

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Katedra technologie staveb**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Využití 3D modelu budovy k řízení BOZP  
během výstavby administrativního projektu**

**Bc. Anna Petrová  
2017**

**Vedoucí diplomové práce: Ing. Tomáš Váchal Arquitecto Técnico**

## **Prohlášení**

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

V Praze: 8. 1. 2017

.....

Anna Petrová

## **Poděkování**

Za ochotu, trpělivost a vstřícnost při konzultacích bych ráda na tomto místě poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Tomášovi Váchalovi Arquitecto Técnico.

Dále děkuji společnosti SKANSKA a.s. za zapůjčení podkladů pro vypracování diplomové práce a Ing. Janu Šourkovi a Albertu Zulpsovi, M.Arch. za cenné rady a informace.



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Petrová</u>	Jméno: <u>Anna</u>	Osobní číslo: <u>396450</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Využití 3D modelu budovy k řízení BOZP během výstavby administrativního projektu</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Use of 3D Model of Building in Management of Health and Safety during Development of Administration Building</u>	
Pokyny pro vypracování: V práci bude zpracováno následující: -stručné vysvětlení pojmu BIM a jeho využití v ostatních odvětvích -popis projektu šetřené budovy -rešerše české legislativy týkající se BOZP na staveništi -analýza rizik s vážným potenciálem -popis fyzických opatření v návaznosti na rizika a legislativní požadavky -obecný návrh prvků zařízení staveniště -grafické zpracování bezpečnostních opatření a prvků zařízení staveniště do 3D modelu -návrhy využití 3D modelu pro BOZP ve fázi plánování i realizace -návrh osob odpovědných za práci s BIM ve větší stavební firmě	
Seznam doporučené literatury: Nařízení vlády č. 262/2006 Sb.; Zákon č. 309/2006 Sb.; Nařízení vlády č. 591/2006 Sb.; Nařízení vlády č. 362/2005 Sb.	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Tomáš Váchal, Arquitecto técnico</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>6.10.2016</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>8.1.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>11. 10 2016</u>	Podpis studenta(ky)
Datum převzetí zadání	

## **Abstrakt**

Využití 3D modelu budovy k řízení BOZP během výstavby administrativního projektu.

Tato diplomová práce zkoumá možnosti využití systémů BIM v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na reálném projektu. Vychází z přehledu české legislativy týkající se bezpečnosti ochrany zdraví při práci, zejména na staveništi. Na základě legislativních požadavků a na základě vybraných rizik jsou navržena příslušná opatření. Práce sleduje, jaké výhody přináší spojení inteligentního 3D modelu budovy s oblastí prevence rizik. Zároveň popisuje práci s modelem, očekávanou budoucnost této tematiky a rozdělení jednotlivých úkolů na přípravě BIM podkladů ve větší stavební firmě.

## **Klíčová slova**

Bezpečnost, BIM, model, opatření, rizika, staveniště

## **Abstract**

### Use of 3D Model of Building in Management of Health and Safety during Development of Administration Building

This diploma thesis studies how could be BIM systems helpful in health and safety domain during process of construction of real project. It is based on review of requirements of Czech law, which is oriented on health and safety issues, especially on construction site. Designed arrangements come from chosen hazards and legislative requirements. This paper deals with opportunities which the relation between intelligent 3D model and prevention of hazards brings. Procedures with 3D model, expected future of this topic and responsibilities for particular steps in preparation of BIM data in bigger construction company are described in this thesis as well.

## **Key words**

Safety, BIM, model, arrangements, hazards, construction site

## Obsah

ÚVOD .....	8
1. VYSVĚTLENÍ POJMU BIM A JEHO POUŽITÍ V OBLASTECH MIMO BOZP.....	9
2. ČESKÁ LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE BOZP.....	12
3. POPIS ZVOLENÉHO PROJEKTU.....	21
4. NÁVRH OPATŘENÍ K ELIMINACI RIZIK A NÁVRH ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ.....	23
4.1. VÝKOPOVÉ PRÁCE .....	25
4.2. HRUBÁ STAVBA .....	27
4.3. DOKONČOVACÍ PRÁCE .....	34
4.4. TERÉNNÍ ÚPRAVY.....	34
4.5. ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ .....	34
5. PRÁCE V BIM .....	38
5.1. VÝBĚR PROGRAMU PRO PRÁCI V BIM.....	38
5.2. BIM RODINA .....	39
5.2.1. Vysvětlení pojmu rodina.....	39
5.2.2. Popis vytváření parametrické rodiny v Revit.....	41
5.2.3. Souhrnná tabulka použitých rodin .....	49
5.3. POPIS PRÁCE S MODELEM A JEDNOTLIVÝCH VÝSTUPŮ .....	52
5.3.1. Vlastnosti předaného modelu.....	53
5.3.2. Úpravy modelu pro potřeby BOZP .....	55
5.3.3. Finální modely .....	57
6. VYUŽITÍ BIM PRO BOZP .....	67
6.1. VE FÁZI PLÁNOVÁNÍ.....	67
6.2. VE FÁZI REALIZACE.....	73
6.3. VE FÁZI UŽÍVÁNÍ BUDOVY .....	85
7. KAM MŮŽE JEŠTĚ VYUŽITÍ BIM PRO BOZP SMĚŘOVAT .....	87
8. URČENÍ OSOB ODPOVĚDNÝCH ZA JEDNOTLIVÉ ÚKONY.....	93
ZÁVĚR .....	96
SEZNAM CITOVANÝCH ZDROJŮ.....	99
SEZNAM ZKRATEK.....	102
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	103
SEZNAM TABULEK.....	105

## ÚVOD

Je všeobecně známo, že práce na stavbě patří s ohledem na zdraví pracovníků k jedněm z nejrizikovějších. Ačkoliv se počty pracovních úrazů dlouhodobě snižují, ke smrtelným úrazům a úrazům s pracovní neschopností na stavbách stále dochází a přáním snad každého je, aby se tyto situace vyloučily úplně. Jistě není potřeba zmiňovat časový a finanční dopad na průběh výstavby, pokud k nějakému úrazu na staveništi dojde. To jsou však bohužel ty nejméně významné následky zranění pracovníka. Z toho důvodu je v dnešní době, která se vyznačuje pokrokem technologií a zkracováním harmonogramů, trendem i zlepšování pracovního prostředí a rozvíjení bezpečnosti.

V bezpečnosti je jedním z důležitých faktorů plánování. Je velmi těžké vyhodnotit před zahájením stavby všechna rizika a reagovat na ně. Naštěstí vývojem prochází i projektová dokumentace a ze 2D výkresů se postupně přechází na digitální 3D modely budovy, podle kterých se dnes ve světě i v České republice hojně staví, a dávají nám velmi konkrétní představu o projektu již před započítáním výstavby. Toto vnímám jako možnost ještě více napomoci zlepšení podmínek BOZP ve stavebnictví a proto jsem se rozhodla v této práci prověřit, jak by mohlo spojení informačního modelu budovy a BOZP fungovat.

### **Cíle diplomové práce**

- Vytvořit přehled legislativních předpisů zaměřených na BOZP v ČR
- Identifikovat bezpečnostní rizika během výstavby
- Navrhnout opatření k eliminaci rizik dle příslušné legislativy
- Vymodelovat některá z navržených opatření pomocí nástrojů BIM
- Navrhnout a vyzkoušet využití BIM pro BOZP
- Navrhnout osoby odpovědné za jednotlivé činnosti při použití BIM pro potřeby BOZP



# 1. VYSVĚTLENÍ POJMU BIM A JEHO POUŽITÍ V OBLASTECH MIMO BOZP

Pod anglickým zněním zkratky BIM se skrývají dva významy. Prvním je Building Information Management a druhým je Building Information Modelling. Oba se dají přeložit jako informační či inteligentní model budovy. Je to digitální model budovy, který lze použít od plánování, přes výstavbu až po fázi užívání budovy, tedy po kompletní dobu životnosti budovy. Neznalý uživatel by se mohl domnívat, že jde pouze o 3D model budovy, který podpoří představivost investora. Tento inteligentní model však plnohodnotně nahrazuje klasickou 2D projektovou dokumentaci a navíc obsahuje veškerá data o budově od prvotního návrhu, výstavby, správy budovy až po její demolici. Zároveň také data o všech použitých stavebních materiálech, prvcích pro TZB a všech zařízovacích objektech. Můžeme se tedy dozvědět takové informace jako je např. typ výrobku, výrobce, cena a celkový počet prvků v modelu. Díky automatizovanému vykazování množství materiálů lze snadno vygenerovat naprosto přesné výkazy výměr, které se kontinuálně mění a doplňují během jakýchkoliv změn projektové dokumentace. Tato vlastnost umožňuje stavebním firmám přesněji vyhotovit rozpočet stavby a investorovi lépe sledovat náklady.

Do virtuálního modelu budovy se zakreslují všechny profese a stavební objekty najednou. Od řešení statiky konstrukce, přes stavební řešení až po rozvody sítí zdravotnické, vzduchotechniky, vytápění, silnoproudu a slaboproudu. Dokumentace je díky tomu již od samého začátku dokonale zkoordinovaná a sdílení dat probíhá na mnohem sofistikovanější úrovni.

Softwary pro BIM mají navíc funkci pro detekci kolizí. Takto lze snadno odhalit v dokumentaci takzvanou hardclash (nepatříčný průnik prvků, např. vedení TZB a ZTI) nebo softclash (průnik ochranných pásem konstrukcí). Důsledkem toho jsou značné úspory za změny během výstavby, ke kterým běžně dochází při použití 2D výkresů.

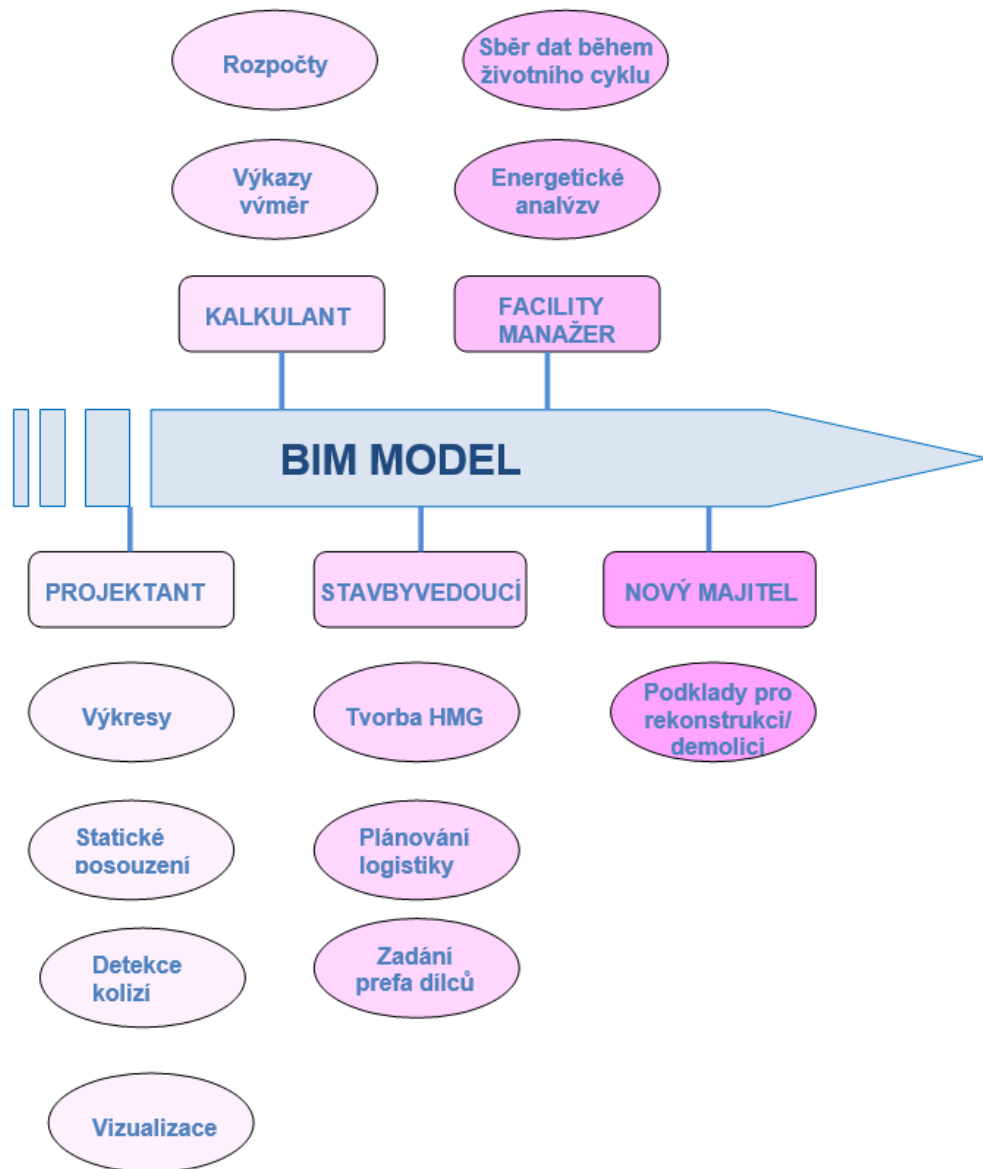
Orientaci v projektu může ulehčit vhodná kombinace BIM a náležitých hardwaru. Pokud jsou vedoucí pracovníci na stavbě vybaveni například tabletem, mohou si v modelu vyhledat kritické místo nebo aktuální změnu dokumentace přímo na stavbě, což ušetří čas a náklady za zbytečné chyby. Po stručném proškolení si pak dokážou z BIM modelu vygenerovat další potřebný výkres a stavebník tak není

odkázán pouze na detaily či řezy budovou zvolené projektantem. Software určený pro čtení modelů je zdarma dostupný, není tedy problém ho instalovat do počítače a kdykoliv si s jeho pomocí přidat kóty problematických místa, či zobrazit podrobné vlastnosti osazeného prvku.

Přestože je ještě novinkou a stále ve vývoji, už teď přináší BIM výhody pro všechny uživatele. Na straně investora je to převážně transparentnost celého projektu, úspora financí a představa o finálním projektu díky snadné tvorbě vizualizací. Pro architekty, projektanty a statiky je hlavní výhodou již zmíněná koordinace a komunikace projektu, předdefinované modely různých prvků, ze kterých je model poskládán a snadnější propisování změn v jedné profesi do ostatních výkresů. Rozpočtářům ulehčuje práci především přesná tvorba výkazů výměr, možnost propojení modelu s databázemi cen a automatizovaném oceňování. Zhotovitel se nemusí potýkat se změnami způsobenými kolizemi prvků, má vždy přístup k jediné aktuální dokumentaci a díky včasnému plánování má možnost zajistit prefabrikované konstrukce ještě před začátkem výstavby. Stejně jako u jiných profesí, lze využít BIM i v oblasti BOZP. Výhodám BIMu pro technika či koordinátora BOZP budou proto věnovány následující kapitoly.

U BIM se často nebavíme pouze o 3D modelování, ale v současnosti až o 7D, kdy je kromě geometrie zahrnuto i mnoho dalších aspektů. V případě 4D je to navíc časové plánování, protože BIM dokáže vyexportovat přesný harmonogram včetně simulace virtuální výstavby. Po přidání výpočtu nákladů vznikne 5D model. Pod 6D si můžeme představit energetické analýzy a sledování zásad zelené politiky. 7D se zabývá facility managementem a životním cyklem stavby.

Možnosti využití, které poskytuje jeden 3D model a nástroje BIM jsou popsány na následujícím obrázku. BOZP je nedílnou součástí všech pracovních procesů, z toho důvodu má i v tomto diagramu své místo a je předmětem této práce. V dalších kapitolách bude řešeno už pouze využití pro BOZP.



Obr. č. 1 Diagram oblastí využití 3D modelu na časové ose, Zdroj vlastní

## **2. ČESKÁ LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE BOZP**

Aby bylo možno zajišťovat BOZP na staveništi, je potřeba nejprve zjistit, jaké požadavky, jsou v ČR kladeny a které instituce a zákony se této problematice věnují. V posledních letech procházely právní předpisy týkající se bezpečnosti velkými změnami, způsobenými vstupem České republiky do Evropské unie v roce 2004. Evropská rada se domnívala, že pokud chce zajistit sjednocení trhu, je nutno jako reakci sjednotit i sociální politiku a politiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Jako nástroje harmonizace využívá směrnice a nařízení, které jsou členské státy povinny v daném časovém horizontu implementovat do své legislativy. Základní směrnicí je takzvaná rámcová směrnice - 89/391/EHS [1].

### **Směrnice Rady 89/391/EHS - o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci [1]**

Tato směrnice je rámcovou směrnicí pro BOZP v Evropské unii. Byla zavedena Evropskou radou ve snaze zlepšit úroveň bezpečnosti na pracovištích a eliminovat počet úrazů a nemocí z povolání napříč všemi členskými státy. Řeší především práva a povinnosti zaměstnavatelů a zaměstnanců v pracovněprávních vztazích.

Mezi povinnosti zaměstnavatelů podle této směrnice [1] patří:

- Zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců. To zahrnuje opatření pro hodnocení a prevenci rizik, zavedení komplexního systému prevence rizik a poskytování přiměřeného školení zaměstnancům.
- Jmenovat zaměstnance odpovědného za prevenci rizik na pracovišti.
- Přijmout nezbytná opatření týkající se první pomoci, zdolávání požáru a evakuace zaměstnanců.
- Zhodnotit rizika, kterým konkrétní zaměstnanci mohou čelit, a zajistit přijetí nezbytných ochranných opatření.
- Poskytovat zaměstnancům nebo jejich zástupcům všechny informace o bezpečnostních a zdravotních rizicích a o ochranných a preventivních opatřeních.
- Projednávat se zaměstnanci bezpečnost nebo jejich zástupci a umožnit jim účastnit se všech jednání týkajících se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.
- Zajistit, aby se každému zaměstnanci dostalo dostatečného školení o

bezpečnosti a ochraně zdraví v souvislosti s vykonáváním jeho práce

- Poskytnout zvláštní ochranu zaměstnancům, kterým na pracovišti hrozí zvláštní rizika a nebezpečí.

Povinností zaměstnanců je pak dbát podle svých možností na svou vlastní bezpečnost a ochranu zdraví i na bezpečnost a ochranu zdraví svých spolupracovníků.

V příloze této směrnice je seznam oblastí BOZP, pro které je zavedeno 19 navazujících směrnic. Mezi jmenované oblasti patří: pracoviště, pracovní zařízení, osobní ochranné prostředky, práce se zařízeními s obrazovkou, manipulace s těžkými břemeny zahrnující riziko poškození páteře, dočasná a mobilní staveniště, rybářství a zemědělství.

Zmíněna však bude pouze osmá samostatná směrnice 92/57/EHS [2], která nejvíce souvisí s předmětem této práce.

### **Směrnice Rady 92/57/EHS - o minimálních bezpečnostních a zdravotních požadavcích, které se musejí dodržovat na dočasných nebo mobilních staveništích [2]**

Tato směrnice je osmá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS [1]. Popisuje zejména povinnosti stavebníka a koordinátora BOZP. Nedílnou součástí jsou přílohy. První příloha obsahuje seznam stavebních a inženýrských prací. Těch je dle této směrnice 13. Ve druhé příloze je vyjmenováno 10 druhů prací spojených se zvláštními riziky pro bezpečnost a zdraví zaměstnanců. Třetí přílohu tvoří požadovaný obsah předběžného oznámení, které je v ČR známo jako Oznámení o zahájení prací. Čtvrtá příloha se věnuje minimálním požadavkům na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništi, nejprve popisuje obecné minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništi a poté detailně zvláštní minimální požadavky na pracovní místa na staveništi.

Na tyto směrnice byla po vstupu do EU povinná reagovat i Česká republika. Jako nástroj implementace využívá legislativu. Česká legislativa se všeobecně dělí na jednotlivé zákony a jejich prováděcí předpisy, tedy nařízení vlády a vyhlášky. V této práci budou jmenovány pouze základní dokumenty týkající se BOZP na staveništi, u dotčených bude uvedeno, na které směrnice Evropské rady navazují.

### **Zákon 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů [3]**

Základním zákonem zabývajícím se bezpečností a ochranou zdraví při práci je zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce [3]. Tento zákon se obecně zabývá vztahy mezi účastníky pracovněprávních vztahů. Nedílnou součástí práce je samozřejmě její bezpečnost, proto se Zákoník práce ochraně zdraví věnuje. Konkrétně v pragrafech 101 až 108. V těchto částech se čtenář dozvídá například o postupech při nakládání s riziky, povinnostech zaměstnavatele a právech a povinnostech zaměstnance. Zaměstnanec zde také zjišťuje, jak se může účastnit na řešení otázek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Zaměstnavatele se týká také paragraf 305, který je věnován pravidlům při zavádění vnitřních předpisů. Velmi důležitým pro účely této práce je paragraf 107, který se odvolává na zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a to zákon č. 309/2006 Sb, [4].

Zákoník práce zpracovává především evropskou směrnicí č. 89/391/EHS [1] zvanou rámcová, dalšími směrnicemi, které se promítly do zákoníku práce, jsou například 92/85/EHS - o zavedení opatření pro podporu zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků těhotných, nedávno rodících nebo kojících a 59/656/EHS - o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci.

### **Zákon 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů [4]**

Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. Také pojednává například o odborných a zvláštních odborných způsobilostech, úkolech zadavatele a zhotovitele stavby, povinnostech koordinátora BOZP při přípravě i realizaci stavby a úkolech dalších fyzických osob, které se podílejí na zhotovení stavby. Zabývá se také rizikovými faktory a požadavky na pracoviště a pracovní prostředí na staveništi.

Největším dílem tento zákon zpracovává Evropské směrnice č. 89/391/EHS - o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci [1], 92/57/EHS - o minimálních bezpečnostních a zdravotních požadavcích, které se musejí dodržovat na dočasných nebo mobilních staveništích a 89/654/EHS- o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti. Tento zákon

prošel posledními velkými změnami v roce 2016, kdy byla uvedena v účinnost novela č. 88/2016 Sb. [5], kterou se tento zákon mění.

**Zákon 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů [6]**

V tomto zákoně se bezpečnosti práce a hygieně zaměstnanců věnují pouze některá ustanovení. V těch jsou řešena témata jako řazení prací do kategorií, metodika pro rizikové práce a požadavky na teplou vodu pro hygienu zaměstnanců. Tento zákon je velmi obsáhlý, ostatní informace v něm však nesouvisí s obsahem této diplomové práce.

**Zákon č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, ve znění pozdějších předpisů [7]**

Zákon již z roku 1968, který určuje povinnosti fyzických osob, při provádění periodických revizí, prohlídek a kontrol vyhrazených technických zařízení, mezi která patří zařízení tlaková, zdvihací, elektrická a plynová. Také organizuje působnost státního odborného dozoru při provádění dozoru nad bezpečností vyhrazených technických zařízení.

**Nařízení vlády č.378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí, ve znění pozdějších předpisů [8]**

Toto nařízení implementuje Směrnici rady 89/655/EHS – o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při používání pracovního zařízení při práci. Vztahuje se na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí. Ve svých přílohách se detailněji zaměřuje na požadavky na bezpečný provoz a používání zařízení pro zdvihání břemen a zaměstnanců, pojízdných zařízení, zařízení pro plynulou dopravu nákladů a stabilních skladovacích zařízení sypkých hmot.

**Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků, ve znění pozdějších předpisů [9]**

Toto nařízení vlády se zakládá na Směrnici Rady 89/656/EHS – o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci. Nejprve stanovuje požadavky, které musí OOPP splňovat. Přílohou č. 1 je tabulka pro vyhodnocení rizik pro výběr a použití ochranných prostředků, příloha č. 2 obsahuje seznam jednotlivých ochranných prostředků a v příloze č. 3 nalezneme práce a činnosti, které vyžadují poskytování ochranných prostředků.

**Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, ve znění pozdějších předpisů[10]**

Toto nařízení vlády řeší například to, jaký mají mít značky tvar nebo barvu, z jakého materiál mají být vyhotoveny a kde mají být umístěny. V příloze jsou jednotlivé bezpečnostní značky vyobrazeny a jsou v ní popsány i kódované zvukové signály a signály rukou, které se používají například při zdvihacích operacích nebo při navádění mechanizace pro vodorovné přemísťování. Nařízení je v souladu se směrnici Rady 92/58/EHS ze dne 24. 6. 1992 – o minimálních požadavcích na bezpečnostní a/nebo zdravotní značky na pracovišti.

**Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí [11]**

Nejdůležitější částí tohoto nařízení je jeho příloha, kde jsou podrobně stanoveny požadavky na stabilitu a mechanickou odolnost staveb, elektrické instalace, průmyslové rozvody, potrubní systémy, vedení a sítě, únikové cesty a východy, stavební konstrukce jako střechy, příčky, stěny, stropy a podlahy, průlezné otvory, pracoviště s výskytem prachu a škodlivin v pracovním ovzduší, dopravní komunikace, nebezpečný prostor, nakládací a vykládací rampy, pracoviště pro výrobu, opravy a údržbu dopravních prostředků, poskytování první pomoci, venkovní pracoviště, skladování a manipulace s materiálem a břemeny, sklad pohonných hmot, hořlavých kapalin a tuhých maziv a nízkotlakou kotelnu.



Zpracovává směrnici Rady 89/654/EHS ze dne 30. 11 1989 – o minimálních bezpečnostních a zdravotních požadavcích na pracoviště a směrnici Rady 92/57/EHS [1].

**Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky [12]**

Tento dokument zpracovává směrnici Evropského parlamentu a Rady 2001/45/ES ze dne 27. června 2001, kterou se mění směrnice Rady 89/655/EHS - o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci. Podrobnější požadavky jsou opět rozpracovány prostřednictvím jednotlivých kapitol v příloze, kterými jsou: zajištění proti pádu technickou konstrukcí, zajištění proti pádu osobními ochrannými pracovními prostředky, používání žebříků, zajištění proti pádu předmětů a materiálu, zajištění pod místem práce ve výšce a v jeho okolí, práce na střeše, dočasné stavební konstrukce, přerušení práce ve výškách, krátkodobé práce ve výškách a školení zaměstnanců. Ve stavebnictví je toto nařízení jedním z nejvyužívanějších a i v následujících kapitolách této práce bude často skloňováno a podrobněji popsáno v rámci návrhu opatření.

**Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích [13]**

Základním dokumentem, který by měl znát každý, kdo se pohybuje po staveništi, je pravděpodobně tento. Ve své první příloze podrobně zpracovává obecné požadavky na staveništi. Ve druhé příloze blíže popisuje bližší minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při provozu a používání strojů a nářadí na staveništi. V příloze č. 3 jsou uvedeny požadavky na organizaci práce a pracovní postupy pro veškeré činnosti, se kterými se můžeme na stavbě setkat. Příloha č. 4 obsahuje náležitosti oznámení o zahájení prací, které je koordinátor povinen zaslat 8 dní před zahájením stavby na oblastní inspektorát práce. Přílohu č. 5 tvoří seznam prací a činností vystavujících fyzickou osobu zvýšenému ohrožení života nebo poškození zdraví, při jejichž provádění vzniká povinnost zpracovat plán. Přílohy tohoto nařízení vlády jsou velmi podobné přílohám směrnice Rady 92/57/EHS [2]. Je to dáno tím, že je hlavním českým předpisem, který zpracovává tuto Evropskou směrnici.

**Nařízení vlády č. 592/2006 Sb., o podmínkách akreditace a provádění zkoušek z odborné způsobilosti, ve znění pozdějších předpisů [14]**

Pokud chce být fyzická osoba osobou odborně způsobilou, je povinna získat akreditaci a složit zkoušku. Podmínky pro získání akreditace, podmínky návrhu na akreditaci a součásti návrhu jsou popsány v paragrafech 3 až 5 tohoto nařízení vlády. V dalších paragrafech je popsán průběh zkoušky a náležitosti osvědčení. Toto nařízení vlády zpracovává směrnici Rady 89/391/EHS [1] a směrnici rady 92/57/EHS [2].

**Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů [15]**

Toto nařízení vlády je velmi obsáhlé. Zabývá se rizikovými faktory pracovních podmínek, jejich zjišťováním, hodnocením a odstraňováním. Řeší například zátěž mikroklimatickými podmínkami jako je teplo nebo chlad a předepisuje ochranné nápoje pro zmírnění této zátěže. Dále zpracovává podmínky při práci s chemickými faktory a prachem, olovem, chemickými látkami a směsmi klasifikovanými jako karcinogenními, mutagenními a toxickými pro reprodukci a azbestem. Zbývá se také fyzickou zátěží celkovou a lokální, psychickou zátěží, zrakovou zátěží nebo prací s biologickými činiteli. Toto nařízení vlády je obsáhlé proto, že řeší různorodou a komplikovanou problematiku, zároveň zpracovává velké množství evropských předpisů.

Nařízení vlády č. 201/2010 Sb., o způsobu evidence úrazů, hlášení a zasílání o úrazu, ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů, nebudou podrobněji řešeny v této práci, ačkoliv mají také svůj význam v řízení BOZP na staveništi.

