

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**VYUŽITÍ BIM PRO NÁVRH ZAŘÍZENÍ
STAVENIŠTE**

Vladimír Šimko

2018

Vedoucí diplomové práce: Ing. Michal Kovářík

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracoval samostatne s využitím získaných teoretických poznatkov a s použitím uvedenej literatúry.

V Prahe, dňa 7. 1. 2018

.....

Bc. Vladimír Šimko

Pod'akovanie

Touto cestou by som rád pod'akoval svojmu vedúcemu diplomovej práce pánovi Ing. Michalovi Kováříkovi za cenné rady pri riešení diplomovej práce, a za vynaložený čas strávený pri konzultáciách. Rovnako ďakujem pánovi Ing. Jaromírovi Poláčekovi a pánovi Ing. Danielovi Šabartovi za poskytnuté podklady a odborné konzultácie.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Tháškova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šimko	Jméno: Vladimír	Osobní číslo: 410724
Zadávací katedra: Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Využití BIM pro návrh zařízení staveniště	
Název diplomové práce anglicky: Designing construction site by using BIM	
Pokyny pro vypracování: Vymodelování jednotlivých prvků staveniště; Návrh a vymodelování zařízení staveniště v 3D modelu; Ověření zařízení staveniště pro různé technologické etapy v prostředí 4D modeláře	
Seznam doporučené literatury: Lukáš Čimála, Jakub Novotný, Josef Remeš, Rudolf Vyhálek.: Revit ve stavební praxi, ISBN 978-80-214-4966-4. Martin Černý a kolektiv autorů.: BIM Příručka, ISBN 978-80-260-5297-5; Barnes Peter, Davies Nigel: BIM in principle and in practice, ISBN 978-0-7277-5863-7	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Michal Kovářik	
Datum zadání diplomové práce: 5.10.2017	Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příštího ak. roku</i>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Využitie BIM pre návrh zariadenia staveniska

Autor v diplomovej práci poukazuje na možnosti využitia Building Information Modeling/Management ďalej BIM technológie pri realizácii stavby a zariadení staveniska. V prvej časti sa venuje BIM technológii obecné, uvádza čitateľa do problematiky, predstaví základné pojmy, výhody, nevýhody, použitie vo svete a v Českej republike. V druhej časti sa venuje konkrétnemu zariadeniu staveniska v 3D prostredí, využitia modelov jednotlivých prvkov zariadenia staveniska z hľadiska koordinácie, logistiky a bezpečnosti. V závere je vytvorená simulácia zariadenia staveniska.

Kľúčové slová

BIM, 3D model, zariadenie staveniska, simulácia, koordinácia, bezpečnosť

Use of BIM for building site design

The diploma thesis explains possibilities of using BIM technology in construction and for site facilities. The first part of the thesis describes BIM technology in general and introduces the main subject, basic concepts, advantages, disadvantages and a usage in the world and in the Czech Republic. The second part focuses on particular building facilities in 3D environment and usage of models of individual elements of construction facilities in terms of coordination, logistics and security. In the final part of the thesis a simulation of a building site is created.

Keywords

BIM, 3D model, building site facilities, simulation, coordination, safety

Ciele práce

Cieľom práce je poukázať na možnosti a výhody využitia BIM v zariadení staveniska. Využitia jednotlivých 3D modelov pri koordinácii staveniska a realizácii stavby. Vytvorenie vizualizácie zariadenie staveniska s potrebnými komponentami a s dôrazom na bezpečnosť. Simulácia jednotlivých fáz zariadenia staveniska s vyznačením nebezpečných zón, ktorá môže byť využitá pri vstupnom školení zamestnancov a pracovníkov.

Pracovná hypotéza

- Vymodelovanie zariadenia staveniska v 3D prostredí zefektívni tvorbu plánu organizácie výstavby a samotnú realizáciu staveniska.
- Digitalizáciou staveniska sa zvýši pozornosť bezpečnosti práce pracovníkov na stavenisku.

Zoznam použitých skratiek

BIM	Building Information Modeling/Management
LOD	Level Of Detail/Development
AEC	Architecture, Engineering and Construction industry
IFC	International Foundation Classes
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided FM – Systémy pre správu majetku
RFI	Request For Information
BOZP	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
FM	Facility Management
GML	Geography Markup Language
CoBIM	Common BIM Requirements
ČSN	České technické normy
ČR	Česká republika
TZB	Technické zariadenie budov
RTLS	Real Time Location System
POV	Plán organizácie výstavby
ZOV	Zásady ogranizácie výstavby
GIS	Geografický informačný systém
ZS	Zariadenie staveniska
COBie	Construction Operations Building information exchange
RP	Rapid Prototyping

Obsah

1	Úvod.....	11
2	BIM.....	12
2.1	Základné informácie.....	12
2.2	Informačný model budovy	13
2.3	LOD.....	16
2.4	BIM minulosť, prítomnosť a očakávaná budúcnosť v stavebníctve	17
2.4.1	Pozadie a prvé koncepty BIM.....	17
2.4.2	Implementácia BIM vo svete	18
2.4.3	BIM v Českej republike	21
2.4.4	Automatizácia na stavbe	22
2.5	Prínosy BIM.....	23
2.5.1	Prínosy BIM v prípravnej fázy projektu	23
2.5.2	Prínosy BIM v realizačnej fázy	24
2.5.3	Výhody použitia BIM na stavbe	25
2.5.4	Prínosy BIM vo fáze užívania projektu	27
2.6	Základné nevýhody BIMu v praxi	28
3	Konvenčný spôsob návrhu zariadenia staveniska.....	29
3.1	Základy návrhu staveniska.....	29
3.2	Hlavné princípy projektovanie zariadenia staveniska -ZS.....	30
3.3	Základné požiadavky na stavenisko	31
3.4	Projekt zariadenia staveniska a legislatíva.....	32
3.4.1	Rozsah a obsah projektovej dokumentácia projektu ZS	32
3.4.2	Členenie zariadenia staveniska	33
3.5	Návrh jednotlivých objektov staveniska	34
3.5.1	Sociálne a hygienické zariadenie staveniska	34
3.5.2	Komunikácie na stavenisku	34
3.5.3	Doprava a skladovanie materiálu.....	35
3.5.4	Veľkosti a umiestnenie skládok.....	35
3.5.5	Návrh zdvíhacieho prostriedku	36
3.5.6	Stavenisko a BOZP	37
3.5.7	Použité značky pri výkrese ZS.....	37
3.6	Riziká pri konvenčnom spôsobe návrhu ZS	40
3.7	Využitie BIM pri návrhu staveniska - Hypotéza.....	41
3.7.1	Komunikácia medzi jednotlivými účastníkmi projektu ZS	41

3.7.2	Využitie rodín	41
3.7.3	Plánovanie s využitím 4D a 5D modelu	41
3.7.4	Detekcia kolízií staveniska	42
3.7.5	Výkaz výmer prvkov ZS	42
3.7.6	BOZP na stavenisku.....	42
4	Praktická časť – overenie hypotézy	43
4.1	Základné informácie bytového domu -GEMMA	44
4.2	Zariadenie staveniska	46
4.3	Model staveniska.....	51
4.3.1	Zemné práce.....	52
4.3.2	Hrubá výstaba.....	53
4.3.3	Dokončovacie práce.....	53
4.4	Rodiny v modely	55
4.4.1	Vysvetlenie pojmov rodina a parameter	55
4.4.2	Popis tvorby parametrickej rodiny.....	56
4.4.3	Tabuľka používaných rodín.....	60
4.5	Definovanie nebezpečných zón.....	63
4.5.1	Real- time- locating- systems – RTLS.....	64
4.5.2	Zemné práce	66
4.5.3	Hrubá stavba	67
4.5.4	Dokončovacie práce.....	71
4.6	Video pre vstupné školenie nových pracovníkov	72
5	Záver	75
	Zoznam použitých zdrojov	77
	Zoznam použitých obrázkov.....	80

1 Úvod

Pojem BIM (Building Information Modeling) prináša pre stavebný priemysel nový pohľad na stavebné projekty, ich realizáciu a životný cyklus stavby. Stavebníctvo začína venovať väčšiu pozornosť tejto problematike. Veľké aj malé firmy sa čoraz viac zaujímajú o BIM. Množstvo z nich už tuto metódu používa. BIM prináša výhody, ktoré umožňujú efektívnejšie riadiť projekty a stavebné procesy. S vývojom technológií sa posúva aj stavebný priemysel a pojem BIM sa začína presadzovať nie len vo svete, ale aj v Českej republike.

Zmyslom práce nie je čitateľovi vysvetliť čo je BIM, autor predpokladá že čitateľ sa s týmto pojmom už stretol. V práci sa autor zameriava na využitie a prínosy ktoré BIM ponúka v praxi, pri realizácii stavby a staveniska. Dnes sa plán staveniska konvenčným spôsobom navrhuje v 2D prostredí. Projekt navrhnutý metodikou BIM stavenisko v 3D prostredí nezahrňuje. Navrhnutie zariadenia staveniska v 3D by mohlo priniesť nový pohľad na jeho plán a realizáciu. Výstavba a plán staveniska by sa rovnako, ako projekty vytvorené pomocou BIM mohli efektívnejšie riadiť. Mohla by sa tak zlepšiť koordinácia, logistika alebo bezpečnosť na stavenisku.

Myšlienka BIM je obsiahla a nesie v sebe veľa výhod aj nevýhod. Významné z nich sú zahrnuté v práci.

2 BIM

2.1 Základné informácie

BIM označuje Building Information Modeling (informačné modelovanie budovy) a Building Information Management (informačný management budovy). Práca je zameraná na pojem BIM, ktorý označuje Building Information Modeling. Základom je digitálny model budovy, ktorý umožňuje výmenu informácií v rámci procesu, pri návrhu projektu, výrobe, výstavbe a používaní budovy.

BIM definície:

- Informačné modelovanie budovy (Building Information Modelling, v skratke BIM) je proces vytvárania a správy dát o budove počas jej životného cyklu
- Digitálny model reprezentujúci fyzický a funkčný objekt s jeho charakteristikami. Slúži ako otvorená databáza informácií o objekte pre jeho zrealizovanie a pri správe budovy
- BIM je organizovaný prístup k zberu a využitiu informácií počas projektu. Základom úsilia je digitálny model obsahujúci grafické a popisné informácie o designe, konštrukciách a údržbe objektu

Využitie digitálneho modelu predovšetkým slúži na výmenu a zdieľanie informácií. Model budovy si môžeme predstaviť ako ucelenú informačnú databázu obsahujúcu relevantné dáta, od prvotného návrhu (štúdie), cez výstavbu, správu budovy, rekonštrukciu a likvidáciu budovy. [1]

Nasledujúci obrázok č.1 znázorňuje čo všetko sa skrýva pod pojmom BIM:



Obrázok 1 Životný cyklus procesu stavby, Zdroj [2]

Vysvetlenie:

Programming – Záujem investora, proces v ktorom sa plánuje typ danej budovy, využitie budovy, plocha, objem budovy atď.

Conceptual Design – Konceptný návrh je fázou pred detailným návrhom v ktorom architekt navrhuje vonkajší vzhľad, účel jednotlivých miestností, osadenie do aktuálnej zástavby atď.

Detailed Design – Detailný návrh, navrhuje sa samotný model budovy s potrebnými komponentami, podľa skutočného stavu.

Analysis – Analýza, model je podrobený potrebným analýzám z hľadiska osvetlenia, akustiky, statického pôsobenia, vedeniu TZB atď.

Documentation – Dokumentácia stavby, tvorba samotnej stavebnej dokumentácie vytvorenej priamo z modelu budovy.

Fabrication – Výroba, v prípade kvalitného modelu dokážeme vygenerovať výrobnú dokumentáciu priamo z neho.

Construction 4D/5D – Vnesení času do 3D prostredia vytvoríme tzv. 4D prostredie. Pridaním nákladov do 4D získame tzv. 5D prostredie. Toto nám umožňuje vidieť simuláciu postupného čerpania časového a finančného toku v rôznych vázach výstavby.

Contruction logistics – Zariadenie staveniska, návrh staveniska a riešenie koordinácie a logistiky počas výstavby.

Operation a Maintenance – Fáza samotného užívania objektu

Renovation – Rekonštrukcia, obnova.

Demolition – V prípade, že sa rozhodneme danú stavbu odstrániť nastáva demolácia.

2.2 Informačný model budovy

Pomocou geometrických informácií v 3D prostredí vytvoríme model budovy. Zlúčením digitálneho modelu s negeometrickými informácií sa vytvára informačný

model budovy. Základnou výhodou je jednoduchá predstava priestoru a zložitých miest, z čoho vyplýva jednoduchšia komunikácia medzi zákazníkom a architektom, dodávateľom stavby a subdodávkami.

Vďaka komplexnému 3D modelu obohatenému o atribútové informácie vznikajú výhody vďaka ktorým klesá tzv. RFI (Request For Information) čo výrazne znižuje časové nároky na komunikáciu medzi profesiami. Základnou výhodou je výkaz výmer, ktorý odpovedá objemu a množstvu komponentov, z ktorých je model vytvorený. Jednou z výhod 3D modelu je jeho fotorealistická vizualizácia, využitá napr. ako predajný nástroj pre investora stavby. Ďalšie výhody spojené s 3D modelom sú uvedené v kapitole „BIM prínosy“. [1]

Základnou platformou pre tvorbu informačného modelu sú BIM nástroje. V stručnosti sú uvedené najrozšírenejšie nástroje určené primárne pre projektantov a architektov.

- Revit (od spoločnosti Autodesk)

Revit je software určený špeciálne pre informačné modelovanie budov. Slúži k vytvoreniu komplexného 3D modelu a tvorbe dokumentácie. S využitím negeometrických informácií slúži model ako kompletná databáza potrebných informácií počas celého životného cyklu stavby. [3]

- ArchiCAD (od spoločnosti Graphisoft)

ArchiCAD je CAD/BIM software so schopnosťou pracovať v 3D prostredí. Slúži ako BIM nástroj k informačnému modelovaniu a súčasne je schopný produkovať 2D výkresy až do úrovne predávajúcej dokumentácie.“ [4]

- Allplan (od spoločnosti Nemetschek)

Allplan v sebe spojuje intuitívne ovládanie s jednoduchým zdieľaním dát a efektívnym plánovaním nákladov. [5]

- Tekla Structures (od spoločnosti Tekla)

Tekla Structures je software, vyvinutý fínskou spoločnosťou Tekla Corporation, založenou v roku 1966. Tekla má rozšírené funkcie v oblasti mechaniky a

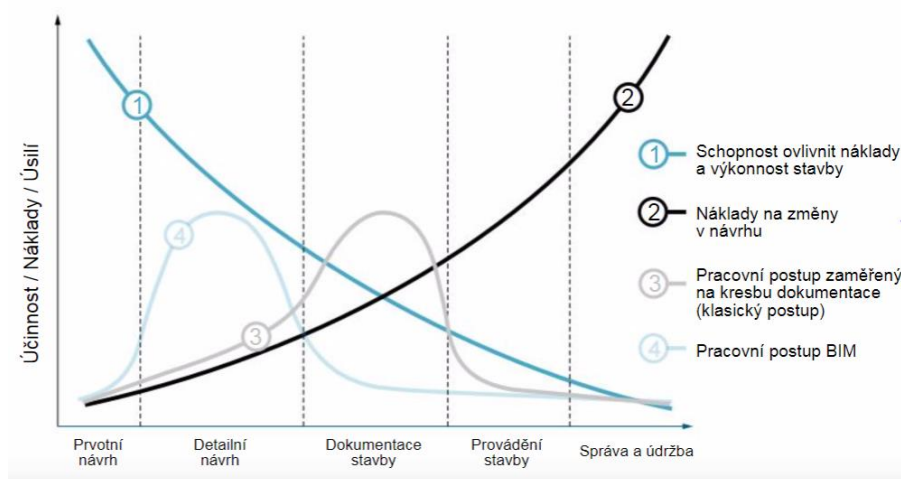
projektovania konštrukcií z oceli, prefabrikovaného betónu, dreva a železobetónu. [6]

- AECOSim Building Designer (od spoločnosti Bentley Systems)

Program zlepšuje spoluprácu medzi architektmi, strojnými inžiniermi a konštruktérmi pomocou zdieľaného súboru nástrojov a pracovných postupov. Okrem funkcie modelovania poskytuje funkciu simuláciu budov. [7]

Napriek snahe výrobcov o vytvorenie čo najpresnejších softwarov je tvorba 3D modelu časovo náročná. Predovšetkým u aplikácií, ktoré nesprávne generujú 2D zobrazenie (špecifické rezy a pohľady) a je nutné jeho dokresľovanie.

Pri tvorbe 3D modelu sú od začiatku projektu viditeľné zložité miesta, ktoré vedú projektanta k ich vyriešeniu. Vyriešenie komplikovaných miest v rannej fázy projektu a vôbec tvorba celkového modelu má zásadný vplyv na cenu projektovaného diela. Nasledujúci diagram je často zobrazovaný v súvislosti s informačným modelovaním. Zobrazuje rozdiel nákladov medzi klasickým spôsobom projektovania a informačným modelovaním stavby. Graf je prevedený z českého zdroja a je zachovaný v originálnom jazyku.



Obrázok 2 Diagram nákladov a úsilia 2D/informačnom projektovaní, Zdroj [1]

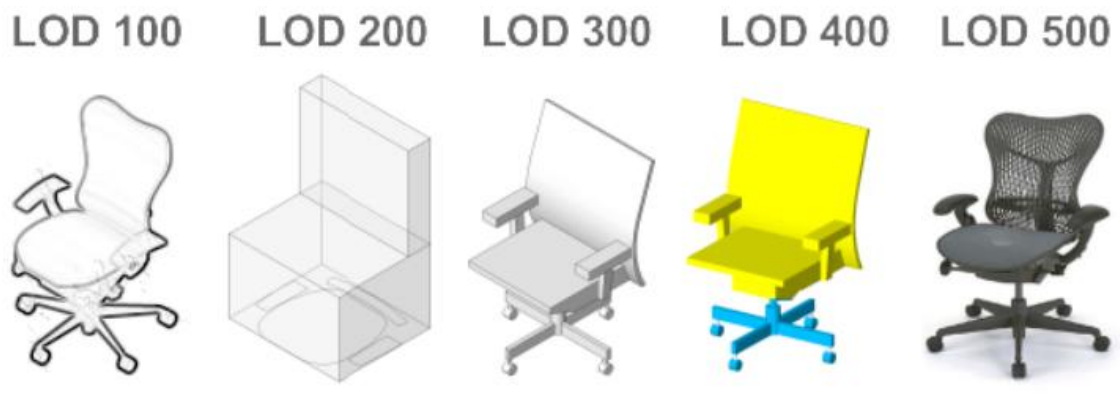
Klasický spôsob projektovania sústreďuje najväčšie úsilie do strednej fázy projektu, kde je realizácia zmien pomerne komplikovaná a nákladná. Pri použití BIM

metódy je možné presunúť väčšinu úsilia do počiatočnej fázy a znížiť tak náklady na zmenu projektu.

2.3 LOD

LOD (Level of Detail/Development) skratka, ktorá označuje podrobnosť (detail) a rozpracovanosť (development) vymodelovaných prvkov, alebo kompletného modelu.. Level of Detail popisuje geometrickú a vizuálnu podrobnosť. Tento pojem pôvodne pochádza zo štandardu CityGML, ktorý pre jednotlivé úrovne detailu definuje typy objektov a ich geometrickú podrobnosť. „Level of Development“ je používaný v súvislosti s dokumentom E202™ 2008, ktorý vytvoril AIA (American Institute of Architects) pre účely návrhu zmluvných vzťahov týkajúcich sa informačného modelovania. Úroveň je popísaná nie len z hľadiska geometrie, ale aj z hľadiska podrobnosti, presnosti a rozsahu informácií o objektoch. [1]

Na obrázku č.3 sú znázornené grafické koncepty jednotlivých úrovní detailu. S narastajúcim LOD je vidieť prepracovanejšiu grafickú podrobnosť.



