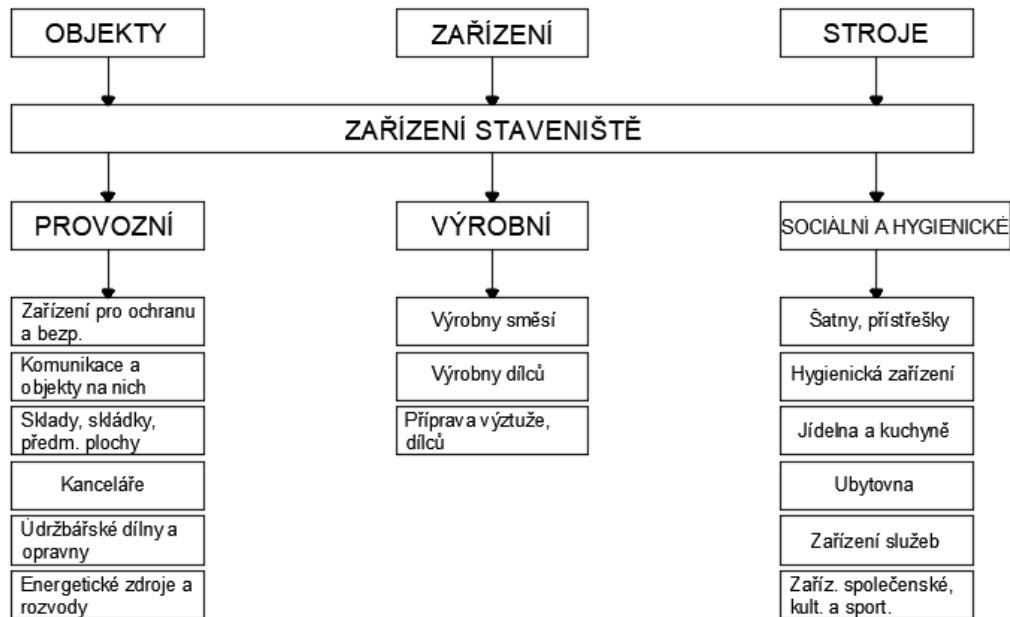
2.2. Členění zařízení staveniště podle účelu

Daná diplomová práce se zabývá tvorbou informačního modelu ZS. V kontextu práce bylo učiněno rozhodnutí, že rozdělení dle účelu se jeví jako optimální způsob, jak nejlépe mohou být prezentovány jednotlivé objekty staveniště. Proto je pro tvorbu takového modelu potřeba seskupit dílčí objekty ZS, a to především na základě hodnotících kritérií funkce a času.

Objekty ZS se většinou klasifikují podle jejich funkcí. V předchozí kapitole jsou popsány jednotlivé části tohoto členění.

- Provozní
- Výrobní
- Sociální a hygienická

Rozdělení podle účelu je uvedeno na obrázku 2.



Obrázek 2: Členění objektů ZS podle účelu (5 str. 121)

2.2.1. Provozní část ZS

První kategorii účelového rozdělení ZS představují provozní ZS. Provozní zařízení musí být vybudováno dostatečně včas ještě před zahájením samotné stavby a funguje po celou dobu až do likvidace ZS. Představuje souhrn doplňujících prostředků, které vytváří podmínky pro administrativu stavby, řízení, dopravu, skladování materiálů, rozvody technické infrastruktury, kontrolu díla z hlediska kvality a bezpečnosti práce apod. Provozní ZS je tvořeno dvěma hlavními součástmi – staveništní a mimostaveništní (viz obrázek 3). Pro účely dané diplomové práce má největší význam podkategorie staveništních provozních ZS. Informační model popisuje pouze objekty, které se nachází na staveništi a jsou ohraničeny oplocením.



Obrázek 3: Schéma členění provozního ZS (5 str. 122)

- Administrativní část

Pro administrativní zařízení v dnešní době jsou zpravidla používány typizované buňky, které se rozmísťují dle potřeby. Například stavbyvedoucí musí mít kancelář s výhledem na stavbu a celé staveniště. Tudíž plochy této části ZS mají být navrženy v závislosti na funkci dotyčného pracovníka s využitím určitých ukazatelů (5 str. 123). Každý subjekt administrativního zařízení musí mít k dispozici hygienické zařízení, elektrické připojení, vytápění apod.



Obrázek 4: Administrativní část ZS (Zdroj vlastní)

- **Připojení na technickou infrastrukturu**

Pro potřeby pracovníků a řádnou činnost veškerých strojů staveniště musí být napojeno na zdroje vody, kanalizaci a na zdroje elektrické energie. Přípojka vody je důležitou podmínkou ke správnému provozu celého staveniště a z důvodu odlišných charakteristik se dělí na pitnou, užitkovou a provozní. Pracovníci potřebují vodu pro různé účely, např. pro požární bezpečnost, jako zdroj pitné vody, z hygienických důvodů, k vyčištění strojů apod. Kanalizace na staveništi slouží především k odvodnění, likvidaci srážkových a odpadních vod, zároveň i pro sociální složky staveniště. Elektrická energie se používá zejména pro administrativní část, pro osvětlení staveniště, pro pohon stavebních zdrojů apod.

- **Skladovací prostory**

Z ekonomického hlediska (nákladové složky výstavby) se forma přímého dovozu materiálů na staveniště nejeví jako nejvhodnější. Lepším řešením je rozmístění materiálů na staveništi do míst k tomu určených – do skladů a skládek. Sklad je objekt nebo prostor určený ke skladování materiálů. Může být použit jak krátkodobě, tak i za účelem dlouhodobého skladování. Skládka je místo dočasného skladování materiálu a manipulace s ním. Pro zefektivnění výstavby musí být skladovací prostory umístěny podle všeobecných pravidel. Rovněž je nezbytné předem stanovit dostatečnou velikost potřebných skladovacích prostorů.



Obrázek 5: Skladovací prostory (6)

- **Staveništní a mimostaveništní komunikace**

Správně navržená komunikace je garancí racionální a efektivní výstavby. Veškeré dopravní komunikace musí být navrženy, schváleny a vybudovány před zahájením stavby. Ve spojitosti s tím se řeší nejen vozovky a chodníky, ale také jeřábové dráhy, vjezdy, výjezdy apod.

- **Zajištění BOZP**

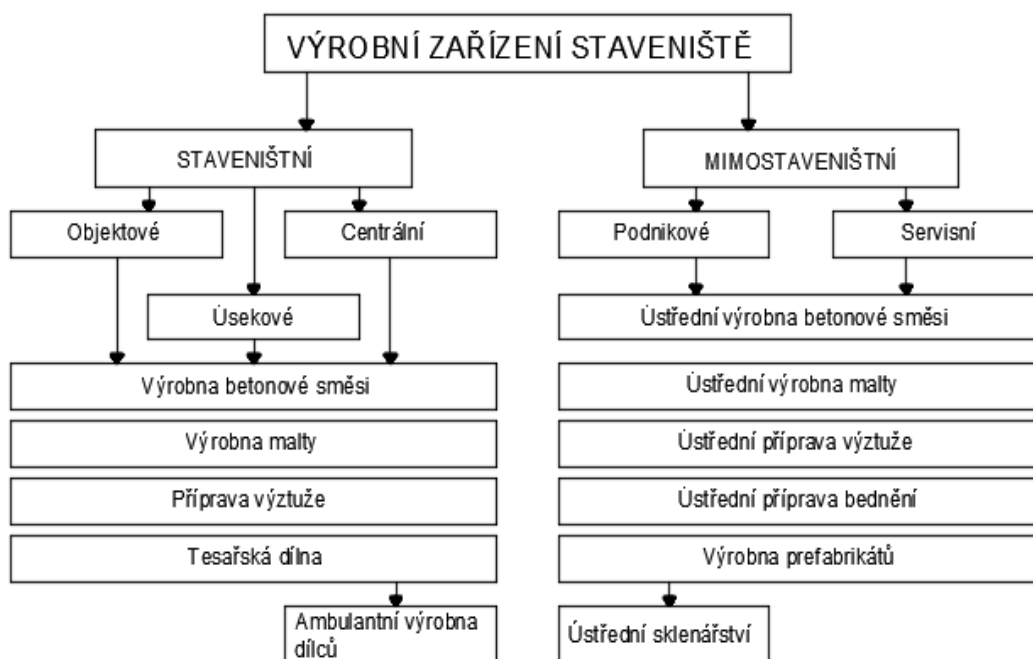
Zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi je jedním ze stěžejních předpokladů správného návrhu ZS. Oplocení může například zabránit krádežím a vstupu nepovolaných osob na území staveniště. Lávky a zábradlí zamezují pádům atd.

- **Stavební doprava**

Základem stavební dopravy je přeprava potřebných stavebnin, sutí a odpadů v rámci konkrétního staveniště. Zároveň je třeba uvést klasifikaci stavební dopravy, jež může být prováděna buď vodorovně (automobil, kolečko apod), nebo svisle (stavební výtah, žebřík apod).

2.2.2. Výrobní část ZS

Druhá část ZS je výrobní. Obsahuje dílny, výroby, a taktéž prostory pro přípravu materiálů ke zpracování. Tato část se bude lišit v různých fázích výstavby. Tak například výroba oceli a betonu bude probíhat ve fázi hrubých prací. Výroba malty naopak bude ve fázi dokončovacích prací. Přípojky inženýrských sítí jsou součástí výrobní částí, pokud slouží pouze pro výrobní zařízení a pomocné konstrukce.

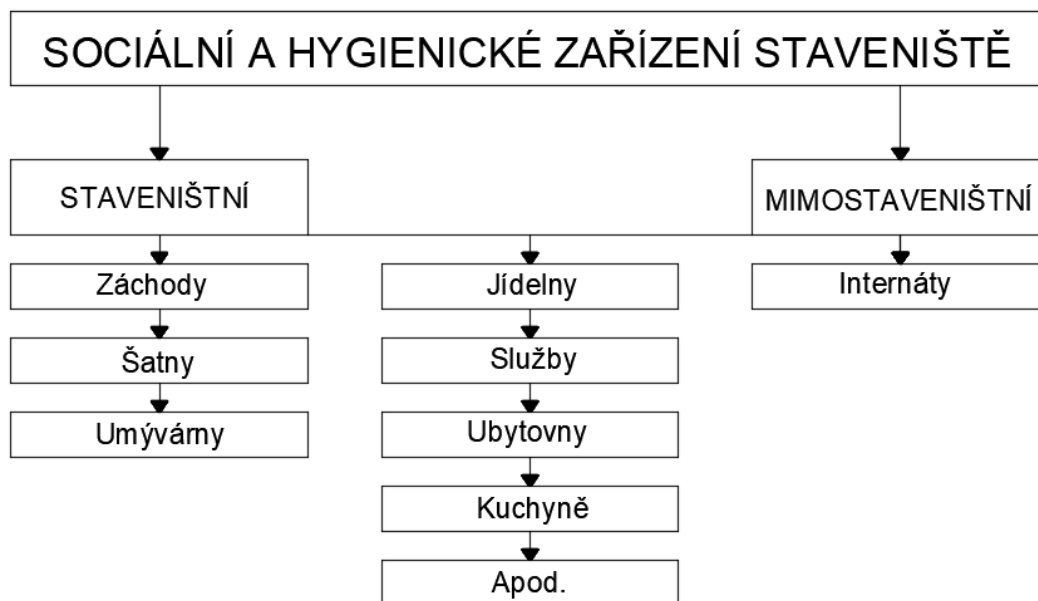


Obrázek 6: Členění výrobního zařízení staveniště (5 str. 148)

2.2.3. Sociální a hygienická část ZS

Sociální část zařízení staveniště bude vybudována před zahájením vlastní výstavby nebo souběžně se začátkem výstavby a je částí trvalou. Některé objekty staveniště budou využity pro sociální a hygienické potřeby pracovníků. Jde o objekty pro ubytování, stravování, toalety, šatny apod. Každá část bude navrhována podle počtu pracovníků při nejvytíženější směně. V potaz je nutné vzít i pohlaví pracovníků. Dále

existují objekty, které budou použity jenom ve speciálních případech. Například, kuchyň bude vybudována v případě, kdy nelze zajistit dovoz jídla na stavbu. Při nedostatku místních pracovníků budou součástí ZS ubytovny. Pro každé staveniště jsou také významnou součástí objekty pro zdravotní službu, které slouží k poskytnutí první pomoci.



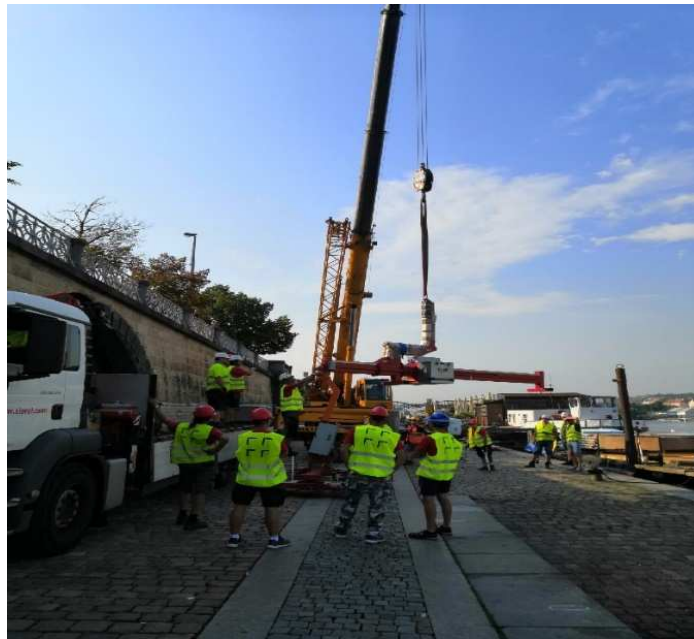
Obrázek 7: Členění sociálního a hygienického ZS (Zdroj vlastní s využitím (5))

2.3. Mechanizace zařízení staveniště

Mechanizace ZS je významnou částí celkového zařízení staveniště. Mezi základní mechanismy staveniště patří dopravní prostředky, stroje pro zemní práce, dopravníky, míchačky atd. Dopravní prostředky (jeřáb, výtah, nákladní auto atd.) slouží pro svislou a vodorovnou dopravu jak materiálů, tak i lidí. Ostatní mechanizace může být použita v různých fázích výstavby a pro různé práce, např. rypadlo a dozer pro zemní práce, čerpadlo a mix pro hrubé práce atd. Práce řeší část mechanizace pouze z hlediska umístění, jelikož se zaměřuje na informační model pouze v rámci umístění jednotlivých objektů na staveništi, ne však na návrh zařízení.



Umístění jednotlivých strojů na stavbě je ovlivněno jejich typem či právními předpisy, které popisují například v jaké bezpečné vzdálenosti může být umístěn jeřáb od stávajícího objektu. Pro přepravu stroje na staveniště, jeho montáž a demontáž musí být zjištěn dostatečný prostor.



Obrázek 8: Mechanizace stavby (Zdroj vlastní)

2.4. Normy a právní předpisy zařízení staveniště

Právní předpisy a normy neřeší přesnou definici ZS, ale jeho jednotlivé části. Vzhledem k tomu, že staveniště je pracovištěm, je potřeba jej řešit jak z technického, tak i bezpečnostního hlediska včetně ochrany zdraví. Během výstavby podle norem a předpisů musí být brány v potaz veškeré etapy od zajištění staveniště až po jeho likvidaci.

Existuje velká řada právních předpisů, které se zabývají zařízením staveniště, avšak v této práci budou detailně popsány ty normy a právní předpisy, které nějakým způsobem mohou ovlivnit daný konkrétní typ staveb a ZS.



Požadavky na ZS vystihují následující předpisy:

- *Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu – tzv. Stavební zákon*

Stavební zákon definuje pojem staveniště a pojmenovává stavby ZS, které vyžadují ohlášení dle §104 odst. 2 písmena g) stavebního zákona) a také ty, které nevyžadují ohlášení ani stavební povolení podle §103 odst. 1 písmena a) stavebního zákona. Kromě toho zákon popisuje povinnosti stavebníka, stavbyvedoucího a stavebního dozoru.

- *Vyhláška č. 31/1995 Sb., k provedení zákona o zeměměřictví*

Vyhláška, kterou se řídí zákon č. 200/1994 Sb., upravuje ověření výsledků zeměměřičských činností při provádění staveb.

- *Vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního rozhodování, územního opatření a stavebního řádu*

Vyhláška vymezuje rozsah a obsah projektové dokumentace pro vydání rozhodnutí.

- *Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentace staveb*

Tato vyhláška stanoví rozsah a obsah dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby. Navíc dle této vyhlášky musí být dodrženy zásady organizace výstavby.

- *Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.*

Vyhláška uvádí, že mimo prostor staveniště lze umístit jen ZS a připojení stavby na sítě a pozemní komunikace. V roce 2009 byl do vyhlášky vložen nový paragraf §24e obsahující požadavky na uspořádání a provoz staveniště, umístování a povolování staveb zařízení staveniště.



- *Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.*

Popisuje technické požadavky, které platí také u dočasných staveb ZS.

- *Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*

Staveniště a pracovní plochy musí být dostatečně zabezpečeny, aby nedocházelo k ohrožení lidských životů.

- *Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci).*

Tento zákon definuje bezpečnostní požadavky na pracovišti a pracovním prostředí.

- *Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb*
- *Vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního rozhodování, územního opatření a stavebního řádu*
- *Sdělení č. 433/1991 Sb., o úmluvě o bezpečnosti a ochraně zdraví ve stavebnictví*
- *Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích*
- *Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků*

3. BIM

BIM je v současné době jednou z hlavních problematik chytrého stavebnictví. Umožňuje vytvoření globálního jazyka stavebnictví a sledování stavu objektu od začátku až po likvidaci. Toto je výhodnější řešení jak pro investora, přípravný a realizační tým, tak i pro konečného uživatele či facility manažera. Dle některých zdrojů v České republice a na Slovensku BIM používá už víc jak 100 firem: architekti, projektanti, profese ZTI, TZB, statici, stavební realizace atd (7).



Obrázek 9: BIM (8)

3.1. Průmysl 4.0

BIM přímo souvisí s 4. průmyslovou revolucí. Cílem konceptu průmyslu 4.0 je přinést myšlenku kyberneticko-fyzikálních systémů, internetu, spolupráce, 3D tisků apod. To znamená, že robotické systémy budou nahrazovat lidskou sílu. S takto velkou změnou budou spojeny jak výhody, tak i nevýhody. Mezi výhody lze zařadit například úspory času a nákladů, zvýšení kvality života atd. Na druhou stranu použití robotických



systémů může ohrozit zaměstnanost obyvatel či internetovou bezpečnost. V současném stavu Průmysl 4.0 řeší deset významných bodů (9 stránky 52-60):

- Systémová integrace
- Analýza velkých dat (Big data)
- Autonomní roboti
- Komunikační infrastruktura
- Datová úložiště a cloudové výpočty
- Aditivní výroba
- Rozšířená realita
- Senzory
- Kybernetika a umělá inteligence
- Nové technologie

Daná diplomová práce se zabývá pouze jednou částí Průmyslu 4.0., a to Stavebnictvím 4.0.