BOZP se týká také mnoho vyhlášek. Vyhlášky o vyhrazených technických zařízeních mají nepochybně dopad i na stavby, protože se tam nachází jeřáby, vrátky, tlakové nádoby, plynové nádoby nebo elektrická zařízení, proto je zde uveden seznam, podrobněji však již řešeny nebudou.

- Vyhláška č. 85/1978 Sb., o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení, ve znění pozdějších předpisů

- Vyhláška č. 18/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 19/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 21/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 398/2001 Sb., o stanovení poplatků za činnosti organizací státního odborného dozoru při provádění dozoru nad bezpečností vyhrazených technických zařízení, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 73/2010 Sb., o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti.

Legislativa pro BOZP je velmi široký pojem a zahrnuje velké množství právních předpisů. Mnoho jich také s bezpečností souvisí, aniž by se to tak jevílo na první pohled. Řeč je o stavebním zákoně [16], kde je v paragrafu 153 jasně dáno, že je stavbyvedoucí povinen řídit provádění stavby v souladu s rozhodnutím nebo jiným opatřením stavebního úřadu a s ověřenou projektovou dokumentací, zajistit dodržování povinností k ochraně života, zdraví, životního prostředí a bezpečnosti práce vyplývajících ze zvláštních právních předpisů a spolupracovat s koordinátorem bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, působí-li na staveništi.

BOZP všeobecně je součástí kompetencí Ministerstva práce a sociálních věcí, které tak spravuje zákony s ní související. Na plnění jednotlivých požadavků potom dohlíží dva orgány inspekce práce, kterými jsou Státní úřad inspekce práce a Oblastní inspektorát práce. Státní úřad inspekce práce se zabývá zejména zprostředkováním zaměstnání, kontrolou nelegální práce, zjišťuje, zda nedochází ke znevýhodňování zaměstnanců. Při tom postupuje dle zákona o zaměstnanosti [17] a zákona o ochraně zaměstnanců při platební neschopnosti zaměstnavatele [18]. Oproti

tomu Oblastní inspektorát práce kontroluje dodržování předpisů souvisejících s bezpečností práce, náhrady mezd, činnosti při změnách pracovního poměru a v neposlední řadě zaměstnávání mladistvých. Pokud tedy přijde na staveniště státní kontrolní orgán, s největší pravděpodobností to bude Oblastní inspektor práce, který má v pravomoci i kontrolu legislativních požadavků týkajících se vyhrazených technických zařízení, které na staveništi zastupují například jeřáby jakožto zdvihací zařízení, nebo elektrická zařízení.

### 3. POPIS ZVOLENÉHO PROJEKTU

Tato diplomová práce je pro názornost zpracována pro konkrétní projekt a to pro stavbu administrativní budovy Visionary, která v současnosti roste v Praze 7 Holešovicích. Investorem projektu je developerská společnost Skanska Property Czech Republic, která se v Praze zasloužila například o projekty Five na Smíchově a Corso Court v Karlíně, které byly mezi prvními v České republice, kde byl použit BIM. Výstavba byla zahájena na začátku druhé poloviny 2016 a předpokládaný termín dokončení je v prvním čtvrtletí roku 2018. Budova se skládá ze dvou nadzemních objektů, které jsou propojeny designovou ocelovou konstrukcí, spojovacím krčkem, který budovou prochází až do sedmého patra a suterénem. Celkem budou vystavěna 3 podzemní podlaží, ve kterých se budou nacházet prostorné garáže disponující 214 parkovacími místy pro osobní automobily a technické místnosti potřebné pro chod budovy. Dále budou mít obě budovy 8 nadzemních podlaží a vznikne tak 23 000 m<sup>2</sup> moderních kancelářských prostor. V přízemí budovy bude dále k dispozici 2 000 m<sup>2</sup> prostor pro malé obchůdky. Projekt je navržen pro maximální pohodlí nájemníků, proto jsou zde prostory určené pro budoucí restaurace a kavárny. Odpočívat bude možno i na rozlehlých terasách s bohatými výhledy na centrum Prahy. Na střeše východnější z obou budov bude vybudována umělá běžecká dráha přístupná pro nájemníky z kanceláří, kteří tak mohou ještě efektivněji relaxovat během náročných pracovních dnů. Celá budova je navržena s ohledem na udržitelnost a je maximálně šetrná k životnímu prostředí po celou dobu životního cyklu. Investor směřuje k obdržení certifikátu LEED, který hodnotí energetickou náročnost budov a klasifikuje budovy do několika úrovní. Projekt Visionary usiluje o nejvyšší cíl, kterým je LEED platinum. Jak již bylo uvedeno v kapitole 1 této práce, i v tomto směru jsou nástroje BIMu velice užitečné díky možnostem analýzy energetické náročnosti budovy a díky jednoduššímu naplánování nakládání s odpady. Po konstrukční stránce je stavba řešena jako monolitický skelet, kterému prostorovou tuhost zajišťuje soustava monolitických stěn ohraničující šachty, ať už pro stoupací rozvody technických zařízení budovy nebo pro výtahy a schodiště. Díky převážně břidličnatému podloží a nízké hladině podzemní vody nebude provedeno hloubkové založení, ale základ bude tvořit monolitická deska o mocnosti 80 cm. Fasádu budovy tvoří lehký obvodový plášť

složený ze skleněných elementů a střecha bude provedena jako hydroizolační souvrství na plochém monolitickém stropu.

Mezi zajímavosti projektu patří také fakt, že pro budoucí uživatele bude připravena mobilní aplikace na bázi internetu věcí, pomocí které bude možné provést rezervaci elektromobilu nebo společných prostor. V rámci udržitelnosti bude okolí budovy sloužit také veřejnosti, která může navštěvovat letní kino nebo multifunkční venkovní hřiště ve vnitrobloku budov. Na obrázku č. 2 se nachází vizualizace budovy.



*Obr. č. 2 Vizualizace projektu Visionary, Zdroj [19]*

## 4. NÁVRH OPATŘENÍ K ELIMINACI RIZIK A NÁVRH ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ

Dle paragrafu 102 zákona č. 262/2006 Sb. [3] je zaměstnavatel povinen vytvářet bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizikům. Prevencí rizik se rozumí všechna opatření vyplývající z právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a z opatření zaměstnavatele, která mají za cíl předcházet rizikům, odstraňovat je nebo minimalizovat působení neodstranitelných rizik. Proto bude v této kapitole uvedena tabulka (Tab. č. 1) obsahující základní rizika vznikající při 4 základních etapách výstavby. U každé položky tabulky je vyhodnoceno, zda je možné toto riziko řešit fyzickým opatřením, například dočasnou konstrukcí, a zda bude k tomuto riziku provedena výstražná tabulka. Pokud je potřeba navrhnout opatření ve formě prvku BOZP nebo dočasné konstrukce, bude tak provedeno podle jednotlivých předpisů. Z těchto prvků bude potom vzhledem k velkému množství a velké náročnosti přípravy 3D modelu vybráno přiměřené množství těch nejdůležitějších, které budou fyzicky použity. Dále bude zpracováno schéma osazení prvků zařízení staveniště, do kterého budou aplikovány i tabulky BOZP.

Tab. č. 1 Seznam hlavních rizik

<u>Popis rizika</u>	Technické opatření	Umístění tabulky
<u>Zemní práce</u>		
Zavalení, zasypaní	X	
Pád pracovníků do výkopu	X	
Střet pracovníka s mechanizací	X	
Zakopnutí, uklouznutí		X
Zasažení očí předmětem nebo chemikálií při opravě stroje		X
Poleptání pokožky chemikálií při opravě stroje		X
Prochladnutí		X
Překlopení pracovního stroje		

Dopravní nehoda	X	
<u>Hrubá stavba</u>		
Nahodilý pád předmětu z volného okraje	X	
Nahodilý pád předmětu otvorem v podlaze	X	
Pád zaměstnance z volného okraje	X	X
Propadnutí otvorem v podlaze	X	
Vymknutí nebo zlomenina končetiny při našlápnutí do otvoru v podlaze	X	
Zasažení očí odletujícím předmětem		X
Zasažení očí chemikálií-malta, beton		X
Poleptání rukou chemikálií		X
Pád předmětu na nohu		X
Propíchnutí chodidla		X
Úraz elektrickým proudem při použití ručního náradí		
Zhmožděniny, pořezání, tržné rány při nesprávné manipulaci s nářadím		X
Vznik požáru		X
Pád zavěšeného břemene	X	
Jednostranné fyzické namáhání		
Napíchnutí na armaturu		
Uklouznutí osoby na žebříku	X	
Působení vibrací		X
Prochladnutí		X
Popálení při práci s otevřeným ohněm		X
<u>Dokončovací práce</u>		
Pořezání hranou obkladačky		X
Dlouhodobá práce v kleče		
Pád ze štaflí	X	
Zasažení očí lepidlem, vápnem		X
Nadýchání toxické látky		X
Úraz elektrickým proudem při použití ručního náradí		
Zhmožděniny, pořezání, tržné rány při nesprávné manipulaci s nářadím		X
<u>Terénní úpravy</u>		
Pád materiálu na nohu		X
Střet pracovníka s mechanizací	X	
Pád zavěšeného břemene	X	
Zasažení očí odletujícím předmětem		X
Přítlačení prstu materiálem		X
Úraz elektrickým proudem při použití ručního náradí		



Zhmožděniny,pořezání, tržné rány při nesprávné manipulaci s náradím		<b>x</b>
Překlopení pracovního stroje		
Dopravní nehoda	<b>x</b>	

*Zdroj vlastní*

Nejvíce pracovních úrazů na stavbách vzniká při práci ve výškách, dle Mrkvičky [20] byly dokonce druhým nejčastějším druhem nehody s následkem smrti v roce 2014 pády osob, ať už z výšky nebo do hloubky a pády na osobu, například předmětu, břemene nebo stroje. Tyto příklady dohromady se na celkovém počtu smrtelných pracovních úrazů podílely 40 %, tedy 46 ze všech případů. Proto bude řešeno především nařízením vlády č. 362/2005 Sb. [12], které se týká práce ve výškách a nařízením vlády č. 591/2006 Sb. [13]. Dále bude použito bezpečnostní značení dle nařízení vlády č. 11/2002 Sb. [10].

## **4.1. VÝKOPOVÉ PRÁCE**

### **Požadavky nařízení vlády 591/2006 Sb. [13]**

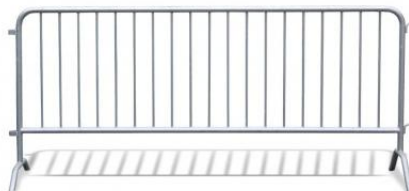
V následujících případech bude řešena příloha č. 1 o dalších požadavcích na staveniště, příloha č. 2 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při provozu a používání strojů a náradí na staveništi a příloha č. 3 o požadavcích na organizaci práce a pracovní postupy. Příloha č. 3 se zabývá eliminací rizik vyplývajících z provádění výkopových prací, například sesunutí stěn výkopu nebo pád do stavební jámy. Přílohy č. 1 a 2 řeší ostatní úkoly při zajišťování BOZP během provádění výkopových prací uvedených v této kapitole.

#### a) Zajištění stěn výkopů proti sesunutí

Stěny výkopu musí být zajištěny proti sesutí. Zajištění lze provést svahováním, nebo mohou být paženy. Výběr řešení závisí na ekonomické stránce, vzdálenosti okolních budov, hloubce výkopu, vlastnostech zeminy, hladině podzemní vody a dalších hydrogeologických podmínkách. Ačkoliv je sledovaná stavba založena na břidličnatém podloží, hladina podzemní vody je pod úrovní základové spáry a je v dostatečné vzdálenosti od přilehlé komunikace, budou stěny výkopu zajištěny pažením z převrtávaných pilot, které bude do budoucna tvořit ztracené bednění pro monolitické suterénní stěny. Tímto je eliminováno riziko zavalení nebo zasypaní.

b) Zabezpečení hran výkopů

Okraje, kde hrozí nebezpečí pádu fyzických osob do výkopu, budou zajištěny zábradlím podle zvláštního právního předpisu, přičemž prostor mezi horní tyčí a zarážkou u podlahy je nutno zajistit proti propadnutí osob způsobem odpovídajícím místním a provozním podmínkám bez ohledu na hloubku výkopu. Ve vzdálenosti větší než 1,5 m od hrany výkopu lze zajištění provést vhodnou zábranou zamezující přístupu osob do prostoru ohroženého pádem do hloubky. Za vhodnou zábranu se považuje zábradlí, u něhož nemusí být dodrženy požadavky na pevnost ani na zajištění prostoru pod horní tyčí proti propadnutí, přenosné dílcové zábradlí, bezpečnostní značení, označující riziko pádu osob, upevněné ve výšce horní tyče zábradlí, překážka nejméně 0,6 m vysoká nebo zemina z výkopu, uložená v sypkém stavu do výše nejméně 0,9 m. Na sledované stavbě bude pro krátkodobé situace (například šachty pro dojezdy výtahů) použito opatření pomocí přenosného dílcového zábradlí umístěného 1,5 m od hrany výkopu, je doporučeno použití přenosných zábran, viz Obr. č. 3.



*Obr. č. 3 Mobilní zábrana, Zdroj [21]*

Dlouhodobé zabezpečení hran výkopu bude zajištěno zábradlím o výšce 1,1 m skládajícím se ze sloupků, zarážky u podlahy, horní tyčí a střední tyčí. Těmito opatřeními je eliminováno riziko pádu pracovníka do výkopu.

c) Ohrožený prostor stroje

Při provádění výkopových prací se dle přílohy č. 2 nařízení vlády nesmí nikdo zdržovat v ohroženém prostoru stroje, zejména při souběžném strojním a ručním provádění výkopových prací, při ručním začisťování výkopu nebo při přepravě materiálu do výkopu a z výkopu. Není-li v průvodní dokumentaci stroje stanoveno jinak, je prostor ohrožený činností stroje vymezen maximálním dosahem jeho pracovního zařízení zvětšeným o 2 m. Pracovní prostor stroje bude na staveništi

ohrazen mobilními zábranami (Obr č. 3), které podávají jednoznačnou informaci o zákazu vstupu nepovolaným osobám. Tímto je eliminováno riziko střetu pracovníka s mechanizací. Při vhodném rozmístění mobilních zábran a vyznačení dopravních koridorů a pracovních prostorů stroje může být zabráněno i dopravní nehodě.

d) Zatěžování okrajů výkopů

Okraje výkopu nesmí být zatěžovány do vzdálenosti 0,5 m od hrany výkopu. Pokud se vyloučí pojezd mechanizace ve vzdálenosti menší než 0,5 m od hrany výkopu, výrazně se tím sníží riziko překlopení stroje. Při přijetí dalších technickoorganizačních opatření, například správný výběr stroje, reakce na únosnost podloží a nasazení kvalifikované obsluhy, je možno toto riziko snížit na minimum.

e) Zabezpečení staveniště

Stavby, pracoviště a zařízení staveniště musí být dle přílohy č. 1 ohrazeny nebo jinak zabezpečeny proti vstupu nepovolaných fyzických osob, při dodržení následujících zásady, že staveniště v zastavěném území musí být na jeho hranici souvisle oploceno do výšky nejméně 1,8 m. Celé staveniště bude proto ohrazeno původní stěnou a mobilním oplocením z neprůhledných dílců splňujícím dané podmínky. U vjezdu bude osazena vrátnice s turniketem na karty, ze které je výhled na vstup pro pěší i vjezd pro mechanizaci, aby mohla ostraha objektu kontrolovat pohyb osob, které na stavbu přichází. Do vjezdu pro automobily bude osazena automatická závora ovládaná z buňky ostrahy.

Další rizika jmenovaná v tabulce č. 1 je nutné řešit nasazením vhodných OOPP, pracovníci budou proškoleni o vhodnosti jejich použití a na staveništi budou osazeny výstražné tabulky dle nařízení vlády č. 11/2002 Sb. [10]

## **4.2. HRUBÁ STAVBA**

### **Požadavky nařízení vlády 362/2005 Sb. [12]**

Zaměstnavatel přijímá opatření proti pádu na pracovištích a přístupových komunikacích nacházejících se v libovolné výšce nad vodou nebo nad látkami ohrožujícími v případě pádu život nebo zdraví osob například popálením, poleptáním, akutní otravou, zadušením a na všech ostatních pracovištích a přístupových komunikacích, pokud leží ve výšce nad 1,5 m nad okolní úrovní,

případně pokud pod nimi volná hloubka přesahuje 1,5 m. Je tedy potřeba vyhledat činnosti, pro které toto kritérium platí a navrhnout opatření. Konkrétní požadavky na opatření jsou uvedeny v příloze tohoto nařízení, která řeší další požadavky na způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při práci ve výškách a nad volnou hloubkou, a na bezpečný provoz a používání technických zařízení poskytovaných zaměstnancům pro práci ve výškách a nad volnou hloubkou

a) Otvory v podlaze

Veškeré otvory v podlaze a terénní prohlubně, jejichž půdorysné rozměry ve všech směrech přesahují 0,25 m, musí být bezprostředně po jejich vzniku zakryty poklopy o odpovídající únosnosti zajištěnými proti posunutí. Pokud se jedná o otvory větších rozměrů, musí být okraje otvorů zajištěny technickým prostředkem ochrany proti pádu, například zábradlím nebo ohrazením. Pro pokrytí tohoto rizika budou v modelu navrženy poklopy z překližkového materiálu, které budou na stavbě upevněny pomocí hřebíků do betonu s podložkou a systémové zábradlí splňující požadavky české legislativy. Aby bylo zábradlí navrženo v souladu s nařízením vlády 362/2005 Sb. [12], musí splňovat následující parametry. Zábradlí se skládá alespoň z horní tyče (madla) a zarážky u podlahy (ochranné lišty) o výšce minimálně 0,15 m. Je-li výška podlahy nad okolní úrovní větší než 2 m, musí být prostor mezi horní tyčí (madlem) a zarážkou u podlahy zajištěn proti propadnutí osob osazením jedné nebo více středních tyčí, případně jiné vhodné výplně, s ohledem na místní a provozní podmínky. Za dostatečnou se považuje výška horní tyče (madla) nejméně 1,1 m nad podlahou, nestanoví-li zvláštní právní předpisy jinak. Pro potřebu řešeného projektu budou navrženy dva druhy zábradlí. První, základní, bude obsahovat prvky dle legislativy, tedy horní madlo, střední tyč a zarážku u podlahy. Druhý typ bude takzvaný fullmesh, kdy jsou vyjmenované části nahrazeny jedním pletivovým dílcem, který má ve spodní části integrovanou zarážku proti pádu materiálu (Obr. č. 4).



Obr. č. 4 Zábradlí „fullmesh“, Zdroj [22]

b) Kolektivní ochrana

Zábradlí bude všeobecně využíváno při provádění hrubé stavby. Při bednění stropu bude osazeno klasické trojtyčové zábradlí na přesahy stropních nosníků. Na svém místě zůstane i v průběhu armování, betonáže. Po odbednění stropu a tím i po rozebrání prvkového zábradlí bude do stropní desky zakotveno zábradlí fullmesh, které zůstane na místě i při zdění příček a všech činnostech probíhajících v daném podlaží. Zábradlí osazené po obvodu budovy setrvá až do okamžiku montáže lehkého obvodového pláště a zámečnických prvků na atikách teras. Zábradlí složené z jednotlivých prvků bude použito například na pracovní spáry mezi záběry, kde je nutné ho neustále přemísťovat, a do míst která rozměrem nepovolí umístění zábradlí typu fullmesh kvůli pevně danému modulu. Na schodech a podestách bude osazeno také zábradlí z jednotlivých prvků, které zde zůstane až do osazení finálního zábradlí, tedy zde zůstává až do fáze dokončovacích prací.

c) Otvory ve stěně

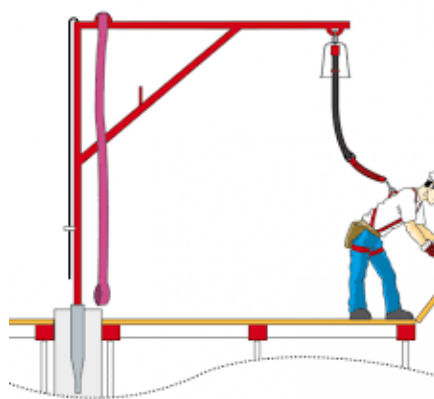
Pokud se na stavbě vyskytují otvory ve stěně, kterými hrozí pád osob a mají výšku větší než 0,75 m a šířku větší než 0,3 m, musí být také opatřeny kolektivní ochranou. Na řešené stavbě taková situace vzniká například u výtahových šachet. Vzhledem k tomu že je za touto hranou pádu největší hloubka a v okolí je zvýšený pohyb pracovníků, je nutné do dveří budoucího výtahu osadit celoplošné mříže.

d) Osobní jištění

Pokud bude z technologických důvodů nutno odebrat kolektivní ochranu, budou se pracovníci jistit pomocí osobních ochranných prostředků proti pádu z výšky.

V technologickém postupu každé činnosti musí být stanovena kotevní místa. Pokud budou práce ve výšce prováděny již poblíž hotových monolitických nebo zděných konstrukcí, je možné použít mobilní kotevní body navrtávané do stěn, nebo stropů. Při dobrém naplánování mohou být také na základě statického posudku do konstrukcí zabetonována oka z betonářské oceli, ke kterým se mohou pracovníci kotvit až do provedení čistých povrchových úprav, před kterými musí být oka odstraněna, v tuto chvíli již bude ale kolem budovy provedena fasáda a riziko pádu z výšky je v těchto místech eliminováno.

Složitější je ale řešení při sestavování bednění stropu, kdy nejsou ještě provedeny konstrukce, ke kterým by se mohl pracovník bezpečně kotvit, aniž by při pádu nenarazil na podlahu nižší úrovně. Tuto problematiku řeší kotevní systém Alsipercha (Obr. č. 5), který je vsazen do kapsy připravené v monolitické stěně nebo sloupu a u zděných konstrukcí se používá stojan s ocelovým podstavcem ve tvaru kříže, který zajistí stabilitu. Na konstrukci je zavěšen samonavíjecí zachycovač pádu včetně trhacího tlumiče, ke kterému se pracovník v postroji ukotví. Tento kotevní systém se však na stavbě nachází v době bednění stropu a v modelu v rámci této práce budou řešeny pouze dočasné konstrukce na hotových monolitických stropěch, proto nebude Alsipercha provedena ve 3D.



*Obr. č. 5 Alsipercha, Zdroj [23]*

e) Zabezpečení pracoviště bez kolektivní ochrany

Pokud budou prováděny činnosti, kdy je nutné kolektivní ochranu odstranit a pracovníci budou zajištěni osobními ochrannými pracovními prostředky proti pádu z výšky, musí být dle nařízení vlády 362/2005 Sb. [12] po dobu provádění této

operace zamezen přístup ostatním pracovníkům do prostoru, v němž hrozí nebezpečí pádu. Pro tyto účely lze použít značky označující riziko pádu osob, ať už značku výstrahy „Nebezpečí pádu“, tak pásku s použitím červené a bílé barvy. Tyto způsoby, ale nemají na staveništi obvykle dlouhou životnost, nebo je mohou pracovníci snadno přehlédnout. Proto bude pro tento projekt navrženo řešení pomocí mobilních zábran, které při vzájemném spojení tvoří dostatečnou překážku pro nepovolané osoby. Případně bude kombinováno s použitím výstražné tabulky. Tento postup lze zvolit například při osazování schodiště, balkonů nebo elementů obvodového pláště.

f) Vykládka materiálu

Riziko pádu nehrozí na stavbě pouze z budovaných konstrukcí. Další a často zanedbávané místo vzniká při vykládce materiálu, kdy jsou pracovníci na korbě kamionu a manipulují s břemeny, aniž by okolo sebe měli dostatečně vysoké zábradlí. Tato situace bývá často podceňována, avšak pokud by došlo k nečekanému pohybu břemene a pracovník přepadl, může mít fatální následky. Proto bude na staveništi umístěna vykládací rampa složená z prvků lešení, podél které zásobovací auta zaparkují a pracovníci budou částečně z plošiny a částečně z podlahy návěsu expedovat náklad, přičemž za sebou budou mít po celou dobu zábradlí a dostatek místa pro volný pohyb bez překračování nákladu.

g) Přístupy k pracovištím ve výškách

Na stavbě je také potřeba zaměřit se na přístupy na pracoviště, aby byl zajištěn bezpečný průchod a plynulá evakuace. Podle nařízení vlády 362/2005 Sb.[12] musí výběr vhodných přístupů na pracoviště ve výšce odpovídat četnosti použití, požadované výšce místa práce a době jejího trvání. Obvykle jsou na stavbách přístupy k pracovištím ve výšce prováděny pomocí žebříků. Správné používání žebříků je také popsáno v nařízení vlády 362/2005 Sb. [12]. Toto řešení bude použito pouze na dočasné případy a to na strop pokud je bedněn, armován a betonován, poté již bude osazeno finální prefabrikované schodiště, které bude zajišťovat bezpečnou pěší trasu mezi jednotlivými podlažími. Pro práce ve stavební jámě jak při provádění zemních prací tak při provádění nosných konstrukcí podzemních podlaží bude z důvodu velké hloubky výkopu využita schodišťová věž.

h) Zvyšování místa práce

Posledním řešeným požadavkem nařízení vlády 362/2005 Sb. [12] je zvyšování místa práce nebo k výstupu, ke kterému není dovoleno používat nestabilní předměty a předměty určené k jinému použití (vědra, sudy, židle, stoly apod.). Pracovníkům je proto nutné určit prostředky, které jsou k tomu vhodné. Za ty lze považovat například mobilní lešení nebo jednostranné můstky (Obr. č. 6), které jsou po obvodě zajištěny zábradlím a zarážkou u podlahy, aby nehrozil pád pracovníka, ani materiálu či nářadí. Tyto prvky však nebudou z důvodu častého přemísťování osazovány do modelu.



*Obr. č. 6 Jednostranný můstek, Zdroj [24]*

i) Zajištění pod místem práce ve výšce

Dle nařízení vlády 362/2005 Sb. [12] je nutné vždy bezpečně zajistit prostory, nad kterými se pracuje, a v nichž vzhledem k povaze práce hrozí riziko pádu osob nebo předmětů. Pro bezpečné zajištění ohrožených prostorů se použije zejména vyloučení provozu, konstrukce ochrany proti pádu osob a předmětů v úrovni místa práce ve výšce nebo pod místem práce ve výšce, ohrazení ohrožených prostorů dvoutyčovým zábradlím o výšce nejméně 1,1 m s tyčemi upevněnými na nosných sloupcích s dostatečnou stabilitou; pro práce nepřesahující rozsah jedné pracovní směny postačí vymezit ohrožený prostor jednotyčovým zábradlím, popřípadě zábranou o výšce nejméně 1,1 m, nebo dozor ohrožených prostorů k tomu určeným zaměstnancem po celou dobu ohrožení. Je navrženo vyznačování ohroženého prostoru pomocí výstražných tabulek, mobilních zábran (Obr. č. 3). Z důvodu možného rizika pádu předmětu na přilehlou veřejnou komunikaci budou ve 2NP osazeny záchytné sítě



kotvené do monolitického stropu. Výška budovy je 27 m, je tedy zapotřebí vyznačovat ohrožený prostor 2,5 m. Záchytné sítě mají vyložení 4 m a pokryjí tak daný požadavek. Při použití záchytných sítí vzniká na nároží objektu nezabezpečený prostor, který bude zajištěn pomocí ochranné stříšky nad chodníkem v okolí nároží.

### **Požadavky nařízení vlády 591/2006 Sb. [13]**

Po demontáži jeřábů bude na stavbě probíhat vertikální doprava pomocí stavebních vrátků a kladek, ze kterých opět hrozí pád břemene. S tímto rizikem nařízení vlády 591/2006 Sb. [13] také počítá a ve své druhé příloze předepisuje, že před uvedením vrátku do chodu se obsluha přesvědčí, zda se nikdo nezdržuje v prostoru ohroženém pádem břemene. Aby měla obsluha jistotu, že bude tento ohrožený prostor jednoznačně stanoven, viditelně označen a ohraničen proti vstupu nepovolaných osob, osadí po jeho obvodu mobilní zábrany, které již byly v této práci jmenovány a znázorněny na Obr. č. 3.

Navrženými opatřeními jsou eliminována rizika: nahodilý pád předmětu z volného okraje a otvorem v podlaze, pád zaměstnance z volného okraje, propadnutí otvorem v podlaze, vymknutí nebo zlomenina končetiny při našlápnutí do otvoru v podlaze a uklouznutí osoby na žebříku.

Pomocí vhodných OOPP budou řešena rizika: zasažení očí odletujícím předmětem a chemikálií, pád předmětu na nohu, propíchnutí chodidla, působení vibrací, prochladnutí a popálení při práci s otevřeným ohněm.