Obrázok 3 Úrovne detailu LOD 100 až LOD 500, Zdroj 8

Prvá úroveň LOD 100 zachytáva koncept a základné vlastnosti prvku, objem, orientačnú plochu, umiestnenie a orientáciu v modely. Úroveň LOD 200 znázorňuje približný tvar prvku, rozmer a orientáciu. Ku geometrickým informáciám môže byť priradený aj negeometrický popis. Podľa AIA je LOD 200 najnižšia prípustná úroveň pre stavebné povolenie. Stavebné elementy v úrovni LOD 300 sú vykreslené s presným rozmerom, množstvom, tvarom, umiestnením a orientáciou v projekte. K jednotlivým elementom môžu byť, rovnako ako v prípade LOD 200 priradené negeometrické informácie. LOD 400 vykresľuje stavebné elementy s presným tvarom, rozmerom, umiestnením v modely a s informáciami o zhotoviteľovi. Úroveň LOD 500 vyžaduje

tvorbu stavebných elementov v ich skutočnom tvare. Prvky tejto úrovne sú modelované s presnými rozmermi, tvarom, polohou a orientáciou. Aj pre úroveň LOD 400 a LOD 500 platí, že môžu byť pridané negeometrické informácie. [1] [8]

2.4 BIM minulosť, prítomnosť a očakávaná budúcnosť v stavebníctve

2.4.1 Pozadie a prvé koncepty BIM

Prvý popis konceptu, ktorý mohol byť označovaný ako BIM, sa objavil v roku 1975 v článku Charlese Eastmana s názvom *The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design*. Článok bol publikovaný v časopise *AIA Journal*. Eastman označoval jednoduché kreslenie výkresov za neefektívne. V článku *Building Description System* predstavil experimentálny software, ktorý ako prvý obsahoval vlastnú knižnicu elementov. Z knižnice sa jednotlivé elementy dali pridávať priamo do modelu. Program používa grafické rozhranie, ortografické a perspektívne zobrazenia. Využíval databázu, ktorá umožňuje používateľovi získať informácie zahŕňajúce napr. typ materiálu alebo dodávateľa. Tento projekt bol realizovaný pred príchodom osobných počítačov. Prístup k nemu malo veľmi málo architektov a nie je isté, či sa pomocou programu podarilo nejaký projekt zrealizovať. [9]

Termín *Building Modeling* v súvislosti s *Building Information Modeling* bol použitý v článku Raberta Aisha v roku 1986. Aish v článku vymedzil parametre BIM, ktoré poznáme dnes, 3D modelovanie, automatické generovanie výkresov, inteligentné parametrické komponenty alebo časové plánovanie výstavby. Tento termín sa rozšíril až vďaka bielej knihe *Building Information Modeling* od spoločnosti Autodesk. [10]

S pribúdajúcim vývojom technológií sa vyvíjala rada softwarov poskytovaná rôznymi dodávateľmi (Autodesk, Graphisoft, Nemetschek, Bentley Systems alebo Tekla). Množstvo poskytovateľov sa časom ukázalo ako prekážka k rozširovaniu BIM, pretože komunikácia medzi jednotlivými programami komplikovala spoluprácu. Z tohto dôvodu bol v roku 1995 vyvinutý formát *International Foundation Classes* (IFC), ktorého cieľom je umožniť výmenu dát medzi jednotlivými nástrojmi. [9]

V roku 1996 bola v Londýne založená organizácia *International Alliance for Interoperability* (IAI), ktorá bola v roku 2008 premenovaná na *BuildingSMART*. Organizácia *BuildingSMART* iniciovala myšlienku *Open BIM*, čo je koncept otvoreného

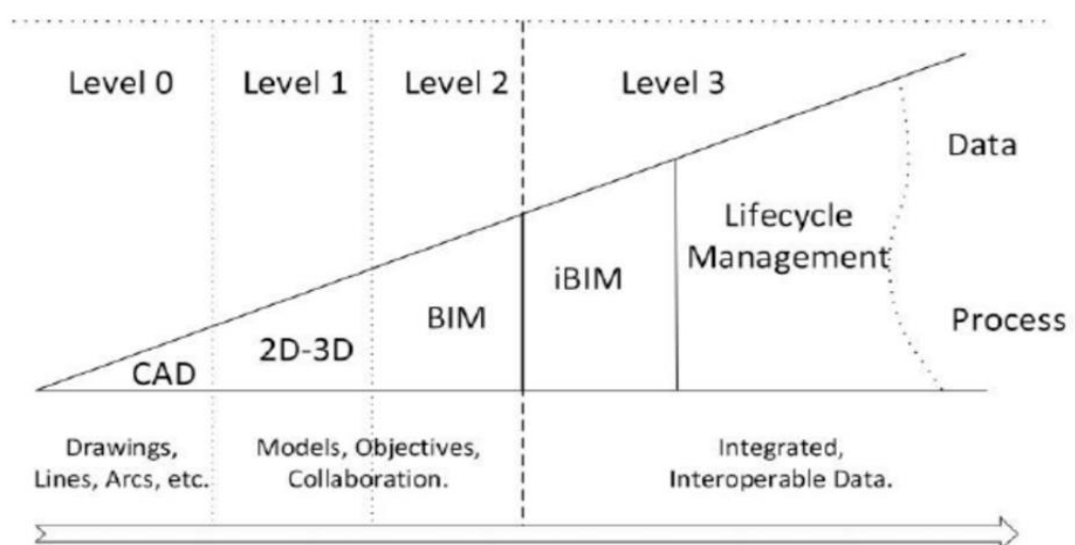
dátového modelu, ktorý umožňuje univerzálny prístup zefektívňujúci spoluprácu pri projekcii, realizácii a prevádzke stavieb. Cieľom tejto aktivity je pomôcť koordinovať úsilie v oblasti podpory spolupráce napríklad tým, že poskytne spoločné definície, požiadavky a značenie. [11]

2.4.2 Implementácia BIM vo svete

Priebeh implementácie BIM je v rôznych častiach sveta odlišný. Existujú štáty, ktoré BIM metodiku využívajú bežne. Naopak, v niektorých štátoch je povedomie o tejto skratke veľmi nízke. V určitých štátoch zasiahla i vláda a vytvorila stratégie pre podporu adaptácie BIM a digitálnych technológií. Vo Veľkej Británii sa vládne stratégie zavedenia BIM stali príkladom pre rôzne štáty.

Spoločne s implementáciou je dôležité zmieniť klasifikáciu BIM, ktorá pochádza z Veľkej Británie. Vláda tam za účelom lepšieho plánovania a riadenia rozdelila proces implementácie BIM smerujúci k úrovni 3, pomocou vymedzených míľnikov. Tento obecný koncept sa ujal a rozšíril aj do iných štátov.

Model ktorý je nazývaný *The UK BIM Maturity Model* bol vyvinutý Markom Bewom a Mervynom Richardsom v roku 2008. Nasledujúce grafické znázornenie (obrázok 4) bolo spracované britskou *BIM Industry Working Group* a vydané v správe *A report for the Government Construction Client Group* v roku 2011.[12]



Obrázok 4 Model úrovni BIM, tzv. "The UK BIM Maturity Model", Zdroj 13

Jednotlivé úrovne BIM, ktoré môžeme vidieť na obrázku sú popísané v nasledujúcich riadkoch

- Úroveň 0

Úroveň 0 v stavebníctve predstavuje stav, v ktorom sa nevyskytuje žiadna spolupráca. Využívanými nástrojmi sú predovšetkým výstupy jednotlivých činností, napríklad 2D výkresy, ktoré nie sú využiteľné k ďalšej editácii.

- Úroveň 1

Úroveň 1 popisuje stav, kedy sú pre tvorbu dokumentácie využívané 2D alebo 3D nástroje a formáty takým spôsobom, aby mohla byť dokumentácia medzi jednotlivými účastníkmi procesu zdieľaná a editovaná. Niektoré činnosti, ako napríklad riadenie nákladov tu zatiaľ zahrnuté nie sú.

- Úroveň 2

V úrovni 2 sú pre riadenie procesov využívané nástroje v 3D prostredí spoločne s pripojenými negrafickými informáciami. Tieto procesy a činnosti, však nie sú naplno prepojené a každá zainteresovaná strana môže využívať a vytvárať vlastné modely. Dôležitým aspektom je zdieľanie informácií pomocou formátov, ako napríklad IFC, ktoré dokážu prepojiť zdieľané dáta s ich vlastnými a vytvoriť spoločný BIM model.

- Úroveň 3

Najvyššia úroveň 3, ktorá je založená na plne otvorenom prístupu v procese vytvárania BIM modelu. Všetci účastníci procesu využívajú jeden zdieľaný model, ktorý môžu nie len vidieť a aj upravovať v rámci danej kompetencie.

BIM je v rade štátov využívaný a zavedený do praxe. Napríklad v Fínsku sa výhody BIM metodiky začali využívať už začiatkom nového tisícročia. V roku 2001 sa tam začali rozvíjať prvé projekty s BIM. Výsledkom týchto projektov a skúseností bolo, že v roku 2007 bol vydaný dokument, ktorý definoval požiadavky pre BIM. Na vzniku dokumentu sa podieľala fínska spoločnosť *Senate Properties* (fínska štátna správa

budov) spoločne s veľkými a malými firmami. Dokument s názvom CoBIM (Common BIM Requirements) obsahuje podrobné špecifikované technické parametre a štruktúrovaný obsah informácií v rámci celého životného cyklu stavby.

Na vysokej úrovni sú všetky škandinávске krajiny. Rovnako ako Fínsko aj Nórsko zavádza požiadavky BMI na spracovanie dokumentácie pre verejné zákazky. Aj tu je hlavným argumentom pre použitie BIM správa budov. V Nórsku sa pomerne úspešne implementuje BIM aj v privátnej sfére a menších projektoch.

Medzi ďalšie európske krajiny v ktorých sa úspešne implementuje BIM do verejnej správy patrí Holandsko a Dánsko. V Holandsku sú od roku 2011 požadované výstupy pre verejné zákazky pomocou BIM metodiky. V Dánsku centrálna vláda definovala požiadavky už v roku 2007. V roku 2013 boli vydané aktualizované požiadavky na digitálnu stavbu *The 7 Danish BIM mandate*, v ktorých napr. určuje pravidlá pre zadávanie verejných zákaziek

Inšpiráciou pre Českú republiku môže byť aj Veľká Británia. Vláda vo Veľkej Británii v roku 2011 vydala stratégie pre vývoj v stavebníctve *Government Construction Strategy*. Uvádzajú postupy implementácie BIM pre vládne projekty. V plánoch je uvedené, že od roku 2016 vláda vyžaduje BIM modely v elektronickej podobe pre všetky projekty s využitím BIM úrovne 2.

Českému vývoju v implementácii BIM je veľmi podobné Nemecko. V tejto krajine je proces zavedenia BIM spomalený vďaka používaným nemeckým normám a silným tradíciám. Rovnako sa tu prejavujú federatívne usporiadania, kde si každá spolková krajina môže upravovať požiadavky na projektovú dokumentáciu. V roku 2015 spoločnosť *Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens* spracovala plán zavedenia BIM pre Spolkové ministerstvo dopravy a digitálnu infraštruktúru.

Rovnako ako v európskych štátoch sa BIM úspešne implementuje aj vo svete. USA, Čína, Singapur alebo Austrália, v ktorých sa metodika využíva sú príkladmi toho, že BIM je plnohodnotný nástroj pre využitie v stavebnom priemysle. [1]

2.4.3 BIM v Českej republike

V 2011 roku bolo založené občianske združenie pod názvom CzBIM. Jedná sa o neziskové združenie zamerané na uplatňovanie technológie BIM do projektovej a stavebnej odbornej praxe v rámci celého životného cyklu stavby. Rovnako tak sa venuje problematike noriem a legislatíve v českom prostredí. Prostredníctvom konferencií, webových prezentácií ale tlačovým médiam poskytuje členom združenie a verejnosti, informácie zo sveta BIM technológií. [14]

Už od roku 2012 sa začínajú preberať technické normy organizácie ISO a CEN týkajúce sa metodiky BIM. Postupom času metodika prenikla do vlády. V roku 2014 bola Českom prijatá európska smernica 2014/24/EU o zadávaní verejných zákaziek. Česká republika mala dva roky na implementovanie smernice do českého zákona. V apríly 2016 poslanecká snemovňa parlamentu ČR schválila zákon o zadávaní verejných zákaziek, v ktorom je uvedené, že v prípade verejných zákaziek stavebných prác, projektovej činnosti, alebo súťažiach o návrh môže zadávateľ v zadávacej dokumentácii uviesť záväznú požiadavku na použitie zvláštnych elektronických formátov spoločne s nástrojmi na informačné modelovanie stavieb. Uviesť požiadavky na obsah, štruktúru alebo formát dát. [15][16]

V súčasnej dobe už môžeme v ČR pozorovať stavby ktoré boli realizované pomocou BIM. Hlavným priekopníkom je firma *SKANSKA*, ktorá už s využitím BIM postavila objekt *Riverview Smíchov* v Prahe, *CB Censtrum* v Ostrave alebo administratívnu budovu *Corso Court Karlín* v Prahe. Práve budova *Corso Court* sa zaslúžila o získanie zvláštnej ceny za rozsah a využitie technológie BIM v súťaži stavba roku 2016, ktorá bola udelená *Nadáciou pre rozvoj architektúru a staviteľstvo a Odbornou radou pre BIM*. [14] Aktuálne táto firma plánuje výstavbu ďalších projektov v ČR metódou BIM. Ďalšou firmou, ktorá už dnes využíva BIM je *HOCHTIEF CZ*. Jej výstavba novej budovy pre *ČSOB* v Radliciach je spracovaná pomocou technológie BIM. Môžeme teda predpokladať, že schválenie konceptu zavedenia BIM do ČR privedie k tejto metodike aj ostatné firmy.

V septembri tohto roku vláda ČR schválila koncept pre zavedenie BIM v Českej republike. Cieľom je postupné zavedenie BIM do stavebnej praxe v rokoch 2018-2027. *"Zaváděním metody BIM se významně rozšiřuje možnost využívání moderních*

informačních technologií ve stavebnictví. Stavební firmy dosáhnou díky digitalizaci stavební výroby vyšší produktivity, budou inovativnější a zvýší svou konkurenceschopnost v tomto náročném odvětví“ uviedol Jiří Havlíček [2017], ktorý je ministrom priemyslu a obchodu v ČR. [17]

Zvýšenie efektivity pri používaní BIM metódy je možné dotiahnuť, ak metóda bude súčasťou obecnej koncepcie digitalizácie celého stavebníctva (Stavebníctvo 4.0.), u ktorej sa je predpoklad, že bude vypracovaná ako ďalší krok po zavedení BIM do legislatívy . BIM je hlavným pilierom, o ktorý sa digitalizácia stavebníctva opiera. Prijatie koncepcie pre zavedenie BIM v ČR je prvým významným krokom pri digitalizácii stavebníctva. [16]

Podľa výskumníkov z TU Mníchov by očakávaná štruktúra automatizovaného stavebníctva pozostávala z jednotlivých oblastí robotiky využívaných pre stavebný priemysel. Jedná sa o robotizáciu pre veľkoplošnú prefabrikáciu, roboty vykonávajúce prácu na stavbe, automatizáciu výstavby a roboty pre údržbu a servis. Spojujúcou časťou jednotlivých oblastí bude *Robot Oriented Design*, ktorého základom bude BIM. Automatizované stavebníctvo a teda aj BIM, bude hlavnou súčasťou konceptu Stavebníctvo 4.0.[18]

2.4.4 Automatizácia na stavbe

Ďalšou časťou ktorá bude pravdepodobne nasledovať po zavedení Stavebníctva 4.0 bude Stavenisko 4.0. Na základe konceptu z TUM by sa jednalo o stavenisko, ktoré by bolo z istej časti automatizované a prácu by vykonávali moderné technológie. V stavebnom priemysle zatiaľ nie je možné rozvinúť automatizáciu na takú úroveň, ako napríklad v strojnom. Hlavným dôvodom je, že produkt ktorý sa vytvára sa nepohybuje po páse a neprichádza na k nám, ale my musíme ísť k nemu. S vývojom technológií sa však automatizácia začína objavovať i na stavbách. Medzi príklady využívané na stavbách patrí:

- Mechanizácia

Vozidla bez vodiča s využitím bezdrôtovej technológie, ktoré sú ovládané na diaľku. Technológia funguje pomocou diaľkového ovládania *GPS Waypoint* (traťový bod). Na stavbách sú vozidlá využívané napríklad na odstránenie ornice. Najväčšie využitie vozidiel pre zemné práce dnes nájdeme pri ťažbách.

V austrálskej spoločnosti *Rio Tinto* využívajú desiatky vozidiel ovládané jedným vodičom na diaľku. Tým vzniká minimalizácia ľudského faktoru a zvyšuje efektivita práce, či už z hľadiska produkcie alebo bezpečnosti.

- Drony

Drony sa na stavbe využívajú k prieskumom, skenovaniu i kontrolám. Získaný obrazový materiál dokážeme spracovať a vytvoriť 3D model, ktorý môže byť prospešný na kontrolu, alebo výkaz výmer. Využitie dronov a ich kamerových systémov je rozsiahle. Sledovanie výškových budov napomáha minimalizovať nutnosť rizikovosti práce vo výškach a náklady s ňou spojené. Táto technológia môže byť využitá pri kontrole rozsiahlych infraštruktúr stavieb, ako napr. potrubie, alebo železničné koridory. [19]

- Robotika

Stále väčšie úspechy v stavebníctve zaznamenáva robotika. Existuje množstvo robotických systémov pracujúcich v priemyselných halách. Systémy sa dnes stávajú mobilnejšími a začínajú sa objavovať aj na stavbách. Príkladom môže byť robotická ruka na murovanie. Systém, ktorý je vytvorený na ukladanie jednotlivých stavebných prvkov.

2.5 Prínosy BIM

2.5.1 Prínosy BIM v prípravnej fázy projektu

Spracovanie projektovej dokumentácie, alebo architektonickej štúdie prináša pre projektanta a architekta mnoho požiadaviek, ktoré musia vyriešiť. Priestorové usporiadanie, veľkosť stavby, technické obmedzenia stavby, náklady, časové potreby investora atď.

Prípadný výskyt klientskych zmien, kolízií alebo chýb počas realizácie, vedie často k odkloneniu od harmonogramu, navýšeniu nákladov a časovému posunu. Použitím BIM máme už vo fázy návrhu informácie, ktoré môžu prípadné problémy a zmeny eliminovať na začiatku projektu, kedy sú náklady na opravu a zmenu výrazne nižšie.[20]

Výhody použitia BIM v prípravnej fázy:

- Automatická tvorba dokumentácie z BIM modelu, možnosť vytvoriť akýkoľvek rez a pohľad

- Možnosť vytvárať výkaz prvkov
- Zníženie chýb pri prekresľovaní podkladov
- Zjednodušenie komunikácie pri úprave architektonického modelu
- Vizualizácia objektu použitá napr. ako predajný nástroj atď.

2.5.2 Prínosy BIM v realizačnej fázy

Jedným z hlavných cieľov tejto práce je stanoviť výhody a dopady ktoré BIM prináša pre zhotoviteľa pri realizácii stavby. Pre zhotoviteľa BIM predstavuje predovšetkým aktuálnu dokumentáciu stavebného objektu v 3D prostredí. Celistvosť dokumentácie má radu výhod. Eliminuje kolízie na stavbe, prípadná zmena projektu sa premietne do všetkých súvisiacich dokumentácií, 3D model je možné previazať s plánom, čo umožňuje prehľadnejšiu kontrolu atď. Pre bližšiu predstavu sú v nasledujúcich riadkoch zhrnuté niektoré predpoklady a výhody použitia BIM v praxi.

- **Predpoklady použitia BIM v praxi**

Aby sme dokázali plnohodnotne pracovať s modelom na stavbe a maximálne využívať jeho potenciál je potreba splniť a dodržať isté zásady a predpoklady. Základnou podmienkou pre používanie BIM modelu pri realizácii stavby sú softwarové a hardwarové pracovné nástroje a kvalifikovaná obsluha.

Software

S vývojom technológií a hardwaru sa vyvíjal aj software, ktorý slúži architektom a stavebníkom na navrhovanie 3D modelov. Pre zobrazenie modelu na stavbe nám môže poslúžiť tzv. „viewer“ prehliadač v ktorom 3D model otvoríme. Veľké množstvo prehliadačov je voľne dostupné na internete zadarmo. Avšak pri plnohodnotnom využívaní modelu je potreba mať software, ktorý nám umožní čerpať všetky relevantné informácie. Dnes trh ponúka na využitie niekoľko týchto softwarov napríklad REVIT (od spoločnosti autodesk), ArchiCad (od spoločnosti Graphisoft), alebo AllPlan (od spoločnosti Nemetschek). Tieto software nie sú bezplatné a na ich zakúpenie je potrebná finančná investícia.

Hardware

V dnešnej dobe je bežné, že na stavbe pracovníci používajú výpočtovú techniku. Stavbyvedúci a ďalší pracovníci majú k dispozícii notebook alebo stolný počítač. Používajú ho k pozeraniu výkresov, objednávaní materiálu, komunikácii alebo zdieľaniu potrebných dát.

V nadväznosti na BIM projektovanie a využitie v stavebnej praxi, je vhodné aby mal pracovník možnosť prehliadať si aktuálny virtuálny model priamo na stavbe a nie len vo svojej kancelárii.

Kvalifikácia pracovníkov

K úspešnej implementácii BIM na stavbe je potreba okrem techniky a nástrojov tiež odbornosť a kvalifikácia pracovníkov. Iba takto je možné využiť potenciál BIM naplno. Nie je potrebné, aby technici na stavbe boli odborníci v tvorbe modelu, tieto znalosti sa pri realizácii nevyžadujú. Je dôležité, aby poznali a boli oboznámení s nástrojmi, ktoré môžu využívať pri realizácii stavby. V prvom rade je to vhodný prehliadač, ktorý ako už bolo spomenuté dokáže zobrazit' pracovníkovi potrebný model. Pred jeho používaním je vhodné školenie pracovníkov, ktorí sú oboznámení s jeho funkčnosťou a môžu ho bez problémov využívať[1]

2.5.3 Výhody použitia BIM na stavbe

Výhody, ktorými BIM disponuje a prináša už boli spomenuté v niektorých častiach práce. V nasledujúcich bodoch sú zhrnuté niektoré dôležité výhody ktoré nám táto technológia ponúka práve realizácii stavby.

- **Dokumentácia stavby**

Výhodou 3D modelu je komplexnosť. Ak je model vytvorený dôkladne, dokážeme z neho vytvoriť jednotnú projektovú dokumentáciu. Stáva sa, že sa na stavbe objaví projektová dokumentácia, ktorá nie je v súlade s inými časťami dokumentácie. Príkladom môžu byť rozmery stavebných otvorov, alebo nesúlad s prestupmi v stropnej konštrukcii. V šachte, ktorá prechádza stropnou konštrukciou sú zvyčajne umiestnené potrubia vody, kanalizácie a atď. Vnútorne priestory sa preto počítajú na centimetre. V prípade nesúladu môžeme zaznamenať problém, ktorý v konečnom dôsledku znamená držanie a predraženie stavby.