3.2. Stavebnictví 4.0

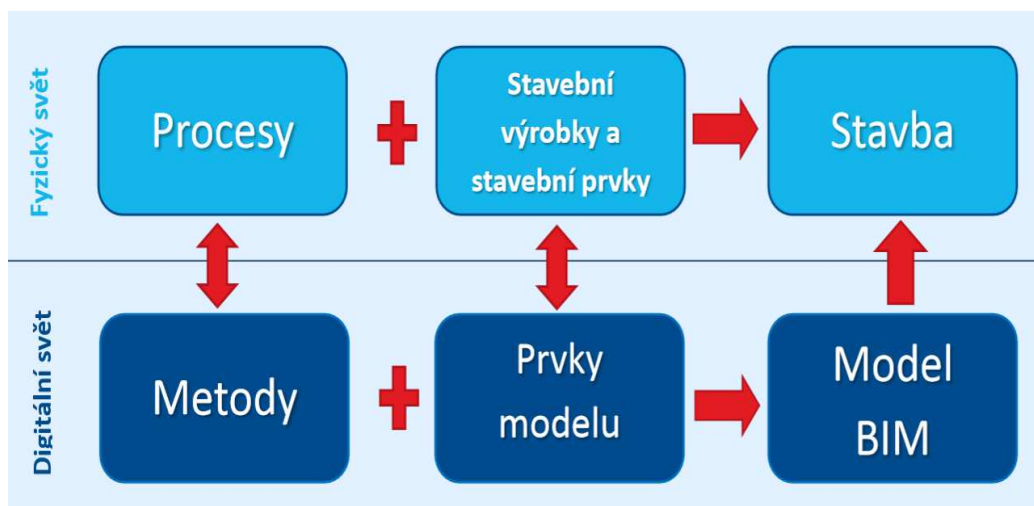
Stavebnictví má v současně době pomalý rozvoj, který souvisí s modernizací technologií, robotizací výstavby, komplikovaností nových staveb a novými požadavky na stavby a výstavbu objektů z hlediska energetické úspornosti, ekologie atd. Přejít k novým technologiím vždy byl velice problematický, a to nejen pro stavebnictví. Obvyklé metody a všední zkušenosti pracovníků definují neochotu přijmout inovace. Rozvoj je však nedílnou součástí života.

Modernizace této oblasti probíhá pro celý proces výstavby a obsahuje digitalizaci, robotizaci, standardizaci a další dílčí procesy. „Pod pojem Stavebnictví 4.0 však není možné zahrnout pouze úzké pojetí „stavebního průmyslu“, ale celý proces výstavby od podmínek pro umístění stavby do území a výběru lokality, přes projektovou a investiční přípravu, vlastní výstavbu až po provozování a údržbu staveb.“ (10 str. 18).

Prvním krokem inovace ve Stavebnictví 4.0 je digitalizace dokumentů a veškerých podkladů. „Digitalizace je konverze obsahu dokumentů v tradiční podobě (tedy na analogovém médiu) do digitální podoby. Informace může být ve formě textové, obrazové, zvukové, audiovizuální, popřípadě ve všech jejich kombinacích.“ (11). Tento proces vede stavebnictví k používání jedné společné databáze podkladů pro výstavbový objekt. Mezi přínosy patří zefektivnění výstavby a správy stavby, kontrola nákladů, spolupráce atd. Každý proces má pochopitelně i své nevýhody. Například digitální databáze může být často ohrožena ze strany hackerů nebo virusů.

Robotizace a senzory jsou významnou součástí modernizace výstavby. Robotizace nahrazuje lidskou sílu v oblastech výstavbových a výrobních procesů. Senzory jsou pomocným nástrojem k vytváření informačního modelu, sestavení zemních plánů a řízení mechanismů.

Změn týkajících se stavitelství existuje mnohem víc, ale tato diplomová práce se zaměřuje výhradně na procesy digitalizace stavebních výkresů zařízení stavenišť. Veškerá projektová dokumentace od prvotního návrhu až po likvidaci objektu včetně modelu zařízení staveniště bude existovat v digitální formě a bude zcela kompletně nahrazovat tištěnou podobu.



Obrázek 10: Digitální svět (10 str. 20)



3.3. BIM

V dnešní době anglická zkratka BIM může mít dva významy – Building Information Modelling a Building Information Management. Oba významy lze chápat jako informační model budovy či stavby. Přesná a všeobecně uznávaná definice BIM neexistuje. V následujících odstavcích autor popisuje BIM dle různých zdrojů informací.

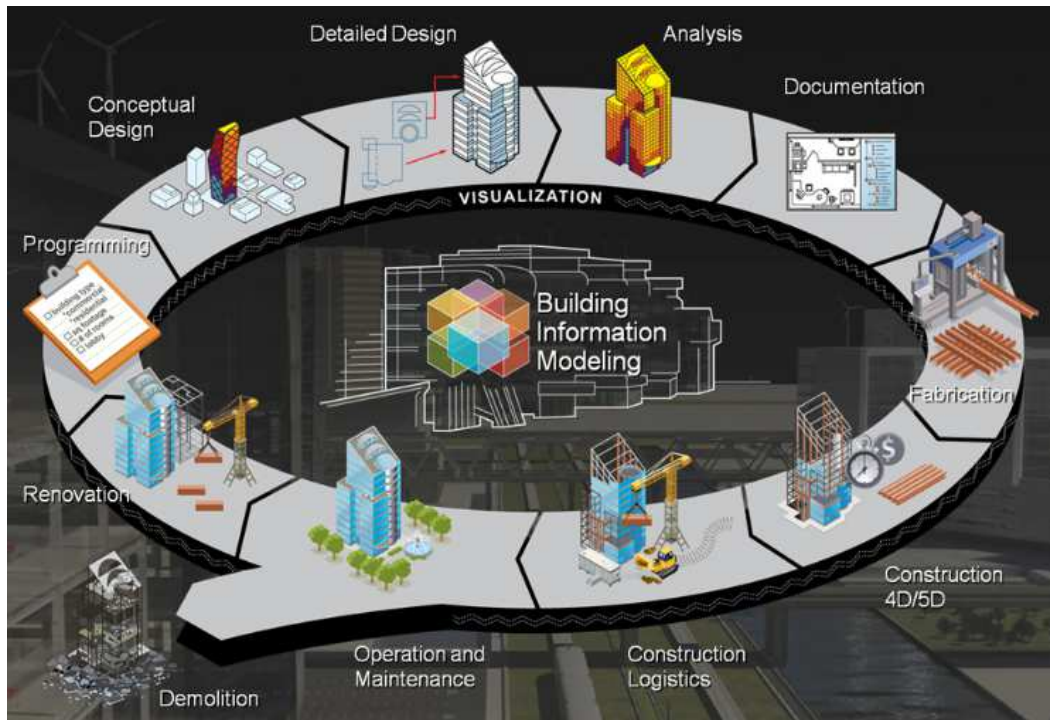
Podle prvního zdroje informace: *„BIM je digitální podoba stavebnictví a správy veřejné infrastruktury. Kombinuje technologii, zlepšování procesů a digitální informace pro radikální zlepšení výsledků stavebních projektů a fungování veřejné infrastruktury. BIM je strategickým nástrojem pro zlepšování rozhodování jak o budovách, tak o veřejné infrastruktuře v průběhu celého životního cyklu“* (12 str. 4).

Druhý zdroj informace popisuje tuto zkratku jako: *„BIM (Building Information Modelling) neboli informační modelování staveb je proces vytváření, užití a správy dat o stavbě během jejího životního cyklu.“* (10 str. 5).

Autor ve své diplomové práci charakterizuje BIM jako souhrn grafických a negrafických informací, které tvoří kompletní Informační model stavby. Každý prvek a detail má vlastní popis, informace o výrobku, výrobcí, ceně a vlastnostech.

Velmi často si lidé pletou BIM nebo informační model s 3D modelem stavby, jenž se používá jenom pro vizualizaci objektu. 3D výkres je velmi významnou součástí BIM, informační model však nejen vizualizuje objekt, ale obsahuje také veškeré informace o jednotlivých částech stavby. Inteligentní model kompletně nahrazuje standartní PD a obsahuje informace od prvotního návrhu stavby a až po jeho likvidaci. Má v sobě uložená data pro jednotlivé profese z hlediska stavařiny, zdravotnický, vzduchotechniky, elektro apod. Díky tomu, že každá jednotlivá konstrukce disponuje daty o použitém množství materiálů, je možné automaticky vygenerovat přesný výkaz výměr výrobků a prvků, jenž se bude automaticky aktualizovat při jakýchkoli změnách či aktualizacích.

V ČR koncepci zavádění BIM vypracovalo Ministerstvo průmyslu a obchodu v roce 2016. 25. září vláda ČR schválila koncept zavedení BIM.



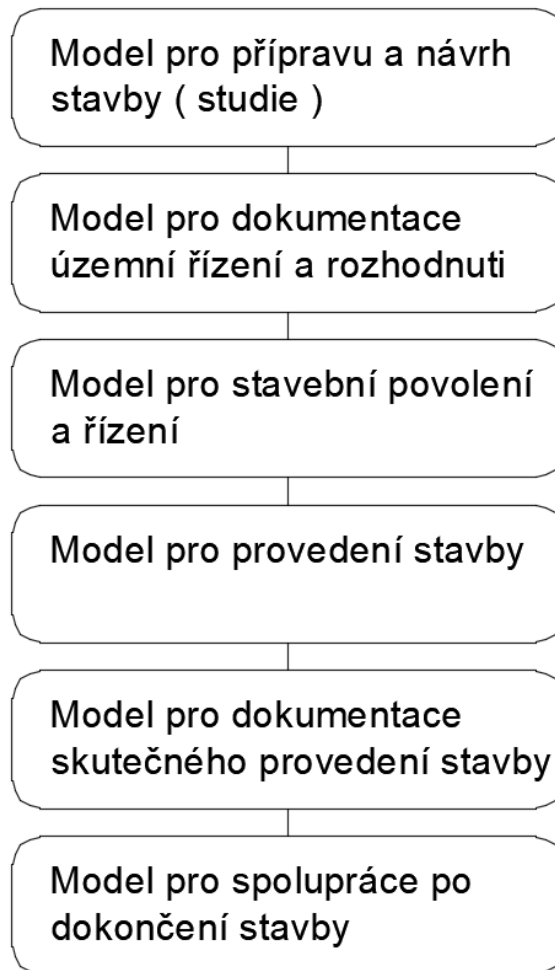
Obrázek 11: BIM (13)

3.4. BIM z různých pohledů

Kromě toho, že zkratka BIM má dva významy, může být také chápána z více různých pohledů. Existuje několik hlavních způsobů vnímání BIM:

- **BIM jako produkt**

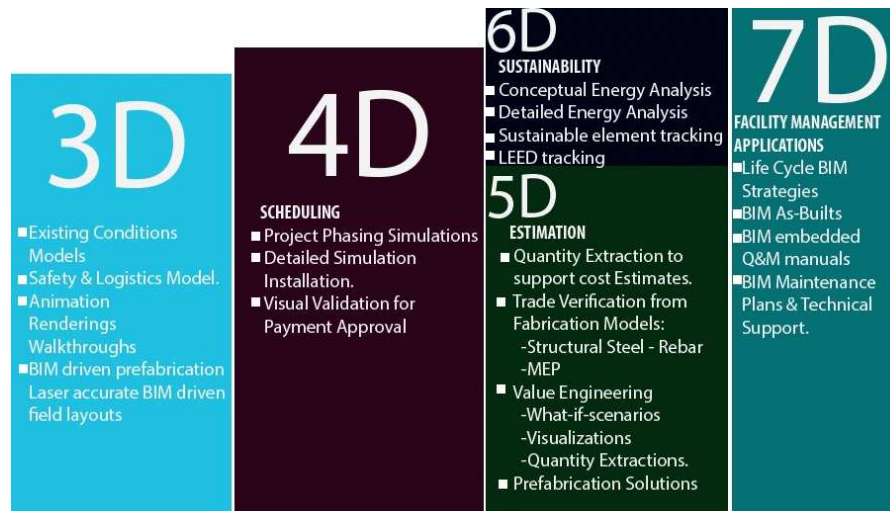
BIM model může být použit pro vizualizaci finální verze objektu, a následně poskytnut koncovému uživateli. Rovněž může obsahovat informace pro různé fáze rozhodnutí nebo realizace výstavby.



Obrázek 12: BIM jako produkt (Zdroj vlastní)

- **BIM jako proces**

Inteligentní model stavby není pouhý 3D model. Obsahuje mimo to i veškeré informace o stavbě, materiálech, strojích atd. Model včetně dat může zahrnovat časovou návaznost a časové plánování výstavby – 4D. Také může obsahovat informace o výpočtech nákladů - 5D. 6D lze představit například ve formě energetické analýzy objektu a jeho udržitelnosti. 7D zachycuje facility management pro celý životní cyklus stavebního objektu.



Obrázek 13: BIM jako proces (14)

- BIM jako model

Je to souhrn všech grafických a negrafických dat, jež tvoří komplexní model stavby pro různé fáze projektu počínaje územním rozhodnutím a stavebním povolením a konče likvidací objektu.

Pro každý model existují požadavky na úroveň podrobnosti. Pro definici úrovně podrobnosti BIM modelu se používají zkratky LOD a LOI. LOI (Level Of Information) je úroveň podrobnosti negrafické informace, například vlastností, rozměrů, výrobce apod. Opakem tomu je LOD (Level Of Detail nebo Level Of Definition). Je to úroveň podrobnosti grafické informace – to, co je vizualizováno. Například pomocí LOD nebo LOI kódu projektant může ukázat svým kolegům, jakou úroveň podrobnosti má prvek. Investor poté může zadat požadavek, s jakou přesností musí být objekt zpracován. Po konzultaci s kolegou se autor dozvěděl, že například ve Velké Británii a ČR je nejpoužívanější úrovní detailu LOD 300.



Obrázek 14: BIM jako model (15)

- **BIM jako spolupráce a komunikace**

Do modelu a s ním souvisejících informací může vstoupit každá zainteresovaná strana. V různých fázích stavby mají přístup do modelu různé subjekty. Projekční fáze se zúčastní investor, projektant, statik, rozpočtář apod. Ve fázi výstavby pak generální dodavatel, subdodavatelé, koordinátor BOZP atd.

Každý pracovník, který má přístup k modelu BIM, může spolupracovat a komunikovat s ostatními pomocí různých nástrojů, mezi které patří VR technologie, speciální štítky, chytré desky apod.

Vznikl tzv. koncept OpenBIM, který umožňuje univerzální přístup k modelu pro lepší spolupráci. Nejpoužívanějším formátem pro využití BIM je IFC (Industry Foundation Classes), který je standardizován pomocí ČSN EN ISO 16739. Ale IFC není jenom formátem. Je to datová schéma, která obsahuje veškeré informace o stavbě. Jedná se o otevřenou databázi, která tvoří a podporuje společný jazyk projektu.



- **BIM jako budoucnost**

Moderní technologie zlepšují a zjednodušují život. BIM funguje na stejném principu. V životním cyklu stavby existují problematické procesy, které by mohly být vyřešeny díky novým technologiím. Jedná se hlavně o lidskou chybovost, možnost urychlení fáze přípravy stavby apod. V budoucnosti budou technologie procházet ještě větším rozvojem, který si lze nyní jen těžko představit. V dnešní době se jedná především o robotizaci, kybernetiku a digitalizaci většiny procesů.

3.5. Výhody použití BIM

Použití inteligentního modelu má své výhody a nevýhody. Podle průzkumu autor zjistil, že nelze vytvořit přesný přehled přínosů a překážek vzhledem k tomu, že každý člověk má svůj vlastní názor na BIM a v odborné literatuře jsou popisovány zcela odlišné výhody a nevýhody použití takového modelu. V této podkapitole budou popsány výhody použití BIM z pohledu autora.

Informační model umožňuje velice detailně specifikovat veškerou dokumentaci pro různé fáze výstavby. Řeší problém komunikace zúčastněných stran a profesí. BIM model může ušetřit nejen finanční prostředky, ale hlavně i čas. Veškerá data se neztrácí a mohou být použita například pro údržbu objektu. Níže jsou uvedeny jednotlivé výhody z pohledu autora této diplomové práce:

- **Ušetření času a nákladů**

Při používání informačního modelu stavby se veškeré podklady ukládají na jednom místě (PD, potřebná dokumentace, změny a deníky). Díky spolupráci zainteresovaných subjektů jsou vždy k dispozici včasné informace o případných konfliktech a kolizích při koordinaci různých úkolů. Tím pádem je možné ušetřit čas a finanční prostředky k vyřešení podobných záležitostí a k zamezení výskytu dalších problémů s tím spojených. Čím je model stavby podrobnější, tím méně bude vznikat konstrukčních chyb.



- **Komunikace mezi různými zainteresovanými strany**

Účastníci (subjekty výstavby) se často setkávají s problémem špatné informovanosti a nedostatečné komunikace. Každý pracovník může získat velké množství různorodých informací. Tak například dodavatel může obdržet již neaktuální verzi dokumentace, a kvůli tomu udělat zásadní chyby v dodávkách. BIM snižuje pravděpodobnost výskytu podobného problému. Bude-li něco změněno nebo opraveno, každý zúčastněný dostane okamžitě update informací.

- **Snížení rizik**

Metoda BIM umožňuje snížení rizika chyb projektu či vícenákladů, rizik spojených s přenosem dat atd. Včasné řešení problémů, spolupráce a kvalitní model vede ke eliminaci výskytu rizik, například včasné řešení změn umožňuje snížit náklady na ně a rovněž ušetřit čas potřebný k identifikaci a vyřešení vzniklé situace.

- **Zvýšení kvality**

Jednou z výhod využití metody BIM je zvýšení kvality projektové dokumentace a výsledného díla. Kvalitní PD vede k úspoře času a nákladů spojených s potřebnými změnami, a tak umožňuje redukci kolizí jednotlivých profesí.

V souhrnu tedy použití BIM přináší řadu výhod pro investory, dodavatele, facility manažery atd. Například z hlediska investora hlavní výhodou je vizualizace objektu před samotnou realizací. Možnost náhledu, jak bude vypadat konstrukce nebo jaký odstín bude mít dokončovací materiál. A také jde o ušetření finančních prostředků kvůli včasnému řešení kolizí a problémů. Dodavatele a subdodavatele mají možnost detekovat kolize již v návrhu výstavby, přesně plánovat přívoz a odvoz potřebného materiálů. Další významnou výhodou je přesnější kontrola kvality a včasné řešení problémů. Hlavním přínosem pro FM je využití aktuálních a přesných dat pro správu budovy. V informačním modelu se shromažďují aktuální informace o veškerých materiálech, konstrukcích a jednotlivých profesích například o VZT, ZTI a ÚT. Otevřený formát modelu umožňuje rychle a efektivně přenést data do CAFM systému.



3.6. Nevýhody použití BIM – překážky zavedení BIM

V této podkapitole autor popisuje nevýhody a eventuální překážky zavedení BIM metody podle svého názoru. Hlavními překážkami implementace BIM jsou zpravidla stávající postupy práce, větší finanční náročnost, „jazyk projektu“ a také školení pracovníků.

- **Stávající postupy práce**

Většina stavebních firem je zvyklá používat léty prověřené postupy, a proto se k implementaci nových technologií, které v počátcích mohou některé procesy ztížit, staví skepticky. Nejedná se pouze o vyšší složitost, ale též zde významnou roli hrají vysoké vstupní náklady.

- **Školení pracovníků**

Dalším problémem je školení pracovníků. Nové technologie přináší zpravidla řadu inovačních postupů, které si je nutno osvojit, což samozřejmě vyžaduje nemalou dávku času.

- **Jazyk projektu**

Další překážkou je tzv. jazyk projektu. Je to „společný jazyk“, kterým musí mluvit všichni zúčastnění výstavby. To znamená, že každý účastník musí dostávat informace v takovém formátu, ve kterém je poté dokáže zpracovat. Tento problém dokáže vyřešit OpenBim a formát IFC.



- **Software a jeho správná funkčnost**

Dle mínění autora předposlední významnou nevýhodou je software a jeho správná funkčnost. Licence bude stát nemalé peníze a každý pracovník stráví jistý čas, aby se naučil pracovat s programem. Dále nemusí být vždy zajištěna konzistence správného fungování softwaru, kdy chyba může nastat například při exportu dat (změna velikosti písma, měřítko atd).

- **Standardizace**

Poslední nevýhodou z pohledu autora je standardizace, která pro metodiku BIM v současné době ještě neexistuje. Správná a propracovanější standardizace umožňuje zrychlit a zlepšit celý proces využití této metody. Do dnešní doby chybí například standardizace právního rámce, vzdělávání, technické podmínky atd.



4. Zpracování modelu zařízení staveniště

Tato diplomová práce se zabývá tvorbou informačního modelu zařízení staveniště. Autor se pokouší zodpovědět otázku, zdali je možné vytvořit informační model zařízení staveniště a jestli firmy jsou či v dohledné době budou připraveny takovýto model používat. Práce je zpracována pro konkrétní objekt, a to pro obytný soubor „Nad Kocandou“ – objekt A1, A2. Podklady pro tvorbu inteligentního modelu byly poskytnuty kolegou panem Bc. Egorem Grigorenko, a to včetně návrhu ZS. Na základě těchto materiálů autor vypracoval informační model zařízení staveniště (16).