Zbývá rizika nemají opatření, které by bylo možno zajistit pomocí BIM, proto budou řešena jen velmi krajově. Úrazu elektrickým proudem lze zabránit použitím revidovaného nářadí a správnou manipulací, která zabrání i zraněním v důsledku nesprávné manipulace. Vzniku požáru lze zabránit správnou organizací pracoviště, kde probíhají práce s otevřeným ohněm, nebo kde odletují jiskry, volbou nehořlavého oděvu a umístění hasicího přístroje. Při jednostranném namáhání musí být dodržovány pravidelné přestávky a nesmí být překročena povolená hmotnost břemene při ruční manipulaci. Pádu zavěšeného břemene lze zabránit dodržováním předepsaných kontrol zdvihacích zařízení a vázacích prostředků a nasazením kvalifikované obsluhy. Pokud by mělo dojít k pádu břemene, je povinnost vyloučit provoz v ohroženém prostoru pod břemenem. Riziku napíchnutí na armaturu se na

stavbách běžně zabraňuje osazením ochranných lišt či kloboučků na startovací výztuž. To jsou sice prvky, které by v BIM bylo možno vymodelovat, avšak z důvodu složitého modelování betonářské výztuže nejsou tyto konstrukce v modelu řešeny.

### **4.3. DOKONČOVACÍ PRÁCE**

Během dokončovacích prací stále probíhají práce ve výšce, například během osazování zábradlí na schodiště nebo na atiky. Postup pro tyto činnosti popisuje kapitola 4.2, pouze kotevní body budou jiné. Vzhledem k tomu, že jsou mnohdy již hotové povrchové úpravy, nelze navrtávat mobilní kotevní body. Naštěstí jsou ale již vyvinuté kotevní body, které se mohou rozepřít mezi zárubně nebo pouze volně přistavit k místu práce a zatížit závažím podle požadované únosnosti. Tyto však nebudou předmětem této práce. Předmětem této práce je zvyšování místa práce, které bývá nejčastější rizikovou činností během dokončovacích prací. V předešlé kapitole byl pro tyto případy navržen jednostranný můstek vyobrazený na Obr. č. 6.

Ostatní rizika budou řešena pomocí nasazení vhodných OOPP nebo byla řešena v předešlé kapitole.

### **4.4. TERÉNNÍ ÚPRAVY**

Veškerá rizika identifikovaná pro fázi terénních úprav byla již řešena v předchozích kapitolách.

### **4.5. ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ**

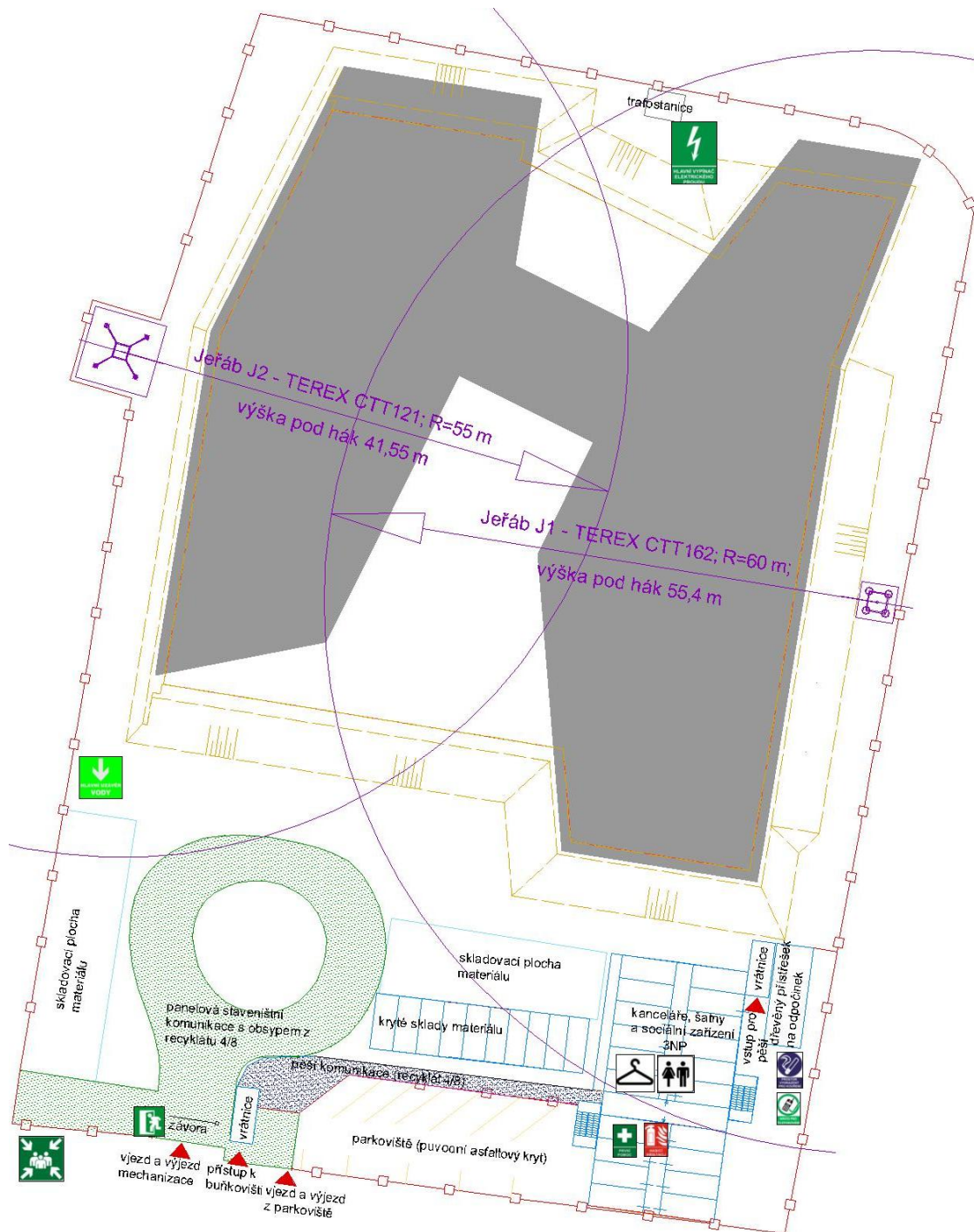
Na stavbě je kromě BOZP potřeba zajistit zázemí jak pro pracovníky, tak pro plynulý průběh technologií. Mezi prvky zařízení staveniště nepatří pouze prostory, ale také stroje a zařízení. Ty budou na výkresu zastupovat jeřáby Terex o výškách 42 m a 56 m a délkách výložníku 55 m a 60 m. Prostory v rámci staveniště jsou obecně rozděleny na provozní, výrobní, sociální a hygienické. Na řešené stavbě nebude probíhat výroba ani příprava žádného materiálu, veškeré části nebo směsi budou na stavbu dodány již hotové, proto není potřeba počítat s výrobními prostory. O to více ale bude potřeba skladovacích ploch a kontejnerů, které společně se staveništními komunikacemi řadíme do objektů provozních. Na stavbě budou vymezeny skladovací prostory, trasa otáčení vozidel a komunikace pro pěší. Skladovací plochy

budou vytvořeny urovnáním terénu a před samotným skladováním budou použity proklady nebo folie jako ochrana před vlhkostí. Komunikace pro pěší budou vysypány kačírskem frakce 4/8 a trasa pro mechanizaci bude zpevněná prefabrikovanými panely s obsypem z cihlového a betonového recyklátu frakce 4/8. Sociální a hygienické prostory bude zajišťovat rozlehlé buňkoviště složené ze 60-ti stavebních buněk, ve kterém se budou nacházet šatny, jídelny, toalety, sprchy, kanceláře pro generálního dodavatele a investora, školící místnost a místo první pomoci. K buňkovišti patří přilehlý přístřešek pro kuřáky, kde mohou pracovníci i odpočívat a svačit. Přívod médií zajistí přípojky k zařízení staveniště navržené projektantem, zakreslení jejich tras není předmětem této práce. Oplocení staveniště je tvořeno mobilními neprůhlednými plotovými dílci a u přístupů na stavbu je umístěna vrátnice. Další vrátnice, která slouží k evidenci osob na staveništi je umístěna přímo u vstupu na samotnou stavbu. Podrobné zpracování výkresu zařízení staveniště není předmětem této práce, avšak aby bylo možné zpracovat některé jeho náležitosti do BIM modelu, je potřeba mít dostačující podklad. Od stavby byla převzata situace stavby, která byla upravena pro dané potřeby. Z původního výkresu byl ponechán obrys budovy a výkopů, poloha jeřábů, buněk, parkovišť, skladovacích a otáčecích ploch a oplocení staveniště. Pro přehlednost celého schématu byly upraveny čáry a šrafy výkresu, popisky jednotlivých objektů. S ohledem na téma této práce byly doplněny piktogramy a značky upozorňující na důležité prostory, vypínače médií a bodů důležitých pro evakuaci. Na následujících obrázcích je schéma zařízení staveniště (Obr. č. 7) a legenda ke schématu (Obr. č. 8).

### **Seznam prvků vybraných pro převedení do 3D:**










- Obecné trojtyčové zábradlí
- Schodišťová věž
- Zábradlí typu fullmesh
- Poklopy na prostupy
- Mobilní zábrany
- Mříže do výtahových šachet
- Vykládací plošina
- Záchytné sítě
- Prvky zařízení staveniště (závora)

- Značení BOZP a zařízení staveniště



Obr. č. 7 Schéma zařízení staveniště, Zdroj vlastní na základě podkladů [25]

## LEGENDA OBJEKTŮ ZS

	stavební buňky
	mobilní oplocení
	dosah jeřábu
	skladovací plochy
	obrys výkopů
	budoucí budova
	pěší komunikace
	komunikace pro mechanizaci
	přístupy

*Obr. č. 8 Legenda prvků zařízení staveniště, Zdroj vlastní*

## **5. PRÁCE V BIM**

V předchozích kapitolách byla identifikována rizika a k těmto rizikům přiřazena opatření. Také každý legislativní požadavek potřebuje určité fyzické opatření, které bude na stavbě použito, aby bylo těmto požadavkům vyhověno. V předchozí kapitole byly vybrány prvky, které budou aplikovány do modelu. V této kapitole bude podrobně popsán proces tvorby 3D prvků pro BIM, popis pojmu rodina a jejich parametrů. Dále je v této kapitole zařazen seznam potřebných prvků s 3D vizualizací a nastavenými parametry.

### **5.1. VÝBĚR PROGRAMU PRO PRÁCI V BIM**

V současnosti, kdy je BIM čím dál více populární a má velmi široký záběr disciplín, vyvíjí softwarové společnosti, které chtějí udržet tempo s nezastavitelným vývojem stále nové programy. Na trhu je tak široký výběr softwaru, ve kterém mohou uživatelé pracovat. Mohl by tak vzniknout problém s kompatibilitou výstupů a přenosem dat. K tomuto účelu vznikla iniciativa OpenBIM, volně přeloženo otevřený BIM, která si klade za cíl, zefektivnit spolupráci účastníků během životního cyklu stavby tím, že zajistí otevřený přenos dat. Za tímto účelem přichází s novým datovým standardem zvaným IFC. Jedná se o univerzální datový formát, který lze otevřít v jakémkoliv softwarovém nástroji pro BIM a také z něj exportovat. Kdokoliv tak potřebuje pracovat s modelem, není závislý na použití jednoho konkrétního programu, ale má možnost si vybrat a stejně může svou práci sdílet s ostatními partnery ve výstavbě. Tento formát je již standardizován pomocí ISO/PAS 16739 a je zaváděn po celém světě. Díky tomu bylo možno i pro účely této práce vybrat libovolné nástroje. Nakonec byl ale pro modelování vybrán tentýž program, ve kterém byl centrální model vytvořen, tedy Autodesk Revit a to hned z několika důvodů. Program Revit je nejrozšířenějším ve své kategorii, lze tak sdílet zkušenosti s jeho uživateli a na internetu pro něj nalezneme nejvíce návodů a pomůcek. Společnost Autodesk je tvůrcem mnoha dalších nástrojů pro BIM, které na Revit navazují, mají podobné rozhraní a funkce a přenos dat je absolutně nenáročný na čas i znalosti. Největší výhodou pro zpracování této kvalifikační práce je, že licence Revitu a všech ostatních programů od společnosti Autodesk je zdarma přístupná pro studenty na základě ověření školní emailové adresy. Tato licence nemá žádná omezení a lze ji využívat 2 roky po instalaci. U jiného softwaru se většinou jedná o

studentské demo verze, nebo mají kratší platnost a pro získání je potřeba odeslat doklad o studiu a tím dochází k časové prodlevě.

Pro tuto práci bylo potřeba vybrat dva nástroje, jeden projekční a druhý pouze pro prohlížení, v němž pak bude provedeno napojení modelu na harmonogram a zpracována videa. Druhým softwarem je Navisworks Manage také od společnosti Autodesk. Převzaté modely byly vytvořeny ve verzích programů z roku 2016. Je možné s nimi tedy pracovat ve verzích ze stejného roku nebo v novějších. Model není možné uložit pro otevření ve starší verzi, lze jej ale upgradovat do novější verze. Vybrány byly verze z roku 2016 pro oba nástroje.

BIM poskytuje nástroje pro každou profesi, která se podílí na výstavbovém procesu a také pro ně jsou určeny různé programy. Přehled programů zpracovali tvůrci webu <http://www.cad-addict.com/> [26] a zde jsou z něj některé uvedeny.

- Architektonicko stavební řešení: Autodesk Revit Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan Architecture, Gehry Technologies-Digital Project Designer, Nemetschek Vectorworks Architect, Bentley Architecture, RhinoBIM (BETA)
- Statika: Autodesk Revit Structure, Bentley Structural Modeler, Tecla Structures, Nemetschek Scia, Graytec Advance Design, Autodesk Robot Structural Analysis
- TZB: Autodesk Revit MEP, Bentley Hevacomp Mechanical Designer, Gehry Technologies-Digital Project MEP Systems,
- Energetické analýzy: Autodesk Ecotect Analysis, Autodesk Green Building Studio, Graphisoft EcoDesigner, Bentley Tas Simulator, Bentley Hevacomp
- Příprava staveb: Autodesk Navisworks, Solibri Model Checker, Vico Office Suite, Vela Field BIM, Bentley ConstrucSim, Tekla BIMSight, Glue
- Facility management: Bentley Facilities, FM: Systems FM: Interact, Vintocon ArchiFM, EcoDomus

## **5.2. BIM RODINA**

### **5.2.1. Vysvětlení pojmu rodina**

Na rozdíl od většiny 2D kreslicích nástrojů se při projektování v BIMu celý objekt skládá z již připravených částí. Pokud tedy bude například jedna stěna kreslena ručně, ve 2D kreslicím softwaru a v BIM softwaru, bude rozdíl následující.

Bez využití počítače projektant vezme pravítko a narýsuje podle něj dvě čáry, prostor mezi nimi vzorek po vzorku vyšrafuje a doplní kótou, kterou opět kreslí po jednotlivých částech. Naštěstí existují programová řešení i pro projektanty. V České republice nejvyužívanějšími jsou AutoCAD od společnosti Autodesk a ArchiCAD od společnosti Graphisoft. AutoCAD je nástroj i pro strojní inženýry a pro všechny ostatní, kteří vytvářejí technické výkresy. Nemá tak v sobě od výrobce nastavené žádné knihovny připravených objektů využitelných ve stavebnictví jako např. oken, dveří, schodišť, atd. Pokud v něm tedy budeme kreslit stěnu, budeme muset nakreslit dvě čáry, mezi ně umístit šrafu a poté doplnit kótou, které už se však dělají automaticky pomocí jednoho nebo dvou kroků. V případě využití staršího modelu ArchiCADu je práce ještě o něco jednodušší, protože je naprogramovaný pouze pro stavebnictví a nemusí se tak už nic kreslit pomocí jednotlivých čar, ale vyvolávají se hotové prvky, které se ve výkresu objevují rovnou včetně šraf, kót a poznámek. Projektant tak při použití příkazu stěna označí, kde bude stěna začínat a končit, případně zadá výšku a má hotovo. To už byl software velmi blízký BIM a v dnešní době už je ArchiCAD plnohodnotným nástrojem BIM a kreslení probíhá stejně, ještě ale s tím rozdílem, že ke každému objektu jsou přiřazeny parametry a vlastnosti. U stěn může uživatel měnit tloušťku, přidávat vrstvy a dozvědět se jakou má taková stěna pevnost nebo jaký má tepelný odpor. Kromě toho v BIMu nekončí práce projektováním, ale tentýž počítačový program disponuje nástroji pro kalkulanty, kteří si v něm připraví rozpočet, přípravaře stavby kteří z něj vygenerují harmonogram i facility managery, kteří zde najdou termíny uvedení technologií do provozu a očekávaná data revizí a kontrol.

V názvosloví BIMu se u těchto objektů setkáváme s názvem rodina a databáze těchto rodin je pak knihovnou. Rodiny jsou základními kameny každého projektu v BIM a bez nich by nebylo možné nic vyprojektovat. Rodinou je každá část modelu, od nosných konstrukcí, podlah, schodišť, stylů poznámek, tedy systémových rodin až po zařizovací předměty, výplně stavebních otvorů nebo nábytek, tedy rodin, které se do projektu načítají. Základní knihovna se v počítači objeví po instalaci Revitu a stačí pro vymodelování obecných budov, ale další knihovny rodin jsou také často sdíleny výrobci a projektanty na internetových fórech. Rodiny nejsou pouze pevné bloky, které musí zůstat takové, jaké je někdo vytvořil. Většinou mají nastavené parametry, pod kterými se nachází rozměry nebo materiál a ty si projektant upravuje pro potřeby

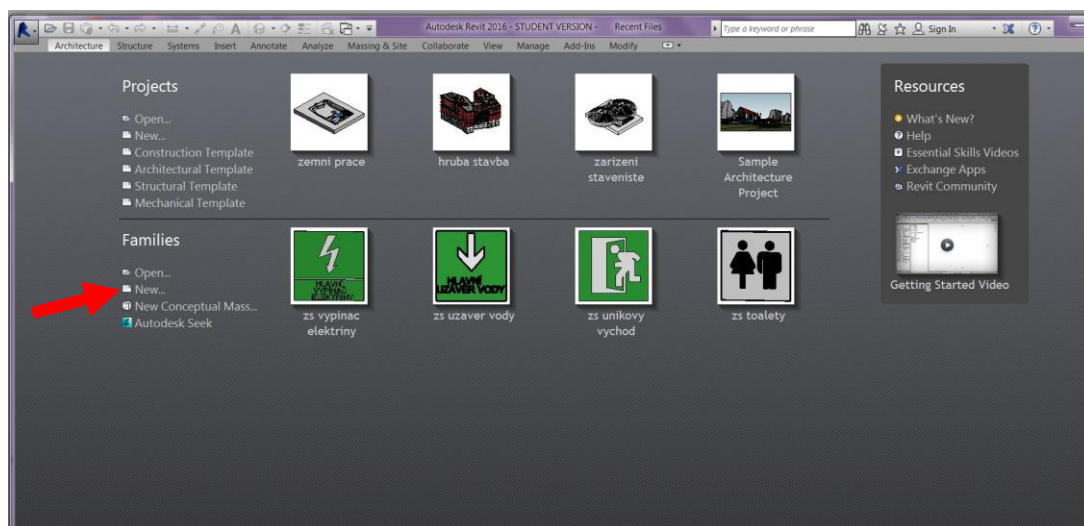


konkrétní budovy. Pokud chce ale například architekt používat nějaké atypické tvary oken a nábytku, pro které není rodina vytvořená, musí ji vytvořit. Vzhledem k tomu, že v České republice zatím není BIM pro potřeby BOZP využíván, nejsou vytvořeny žádné knihovny prvků, které by bylo možné použít pro potřeby této práce. Většina rodin použitých v této práci byla proto nově vytvořena. Také byly převzaty některé rodiny od společnosti Skanska ze Švédska, Norska a Polska. Pro účely této práce byly vytvořeny jak rodiny, u kterých lze upravovat rozměry, tak rodiny pevné pro předměty, jejichž rozměry jsou i fyzicky na stavbě neměnné. Může se zdát, že vytvoření parametrické rodiny je složitá záležitost, ale není. Proto je v následující kapitole popsán postup vytvoření jednoduché parametrické rodiny, kterou je deska na zakrytí vstupů.

### 5.2.2. Popis vytváření parametrické rodiny v Revit

Postup vytváření parametrické rodiny je popsán pomocí obrázků č. 9 až č. 23:

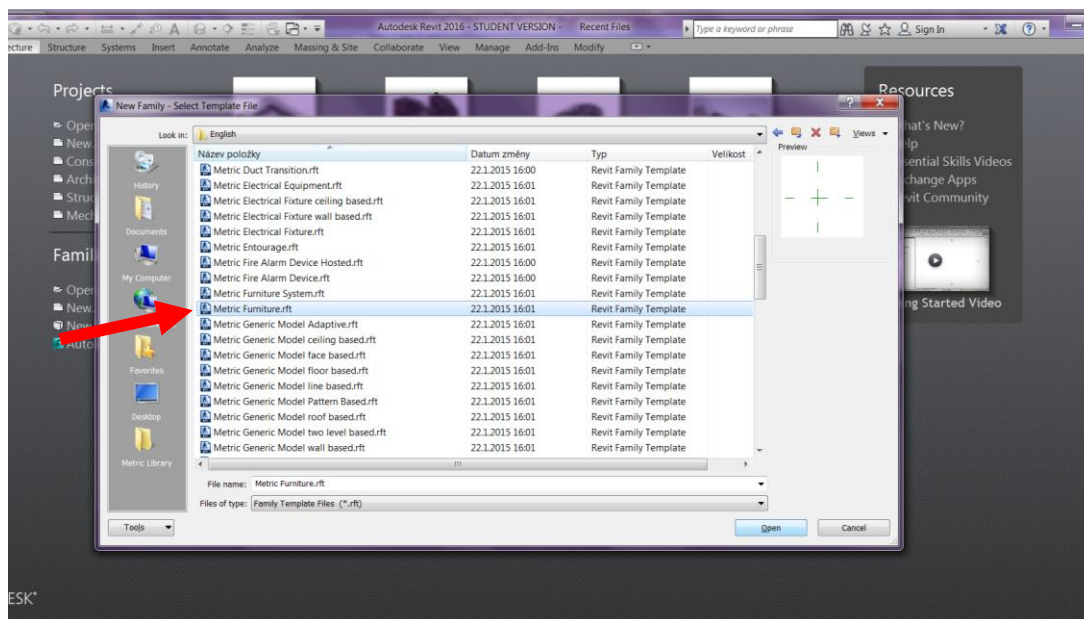
- Po otevření programu se objevuje rozcestník, kde je potřeba rozhodnout, jaká práce bude prováděna. Na výběr je otevření uloženého nebo stávajícího projektu a otevření uložené nebo nové rodiny. V tomto případě je potřeba zvolit novou rodinu.



Obr. č. 9 Postup tvorby rodiny - krok 1, Zdroj vlastní

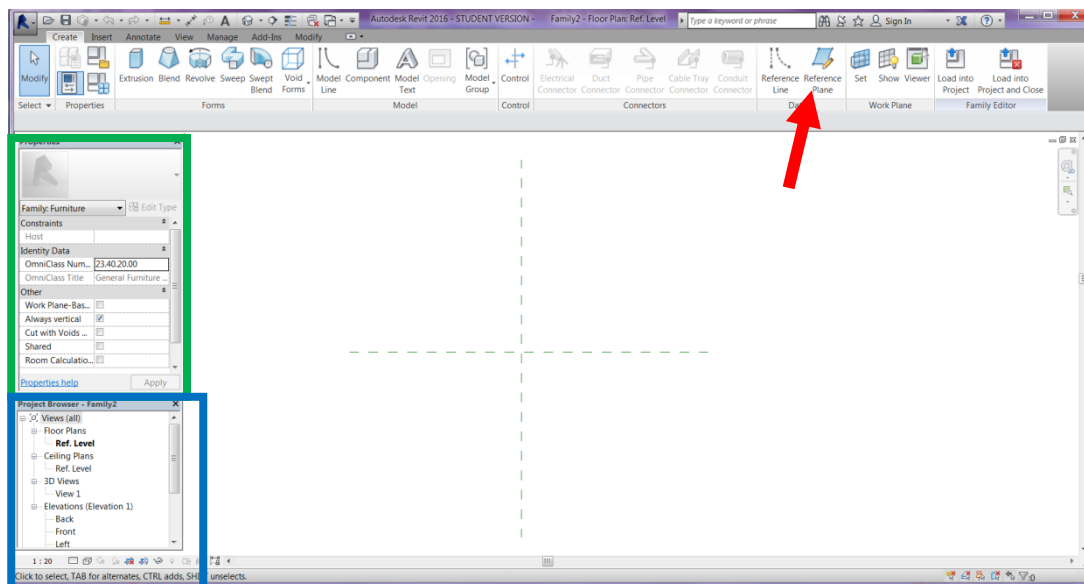
- Před započítím samotného kreslení je nutno vybrat šablonu pro kreslení, v tomto případě šablonu pro metrický systém a pro nábytek. Každá šablona má

v sobě funkce podle konstrukce, která se v ní vytváří (Obr. č. 10). V této práci bude později využita například i šablona pro profil a sloupek zábradlí.



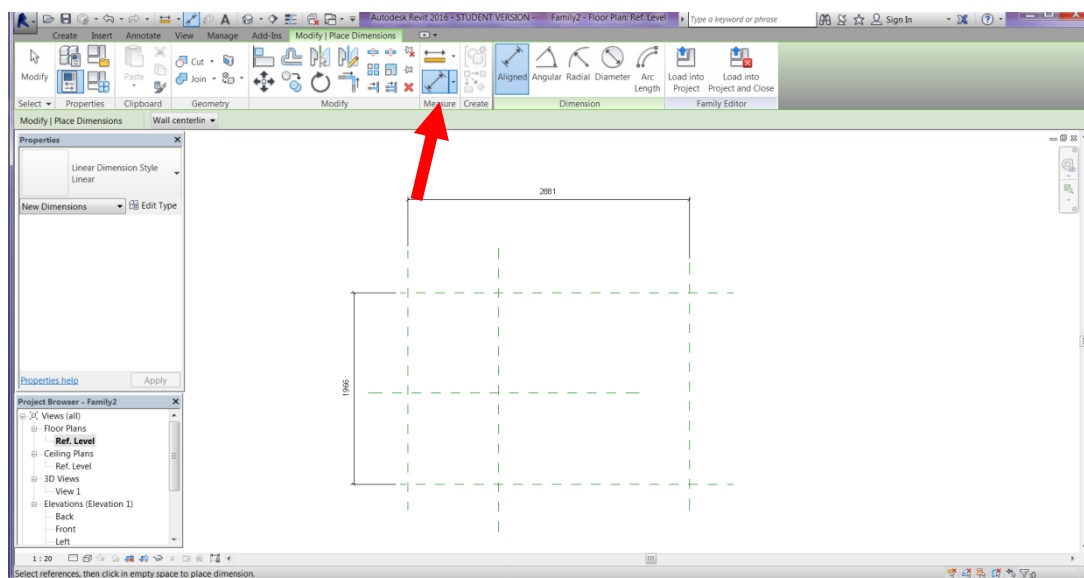
Obr. č. 10 Postup tvorby rodiny – krok 2, Zdroj vlastní

- Nyní se již zobrazí pracovní prostor, konkrétně půdorys referenční úrovně. V horní části obrazovky (Obr. č. 11) se nachází záložky, na kterých jsou jednotlivé nástroje pro práci s modelem. Vlevo (zeleně označené) je podokno pro vlastnosti, kde se zobrazí vždy vlastnosti objektu, který označíme. Níže (modře označený) je prohlížeč projektu, který slouží k přepínání mezi pohledy. Ve výkresu je vodorovná a svislá čára zobrazující roviny, které dělí pracovní prostor na část přední, zadní a pravou a levou. Pro parametrické rodiny budou pomocí šipkou vyznačené ikony přidány další 4 referenční roviny, které vymezují prostor modelovaného objektu.



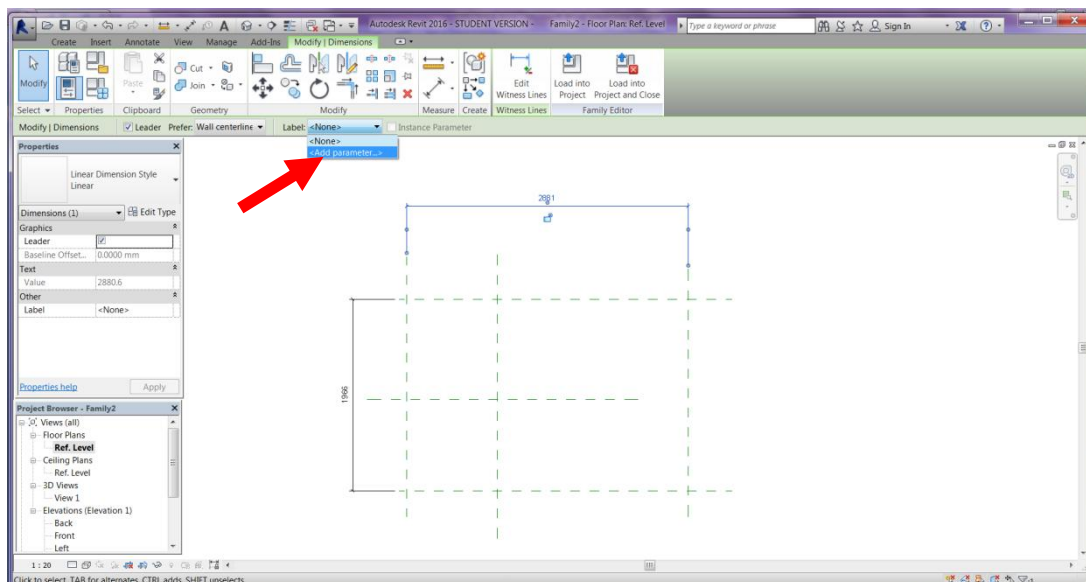
Obr. č. 11 Postup tvorby rodiny – krok 3, Zdroj vlastní

- V předchozím kroku byla využívána na horní liště záložka „Create“, nyní se Revit sám přepne na záložku „Modify“, na které jsou nástroje pro úpravy vytvořených entit. Využita bude ikona pro kótování a budou přiřazeny kóty ke dvěma výsledným půdorysným rozměrům desky (Obr. č. 12).