Takýmto problémom môžeme predísť pri jednotnej projektovej dokumentácii, ktorá zabezpečuje, že pri nahliadnutí do akejkoľvek časti dokumentácie budeme vidieť rovnaké údaje.[16]

- **Tretí rozmer**

Vizualizácia modelu na stavbe umožňuje pracovníkom vytvoriť si lepšiu predstavu o určitej časti v projektovej dokumentácii a k jej vytvoreniu. Napríklad už len pre uistenie sa správneho chápanie výkresu, môže byť model prospešný. Rovnako tak pri kritických miestach, kde je napríklad vedľa seba umiesené množstvo potrubného vedenia. Toto umožní pracovníkovi kontrolu, či je miesto navrhnuté správne.

Disponovať vizualizáciou objektu alebo jeho samotnej časti, skôr ako je táto časť zrealizovaná, prináša významnú možnosť kontrolovať správnosť realizovaných prác.

- **Detekcia kolízií**

V praxi často využívaný nástroj. Prechádzať budovou a jej miestami, umožňuje dôkladne preskúmať problematické miesta ešte pred realizáciou. Komplikované miesta ktoré neboli odhalené v projekte. Nemusí sa jednáť len o kolíziu ale aj miesta zložité a náročné na realizáciu, napríklad prechody inštalácií alebo stred inštalácií. Týmto spôsobom sa pri realizácii môžeme vyhnúť prípadným budúcim komplikáciám. [21]

- **BOZP**

Realizovať stavbu je potrebné dôkladne, kvalitne a hlavne bezpečne s ohľadom na dodržiavanie zásad BOZP. Aj pri tejto požiadavke môže byť BIM prínosný. V rámci plánu BOZP môžu byť navrhnuté opatrenia zdigitalizované a zakomponované do časového plánu. Jedná sa napríklad o návrh zábradlia pri práci vo výškach. Digitalizácia umožňuje vidieť, kde je potreba zábradlie postaviť alebo vykázat výmery zábradlia.

Bližšie popísane využitie BIM v BOZP je v praktickej časti diplomovej práce, kde je zahrnuté využitie digitalizácie nebezpečných zón na stavenisku a simulácia staveniska využitá pri školení nových pracovníkov.

- **Výkaz výmer**

Jednou z hlavných výhod kvalitne vytvoreného modelu je generácia výkazu výmer. Použitím BIM systému sa priamo zo základného modelu generujú hodnoty výmer. Tieto informácie sú vždy konzistentné s originálnym projektom. Keď dôjde k zmene projektu, napríklad projektant navrhne menšie okno, zmena sa okamžite premietne do všetkých súvisiacich projekčných dokumentov a teda aj do výmer.

- **4D a 5D model**

Pridaním časového alebo finančného rozmeru do 3D prostredia dostaneme 4D prípadne 5D model. Tieto zlúčené modely môžeme napojiť na harmonogramy, vypracované napr. v programoch MS Project alebo Primavera a rozdelením na sekvencie pre rôzne fázy rozostavanosti vytvoriť simuláciu výstavby. Pri plánovaní tak dokážeme efektívne optimalizovať výstavbu z hľadiska času a financií. 4D a 5D model využijeme rovnako aj pri realizácii. Model skutočného stavu vytvorený z mračna bodov v porovnaní s modelom, ktorý bol vytvorený pri plánovaní pomôže pri kontrole stavu prác vykonaných a plánovaných.

- **Klientske zmeny**

Veľkou výhodou centrálného 3D modelu sú klientske zmeny. Klientske zmeny sú automaticky prevedené a aktualizované do centrálného modelu. Vykonaná zmena sa nám automaticky objaví vo všetkých príslušných dokumentoch . [22]

2.5.4 Prínosy BIM vo fáze užívania projektu

BIM, ako už bolo spomenuté v predošlých odstavcoch nie je len vizualizácia a dizajn. Negeometrické informácie a dáta sa využívajú počas celého životného cyklu budovy. Fáza užívania stavby tvorí cca 60-70 % nákladov na celý životný cyklus stavby. Údaje o jednotlivých komponentoch ktoré model obsahuje poskytnú FM-*Facility Managementu* (správe budovy) efektívnejšiu údržbu a spravovanie budovy. [1]

Dôležitý pojem pre fázu užívania stavby je COBie. COBie je skratkou pre Construction Operations Building information exchange. Jedná sa výmenu informácií o budove medzi realizačnou fázou a fázou užívania stavby. COBie sú štandardom, ktorý definuje dátovú štruktúru pre výmenu informácií o stavbe medzi stavebníkom a správcom budovy. Tento štandard vznikol za účelom, aby dáta ktoré sa vytvoria pri návrhu a realizácii mohli byť efektívne využívané pre správu budovy.

K dispozícii sú informácie o aktuálnom využití budovy v čase užívania budovy. BIM zaznamenáva realizované rekonštrukcie, umožňuje efektívne plánovanie opráv a zmeny využitia stavby.

Zavedenie metódy má predovšetkým ušetriť náklady spojené s rekonštrukciou a užívaním stavby. Pri správnom zavedení tejto metódy sa pomocou nástrojov ktorými

BIM technológia disponuje prvotne vložené investície vrátia v čase, počas realizácie alebo práve pri údržbe stavby. [23]

2.6 Základné nevýhody BIMu v praxi

Školenie a náklady na software

Využitie BIM vyžaduje značnú odbornú prípravu a rovnako ako v prípade akéhokoľvek softvérového programu existujú náklady spojené so softvérom, ako je nákup, licencovanie a školenie. Dodávateľ môže potrebovať aktualizáciu počítačového systému pre efektívne používanie softvéru BIM.

Málo kvalifikovaných pracovníkov

BIM je pomerne nová technológia s čím je spojená ďalšia nevýhoda, ktorou je neznalosť či nekvalifikovanosť osôb pre toto odvetvie. Väčšina odborných článkov aj literatúra, ktorá je spojená s BIM je v angličtine. To môže byť prvou prekážkou pri aplikácii BIM. V zahraničí sa ľudia danej problematike venujú podstatne dlhšiu dobu ako v Českej republike a majú tak oveľa väčšie praktické i teoretické skúsenosti. [1]

3 Konvenčný spôsob návrhu zariadenia staveniska

Výrobný priestor, v ktorom sa stavba realizuje, je potreba účelne usporiadať a racionálne využívať. Zariadenie staveniska je súčasťou plánu POV (plán organizácie výstavby). Vo vyhláske č 499/2006 Sb. o dokumentácii stavieb sú legislatívne upravené zásady organizácie výstavby (ZOV).

ZOV sa skladajú z technickej a výkresovej časti. Technická správa ZOV obsahuje informácie o stavenisku (prístupy, technické siete, napojenie na energiu, BOZP, životné prostredie atď.). Výkresová správa ZOV obsahuje celkovú situáciu stavby, vyznačenie prívodu vody a energie, vstupy, výstupy, odvodnenie atď. ZOV spracúva projektant, alebo plán organizácie výstavby je podrobne vypracovaný zhotoviteľom stavby. Obsah POV zahŕňa

- Technickú správu
- Časový plán
- Projekt zariadenia staveniska
- Prílohy (súvisiace dokumenty)

V kapitole sú popísané základné informácie k súčasnému spôsobu návrhu zariadenia staveniska. V závere kapitoly je popísané, aký by mala BIM technológia vplyv na návrh staveniska. Sú uvedené základné informácie a požiadavky na stavenisko. Stavenisko sa musí pripraviť tak, aby sa stavba mohla kvalitne realizovať. Nesmie pritom dochádzať k zaťažovaniu okolitých stavieb, znečisťovaniu komunikácii, vôd a ovzdušia, obmedzeniu prístupu k okolitým nehnuteľnostiam a porušeniu podmienok ochranných pásiem a chránených území. [24]

3.1 Základy návrhu staveniska

Vyhotovenie kompletného návrhu zariadenia staveniska je komplexný proces, na ktorý sú kladené dve protichodné požiadavky:

- Proces výstavby s ohľadom na dodržanie termínu vyžaduje potrebný, priestor pre skladovanie rozhodujúcich materiálov, rozmiestnenie hlavných výrobní a strojov, komunikácie na stavenisku, sociálne zariadenia a plochy pre vedenie stavby a ostatnú administratívu.
- Zároveň sa vyžaduje minimalizácia nákladov, aby zariadenie staveniska bolo navrhnuté čo najmenšie a tým z hľadiska nákladov lacnejšie.

Návrh zariadenia staveniska je počas výstavbového procesu sprevádzaný v nasledujúcich krokoch:

- Zhromaždiť všetky dostupné informácie o stavbe a mieste výstavby vrátane prehliadky miesta stavby
- Zhotovenie koncepčného návrhu zariadenia staveniska
- Postupné spracovanie v jednotlivých krokoch podľa dodaných podkladov (časový plán, nasadenie rozhodujúcich mechanizmov, stavebné povolenie, zmluva o dielo atď.)

Náklady na zariadenie staveniska sú spojené hlavne s položkami:

- Kancelárie riadiacich pracovníkov stavby,
- Sociálne objekty
- Údržbárske objekty, sklady, dielne, garáže
- Spevnené plochy pre stavebný materiál
- Oplotenie alebo iné zabezpečenie stavby
- Rozvody energie po stavenisku

3.2 Hlavné princípy projektovanie zariadenia staveniska -ZS

- Určenie primárneho smeru postupu výstavby
- Rozmiestnenie hlavných strojov (rýpadiel, súpravy pre zakladanie stavieb, žeriavy, výťahy) a výrobní (čerpadiel, armatúry atď.) navrhnutých v technologickom rozbere.
- Rozmiestnenie pomocných strojov a zariadení, krytých a otvorených skladov
- Riešenie spôsobu a smeru komunikácii na stavenisku, spevnené plochy pre komunikáciu a sklady
- Návrh a umiestnenie kancelárií pre vedenie stavby (vrátnice, bunky, sociálne zariadenia atď.)
- Stanovenie potrebných energetických zdrojov a návrh inžinierskych sietí pre ZS (vodovod, kanalizácia, elektro, osvetlenie, kúrenie, zariadenie pre umývanie vozidiel atď.)
- Návrh vedľajšieho staveniska (mimo hlavne stavenisko, ak je potreba)
- Stanovenie bezpečnostných opatrení na stavenisku, protipožiarne opatrenia a ochrany proti krádežiam. Návrh opatrenia pri práci v zime

3.3 Základné požiadavky na stavenisko

- Staveniska, prípadne jeho oddelené pracovisko, musí byť vhodným spôsobom oplotené, alebo inak zabezpečené proti vstupu nepovolených osôb a ochrany majetku.
- Stavenisko je potrebné usporiadať tak, aby sa stavby mohli kvalitne a bezpečne realizovať, upravovať a odstraňovať.
- Objekty ZS, pomocné konštrukcie a iné technické zariadenia musia byť bezpečné.
- Podzemné energetické, telekomunikačné, vodovodné a kanalizačné siete je v priestore staveniska potrebné vyznačiť, najneskôr pred odovzdaním staveniska
- Všetky vstupy na stavenisko musia byť uzamykateľné a označené tabuľami o zákaze vstupu nepovoleným osobám. Komunikácie musia byť vyznačené dopravnými značkami a udržiavané v bezpečnom stave.
- Vodorovné komunikácie pre chodcov musia mať minimálnu šírku 0,75 m, prípadne 1,5 m pre oba smery. Pri sklone väčšom ako 1:3 musí byť na jednej strane tyčové zábradlie výšky 1,1 m. Podchodené výšky sa musia dodržiavať min, 2,1 m, výnimočne 1,8 m za predpokladu bezpečného označenia.
- Nebezpečné miesta staveniska po podľa potreby zabezpečia, označia výstražnými nápismi a zabezpečia sa proti vstupu nepovoleným osobám.
- Stavenisko, stavebné zariadenia a oplotenie, ktoré zasahuje na verejné pozemné komunikácie a verejné priestranstvá, sa musia zabezpečiť, výrazne označiť a pri zníženej viditeľnosti náležite označiť.
- Pokiaľ sú vykonávané práce na stavenisku pri zníženej viditeľnosti alebo v noci, stavenisko sa musí dostatočne osvetliť.
- Stavby verejných priestranstiev a pozemných komunikácií, ktoré sú dočasne využívané ako stavenisko a súčasne ponechané na užívanie verejnosti (chodníky pod lešením, podchody, atď.) sa musia behom realizácie bezpečne chrániť a udržiavať.
- V zastavanom území sta stavba musí oplotiť súvislým pletivo vo výške 1,8 m.
- Zariadenie staveniska v zastavanom území nesmie svojimi účinkami, predovšetkým exhaláciou, hlukom, prachom, alebo otrasmí pôsobiť na okolie väčšou mierou, aká je prípustná pre dané oblasti. [24]

3.4 Projekt zariadenia staveniska a legislatíva

Z hľadiska zákonných predpisov môžeme objekty zariadenia staveniska rozdeliť na

- Dočasné objekty zariadenia staveniska
- Trvalé stavebné objekty stavby, ktoré budú využívané pre účely zariadenia staveniska
- Trvalé stavebné objekty vybudované pre zariadenie staveniska, ktoré po skončení výstavby budú využívané iným spôsobom alebo k inému účelu

Základným právnym dokumentom je zákon 183/2006 Sb., o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (Stavebný zákon). Stavebný zákon delí stavby podľa dispozície a rozlohy do jednotlivých skupín. Zariadenie staveniska sa rieši v rámci projektovej dokumentácie stavby, ktorá vo väčšine prípadov spadá pod ohlásenie alebo stavebné povolenie podľa §104 a § 115. Ak je zariadenie staveniska malého rozsahu podľa §103 stavebného zákona nie je vyžadované ohlásenie a ani stavebné povolenie. Stavby zariadenia staveniska, ktoré spadajú pod §104 a § 115, musia byť podrobne zdokumentované, aby mohli byť preskúmané a posúdené. Stavby a stavebné komunikácie zariadenia staveniska môžu byť používané na základe kolaudačného súhlasu a na žiadosť stavebníka podľa §123 môže stavebný úrad vydať časovo obmedzené povolenie k predčasnému užívaniu stavby. [25]

3.4.1 Rozsah a obsah projektovej dokumentácia projektu ZS

Potrebný obsah a rozsah projektovej dokumentácie zariadenia staveniska rieši vyhláška č. 499/2006 Sb. konkrétne príloha č. 1 k vyhláške pre §104 ods. 2 písm. a) až d) stavebného zákona.

Projekt zariadenia staveniska dokumentuje rozsah objektov a zariadení, potrebných k optimálnej a kvalitnej realizácii stavebného diela v požadovanom čase. Pozostáva z týchto častí:

- Technická správa k zariadeniu staveniska
- Výkresová dokumentácia
- Rozpočet zariadenia staveniska
- Časový plán realizácie a likvidácie zariadenia staveniska a plán nasadenia hlavných stavebných strojov

Technická správa k ZS obsahuje identifikačné údaje stavby, stručnú charakteristiku staveniska, informatívny popis jednotlivých objektov investičnej výstavby, postup výstavby, konštrukčné technologické riešenie stavby, popis jednotlivých objektov staveniska, hlavne mechanizmy, zdroje a rozvody energii, zásady bezpečnosti pri práci, požiarnej ochrane a ochrane životného prostredia, a prípadne ďalšie údaje.

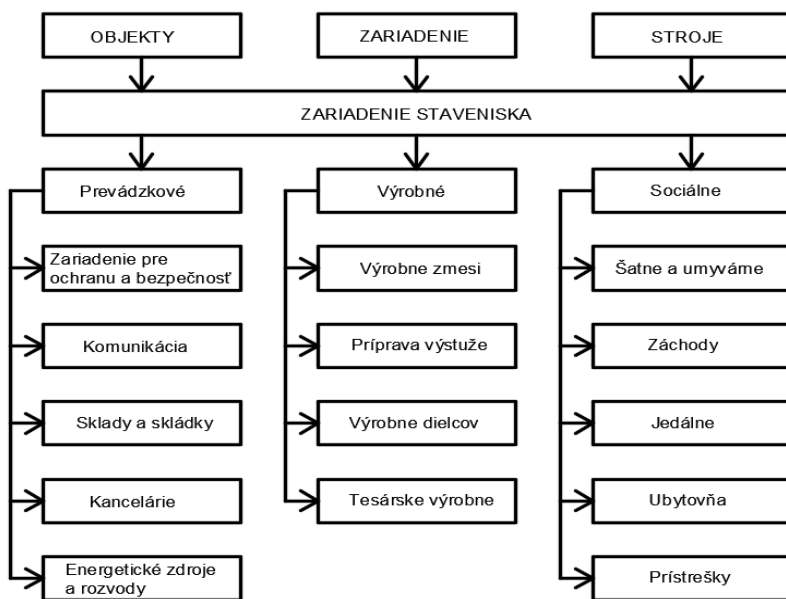
Výkresovú dokumentáciu ZS tvorí situácia a realizačné výkresy jednotlivých objektov zariadenia staveniska, vrátane dopravných, inžinierskych a energetických objektov.

3.4.2 Členenie zariadenia staveniska

Objekty ZS sa podľa jeho účelu delia na:

- Prevádzkové objekty- ako napr. komunikácia, plochy pre umiestnenie žeriavu, parkovisko, sklady, skládky, dielne, energetické zariadenia a rozvody, zariadenia pre bezpečnosť stavby, kancelárie pre vedenie stavby atď.
- Výrobné objekty – výrobná čerstvého betónu, výrobná maltových zmesí, dielcov výstuže do betónu atď.
- Sociálne a hygienické objekty – šatne, WC, umyvárne, stravovacie objekty, ubytovne atď. [24]

Základné grafické rozdelenie ZS z hľadiska účelu je zobrazené na obr. č.5



Obrázok 5 Rozdelenie zariadenia staveniska podľa účelu [24]

3.5 Návrh jednotlivých objektov staveniska

3.5.1 Sociálne a hygienické zariadenie staveniska

Sociálne a hygienické zariadenie staveniska slúži na sociálne a hygienické potreby osôb pracujúcich na stavbe, eventuálne návštevným stavu a patrí medzi je hlavne WC, šatne, umývárne, jedálne a niekedy aj ubytovne.

Rozsah sociálneho a hygienického zariadenia sa navrhuje podľa predpokladaného počtu pracovníkov v najpočetnejšej zmene na stavbe. Šatne a umývárne by mali byť zriadené na stavenisku kde je aspoň 7 pracovníkov, ak nie sú ubytovaní na stavenisku. Plocha šatne je 1,25 m² nezastavenej plochy. V umývárni je potreba ale aspoň 1 umývadlo na 15 pracovníkov a pre 20 pracovníkov jednu kabínu na sprchovanie. [25] Počet záchodov môžeme dimenzovať podľa tabuľky:

POČET PRACOVNÍKOV	POČET ZÁCHODOV
do 10 žien	1 sedadlo
30 žien	2 sedadlo
50 žien	3 sedadlo
80 žien	4 sedadlo
> 80 žien	1 sedadlo na každých ďalších 30 žien
do 10 mužov	1 sedadlo + 1 pisoár
50 mužov	2 sedadlo + 2 pisoáre
100 mužov	3 sedadlo + 3 pisoáre
> 100 mužov	1 sedadlo na každých ďalších 50 mužov

Obrázok 6 Tabuľka dimenzovania záchodov, zdroj [25]

3.5.2 Komunikácie na stavenisku

Komunikácia slúži na dopravu materiálu, výrobkov, strojov, zariadení a k zaisteniu bezpečného pohybu pracovníkov po stavenisku. V rámci POV sa navrhujú komunikácie tak, aby boli dodržané podmienky:

- Dočasná vozovka musí byť vybudovaný v dosahu žeriavu, aby nevznikala zbytočná manipulácia s materiálom
- Šírka jedoprúdovej vozovky musí byť aspoň 3 m, dvojprúdovej 5 m a nespevnené krajnice o šírke 0,5 m

- Minimálna vzdialenosť okraju vozovky od pevných okrajov konštrukcií je 0,6 m a u rámp 0,3 m
- Svetlá výška musí byť minimálne o 0,3 m nižšia ako výška vozidla s nákladom
- Pozdĺžne sklony vozovky môžu byť max 15 %
- Zmena smeru trasy zabezpečujú oblúky, pričom polomer sa určuje vzhľadom k šírke a dĺžke vozidla, ktoré sa na stavenisku bude pohybovať.

Pri konštrukčnom návrhu vozovky je potreba mať na pamäti, že komunikácia je dočasná a väčšinou sa využívajú krátkodobo. Preto by nemali byť zbytočne nákladné. Výhodné je využiť stávajúce komunikácie.

3.5.3 Doprava a skladovanie materiálu

Jednou z hlavných úloh pri vypracovaní projektu ZS je zabezpečiť potrebný priestor a plochy pre sklady a skládky materiálu. Pri realizácii stavby na veľkých staveniskách môže byť dostatok miesta pre skladovanie, ale na menších staveniskách môžu nedostatočné skladovacie plochy spomaľovať výrobné procesy, čo v konečnom dôsledku môže znamenať zvýšenie nákladov. Preto je potrebné racionálne vyriešiť otázku skladovacích plôch dopredu a tak znížiť, prípadne zamedziť komplikáciám, ktoré môžu nastať počas realizácie.

3.5.4 Veľkosti a umiestnenie skládok

Veľkosť skladov a skládok závisí predovšetkým na rýchlosti výstavby, spôsobe uskladnenia, pravidelnosti dodávky a skladovacími podmienkami.