V dalších podkapitolách autor popisuje použitý objekt, návrh zařízení staveniště a hlavně metodiku tvorby informačního modelu a veškeré s tím spojené úkony. Níže vytvořený model je vstupem i pro další části diplomové práce, zejména pro porovnání BIM modelu a standartního modelu ZS.

4.1. Popis objektu

Objekt se nachází ve městě Mladá Boleslav. Jedná se o obytný soubor, který zahrnuje 3 budovy A, B a C. Budovu A řešil kolega Bc. Egorem Grigorenko. Tento objekt se skládá ze dvou částí spojených dilatační spárou – A1 a A2. Výstavba této budovy byla zahájena na začátku srpna v roce 2016 a termín dokončení byl stanoven na 13. října 2017. Budova je zasazena do svahu a má 7 pater.

Obytné prostory jsou od 2. NP až do 7. NP. První podlaží je určeno pro technické zázemí a garáž. Většina bytů má balkon. Budova obsahuje celkem 25 bytových jednotek pro 88 osob, a to ve variantách: 1 + KK, 2 + KK, 3 + KK, 3 + 1 a 4 + 1.



Obrázek 15: Situace a ZS (16)



4.2. Technické a konstrukční řešení

Autor dává přednost konstrukčnímu řešení, použitému materiálu a řešení okolí pro zahájení realizace. „Objekt má konstrukční systém sloupový v základní modulové síti 4x4 m, ve schodišťovém traktu 3x4 m, sloupy 400x400 mm. Stropní deska je bezprůvlaková v tl.200 mm. Konstrukce skeletu je ztužená výtahovou šachtou a štítovými nosnými stěnami. Objekt je založený na základovém roštu v kombinaci se základovou deskou pod výtahovou šachtou. Provedení nosné konstrukce bude z monolitického železobetonu. Dům má 6.nadzemních podlaží, poslední podlaží je ustupující ze západní strany s navazující terasou.“ (16 str. 6). Základové konstrukce jsou navrženy ze železobetonu a prostého betonu. Svislé konstrukce jsou ze železobetonu, z keramických a pórobetonových tvárnic HELUZ. Vodorovnou konstrukci tvoří železobeton a isonosníky. Schodiště je z prefabrikátu.

4.3. Informace o stavu staveniště

Výměra pozemku je 7580 m². Podle technické zprávy je oplocení staveniště tvořeno jednotlivými mobilními díly. Vstup na staveniště bylo řešeno umístit z ulice Ptácká. Jednotlivé vjezdy byly navrženy z ulic Ptácká a Laurinova, a jsou zabezpečeny pomocí uzamykatelných vrat. Pro vertikální dopravu byly použity dva věžové jeřáby Liebherr 42 K. 1 a stavební výtah GEDA 500Z/ZP. Komunikace je řešena pomocí štěrkodrtě. Napojení na technickou infrastrukturu bylo provedeno z ulice Ptácká – voda a kanalizace, a z ulice Laurinová – elektro.

Výstavba byla provedena v souladu s podmínkami BOZP a ochrany životního prostředí.



4.4. Etapy výstavby

Výstavba objektu představuje technický systém, který může být rozdělen na jednotlivé konstrukce nebo části. Stěžejním způsobem členění jednotlivých druhů konstrukcí je dělení dle jejich funkce. Rovněž určité funkce jednotlivých konstrukcí bude potřeba realizovat v určité době a s určitou návazností. Existuje obvykle 11 etapových procesů (17):

0. Zemní práce + bourání
1. Základy
2. Spodní stavba
3. Vrchní stavba
4. Zastřešení
5. Provádění příček a rozvodů instalací
6. Provádění vnitřních omítek a podkladních vrstev podlah
7. Provádění podlah, kompletace povrchů a technologie
8. Kompletace rozvodů instalací a vnitřních prací
9. Vnější úpravy
10. Kontrola kvality a převjímká

Tato diplomová práce popisuje 3 varianty ZS, ve kterých se objekty zařízení budou od sebe co nejvíce lišit. První varianta je staveniště během zemních a bouracích prací. Druhá představuje technologickou etapu hrubých konstrukcí, a to je výstavba základů, spodní a vrchní nosné části. Třetí varianta ukazuje umístění jednotlivých objektů během dokončovacích prací, které obsahují zastřešení, rozvody ZTI, VZT a ÚT, podlahy, omítky, malby a vnější úpravy. Takovéto rozdělení bylo zvoleno za účelem dosažení co největšího materiálového, strojového a umístovacího rozdílu.



4.5. Návrh zařízení staveniště

V této podkapitole je popsán návrh ZS dle podkladů, které byly poskytnuty (18). ZS může být řešeno více způsoby, avšak tato diplomová práce se zabývá tvorbou informačního modelu na základě podkladů, ve kterých bylo navrženo množství a umístění jednotlivých objektů zařízení staveniště pro tři významné etapy, které byly popsány v předchozí podkapitole.

4.5.1. Napojení staveniště na zdroje elektrické energie a vody

Elektrická energie byla řešena pomocí připojovací skříně ze sousedního objektu. Byly provedeny dva okruhy. První okruh byl použit pro osvětlení staveniště administrativní část provozního ZS. Druhý okruh byl použit pro napojení zdvihacích prostředků (jeřáb a stavební výtah). Potřeba elektrické energie byla spočítána na základě maximálního zdánlivého příkonu. Nutný výkon pro toto staveniště je 84,4 kVa. Kolega se rozhodl použít rozvaděč typu DA110.

Zdroj vody byl řešen pomocí přípojky DN 75 a zdroj kanalizace pomocí kanalizační přípojky. Rovněž byla namontována vodoměrná šachta včetně vodoměru. Po dokončení výstavby byl vodoměr demontován.

4.5.2. Návrh sociální a administrativní části zařízení staveniště

Pomocí jednotlivých výpočtů a koeficientů bylo navrženo sociální ZS a administrativní část provozního ZS pro jednotlivé etapy výstavby. Pro každou etapu bylo spočítáno nasazení lidí. Potřebný počet lidí na zemní a bourací práce byl stanoven na 20, na hrubou stavbu – 54, na dokončovací práce – 95.

Pro zemní a bourací práce bylo rozhodnuto použít:

- Šatna – 2 kontejnery plochy 14,4 m²
- Kanceláře – 3 kontejnery plochy 14,4 m²
- WC a Sprcha – 2 + 2 kusy plochy 15,24 m²
- Sklad materiálu – 2 kusy plochy 15 m²
- Vrátnice – 1 kus



Pro hrubou výstavbu:

- Šatna – 5 kontejnery plochy 14,4 m²
- Kanceláře – 7 kontejnery plochy 14,4 m²
- WC a Sprcha – 2 + 2 kusy plochy 15,24 m²
- Sklad materiálu – 2 kusy plochy 15 m²
- Vrátnice – 1 kus

Pro dokončovací práce:

- Šatna – 8 kontejnery plochy 14,4 m²
- Kanceláře – 7 kontejnery plochy 14,4 m²
- WC a Sprcha – 2 + 2 kusy plochy 15,24 m²
- Sklad materiálu – 2 kusy plochy 15 m²
- Vrátnice – 1 kus

4.5.3. Návrh skládek

Pro první etapu byly kolegy navrženy tři skládky. První skládka byla pro sejmutou ornici, která měla půdorysnou plochu 27,5 m² a výšku 2 metry. Druhá a třetí skládka byly použity pro vykopanou zeminu, kterou pracovníci využili pro zpětný zásyp. Druhá skládka měla půdorysnou plochu 46,02 m² a výšku 3 metry. Třetí měla plochu 120 m² a výšku 3 metry.

Pro další etapu byly navrženy dvě hlavní skládky materiálu – skládka bednění a skládka na armaturu. Doprava výztuže byla řešena pro jednotlivá patra. Na jedno patro je potřeba 20 tun výztuže. Skládka měla šířku 3 metry a délku stejnou jako délka výztuže – 8 metrů. Pro tuto výstavbu bylo použito bednění stěn, sloupů a stropů. Pro výpočet množství bednění kolega použil podlaží s největší betonovou potřebou. Bednění stěn a sloupů mělo rozměry 3,3 x 2,4 metry, 3,3 x 1,2 a 3,3 x 0,6 metry. Na bednění stropu byly použity desky s rozměry 2,5 x 0,5 m.

Poslední etapa byla řešena tak, že kusový materiál byl složen na otevřené skládce a pytlový materiál v krytem skladu.



4.5.4. Odpad

V této podkapitole je popsán veškerý odpad, jenž vznikl v průběhu jednotlivých etap. Jeho likvidace je částečně řešena pomocí tříděného odpadu.

- Stavební suť – odvoz na skládku mimo staveniště
- Ocelové prvky – byly prodány jako druhotná surovina
- Papírové obaly - odvoz do sběrných surovin
- Sklo – bylo vytříděno jako druhotná surovina
- Odřezky izolačních materiálů, plastových obalů - odvoz ke konečné
- Obaly od barev a lepidel – byly umístěny do nepropustných kovových obalů

4.5.5. Návrh mechanizace

Pro toto staveniště byl vybrán jeřáb (Liebherr 42 K.1) podle několika parametrů. Při výběru bylo v potaz bráno kritické břemeno a prostorové, resp. výškové posouzení jeřábu.

Stavební výtah (GEDA 500 Z/ZP) byl vybrán na základě posouzení jeho nosnosti (pro použitý materiál byla dostačující) a půdorysné plochy.

Další mechanizace použita na staveništi:

- Rýpadlo Caterpillar 324E × 1 (š. 3190, d. 10063).
- Dozer Caterpillar D6N × 1 (d. 3995, š. 2500).
- Vibrační desky Wacker Neuson DPU110 × 2 (d. 970, š. 870).
- Nakladač Caterpillar 926M × 1 (d. 7451, š. 2540).
- Nákladní auto Man TGS 40,400 6 × 4 × 1.
- Vrtná souprava MVS 1 × 1.



4.6. Software

V současně době existuje několik typů BIM nástrojů, které jde rozdělit například dle funkce, požadavků na použití atd. Tato práce se zabývá BIM nástroji určenými pro stavebnictví. Tento typ nástrojů lze kategorizovat různými způsoby, například podle profese, podle životního cyklu stavebního projektu, podle funkce atd. Autor představí několik BIM nástrojů podle seznamu softwarových aplikací mezinárodní databáze buildingSMART například:

Nástroje pro modelování a navrhování (architektonicko-stavební řešení):

- Graphisoft ArchiCAD
- Bentley Architecture
- Autodesk Revit Architecture
- Trimble MEP DuctDesigner 3D
- Nemetschek Vectorworks Architect
- Nemetschek Allplan Architecture
- atd.

Nástroje pro profese TZB:

- 4MSA FineHVAC
- 4MSA FineLIFT
- 4MSA FineELEC
- 4MSA FineSANI
- Autodesk Revit MEP
- SOLAR-COMPUTER Raumtool 3D IFC
- Bentley Hevacomp Mechanical Designer
- atd.

Nástroje pro 4D, simulace, vizualizace apod:

- Autodesk Navisworks
- Solibri Model Checker
- Bentley ConstrucSim
- Tekla BIMSight
- atd.

Existují softwary i pro další profese. Celý seznam BIM aplikací (aktualizovaný ke dni 11.11.2019) je dostupný na webové stránce buildingSMART (19).

Pro tvorbu informačního modelu zařízení staveniště se autor rozhodl použít aplikaci dle svých zkušeností - Autodesk Revit. Software byl použit pro vizualizaci objektu a pro přidání každému detailu příslušné informace.

buildingSMART International Standards Implementation Database

This is a listing of all software products which claim to support buildingSMART International standards, including IFC and BCF. While the best efforts are put into keeping this list up to date, please feel free to contact us at technical@buildingSMART.org if you see a product missing from this list or the information provided is invalid.

Show entries

Search:

Vendor/Developer	Product	Category	Sub-category	IFC2x3	IFC4	BCF XML	BCF API
Oasys	GSA	Model Authoring	Structural	X			
ISD Software und Systeme GmbH	HiCAD	Model Authoring	Structural	X			
InfoGraph GmbH	InfoCAD	Model Authoring	Structural	X	X	X	
Progman (Glodon Group)	MagiCAD	Model Authoring	Building Services	X		X	
GeometryGym	McNeel Rhino3D IFC Importers	Model Authoring	General	X			
Bentley Systems, Inc.	MicroStation	Model Authoring		X			
Bentley Systems, Inc.	MicroStation PowerDraft	Model Authoring		X			
CAD Systems nv	Parabuild	Model Authoring	Structural	X			
Trimble MEP	PipeDesigner 3D	Model Authoring	Building Services	X			

Obrázek 16: buildingSMART (19)



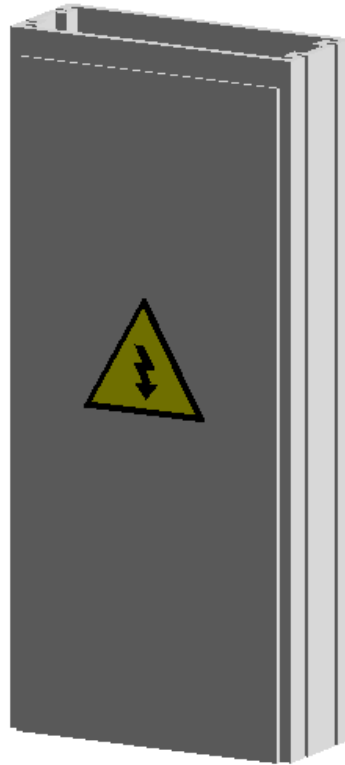
4.7. Tvorba informačního modelu a BIM rodiny

Bez využití speciálních programů musel projektant dřív kreslit model pomocí pravítka a tužky. Kreslil to krok za krokem, každou čáru, šrafy, kóty apod. V současné době však existuje značně lehčí řešení. Pro kreslení 2D a 3D modelů včetně veškerých technických detailů se např. v České republice nejčastěji využívá Autodesk AutoCAD. Pokud projektant bude pracovat v tomto programu, bude muset nakreslit pouze jednotlivé čáry. Kóty a šrafy lze do modelu doplnit pomocí předdefinovaných nástrojů. Pro tvorbu informačního modelu jsou nejvyužívanějšími programy Graphisoft ArchiCAD a Autodesk Revit. U těchto softwarů musí projektant nakreslit pouze tvar, kterému následně nastaví vlastnosti. Rovněž může využít už hotové prvky, které ve výkresu objevují včetně šraf, kót, parametrů a vlastností. Pro každý odlišný software takovéto prvky mají různé názvy. Dle svých zkušeností autor používá AutoCAD Revit, ve kterém této prvky mají název „Rodina“.

Rodina je základem každého projektu v BIM. Jedná se o jednotlivá díla nebo objekty, které se do modelu načítají. Může to být nábytek, podlahy, stěny, nosné a nenosné konstrukce, zařizovací předměty apod. Podle nastavení má rodina jisté parametry a vlastnosti. Každá rodina může představovat jak pevný (bez možnosti úpravy), tak i proměnlivý blok.

Vzhledem k tomu, že v České republice pravděpodobně nikdo zatím s BIM model zařízení stavení nepracoval, nejsou vytvořeny žádné knihovny rodin. Z tohoto důvodu musel autor většinu rodin, jež se objevují v této práci, vytvořit sám. Několik rodin bylo převzato z webové stránky CADForum (20).

V následující podkapitole je popsán postup, jakým autor vytvořil rodiny na příkladu skříně pro rozvaděč (Obrázek 17).

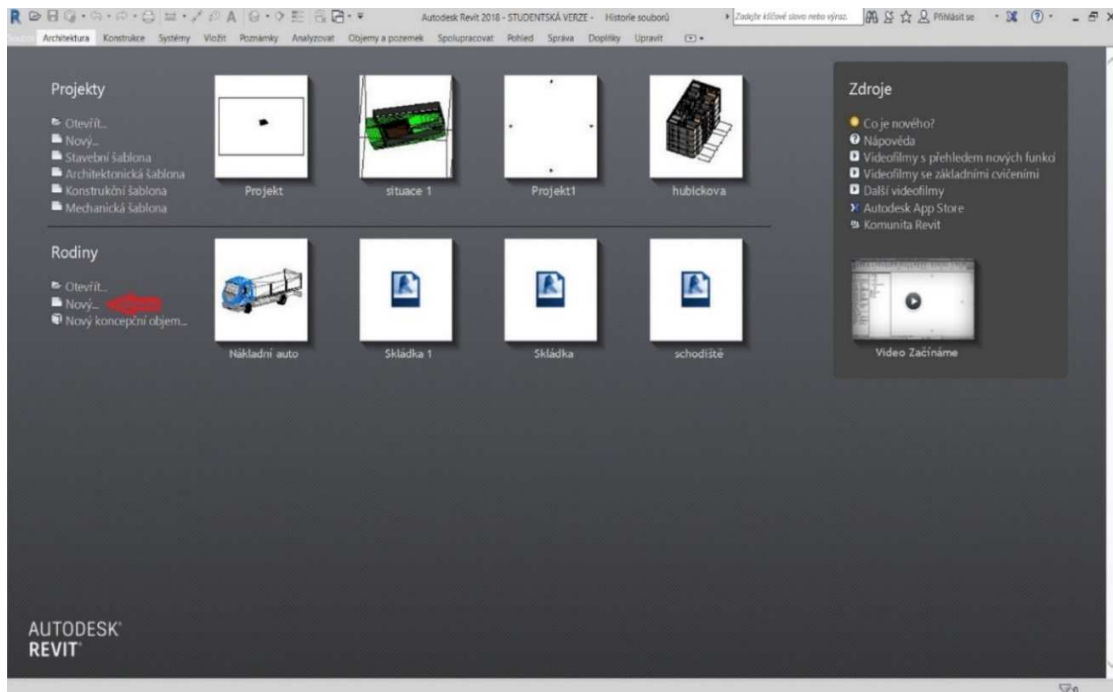


Obrázek 17: Rodina – skříň pro rozvaděč (Zdroj vlastní)

4.8. Metodika tvorby rodiny

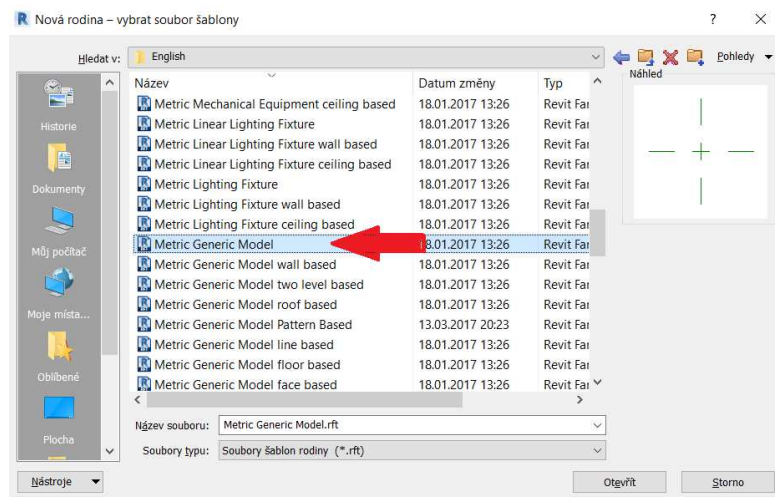
V této podkapitole autor popisuje metodiku tvorby parametrické rodiny v AutoCAD Revit na příkladu skříně pro rozvaděč. Jiné programy také umožňují tvorbu jednotlivých objektů, ale metodika tvorby je jiná.

Prvním krokem po otevření aplikace je volba mezi otevřením nového nebo dříve uloženého projektu, a otevřením nebo zahájením tvoření rodiny. Autor se rozhodl pro vytvoření nové rodiny (Obrázek 18).