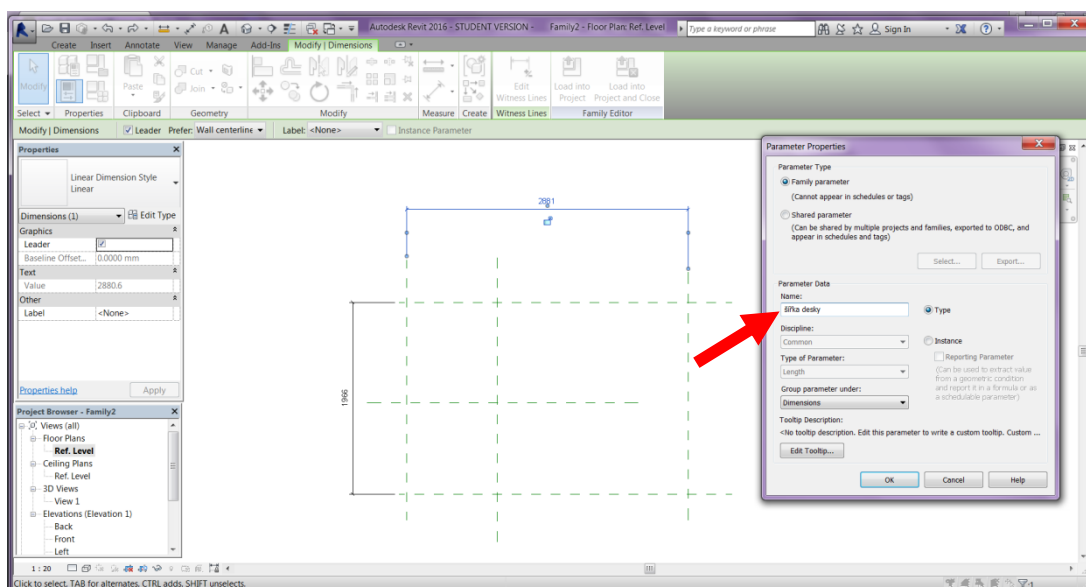


Obr. č. 12 Postup tvorby rodiny – krok 4, Zdroj vlastní

- K vytvořeným kótám se přiřadí parametry délka a šířka desky. Označením kóty se objeví nová lišta pod panelem nástrojů, kde se vyvolá tabulka pro vytvoření nového parametru (Obr. č. 13 a 14).

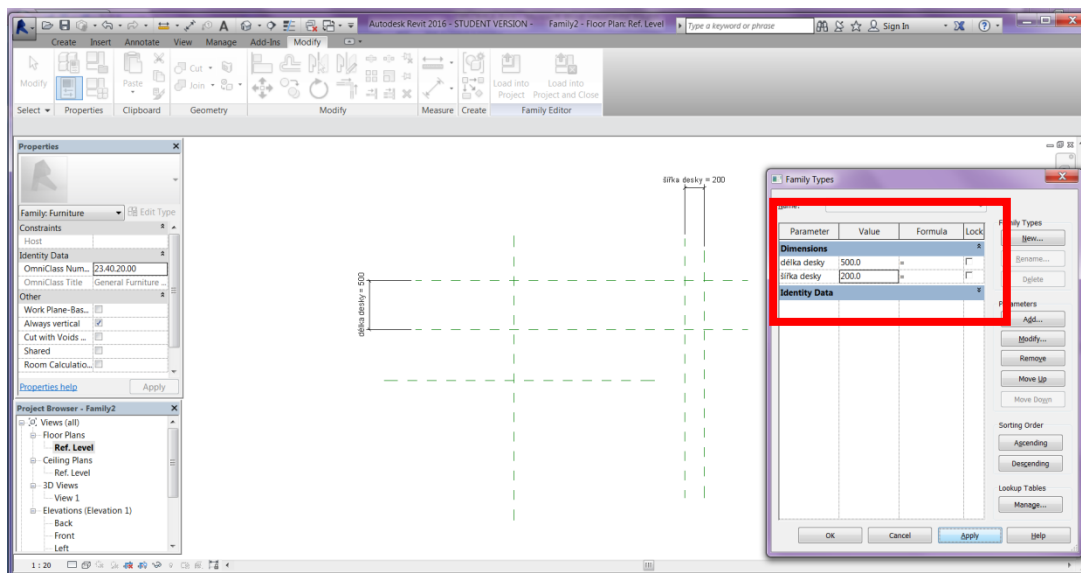


Obr. č. 13 Postup tvorby rodiny – krok 5, Zdroj vlastní



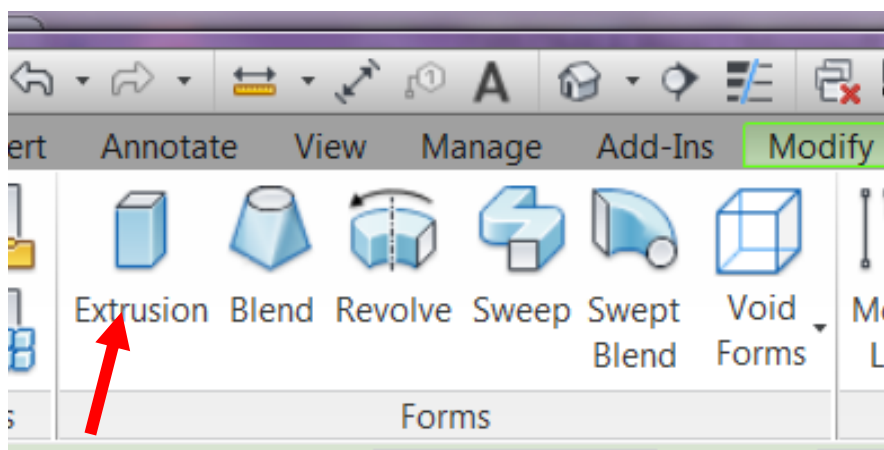
Obr. č. 14 Postup tvorby rodiny – krok 6, Zdroj vlastní

Po vytvoření obou rozměrových parametrů bude těchto využito k zadání výchozích rozměrů desky 500 mm x 300 mm, které mohou být později měněny podle velikosti prostupu (Obr. č 15).

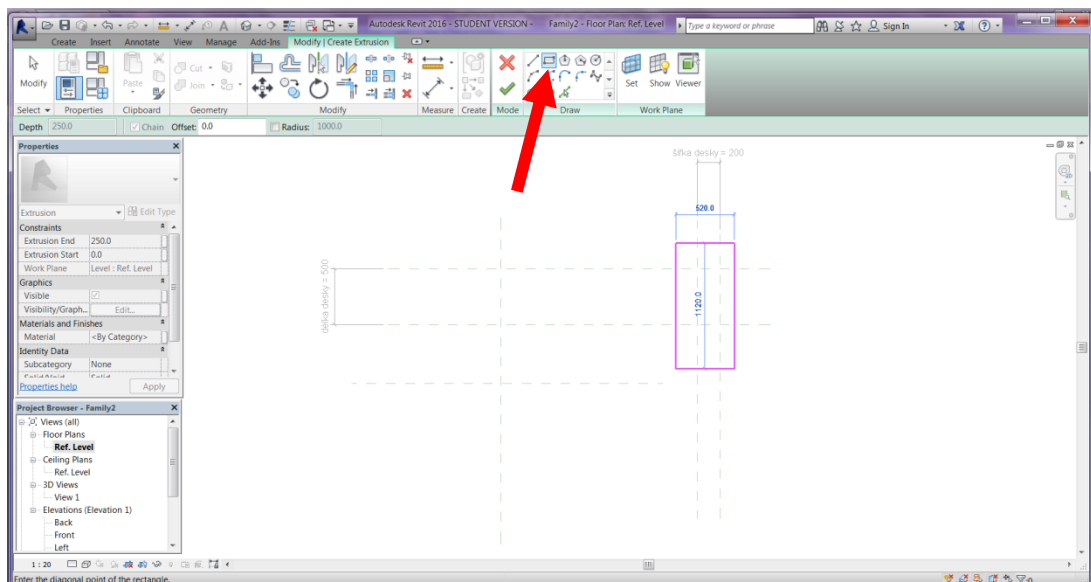


Obr. č. 15 Postup tvorby rodiny – krok 7, Zdroj vlastní

- Parametry jsou již nastaveny, vyzkoušena jejich funkčnost a je možné zahájit samotné modelování. Na záložce „Create“ je několik možností jak vytvořit tvar. „Extrusion“ znamená vytažení, po nakreslení půdorysu se obrazec vytáhne do výšky. U nástroje „Blend“ se zadají počáteční a koncový profil a prostor mezi nimi se sám vyplní. Funkce „Revolve“ provede rotaci načrtnutého tvaru kolem zadané osy, funkce „Sweep“ přemění nakreslenou čáru v tyč o daném profilu a funkce „Swept blend“ vytvoří tyč, která má na každém konci jiný profil. Deska bude vytvořená pomocí nástroje „Extrusion“ a náčrt obrazce pomocí obdélníkového kreslení (Obr. č. 16 a 17).

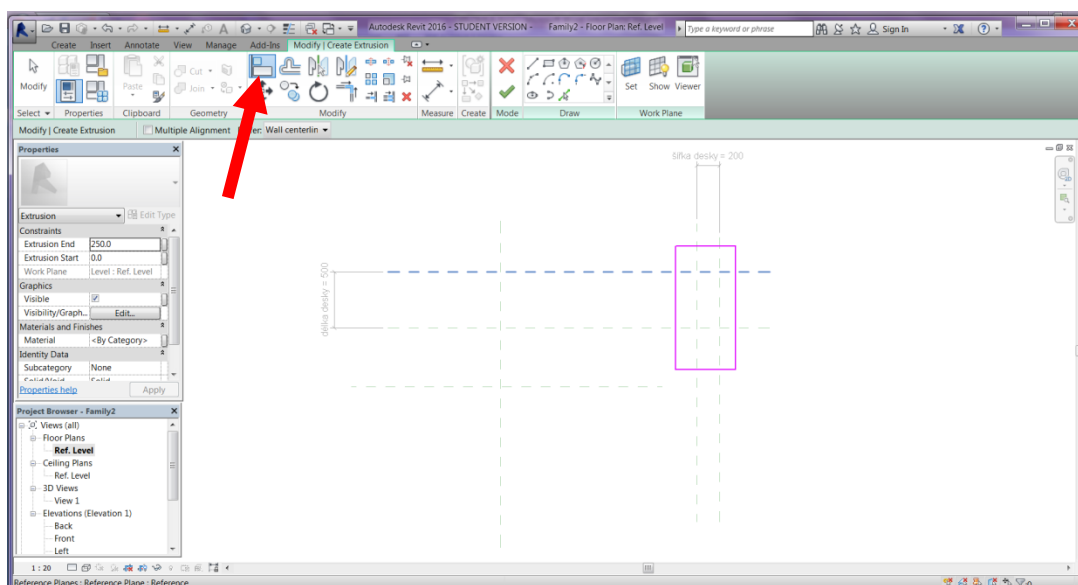


Obr. č. 16 Postup tvorby rodiny – krok 8, Zdroj vlastní

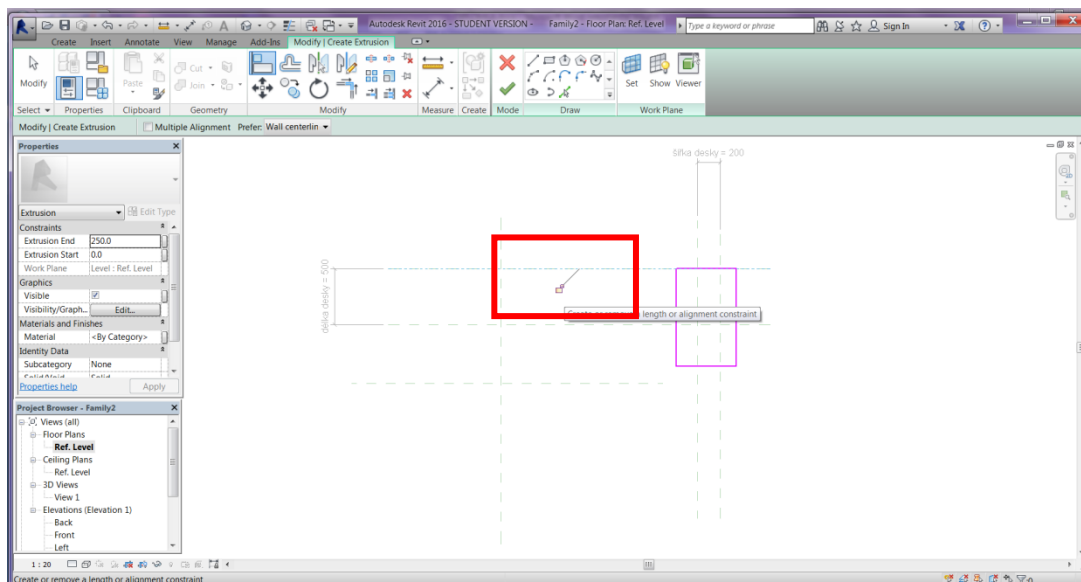


Obr. č. 17 Postup tvorby rodiny – krok 9, Zdroj vlastní

- Náčrt obrazce je nutno připojit k připraveným parametrickým rovinám, aby se při změně parametrů změnil i model. Po stisknutí ikony vyznačené na následujícím obrázku se stiskne čára parametrické roviny, poté čára nákresu a připojení se zafixuje pomocí malého zámečku na obrazovce (Obr. č. 18 a 19).

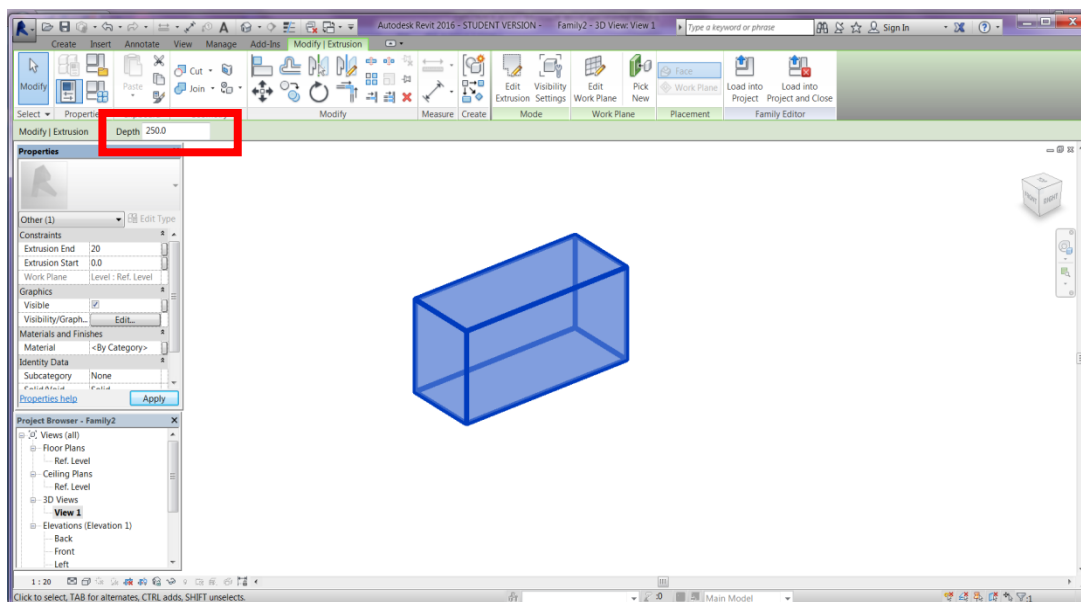


Obr. č. 18 Postup tvorby rodiny – krok 10, Zdroj vlastní



Obr. č. 19 Postup tvorby rodiny – krok 11, Zdroj vlastní

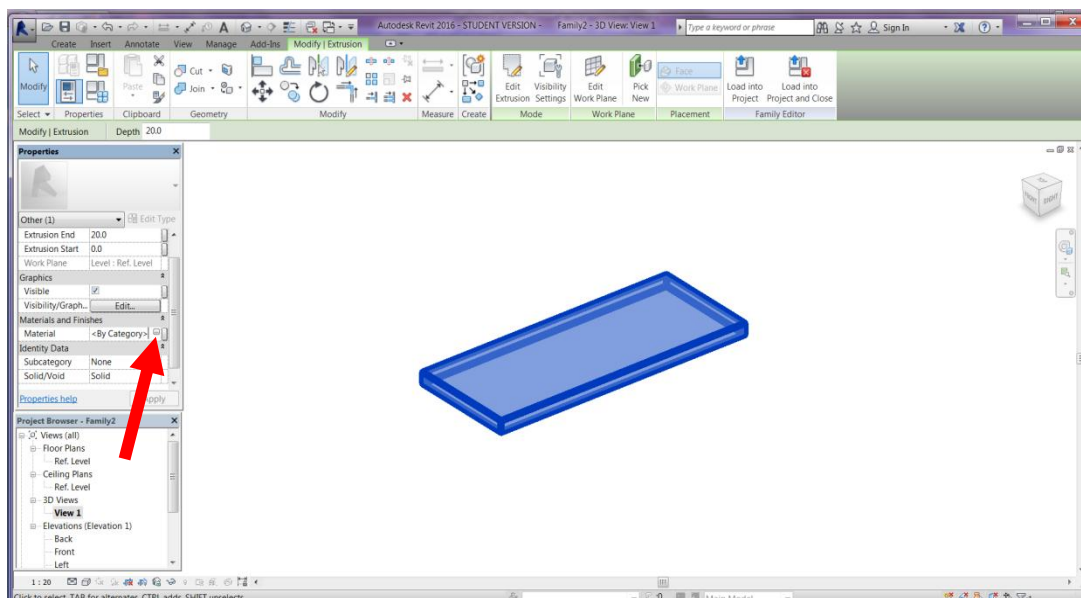
- Prozatím kreslení probíhalo pouze v půdoryse, nyní je čas přepnout do 3D pohledu, ve kterém je vidět, že deska je vyšší, než má být. Výška vytažení obrysu se upraví pomocí políčka označeného na následujícím obrázku (Obr. č. 20).



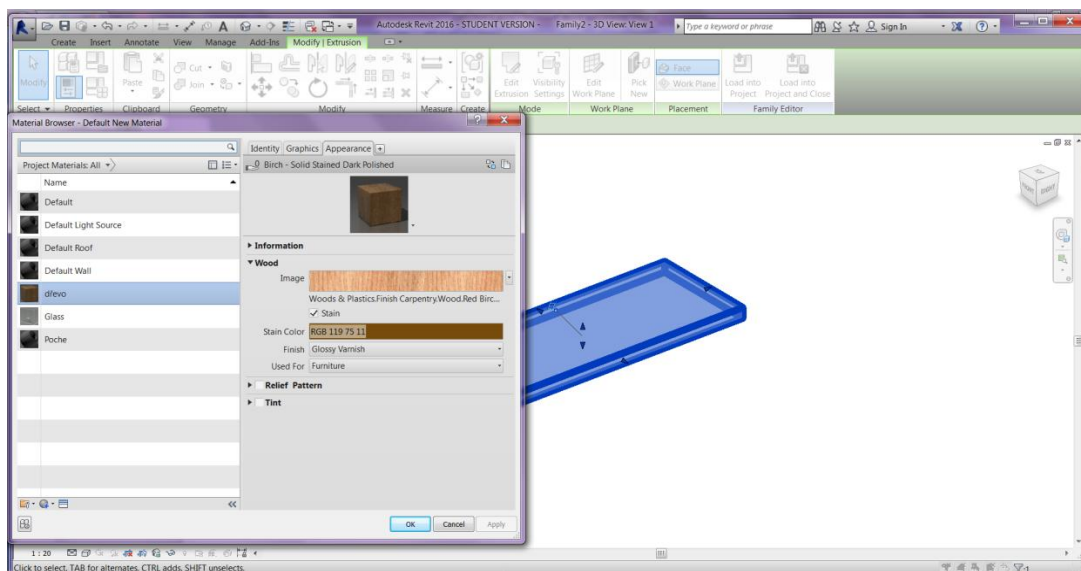
Obr. č. 20 Postup tvorby rodiny – krok 12, Zdroj vlastní

- Posledním krokem je doplnění materiálu. Na následujícím obrázku je označeno políčko, ve kterém se materiál přiřadí. Na dalších obrázcích už je vidět jen

výběr materiálu a hotová rodina (Obr. č. 21 až č. 23). Osazení rodiny do modelu budovy se věnuje kapitola 5.3.3.

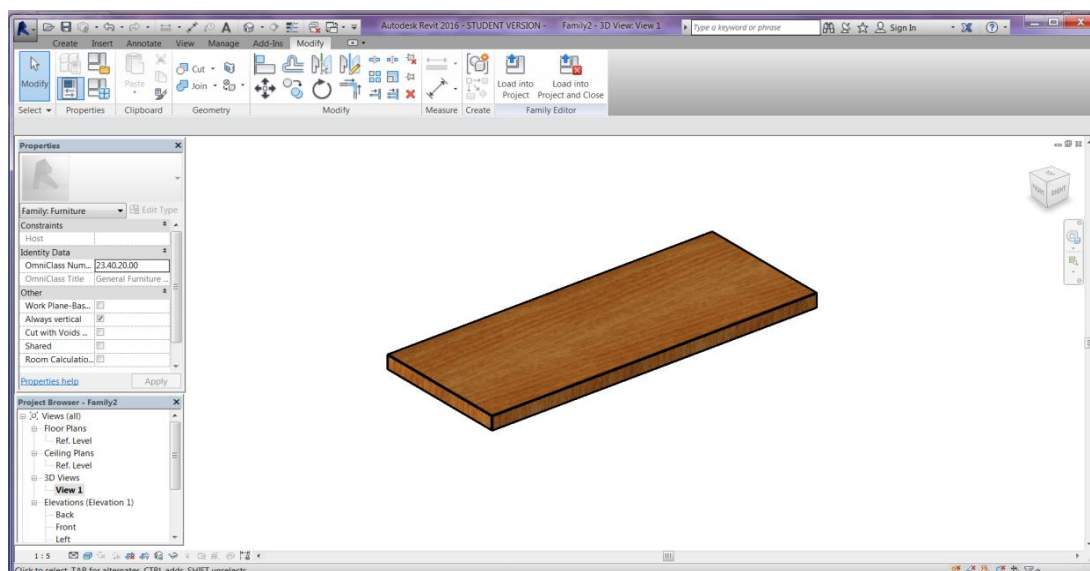


Obr. č. 21 Postup tvorby rodiny – krok 13, Zdroj vlastní



Obr. č. 22 Postup tvorby rodiny – krok 14, Zdroj vlastní



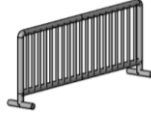
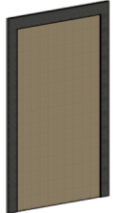




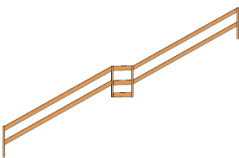
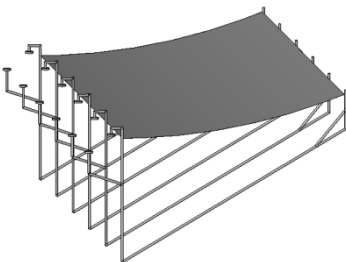
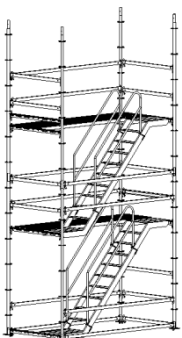
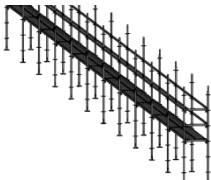




















Obr. č. 23 Postup tvorby rodiny – krok 15, Zdroj vlastní










### 5.2.3. Souhrnná tabulka použitých rodin

Tab. č. 2 Použité rodiny

<u>Popis</u>	<u>Vizualizace</u>	<u>Nastavené parametry</u>	<u>Zdroj</u>
Závora		Délka závory	Vlastní zpracování
Zakrytí otvorů v podlaze		Šířka, délka, tloušťka	Vlastní zpracování
Mobilní zábrana		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Mříž do výtahové šachty		Výška, šířka, šířka obvodového plechu	Vlastní zpracování
Zábradlí-3 tyče		Délka	Vlastní zpracování
Zábradlí-„fullmesh“		Délka	Vlastní zpracování

Zábradlí na prefabrikované schodiště		Bez parametrů	Vlastní zpracování
Záchytné sítě		Pevná rodina-bez parametrů	Knihovny Skanska
Schodišťové věže		Poskládané z připravených elementů	Knihovny Skanska
Vykládací rampa		Poskládané z připravených elementů	Knihovny Skanska
Tabulka-hasící přístroj		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-první pomoc		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-nebezpečné nebo dráždivé látky		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-nebezpečí pádu předmětu		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-nebezpečí pádu		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování

Tabulka-pozor zavěšené břemeno		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-nebezpečí střetu s mechanizací		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-nebezpečí zakopnutí		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-používej ochranné brýle		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-vstup jen v ochranné přilbě		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-vstup jen v ochranné obuvi		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-Pracuj jen zajištěn výstrojí k upoutání		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-používej ochranné rukavice		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-vstup jen s reflexní vestou		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-únik vlevo		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-únik vpravo		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-zákaz prací s otevřeným ohněm		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-zákaz průchodu pro pěší		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování

Tabulka-nepovolaným vstup zakázán		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-prostor vyhrazený pro kouření		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-místo pro telefonování		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-šatna		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-shromaždiště		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-toalety		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-únikový východ		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-hlavní uzávěr vody		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování
Tabulka-hlavní vypínač elektriny		Pevná rodina bez parametrů	Vlastní zpracování

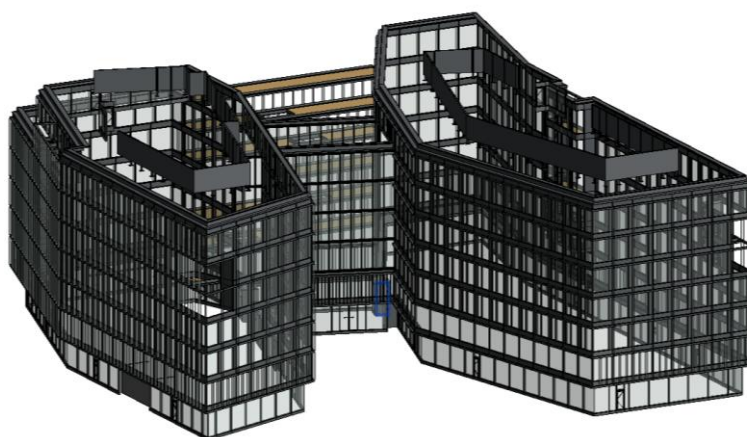
*Zdroj vlastní*

### 5.3. POPIS PRÁCE S MODELEM A JEDNOTLIVÝCH VÝSTUPŮ

Práce s modelem má několik fází. Nejprve je potřeba zjistit, který z dostupných programů bude nejvhodnější pro konkrétní činnosti a stavbu. Po otevření modelu ve správném softwaru se posoudí, jestli obsahuje všechny informace, které jsou pro zajištění BOZP potřebné, naopak se vyfiltrují ty, které potřebné nejsou, a poté je možno započít samotnou práci na doplňování nových dat do modelu a operovat s nimi.