Podkladom pre dimenzovanie veľkosti skladov je kalendárny plán s výkazom hmôt, polotovarov a výrobkov. Z priebehu výstavby skúmame maximálne spotreby materiálu, na ktoré sa sklady dimenzujú. Množstvo materiálu sa určí zo vzorca:

$$Z=Q*n/T$$

Z - zásoba materiálu v príslušných jednotkách

Q - spotreba materiálu v plánovanom období

n - je časová norma zásob materiálu

T.- trvanie plánovaného obdobia

Táto zásoba musí byť porovnaná so zásobou na minimálny časový úsek.

$$Z_{\min} = Q \cdot n / T + A$$

Z_{\min} - minimálna zásoba materiálu v príslušných jednotkách

A - množstvo materiálu, ktoré je dopravené jedným dopravným prostriedkom

Zásoba Z_{\min} musí byť menšia ako zásoba Z. Pokiaľ by bola kapacita Z min menšia ako kapacita dopravného prostriedku skládka by bola malá a predstavovala by problém. Následne sa vypočíta užitá plocha skladu $F_0 = Z/q$ a celková plocha skladu $F = F_0/\beta$, kde β je koeficient využitia skladovej plochy

Pri umiestnení skládky je potreba brať ohľad na plynulý odber materiálu a dostupnosť mechanizácie. Preto je dôležité umiestniť skládku v dosahu zdvíhacieho prostriedku, blízko komunikácie a zároveň čo najbližšie k miestu zabudovania tohto materiálu.

Pri sypkom voľne ležiacom materiály je maximálna výška uloženia 2 m. Sypký materiál dodávaný vo vreciach sa pri ručnom manipulovaní uloží do výšky max 1,5 m a strojnom do 3 m. Kusový materiál z pravidelných tvarov sa môže uložiť do výšky 1,8 m a pri nepravidelných do 1 m. Na paletách môžeme skladovať materiál do 2 m. Prefabrikáty je dôležité uložiť tak, aby nedošlo ich poškodeniu. Oceľový materiál sa ukladá pod prístrešok a nebezpečné látky je potrebné uložiť v uzavretej oblasti, vyhovujúce odporučeniam výrobcu.

3.5.5 Návrh zdvíhacieho prostriedku

Pri voľbe zdvíhacieho prostriedku vychádzame z dvoch možností:

- Na základe daného návrhu projektového objektu, volíme potrebný zdvíhajúci prostriedok
- Dosiahnuteľnými a vhodnými zdvíhajúcimi prostriedky spätne ovplyvňujeme konštrukčné, dispozičné i technologické riešenie objektu

Návrh prostriedku ovplyvňuje niekoľko faktorov

- Technológia realizovaného objektu
- Druh a hmotnosť zdvíhajúcich prvkov, ich rozmery a spôsob osadzovania
- Rozmery budovy a jej dispozičné a výškové usporiadanie
- Hospodárnosť a ekonomika vlastného prostriedku
- Veľkosť plôch pri objekte a možnosti dopravy a montáže

Návrh zdvíhajúceho prostriedku vyžaduje určitý metodický prístup, pri ktorom komplexne posudzujeme parametre jednotlivých zdvíhajúcich prostriedkov vhodných pre daný realizovaný objekt.

3.5.6 Stavenisko a BOZP

Stavenisko musí byť zaistené proti vstupu nepovoleným osobám, musí byť vybavené základnými pomôckami protipožiarnej ochrany a musí byť bezpečné pri jeho používaní. Pri realizácii je potrebné sa riadiť hlavne zákonmi:

- *Zákon 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů*
- *Nariadení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky*
- *Nariadení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích*









Dočasné oplotenie staveniska je vo výške 1,8 m. Vjazdy a vstupy na stavenisko sú zabezpečené proti vstupu nepovoleným osobám. Pre kontrolu vstupu a výstupu, vjazdu a výjazdu sú na väčších staveniskách vybudované vrátnice.

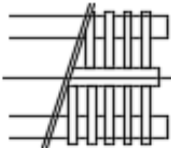
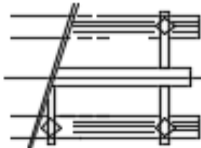
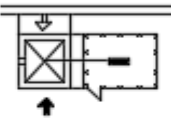
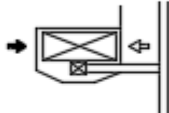









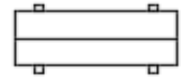
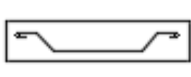

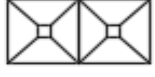
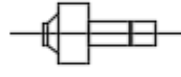
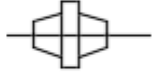

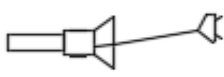
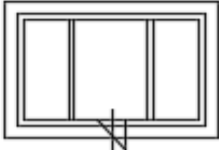

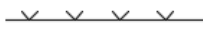
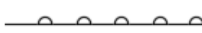

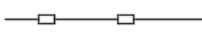






3.5.7 Použité značky pri výkrese ZS

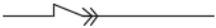

























Výkres zariadenia staveniska sa súčasne rysuje v 2D prostredí. Obsahuje najdôležitejšie časti potrebné pri realizácii staveniska medzi ktoré patria:

- Existujúce siete
- Staveniskové rozvody
- Zariadenie staveniska
- Objekty zariadenia staveniska

Je dôležité, aby sa jednotlivé prvky zakresľovali správne podľa obecné platných značiek. Prehľad niektorých značiek je zobrazený graficky v nasledujúcich riadkoch

	smer postupu výstavby		smer presunu	[24]
	základné vrstevnice		vrtaná sonda	
	doplňujúce vrstevnice		kopaná sonda	
	orientácia na sever		strom ihličnatý	

	Žeriavová dráha s priečnymi pražkami		Žeriavová dráha s pozdĺžnymi pražkami
	plošinový výtah		rychlovýtah NOV
	piesok		
	štrkopiesok		skládky sypkých materiálov (opis, kótovanie pôdorysné, výška, označenie materiálu)
	štrk		
	lahké plnivá		
	tehly (druh, množstvo, plocha)		tyčová výstuž
	prefabrikáty (označenie, množstvo, rozmery)		výstuž spracovaná, ohýbaná
	zásobník na cement (sila)		zásobníky kameniva
	miešačka na betonovú zmes (typ)		miešačka na maltu
	ležatý sklopný zásobník zmesi (typ)		mechanická lopata
	kancelária (typ, rozmery)		drevený sklad (rozmery, určenie)
	drátený plot		murovaný plot
	drevený plot		prefabrikovaný plot
	kovový plot		živý plot
	nezpevnená vozovka		panelová vozovka
	zpevnená vozovka		chodník

	vzdušné vedenie VN		prihradový stĺp
	vzdušné vedenie NN		svetlo na drevenom stožiar
	káblové vedenie VN		žiarovkové svetidlo na drevenom stožiar
	káblové vedenie NN		rozvodňa na stožiar
	drevený stožiar		rozvad'áč na meranie
	ocelobetonový stožiar		RIS - rozpojovacia inštalačná skrinka
	ocelový stožiar		transformátor na prihradovom stožiar
	trojpólový vypínač		užemnenie, všeobecná značka
	vodovodné potrubie		kanalizačné potrubie
	vodovodné potrubie -- úžitková voda		plynovodné potrubie
	vodovodné potrubie -- pitná voda		nadzemný hydrant, podzemný hydrant
	tepelné potrubie		studňa s motorovým čerpadlom
	miesto odberu vody		miesto odberu elektriky

Obrázok 7 Používané značky pri návrhu ZS v 2D prostredí, Zdroj [24]

3.6 Riziká pri konvenčnom spôsobe návrhu ZS

Riešenie návrhu zariadenia staveniska je náročný proces. Vyžaduje veľmi dobré stavebné technologické znalosti a výrobné skúsenosti. Z pravidla ho realizuje dodávateľ stavby v rámci svojej predvýrobnej a výrobnjej prípravy stavby.

V prvom kroku je potrebné zhromaždiť všetky potrebné informácie a podklady k projektu a mieste stavby. Následne sa vypracuje predbežný návrh staveniska, ktorý je podkladom k finálnemu riešeniu s dimenzovaním objektov a inžinierskych sietí. Projekt ZS sa vypracuje podľa princípov a zásad uvedených v predošlej kapitole „Konvenčný spôsob návrhu zariadenia staveniska“.

Návrh staveniska sa realizuje v 2D prostredí. Rovnako ako pri projektovaní budov v 2D prostredí i pri návrhu ZS vznikajú riziká, ktoré obvykle vedú k časovým alebo finančným stratám. Medzi základné riziká patrí:

- V dôsledku nejednotnej dokumentácie vzniká riziko zlyhania ľudského faktoru, čo vedie k chybám medzi jednotlivými dokumentami
- Pri 2D projektovaní je potrebné zvlášť dopĺňovať negeometrické informácie pre každý objekt. Dokumentácia nie je previazaná, napr. na výkazy výmer, ako pri využití BIM, čo môže rovnako viesť k zlyhaniu ľudského faktoru a k chybám
- Jednotlivé výkresy, rezy a pôdorysy nie sú centrálné prepojené a rysujú sa oddelene, vzniká riziko vzniku kolízií
- Dokumentáciu, časový plán a rozpočet nie je možné previazať, čo môže viesť ku kolíziám logistiky a koordinácie na stavenisku pri realizácii stavby. Atď.

Každý projekt je spojený s istými rizikami. Veľkosť a vplyv rizík je však možné ovplyvniť s kvalitnou prípravou a návrhom. S využitím BIM je však možné niektoré riziká eliminovať a prispieť tak k efektívnejšej tvorbe návrhu. Výhody ktoré nám metodika BIM prináša pri projekte ZS sú ako hypotéza popísané v nasledujúcej kapitole.

3.7 Využitie BIM pri návrhu staveniska - Hypotéza

3.7.1 Komunikácia medzi jednotlivými účastníkmi projektu ZS

Použitím BIM technológie dokážeme vytvorili komplexný model staveniska. Rovnako ako v prípade projektovania objektu i v projekt staveniska vyžaduje prácu viacerých osôb. Pri projektovaní objektu s využitím BIM sa vytvorí jeden 3D model, ktorý tímy medzi sebou dokážu zdieľať. Tým, že model je realizované v 3D sú previazané pôdorysy, rezy pohľady a aj situácie. Akákoľvek zmena vykonaná jedným účastníkom v modely môže byť aktualizovaná a automaticky sa objaví vo všetkých dokumentoch.

V prípade ZS to môže uľahčiť komunikáciu .napr. medzi zhotoviteľom a koordinátorom BOZP. Koordinátor by mohol do modelu doplniť zabezpečovacie prvky, vyznačiť rizikové miesta a vytvoriť bezpečné pracovisko priamo v modely. Zhotoviteľ by priamo v modely videl potrebné opatrenia. Zvýšilo by to efektívnosť koordinácie staveniska a zároveň zlepšilo komunikáciu medzi jednotlivými účastníkmi

3.7.2 Využitie rodín

V prípade využitia BIM technológie by sa predchádzajúce značky, ktoré sú uvedené v kapitole „Použité značky pri výkrese ZS“ zamenili za rodiny. Pojem rodina je vysvetlený v kapitole „Rodiny v modely“. Oproti klasickým značkám rodina v sebe dokáže zahrnúť väčšie množstvo informácií, z ktorých dokážeme čerpať napr. výkazy výmer, rozmery, plochy alebo sa môže jednať o negeometrické informácie napr. v podobe dôležitých dátumov, hmotnosti atď. Tieto informácie môžu výrazne prispieť a pomôcť pri plánovaní a realizácii staveniska. Vytvorenie rodín vyžaduje čas. Čas sa pri opakovanom využívaní rodín vráti. Jednotlivé rodiny nie je potreba znovu vytvárať. Projektant môže rodiny skladať do jedného celku ako koláž a zamerať sa na kreatívne spracovanie návrhu staveniska.

3.7.3 Plánovanie s využitím 4D a 5D modelu

Ďalším dôležitým faktorom pri plánovaní je čas. Vložením času do projektu vytvoríme tzv. 4D prostredie, ktoré nám umožní sledovať postup výstavby. Táto funkcia sa dnes využíva pri plánovaní objektu, nie však pri plánovaní ZS. Vytvorením modelu staveniska a vložením časovej premennej vzniká výhoda v možnosti sledovať zmeny v pláne výstavby staveniska a porovnávať s aktuálnym stavom. Náklady môžu byť do modelu pridané ako samostatný faktor, čím vzniká tzv. 5D model.

3.7.4 Detekcia kolízií staveniska

V kapitole „Výhody použitia BIM na stavbe“ je za jednu z hlavných výhod považovaná detekcia kolízií. Pomocou BIM nástrojov sme schopný identifikovať kolízie už vo fáze plánovania. Detekcia kolízií dokáže využiť i pri plánovaní a návrhu ZS. Príkladom môže byť kolízia mechanizácie, napr. žeriavu. S využitím detekcie kolízií tak dokážeme zistiť, či sa žeriav nekříži s budovou, stromom, prípadne ďalšou mechanizáciou. Pri konvenčnom návrhu sa žeriav nakreslí do situácie a výška sa stanoví vzhľadom k objektu výstavby. S použitím BIM vidíme i výšky okolitých budov a rovnako vzdialenosť od žeriavu, čo môže byť výhodou pri výstavbe v zastavanom území.

3.7.5 Výkaz výmer prvkov ZS

Vykazovanie výmer patrí medzi hlavné výhody pri použití BIM metódy. Pri modely objektu tak môžeme vykazovať výmery jednotlivých prvkov, napr. okná, dvere atď. Táto výhoda môže byť prínosná i v prípade ZS. Napríklad pri zábradlí, oplotení alebo lešení.

3.7.6 BOZP na stavenisku

Jednou z hlavných oblastí pri návrhu staveniska, kde môžeme využiť BIM je bezpečnosť práce. V digitálnej podobe dokážeme vytvoriť bezpečné stavenisko s potrebnými zabezpečovacími prvkami. Takéto stavenisko vedie k jasnej realizácii BOZP a presnejšej predstave koordinátora. Model staveniska môže byť ďalej využitý pri školení nových pracovníkov (viac v kapitole „Video pre vstupné školenie nových pracovníkov“) alebo v krížení ohrozeného priestoru a rizikových činností s využitím technológie RTLS (viac v kapitole „Real time location system -RTLS“).

4 Praktická časť – overenie hypotézy

Praktická časť bola realizovaná na konkrétnom projekte bytového domu, ktorý je spracovaný v BIM. Zhotoviteľom projektu je spoločnosť Skanska. Praktická časť bola vypracovaná na základe konkrétnych požiadaviek spoločnosti:

- Vytvoriť stavenisko v 3D prostredí
- Niektoré prvky staveniska vymodelovať ako parametrické rodiny
- Vymodelovať rodiny výstražných značiek
- Definovanie špecifických a ohrozených zón + prenesenie do modelu
- Zostavenie videosekvencie vstupného školenia pre pracovníkov na stavenisku

Na základe požiadaviek spoločnosti boli vytvorené tri modely staveniska v 3D prostredí. Boli vymodelované parametrické prvky a výstražné značky, ktoré firma plánuje využiť aj v nasledujúcich projektoch. Zvýraznené nebezpečné zóny staveniska, kde hrozí zvýšené riziko ohrozenia zdravia pri práci, firma plánuje využiť pri prezentácii bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci pred vstupom na stavenisko. Video pre vstup zamestnancov Skanska vyžadovala pre každú etapu, aby bolo video čo najaktuálnejšie v porovnaní s reálnym stavom pracoviska.

Diplomová práca bola vypracovaná na základe vlastnej fotodokumentácie, prehliadky staveniska a podkladov poskytnutých spoločnosťou SKANSKA, medzi ktoré patria:

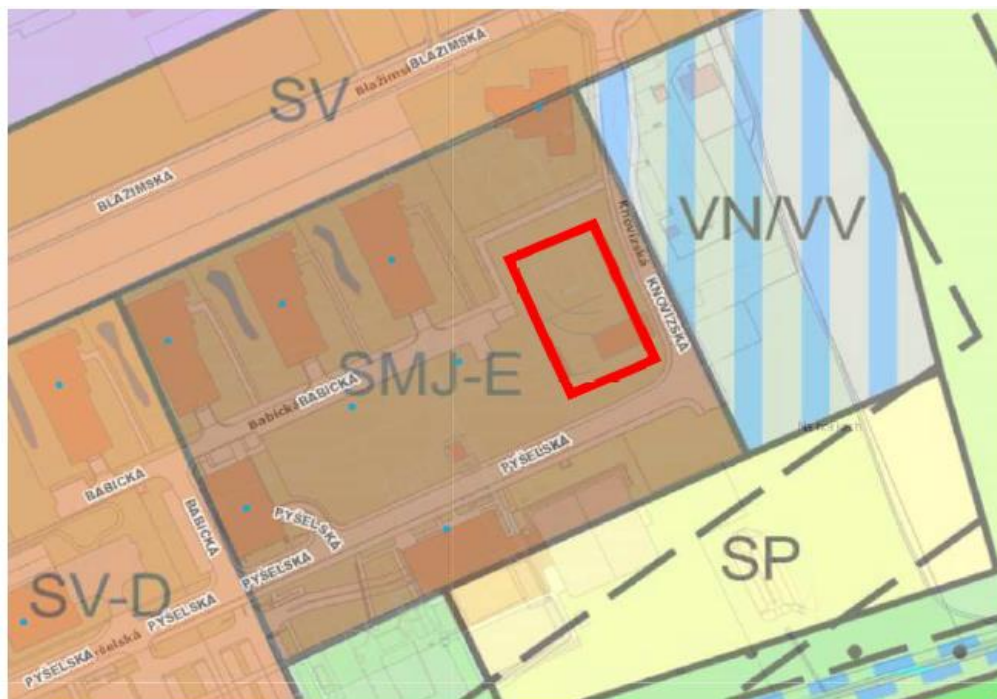
- Výškové body výkopovej jamy
- Situácia ZOV
- Model bytového domu v 3D
- Súhrnná technická správa dokumentácie pre stavebné povolenie
- Knižnica vybraných rodín

Ďalšími cennými podkladmi, zo strany spoločnosti Skanska, boli slovné informácie, ktoré boli poskytnuté počas odborných konzultácií.

Projekt pre ktorý boli vypracované požiadavky spoločnosti je predstavený v nasledujúcich riadkoch.

4.1 Základné informácie bytového domu -GEMMA

Zariadenie staveniska, ktorému sa diplomová práca venuje, je znázornené pre konkrétny projekt stavby bytového domu Gemma. Projekt bytového domu je spracovaný v BIM. Výstavba bytového domu je odhadovaná na tretí kvartál roku 2018. Predpokladaná doba výstavby je 24 mesiacov. Zhotoviteľom je spoločnosť SKANSKA a.s., ktorá sa v Prahe zaslúžila napríklad o projekty Five na Smíchove, alebo Corso Crout v Karlíne. Bytový dom je situovaný na Prahe 11 v katastrálnom území Chodov, vo funkčnej ploche SMJ-E. Ide o poslednú nezastavanú plochu, ktorá je vymedzená už zrealizovanými chodníkmi a obrubníkmi v súlade so situačným výkresom.



Obrázok 8 Umiestnenie budúcej stavby bytového domu Gemma, Zdroj Skanska

Budova sa skladá z dvoch podzemných a piatich nadzemných poschodí. V 1.PP a 2.PP sa budú nachádzať sklady, technické priestory a priestorné garáže, disponujúce 79 parkovacími miestami. Ďalších 13 parkovacích miest je navrhnutých v ulici Knovízska. 1.NP je navrhnuté na 8 samostatných komerčných jednotiek s účelom užívania ako administratíva s malou návštevnosťou. Čistej užitej plochy v administratívnej časti je 1204 m² spoločne so zázemím. Bytová funkcia je navrhnutá od 2.NP do 5.NP. V objekte je navrhnuté 51 bytových jednotiek o veľkosti 1+kk až 5+KK. Konštrukčný systém bytového domu je stenový. Medzi bytové steny sú navrhnuté ako nosné. Do úrovne 2.NP je nosný systém riešený ako železobetónová

monolitická konštrukcia a vo vyšších podlažiach sú navrhnuté akustické tehlové bloky a železobetónové monolitické stropy.

Na nasledujúcich obrázkoch je znázornená vizualizácia projektu



Obrázok 9 Vizualizácia bytového domu, východná strana, Zdroj Skanska



Obrázok 10 Vizualizácia bytového domu Gemma, západná strana, Zdroj Skanska

4.2 Zariadenie staveniska

Kapitola poskytuje základné informácie o zariadení staveniska, ktoré boli využité ako podklad na vymodelovanie zariadenia staveniska v 3D prostredí. V kapitole sú uvedené informácie o rozsahu a stave staveniska, predpokladané úpravy staveniska, jeho oplotenie, koridory staveniska, skládky staveniska, návrhy zdvíhacieho prostriedku, prístupy na stavenisko atď.

Umiestnenie stavby je situované na Prahe 11, medzi ulicami Knovízská a Pyšelská. Aktuálna podoba staveniska územia je znázornená na obr. č (11).