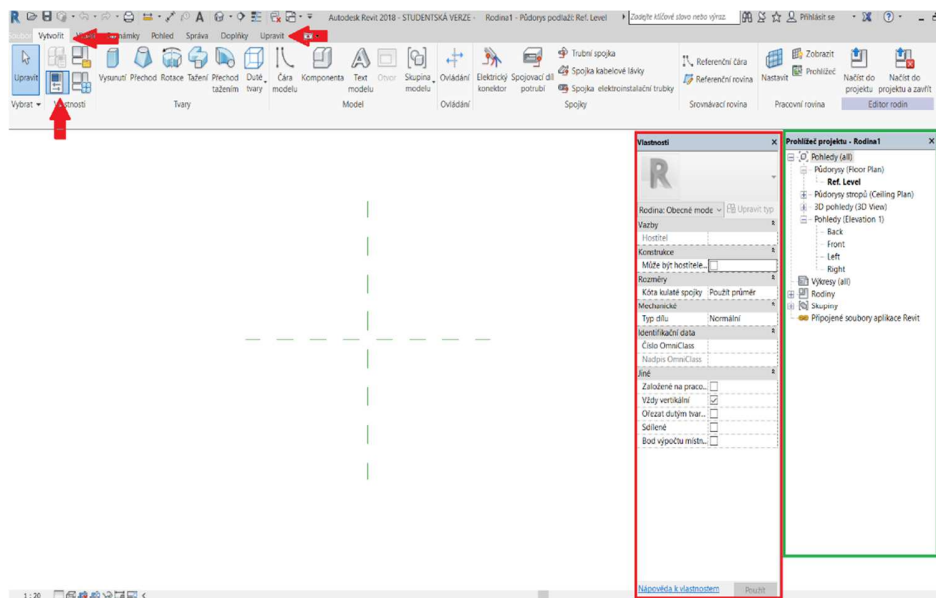
Obrázek 18: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 1 (Zdroj vlastní)

Před zahájením kreslení je potřeba vybrat šablonu pro kreslení. Existuje hodně různých typů šablony, které je možné využít například pro tvorbu nábytku, zábradlí, potrubí atd. Autor se rozhodl použít metrický generický model, který má v sobě veškeré potřebné funkce (Obrázek 19).

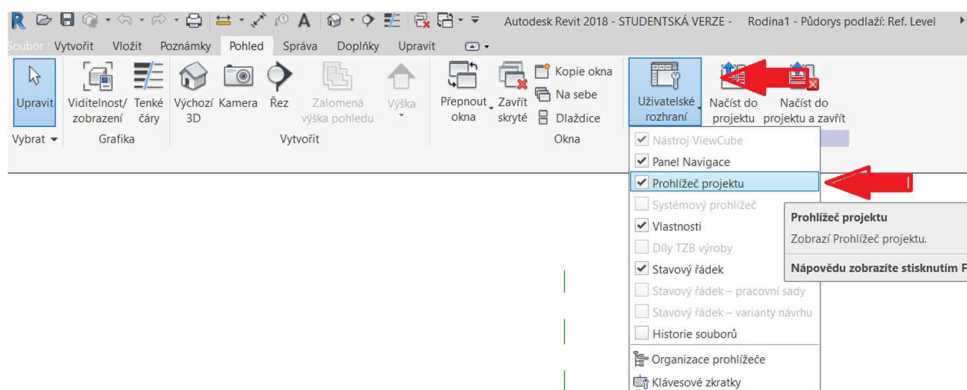


Obrázek 19: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 2 (Zdroj vlastní)

Na obrázku 20 je vidět pracovní prostor pro kreslení. Pro větší efektivitu práce autor používal dvě doplňková podokna. První je paleta určena pro zobrazení a úpravu vlastností instance (na obrázku 20 je vyznačena červeným obdélníkem). Toto podokno lze otevřít pomocí pravého tlačítka myši anebo pomocí tlačítka „Vlastností“ ve vrchní části obrazovky v záložce „Vytvořit“ nebo „Upravit“. Druhé podokno je prohlížeč projektu, který obsahuje použité pohledy například půdorys stropu, zadní pohled apod., rodiny a skupiny. Je vyznačeno zeleným obdélníkem na obrázku 20 a lze jej otevřít v záložce „Pohled“ pomocí tlačítka „Uživatelské rozhraní“ (Obrázek 21).

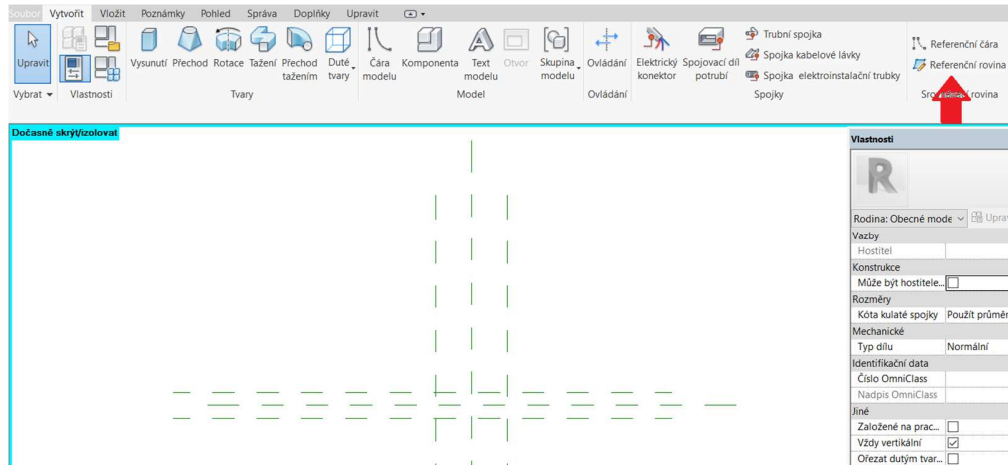


Obrázek 20: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní)

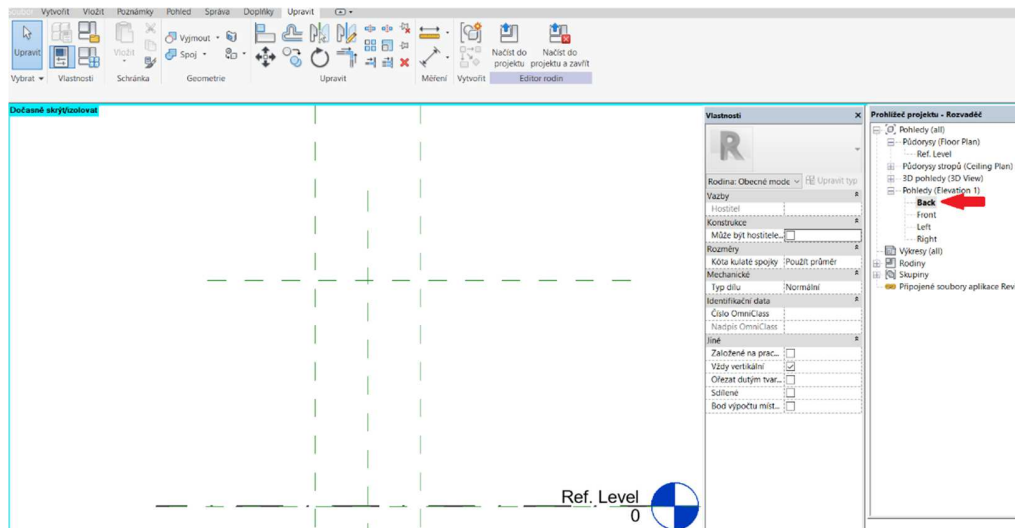


Obrázek 21: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní)

Na pracovním prostoru je zobrazena vodorovná a svislá čára zobrazující roviny, které dělí prostor na pravou, levou, zadní a přední část. Na obrázku 22 lze vidět, že autor vytvořil čtyři doplňkové referenční roviny pro parametrizaci půdorysu objektu a jednu rovinu pro parametrizaci pohledu objektu (Obrázek 23). Ve složce „Vytvořit“ se nachází tlačítko „Referenční rovina“, pomocí něhož lze roviny dokreslit (Obrázek 22).

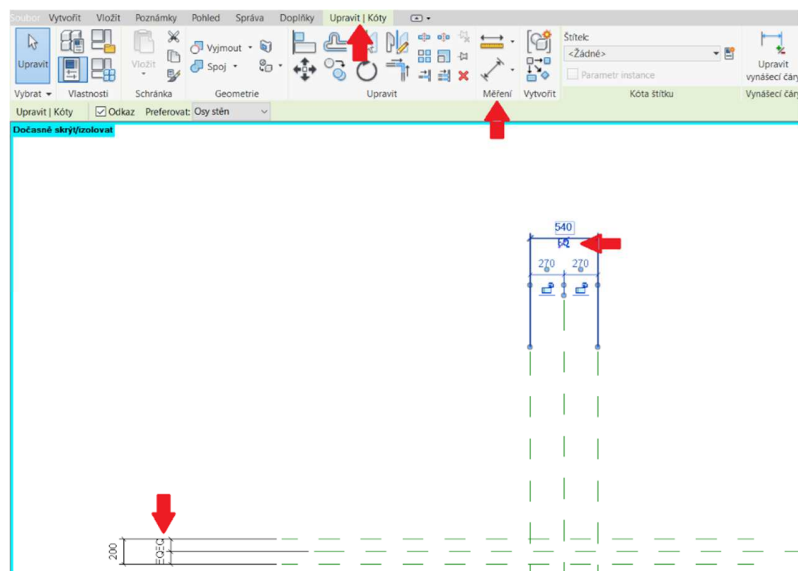


Obrázek 22: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní)



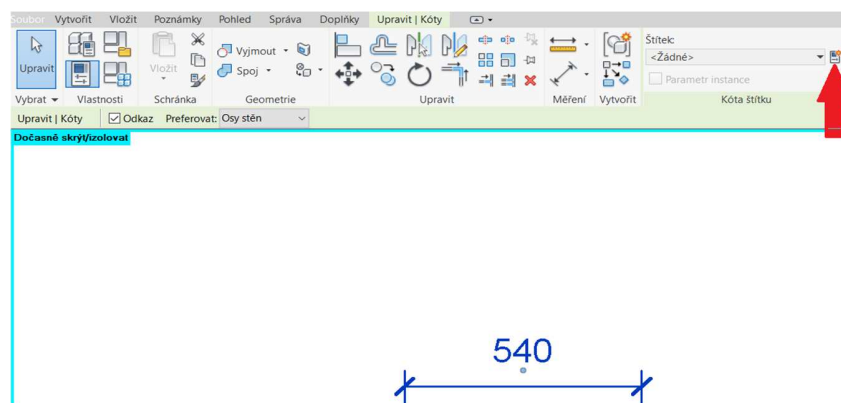
Obrázek 23: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní)

Pro vytvoření parametru je potřeba nakreslit kóty pro referenční roviny, a to jak pro půdorys, tak i pro pohled. V záložce „Upravit“ je pro tento typ akce speciální ikona. Dále autor nakreslil doplňkové kóty a zmačknul „EQ“ pro zarovnání rovin na střed (Obrázek 24).

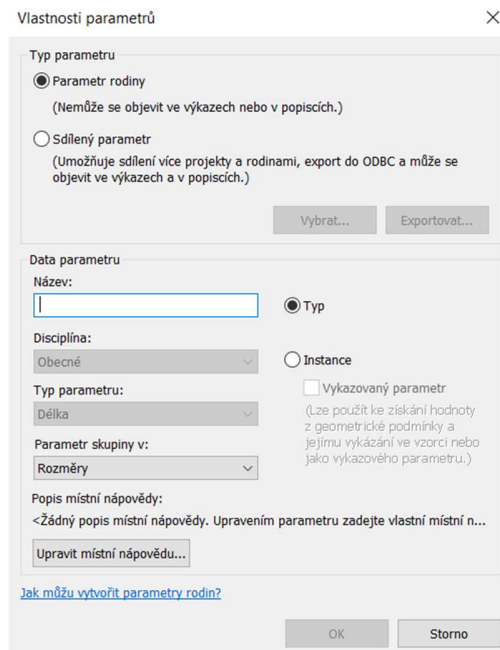


Obrázek 24: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 4 (Zdroj vlastní)

K vytvořeným kótám autor přiřadil parametr výšky, šířky a délky. Při označení kóty se objeví záložka „Upravit/Kóty“ . V části „Kóta štítku“ je nutno zmačknout speciální ikonu, která otevře vlastnosti parametru. Zde je potřeba nastavit název, disciplínu, typ parametru a parametr skupiny (Obrázek 25 a 26).

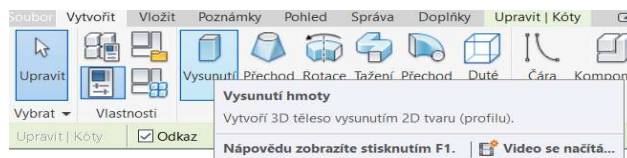


Obrázek 25: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 5 (Zdroj vlastní)



Obrázek 26: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 5 (Zdroj vlastní)

V okamžiku kdy jsou všechny parametry rozměrů nastaveny je možné začít modelovat. V záložce „Vytvořit“ se nachází několik možností, jak vytvořit tvar, model a spojku, ale pro skříň je třeba využít možnost „Vysunutí“ (Obrázek 27 a 28). Pomocí tohoto nástroje lze vytvořit například tvar půdorysu a protáhnout jej do určité výšky.

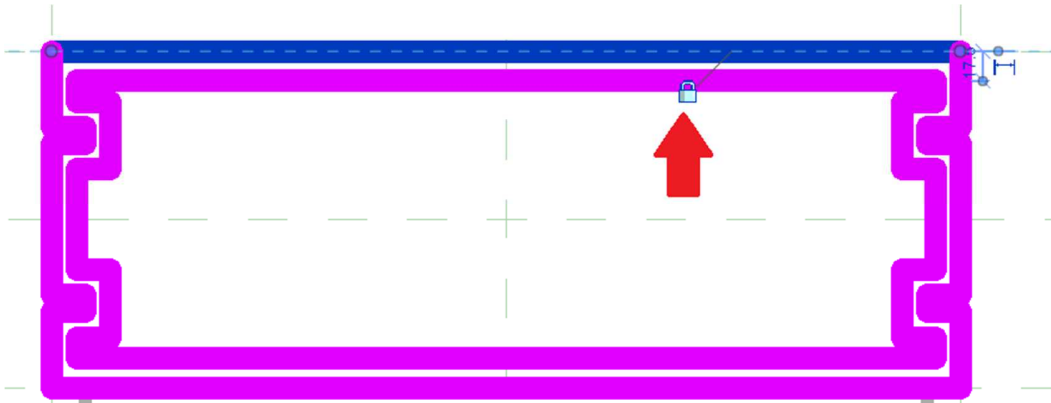


Obrázek 27: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 6 (Zdroj vlastní)



Obrázek 28: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 6 (Zdroj vlastní)

Jakmile bude náčrt připraven, je nutno jej propojit s referenčními rovinami v půdorysu a pohledu, a to pomocí malých zámek na obrazovce (Obrázek 29).

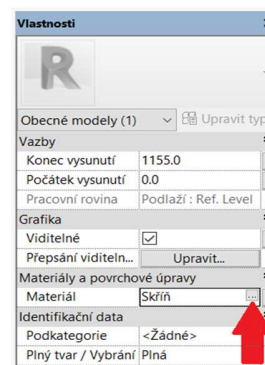
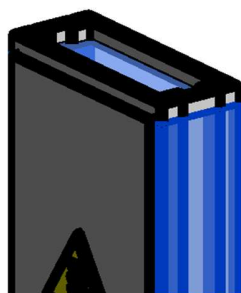


Obrázek 29: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 6 (Zdroj vlastní)

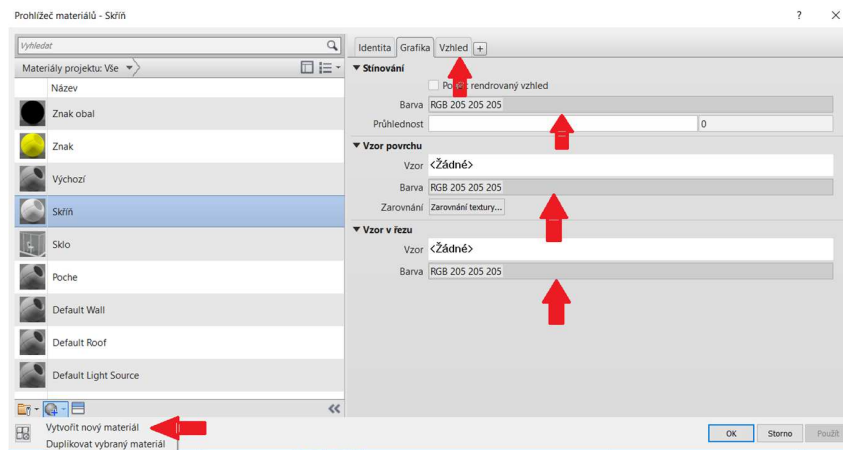
Předposledním krokem je volba materiálu. V paletě vlastnosti je oddíl zaměřeny na materiály a povrchové úpravy. Existuje dvě možnosti:

- použití již definovaného materiálu,
- vytvoření nového materiálu.

Autor si v rámci diplomové práce vždy volil druhou možnost, tedy tvorbu nového materiálu. Pro výběr materiálu je nutno zmačknout možnost „Materiál“ (Obrázek 30). Vytvořit nový materiál a přiřadit mu barvu (Obrázek 31). Také lze materiál definovat jeho povrch např. pomocí vložení obrázku s požadovaným vzorem.

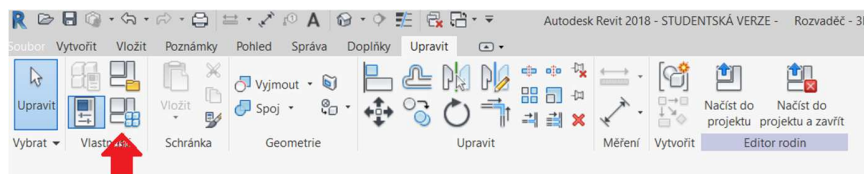


Obrázek 30: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 7 (Zdroj vlastní)

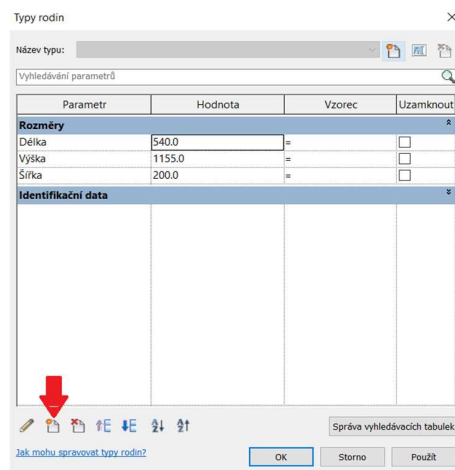


Obrázek 31: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 7 (Zdroj vlastní)

Posledním krokem je přiřazení parametrů a vlastností ke konkrétní rodině. Na základě požadavku lze přidat nový parametr ve formě textu, vzorce, čísla, rozměru atd. (Obrázek 32 a 33).