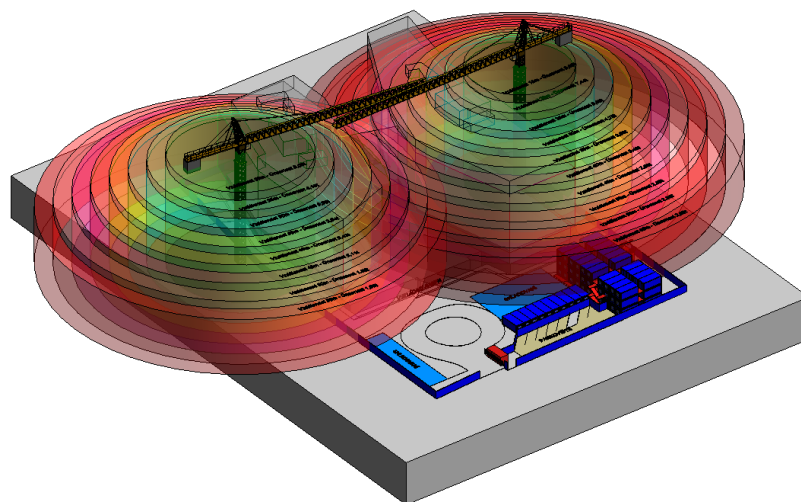
### **5.3.1. Vlastnosti předaného modelu**

Modely stavby jsou připraveny tak, aby z nich bylo možné vygenerovat výkresy k dokumentaci pro stavební povolení s tím, že je ale každá profese ve zvláštním modelu. Při koordinaci se potom modely spojí do jednoho a lze provádět kontrolu kolizí nebo vytvářet veškeré plány. Pro potřeby této práce byly předány pouze modely fasády, stavebních konstrukcí a stavební jámy se zařízením staveniště. Zařízení staveniště vytvořil ve spolupráci se stavbyvedoucím BIM koordinátor projektu podle 2D výkresu zařízení staveniště. Model fasády je vidět na následujícím obrázku.



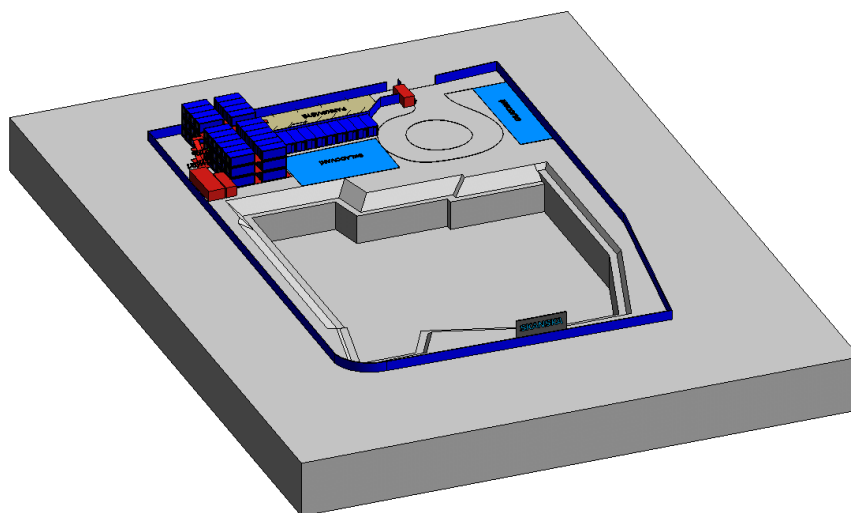
*Obr. č. 24 Převzatý model fasády, Zdroj [25]*

S modelem fasády nebude dále pracováno, nejdůležitější bude model nosných konstrukcí a zařízení staveniště. Veškeré součásti modelu stavební jámy se zařízením staveniště jsou vidět na následujících obrázcích. Na obrázku č. 25 jsou vidět oba jeřáby včetně prstenců, které vyznačují nosnost v jednotlivých délkách vyložení. Také jsou vidět přístupy ke stavbě, oplocení, skladovací plochy, plocha pro otáčení zásobovacích vozidel a buňkoviště.



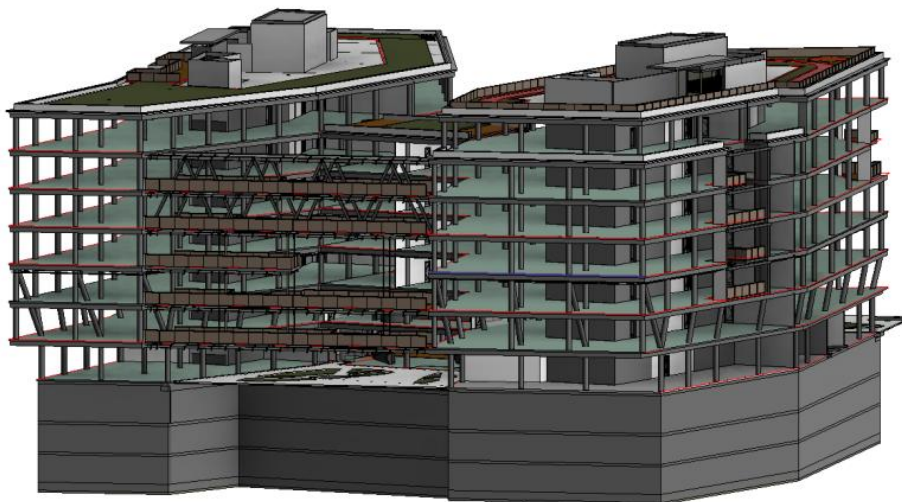
*Obr. č. 25 Převzatý model stavební jámy a ZS, Zdroj [25]*

Na dalším obrázku č. 26 byly skryty elementy jeřábů, aby byl vidět zbytek staveniště, tentokrát je model natočen ze severní strany. Model terénu byl vytvořen projektantem v programu AutoCAD Civil 3D, který se využívá při projekci inženýrských staveb.



*Obr. č. 26 Převzatý model stavební jámy a ZS bez jeřábů, Zdroj [25]*

Na následujícím obrázku je vizualizace modelu stavební části, kde jsou vidět nosné konstrukce, ale i finální souvrství na střeších. Při bližším prozkoumání jsou v modelu také vidět zařizovací předměty, nábytek a zámečnické a truhlářské prvky. Ve výtahových šachtách jsou osazeny zjednodušené rodiny výtahů. Prostupy a šachty pro TZB jsou prázdné a zaplnily by se po připojení dalších modelů obsahujících sítě a technologie. Na střeše jednoho z objektů je vidět i běžecká dráha.

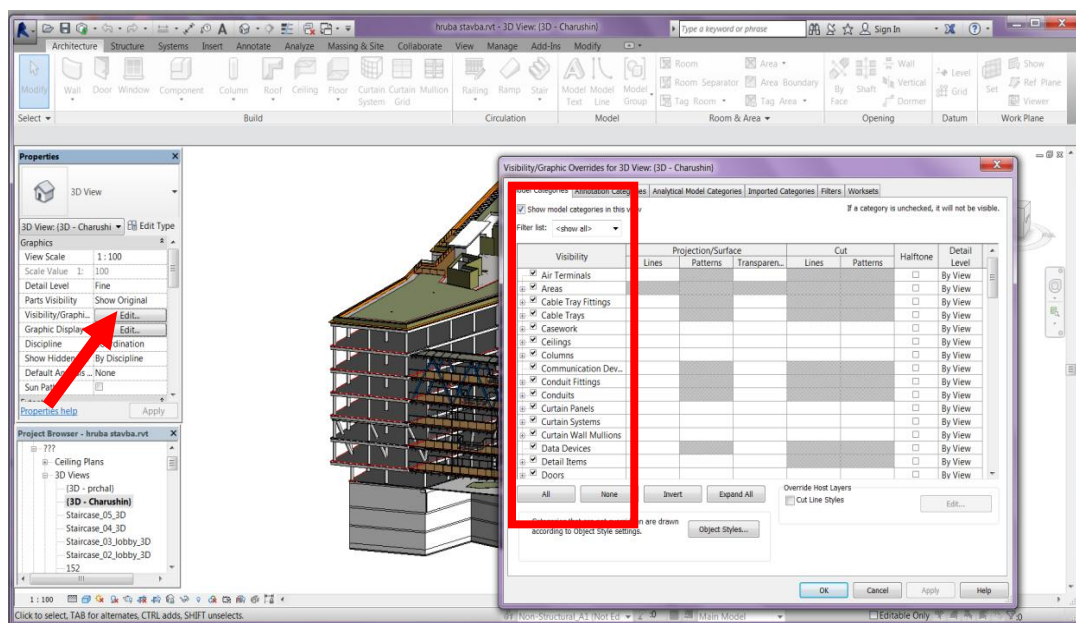


Obr. č. 27 Převzatý model budovy, Zdroj [25]

Převzaté modely jsou plně dostačující pro potřeby této práce a není potřeba do nich nic doplňovat. V dalších krocích z nich naopak budou některé prvky filtrovány.

### 5.3.2. Úpravy modelu pro potřeby BOZP

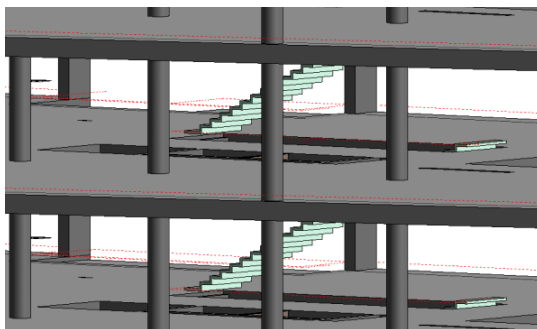
Jak bylo již zmíněno, v modelu jsou některé prvky, které jsou pro činnosti BOZP zbytečné a naopak by mohly překážet. Na následujícím obrázku je vyznačeno, jak se takové objekty v modelu skryjí.



Obr. č. 28 Postup filtrování částí modelu, Zdroj vlastní na základě podklad; [25]

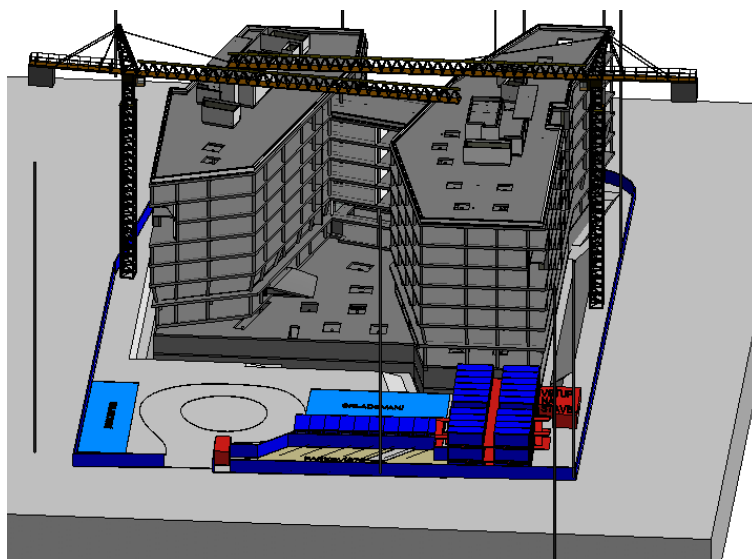






*Obr. č. 31 3D pohled upraveného prostoru, Zdroj vlastní na základě podkladů [25]*

Po odstranění nepotřebných rodin byl model stavby propojen s modelem zařízení staveniště (Obr. č. 32), protože tak bude mnohem přehlednější při dalším využití například pro vstupní školení na stavbu. Jeřáby byly přidány bez prstenců vyznačujících dosahy.



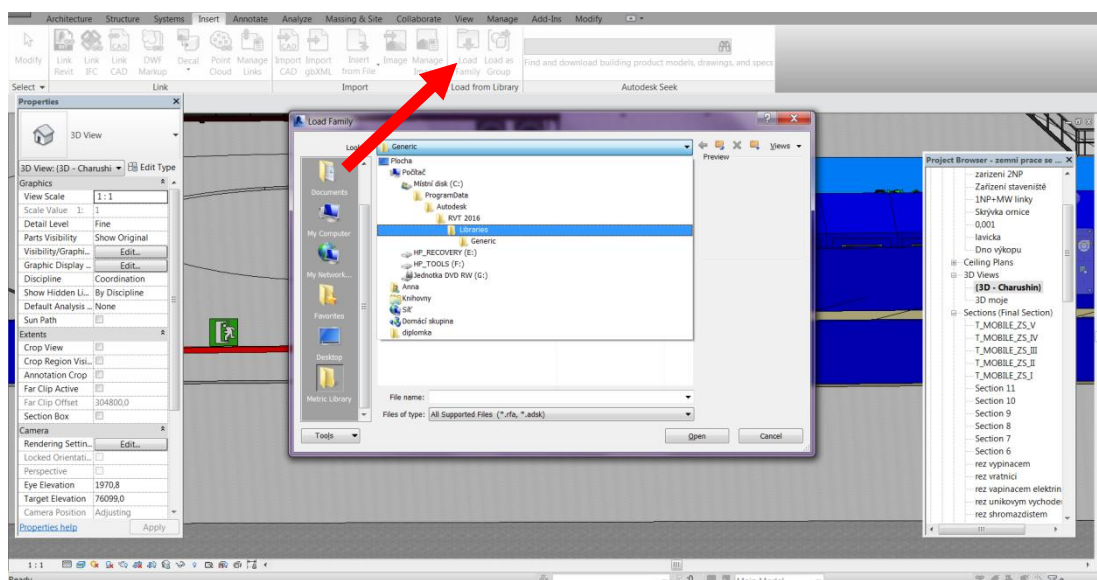
*Obr. č. 32 Model hrubé stavby se ZS, Zdroj vlastní na základě podkladů [25]*

### **5.3.3. Finální modely**

Při výsledných úpravách byly řešeny pouze 2 varianty modelů. V první variantě je vidět zařízení staveniště a stavební jáma, lze tedy říci, že zde budou aplikována bezpečnostní opatření pro zemní práce. Ve druhé variantě je použito stejné zařízení staveniště, ale je již přidán i model skeletu budovy. V tomto budou tedy řešena rizika pro fázi hrubé stavby. BIM má využití při všech fázích výstavbového projektu a opatření lze vymodelovat pro všechny činnosti, největší uplatnění má však právě při pracích, kde hrozí pád z výšky nebo do hloubky a zmíněné modely jsou tak klíčové.

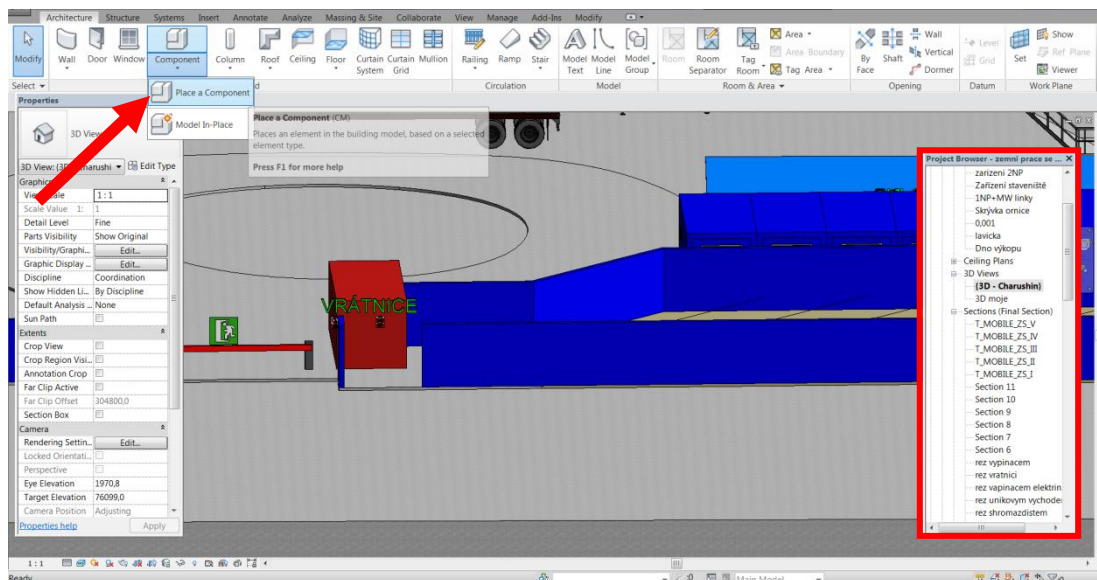
Obecně do části obou modelů, kde se nachází zařízení staveniště, byly přidány bezpečnostní cedulky (Průchod pro pěší zakázán, Nebezpečí střetu s mechanizací, Nebezpečí chemické nebo dráždivé látky, Zákaz práce s otevřeným ohněm, Nepovolaným vstup zakázán a Nasazení OOPP) a piktogramy usnadňující orientaci pracovníků (Šatna, Toalety, Prostor vyhrazený pro kouření, Umístění hasičiho přístroje, Místo první pomoci, atd.). Ve fázi, kdy jsou již namontovány jeřáby, byla do těchto míst přidána i tabulka upozorňující na nebezpečí pádu zavěšeného břemene. Do obou modelů byla také do vjezdu na stavbu osazena závora, do místa vykládky materiálu vykládací rampa a jako přístup do stavební jámy byla osazena schodišťová věž, která byla pro potřeby sestupu na dno výkopu zvýšena a pro potřeby výstupu do INP při realizaci hrubé stavby naopak snížena.

Při umisťování rodiny do modelu je nejprve tuto rodinu načíst do projektu v Revit ze složky. Ikona pro načtení rodiny je vyznačena na Obr. č. 33.



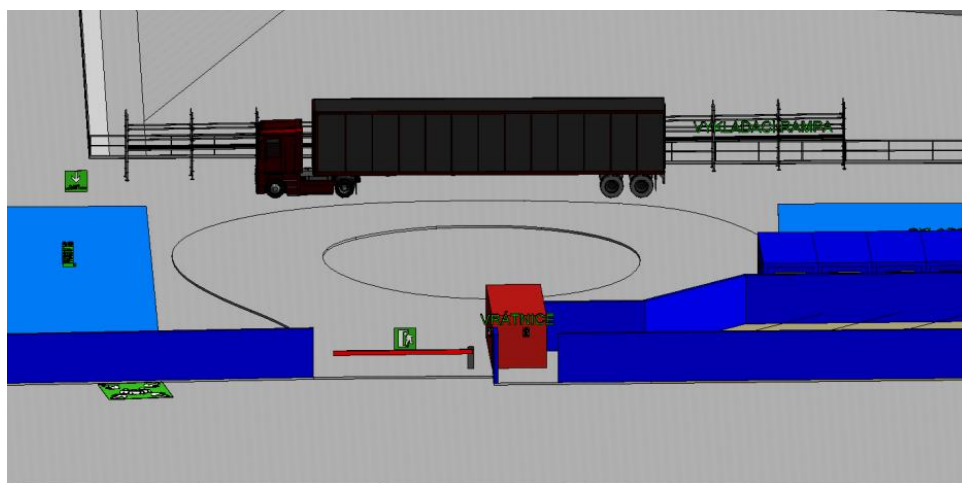
Obr. č. 33 Postup vkládání rodiny – krok 1, Zdroj vlastní

Dále už stačí rodinu vložit na požadovanou pozici pomocí funkce „Place a Component“ vyznačené na obrázku č. 34. Pro zajištění správné polohy je nejvhodnější umístit rodinu v půdoryse a výšku upřesnit v řezu. Mezi jednotlivými výkresy se přepíná pomocí prohlížeče projektu.

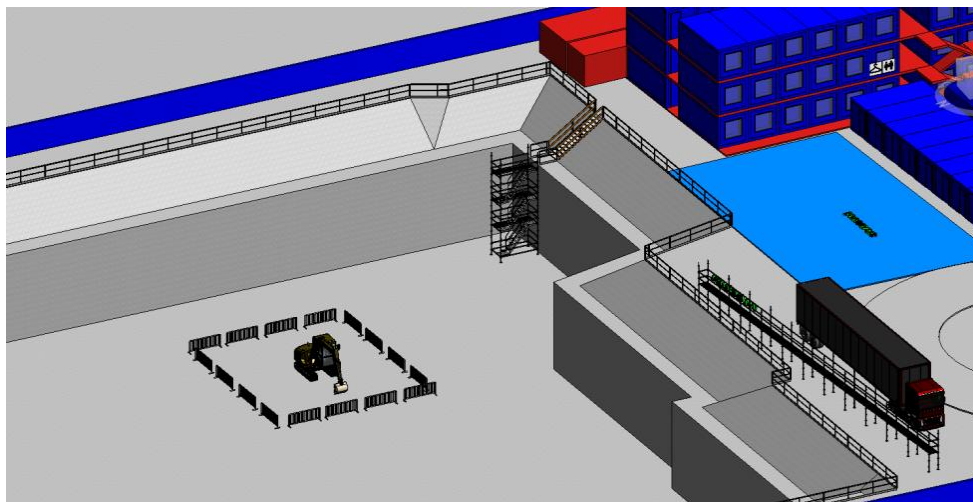


Obr. č. 34 Postup vkládání rodiny – krok 2, Zdroj vlastní

Do modelu zemních prací bylo dále přidáno zábradlí okolo výkopu a na dno výkopu bylo pro názornost umístěno rypadlo, kolem kterého jsou osazeny mobilní zábrany jako příklad vymezení ohroženého prostoru kolem stroje. K vykládací rampě byl pro názornost jejího využití umístěn kamion. Rodiny rypadla a kamionu jsou opět převzaté z knihovny společnosti Skanska. Návodu na vytvoření zábradlí je věnován konec této kapitoly. Na následujících obrázcích (Obr. č. 35 a 36) jsou vidět výseky upraveného modelu.



Obr. č. 35 Finální model – pohled 1, Zdroj vlastní na základě pokladů [25]

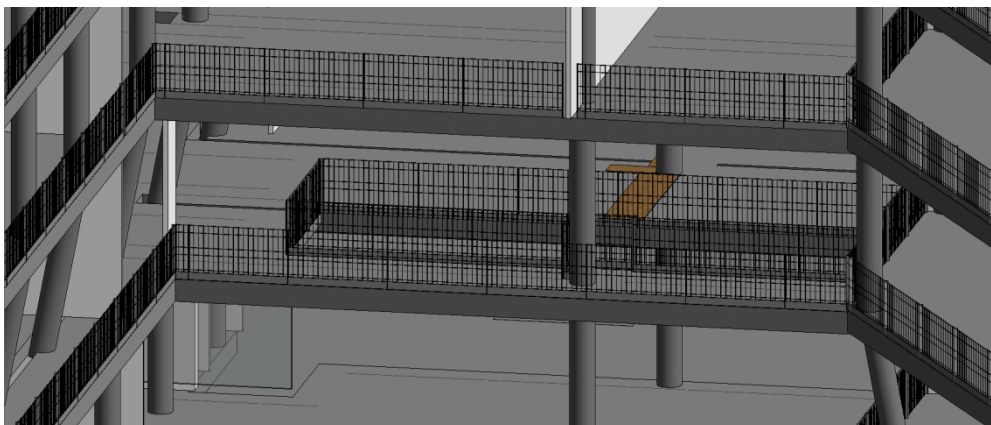


*Obr. č. 36 Finální model – pohled 2, Zdroj vlastní na základě podkladů [25]*

Do modelu hrubé stavby bylo kromě již zmíněných objektů přidáno do všech pater zábradlí typu fullmesh, dále zábradlí na schodiště a zakrytí menších prostupů (Obr. č. 37 a 38).

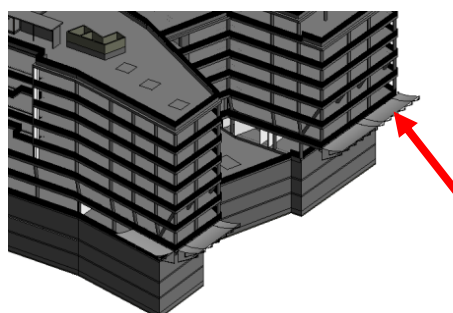


*Obr. č. 37 Model kolektivní ochrany, Zdroj vlastní na základě [25]*



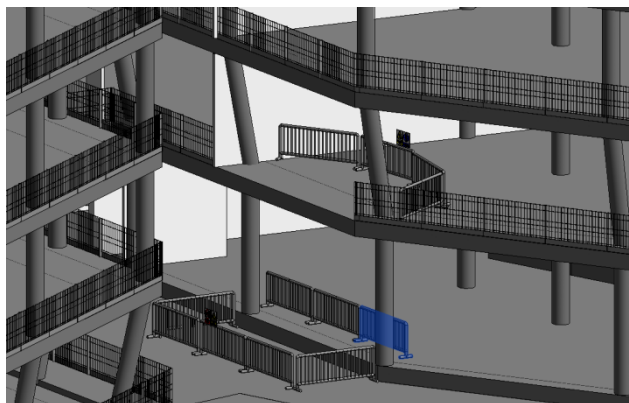
*Obr. č. 38 Bližší pohled na model kolektivní ochrany, Zdroj vlastní na základě [25]*

Do 2NP byly na kritické místo nad veřejným prostorem umístěny záchytné sítě (Obr. č. 39). U budoucích dveří do výtahů byly osazeny mříže, které brání pádu do šachty a na každou mříž byly umístěny bezpečnostní cedulky upozorňující na toto riziko. Do celého objektu byly umístěny značky ukazující směr úniku v případě evakuace. Tato opatření jsou vidět na obrázcích z videí v následující kapitole této práce.



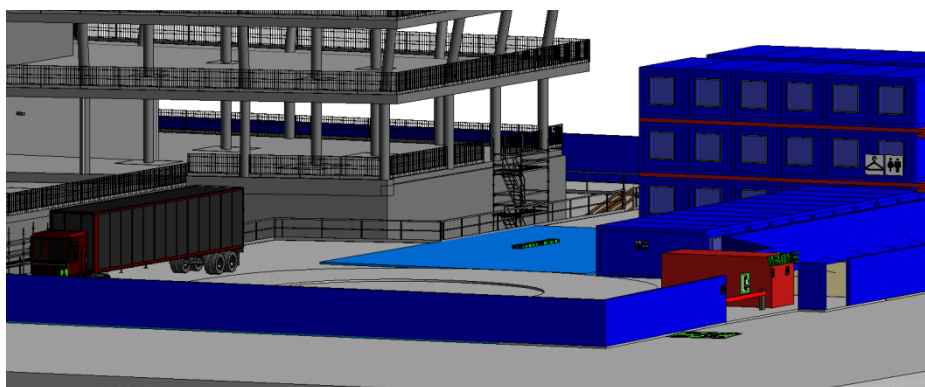
*Obr. č. 39 Pohled na záchytné sítě, Zdroj vlastní na základě [25]*

Jako názorná ukázka zabezpečení práce ve výškách bylo v jednom z úseků po obvodu budovy vynecháno zábradlí, v bezpečné vzdálenosti byly osazeny mobilní zábrany a pod tímto místem byl vyznačen ohrožený prostor také pomocí mobilních zábran (Obr. č. 40).

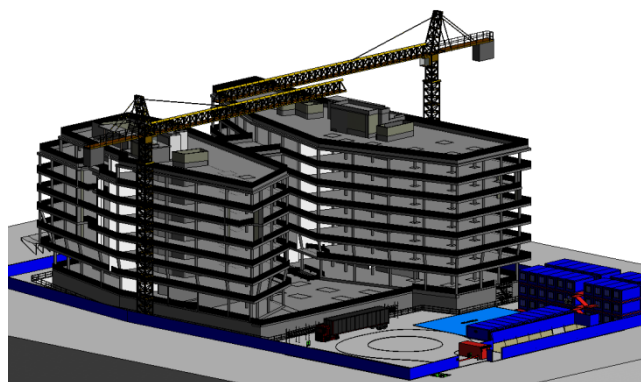


*Obr. č. 40 Pohled na místo bez kolektivní ochrany, Zdroj vlastní na základě [25]*

Na závěr bylo k takto upravenému modelu připojeno zařízení staveniště s terénem, zabezpečením výkopu a schodišťovou věží, která zajišťuje přístup do objektu (Obr. č. 41 a 42).



*Obr. č. 41 Pohled na ZS a přístupy na staveniště, Zdroj vlastní na základě [25]*



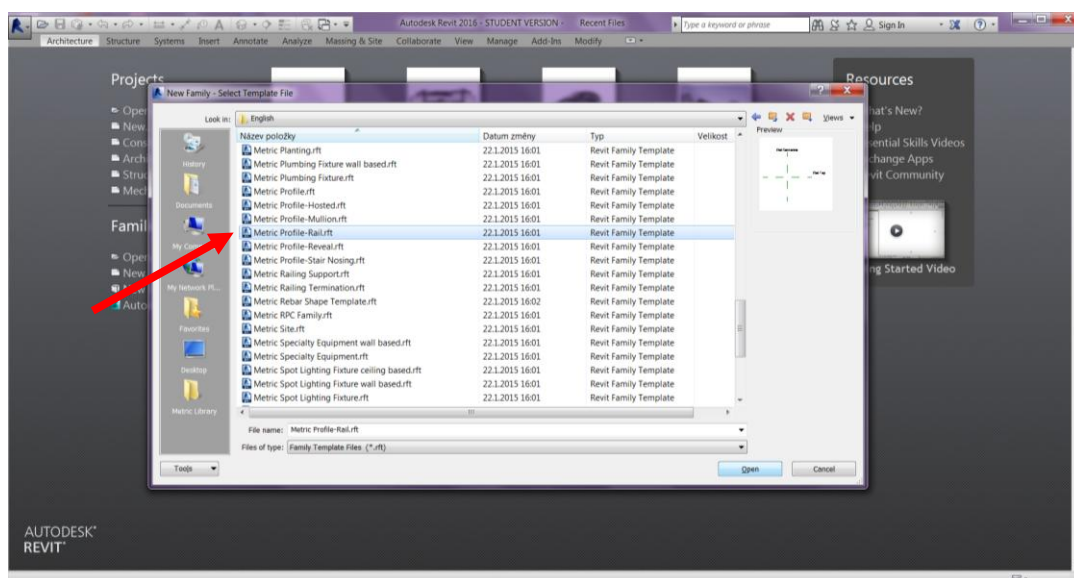
*Obr. č. 42 Celkový pohled na výsledný model, Zdroj vlastní na základě [25]*

Další úpravy modelu jsou patrné ze snímků z videí v následující kapitole.