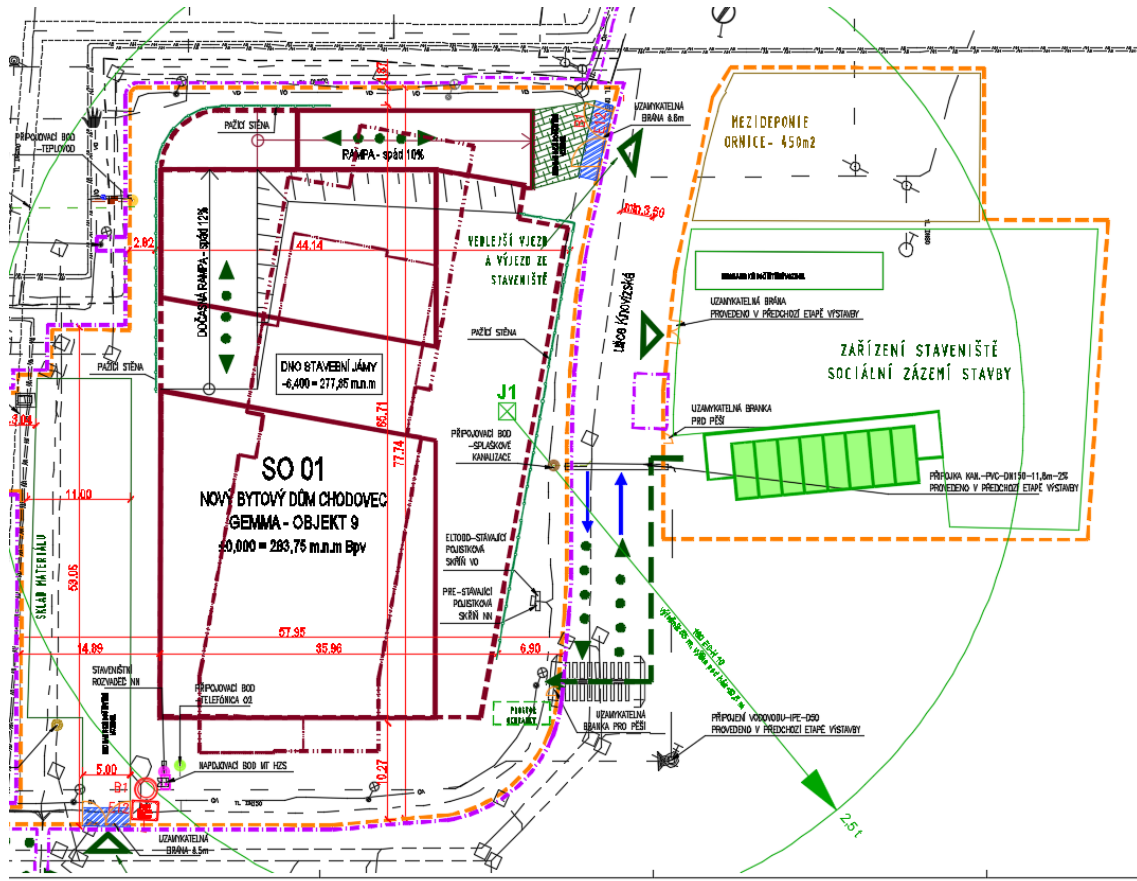
Zariadenie staveniska vychádza zo situácie, ktorá bola autorovi poskytnutá.. Je dôležité podotknúť, že poskytnutá situácia nezachytáva všetky informácie týkajúce sa troch etáp zariadenia staveniska. Preto boli niektoré potrebné informácie doplnené na základe konzultácii a spracované autorom, ako napríklad dimenzovanie sociálnych objektov alebo umiestnenie dôležitých značiek staveniska.

Situáciu môžeme vidieť na obr. č. (12). V situácii boli vyriešené základné potreby staveniska, ako napr. oplotenie, vstupy, prípojky alebo návrh zdvíhacieho



Obrázok 11 Aktuálna podoba staveniska, Zdroj vlastný, fotené 4.11.2017

prostriedku. Náležitosti, ktoré pre účel diplomovej práce vyriešené neboli, ako napr. koridory pre chodcov, koridory pre mechanizáciu, alebo zariadenie staveniska pre dokončovacie práce boli následne konzultované a doplnené do modelu staveniska autorom.



Obrázok 12 Situácia staveniska, Zdroj Skanska

Vo vnútri staveniska sú spevnené plochy, ktoré sú využité na koridory mechanizácie a zázemie stavby. Pred výjazdom zo staveniska bude upravená plocha pre čistenie vozidiel stavby, ktoré vstupujú na verejnú komunikáciu. Plocha staveniska je rovinatého charakteru. Na pozemku stavby sa nenachádzajú objekty ani porasty ktoré by bolo potrebné odstrániť. Porasty ktoré sa nachádzajú na ploche pre sociálne zázemie stavby budú odstránené v prvej etape výstavby.

- **Veľkosť skládky**

Umiestnenie skládky materiálu bolo poskytnuté v podklade pre spracovanie modelu staveniska. Model je navrhnutý tak, aby sa skládky dali dynamicky meniť, zväčšovať, zmenšovať alebo presúvať. Pre model staveniska neboli poskytnuté podklady o spotrebe materiálu v plánovacom období, nie je možné spočítať zásobu

materiálu v príslušných merných jednotkách a minimálnu zásobu materiálu v príslušných merných jednotkách a stanoviť potrebné veľkosti skládok. Z toho dôvodu sú skládky v modely naznačené ale ich veľkosť nie je presne stanovená.

- **Zdvíhací prostriedok**

Pre zvolený objekt bol z dôvodu technológie realizované objektu, druhu hmotnosti a rozmerov dvíhaných prvkov, rozmerov budovy zvolený žeriav Liebherr 180 EC – H 10 s maximálnym dosahom výložníku 55 m a výškou pod hák 49,5 m. Maximálna nosnosť žeriavu je 10 t, nosnosť na konci výložníku je 2,65 t. Zvolený typ žeriavu bol poskytnutý v podklade.

- **Napojenie staveniska na zdroje vody, električky a odvodnenie staveniska**

Pre napojenie staveniska je potrebné zriadiť provizórne prípojky elektrickej energie (220, 380 V) kanalizácie a vodovodu. Hlavný stavebný rozvádzač elektrickej energie bude zriadený v južnej časti staveniska za hlavným vjazdom na stavenisko z ulice Pyšelská. Súčasťou rozvádzača je elektromer a hlavný vypínač, ktoré budú viditeľne označené. Ďalší podružný rozvádzač bude umiestnený na východnej strane staveniska vedľa vrátnice. Ostatné miesta budú napojené pomocou predĺžovacích káblov, ktoré budú chránené podľa platných predpisov káblovými chráničkami. Na ulici Knovízská sa nachádza hydrant (viac obr. č 12 - situácia), z ktorého bude zrealizovaná prípojka na vodu pre sociálne a hygienické zázemie staveniska. Pre výrobnú časť je napojenie na vodu zrealizované v západnej časti staveniska (viac obr. č 12 - situácia). Prípojka splaškovej kanalizácie je vedené od pripojovacieho bodu v ulici Knovízská a pripojovací bod dažďovej kanalizácie je za hlavným vchodom na stavenisko z ulice Pyšelská (viac obr. č 12 - situácia).

- **Úpravy z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia tretích osôb**

Celé stavenisko je oplotené vo výške 1,8 m pre znemožnenie vstupu tretích osôb a aj ich ochranu. Skládky staveniska sú navrhnuté tak, aby sa následná manipulácia s materiálom vykonávala nad staveniskom a neohrozovala tretie osoby. V prípade, že by bola skládka umiestnená pri sociálnom a hygienickom zázemí sa pri manipulácii bremena pozastaví doprava na ulici Knovízská a zabráni sa vstupu chodcom do prepravovanej trasy materiálu až do doby, kým by sa bremeno nevyskytovalo nad verejnou komunikáciou a neohrozovalo tretie osoby.

- **Usporiadanie a bezpečnosť staveniska z hľadiska ochrany verejných záujmov**

Počas výstavby nebude prerušená doprava do okolitých rodinných a bytových domov. Na komunikáciách budú umiestnené značky obmedzenia rýchlosti a informatívne značky o výjazde stavebných vozidiel. Práce na stavenisku nebudú vykonávané v dobe od 22:00 do 6:00, aby nebol narušený nočný kľud. Použitá stavebná mechanizácia bude v dobrom technickom stave a zaistí sa jej pravidelná kontrola. Vozidlá budú pred výjazdom zo staveniska očistené tak, aby nedochádzalo k znečisťovaniu verejnej komunikácie.

- **Dimenzovanie sociálnych a hygienických objektov staveniska**

Pre dimenzovanie staveniska bol použitý online SW – WebZS. Pre dimenzovanie prevádzkového staveniska neboli poskytnuté kompletne údaje a výsledky by boli nepresné. Z toho dôvodu sú dimenzované len sociálne a hygienické objekty staveniska.

Vstupné hodnoty pre dimenzovanie sociálnych a hygienických objektov ZS:

Výkopy

Počet pracovníkov (muži) stavebnej časti: 8

Počet pracovníkov (muži) technologickej časti: 2

Výstup: Sociálna a hygienické objekty zariadenia staveniska

Záchody

Počet záchodových sedadiel pre ženy celkom: 0 ks

Počet záchodových sedadiel pre mužov celkom: 1 ks

Počet záchodových mušlí celkom: 1 ks

Celková plocha šatní: 20 m²

Celkový počet umývadiel: 2 ks

Celkový počet spích: 0 ks

Spotreba pitnej vody: 2.28 m³ / deň

Koeficienty použité pri výpočtoch:

k_{ppn} koeficient pre prístrešky pred nepriaznivým počasím: 0

k_{sat} Koeficient plochy šatní: 1.25

k_{ubyt} Koeficient plochy ubytovne na 1 pracovníka: 3

Vstupné hodnoty pre dimenzovanie sociálnych a hygienických objektov ZS:

Hrubá stavba

Počet pracovníkov (muži) stavebnej časti: 45

Počet pracovníkov (muži) technologickej časti: 8

Výstup: Sociálna a hygienické objekty zariadenia staveniska

Záchody

Počet záchodových sedadiel pre mužov celkom: 3 ks

Počet záchodových mušlí celkom: 3 ks

Celková plocha šatní: 87,5 m²

Celkový počet umývadiel: 3 ks

Celkový počet spŕch: 2 ks

Spotreba pitnej vody: 9,04 m³ / deň

Koeficienty použité pri výpočtoch:

k_{ppn} koeficient pre prístrešky pred nepriaznivým počasím : 0

k_{sat} Koeficient plochy šatní: 1.25

k_{ubyt} Koeficient plochy ubytovne na 1 pracovníka: 3

Vstupné hodnoty pre dimenzovanie sociálnych a hygienických objektov ZS:

Dokončovacie práce

Počet pracovníkov (muži) stavebnej časti: 60

Počet pracovníkov (muži) technologickej časti: 12

Výstup: Sociálna a hygienické objekty zariadenia staveniska

Záchody

Počet záchodových sedadiel pre mužov celkom: 3 ks

Počet záchodových mušlí celkom: 3 ks

Celková plocha šatní: 120 m²

Celkový počet umývadiel: 4 ks

Celkový počet spŕch: 3 ks

Spotreba pitnej vody: 11,04 m³ / deň

Koeficienty použité pri výpočtoch:

k_{ppn} koeficient pre prístrešky pred nepriaznivým počasím : 0

k_{sat} Koeficient plochy šatní: 1.25

k_{ubyt} Koeficient plochy ubytovne na 1 pracovníka: 3

- **Vykonávané práce na stavenisku z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci**

Vykonávané práce na stavenisku musia byť v súlade s právnymi predpismi v oblasti bezpečnosti práce platné v Českej republike. Medzi hlavné predpisy patria:

- *Směrnice Rady 92/57/EHS - o minimálních bezpečnostních a zdravotních požadavcích, které se musejí dodržovat na dočasných nebo mobilních staveništích*
 - *Zákon 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů*
 - *Zákon 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů*
 - *Nářízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky*
 - *Nářízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích*
 - *Nářízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí*
- **Vplyv stavby na životné prostredie počas realizácie**

Navrhovaná stavba bytového domu nebude mať v danej lokalite zásadný vplyv na stávajúce životné prostredie. Počas realizácie nedôjde k ovplyvneniu podzemnej vody ani ovzdušia. Dotknutá pôda nie je chránená zvláštnym zákonom. Na stavenisku sú navrhnuté vymedzené plochy na odpad. V prípade nebezpečného materiálu/odpadu je vymedzený priestor na spevnenej ploche, ktorý je ohraničený a je zabránené vstupu nepovoleným osobám. Odpad, ktorý vznikne stavebnou činnosťou je triedený do stavebných kontajnerov, kategorizovaný a odvezený na určené skládky. Odvoz bude zabezpečovať odborná firma zaoberajúca sa likvidáciou odpadu. V prípade nutnosti bude zabezpečené čistenie príjazdovej komunikácie polievacím vozidlom.

- **Orientačné lehoty výstavby a prehľad rozhodujúcich termínov**

Predpokladaný dátum zahájenia výstavby: August / 2018.

Predpokladaný dátum ukončenia výstavby: August / 2020.

4.3 Model staveniska

Model staveniska vychádza s podkladu ktorý bol prevzatý od spoločnosti SKANSKA. Podklad bol upravený pre potreby jednotlivých fáz staveniska, na základe ktorých boli

vymodelované tri etapy výstavby. Model staveniska výkopových prác, hrubej výstavby a dokončovacích prác.

4.3.1 Zemné práce

V zemných prácach je znázornená výkopová jama. Výkopová jama spoločne s rampou, ktorá slúži pre prístup mechanizácie, bola vymodelovaná z výškových bodov. Výškové body boli prevzaté od spoločnosti SKANSKA. Výkop staveniska je realizovaný do hĺbky -6,500 m a steny sú proti zosunu zaistené pažnicami a svahovaním. Ďalšími prvkami modelu je oplotenie, sociálne a hygienické zázemie stavby, vrátnica alebo dopravné značenie na stavbe a okolí stavby. Model staveniska výkopu môžeme vidieť na obr. č. 13



Obrázok 13 Model staveniska - zemné práce, Zdroj vlastný

4.3.2 Hrubá výstavba

Druhý model zachytáva situáciu hrubej stavby vo fáze výstavby 3. NP. Zobrazuje koridory pre chodcov a mechanizáciu, skládky otvoreného, uzavretého a nebezpečného materiálu, alebo nebezpečné zóny.

Rovnako ako v predchádzajúcom modeli sú vyznačené dopravné značky, oplotenie a sociálne zázemie stavby. Pribudol žeriav, ktorého výška je pod hák je 49,5 m a výložník má dosah 55m, ktorý je znázornený červenou kružnicou. V prípade, že by stavba bola situovaná v zastavanom území, nám znázornenie trajektórie žeriavu môže pomôcť pri riešení bezpečnej vzdialenosti od okolitej zástavby.



Obrázok 14 Model staveniska - hrubá výstavba, Zdroj vlastný

4.3.3 Dokončovacie práce

Tretí model staveniska sa zameriava na dokončovacie práce. Stavba je postavená do posledného poschodia, sú osadené okná a vonkajšie dvere. Na stavenisku oproti hrubej výstavbe pribudlo lešenie, ktoré je znázornené v južnej časti budovy. Modelovať lešenie podľa skutočného stavu je zložité a náročné, preto je použité lešenie umiestnené do modelu len schematicky. Namiesto žeriavu bol v západnej časti umiestnený stavebný výtah. Silo a kontajner pre sklad uzavretého materiálu boli rovnako umiestnené

v západnej časti staveniska. Tak ako v predchádzajúcich modeloch, aj v tomto sú zvýraznené nebezpečné zóny, koridory pre mechanizácie a chodcov, vstupy na stavenisko, výstražné značky a dopravné značenie.

Modely staveniska boli vytvorené v programe InfraWorks, od spoločnosti autodesk. Tento program poskytuje užívateľovi možnosť vytvoriť model miesta, ktorý si zvolí na mape pomocou funkcie *Model Builder*. Vytvorený model slúžil ako podklad pre tvorbu staveniska.



Obrázok 15 Model staveniska - dokončovacie práce, Zdroj vlastný

Infraworks je BIM platforma od spoločnosti Autodesk. Slúži na tvorbu koncepčného návrhu, modelovania, vizualizácie alebo plánovania líniových, či dopravných stavieb. Infraworks vychádza z pôvodných programov Autodesk LandXplorer a Project Galileo. Program dokáže vymodelovať „digitálne mestá“ líniové, dopravné, hydrologické alebo developerské projekty v 3D prostredí. [26] Infraworks vytvára modely z existujúcich zdrojov, ako napríklad *GIS raster lidar scan data*. Lidar je optická technológia diaľkového snímania, ktorá využívala laserové svetlo na meranie vzoriek zemského povrchu. Program poskytuje import súboru Dwg aj RVT. Expor je v súbore fbx a imx. [27].

Pre vytvorenie samotného staveniska boli do upraveného podkladu importované jednotlivé segmenty a prvky, ktoré stavenisko obsahuje. Niektoré boli použité priamo z databázy ktorú nám daný program ponúka. Väčšina prvkov však bola vytvorená

v programe Revit, rovnako od spoločnosti Autodesk, ktorý nám umožňuje tvorbu rodín. Tvorba rodín patrí medzi hlavné časti diplomovej práce a preto je popísaná v nasledujúcej kapitole.

4.4 Rodiny v modely

4.4.1 Vysvetlenie pojmov rodina a parameter

Definícia pojmu rodiny je nasledujúca: „Rodina je skupina prvkov so spoločnými vlastnosťami, ktoré sa nazývajú parametre a s príslušným grafickým zobrazením. Sú to základné stavebné kamene projektu, tak ako z hľadiska objemových prvkov (steny, schody, dvere, nábytok...) rovnako z hľadiska popisov (kóty, popis dverí či miestností..) alebo výkresov. Rodiny v Revite sú podobné dynamickým blokom z Autocadu, ktoré majú široké možnosti nastavenia a zmien..

Rodinou je každá časť modelu. Rodiny môžu byť systémové alebo načítané. Systémové rodiny sú preddefinované a popisujú základné kategórie stavebných prvkov (steny, strechy, podlahy atď..). Sú to rodiny, ktoré sú súčasťou šablón a môžeme ich modifikovať, pridávať ďalšie typy a podobne. Načítané rodiny (napr. okná, dvere, nábytok, zariadenie predmety) sú uložené v samostatných súboroch (.rfa) a do projektu alebo šablóny je potreba ich načítať

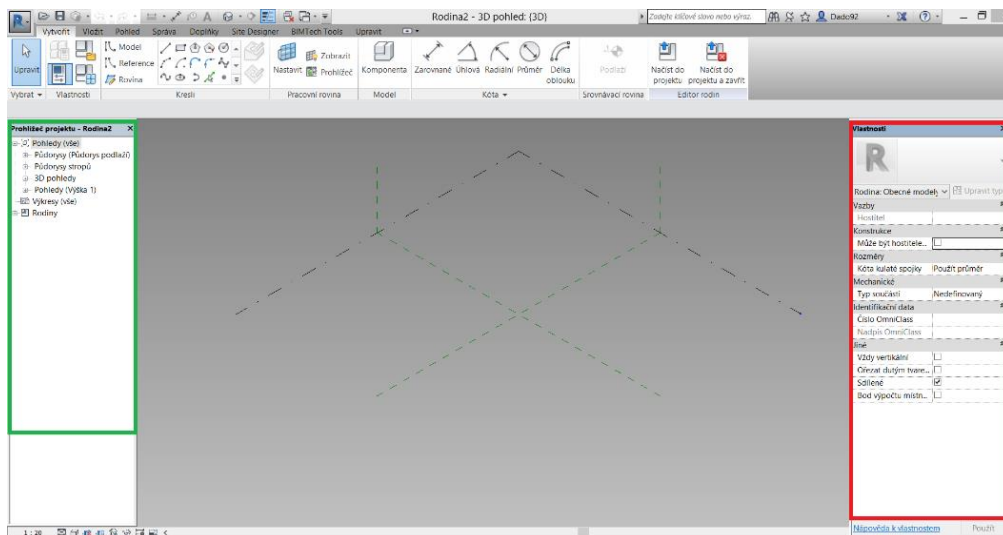
BIM zhromažďuje veľké množstvo informácií, ktoré sa ukrývajú v parametroch. Parametre s rôznymi hodnotami nám umožňujú prispôbovať model našim požiadavkám. V Revite existujú tri druhy parametrov. Parameter projektu, parameter rodiny a zdieľané parametre. Parameter projektu je definovaný v rámci celého projektu. Zdieľané parametre sú dostupné pre všetky projekty a rodiny v rámci jedného inštalovaného Revitu a parametre rodín sú parametre, ktorých platnosť je obmedzená na konkrétnu rodinu.

Väčšina rodín nie sú len pevné bloky, ktoré niekto vytvorí. Parametrické rodiny majú nastaviteľné parametre, napríklad rozmery (dĺžka, šírka) alebo materiál, ktoré projektant môže upraviť podľa vlastnej potreby. Vzhľadom k tomu, že v Českej republike nie je vytvorená databáza parametrických rodín k zariadeniu staveniska alebo potreby BOZP, ktorú by bolo možné použiť pre potreby tejto práce, boli vytvorené niektoré parametrické rodiny a použité v práci. V nasledujúcej kapitole je preto opísaný postup tvorby jednoduchšej parametrickej rodiny. [28]

4.4.2 Popis tvorby parametrickej rodiny

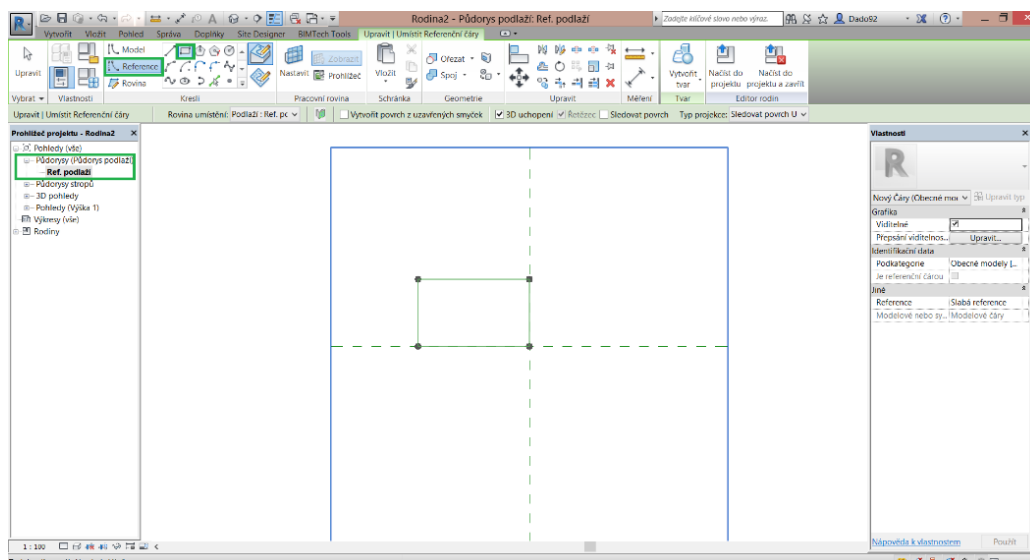
Pre jednoduchú ukážku je vytvorená parametrická rodina dosky, ktorá môže slúžiť na zakrytie otvoru, alebo môže byť použitá ako prvok do dreveného zábradlia. Dôležité je podotknúť, že rodina sa dá vytvoriť aj iným postupom a použitím inej šablóny, ako tej, ktorá je použitá. Jednoduchý postup pre vytvorenie rodiny je zvolený pre účely tejto diplomovej práce..