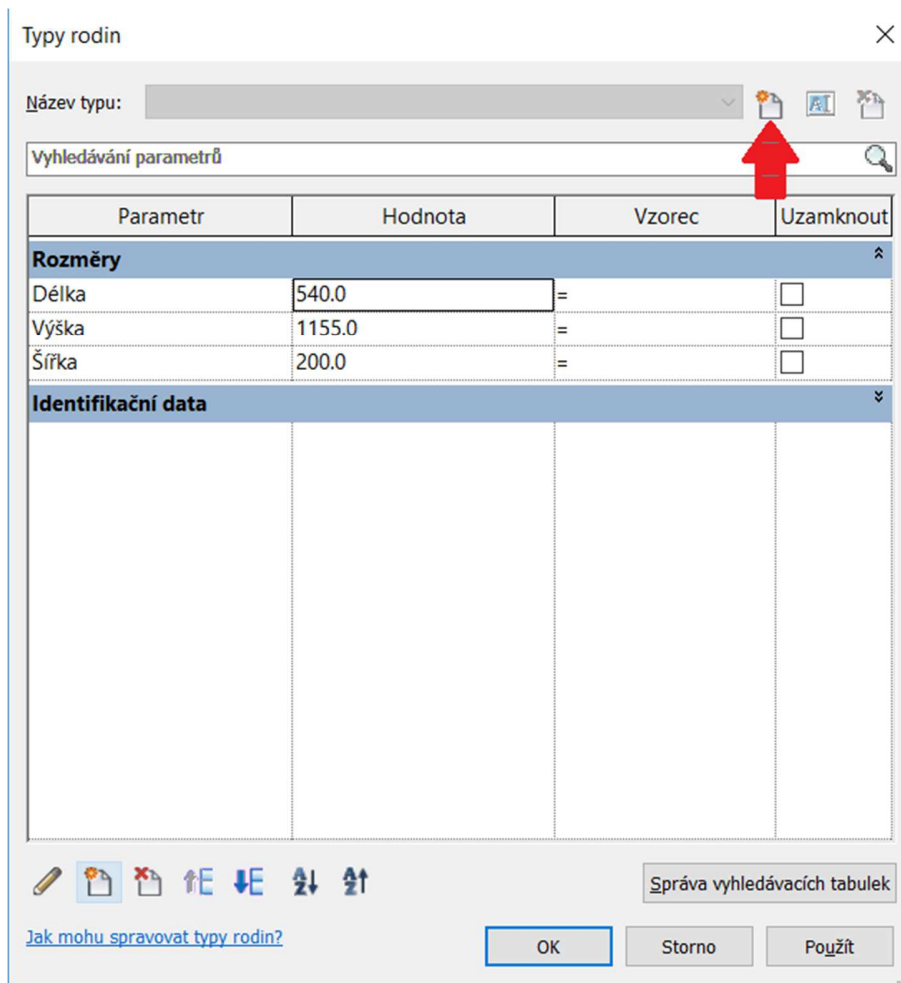
Obrázek 32: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 8 (Zdroj vlastní)



Obrázek 33: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 8 (Zdroj vlastní)



Také je možné vytvořit pevný typ rodiny (Obrázek 34).



Obrázek 34: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 8 (Zdroj vlastní)

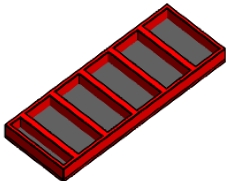
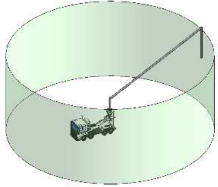
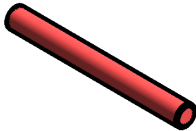
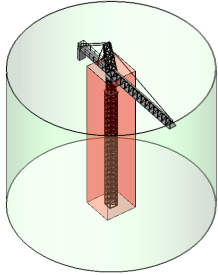
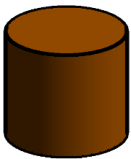

4.9. Tabulka použitých rodin

Autor pro potřeby této práce vytvořil několik nových rodin a zároveň použil několik již nadefinovaných, u kterých doplnil nové parametry, vlastnosti a rozměry. Tato diplomová práce neobsahuje objekty, které jsou spojeny s řízením BOZP během výstavby, např. tabulky, zábradlí atd. Důvodem k tomuto rozhodnutí je skutečnost, že se práce zabývá zařízením staveniště pouze z hlediska umístění jednotlivých objektů. Soupis použitých rodin je uveden v tabulce 2. V této tabulce jsou uvedeny názvy jednotlivých rodin ve sloupci „Název“. Ve druhém sloupci „Vizualizace“ jsou znázorněny obrázky jednotlivých rodin. Ve třetím sloupci autor popisuje veškeré parametry a vlastností, které k rodinám nově přiřadil. Ve sloupci „Zdroj“ se uvádí buď kým byla rodina vytvořena a nebo odkud byla stažena. Míru doplnění převzatých rodin udává poslední sloupec, ve kterém jsou zahrnuty nově doplněné věci, jež autor přiřadil ke konkrétním rodinám.

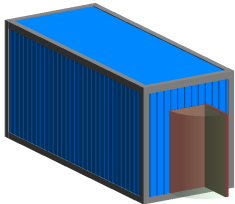
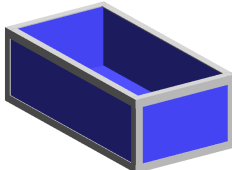
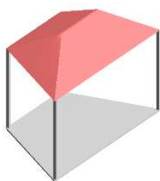


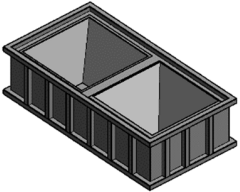
Tabulka 2: Soupis použitých rodin (Zdroj vlastní)

Název	Vizualizace	Parametry a Vlastností	Zdroj	Doplnění
Area Cooper Streetworks AVS LED		Dodavatel, Kontakt, Pevná rodina	CADForum, Dostupné z: https://www.cadforum.cz/catalog/block.asp?blk=17296	Parametry, Vlastností



bednění stěn a sloupů		Dodavatel, Kontakt, Délka, Šířka, J. cena	Vlastní zpracování	
Čerpadlo na beton		Dodavatel, Kontakt, Pevná rodina	CADForum, Dostupné z: https://www.cadforum.cz/catalog/block.asp?blk=12491	Parametry, Potrubí, Označení dosahu
Elektřina		DN, Délka, Dodavatel, Kontakt, Materiál	Vlastní zpracování	
Jeřáb		Dodavatel, Kontakt, Pevná rodina	CADForum, Dostupné z: https://www.cadforum.cz/catalog/block.asp?blk=4932	Parametry, Označení dosahu, Označení bezpečného umístění, Změna výšky a délky
Kanalizační šachta		Poloměr, Průměr, Výška, Pevná rodina	Vlastní zpracování	
Kanalizace		DN, Délka, Dodavatel, Kontakt, Materiál	Vlastní zpracování	



Kontejner 14,4 m2		Dodavatel, Kontakt, Účel, Délka, Výška, Šířka, Cena za den, J. cena	Vlastní zpracování	
Kontejner pro odpad		Dodavatel, Kontakt, Účel, Délka, Výška, Šířka, Cena za den, J. cena	Vlastní zpracování	
Krytá skládka		Délka, Výška, Šířka	Vlastní zpracování	
Mix		Dodavatel, Kontakt,	CADForum, Dostupné z: https://www.cadforum.cz/catalog/block.asp?blk=12491	Parametry
MOV		Dodavatel, Kontakt, DN, Délka, Výška, Šířka,	Vlastní zpracování	
Mycí zařízení		Výrobce prvku, Kontakt, Účel, Délka, Výška, Šířka, Cena prvku	Vlastní zpracování	

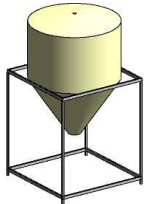
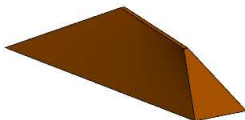
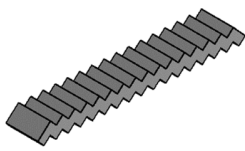
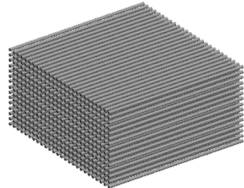
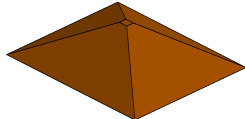


Kalová nádrž		Dodavatel, Kontakt, Typ, Délka, Výška, Šířka	Vlastní zpracování	
Nákladní auto		Dodavatel, Kontakt, Účel, Poznámka, Firma, Model auta, Délka koše, Šířka koše, Cena auta	CADForum, Dostupné z: https://www.cadforum.cz/catalog/block.asp?blk=1967	Parametry
Obytný kontejner 14,4 m ²		Dodavatel, Kontakt, Účel, Délka, Výška, Šířka, Cena za den, J. cena	Vlastní zpracování	
Vrata		Výrobce prvku, Kontakt, Účel, Výška, Šířka, Cena dílu	Vlastní zpracování	
Oplocení		Dodavatel, Kontakt, Výška, Šířka,	Vlastní zpracování	



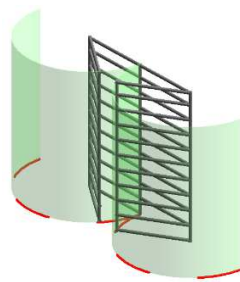
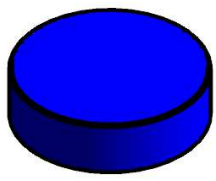
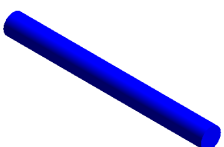


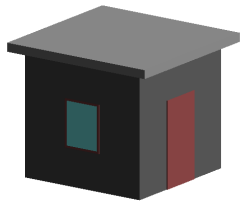
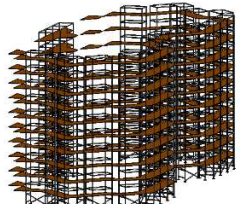
Otevřená skládka materiálu		Délka, Šířka	Vlastní zpracování	
Plynovod		DN, Délka, Dodavatel, Kontakt, Materiál	Vlastní zpracování	
Rozvaděč		Dodavatel, Kontakt, Výkon, Délka, Výška, Šířka,	Vlastní zpracování	
Rypadlo		Dodavatel, Kontakt, Typ	CADForum, Dostupné z: https://www.cadforum.cz/catalog/block.asp?blk=2714	
Schodiště 2. etapa		Dodavatel, Kontakt, Délka, Výška, Šířka,	Vlastní zpracování	
Schodiště 1. etapa		Dodavatel, Kontakt, Délka, Výška, Šířka,	Vlastní zpracování	
Schodiště 3. etapa		Dodavatel, Kontakt, Délka, Výška, Šířka,	Vlastní zpracování	



Silo		Dodavatel, Kontakt, Délka, Šířka, Účel	Vlastní zpracování	
Skládka zeminy		Délka, Výška, Šířka, Délka ² , Šířka ² , Účel, Objem	Vlastní zpracování	
Skládka schodiště		Dodavatel, Kontakt, Délka, Šířka	Vlastní zpracování	
Skládka výztuže		Dodavatel, Kontakt, Název produktu, Délka, Výška, Šířka, Cena celkem, Cena m, Váha armatury, Váha bloku	Vlastní zpracování	
Skládka zeminy/ornice		Délka, Výška, Šířka, Délka ² , Šířka ² , Účel, Objem	Vlastní zpracování	



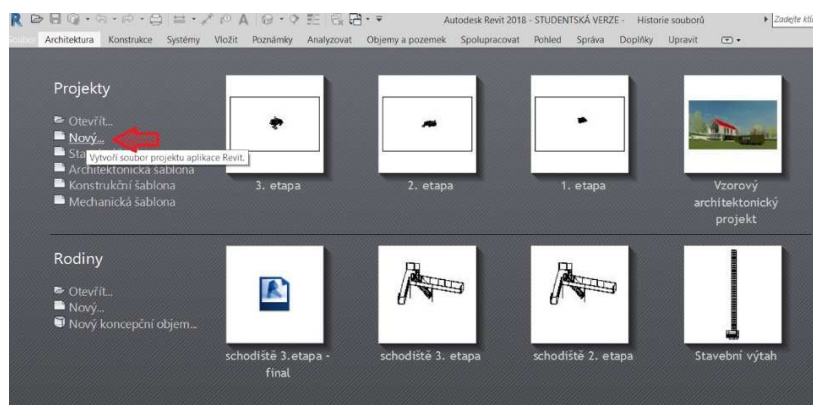
Stavební výtah		Dodavatel, Kontakt, Délka, Výška, Šířka, Cena za pronájem	Vlastní zpracování	
Strop-bednění		Dodavatel, Kontakt, Délka, Šířka	Vlastní zpracování	
Vchod- staveniště		Dodavatel, Kontakt, Výška, Šířka	Vlastní zpracování	
Vod. šachta		Poloměr, Průměr, Výška, Pevná rodina	Vlastní zpracování	
Vodovod		DN, Délka, Dodavatel, Kontakt, Materiál	Vlastní zpracování	

Vrátnice		Dodavatel, Kontakt, Délka, Výška, Šířka, Účel	Vlastní zpracování	
Lešení		Dodavatel, Kontakt, Pevná rodina	Vlastní zpracování	

4.10. Metodika tvorby informačního modelu zařízení staveniště

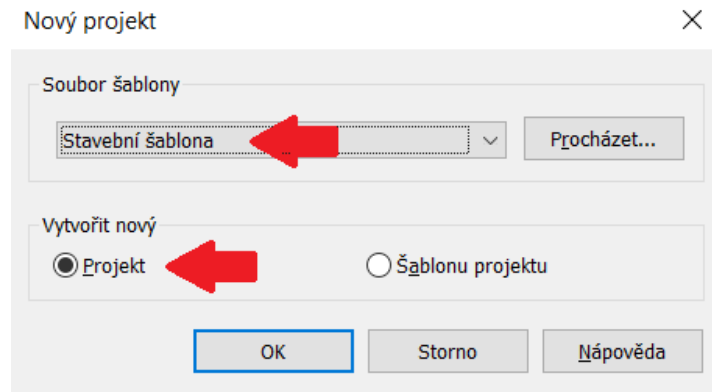
Pro účely této práce byly použity pouze 2D modely zařízení staveniště, řešení ZS a odpovídající projektová dokumentace. Pomocí těchto podkladů autor samostatně vytvořil informační model zařízení staveniště. Táto práce se nezabývala návrhem ZS a modelováním objektů jako takových. Primárním smyslem této podkapitoly je popis metodiky tvorby informačního modelu ZS.

Prvním krokem po otevření aplikace je volba mezi otevřením nového projektu nebo již dříve uloženého. Autor si zvolil vytvořit nový projekt (Obrázek 35).



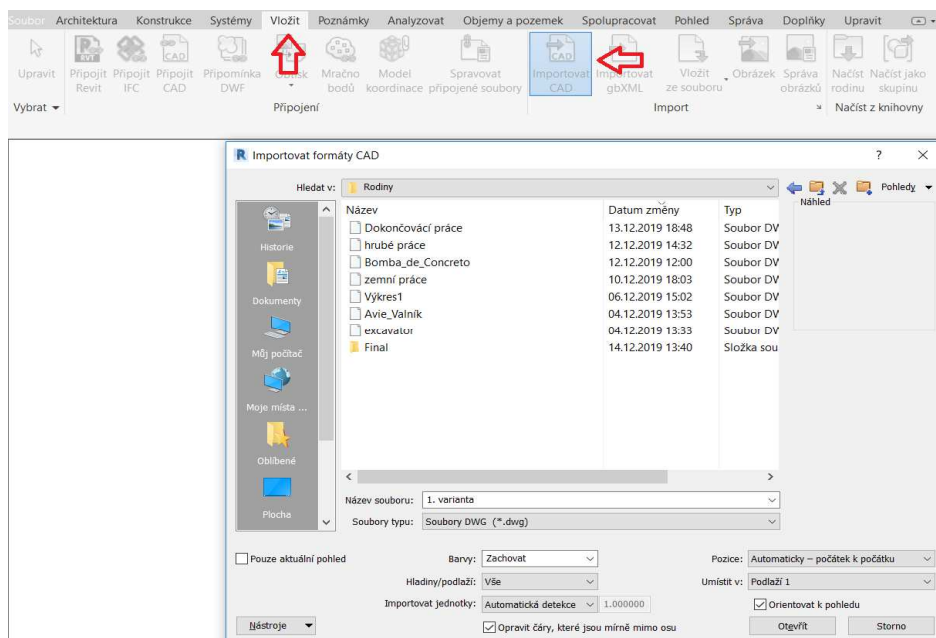
Obrázek 35: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 1 (Zdroj vlastní)

Autor vybral stavební šablonu a vytvořit nový projekt (Obrázek 36).



Obrázek 36: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 1 (Zdroj vlastní)

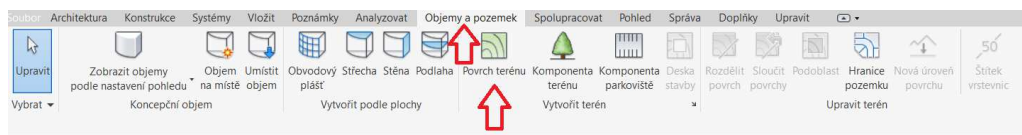
Druhým krokem byl import výkresu první etapy ve formátu dwg jako pomůcky pro vymezení pozemku. V záložce „Vložit“ je ikona „Importovat CAD“. Zároveň při importování je možné si vybrat, jaké hladiny nebo podlaží je zapotřebí importovat, jakou barvu použít pro vkládání výkresu a kam výkres umístit. Jak importovat výkres CAD do Revit je ukázáno na obrázku 37.



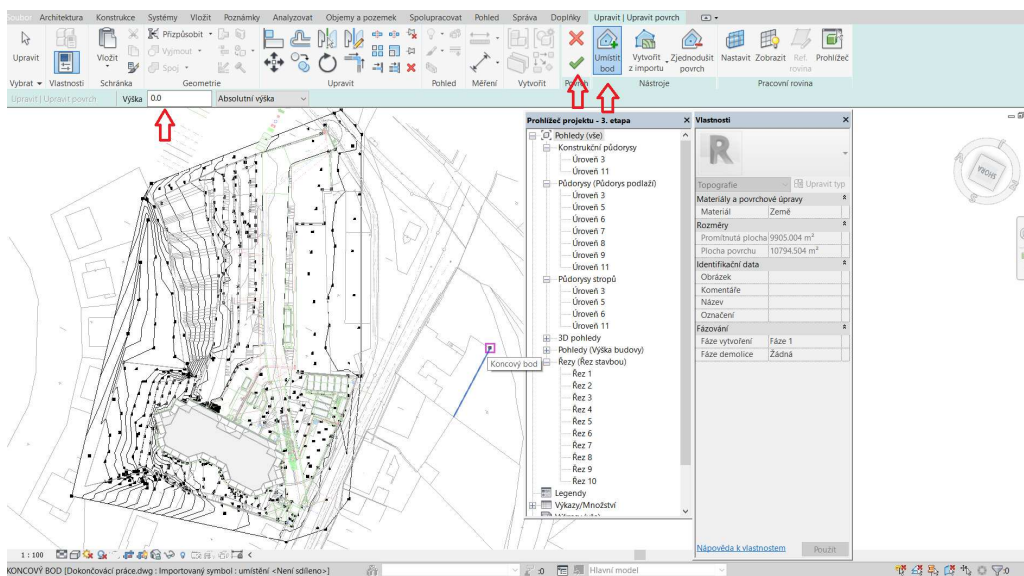
Obrázek 37: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 2 (Zdroj vlastní)

Obecně dalším krokem je vytvoření úrovní pro model, avšak pro svoji diplomovou práci autor nevyužil této funkce, protože se celý pozemek a každý jednotlivý objekt nachází na více odlišných úrovních.

Po vložení CAD výkresu je nutno vytvořit povrch terénu. V záložce „Objemy a pozemek“ je ikona „Povrch terénu“, pomocí které lze vytvořit pozemek doplněný výškami jednotlivých bodů. Díky této funkci se dá nakreslit terén, rozmístit body včetně stanovení jejich výšky nad základnou, vytvořit povrch z importu a zjednodušit povrch. Postup je zobrazen na obrázcích 38 a 39.