## Postup vytváření rodiny zábradlí a zakreslení v projektu

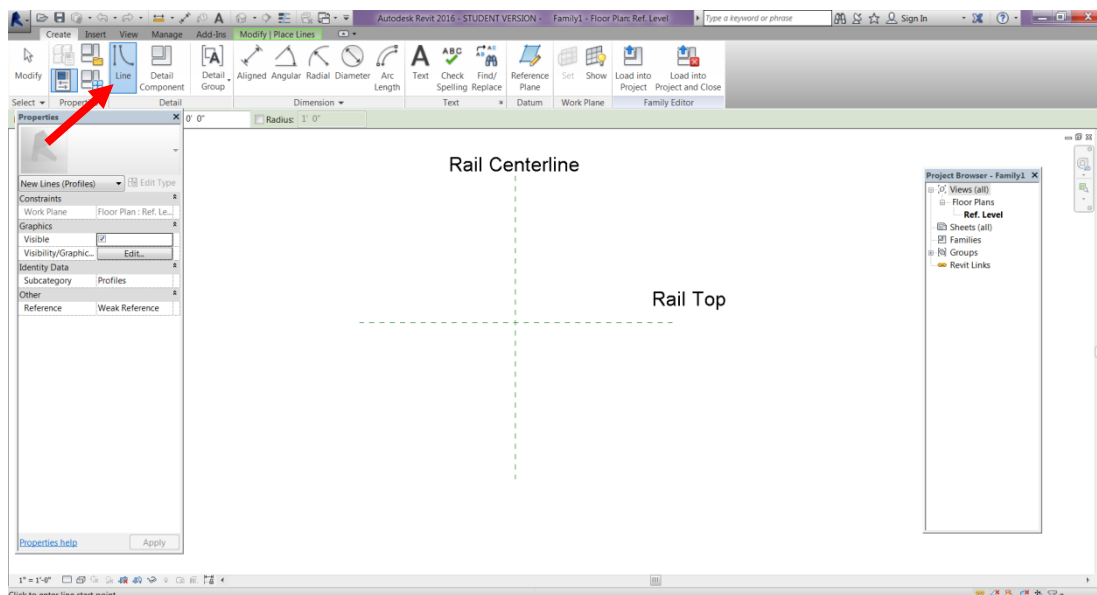
Postup tvorby rodiny zábradlí a jejího osazení je patrný z obrázků č. 43 až č. 48.

- Rodina zábradlí se skládá přímo v projektu z rodin sloupků a madel, případně panelů. Nejprve je tedy potřeba vytvořit rodinu madla. Pro účely obecného zábradlí BOZP byl vytvořen jeden profil splňující parametry zarážky u podlahy dle příslušné legislativy a dále jeden profil zastupující horní madlo a střední tyč. Pro potřeby zábradlí fullmesh bylo vytvořeno jedno madlo ve tvaru 2,5 mm tlustého drátu, které bude později opakováno tak, aby byla vytvořena výsledná mříž. Na následujícím obrázku je vyznačena šablona rodiny pro profil madla.



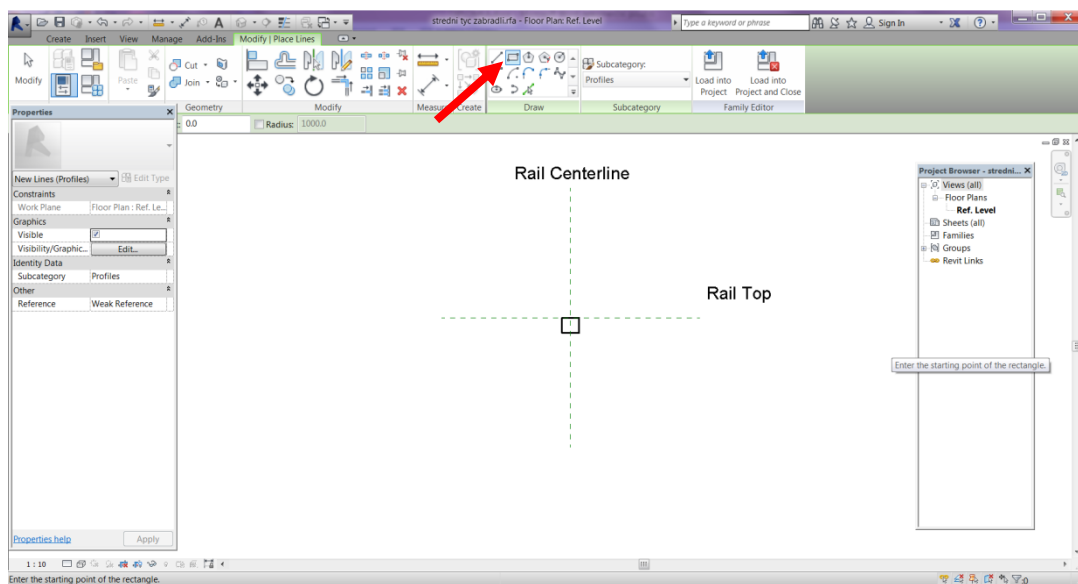
Obr. č. 43 Postup tvorby zábradlí – krok 1, Zdroj vlastní

- Po otevření šablony se objeví pracovní prostor, kde jsou vyznačeny osy, vodorovná znamená vršek madla a svislá je označena jako osa zábradlí. Pro náčrt profilu byla zvolena funkce „Line“ neboli čára.



Obr. č. 44 Postup tvorby zábradlí – krok 2, Zdroj vlastní

- Madlo bude mít obdélníkový průřez, bude zvoleno kreslení obdélníku.

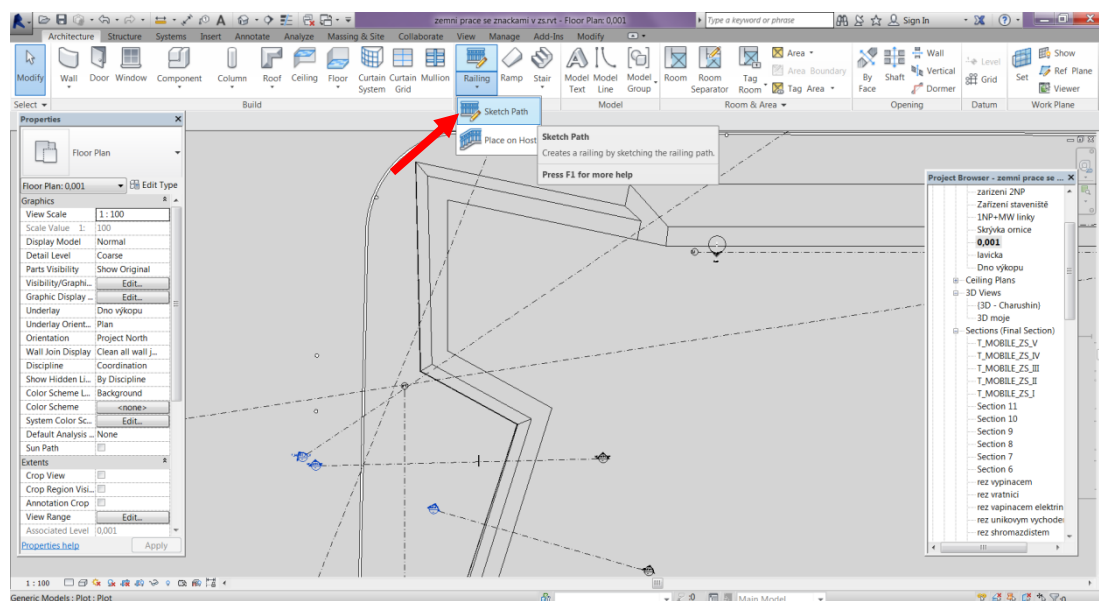


Obr. č. 45 Postup tvorby zábradlí – krok 3, Zdroj vlastní

- Stejným způsobem je vytvořen i sloupek, pouze byla na začátku zvolena jiná šablona. Pro klasické BOZP zábradlí byl použit výchozí sloupek generovaný softwarem a pro zábradlí typu fullmesh byl vytvořen opět svislý drát o průměru 2,5 mm. Rodiny všech madel a sloupků nyní mohou být uloženy a zavřeny a práce se přesune do projektu, konkrétně do půdorysu podlaží, kde bude zábradlí

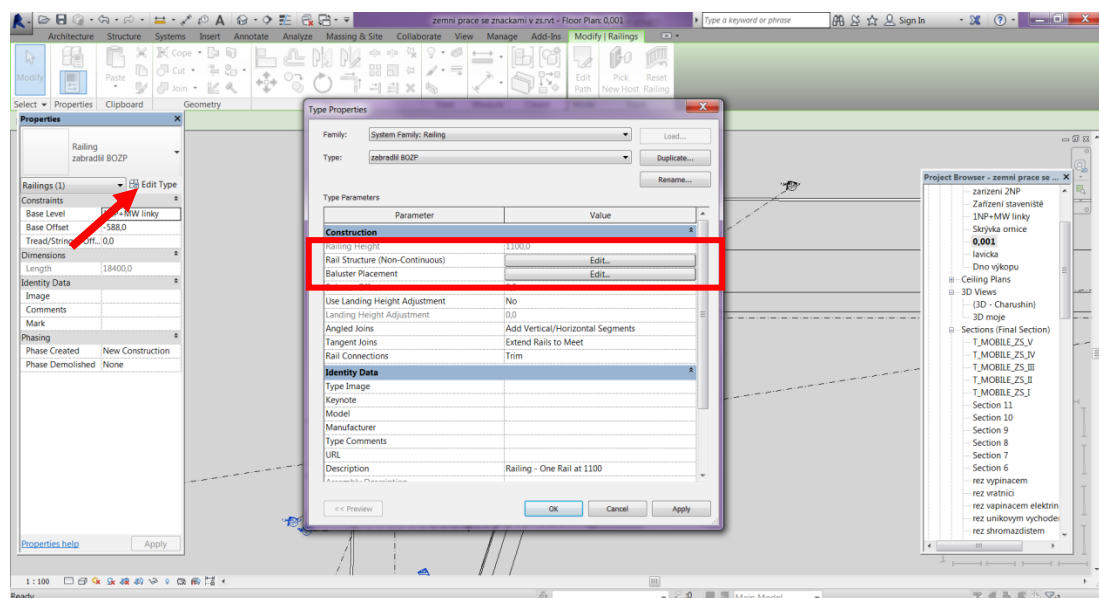


zakresleno. Tam se na záložce „Architecture“ nachází nástroj pro zakreslení čáry demonstrující zábradlí. Na následujícím obrázku je označena příslušná ikona.



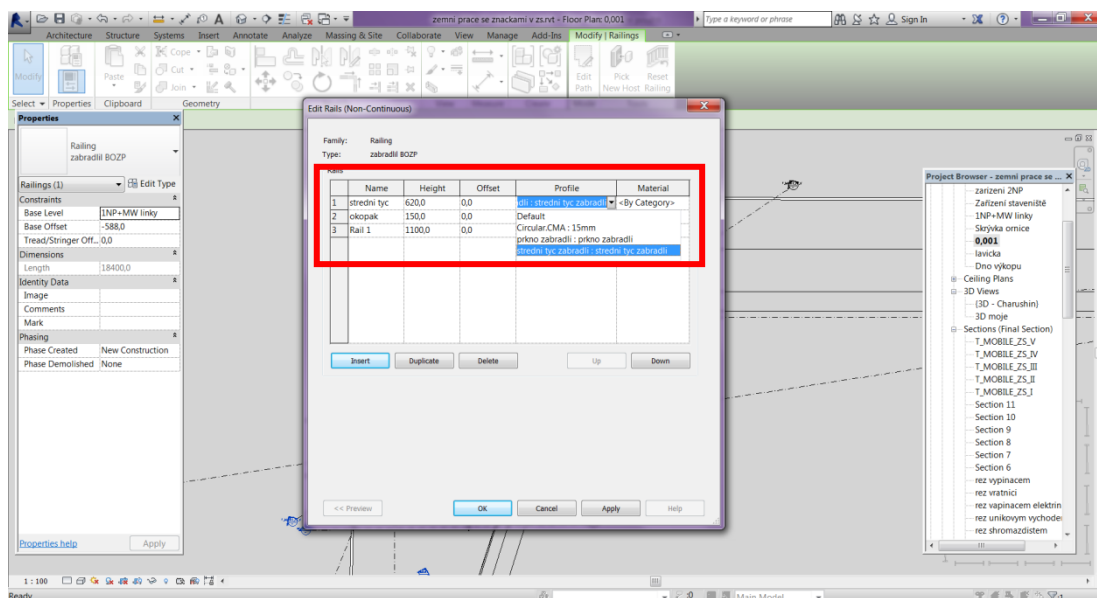
Obr. č. 46 Postup tvorby zábradlí – krok 4, Zdroj vlastní

- Po zakreslení trasy zábradlí je nutno provést úpravy, aby bylo výchozí zábradlí programu upraveno pro požadavky uživatele. Při označení možnosti „Edit type“ na panelu vlastností (viz. následující obrázek) se objeví dialogové okno, ve kterém jsou dvě editovatelné řádky s názvem „Rail Structure“ a „Baluster Placement“.



Obr. č. 47 Postup tvorby zábradlí – krok 5, Zdroj vlastní

- Po vybrání možnosti úprav se zobrazí další okno, ve kterém už se definují jednotlivá madla, nahrávají se předem připravené a importované rodiny, určují se jejich výšky, rozteče a materiály. Stejný postup se poté opakuje u sloupků, kde se nastavuje i rozprostření součástí na začátcích a koncích úseků nebo v rozích.



Obr. č. 48 Postup tvorby zábradlí – krok 6, Zdroj vlastní

## 6. VYUŽITÍ BIM PRO BOZP

Jak bylo již uvedeno, plánování je v oblasti bezpečnosti jedním z nejdůležitějších úkolů. Aby bylo možno stavbu postavit, co nejbezpečněji, musí být správně zkoordinované činnosti, zároveň musí být stavebník předem informován o všech rizicích a požadavcích, aby na ně mohl včas reagovat. Pokud stavebník podává nabídku do výběrového řízení na stavební práce, ať už jako generální zhotovitel nebo subdodavatel, musí počítat s náklady na BOZP. Když je jasně definované zadání požadavků na konkrétní prvky a jejich počty, může pak řízení BOZP na staveništi probíhat mnohem efektivněji. Ze 2D dokumentace však někdy nejsou patrné komplikované nebo dočasné situace, na problém se přichází až během činností a na vyhledání správného řešení je již pozdě. BIM přináší v tomto přínos jak pro stavebníky, tak pro koordinátora BOZP, který pomocí modelu vidí již ve fázi návrhu, jak bude stavba vypadat v jakýkoliv okamžik během prováděných prací. Nástroje BIM ale mají své uplatnění po celou dobu životnosti výstavbového projektu. V této kapitole je doba trvání projektu zjednodušeně rozdělena na fázi plánování, realizace a užívání. Pro každou fázi jsou popsány některé postupy, které při jejich implementaci výrazně pomohou při úkolech v prevenci rizik.

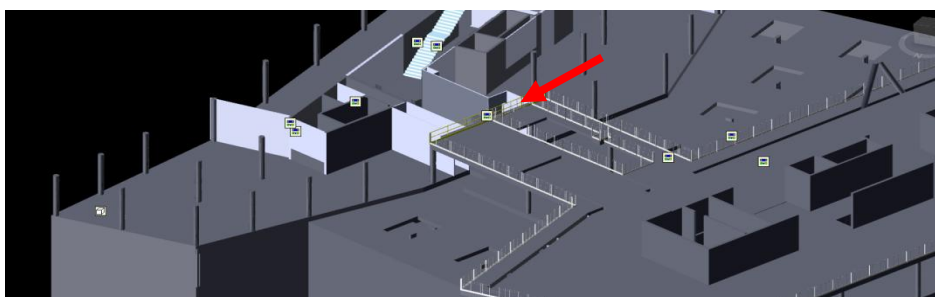
### 6.1. VE FÁZI PLÁNOVÁNÍ

V této fázi se bezpečností zabývá nejvíce koordinátor BOZP, který zpracovává plán. V plánu mohou být použity samotné modely, do kterých aplikuje jednotlivé prvky a značení, jak bylo zpracováno v předešlé kapitole této práce. Může z modelu vygenerovat výkresy kolektivní ochrany a také může pro všechny etapy výstavby předem určit přístupy na jednotlivá pracoviště, protože v modelu vidí, jaké budou v daný okamžik na stavbě prostorové podmínky. Níže jsou uvedeny další nástroje, které mohou pomoci dosáhnout vyšší úrovně práce koordinátora BOZP, zároveň mohou ale pomoci i stavbyvedoucímu při přípravě projektu.

#### a) Vytvoření harmonogramu s prvky BOZP a připojení na model

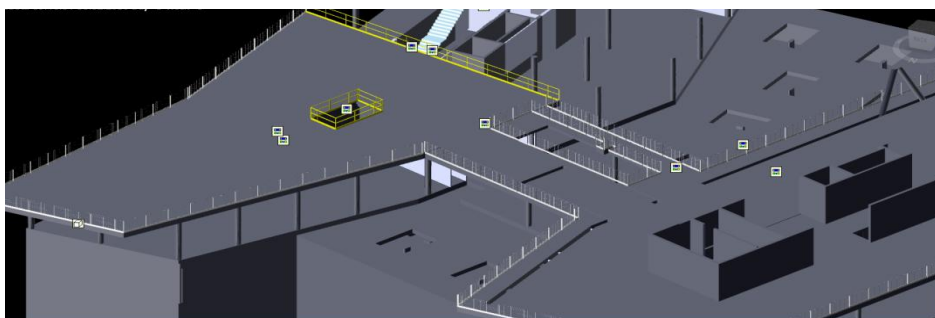
Při tvorbě harmonogramu jsou obvykle brány v úvahu pouze položky týkající se finálních konstrukcí a jejich částí, pokud však budou do harmonogramu přidány i činnosti týkající se montáže a demontáže bezpečnostních prvků, bude tak na ně vymezen adekvátní časový úsek, pracovníci nebudou v časové tísní, budou více dbát

na správné kompletace předepsaných prvků a nebude docházet ke zpoždění termínů. Software Navisworks Manage má nástroj pro tvorbu harmonogramů, případně může být předem vytvořený harmonogram importován. Položky harmonogramu se propojí s rodinami z modelu a vytvoří se tak simulace výstavby. Tím jsou odhalena další nezabezpečená místa, která je díky tomu možné řešit včas. V rámci této diplomové práce byl takto simulován postup umísťování zábradlí při rozdělení stropu na více záběrů. Jedná se pouze o ukázkou, proto bylo v rámci zjednodušení vybráno jedno podlaží, konkrétně strop nad 1NP a stěny 2NP. Z této simulace byla vybrána sekvence snímků. Na následujícím obrázku (Obr. č. 49) je v levé dolní části vidět první záběr stropu. Bílé zábradlí je zábradlí typu fullmesh, které zůstává na místě po delší dobu. Žluté zábradlí (na obrázku označené šipkou) je trojúhelníkové zábradlí, které je přemisťováno při přibývajících záběrech a také při provedení stěn okolo šachet.



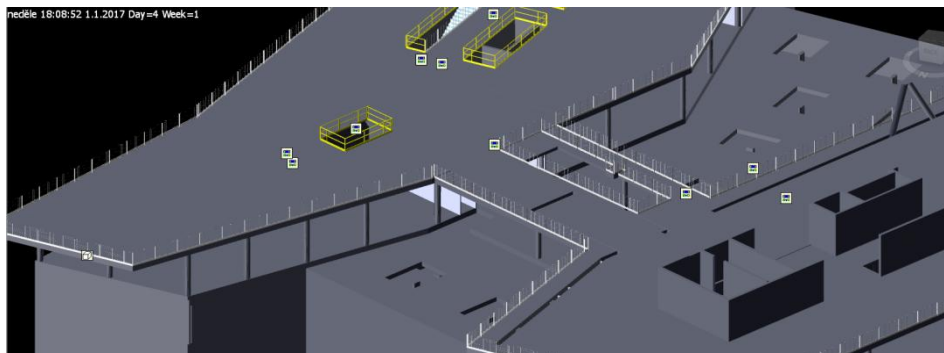
*Obr. č. 49 Simulace výstavby 1. záběr, Zdroj vlastní na základě [25]*

Na dalším obrázku (Obr. č. 50) je vidět, že jakmile je proveden další záběr, může být zábradlí rozebráno a použito na další pracovní spáru. Také se na simulaci objevuje dočasné zábradlí okolo prostupů, kde budou později provedeny stěny nebo zámečnické zábradlí na hlavních schodišťových podestách.



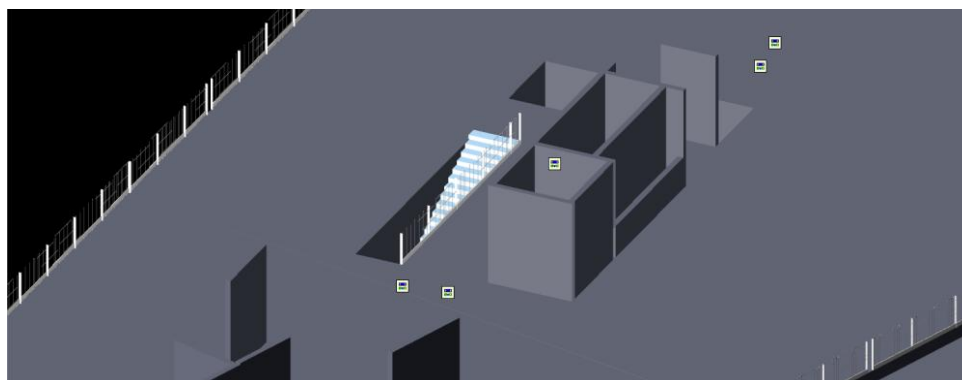
*Obr. č. 50 Simulace výstavby 2. záběr, Zdroj vlastní na základě [25]*

A na obrázku č. 51 je již hotový strop a dočasné zábradlí je použito pouze okolo prostupů.



*Obr. č. 51 Simulace postupu výstavby 3. záběr, Zdroj vlastní na základě [25]*

V závěru simulace (Obr. č. 52) postupně mizí zábradlí okolo prostupů a objevují se nosné stěny.



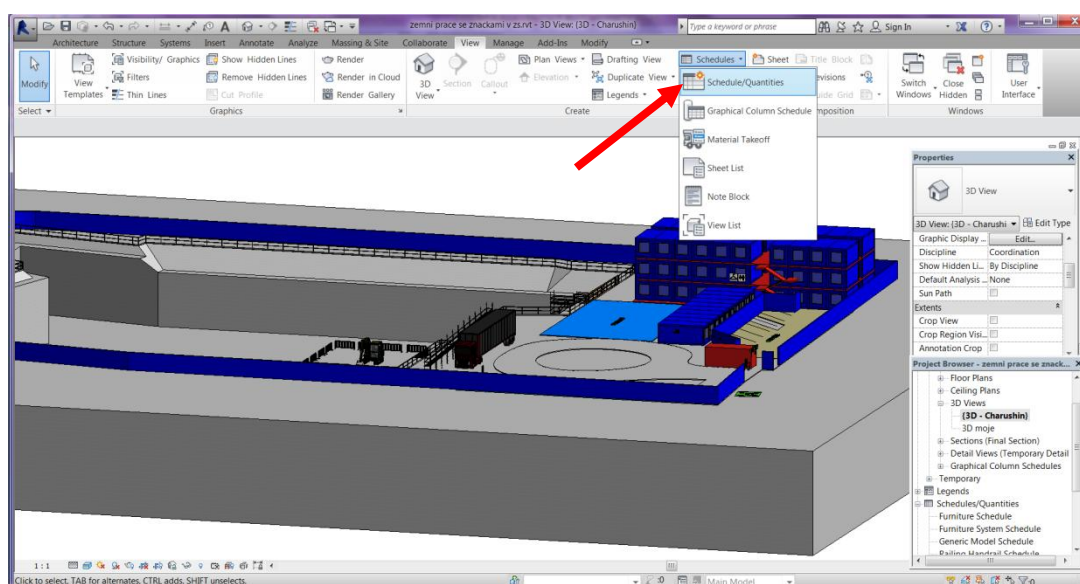
*Obr. č. 52 Simulace postupu výstavby stěn, Zdroj vlastní na základě [25]*

Takto lze podrobně zanést do harmonogramu všechna patra, což napomáhá nejen při identifikaci nečekaných rizik ale také při časovém plánování dodávek materiálu.

#### b) Výkazy množství

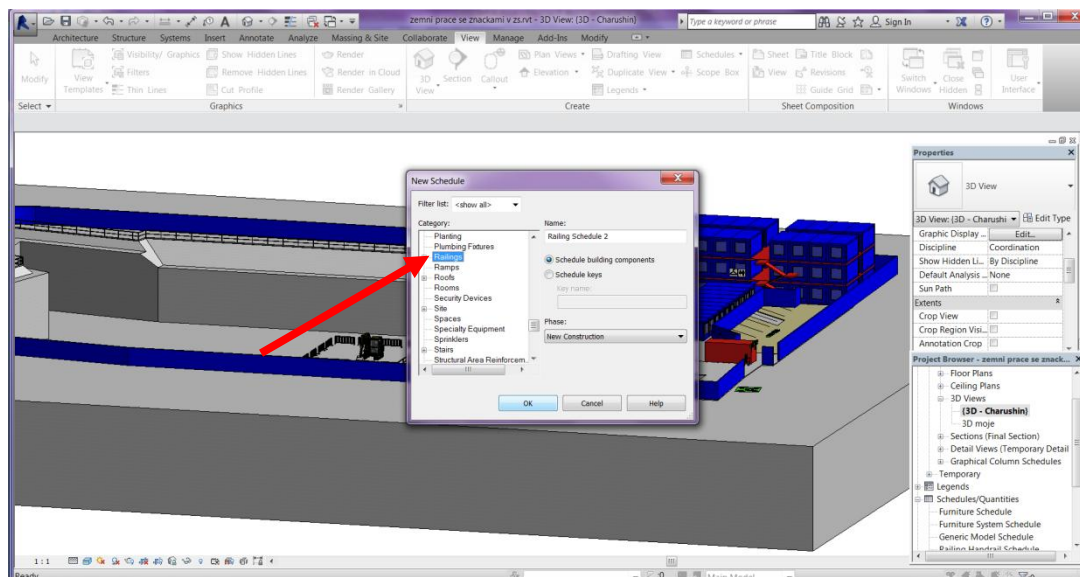
V programu Revit od společnosti Autodesk lze pomocí jednoduchého postupu vytvořit výkaz výměr všech součástí modelu, který se automaticky upravuje při úpravách projektu. Správné vykazování množství materiálu je důležité i v oblasti BOZP, kdy je potřeba mít na stavbě vždy dostatek prvků, aby se zabránilo nedodržení legislativních požadavků. Takto lze například vykázat potřebná délka zábradlí, počet mobilních zábran, rozměry desek pro zakrytí prostupů a dokonce i

počet bezpečnostních tabulek, které se objednávají, nebo si je může technik na stavbě předem ve volnějším období vyrobit a v případě potřeby jen vybrat ze zásob. Pokud je přesný výkaz materiálu předán subdodavatelé a zanesen do smlouvy o dílo, je tak zaručeno správné provedení kolektivní ochrany a nedochází k pozdějším nesrovnalostem nebo diskusím o vícepracích. Při vytváření výkazu lze položky filtrovat nebo řadit podle jakýchkoliv zadaných parametrů, nejčastějšími jsou typ rodiny, podlaží nebo rozměr. V rámci této diplomové práce byl jako vzor vytvořen výkaz zábradlí okolo stavební jámy. Na následujících obrázcích (Obr. č. 52 až č. 54) je popsán postup tvorby výkazu. Prvním krokem je zvolení funkce „Schedule/Quantities“ na záložce „View“. Ikona je označena na obrázku č. 53.