Prvý krok je otvorenie programu. Po otvorení programu sa nám objaví menu, ktoré nám ponúka voľbu projektu, alebo rodiny. Na výber máme možnosť vytvoriť nový projekt (prípadne rodinu) alebo otvoriť stávajúci. V danom prípade je potreba zvoliť novú rodinu a následne vybrať šablónu. Voľba šablóny je dôležitý krok a je potrebné sa dopredu zamyslieť na čo rodina bude slúžiť a aké bude mať funkcie. V prípade dosky bola zvolená šablóna *metrický obecný model adaptívny*, ktorý je vhodný i na vytváranie následného zábradlia



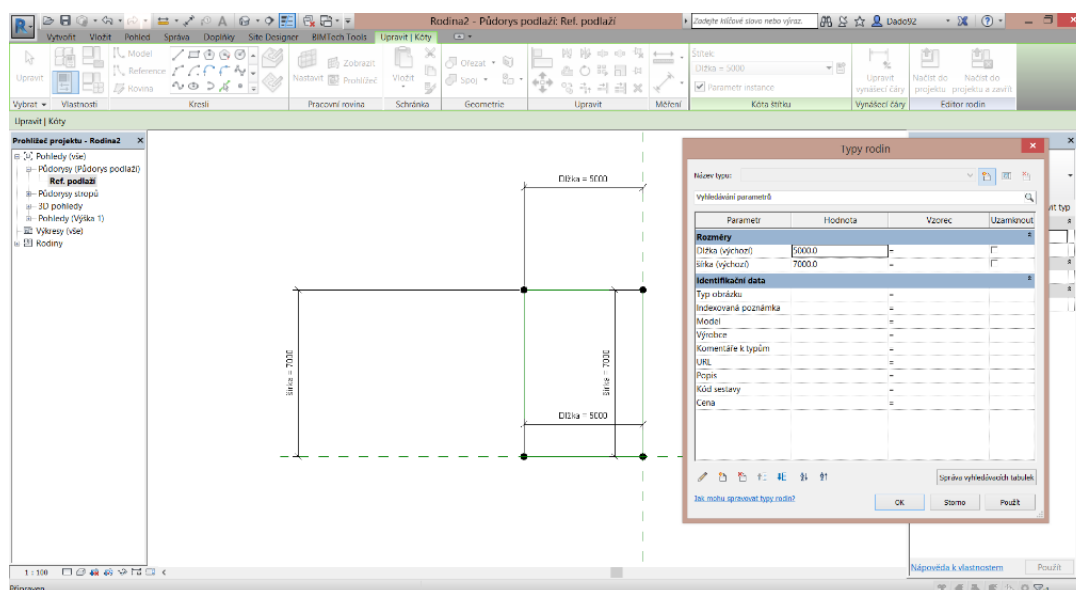
Obrázok 16 Tvorba parametrickej rodiny krok 1 zdroj vlastný

Následne sa nám zobrazí pracovný priestor, konkrétne 3D pohľad na referenčné roviny. V hornej časti obrazovky sa nachádzajú záložky, na ktorých sú jednotlivé nástroje pre prácu s modelom. Panel na ľavej strane nám ponúka možnosti, v ktorých si môžeme zmeniť pohľad na pracovnú rovinu obr. č.16 (zelený rám) a na pravej strane je panel s vlastnosťami (červený rám). V našom prípade si môžeme zvoliť pôdorys referenčnej roviny, alebo ostať v danom 3D pohľade.



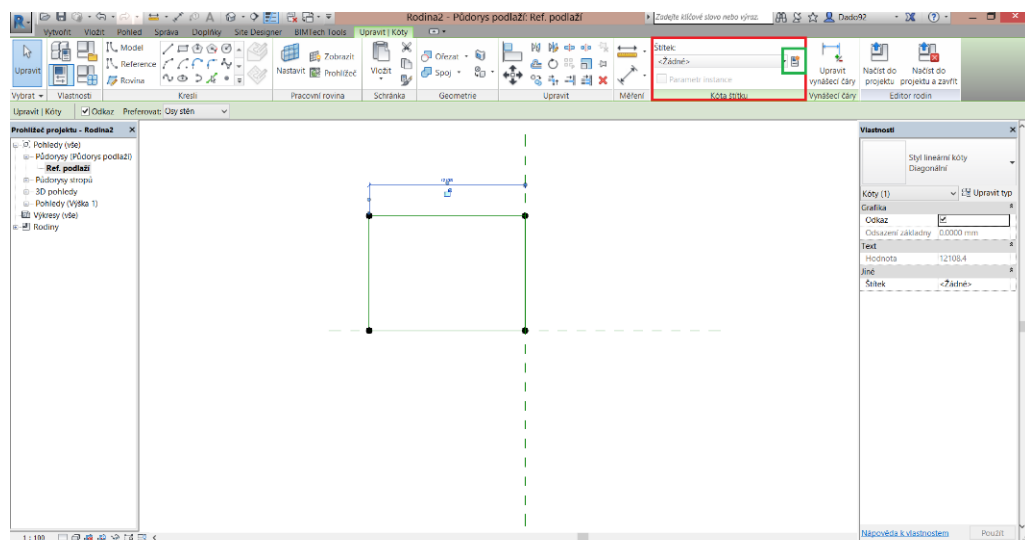
Obrázok 18 Tvorba parametrickej rodiny krok 3 zdroj vlastný

V nasledujúcom kroku môžeme začať s vytváraním referenčných čiar budúcej dosky. V záhlaví si zvolíme možnosť referencie a vytvoríme obdĺžnik. Vytvoriť ho môžeme pomocou čiar, alebo voľbou pre obdĺžnik. Referenčné čiary sú vytvárané v pôdoryse – referenčnej rovine, ako môžeme vidieť na obr. č. 17



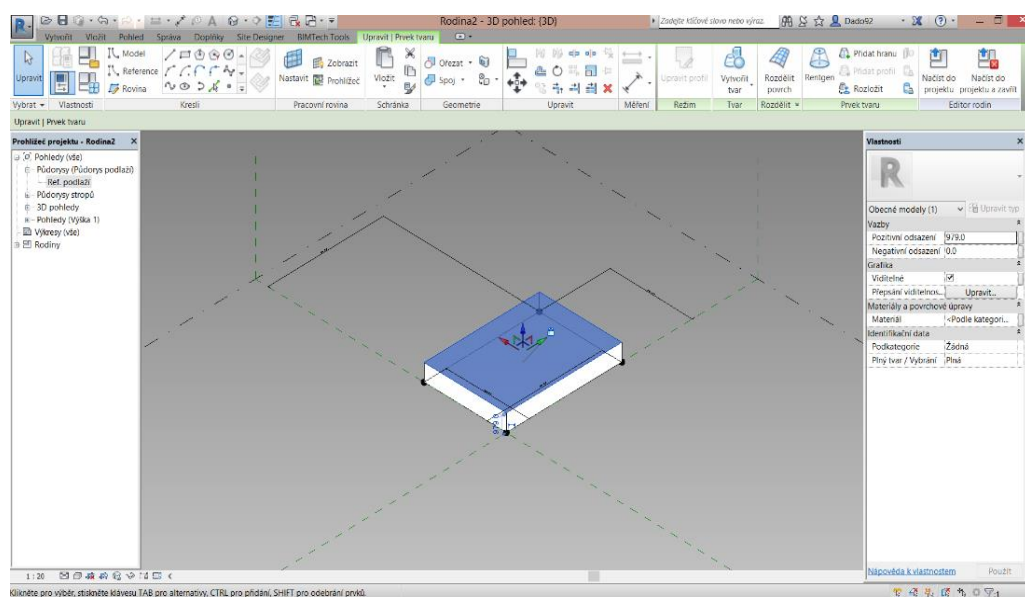
Obrázok 17 Tvorba parametrickej rodiny krok 2 zdroj vlastný

Po vytvorení obdĺžnika a kliknutím na bod v ľavom hornom rohu na nám zobrazia kóty daného bodu od referenčných rovín. K vytvoreným kótam sa priradí parameter šírky a dĺžky budúcej dosky. Kliknutím na kótu, po prevedení na trvalú, sa nám zobrazí možnosť kóta štítku obr. č. 18 Nakoľko ešte nie je vytvorený daný parameter, zvolíme voľbu vytvoriť parameter.



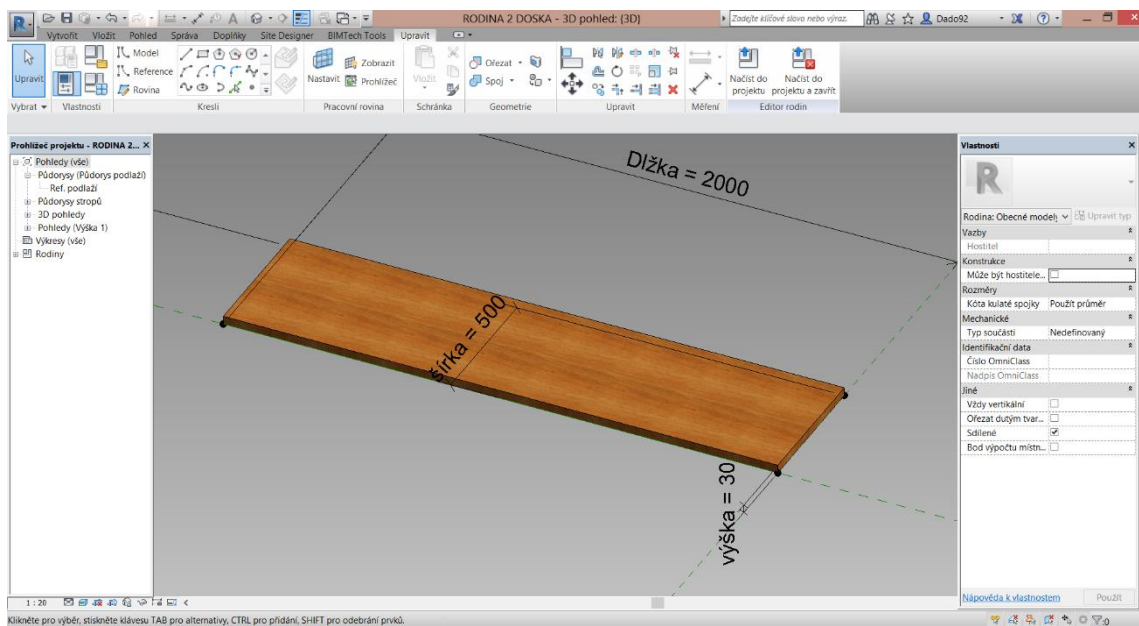
Obrázok 19 Tvorba parametrickej rodiny- krok- 5, Zdroj vlastný

K vytvorenému parametru pridáme typ a dáta, následne parameter pomenuje (v danom prípade dĺžka a šírka). Teraz môžeme daný parameter pridať ku kótam. Funkčnosť parametrov si môžeme overiť v okne vlastnosti, kde sa nám dané parametre zobrazia a môžeme si meniť šírku a dĺžku podľa vlastnej potreby.



Obrázok 20 Tvorba parametrickej rodiny - krok 4, Zdroj vlastný




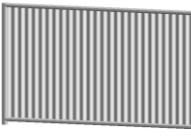


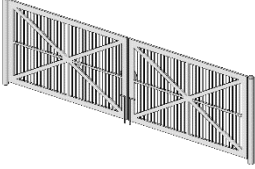
Parametre sú nastavené, vyskúšané a môžeme zahájiť samotné modelovanie prvku (dosky). Pre vizuálnu kontrolu si môžeme prepnúť okná do 3D pohľadu. Po kliknutí na nami vytvorený obdĺžnik z referenčných čiar sa nám na hornej záložke zobrazí možnosť „Vytvoriť tvar“. Kliknutím na vytvorenie tvaru sa nám automaticky vytvorí tvar medzi uzavretými referenčnými čiarami. V našom prípade sa vytvorí kváder, ktorý má šírku a dĺžku podľa nami vytvoreného parametra a výšku je možné upravovať. Obdobným spôsobom ako pri dĺžke a šírke vytvoríme parameter aj pre výšku.


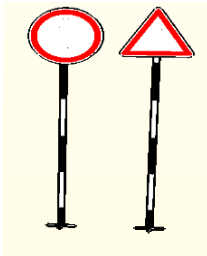




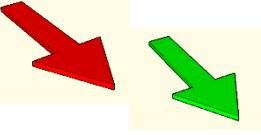



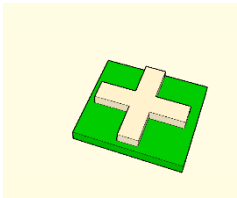
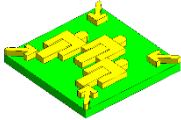
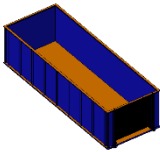

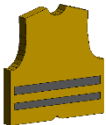


Obrázok 21 Tvorba parametrickej rodiny krok 6 zdroj vlastný



Na našom obecnom modeli je už možné upravovať geometrické parametre (rozmery). Pre vytvorenie dosky je potreba v ďalšom kroku pridať parameter materiálu. Na pravom panely sú uvedené vlastnosti obecného modelu. Vo vlastnostiach môžeme vidieť materiál a povrchové úpravy. Kliknutím na materiál sa nám zobrazí okno, v ktorom môžeme pridať nový parameter. Vo vlastnostiach rodiny si nastavíme parameter materiálu. Vytvoríme nový a pridáme k nemu komponent z prehliadača komponentov. V našom prípade sme pridali *bríza – masív prírodný nízky lesk*. Overiť funkčnosť pridaného materiálového parametru si môžeme prepnutím štýlu zobrazenie na realistický, ako je vidieť na obr.č.21 Vytvorenú rodinu môžeme načítať do projektu a začať využívať.

4.4.3 Tabuľka používaných rodín

Popis rodiny	Vizuálne zobrazenie	Parametre	Zdroj
Doska, zakrytie otvoru, prvok zábradlia		Dĺžka, šírka a výška	Zdroj vlastný
Kancelársky kontajner – stavebná bunka 6000x2900x2400		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Zábradlie s drevenou doskou		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Plot staveniska		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Stavebný výťah		Nastaviteľná výška veže	Zdroj vlastný
Rýpadlo		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj : internet [29],
Vstupná veľká brána		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj internet [29]

Vstupná bránka pre pracovníkov		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj internet [29]
Dopravné značky		Pevné značky bez parametrov	Zdroj vlastný
Zákaz fajčiť		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Bezpečnostná značka hlavného vypínača		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Značka – pozor výjazd vozidel stavby		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Značka – pozor stavenisko		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Šípky		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný

Hasiaci prístroj		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Lekárnička		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Zhromaždisko		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj vlastný
Kontajner		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj knižnica SKANSKA
Helma		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj internet [29]
Vesta		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj knižnica SKANSKA
Okuliare		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj knižnica SKANSKA
Telefón prvej pomoci		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj knižnica SKANSKA

Pozor zavesené bremeno		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj knižnica SKANSKA
Nebezpečie pádu		Pevná rodina bez parametrov	Zdroj knižnica SKANSKA

V práci sú použité aj iné modely jednotlivých prvkov, ktoré nie sú uvedené v tabuľke. Prvky nepatria do rodín a preto v tabuľke nie sú uvedené, viac v kapitole model staveniska

4.5 Definovanie nebezpečných zón

V paragrafe 102 zákon 262/2006 Sb je uvedené, že zamestnávateľ je povinný vytvoriť bezpečné pracovné prostredie, neohrozujuce zdravie a vhodným spôsobom eliminovať riziká ktoré vznikajú na pracovisku. [30] Cieľom kapitoly nie je eliminovať všetky riziká, ktoré vznikajú počas realizácie. Práca je zameraná na ohrozené miesta, ktoré sa na stavenisku môžu vyskytnúť. Vyznačené zóny sa následne využijú pri vstupnom školení zamestnancov, pred vstupom na stavenisko. Sú to zóny spojené so zvýšeným rizikom ohrozenia života a zdravia, napríklad pohybom mechanizácie, alebo prácou vo výškach. Rovnako to môžu byť skládky s nebezpečným materiálom, alebo miesta kde nie je povolený vstup pracovníkov. Jednotlivé miesta sú špecifikované v 3 základných etapách výstavby, výkopové práce, hrubá stavba, dokončovacie práce. Predtým ako budú tieto miesta špecifikované je dôležité uviesť prečo má zmysel definovať tento priestor a k čomu to môže byť prínosné.

4.5.1 Real- time- locating- systems – RTLS

Real- time locating systém, systém lokalizácie v reálnom čase sa používa na automatickú identifikáciu a sledovanie polohy objektov alebo ľudí v reálnom čase. Systém môže byť využívaný rovnako ako uzavretej budove, tak aj v otvorenom priestore. Bezdrôtové čipy môžu byť pripojené k objektom, ľuďom, alebo v našom prípade aj mechanizácii. Systém je pravdepodobne najpodobnejší systému GPS, ktorý pomocou komplexného softwaru a sofistikovanej siete satelitov poskytuje informácie o polohe automobilu alebo chodcov vo vzťahu k okolitému prostrediu. RTLS v skratke poskytuje informácie o polohe ľudí alebo vecí v pohybe reálnom čase. GPS nedokáže dokonale pokryť priestor vo vnútri budovy, a z tohto dôvodu bola vyvinutá metóda spoločnosti Redpoit positioning, ktorá je založená na internete vecí. Internet vecí je sieť fyzických zariadení, napríklad vozidiel, spotrebičov a iných zariadení, ktoré sú vybavené elektronikou, softwarom, senzormi, pohybovými časťami a sieťovou konektivitou, ktorá umožňuje prepojenie a výmenu dát týchto zariadení. Pomocou internetu vecí dokážeme zaistiť signál aj vo vnútri budovy. Systém RTLS sa skladá zo serveru, pevne situovaných jednotkách a pohyblivých jednotkách (čipoch). Do serveru prichádzajú dáta o pevne situovaných jednotkách. Čipy sú umiestnené na objekte, ktorého polohy zisťujeme. Reálnu polohu zaznamenáva práve pevne umiestnená jednotka pomocou výpočtu vzdialenosti vysielaného a primaného signálu. Do 3D modelu, alebo 2D dokumentácie môžeme nadefinovať zóny, do ktorých nechceme, aby niekto vstupoval. Ak sa pohyblivá jednotka v zóne ocitne, upozorní to príslušného pracovníka. Pracovník ktorý vojde do tejto oblasti, prípade sa v nej vyskytne, môže byť upozornený zvukovým alebo svetelným zariadeným umiestneným napr. na veste. Ak sa stavebník rozhodne tento systém využívať, znamená to, že na stavenisku umiestni pevne stanovené jednotky a príslušným pracovníkom pridelí čipy.. [31]

Sledovanie polohy človeka sa dá upraviť, aby bolo anonymné a aby nebola narušená ochrana osobných údajov. Prípadne, môže byť systém nastavený aby polohu nesením, ale len upozorniť kompetentnú osobu na to, že niekto vošiel do zóny, v ktorej hrozí zvýšené riziko zdravia.

Na obrázku č. 23 je znázornená prijímacia jednotka, na obrázku č. 22 je vidieť podobu čipu, ktorý je v tomto prípade umiestnený na krabici. Na výkrese sa zobrazí aktuálna poloha čipu, ktorá sa ukladá do pamäti. Je možné spätne dohľadať, kde sa čip pohyboval.

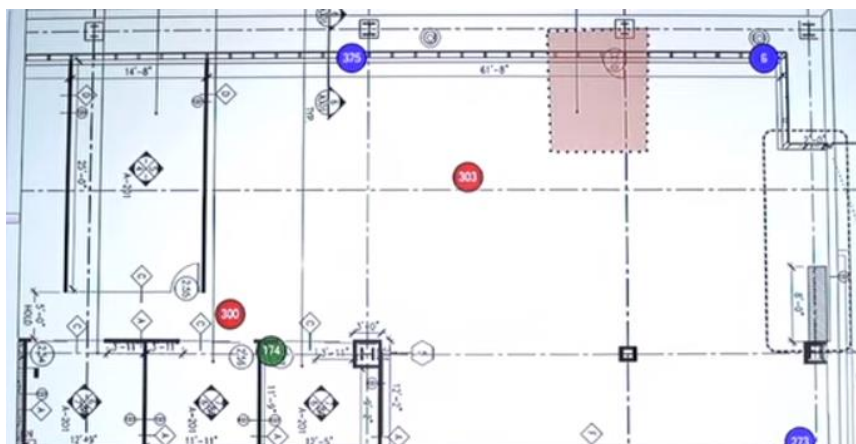


Obrázok 23 Prijímacia jednotka,
Zdroj [31]



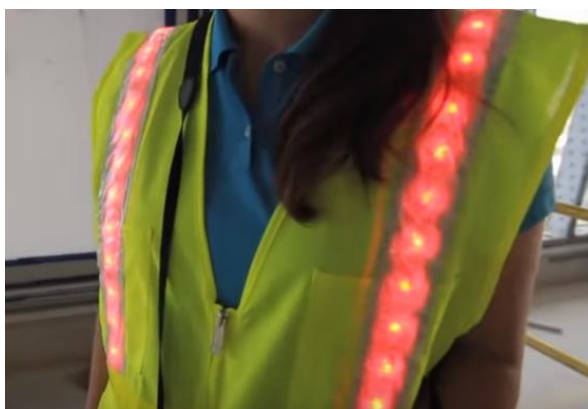
Obrázok 22 Čip pre RTLS, Zdroj [31]

Na obrázku č. 24 je znázornený snímok z obrazovky RTLS prostredia. V pracovnom priestore výkresu sa nachádzajú statické jednotky, ktoré sú označené modrou a červenou sú označené čipy. Viditeľná je aj nebezpečná zóna, vyznačená červenou.