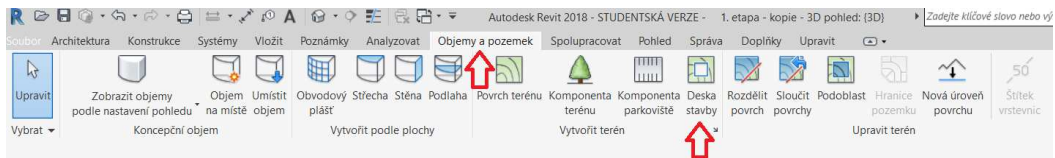


Obrázek 38: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 3 (Zdroj vlastní)

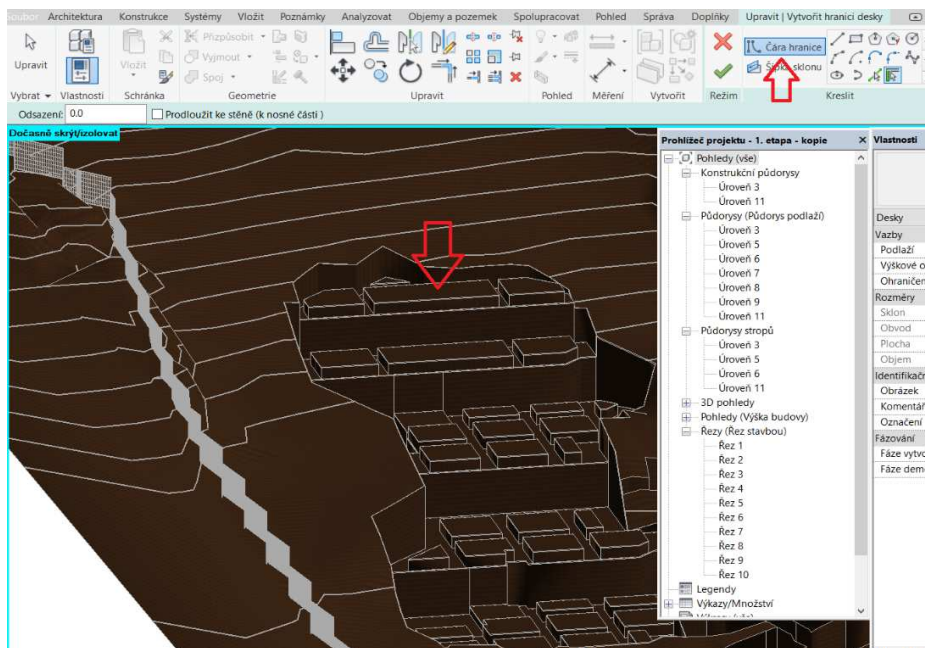


Obrázek 39: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 3 (Zdroj vlastní)

Pro vytvoření výkopu lze změnit výšku určitých bodů. Jako druhá možnost existuje ikona „Deska stavby“, pomocí níž se dá výkop zarovnat do roviny, a to včetně desky. Na obrázcích 40 a 41 je vidět, jak autor použil danou funkci pro výkopy. Pomocí této ikony autor nakreslil hranice desky na pozemku.

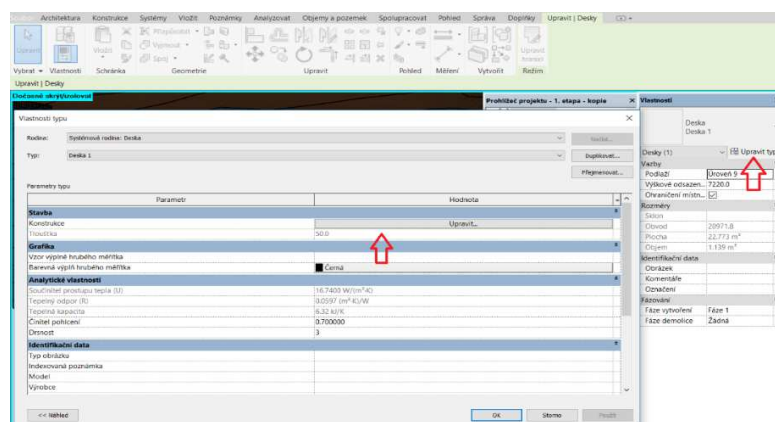


Obrázek 40: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 4 (Zdroj vlastní)



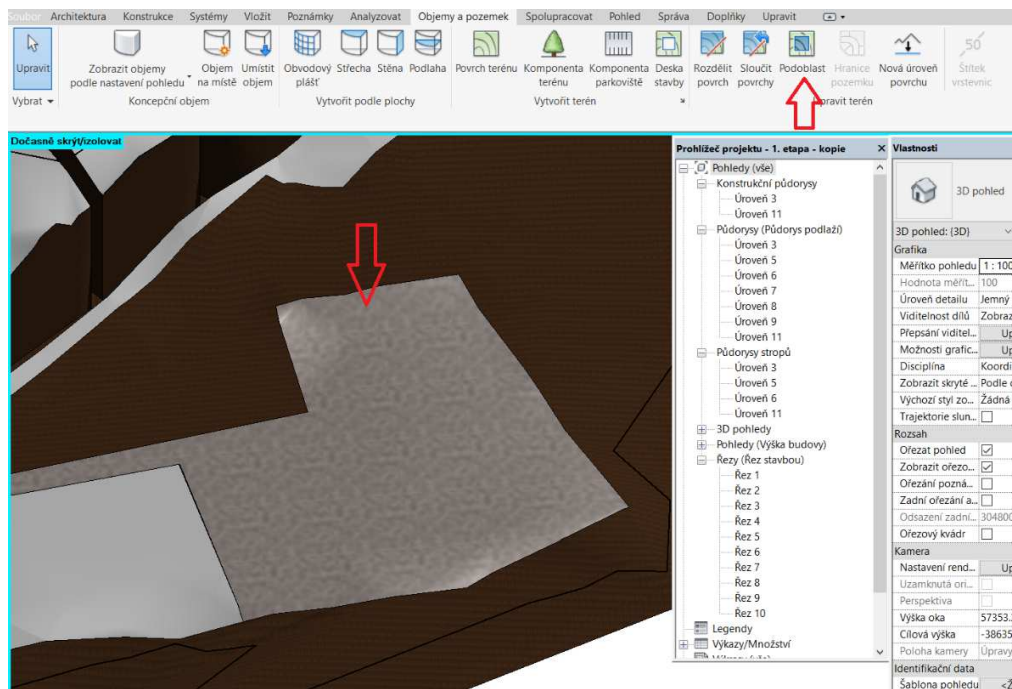
Obrázek 41: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 4 (Zdroj vlastní)

Je třeba uvést, že je možné měnit materiál, tloušťku a konstrukci desky stavby a její výškové odsazení v paletě „Vlastnosti“ tlačítkem „Upravit typ“ (viz Obrázek 42).



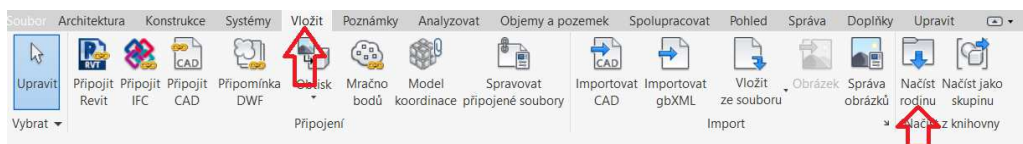
Obrázek 42: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 4 (Zdroj vlastní)

Poslední změnou terénu je tvorba podoblasti. Tato funkce slouží k rozdělení terénu na dílčí oblasti, například za účelem vyznačení chodníku. Pro každou takovou oblast lze změnit materiál. V záložce „Objemy a pozemek“ je speciálně k tomu předurčená ikona „Podoblast“ (Obrázek 43).

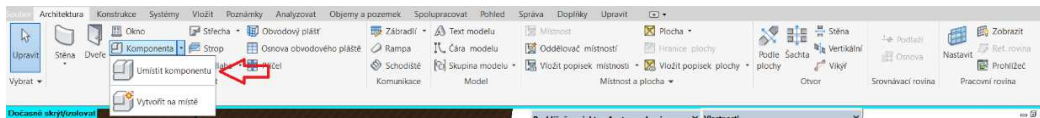


Obrázek 43: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 5 (Zdroj vlastní)

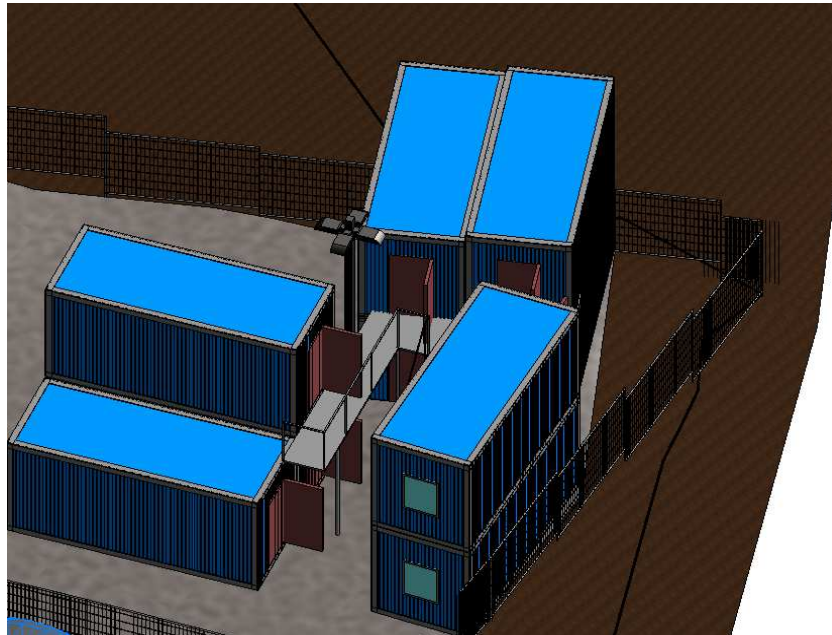
Dalším krokem je vložení vytvořených nebo již hotových rodin do modelu. V záložce „Vložit“ je ikona „Načíst rodinu“ (Obrázek 44). Po tomto kroku se rodina vloží do projektu. Pro správné zobrazení rodiny je třeba její umístění v modelu. V záložce „Architektura“ je tlačítko „Komponenta“, při jehož stisknutí se naposledy načtená rodina zobrazí v modelu (Obrázek 45).



Obrázek 44: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 6 (Zdroj vlastní)



Obrázek 45: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 6 (Zdroj vlastní)



Obrázek 46: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 6 (Zdroj vlastní)

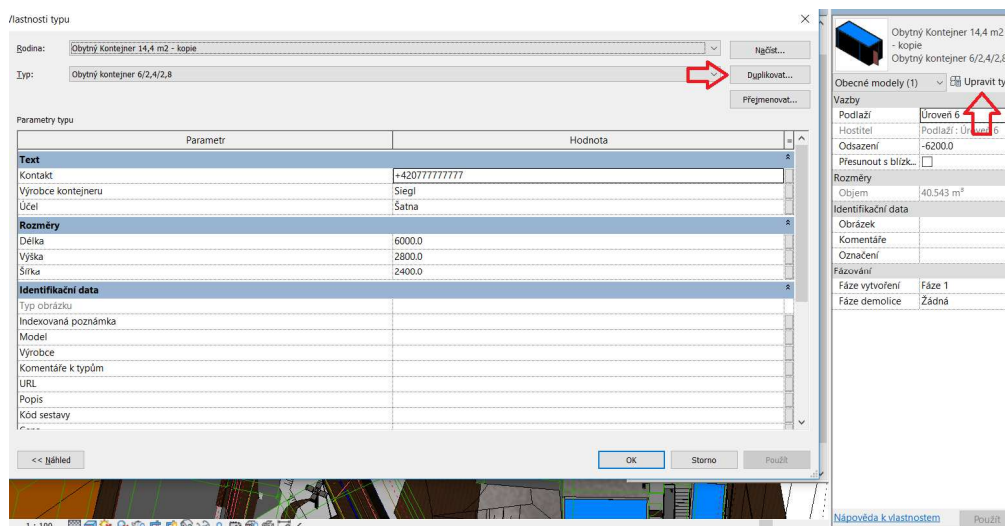
- První etapa – zemní práce a bourání (Příloha 4)

Pro první etapu autor vytvořil kompletní pozemek včetně výškového umístění jednotlivých bodů. Autor použil většinou vlastně vytvořené rodiny. Dále řešil rozmístění jednotlivých objektů na staveništi. V této etapě jsou řešeny i výkopy pro objekt a pro inženýrské sítě pomocí nástroje „Deska stavby“. Plochy zasypané štěrkodrtí a plochy z betonových panelů jsou označeny zvlášť. A také je model doplněn o následující rodiny:

- 1) obytný kontejner,
- 2) skladovací kontejner,
- 3) inženýrské sítě,
- 4) oplocení,

- 5) vjezdy a vchod na staveniště,
- 6) rypadlo,
- 7) rozvaděče,
- 8) skládky,
- 9) vrátnice,
- 10) osvětlení staveniště,
- 11) MOV,
- 12) nákladní auto,
- 13) vjezd do výkopu,
- 14) schodiště a podesta pro buňky,
- 15) kalová nádrž a mycí zařízení.

Pro každou rodinu lze změnit nastavené parametry a vlastnosti, a to například rozměry nebo dodavatele (Obrázek 47). Musí se vyznačit zvolená rodina, poté vybrat „Upravit typ“ v paletě „Vlastnosti“. Dalším krokem pro tvorbu stejné rodiny avšak s odlišnými parametry a vlastnostmi je zmačknutí „Duplikovat“ a zadání nového názvu.



Obrázek 47: Metodika tvorby informačního modelu – změna parametrů (Zdroj vlastní)



- **Druhá etapa – Hrubé práce (Příloha 5)**

Pro druhou etapu autor změnil výkopové práce na hrubou stavbu a rovněž doplnil nové rodiny do modelu:

- 1) jeřáb,
- 2) mix,
- 3) čerpadlo,
- 4) skládky materiálu,
- 5) počet buněk,
- 6) skládky zeminy jsou odvezeny a odstranění dočasného oplocení.

- **Třetí etapa – Dokončovací práce (Příloha 6)**

Třetí etapa se liší od druhé jenom v následujících bodech:

- 1) doplněním celého objektu,
- 2) lešením,
- 3) odstraněním jeřábu,
- 4) doplněním sila,
- 5) změnou skládek materiálu
- 6) změněným počtem buněk.

Lešení bylo řešeno pouze vizuálně. Představuje rozsáhlou soustavu různých dílů, které musí navrhout statik a BOZP koordinátor. Nicméně řešení informačního modelu lešení má veliký potenciál. Vymodelování jednotlivých dílů přesně podle rozměrů může zabránit kolizím představující potenciální riziko u většiny staveb.

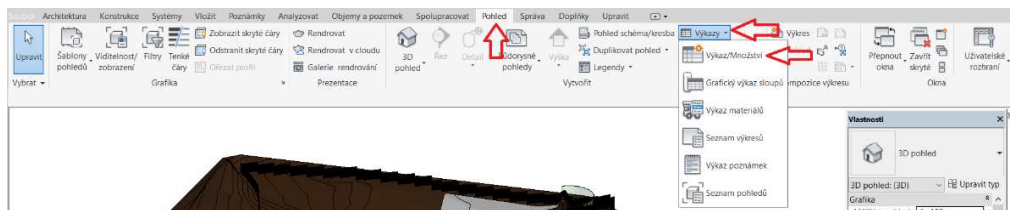
Pro každou etapu zmíněnou v této práci lze vytvořit výkaz materiálu, množství apod. Podobný výkaz automaticky generuje a upravuje např. množství materiálů při úpravách projektu a modelu (Obrázek 52). Na základě informačního modelu se zformuje přesný výměr pro objednání potřebného materiálu. Je-li nutné vědět, kolik metrů vodovodu bude potřeba položit, stačí zmáčknout ikonu „Výkaz množství“ v záložce „Pohled“. Je



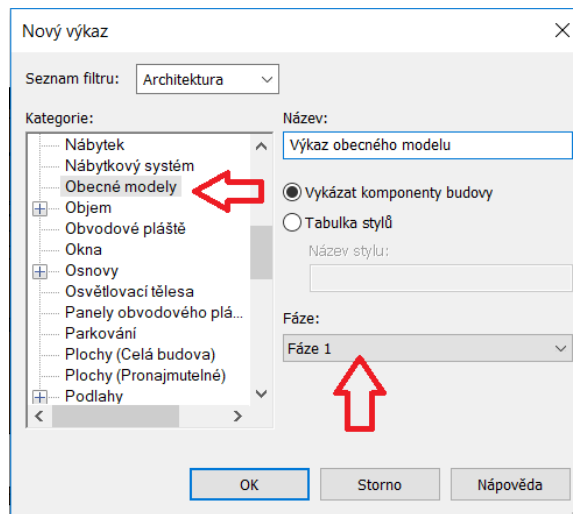
nutné nejdříve vybrat typ rodiny nebo dílu a fáze, pro kterou tento typ byl vytvořen nebo vložen (Obrázek 48 a 49).

Revit navíc umožňuje pro každý dílčí objekt a pohled nastavit fázi v závislosti na potřebách konkrétního projektu. Autor se domnívá, že fázování není součástí běžné praxe, a tak se rozhodl danou funkci nepoužívat z důvodu její zanedbatelnosti pro účely této diplomové práce.

Autor měl v úmyslu využít funkci filtrování jednotlivých rodin, přesto však dle provedeného průzkumu a zkoumání způsobu filtrace žádné vhodné řešení nebylo nalezeno.

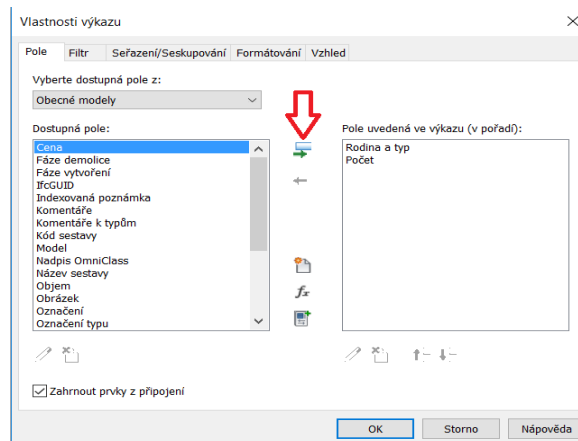


Obrázek 48: Výkaz množství (Zdroj vlastní)

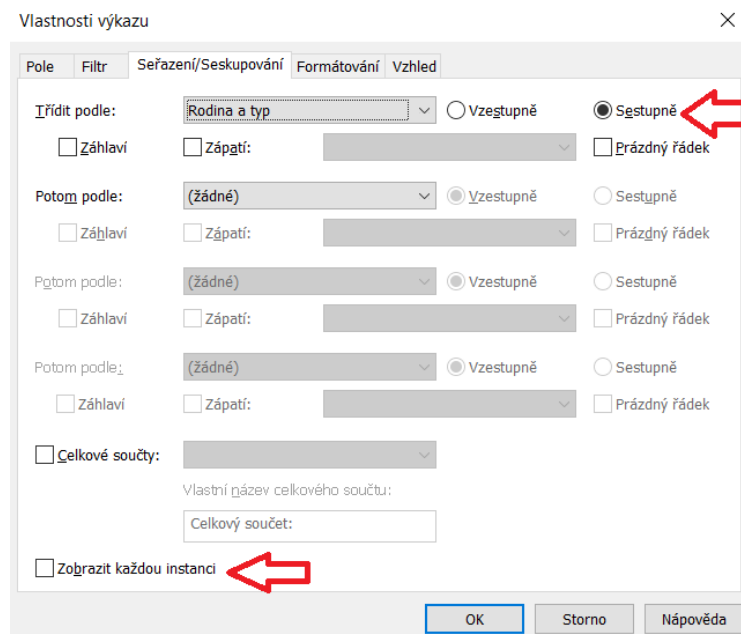


Obrázek 49: Výkaz množství (Zdroj vlastní)

Dalším krokem je výběr kategorií, které se budou zobrazovat ve vytvořené tabulce (Obrázek 50). Existuje značné množství možností pro úpravy výkazu, ale autor použil jenom seskupení podle názvu a možnost nezobrazení každé instance (Obrázek 51).