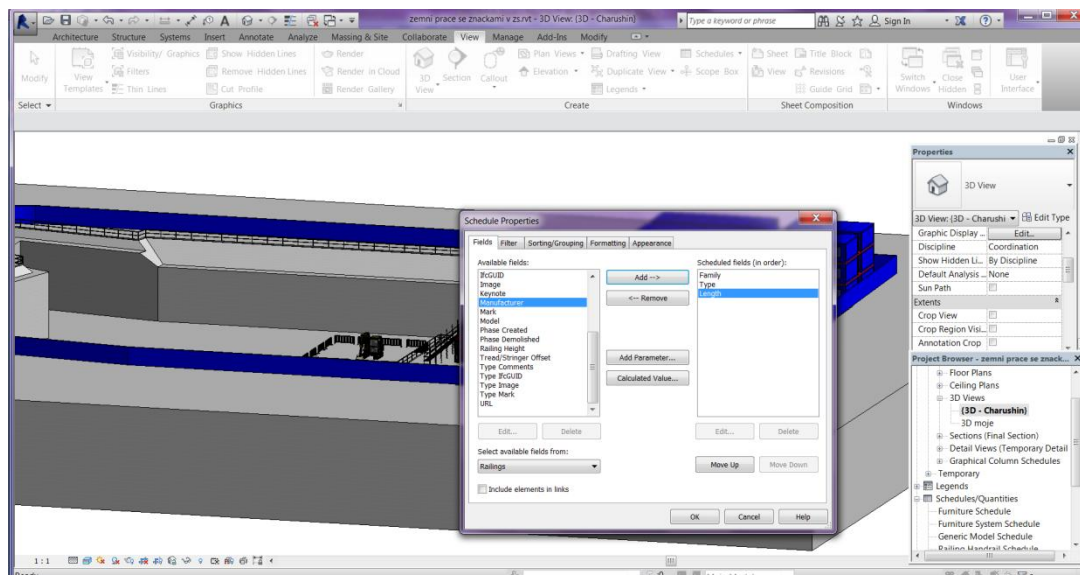
Obr. č. 53 Postup tvorby výkazu – krok 1, Zdroj vlastní na základě [25]

V dalším kroku je potřeba zvolit rodinu, kterou budeme vykazovat, pro výkaz zábradlí je potřeba vybrat položku „Railings“ (Obr. č. 54).



Obr. č. 54 Postup tvorby výkazu – krok 2. Zdroj vlastní na základě podkladů [25]

Po potvrzení rodiny zábradlí se objeví další tabulka (Obr. č. 55), kde se již volí sloupce výsledné tabulky. Vybrány byly sloupce pro rodinu, typ a délku. Na dalších záložkách této tabulky se nastavuje filtrování, řazení a rozdělování položek do skupin. Zde nebylo nastaveno filtrování, protože se jedná o zábradlí v jednom podlaží stejného typu. Poté již byla vytvořena tabulka. Tabulku lze později stále upravovat na panelu vlastností. Tímto způsobem byly přidány další sloupce a pro některé z nich bylo nastaveno automatické počítání hodnoty. Do sloupce C byla přidána výška zábradlí. V pátém sloupci je počet sloupků, které jsou umístěny vždy po 2 metrech, proto byla ve vzorci délka vydělena dvěma a přičten jeden sloupek začínající každý úsek. Pro sloupec s počtem madel nebyla délka dělena, protože na každé dva metry zábradlí jsou potřeba dvě madla (horní a střední) a ještě k ní bylo vždy přičteno jedno madlo jako průměrná rezerva pokrývající zaokrouhlení. V posledním sloupci, kde je uveden počet kusů zarážek u podlahy, byl výpočet proveden jako délka úseku dělená dvěma, opět se započtením rezervy jednoho kusu pokrývající zaokrouhlení.



Obr. č. 55 Postup tvorby výkazu – krok 3, Zdroj vlastní na základě podkladů [25]

Na následujícím obrázku je obrázek tabulky vygenerované softwarem. Tabulka se vždy při dokreslení dalšího úseku aktualizuje.

<výkaz zábradlí>

A	B	C	D	E	F	G
Family	Type	Railing Height	Length	pocet sloupku	pocet madel (ho	pocet zarazek u podlahy
<b>zabradlí BOZP</b>						
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	19,10 m	11	20	11
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	9,74 m	6	11	6
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	18,38 m	10	19	10
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	18,80 m	10	20	10
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	1,90 m	2	3	2
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	53,69 m	28	55	28
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	2,78 m	2	4	2
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	8,25 m	5	9	5
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	7,22 m	5	8	5
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	20,26 m	11	21	11
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	8,37 m	5	9	5
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	23,02 m	13	24	13
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	1,49 m	2	2	2
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	19,72 m	11	21	11
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	44,67 m	23	46	23
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	29,99 m	16	31	16
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	26,26 m	14	27	14
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	2,84 m	2	4	2
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	1,41 m	2	2	2
Railing	zabradlí BOZP	1,1 m	1,38 m	2	2	2

Obr. č. 56 Vygenerovaný výkaz výměr zábradlí, Zdroj vlastní

c) Kolize ohrožených prostorů a křížení rizikových činností

Nástroj, který BIM poskytuje na detekci kolizí, lze také využít pro BOZP, v oblastech, kde je potřeba se vyvarovat křížení rizikových činností. Nastavení by probíhalo tak, že by každá konstrukce reprezentující činnost byla opatřena prstencem či kvádrem vymežujícím prostor potřebný pro provádění prací nebo prostor touto prací ohrožený. V praxi by se například vyzdívané stěně přiřadil předepsaný



manipulační prostor 0,6 m nebo izolaci z asfaltového pásu by se přiřadil ohrožený prostor sváření, a pokud by se v určitém čase dostal jakýkoliv prvek do těchto zón, byla by situace identifikována programem jako kolize, koordinátor BOZP by se o ní včas dozvěděl a mohl tak přijmout technickoorganizační opatření, například zvolení jiného postupu prací.

#### d) Modely lešení

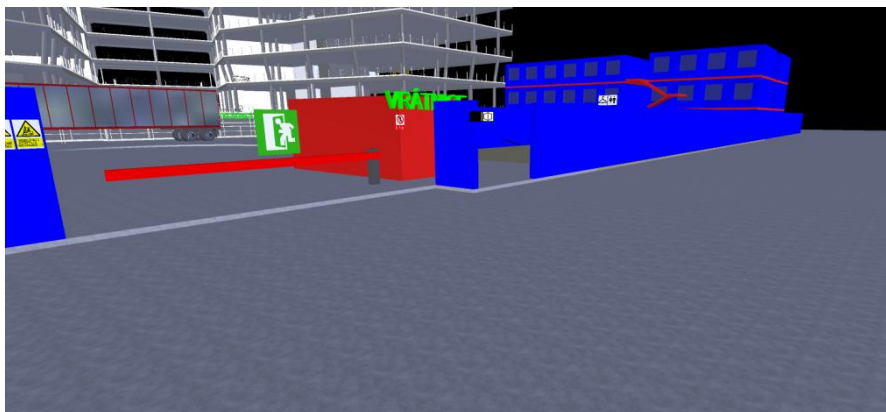
V této práci nebylo téma lešení řešeno, ale zajisté má také svou budoucnost. Výstavba lešení dnes probíhá většinou podle ručních náčrtů a dochází pak ke kolizím jednotlivých prvků zejména u budov, které nemají všechny úhly pravé. Na stavbách se potom můžeme setkat s případy, kdy nejde zavřít poklop výstupu ze žebříku, protože se zastaví o nešikovně umístěný rám dalšího patra. Dalším častým pochybením zejména u rezidenčních projektů bývá, že balkon není z důvodu úspor olemován podlázkami další řady lešení, ale zůstává uprostřed podchodné výšky lešení. Pokud zde chtějí pracovníci projít, musí se plazit pod balkonem nebo ho přelézat po horním povrchu, kde už ale nemají zábradlí umístěné 1,1 m od úrovně nášlapu. Při použití rámového lešení už není možné tyto závady dodatečně odstranit jinak, než ho rozebrat až k místu kolize. Pokud bude lešení vymodelováno pomocí BIM, bude možné tyto kolize včas odhalit a nasadit jiný typ lešení, nebo zvolit jiné prostorové uspořádání. Zároveň se nachází případy, kdy nelze provést některé konstrukce v souladu s příslušnými předpisy, protože pro daný typ lešení nejsou některé prvky dostupné. Opět je možné tyto problémy objevit v modelu již ve fázi plánování, kde je čas na návrh a prefabrikaci takových součástí, které zajistí správné provedení lešení jako celku.

## **6.2. VE FÁZI REALIZACE**

Úroveň bezpečnosti na staveništi je nejvíce ovlivněna kvalitou návrhu budovy a přípravou před započítím prací. Ovlivnit lze ale i během realizace důsledným apelem technika a koordinátora BOZP na subdodavatele a pracovníky. Ten spočívá v provádění pravidelných kontrol s definováním požadavků na odstranění závad. V této kapitole jsou uvedeny příklady využití BIM a jeho nástrojů pro tuto oblast.

a) Video pro vstupní školení nových pracovníků

Každý pracovník přicházející na stavbu by měl být seznámen se stavenišťem, aby byl schopen se orientovat v zařízení staveniště, přístupech na pracoviště, únikových trasách pro případ evakuace a aby byl schopen v případě havárie najít hlavní vypínače médií. Toto seznámení se v současnosti provádí pomocí obrázků nebo prezentací s výkresy zařízení staveniště upravenými pro potřeby BOZP. Mnohem přehlednější ale je pracovníkům pustit krátké video, kde je vidět průchod celým stavenišťem a stručně ho okomentovat. Do videa také může být přidána správná praxe při provádění aktuálních prací. Nejen že video 3D modelu pracovníkům usnadní orientaci, ale mnohdy může pomoci s jazykovou bariérou dělníků přicházejících ze zahraničí, protože u videa není zapotřebí takového slovního komentáře jako u 2D schématu. Při dalším pokroku technologií by mohli pracovníci na školení dostat brýle pro virtuální realitu a před opravdovým vstupem na staveniště si takto vyzkoušet virtuální procházku. Podobná videa prezentující dobrou praxi nebo videa se simulací výstavby budovy s osazenými prvky BOZP mohou být pracovníkům promítány na obrazovce v jídelně nebo odpočinkové místnosti a prohloubí tak jejich povědomí o bezpečnosti. Zpracování videa není vůbec náročné, jakmile je jednou model vytvořen pro mnoho dalších účelů, při jeho otevření v programu Navisworks Manage se vybere funkce procházky a funkce nahrávání a pak už se jen naviguje kurzor procházky pomocí tlačítek myši. Na následujících obrázcích jsou vidět některé snímky pořízené z takového videa zpracovaného pro účely této diplomové práce. Na videu pracovník vidí nejprve, kudy se přichází na staveniště, kde nahlásí svůj příchod a kde může zaparkovat osobní automobil (Obr. č. 57).



*Obr. č. 57 Video – snímek 1, Zdroj vlastní na základě [25]*

Dále vidí průchod k hygienickým a sociálním prostorům, zároveň vidí, že jde proti směru evakuace a dozví se tak, kudy opustit staveniště v případě požáru. Po levé straně vidí kryté sklady materiálu (Obr. č. 58).



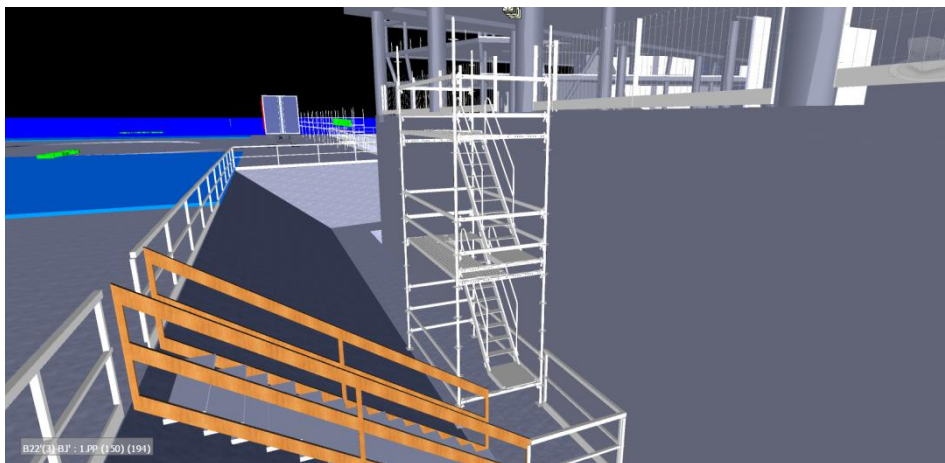
Obr. č. 58 Video – snímek 2, Zdroj vlastní na základě [25]

Po průchodu buňkovištěm a přípravě v šatně se dostává k samotné vrátnici na staveništi. Vidí, kterými OOPP musí být vybaven, jakmile vrátnici projde, kde najde hasicí přístroj a lékárničku. Je obeznámen s rizikem pádu zavěšeného břemene nebo střetu s mechanizací, které hrozí na staveništi a dozvídá se také, kde najde společné místo pro odpočinek, pokud nepotřebuje jít až do vlastní šatny (Obr. č. 59).



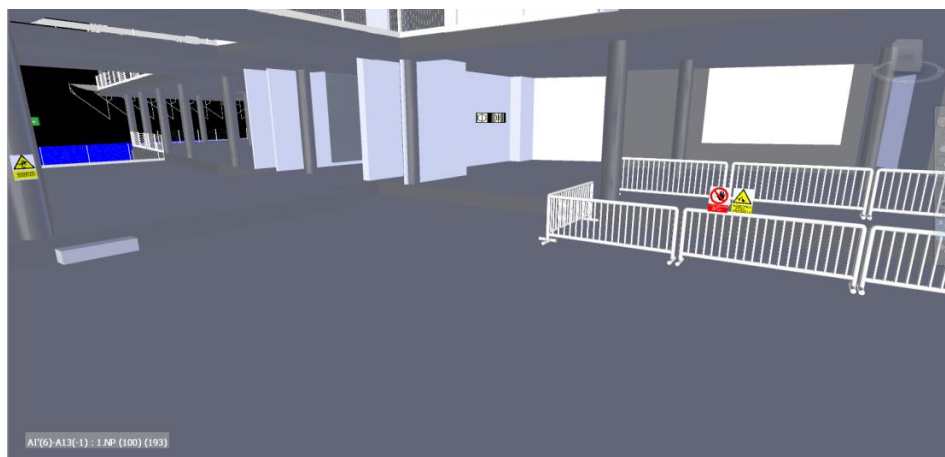
Obr. č. 59 Video – snímek 3, Zdroj vlastní na základě podkladů [25]

Na videu se dozví také, kde najde přístup do samotného objektu (Obr. č. 60).



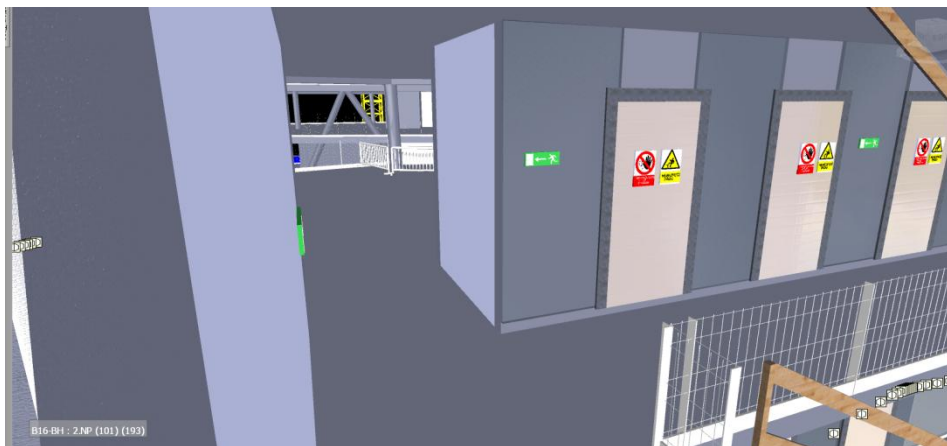
*Obr. č. 60 Video – snímek 4, Zdroj vlastní na základě [25]*

Postupně prochází objektem a vidí ohrožené prostory, kam nesmí a zároveň příklad, jak má zabezpečit místo pod sebou, pokud bude pracovat ve výšce (Obr. č. 61).



*Obr. č. 61 Video – snímek 5, Zdroj vlastní na základě [25]*

Dostává se ke schodišti, které poskytuje vertikální komunikaci napříč všemi patry objektu, vidí zabezpečení výtahových šachet mříží (Obr. č. 62) a zabezpečení místa kde musela být dočasně odebrána kolektivní ochrana (Obr. č. 63).

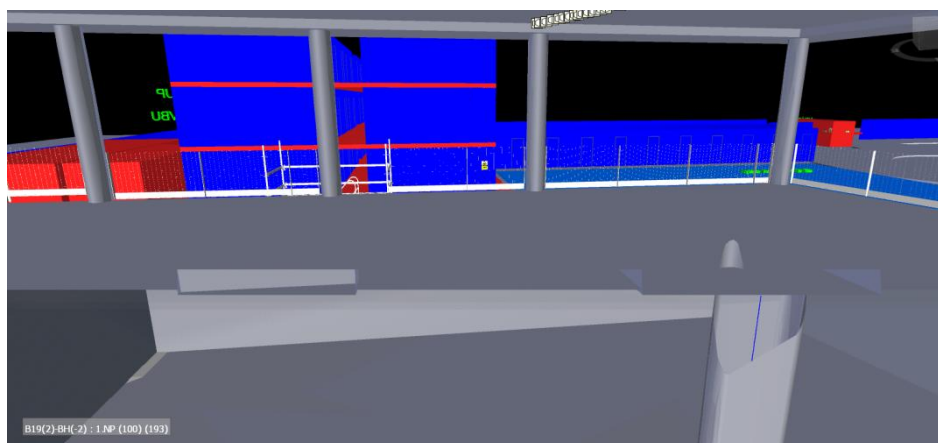


*Obr. č. 62 Video – snímek 6, Zdroj vlastní na základě [25]*



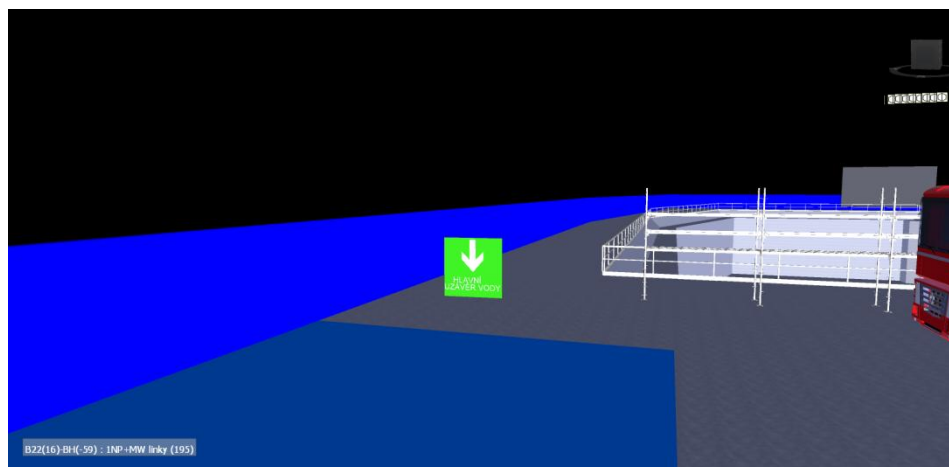
*Obr. č. 63 Video – snímek 7, Zdroj vlastní na základě [25]*

Při cestě zpět si zopakuje trasu úniku v případě evakuace (Obr. č. 64).

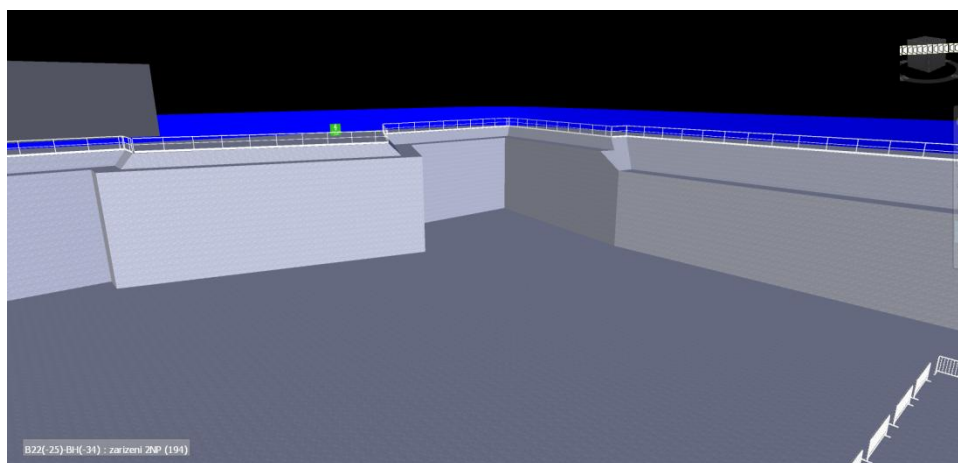


*Obr. č. 64 Video – snímek 8, Zdroj vlastní na základě [25]*

Na závěr uvidí, jak se dostane k hlavnímu vypínači vody (Obr. č. 65) a elektřiny (Obr. č. 66).



*Obr. č. 65 Video – snímek 9, Zdroj vlastní na základě [25]*



*Obr. č. 66 Video – snímek 10, Zdroj vlastní na základě [25]*

b) Nahlížení pracovníků do modelu

Vytvořené modely mohou sloužit stejně dobře jako vedoucím pracovníkům na stavbě také dělníkům. Pokud budou na stavbě umístěny BIM kiosky (skříňky s počítačem a modelem volně přístupné pro každého na staveništi), mohou si pracovníci kdykoliv vyhledat konstrukci, u které si nejsou jisti, jak ji správně provést. Další možností je vybavit předáky čet tabletem s aplikací na prohlížení modelu a ti komunikují informace dál svým kolegům. Není tak nutné ke každému problému volat koordinátora či technika BOZP, ale stačí se podívat do jimi připraveného modelu a konstrukci provést podle něj.

c) Kontrolní prohlídky stavby

Jedním z programů BIM je užitečný nástroj opět od společnosti Autodesk s názvem BIM 360 Field, který je určený přímo pro řízení činností na stavby. Zainteresovaní účastníci v něm mohou sledovat průběh jednotlivých prací, vytvářet seznamy úkolů a seznamy závad a nedodělků. Funguje na principu jednoho modelu uloženého na cloudovém úložišti, ve kterém je vložena informace okamžitě přístupná pro všechny, kterým je určena. Uživatelé používají k práci s touto aplikací nejčastěji tablet, který mají vždy po ruce, ale lze zprovoznit i na počítači. K jednotlivým úkolům a závadám lze přidávat přílohy, například fotografie a při použití tabletu je pak připojování takových příloh nejrychlejší. Při prohlídce stavby koordinátorem nebo technikem BOZP jsou zaznamenány jednotlivé závady a po synchronizaci s centrálním modelem, která zabere maximálně 5 vteřin, mohou odpovědné osoby přiřazené k závadám již vidět své úkoly a začít pracovat na jejich plnění. Systém dokáže automaticky vygenerovat zápis z kontrolní prohlídky nebo statistiku podle nastavených požadavků. V systému stačí pouze nastavit, aby rozesílal upozornění na změny a nové informace emailem příslušným pracovníkům. Autor zápisu má jistotu, že se všichni dozvědí včas své povinnosti a že je prokazatelně upozornil na problém. Záznam jedné konkrétní závady probíhá tak, že při nálezů je pro ni v modelu založena nová položka. U každé položky se v první řadě nadefinuje místo, které může být popsáno slovně, ale výhodou BIM je, že stačí pouze označit bod v modelu. Dále se vybere z nabídky druh závady, zde se určí, jestli se jedná o pochybení v jakosti, bezpečnosti, ochraně životního prostředí nebo v dalších uživatelem nastavených odvětvích. Druh závady lze identifikovat ještě podrobněji. Pokud bude závada z oblasti bezpečnosti, je dále na výběr, jestli se jedná o práce ve výškách, manipulace s břemeny, skladování materiálu nebo nakládání s chemickými látkami, Tyto oblasti si opět nastavuje technik či koordinátor BOZP podle individuálních potřeb projektu. Důležité je vždy přiřadit osobu, která je za úkol nebo odstranění závady zodpovědná a termín, do kdy musí být zajištěna náprava. Pak už zbývá doplnit popis požadavku a přidat libovolné přílohy ve formě fotografií, citace z legislativy apod. Během další kontroly jsou odstraněné závady v seznamu uzavřeny a již nejsou zmiňovány v upozorněních. V úložišti zůstávají všechny informace archivované a je snadné zpětně dohledat problémová místa, poučit se pro práci na dalších projektech nebo zjistit příčiny úrazu při pozdějším vyšetřování. Aplikace

může být zároveň propojena se systémem pro evidenci osob na stavbě nebo s termostatickými mapujícími klimatické podmínky. Podle harmonogramu propojeného s modelem je přístupná i informace o právě probíhajících pracích. Díky těmto pomůckám může být aplikací připravován i zápis do elektronického stavebního deníku.

Výhodou je, že ačkoliv má prostředí BIM 360 Field již ve svém názvu zmíněnou zkratku BIM, není podmínkou pro jeho nasazení, aby měl projekt 3D dokumentaci, stejně dobře funguje i se 2D výkresy. Na následujících obrázcích je zaznamenán postup zadávání nové události BOZP. Nejprve je ve výkresu kontrolovaného podlaží označeno pomocí umístění kroužku místo, kde se neshoda nachází. Na obrázku č. 67 jsou vidět různé barvy značek ostatních závad. Červené reprezentují nevyřešené závady a zelené uzavřené situace. Setkat se můžeme i s fialovou barvou značky, která znamená, že se odpovědná osoba domnívá, že je závada odstraněna a připravena k další kontrole a uzavření.

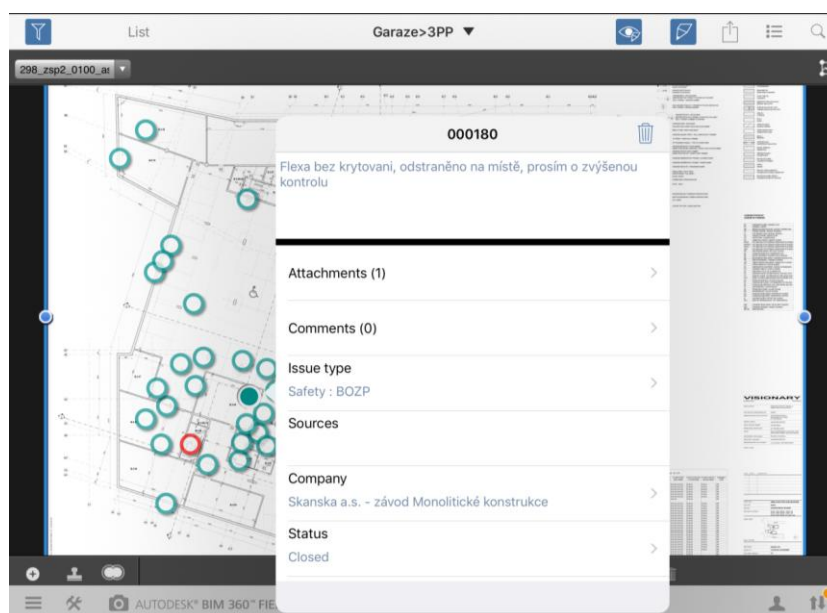


Obr. č. 67 Výkres s označením nálezů, Zdroj [25]

Po upřesnění místa se objeví dialog (Obr. č. 68), ve kterém se vyplňují výše uvedené informace. Po označení první řádky „Attachments“ je zařízení automaticky přesměrováno na fotoaparát a na stavbě je vytvořena fotodokumentace. Pokud není využit tablet, lze fotografii nebo jiný typ přílohy doplnit i v kanceláři na počítači.

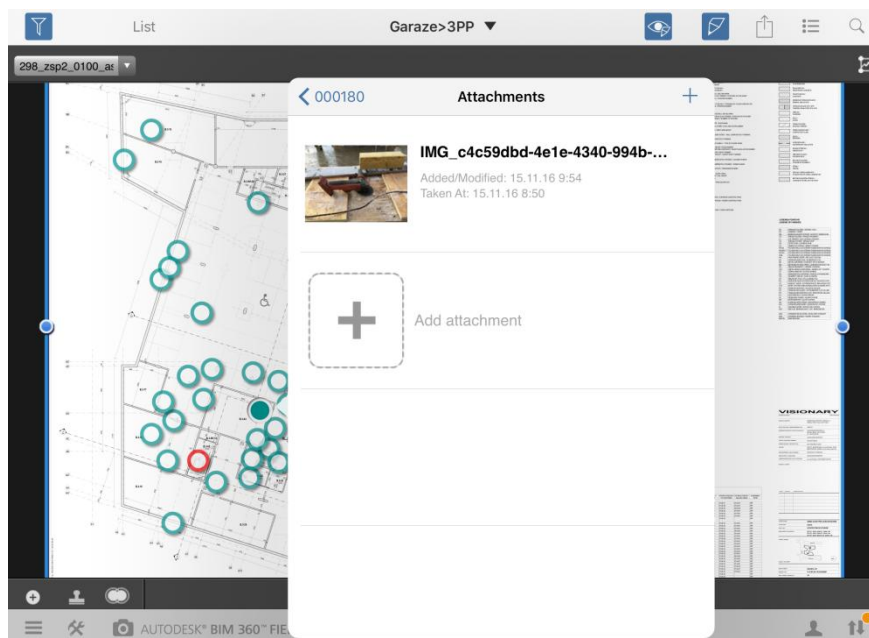


Druhé políčko je určeno pro zadání slovního komentáře, ve třetí řádce je zvoleno, že se jedná o problematiku bezpečnosti, v páté řádce je označen zodpovědný subdodavatel a poslední políčko oznamuje, že je daná věc uzavřená. Tento konkrétní záznam eviduje dobrou praxi, a proto je uzavřen již v okamžiku zápisu. Při klasickém způsobu tvorby zápisu z kontrolních prohlídek bývají tyto položky z důvodu časové náročnosti často opomíjeny, ale je dobré je zmínit, protože fungují jako motivace pro pracovníky na stavbě.