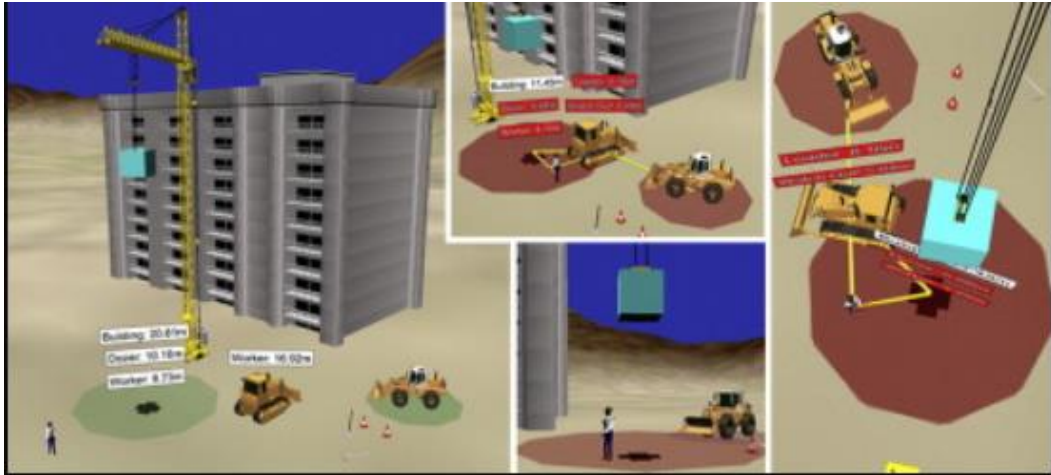
Obrázok 24 Snímok obrazovky z RTLS prostredia, Zdroj [31]

V prípade vstupu pracovníka do vyznačenej zóny, sa zobrazí upozornenie. Rovnako pracovník ktorý do zóny vstúpil môže byť upozornený, rozsvietením signalizačného svetla umiestneného napríklad na veste, ako vystihuje obr. č.25



Obrázok 25 Svetelná signalizácia pri vstupe do nebezpečnej zóny, Zdroj [31]

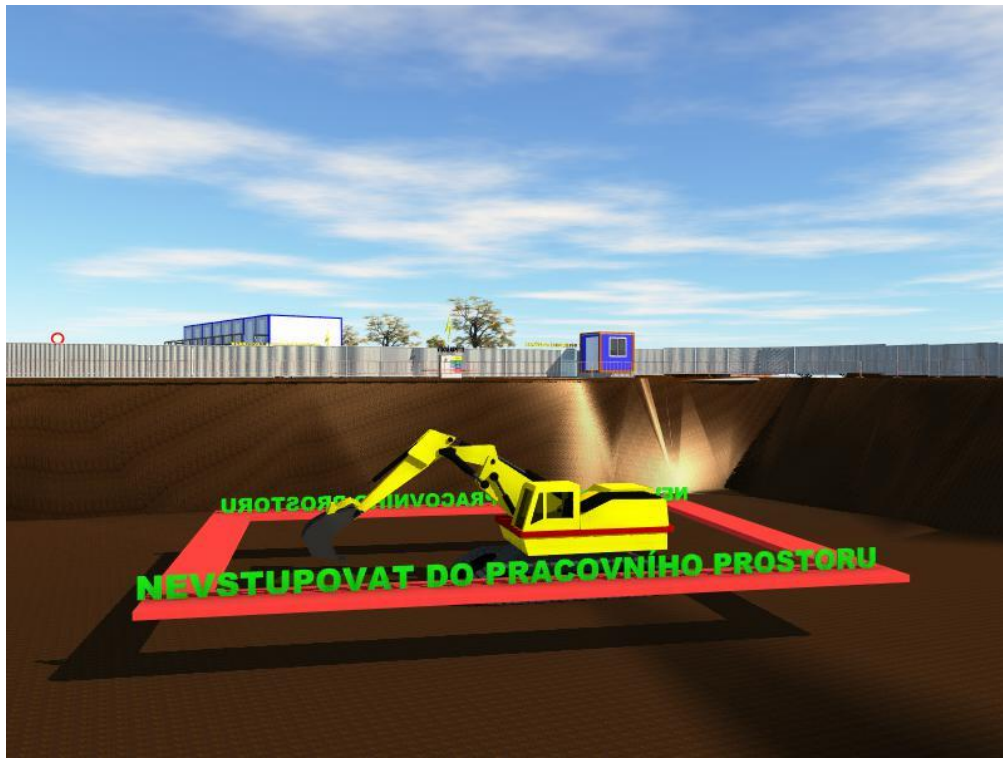
Jednotky, ktoré snímajú polohu môžeme umiestniť aj na mechanizáciu. Týmto jednotkám dokážeme nadefinovať vzdialenosť ohrozeného priestoru a pri prekročení tejto vzdialenosti môže byť pracovník upozornený obdobným spôsobom ako na obr. č. 26 [32] [33]



Obrázok 26 Križenie mechanizácie a pracovníka, Zdroj [33]

4.5.2 Zemné práce

Pri zemných a výkopových prácach vzniká niekoľko ohrozených miest. Sú to miesta, v ktorých môže dôjsť k zavaleniu pracovníka, zasypaniu, pádu do výkopu alebo stretu pracovníka s mechanizáciou. Zaistenie stien výkopu a eliminácia rizika proti zosunutiu a zasypaniu je pomocou pažníc a svahovaním. Voľný okraj výkopu je zabezpečený prekážkou vo vzdialenosti 1,5 m od hrany voľného pádu. Zavedením koridorov, vstupným školením a značkami, môžeme eliminovať riziko stretu pracovníka s mechanizáciou. Pri realizácii výkopových prác je v prílohe o *Bližších minimálnych požiadavkách na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní stojov a náradia na stavenisku* je uvedené, že ak nie je v sprievodnej dokumentácii stanovené inak, je priestor činnosti stroja vymedzený maximálnym dosahom jeho pracovného zariadenia zväčšený o 2 metre. Pracovný priestor stroja, v našom prípade rýpadla, je v modeli staveniska ohraničený červenou. obr. č. 27



Obrázok 27 Vyznačený ohrozený priestor rýpadla, Zdroj vlastný

4.5.3 Hrubá stavba

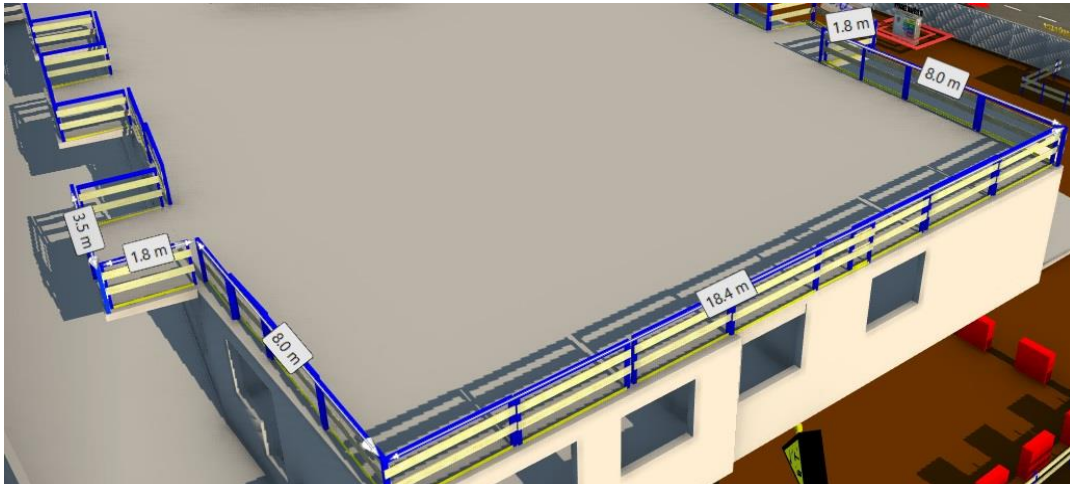
Rizík na stavenisku počas hrubej výstavby vzniká niekoľko. Medzi základné riziká patrí:

- Náhodný pád predmetu z voľného okraja alebo otvorom v podlahe
- Pád zamestnanca z voľného okraja, alebo prepadnutia otvorom v podlahe
- Pád predmetu na nohu, alebo prepichnutie chodidla
- Úraz elektrickým prúdom
- Pád zaveseného bremena
- Vznik požiaru
- Zasiahnutie očí, alebo niektorej končatiny chemickými či toxickými látkami
- Porezanie, tržné rany, jednostranné fyzické namáhanie atď.

V požiadavkách nariadenia vlády 362/2005 Sb je uvedené že zamestnávateľ prijíma opatrenia proti pádu na pracovisku a prístupových komunikáciách nachádzajúcich sa v ľubovoľnej výške nad vodou alebo nebezpečnými látkami a na pracoviskách a komunikáciách ak sú vo výške 1,5 m nad úrovňou okolia, prípadne aj je pod nimi voľná hĺbka presahujúca 1,5 m. [35]

Pri činnostiach ktoré budú prebiehať vo výškach, sú voči pádu pracovníci zaistení kolektívnou ochranou. Pre oddebntenie stropu je osadené klasické trojtyčové zábradlie

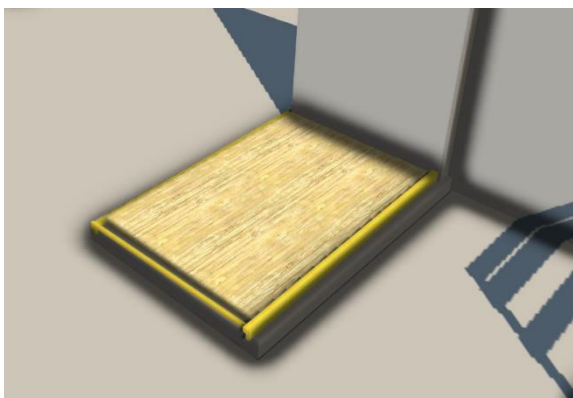
na presah stropných nosníkov. Na mieste zostane aj v priebehu armovania a betonáži. Po oddebnení stropu sa tyčové zábradlie rozoberie a na stropnej doske bude zakotvené zábradlie, ktoré tam zostane pri stavaní priečok a všetkých prácach na danom poschodí.



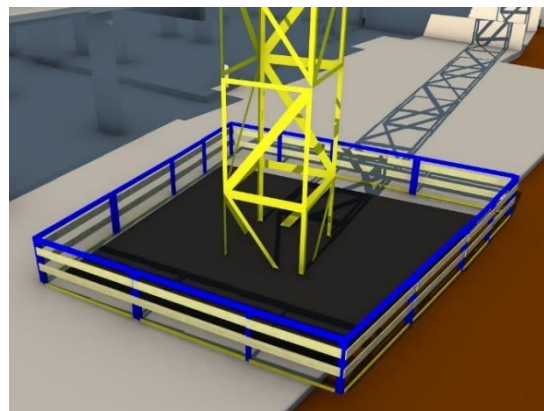
Obrázok 28 Zakrytá výťahová šachta v podlahe, Zdroj vlastný

V 3D modely je vyznačené zábradlie ukotvené po obvode 2.NP obr.č.28 Zábradlie v modely je možné presúvať a pracovník môže dopredu vyriešiť problémové miesta vo výškach. Prínosom je aj výkaz výmer, ktorý môže byť užitočný pri objednávaní množstva prvkov zábradlia.

Otvory v podlahách ktorých pôdorysné rozmery presahujú 0,25 m vo všetkých smeroch je nutné zakryť poklopom o dostatočnej únosnosti a zaistené proti posunutiu. V našom prípade sa jedná o výťahovú šachtu. V modely je na zakrytie použitá únosná doska so zarážkou obr.č.30. Ak sa jedná o otvory väčších rozmerov, v našom prípade otvor pre žeriav obr.č.29, musia byť okraje otvoru zaistené technickým prostriedkom ochrany proti pádu, napríklad zábradlí alebo ohradením. Zábradlie musí byť v súlade s požiadavkami nariadenia vlády 362/2005 sb.



Obrázok 30 Zakrytá výťahová šachta v podlahe, Zdroj vlastný



Obrázok 29 Zábradlie okolo žeriavu, Zdroj vlastný

V prípade mechanizácie u zemných prác je ohrozený priestor dynamický a mení sa s pohybom stroja. U hrubej stavby je základným dynamickým ohrozeným priestorom pracovný priestor pod zaveseným bremenom a jeho blízkosti. Musí byť dodržaný zákaz vstupu nepovoleným osobám a vjazdu dopravných prostriedkov, ak ich činnosť nesúvisí s manipuláciou bremena. Všetky osoby musia zachovávať dostatočný odstup od bremena s ktorým sa manipuluje. V modeli je vykreslené miesto pod prepravovaným bremenom a vyznačené značkou, ktorá upozorňuje na nebezpečie úrazu v pracovnom priestore žeriavu.



Obrázok 31 Nebezpečná zóna pod zaveseným bremenom, Zdroj vlastný



Obrázok 32 Vyznačená zóna nebezpečného materiálu, zdroj vlastný

Ďalšími vyznačenými zónami, ktoré neplatia len pre fázu hrubej výstavby, ale ich pôsobenie na stavbe pretrvá i do fázy dokončovacích prác je zóna okolo nebezpečného materiálu a elektrických rozvádzačov. Skládka s nebezpečným

materiálom, prípade odpadom je ohraničená a je zabránené vstupu nepovoleným osobám. V modely je vyznačený priestor s informatívnou značkou, v ktorom nesmú byť realizované práce napr. zváranie, pretože by mohli spôsobiť nebezpečenstvo obr. č. 32

Menovité napätie (kV)	Vonkajšia hranica ochranného priestoru D_1 (m)	Vonkajšia hranica zóny priblíženia D_v (m)
<1	bez dotyku	0,3
22	0,26	1,26
110	1,0	2,0
220	1,6	3,0
400	2,6	4,6

Obrázok 33 Min. ochranné vzdialenosti pri práci s el. zariadením pod prúdom

Minimálne vzdialenosti pre neelektrické práce v blízkosti el. zariadenia pod napätím sa v prípade vykonávania týchto prác určí podľa ČSN EN 50 110- 1 ed. 2. Zóna priblíženia je oblasť obklopujúca ochranný priestor, vonkajšia hranice tohto priestoru je meraná od najbližšej živej časti. Vzdialenosť od hranice ochranného priestoru k vonkajšej hranici zóny priblíženia závisí na veľkosti napätia. Práca v blízkosti je každá práca, kedy je osoba buď v zóne priblíženia, alebo zasahuje do nej časťami tela alebo náradím. Znárodné vzdialenosti pre prácu vykonávanú odborníkmi v závislosti na napätí sú na nasledujúcich obrázkoch.

V modely staveniska je vyznačená zóna elektrického rozvádzača. Zóna je vyznačená červenou oblasťou s popisom vysokého napätia obr. č. 34



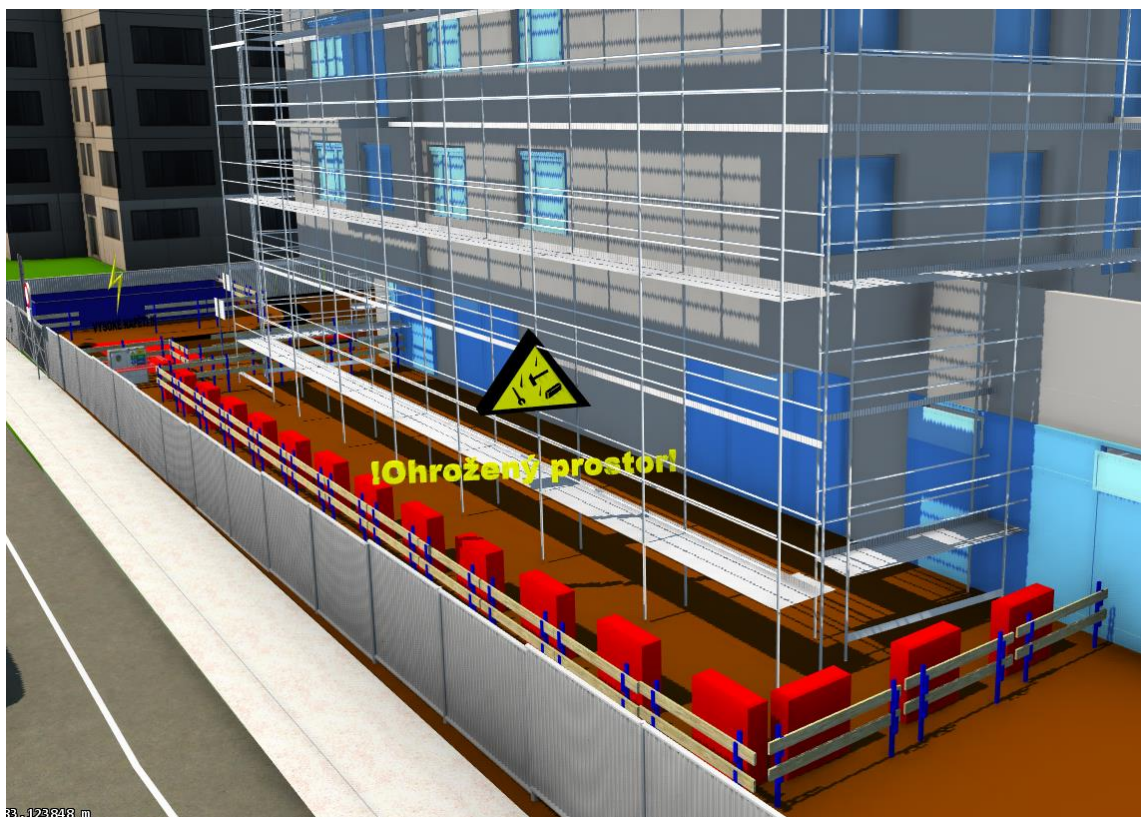
Obrázok 34 Vyznačená nebezpečná zóna elektrického zariadenia, Zdroj vlastný

4.5.4 Dokončovacie práce

Podľa nariadenia vlády 362/2005 Sb. (12) je nutné bezpečne zaistiť priestor, nad ktorým sa pracuje a vzhľadom k povahe práce hrozí riziko pádu osoby alebo predmetu. Pre bezpečné zaistenie ohrozených priestorov sa použije hlavne zábradlie so zarážkou na úrovni práce, ktoré predchádza pádu osoby a predmetu. Ohrozený priestor sa môže rovnako vyhradiť na úrovni terénu. Ohrozený priestor musí mať minimálnu šírku od voľného okraja:

- 1,5 m pri práci vo výške od 3 m do 10 m
- 2 m pri práci vo výške nad 10 m do 20 m
- 2,5 m pri práci vo výške nad 20 m do 30 m
- 1/10 výšky objektu pri práci vo výške nad 30 m

V našom prípade je vyznačený ohrozený priestor, nad ktorým je výška úrovne práce do 10 m. Vyznačený priestor je preto vo vzdialenosti 1,5 m od hrany pracoviska. [35]