Obrázek 50: Výkaz množství (Zdroj vlastní)

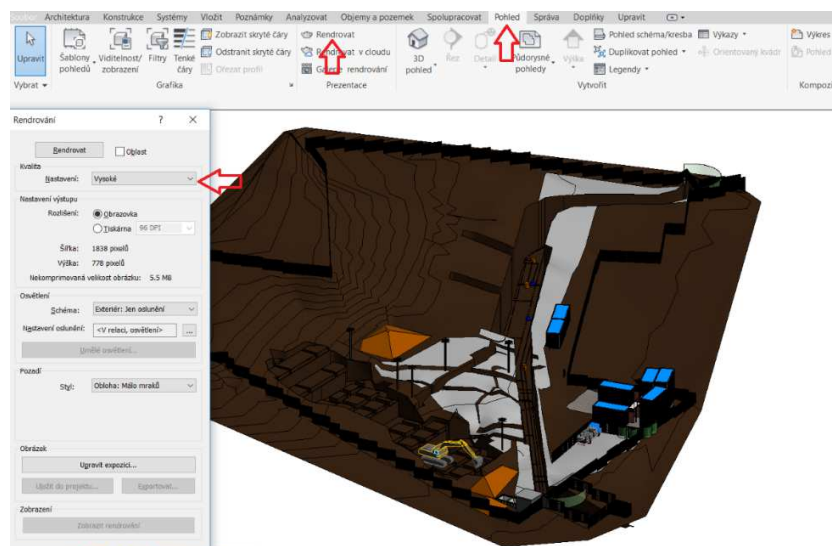


Obrázek 51: Výkaz množství (Zdroj vlastní)

<Výkaz obecného modelu>	
A	B
Rodina a typ	Počet
Vratnice: Vratnice 3/3/2,8	1
Vodovod: 65,2 m	1
Vodovod: 44,5 m	1
Vodovod: 34,5 m	1
Vodovod: 9 m	3
Vodovod: 6,3 m	1
Vodovod: 5 m	2
Vodovod: 4 m	3
Vodovod: 3,5 m	2
Vodovod: 2,5 m	1
Vodovod: 0,5 m	1
Vod.šachta: Vod.šachta 900 mm	4
Vchod do staveniště: Vchod do staveniště	2
Skládka: Skládka 10/12/2	1
Skládka: Skládka 5/5,5/2	1
Skládka 1: Skládka 11,61/2/5,4	1
schodiště: schodiště	1
Rypadlo: Rypadlo	1
Rozvaděč: Rozvaděč	2
Plyn: Plyn	1
Plyn: 50 m	1
Plyn: 35,4 m	1
Plyn: 35 m	1
Plyn: 24,2 m	1
Plyn: 12 m	1
Plyn: 11,8 m	1
Plyn: 7,8 m	1
Plyn: 3 m	2
Plyn: 2 m	1
oplocení otevřené - vrata: Mobilní oplocení 5000/2000	2

Obrázek 52: Výkaz množství (Zdroj vlastní)

Posledním krokem pro vizualizaci tohoto modelu je rendrování modelu. V záložce „Pohled“ je třeba zmáčknout „Rendrovat“ a vybrat kvalitu obrázku (Obrázek 53).



Obrázek 53: Rendrování modelu (Zdroj vlastní)

5. Provedení průzkumu

Pro provedení průzkumu v různých stavebních firmách autor vytvořil dotazník pomocí speciální webové stránky „Survio“. Cílem průzkumu je sběr a analýza informací, zda firmy jsou připraveny používat informační model zařízení staveniště.

Celkový počet oslovených respondentů byl 25. Ne všechny firmy však byly ochotny dotazník vyplnit (nezájem o zkoumané téma). Celkem dotazník vyplnilo 10 stavebních firem, přičemž v některých z nich odpovídali lidé z různých pracovních pozic (od jedné firmy mohl autor dostat více jak jeden vyplněný dotazník).

Dotazník byl cílený na vedoucí pozice ve vybraných firmách. Získaný počet odpovědí je zcela dostačující pro potřebu této práce.

Pro účely dané diplomové práce nejvýznamnějšími otázkami jsou otázky typu, zdali informační model dokáže kompletně nahradit standardní 2D model a jestli firmy v současné době jsou připraveny používat informační model pro své účely. Stěžejní výsledky průzkumu jsou zobrazeny na obrázcích 54 – 61.

1 Název firmy?

Rekomont, a.s.	ARDEM Invest s.r.o.	Rekomont a.s.	ARDEM INVEST s.r.o
Syner s.r.o.	Stavební	SKANSKA	PM Group CZ s.r.o.
Sipral a.s.	SKANSKA a.s.	Hinton, a.s.	STEP Praha
Step spol. s.r.o.	STEP s.r.o.	Swietelsky stavební s.r.o	

[Napsat komentář k výsledku](#)

2 Čím se zabývá firma?

Stavebnictví (4x)	Monolitické a zednické práce	Stavitelství, plyn	Stavební společnost, generální dodavatel staveb
Pozemní stavby	Kompletní dodávkou lehkých obvodových plášťů	Proječní činnost, Řízení výstavby, Cost management	Developerická firma
stavebnictví (3x)		generální dodavatel staveb	

[Napsat komentář k výsledku](#)

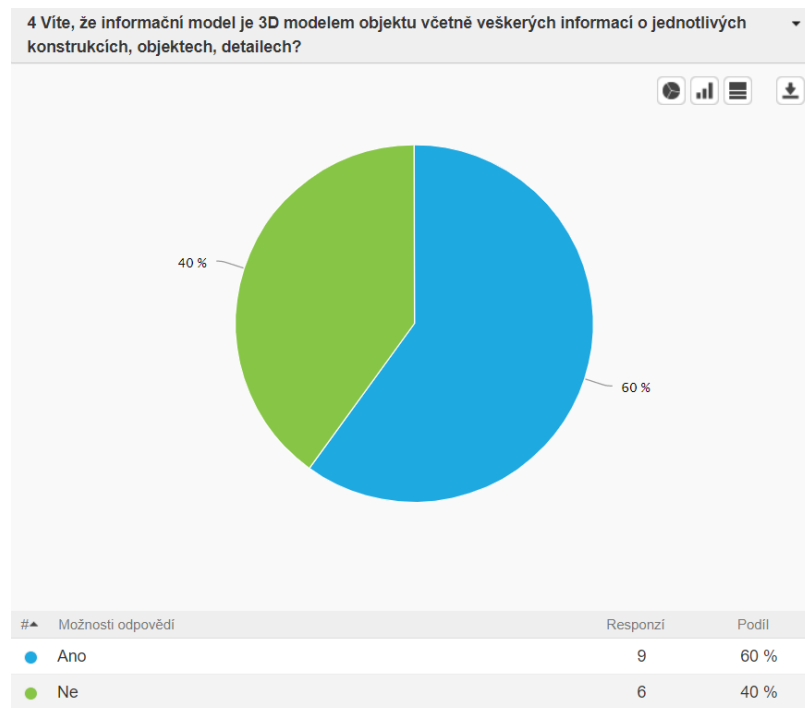
3 Pracovní pozice?

manažer projektu	Přípravář, rozpočtař	Výrobní ředitel	Ředitel
Stavbyvedoucí junior	Stavbyvedoucí (4x)	Senior Design Manager	Technický ředitel
Design Manager	technický ředitel	přípravář	BIM manager

[Napsat komentář k výsledku](#)

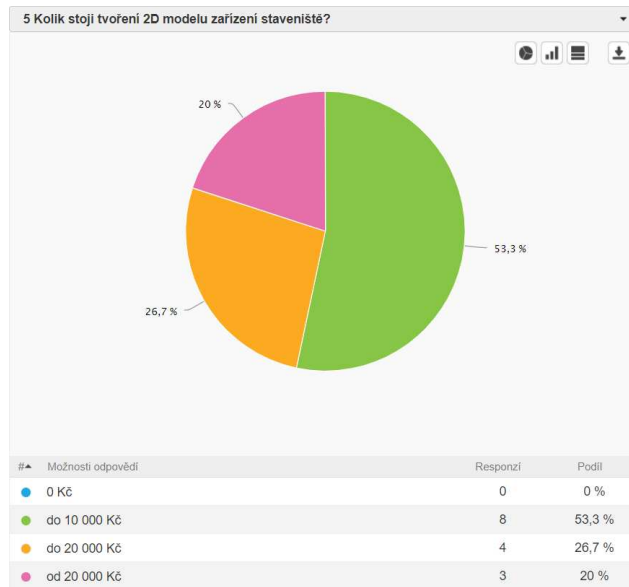
Obrázek 54: Dotazník – otázka 1 – 3 (Zdroj vlastní)

Jak již bylo zmíněno, průzkumu se zúčastnili zaměstnanci stavebních firem z odlišných pracovních pozic a to od přípravaře až po ředitele oddělení. Rozhodujícím faktorem pro autora bylo rovněž i odborné zaměření oslovených firem.



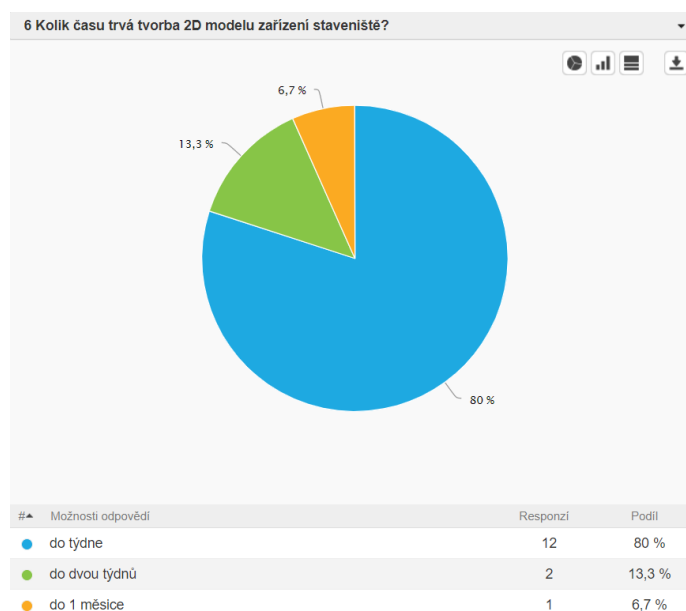
Obrázek 55: Dotazník – otázka 4 (Zdroj vlastní)

Čtvrtou otázkou autor chtěl zjistit, jestli respondenti vědí, co znamená koncept informačního modelu, a pokud ne, tak je rovnou obeznámit s tímto pojmem. Další otázky slouží zvláště pro ověření připravenosti firem používat informační model. Nedílnou součástí průzkumu je porovnání 2D a informačního modelu z hlediska času a nákladů. Toto porovnání je detailněji popsáno v další kapitole a je rozděleno do dvou částí: porovnání na základě provedeného průzkumu a porovnání dle určitých koeficientů vytvořených spolu se zkušeným pracovníkem.

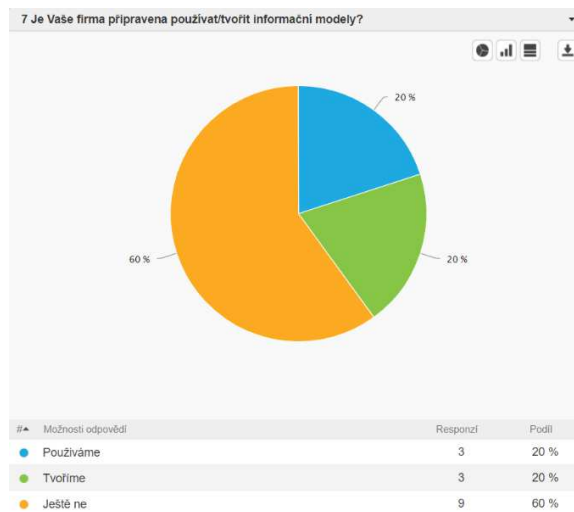


Obrázek 56: Dotazník – otázka 5 (Zdroj vlastní)

Pátou a šestou otázkou autor zjistil informace o tom, kolik v současnosti stojí a jak dlouho trvá tvorba standardního 2D modelu zařízení staveniště. Většina respondentů odpověděla, že tvorba stojí maximálně 10 000 Kč a trvá přibližně jeden týden.

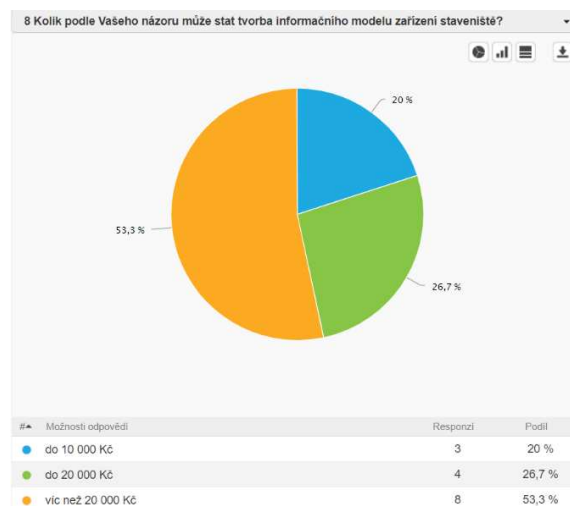


Obrázek 57: Dotazník – otázka 6 (Zdroj vlastní)



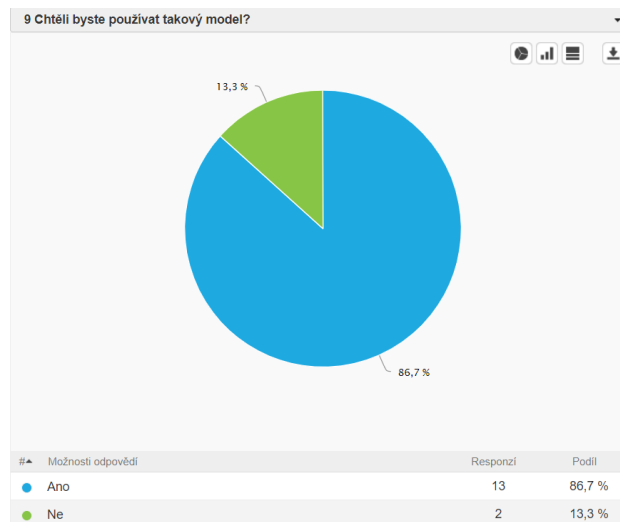
Obrázek 58: Dotazník – otázka 7 (Zdroj vlastní)

Z odpovědí na sedmou otázku vyplývá, že většina firem ještě není připravena používat a tvořit informační model.

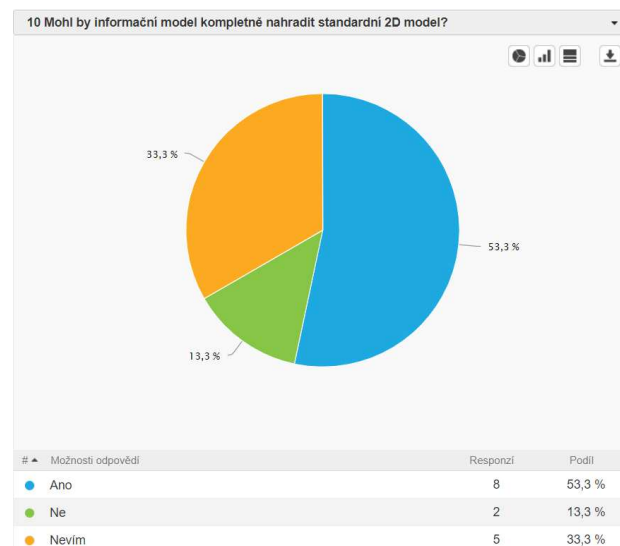


Obrázek 59: Dotazník – otázka 8 (Zdroj vlastní)

Osmá otázka slouží pro porovnání informačního modelu se standardním. Autor touto otázkou chtěl zjistit, kolik může stát tvorba informačního modelu. Většina respondentů se domnívá, že tvorba inteligentního modelu bude minimálně stát dvakrát víc než 2D modelu, což je zhruba 20 000 Kč +.



Obrázek 60: Dotazník – otázka 9 (Zdroj vlastní)



Obrázek 61: Dotazník – otázka 10 (Zdroj vlastní)

Na základě informací získaných z dotazníku lze usuzovat, že stavební firmy zatím nejsou připraveny používat informační model, i přesto že lidé v oslovených firmách již nyní mají o tento typ modelu velký zájem. Diagram na obrázku 46 ukazuje, že 86,7% respondentů chce informační model aplikovat v běžné praxi. Nicméně na hlavní otázku ohledně připravenosti firem takový model zavést do praxe 60% dotazovaných odpovědělo odmítavě. Získané výsledky mohou být do jisté míry ovlivněny menším počtem respondentů.



6. Porovnání informačního modelu se standardním 2D modelem

Klasický 2D model zařízení staveniště zpracovává zpravidla projektant nebo zhotovitel dle požadavku investora či pro vlastní potřebu. Předem vyprojektovaný ZS dokáže ušetřit velké množství finančních prostředků a času. Taktéž může zabránit vzniku nových neočekávaných rizik. Standardní model ukazuje jenom umístění jednotlivých objektů na staveništi a popisuje je pomocí poznámek a kót. Informační model umožňuje kromě zobrazení umístění těchto objektů také jejich kategorizování, parametrizaci, přehled zvolených materiálů či ukázkou umístění těchto objektů v prostoru. Parametrizace jednotlivých objektů je jednou z největších výhod informačního modelu. Jedním kliknutím myši lze získat množství informace o zkoumaném objektu, například jaký objem má skládka zeminy. Oproti standardnímu modelu obsahuje informační model podstatně větší množství informace, což znamená, že tvorba takového modelu bude trvat delší dobu a bude finančně náročnější.

V této kapitole autor popisuje porovnání tvorby informačního modelu s modelem standardním z časového a nákladového hlediska. Pro komparaci těchto modelů se autor rozhodl použít porovnání dle průzkumu a dle koeficientů.

- **Porovnání dle průzkumu (nákladové porovnání)**

V dotazníku se autor ptal respondenty, kolik stojí tvorba standardního 2D modelu ZS a kolik může stát tvorba informačního modelu ZS. Odpovědi respondentů na první otázku byly následující:

- a) 8 respondentů odpovědělo, že tvorba standardního 2D modelu stojí do 10 000 Kč,
- b) 4 osoby odpověděli, že tvorba standardního 2D modelu stojí do 20 000 Kč,
- c) 3 osoby odpověděli, že tvorba standardního 2D modelu stojí více než 20 000 Kč.

Autor se nejvíce ztotožňuje s odpovědí první, tedy že tvorba standardního 2D modelu stojí do 10 000 Kč.

Odpovědi respondentů na druhou otázku byly následující:

- a) 3 osoby odpověděli, že tvorba informačního modelu stojí do 10 000 Kč,



- b) 4 osoby odpověděli, že tvorba informačního modelu stojí do 20 000 Kč,
c) 8 respondentů odpovědělo, že tvorba informačního modelu stojí více než 20 000 Kč,

Z průzkumu je patrné, že většina respondentů považuje informační model za nákladnější variantu. Na základě četnosti odpovědí by se dalo tvrdit i to, že informační model je přibližně dvakrát dražší než model standardní.

- **Porovnání dle koeficientů (časové a nákladové porovnání)**

Na základě osobní konzultace s kolegou Martinem Lukešem, který je technickým ředitelem a pracuje s 3D modely, autor stanovil koeficienty pro porovnání z hlediska času a nákladů. Jelikož při určování koeficientů bylo vycházeno ze zkušeností, nelze koeficienty brát jako dogma.

Pro tvorbu 2D modelu byly použity koeficienty:

Tabulka 3: Koeficienty zkušenosti pro tvorbu 2D (Zdroj vlastní)

Začátečník	$K1=2$
Střední úroveň	$K1=1$
Pokročily	$K1=0,5$

Tvorba informačního modelu bude trvat dvakrát tak dlouho, což znamená:

Tabulka 4: Koeficienty zkušenosti pro tvorbu informačního modelu (Zdroj vlastní)

Pro všechny úrovně zkušenosti	$K2=2$
-------------------------------	--------

Tabulka 5: Koeficienty spolupráce pro tvorbu modelu (Zdroj vlastní)

Spolupráce	$K3=0,6$
Bez spolupráce	$K3=1$



Autor rozdělil schopnost vytvořit model dle zkušenosti člověka – začátečník, středně pokročilý a pokročilý. Začátečník je ten, kdo neumí vůbec pracovat s používaným programem a s výkresy z dané oblasti. Střední úroveň má ten, kdo už pracoval s aplikací a umí například číst výkresy. Pokročilý pracovník chápe jak funguje aplikace, umí udělat veškeré úkony, spojené s tvorbou modelu v tomto programu a má těž velké zkušeností z pracovního odvětví.