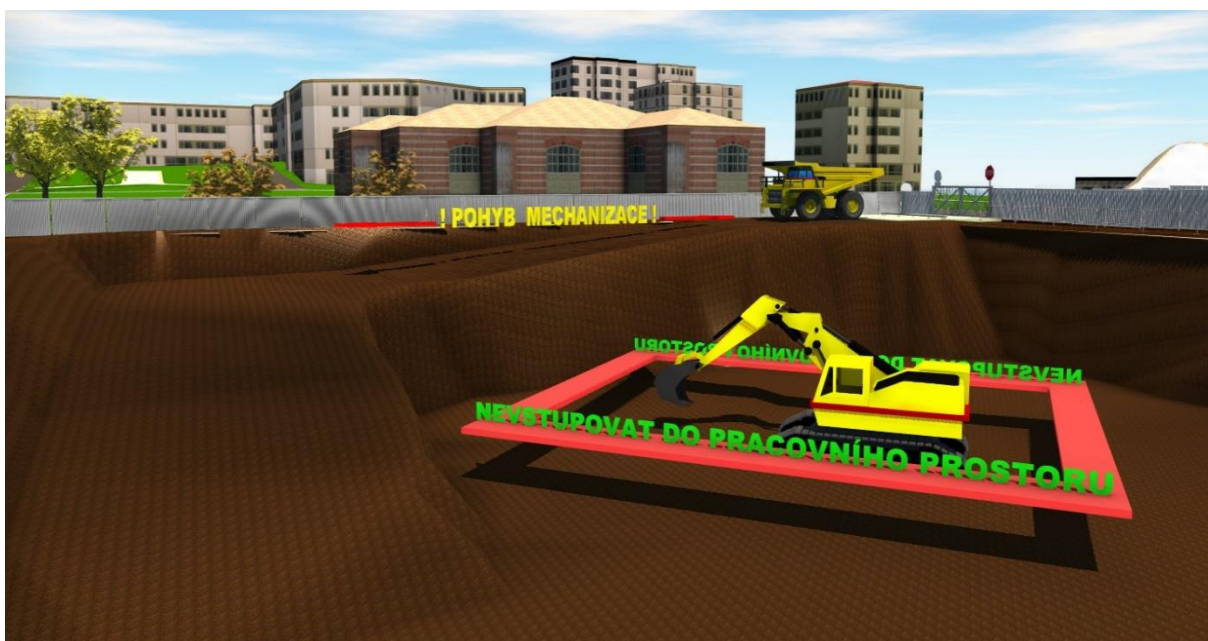


Obrázok 35 Vyznačená ohrozená zóna pri práci vo výškach, Zdroj vlastný

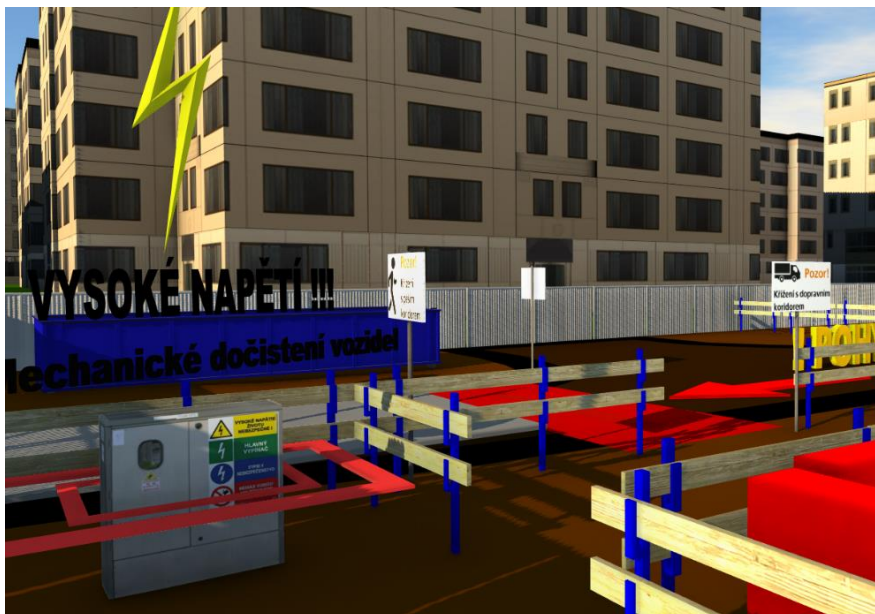
4.6 Video pre vstupné školenie nových pracovníkov

Každý pracovník prichádzajúci na stavbu by mal byť zoznámený so staveniskom, aby bol schopný orientovať sa v ZS, prístupoch na pracovisko, koridormi staveniska určených pre chodcov a mechanizácie, ale hlavne s možnými rizikami, ktoré na stavenisku vznikajú. Toto zoznámenie sa so staveniskom sa v súčasnej dobe prezentuje pomocou obrázkov, alebo prezentácií zariadenia staveniska upraveného na BOZP. Prehľadnejšie a pravdepodobne efektívnejšie je pracovníkom pustiť krátke video, ktoré ich prevedie staveniskom a zoznámi s potrebnými náležitosťami. Pracovníkom, ktorí prichádzajú zo zahraničia môže pomôcť s jazykovou bariérou, pretože vo videu sú okrem slovných popisu umiestnené i značky, ktoré sú jednoduché na pochopenie. Pri ďalšom pokroku technológie by mohli pracovníci na školení dostať okuliare na virtuálnu realitu a pred vstupom na stavenisko by si mohli vyskúšať prechádzku vo virtuálnom stavenisku.

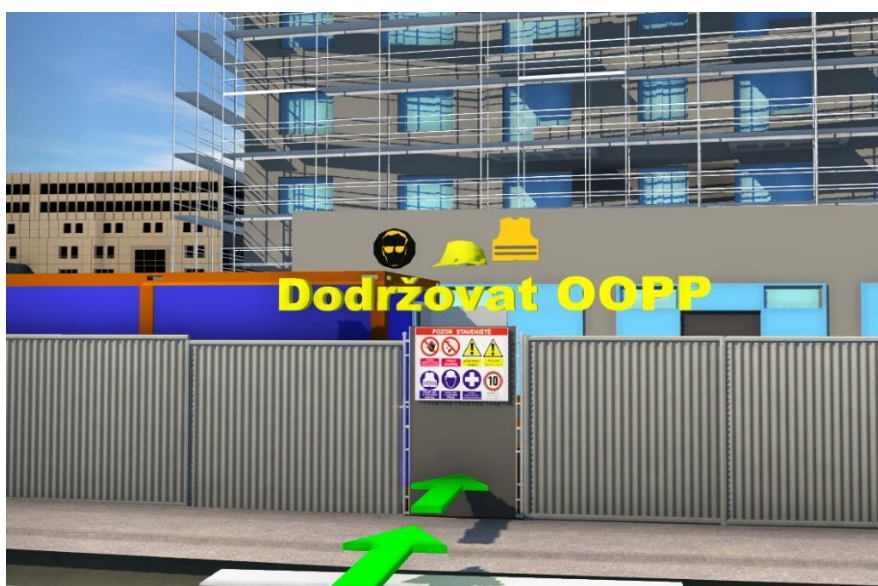
Videa sú spracované v programe Infraworks od spoločnosti Autodesk. Nasledujúce obrázky zachytávajú snímky z vytvorených videí. Videá zachytávajú najvýznamnejšie časti staveniska. Pracovníci sú tak prevedení kompletným staveniskom a oboznámení zo základnými informáciami týkajúcich sa staveniska a BOZP. Videa sú spracované pre tri technologické etapy, zemné práce, hrubú stavbu a dokončovacie práce.



Obrázok 36 Snímok z videa pre Zemné práce, Zdroj vlastný



Obrázok 37 Snímok z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný



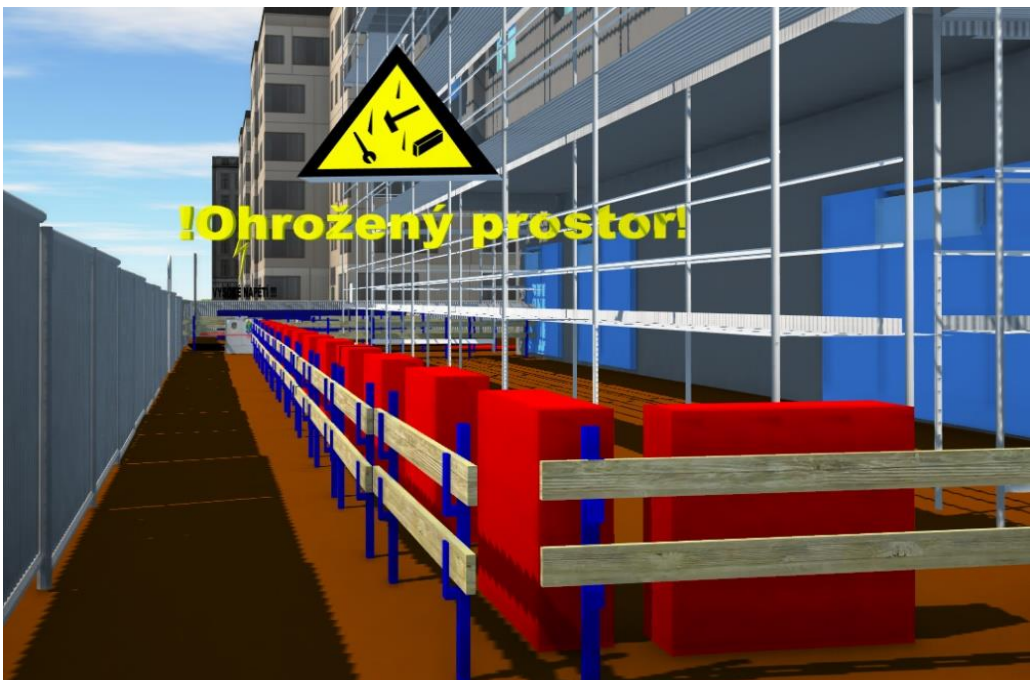
Obrázok 38 Snímok z videa pre dokončovacie práce, Zdroj vlastný



Obrázok 39 Snímok z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný



Obrázok 42 Snímka z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný



Obrázok 41 Snímka z videa pre dokončovacie práce, Zdroj vlastný



Obrázok 40 Snímka z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný

5 Záver

V súčasnej dobe je na trhu rada nových nástrojov, ktoré prinášajú nový pohľad na stavebno-technické projektovanie, ako je napr. BIM. Začínajú sa presadzovať aj v praktickej sfére a využívajú sa ich výhody. Cieľom práce bolo poukázať na výhody týchto nástrojov a nových technológií spojené s BIM a ich využitie pri realizácii stavby a zariadenia staveniska.

V prvej časti práce je popísaná BIM metóda, sú predstavené BIM nástroje súvisiace s touto témou, popísaná situácia vo svete a v Českej republike a predstavené výhody a nevýhody tejto metódy v praxi. Následne boli v teoretickej časti vykreslené súčasné metódy spôsobu návrhu zariadenia staveniska.. Súčasťou teoretickej časti bolo popísať základné hypotézy využitia BIM pri návrhu zariadenia staveniska. Kľúčové hypotézy boli následne overené v praktickej časti.

Praktická časť sa zameriavala na vymodelovanie zariadenia staveniska v 3D prostredí s využitím BIM nástrojov. Je vypracovaná pre konkrétny projekt firmy Skanska, projekt bytového domu – Gemma. Zariadenia staveniska boli vytvorené z jednotlivých rodín a prvkov. Rodiny dokážu presnejšie imitovať skutočný stav na stavenisku. Zariadenie staveniska je v reálnom prostredí dynamické a mení sa v čase. Preto boli vytvorené tri modely staveniska pre zemné práce, hrubú výstavbu a dokončovacie práce. Vytvorené rodiny je možné presúvať (nie je potreba ich znovu vytvárať) a vytvoriť tak stavenisko podľa aktuálnej podoby. Toto je dôležité pri koordinácii, logistike a riešení kolízií staveniska. Dokáže tak dopredu efektívne vyriešiť problémy, ktoré by pri realizácii mohli nastať.

Ďalšou úlohou v práci bolo definovanie nebezpečných zón. Definovaním nebezpečných zón a zároveň vyznačením najdôležitejších značiek pre bezpečnosť na stavenisku, sme vytvorili bezpečné pracovisko priamo v modely staveniska. Takto vytvorený model vedie k lepšej komunikácii medzi koordinátorom staveniska a zhotoviteľom. Model je zároveň využitý k tvorbe nových dokumentov pre BOZP v podobe simulácie staveniska.

Využitie 3D model s vyznačenými nebezpečnými zónami firma Skanska plánuje pri prezentovaní ZS z hľadiska BOZP. Pri prezentácii tak môžu využiť obrázky ohrozených priestorov ktoré, vytvárajú jasnejšiu predstavu o možnosti rizika.

V poslednej kapitole práce boli vytvorené videá pre prezentovanie staveniska z hľadiska BOZP. Tieto videá plánuje spoločnosť Skanska využiť pri vstupnom školení pracovníkov. Videá sú doplnené o značky a rovnako aj o slovný popis. Boli vytvorené tri videá, pre rôzne etapy výstavby. Spoločnosť to považuje za efektívnejší spôsob prezentácie BOZP.

Práca je vytvorená tak, aby sa s ňou dalo aj ďalej pracovať. Spoločnosť Skanska môže využiť model, upravovať ho podľa svojej potreby. Vytvorené rodiny môžu byť využité pri ďalších projektoch v zariadení staveniska.

Zoznam použitých zdrojov

- [1] ČERNÝ, Martin a kolektiv autorov. BIM Příručka, Odborná rada pro BIM [online]. 2013 [cit. 2017-11-06]. ISBN ISBN 978-80-260-5297-5. Dostupné z: <https://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka-2013-v1>
- [2] MDARCHITECTS, WHAT IS A BUILDING INFORMATION MODEL. [online]. [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: <https://www.mdarchitects.com/news/2016/6/3/what-is-a-building-information-model>
- [3] AUTODESK: Revit [online]. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/revit-family/overview>.
- [4] CEGRA: ARCHICAD [online]. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: <http://www.cegra.cz/239-2-produkty-software-archicad-popis.aspx>
- [5] ALLPLAN: Allplan Architecture [online]. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: <https://www.allplan.com/cz/produkty/allplan-architecture/>
- [6] TEKLA ,Tekla Structures BIM software. [online]. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: <https://www.tekla.com/products/tekla-structures>
- [7] BENTLEY Multi-discipline Building Design Software. Bentley [online]. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: <https://www.bentley.com/en/products/product-line/building-design-software/aecosim-building-designer>
- [8] What is this thing called LOD. Practicalbim [online]. 2013 [cit. 2017-11-010]. Dostupné z: <http://practicalbim.blogspot.cz/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>
- [9] QUIRK, Vanessa. A Brief History of BIM [online] 2012. [cit. 21. 11. 2017]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>
- [10] BERGIN, M. S. HISTORY OF BIM. [online] 2011 [cit. 22. 11. 2017]. Dostupné z: <http://www.architectureresearchlab.com/arl/2011/08/21/bim-history/>
- [11] Open BIM [online]. Odborná rada pro BIM, 2013 [cit. 28. 11. 2017]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi40.net/>
- [12] SMITH, P. BIM implementation – global strategies. Procedia Engineering. 2014, vol. 85, s. 482-492. ISSN: 1877-7058.
- [13] BIM Levels and Asset Information Management. areo [online]. [cit. 2017-11-22]. Dostupné z: <http://blog.areo.io/bim-levels-and-asset-information-management/>
- [14] CzBIM - Odborná rada pro BIM. [online]. [cit. 2017-11-22] Dostupné z <http://www.czbim.org/17-odborna-radapro-bim-predstaveni.aspx.>
- [15] Zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek. In: Sběrka zákonů. [online]. [cit. 2017-11-22] Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-134>
- [16] Ministerstvo průmyslu a obchodu, Koncepte zavádění metody BIM v České republice, 2017 [online] [cit. 2017-11-22] Dostupné z <http://www.bimfo.cz/Aktuality/Koncepce-pro-zavadeni-metody-BIM-v-Ceske-republice.aspx?feed=c48eb57d-29ed-4d21-9ca2-062ab946e7b1>

- [17] Odbor komunikace a marketingu 10500, Ministr průmyslu a obchodu Jiří Havlíček předložil vládě Koncepti pro zavádění metody BIM v České republice, 2017 [online] [cit. 2017-11-25] Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/ministr-prumyslu-a-obchodu-jiri-havlicek-predlozil-vlade-koncepci-pro-zavadeni-metody-bim-v-ceske-republice--232101>
- [18] BOCK, Thomas a Thomas LINNER. Robot-oriented design: design and management tools for the deployment of automation and robotics in construction. New York: Cambridge University Press, 2015. ISBN 978-1107076389.
- [19] Learn How UAVs are being used in construction projects, 2016 [online] [cit. 2017-11-25] dostupné z <https://www.thebalance.com/how-drones-could-change-the-construction-industry-845041>
- [20] SOLUTIONS, A. B. In: Autodesk Building Solutions. [online] [cit. 2017-11-28] Dostupné z: http://www.ddscad.com/BIM_in_Practice.pdf
- [21] Skanska. Building Information Modeling. [online] [cit. 2017-12-01] [2015.http://www.skanska.cz/cdn-1d05c0324e90e06/Global/BIM/BIM_Corso_leaflet_A4_01.pdf](http://www.skanska.cz/cdn-1d05c0324e90e06/Global/BIM/BIM_Corso_leaflet_A4_01.pdf).
- [22] EYNON, John a Thomas LINNER. Construction manager's BIM handbook: design and management tools for the deployment of automation and robotics in construction. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley Blackwell, 2016. ISBN 978-1-118-89647-1.
- [23] Co je COBie. BIMFO [online] 2016. [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.bimfo.cz/Aktuality/Co-je-COBie.aspx>
- [24] JARSKÝ, Čeněk. *Příprava a realizace staveb*. Brno: CERM, 2003. Technologie staveb. ISBN 80-720-4282-3.
- [25] Základy návrhu zařízení staveniště Dostupné z : <http://technologie.fsv.cvut.cz/vyuka/vyucovane-predmety/122ZAS/podklady-k-prednaskam/>
- [26] Autodesk InfraWorks a InfraWorks 360. *Cadstudio* [online]. [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <http://www.cadstudio.cz/ism>
- [27] What is lidar data? Desktop.arcgis [online]. [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/las-dataset/what-is-lidar-data-.htm>
- [28] CIMALA, Lukáš, Jakub NOVOTNÝ, Jozef REMEŠ a Rudolf VYHNÁLEK. Revit ve stavební praxi [online]. 2014 [cit. 2017-12-15]. ISBN 978-80-214-4966-4. Dostupné z: https://issuu.com/oktaedr/docs/oktaedr_revit_ve_stavebni_praxi
- [29] <https://www.revitcity.com/downloads.php>
- [30] Zákon č. 262/2006 Sb. Zákonník práce
- [31] Using a Real-Time Location System to Improve Construction Safety and Productivity. *Autodesk: AUTODESK UNIVERSITY* [online]. [cit. 2017-12-16].

Dostupné z: <http://au.autodesk.com/au-online/classes-on-demand/class-catalog/2016/revit/cs21652#chapter=0>

[32] Manage Construction Operations in Real Time with Redpoint. *Redpointpositioning* [online]. [cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <https://www.redpointpositioning.com/rtls-for-vertical-industries/rtls-for-construction/>

[33] Real-time resource location data collection and visualization technology for construction safety and activity monitoring applications. *Sciencedirect* [online]. [cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580512001847>

[34] Elektrické zariadenia. *Skanska* [online]. [cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <https://www.skanska.sk/4a9268/siteassets/kto-sme/udrzatelnost/bezpecnost/bpzp-elektricke-zariadenia-pdf>

[35] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb.: Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. *Zakonyprolidi* [online]. [cit. 2017-12-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-362>

Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 1 Životný cyklus procesu stavby, Zdroj [2]	12
Obrázok 2 Diagram nákladov a úsilia 2D/informačnom projektovanie, Zdroj [1].....	15
Obrázok 3 Úrovne detailu LOD 100 až LOD 500, Zdroj 8.....	16
Obrázok 4 Model úrovni BIM, tzv. "The UK BIM Maturity Model", Zdroj 13	18
Obrázok 5 Rozdelenie zariadenia staveniska podľa účelu [24].....	33
Obrázok 6 Tabuľka dimenzovania záchodov, zdroj [25]	34
Obrázok 7 Používané značky pri návrhu ZS v 2D prostredí, Zdroj [24].....	39
Obrázok 8 Umiestnenie budúcej stavby bytového domu Gemma, Zdroj Skanska	44
Obrázok 9 Vizualizácia bytového domu, východná strana, Zdroj Skanska	45
Obrázok 10 Vizualizácia bytového domu Gemma, západná strana, Zdroj Skanska	45
Obrázok 11 Aktuálna podoba staveniska, Zdroj vlastný, fotené 4.11.2017	46
Obrázok 12 Situácia staveniska, Zdroj Skanska	47
Obrázok 13 Model staveniska - zemné práce, Zdroj vlastný.....	52
Obrázok 14 Model staveniska - hrubá výstavba, Zdroj vlastný	53
Obrázok 15 Model staveniska - dokončovacie práce, Zdroj vlastný	54
Obrázok 16 Tvorba parametrickej rodiny krok 1 zdroj vlastný.....	56
Obrázok 17 Tvorba parametrickej rodiny krok 3 zdroj vlastný.....	57
Obrázok 18 Tvorba parametrickej rodiny krok 2 zdroj vlastný.....	57
Obrázok 19 Tvorba parametrickej rodiny- krok- 5, Zdroj vlastný	58
Obrázok 20 Tvorba parametrickej rodiny - krok 4, Zdroj vlastný.....	58
Obrázok 21 Tvorba parametrickej rodiny krok 6 zdroj vlastný.....	59
Obrázok 22 Čip pre RTLS, Zdroj [31]	65
Obrázok 23 Prijímacia jednotka, Zdroj [31].....	65
Obrázok 24 Snímok obrazovky z RTLS prostredia, Zdroj [31]	65
Obrázok 25 Svetelná signalizácia pri vstupe do nebezpečnej zóny, Zdroj [31]	65
Obrázok 26 Kríženie mechanizácie a pracovníka, Zdroj [33].....	66
Obrázok 27 Vyznačený ohrozený priestor rýpadla, Zdroj vlastný	67
Obrázok 28 Model zábradlie na 2.NP, Zdroj vlastný	68
Obrázok 29 Zábradlie okolo žeriavu, Zdroj vlastný	68
Obrázok 30 Zakrytá výťahová šachta v podlahe, Zdroj vlastný.....	68
Obrázok 31 Nebezpečná zóna pod zaveseným bremenom, Zdroj vlastný	69
Obrázok 32 Vyznačená zóna nebezpečného materiálu, zdroj vlastný.....	69

Obrázok 33 Min. ochranné vzdialenosti pri práci s el. zariadením pod prúdom.....	70
Obrázok 34 Vyznačená nebezpečná zóna elektrického zariadenia, Zdroj vlastný	70
Obrázok 35 Vyznačená ohrozená zóna pri práci vo výškach, Zdroj vlastný.....	71
Obrázok 36 Sníkom z videa pre Zemné práce, Zdroj vlastný	72
Obrázok 37 Sníkom z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný	73
Obrázok 38 Snímok z videa pre dokončovacie práce, Zdroj vlastný	73
Obrázok 39 Snímok z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný	73
Obrázok 42 Snímka z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný.....	74
Obrázok 40 Snímka z videa pre dokončovacie práce, Zdroj vlastný.....	74
Obrázok 41 Snímka z videa pre hrubú výstavbu, Zdroj vlastný.....	74