Pro výpočet času potřebného k tvorbě informačního modelu autor používá informace od kolegy, který se touto problematikou dlouhodobě zabývá. Na základě získaných informací autor navrhnul rovnici pro výpočet potřebné doby k tvoření informačního modelu. Součástí rovnice je i koeficient, který určuje, jestli pracovníkovi, který model vytváří, bude pomáhat někdo, kdo již má s tvorbou nějaké zkušenosti.

a) Vzorec pro tvorbu 2D modelu

$$T_{2D} = D * K1 * K3 \text{ (den)}$$

T_{2D} – Čas, potřebný pro tvorbu standardního modelu

$D = 7$ dnů – minimální doba tvorby modelu dle konzultace se zkušeným pracovníkem

$K1$ – Koeficient zkušenosti pracovníků

$K3$ – Koeficient spolupráce

Výsledky jsou zobrazené v tabulce 6:

Tabulka 6: Výsledky vzorce pro tvorbu 2D modelu (Zdroj vlastní)

Začátečník ve spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{2D} = 7 * 2 * 0,6$	9 dnů
Začátečník bez spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{2D} = 7 * 2 * 1$	14 dnů
Střední úroveň ve spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{2D} = 7 * 1 * 0,6$	5 dnů
Střední úroveň bez spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{2D} = 7 * 1 * 1$	7 dnů
Pokročilý	$T_{2D} = 7 * 0,5$	4 dnů



b) Vzorec pro tvorbu informačního modelu

$$T_{InM} = D \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \text{ (den)}$$

T_{2D} – Čas, potřebný pro tvorbu informačního modelu

$D = 7$ dnů – minimální doba tvorby modelu dle konzultace se zkušeným pracovníkem

$K2$ – Koeficient zkušenosti pracovníků pro tvorbu informačního modelu

$K3$ – Koeficient spolupráce

Tabulka 7: Výsledky vzorce pro tvorbu informačního modelu (Zdroj vlastní)

Začátečník ve spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{InM} = 7 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,6$	17 dnů
Začátečník bez spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{InM} = 7 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1$	28 dnů
Střední úroveň ve spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{InM} = 7 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,6$	9 dnů
Střední úroveň bez spolupráce se zkušeným pracovníkem	$T_{InM} = 7 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1$	14 dnů
Pokročily	$T_{InM} = 7 \cdot 0,5 \cdot 2$	7 dnů

Autor se domnívá, že výsledky z tabulky 7 mají vypovídací hodnotu. Toto tvrzení stanovil na základě vlastní zkušenosti s tvorbou informačního modelu, jenž byl schopen vytvořit během dvou týdnů při střední úrovni pokročilosti a bez spolupráce se zkušeným spolupracovníkem.

Tabulka 8: Výsledky časového porovnání (Zdroj vlastní)

Název	Tvorba 2D modelu	Tvorba informačního modelu
Začátečník ve spolupráce se zkušeným pracovníkem	9 dnů	17 dnů
Začátečník bez spolupráce se zkušeným pracovníkem	14 dnů	28 dnů
Střední úroveň ve spolupráce se zkušeným pracovníkem	5 dnů	9 dnů



Střední úroveň bez spolupráce se zkušeným pracovníkem	7 dnů	14 dnů
Pokročily	4 dnů	7 dnů

Tabulka 9: Výsledky nákladového porovnání (Zdroj vlastní)

Název	Tvorba 2D modelu	Tvorba informačního modelu
Cena	Do 10 000 Kč	Víc než 20 000 Kč

Na závěr této kapitoly jsou uvedeny výsledky z porovnání standardního a informačního modelu z hlediska času a nákladu (tabulka 8 a 9). Informační model je dražší a jeho tvorba trvá déle než tvorba standardního modelu. Dle svých zkušeností autor je schopen říct, že objem zpracovávaných informací pro tvorbu informačního modelu je mnohem větší oproti 2D modelu, a to z toho důvodu, že aplikovaná data jsou použitelná i pro jiné účely – tvorba dalších modelů, výpočet nákladu, přehled potřebného množství strojů, materiálu a součástek atd.

Je potřeba mít na paměti, že autor vytvořil pouze rámcový srovnávací výpočet, který je významně ovlivněn subjektivně stanovenými koeficienty.



7. Vyhodnocení přínosů oproti překážkám

V této kapitole jsou vyhodnoceny veškeré přínosy a překážky spojené s BIM modelem z vlastního hlediska autora. Výsledkem je ověření skutečnosti, jestli přínosy převládají nad překážkami a zda se tak zlepšuje efektivita ve stavebnictví anebo nikoli. V podkapitole 3.5 a 3.6 byl vytvořen seznam jednotlivých výhod a nevýhod používání informačního modelu, který byl použit jako podklad pro tuto kapitolu.

Eventuální přínosy:

- 1) Časové a nákladové úspory
- 2) Zlepšení komunikace mezi různými zainteresovanými subjekty
- 3) Výhoda pro investora a developerské firmy – funkce vizualizace
- 4) Možnost detekce kolizí již v návrhu výstavby
- 5) Včasné plánování dodání a odvozu materiálů
- 6) Automatická tvorba potřebných výkazů
- 7) Přesnější kontrola kvality
- 8) Včasná detekce a řešení problémů
- 9) Využití aktuálních a přesných dat
- 10) Používání modelu během celého životního cyklu stavby – počínaje fází návrhu výstavby a konče likvidací objektu
- 11) Zamezení výskytu potenciálních rizik
- 12) Zlepšení kvality

Případné překážky:

- 1) Neochota firem měnit běžné postupy práce
- 2) Potřeba proškolení zaměstnanců firem
- 3) Jazyk projektu
- 4) Zavádění nového softwaru a případné potíže s jeho implementací
- 5) Nákladnost
- 6) Hrozba nedostatečného internetového zabezpečení
- 7) Standardizace



Dle mínění autora výše uvedené přínosy jsou převažující a mimoto veškeré překážky jsou řešitelné. Například jazyk projektu lze řešit pomocí otevřeného datového schématu IFC a OpenBIM. Implementace softwaru a jeho správné fungování se bude postupně rozvíjet a zlepšovat díky rozvoji současných technologií. Nákladnost a financování je diskutabilní otázkou, protože na jednu stranu zavedení BIM generuje pochopitelně vyšší náklady, ale na stranu druhou pomocí BIM lze s předstihem detekovat a řešit řadu problémů a kolizí, díky čemu se ušetří náklady v různých fázích životního cyklu stavby. V současné proměnlivé době existuje velké množství pracovních postupů. Dříve projektanti neměli k dispozici žádné kreslicí programy, a tak byli nuceni vypracovávat výkresy ručně pomocí obyčejné tužky a pravítka. Oproti tomu v 21. století jsou velice často využívány speciální kreslicí aplikace, které zkvalitnily a zjednodušily pracovní postupy. Přejít ke Stavebnictví 4.0 poskytuje stejnou možnost ke zlepšení stavebních pracovních metod. Avšak nejdůležitější podmínkou zůstává ochota pracovníků a stavebních společností přijmout rozmanité inovace současné doby a implementovat je do interních firemních procesů.

Po podrobném zkoumání dané problematiky autor dospěl k závěru, že BIM dokáže přinést velké množství výhod a vylepšení pro obor stavebnictví. Nesmí se také opomenout eventuální překážky, které lze odstranit. Autor se však rozhoduje ve prospěch zavedení BIM na základě posouzení veškerých přínosů a negativ. Je zcela přesvědčen, že BIM model může velice zkvalitnit dílčí postupy stavebnictví a tím i vylepšit efektivitu práce.



8. Závěr

V současné době existuje velké množství BIM nástrojů k různorodým účelům - vizualizace objektů, modelování staveb a nábytků, facility management atd. Použití BIM modelů není omezeno pouze na oblast stavebnictví, ale lze je využívat i jinde, například TZB, VZT, ÚT či ZTI.

Primárním cílem diplomové práce byla tvorba informačního modelu zařízení staveniště a zjištění informací, zda jej stavební firmy chtějí využívat. Informační model může sloužit podkladem pro více odlišných činností, například pro koordinaci časového harmonogramu, výpočet nákladových složek, zpracování výkazu množství použitého materiálů apod. V rámci této diplomové práce byly stanoveny následující cíle a úkoly:

- 1) Popis BIM a vysvětlení pojmu „zařízení staveniště“
- 2) Tvorba informačního modelu zařízení staveniště
- 3) Provedení průzkumu užívání modelu v oslovených firmách
- 4) Porovnání modelů z hlediska času a nákladů
- 5) Vyhodnocení přínosů oproti překážkám

Prvním z uvedených cílů bylo vysvětlení samotného pojmu BIM a zařízení staveniště. V první části autor popsal co je zařízení staveniště a dle jakých kritérií jej lze členit. Pro tuto práci bylo nejdůležitější rozdělení dle účelu, které bylo detailně popsáno. Též autor zde uvedl nejvýznamnější právní předpisy a normy spojené se zařízením staveniště. Z důvodu přehlednosti nebyly zmíněny všechny existující zákony a vyhlášky. V další části práce autor vysvětlil pojem BIM. Dále autor popisuje témata, se kterými tato metodika úzce souvisí – Průmysl 4.0 a Stavebnictví 4.0. Součástí je rovněž i popis BIM z různých pohledů. V závěru kapitoly jsou uvedeny výhody a nevýhody použití BIM z pohledu autora.

Druhým cílem byla tvorba informačního modelu zařízení staveniště. Autor v této části nejprve popisuje objekt jako takový, a následně uvádí návrh zařízení staveniště. Poté byly vyjmenovány existující BIM nástroje, z nichž byl vybrán vhodný software pro účely této práce. Dále byl vysvětlen pojem rodina s podrobným popisem metodiky její tvorby. Autor tento proces ukázal na příkladu skříně pro rozvaděč. Poté byly



vymodelovány veškeré potřebné rodiny. Následně autor detailně popsal metodiku tvorby informačního modelu včetně doplnění jednotlivé etap o vymodelované rodiny.

Třetím cílem bylo provedení průzkumu v různých stavebních firmách a zjištění informací, jestli firmy chtějí nebo jsou připraveny používat informační model. Pomocí dotazníku autor získal 15 odpovědí z 10 firem. Na hlavní otázku dotazníku, tj. chtějí-li firmy používat informační model zařízení staveniště, 86,7 % respondentů odpovědělo pozitivně.

Předposledním cílem bylo porovnání standardního 2D modelu ZS a informačního modelu ZS z hlediska času a nákladů. Pro komparaci byla použita data z průzkumu a získané informace z konzultace se zkušeným pracovníkem. Výsledkem je zjištění, že informační model je jak finančně, tak i časově náročnější oproti standardnímu modelu, avšak nabízí mnohem více možností využití.

Posledním cílem je vyhodnocení přínosů oproti překážkám. Autor zde uvádí svůj pohled na zkoumanou problematiku prostřednictvím soupisů přínosů a překážek a vlastního zhodnocení.

V dnešní době se digitalizace objevuje takřka v každém odvětví. Nejinak tomu je ve stavebnictví viz. BIM, jenž je její součástí. Táto diplomová práce popisuje BIM a informační model zařízení staveniště nejen z teoretického hlediska, ale i z praktického. Autor chtěl zjistit, jestli takový typ modelu lze zrealizovat tak, aby přinášel ve výsledku vícero výhod jak překážek.

Tato práce může být využita například pro seznámení firem se zkoumanou problematikou, rozhodování firem ohledně využití metodiky BIM pro tvorbu informačních modelů zařízení staveniště, seznámení s eventualitymi přínosy a překážkami a rovněž jako podklad pro tvorbu inteligentního modelu.

Autor se domnívá, že v budoucnosti informační model zařízení staveniště bude využíván na každodenní bázi, protože umožňuje nejen ušetření času a nákladů v různých fázích výstavby, ale také zlepšení komunikace mezi subdodavateli, investory a zhotovitelem. Navíc umožňuje detekci kolizí již v návrhu výstavby, správné naplánování přívozu a odvozu materiálu atd. Jako další přínos lze uvést otevřenost BIM, kdy jednotlivé zúčastněné subjekty, například BOZP koordinátor, dodavatel



lešení, bednění atd., mohou využívat a doplňovat informační model, a tím jej udržovat aktuální. Výsledkem toho principu fungování je pak lepší spolupráce.



Seznam literatury:

1. **Wikipedia.** *Průmysl 4.0* [online]. [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Průmysl_4.0.
2. **BIM TODAY.** *Thames Tideway Tunnel: Construction planning in 4D* [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/construction-planning-in-4d/68410/>.
3. **ZÁKON Č. 183/2006 SB.** Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon): § 3.
4. **Ardem s.r.o.** [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/B3epE9mHRng/?igshid=um3bf146mtvy>.
5. **Jarský Čeněk, Musil František a kol.** *Technologie staveb II - Příprava a realizace staveb*. CERM Brno, 2003. ISBN: 80-7204-282-3.
6. **Ardem s.r.o.** [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/BesqrDYnK13/?igshid=1xcl5nucibu9c>.
7. **bimfo** [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Bim-ready-firmy.aspx>.
8. **new.siemens.com.** *Jak se technologie BIM adaptuje v českých podmínkách a co je třeba pro ni ještě udělat* [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.tvarchitect.com/clanek/jak-se-technologie-bim-adaptuje-v-ceskych-podminkach-a-co-je-treba-pr>.
9. **MAŘÍK Vladimír a kol.,** *Iniciativa průmysl 4.0*. 2016.
10. **Ministerstvo průmyslu a obchodu.** *Koncepce zavádění metody BIM v ČR* [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf>.



11. **WikiKnihovna.** *Digitalizace dokumentů* [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: http://wiki.knihovna.cz/index.php/Digitalizace_dokumentů.
12. **BIM Task Group.** *Příručka pro zavádění informačního modelování staveb evropským veřejným sektorem: Strategické opatření pro výkonnost sektoru stavebnictví jako hybná síla hodnoty, inovací a růstu.*
13. **DISPENZA, Kristin.** *The Daily Life of Building Information Modeling (BIM).*
14. **rsohail1990gmail.** *Pitfalls of present Building Construction methods in India.*
15. **Skanska.** *BIM a Digitalizace = VDC oddělení* [online]. [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.skanska.cz/co-delame/specialni-cinnosti/bim/>.
16. **Grigorenko, Egor.** *Bakalářská práce: STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT - OBYTNÝ SOUBOR "NAD KOCANDOU" MLADÁ BOLESLAV, BYTOVÝ DŮM A - Příloha 1.* Praha 2018.
17. **JARSKÝ, Doc. Ing. Čeněk a kol.** *Příprava a realizace staveb: multimediální učebnice.* 2004.
18. **Grigorenko, Egor.** *Bakalářská práce: STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT - OBYTNÝ SOUBOR "NAD KOCANDOU" MLADÁ BOLESLAV, BYTOVÝ DŮM A - Příloha 5.* Praha 2018.
19. **buildingSMART.** *BuildingSMART International Standards Implementation Database* [online]. [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://technical.buildingsmart.org/community/software-implementations/>.
20. **CADforum.** *CAD bloky, modely, rodiny, symboly a detaily* [online]. [cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.cadforum.cz/catalog/?q=>.



Seznam tabulek:

Tabulka 1: Rozdělení ZS dle různých kritérií (Zdroj vlastní s využitím (5))	15
Tabulka 2: Soupis použitých rodin (Zdroj vlastní).....	58
Tabulka 3: Koeficienty zkušenosti pro tvorbu 2D (Zdroj vlastní).....	82
Tabulka 4: Koeficienty zkušenosti pro tvorbu informačního modelu (Zdroj vlastní) ...	82
Tabulka 5: Koeficienty spolupráce pro tvorbu modelu (Zdroj vlastní)	82
Tabulka 6: Výsledky vzorce pro tvorbu 2D modelu (Zdroj vlastní).....	83
Tabulka 7: Výsledky vzorce pro tvorbu informačního modelu (Zdroj vlastní)	84
Tabulka 8: Výsledky časového porovnání (Zdroj vlastní)	84
Tabulka 9: Výsledky nákladového porovnání (Zdroj vlastní)	85



Seznam obrázků:

Obrázek 1: Zařízení staveniště (4)	14
Obrázek 2: Členění objektů ZS podle účelu (5 str. 121).....	18
Obrázek 3: Schéma členění provozního ZS (5 str. 122).....	19
Obrázek 4: Administrativní část ZS (Zdroj vlastní)	20
Obrázek 5: Skladovací prostory (6)	21
Obrázek 6: Členění výrobního zařízení staveniště (5 str. 148).....	22
Obrázek 7: Členění sociálního a hygienického ZS (Zdroj vlastní s využitím (5)).....	23
Obrázek 8: Mechanizace stavby (Zdroj vlastní).....	24
Obrázek 9: BIM (8)	27
Obrázek 10: Digitální svět (10 str. 20)	29
Obrázek 11: BIM (13)	31
Obrázek 12: BIM jako produkt (Zdroj vlastní)	32
Obrázek 13: BIM jako proces (14).....	33
Obrázek 14: BIM jako model (15).....	34
Obrázek 15: Situace a ZS (16).....	40
Obrázek 16: buildingSMART (19).....	47
Obrázek 17: Rodina – skříň pro rozvaděč (Zdroj vlastní)	49



Obrázek 18: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 1 (Zdroj vlastní).....	50
Obrázek 19: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 2 (Zdroj vlastní).....	50
Obrázek 20: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní).....	51
Obrázek 21: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní).....	51
Obrázek 22: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní).....	52
Obrázek 23: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 3 (Zdroj vlastní).....	52
Obrázek 24: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 4 (Zdroj vlastní).....	53
Obrázek 25: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 5 (Zdroj vlastní).....	53
Obrázek 26: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 5 (Zdroj vlastní).....	54
Obrázek 27: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 6 (Zdroj vlastní).....	54
Obrázek 28: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 6 (Zdroj vlastní).....	54
Obrázek 29: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 6 (Zdroj vlastní).....	55
Obrázek 30: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 7 (Zdroj vlastní).....	55
Obrázek 31: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 7 (Zdroj vlastní).....	56
Obrázek 32: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 8 (Zdroj vlastní).....	56
Obrázek 33: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 8 (Zdroj vlastní).....	56
Obrázek 34: Metodika tvorby parametrické rodiny – krok 8 (Zdroj vlastní).....	57
Obrázek 35: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 1 (Zdroj vlastní)	65
Obrázek 36: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 1 (Zdroj vlastní)	66



Obrázek 37: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 2 (Zdroj vlastní)	66
Obrázek 38: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 3 (Zdroj vlastní)	67
Obrázek 39: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 3 (Zdroj vlastní)	67
Obrázek 40: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 4 (Zdroj vlastní)	68
Obrázek 41: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 4 (Zdroj vlastní)	68
Obrázek 42: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 4 (Zdroj vlastní)	68
Obrázek 43: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 5 (Zdroj vlastní)	69
Obrázek 44: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 6 (Zdroj vlastní)	69
Obrázek 45: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 6 (Zdroj vlastní)	70
Obrázek 46: Metodika tvorby informačního modelu – Krok 6 (Zdroj vlastní)	70
Obrázek 47: Metodika tvorby informačního modelu – změna parametrů (Zdroj vlastní)	71
Obrázek 48: Výkaz množství (Zdroj vlastní)	73
Obrázek 49: Výkaz množství (Zdroj vlastní)	73
Obrázek 50: Výkaz množství (Zdroj vlastní)	74
Obrázek 51: Výkaz množství (Zdroj vlastní)	74
Obrázek 52: Výkaz množství (Zdroj vlastní)	75
Obrázek 53: Rendrování modelu (Zdroj vlastní)	75
Obrázek 54: Dotazník – otázka 1 – 3 (Zdroj vlastní)	76



Obrázek 55: Dotazník – otázka 4 (Zdroj vlastní)	77
Obrázek 56: Dotazník – otázka 5 (Zdroj vlastní)	78
Obrázek 57: Dotazník – otázka 6 (Zdroj vlastní)	78
Obrázek 58: Dotazník – otázka 7 (Zdroj vlastní)	79
Obrázek 59: Dotazník – otázka 8 (Zdroj vlastní)	79
Obrázek 60: Dotazník – otázka 9 (Zdroj vlastní)	80
Obrázek 61: Dotazník – otázka 10 (Zdroj vlastní)	80



Seznam příloh:

Příloha 1: První etapa ZS (Projekt Revit) – elektronická příloha

Příloha 2: Druhá etapa ZS (Projekt Revit) – elektronická příloha

Příloha 3: Třetí etapa ZS (Projekt Revit) – elektronická příloha

Příloha 4: První etapa ZS

Příloha 5: Druhá etapa ZS

Příloha 6: Třetí etapa ZS