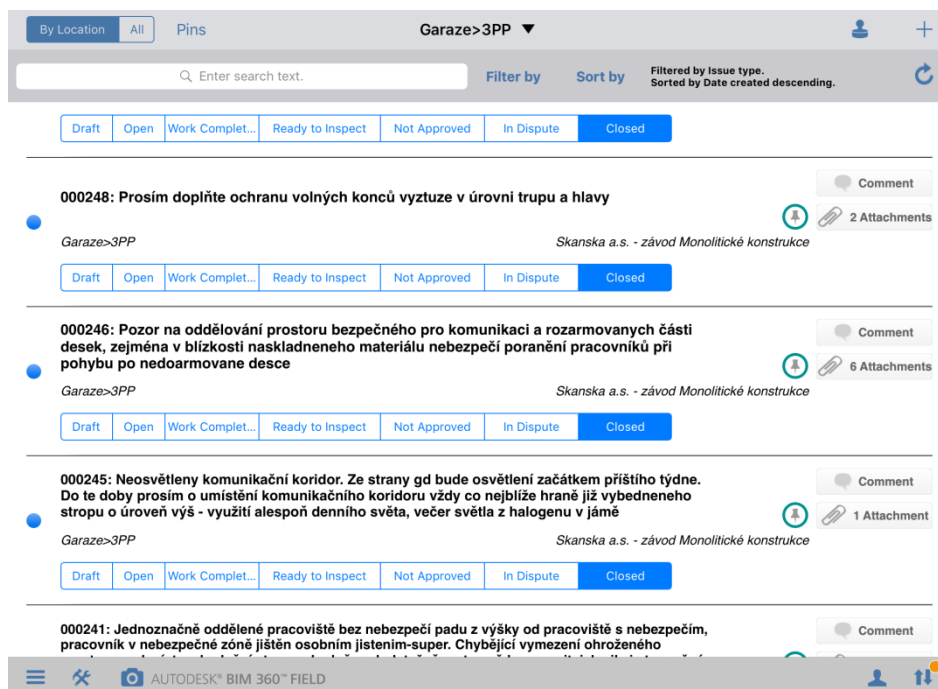
*Obr. č. 68 Popis vybraného nálezu, Zdroj [25]*

Na dalším obrázku (Obr. č. 69) je vidět postup přidávání přílohy, stačí tedy označit ikonu „Add attachment“ a vytvořit přiměřené množství fotografií.



Obr. č. 69 Postup přidání přílohy, Zdroj [25]

Na dalším obrázku (Obr. č. 70) je vidět seznam uzavřených situací, který je přístupný investorovi i všem subdodavatelům.



Obr. č. 70 Seznam uzavřených situací, Zdroj [25]

Aby bylo možné vyčíslit, jak tato aplikace ulehčí práci technikovi BOZP, byl proveden pokus. Na stavbě byly zjištěny 3 nebezpečné situace a v prvním případě


byl jejich záznam vytvořen pomocí tabletu a aplikace BIM 360 Field a ve druhém případě pomocí fotoaparátu a textového editoru, přičemž byla monitorována spotřeba času na jednotlivé úkony. V následující tabulce jsou zaznamenány naměřené časové intervaly při využití dvou různých způsobů.

*Tab. č. 3 Záznam naměřených časů a výpočet průměru*

Označení	BIM 360 Field	Textový editor
Nález č.1	1:39 min	2:27 min
Nález č.2	1:16 min	2:03 min
Nález č.3	1: 21 min	2:52 min
Součet	4:16 min	7:22 min
Průměr	1:25 min	2:27 min

*Zdroj vlastní*

Průměrně lze úsporu času na jeden nález vyčíslit jako rozdíl dvou vypočtených hodnot, ten činí 1:02 minut. Pokud bude technik BOZP na stavbu chodit každý pracovní den, a najde průměrně pouze 10 závad za den, za měsíc pak úspora činí 3 hodiny a 27 minut a za rok až 41 hodin a 12 minut. Úspora za rok lze přirovnat k fondu hodin jednoho pracovního týdne. Celá aplikace je velmi intuitivní a uživatelsky nenáročná, čas na nastudování ovládání lze proto zanedbat. Na obrázcích níže (Obr. č. 71 a č. 72) jsou pro možnost porovnání kvality provedení vloženy záznamy jednoho nálezu z obou výstupů.

Visionary		Issue Report ID 000416		
Company	Skanska a.s. - závod Monolitické konstrukce	Status	Open	
Type	BOZP	Due Date	14 Dec 2016 12:00 AM	
Author		Author's Company	Skanska a.s. - ZRKV	
Date Created	14 Dec 2016 3:36 PM	Root Cause	BOZP - 13) Práce ve výškách, nad hloubkou	
Description Chybějící vymezení ohroženého prostoru				
Location	Garaze > 2PP			
Location Detail				



Obr. č. 71 Záznam nálezu vytvořen první metodou, Zdroj [25]

### **Zápis z kontrolní prohlídky stavby Visionary**

**Datum:** 14.12.2016

- 1) Chybějící vymezení ohroženého prostoru při práci ve výškách,  
požadovaný termín nápravy: ihned. Odpovídá: Závod monolitické konstrukce



Obr. č. 72 Záznam z kontrolní prohlídky vytvořen druhou metodou, Zdroj vlastní

Jak bylo již zmíněno, veškeré nové informace zaznamenané do modelu mohou okamžitě vidět všichni, kteří mají do aplikace přístup, vidí tedy okamžitě i nové závady. Zatímco pokud je zpracován záznam v textovém editoru, načítá se prodleva vzniklá přesunem jeho autora ze stavby do kanceláře, vypracováním celého záznamu

a jeho distribucí. Tato prodleva může zabrat celé hodiny, po které zůstávají nebezpečné situace na stavbě nevyřešené.

d) Evidence a revize zařízení

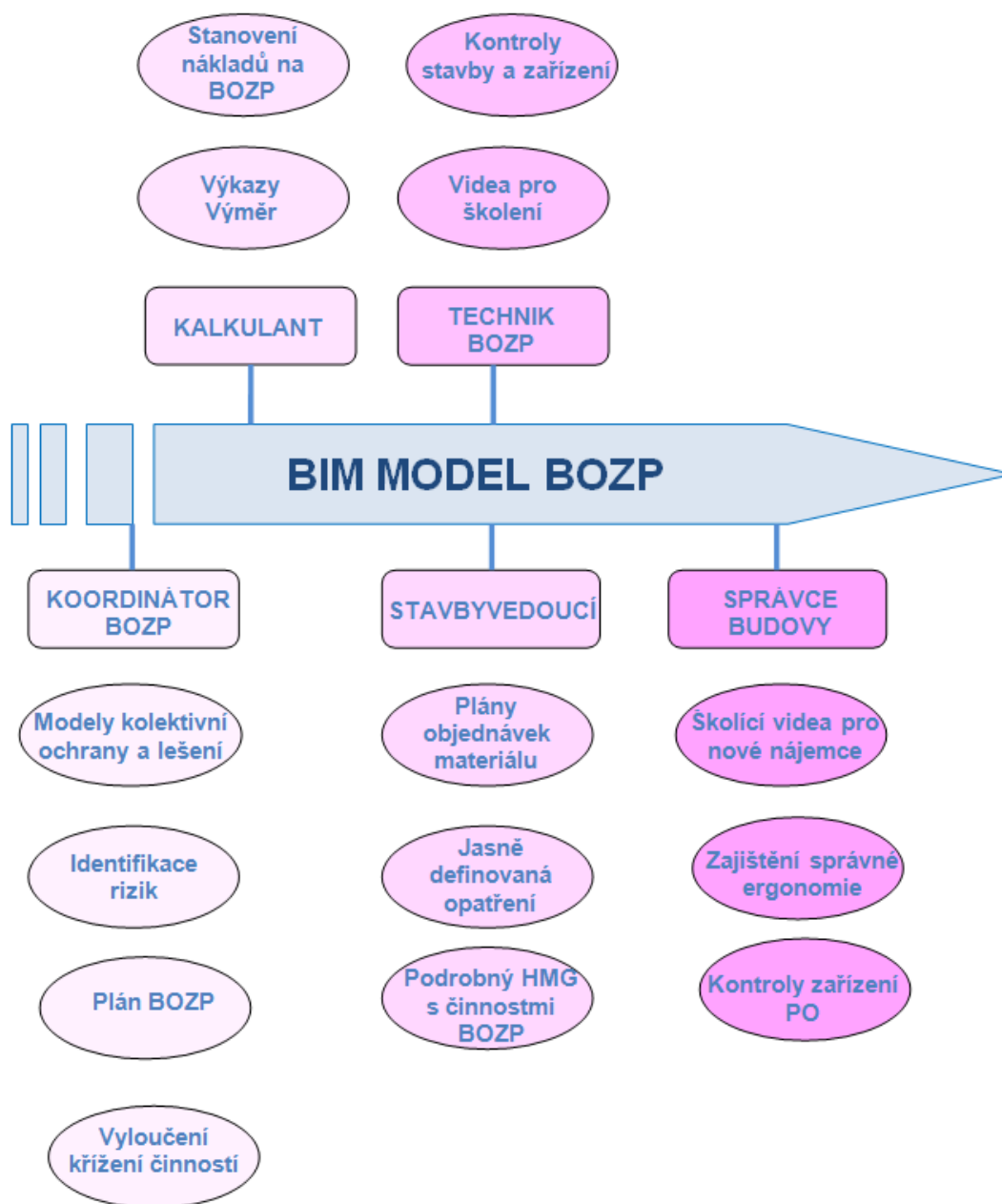
Aplikace BIM 360 Field ve spojení s tabletem má další užitečnou vlastnost a to, že je schopen přečíst čárový kód a zobrazit data, která jsou v kódu uložena. V těchto datech může být zanesen výrobce a typ zařízení, datum výroby, datum příští revize, návod, majitel, ale i umístění v rámci stavby. Příklad využití pro praxi technika BOZP lze uvést na hasicím přístroji. Při nákupu hasicího přístroje bude opatřen kódem, po jehož načtení se zobrazí evidenční číslo, datum příští revize, údaje o majiteli a umístění v rámci staveniště. Technik potom při kontrole stavby nemusí hledat štítky s označením revizí a pátrat, komu přístroj patří, pouze vyfotí pomocí tabletu kód a zjistí, co potřebuje. Při propojení s vhodným softwarem pro facility management dostává i upozornění o blížícím se datu konce revize, může ji tak zajistit a nestane se, že by bylo na stavbě nevyhovující zařízení. Zároveň díky zadání informace o tom, kde je přístroj umístěn ho přesně najde a nemusí hledat, který z mnoha po celém staveništi to je. Takto lze označit jakékoliv zařízení na stavbě, ať už se jedná o elektrické nářadí nebo mobilní lešení a nastavit potřebné informace pro konkrétní účely.

### **6.3. VE FÁZI UŽÍVÁNÍ BUDOVY**

Kolaudací projektu životnost stavby nekončí, naopak začíná její nejdlejší fáze, během které je také potřeba zajistit bezpečnost lidí pohybujících se uvnitř. Pokud je projekt navržen v souladu s předpisy, vyhovuje i bezpečnostním požadavkům a jsou tak eliminována rizika. Úkolem správce budovy je ale také dbát na zabezpečení požární ochrany, které úzce souvisí s bezpečností. Nájemci kanceláří potřebují vědět, jaký je postup při nouzových situacích, kde jsou únikové východy, shromaždiště, požární hydranty nebo hasicí přístroje. Pro tyto účely lze využít také školení pomocí videa podobné, jaké bylo vytvořeno v této práci. Jedním z úkolů dispečinku budovy je dohlížet na výměnu vzduchu a klimatické podmínky, aby byly příjemné pracovní prostředí v kancelářích. Na to mají přizpůsobené programy, které je upozorní, na to, že jsou někde otevřené dveře nebo okno, které by mohlo narušit systém ventilace. Použití BIM modelu v těchto softwarech celou práci zefektivní díky tomu, že jsou

v něm zmapovány všechny části budovy včetně metadat poskytujících podrobné popisy jejich vlastností a historii od začátku životního cyklu. Tyto systémy opět dokážou upozornit na propadlé revize zařízení, jak bylo popsáno v předchozí kapitole nebo na jejich poruchy.

Využití BIM pro BOZP má široké využití a jeho diagram v závislosti na časové ose je na následujícím obrázku.



Obr. č. 73 Diagram oblastí využití 3D modelu BOZP na časové ose, Zdroj vlastní

## 7. KAM MŮŽE JEŠTĚ VYUŽITÍ BIM PRO BOZP SMĚŘOVAT

Veškeré technologie prochází vývojem a stále dochází k jejich změnám a vylepšováním. Lze předpokládat, že i BIM bude mít postupně čím dál větší využití ve všech oblastech a samozřejmě i v BOZP. V současnosti je složité předvídat, jaké konkrétní systémy budou vyvinuty, ale pravděpodobně se v České republice budeme inspirovat kolegy ze zahraničí. Proto jsou v této kapitole popsány některé myšlenky na zlepšení BOZP pomocí používání BIM modelu, které se zdají být vzdálenou budoucností, ale jinde ve světě jsou již podrobně rozvíjeny nebo dokonce používány.

### RTLS

Zkratka RTLS reprezentuje anglický název Real Time Location System, který lze volně přeložit jako systém lokace v reálném čase. Zulps a Horne [27] tento systém definují jako soubor technologií, který zahrnuje hardwarové i softwarové nástroje pro zajištění informace o poloze vůči určitému souřadnicovému systému. Tento systém je zřejmě nejpodobnější systému GPS, který pomocí komplexního softwaru a sofistikované sítě satelitů poskytuje informace o poloze automobilu nebo chodce ve vztahu k okolním ulicím či budovám. RTLS ve zkratce poskytuje informace o poloze lidí nebo věcí v pohybu. GPS však nemá dokonalé pokrytí uvnitř budov a z toho důvodu byla společností Redpoint positioning vyvinuta metoda na principu internetu věcí, která zajistí signál GPS i uvnitř budovy. Celý systém se skládá z RTLS serveru umístěného u provozovatele Redpoint positioning, který zpracovává přijatá data a předává dále klientům, do serveru přichází pomocí bezdrátového spojení data z jednotek pevně situovaných v prostoru. Posledním potřebným komponentem jsou čipy, kterými jsou označeny objekty, jejichž pozici zjišťujeme. Reálnou pozici zaznamenávají právě pevné jednotky pomocí výpočtu vzdálenosti, založeném na charakteristikách vysílaného a přijímaného signálu. Pozici potom přenesou do souřadnic BIM modelu klienta. Pokud se stavebník rozhodne tento systém využít, znamená to pro něj pouze, že na staveništi umístí jednotky a příchozím pracovníkům přidělí čipy. Pohyb jednotlivých pracovníků odpovědná osoba sleduje pomocí BIM modelu nebo 2D výkresů v počítači nebo tabletu. Jednotka je vidět na obrázku č. 74.



*Obr. č. 74 Přijímací jednotka, Zdroj [28]*

Na dalším obrázku (Obr. č. 75) je vidět podoba čipu, kterým mohou být označeni pracovníci, materiál nebo nástroje. V tomto případě je označen box na nářadí, aby ho pracovníci v případě potřeby snadno našli.

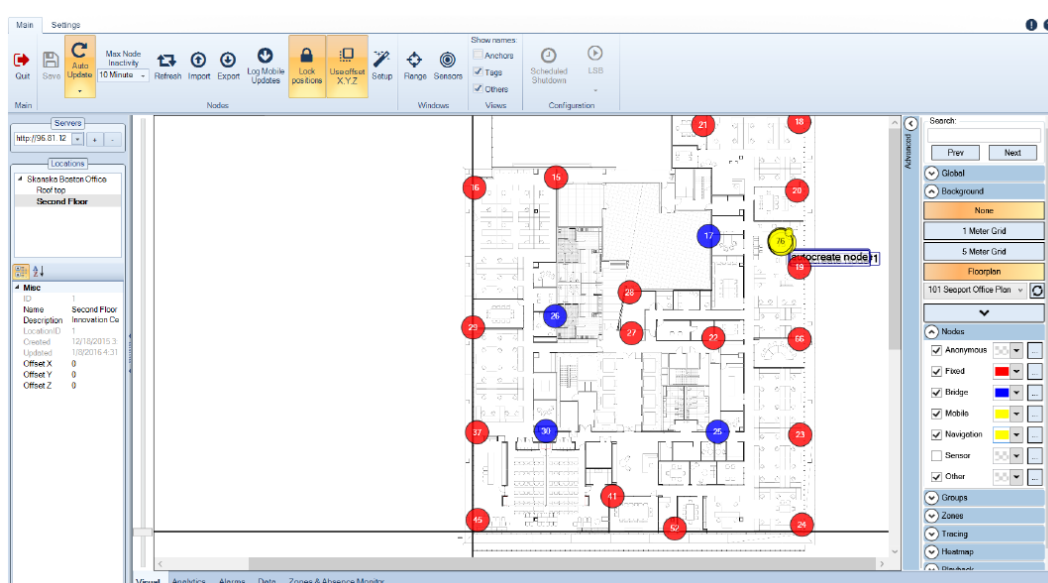


*Obr. č. 75 Čip pro RTLS, Zdroj [28]*

Na výkresu nebo v modelu se zobrazuje aktuální poloha čipu, která se ukládá do paměti a lze tak zpětně zjistit kudy se čip pohyboval. Na obrázku č. 76 je vidět snímek obrazovky z prostředí pro RTLS, kde je v pracovním prostoru výkres s jednotkami, které jsou označeny červenými a modrými značkami a čip, který je označen žlutou značkou. Dále jsou vidět panely nástrojů, které zpětně vyvolají trasy



pohybu čipu nebo vyznačí plochu, do které je zakázán přístup. Lze nastavit, že pokud se čip dostane do této oblasti, dostane obsluha upozornění a může danou situaci řešit.



Obr. č. 76 Plán podlaží se značkami čipu a jednotek, Zdroj [28]

RTLS na staveništi bylo historicky poprvé použito na stavbě administrativní budovy Seaport v Bostonu, kde bylo využito k mapování pohybu pracovníků. Pracovníci kromě čipu obdrželi i vesty s diodami, a pokud vstoupili do ohroženého prostoru, vesta začala blikat a upozornila je tak na nebezpečí. Z důvodu zachování soukromí nebylo k čipům přiřazeno konkrétní jméno pracovníka, ale pouze společnost. Tím odpadají další využití, kterými je například evidence přítomnosti pracovníků na stavbě, nebo vyhledání kolegy na jiném pracovišti. Na obrázku č. 77 je vidět reakce speciálně upravené vesty signalizující vstup pracovníka do zakázané zóny.



*Obr. č. 77 Pracovník v signalizační vestě, Zdroj [28]*

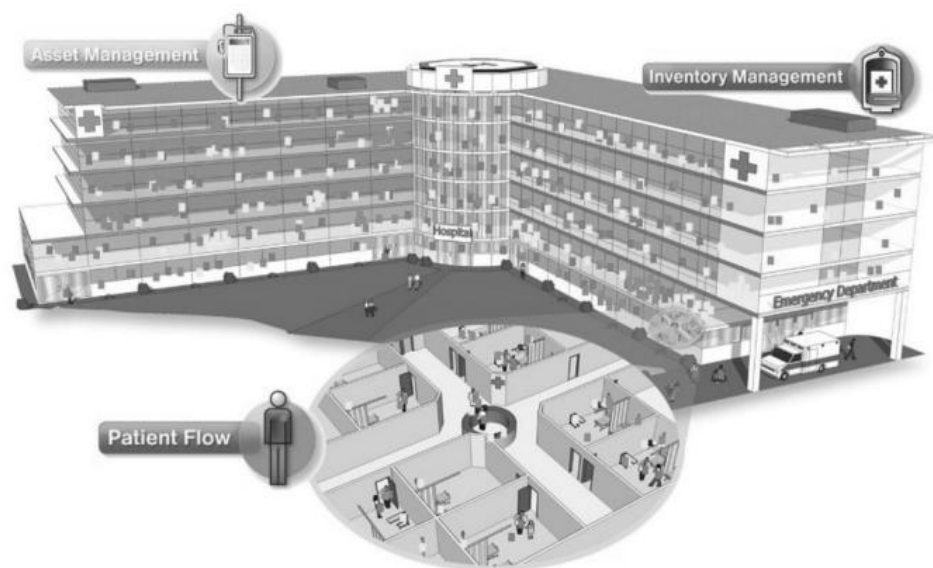
Na obrázku č. 78 je vidět způsob, kterým pracovníci hledají své kolegy nebo nářadí.



*Obr. č. 78 Pracovníci používající BIM kiosek s RTLS, Zdroj [28]*

V současnosti jsou vyvíjeny čipy s tlačítkem pomoci, které pracovník stiskne v případě nouze, vedení stavby dostane okamžitě upozornění na nehodu a ví přesně, kde pracovníka hledat. Tyto inteligentní čipy mají displej, který dokáže v případě evakuace pracovníkovi určit, která z více únikových tras je pro něj vzhledem

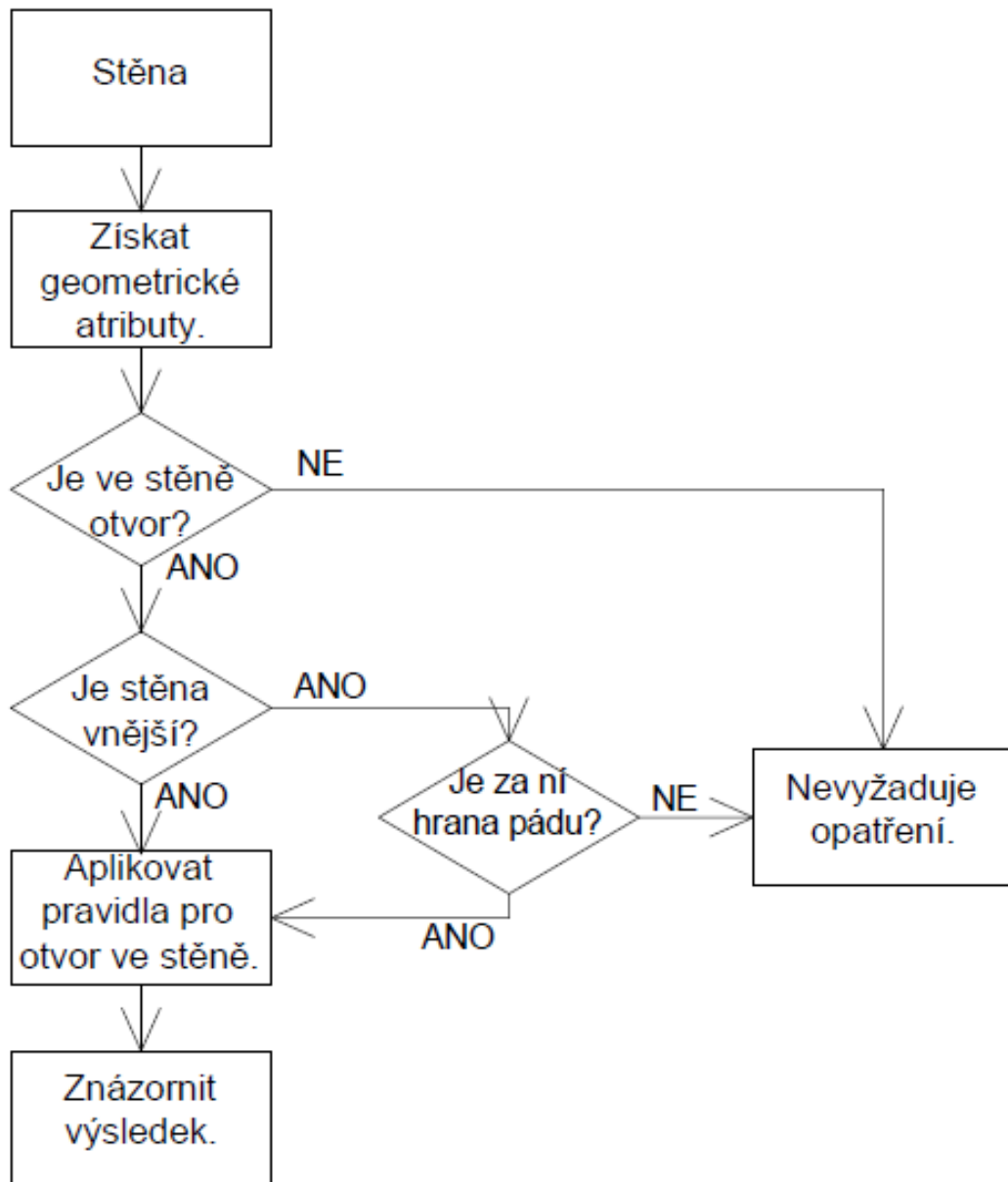
k současné pozici nejvýhodnější. RTLS má své využití také v nemocnicích nebo školách. Na následujícím obrázku jsou vidět pozice pacientů v modelu nemocnice.



Obr. č. 79 Model nemocnice s RTLS, Zdroj [29]

#### Automatizovaná prevence rizik během návrhu

Automatizovaná prevence rizik již během návrhu je disciplínou, která zajišťuje, že již při projektování budovy BIM systém průběžně vyhodnocuje rizika vyplývající z prostorového uspořádání rodnin a kontinuálně umisťuje do celého vznikajícího modelu i kolektivní ochranu. Zaměřuje se tedy zejména na prevenci rizika pádu z výšky. Rizika vyhodnocuje série algoritmů, které jsou naprogramovány do pracovního prostředí Tekla Structures. Algoritmy se zakládají na pravidlech bezpečnosti, která je potřeba nastavit podle konkrétních požadavků legislativy nebo investora. Pro jednotlivé rodniny jsou sestaveny různé postupy vyhodnocení rizika, které přibližně odpovídají myšlenkovým pochodům člověka identifikujícího riziko. Podle Zhang a kol. [30] bude možné do softwaru naprogramovat, aby sestavoval harmonogram plně automatizovaně, včetně montáží a demontáží zábradlí na hraně pádu a podle nich následně vykazoval plány potřeby materiálu v závislosti na čase. Tímto by v podstatě byla většina činností uvedených v této práci provedena automaticky již při vytváření BIM modelu. Na následujícím obrázku je příklad postupového diagramu algoritmu, který vyhodnocuje nasazení zábradlí do otvoru ve stěně.



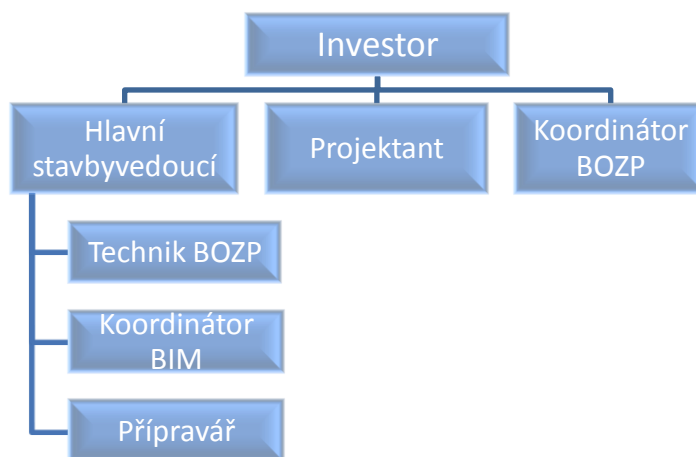
Obr. č. 80 Algoritmus automatického vyhodnocení rizika, Zdroj [30]

Podobné vyhodnocení probíhá při každém zakreslení nového komponentu. Tento postup nejenže usnadní práci koordinátora BIM, ale zároveň zapojí do procesu eliminace rizik i projektanta, který otázky BOZP zpravidla neřeší. Díky tomu si uvědomí, jaká vyplývají návrhu rizika. Ta, která mají komplikované řešení, může pak eliminovat volbou jiného konstrukčního řešení projektu. Toto je velkou výhodou automatizovaného plánování BOZP, protože právě ve fázi návrhu budovy lze nejvíce ovlivnit bezpečnost na stavbě.

## 8. URČENÍ OSOB ODPOVĚDNÝCH ZA JEDNOTLIVÉ ÚKONY

Použití BIM pro BOZP je obor, který vyžaduje dovednosti mnoha disciplín. Zaprvé je důležité se orientovat v pravidlech a předpisech bezpečnosti, samozřejmostí je znalost ovládání softwarů BIM a v neposlední řadě je zapotřebí mít alespoň základní vědomosti o realizaci staveb. Zároveň, ačkoliv model BIM přináší mnohá usnadnění a automatizované pomůcky, jsou nároky na čas během přípravy projektu vyšší než u klasického modelování. Bohužel je málokdy lidem zainteresovaným do bezpečnosti poskytnut dostatečný čas na přípravu před započítím prací. Musí být uvažovány i náklady na licence jednotlivých programů a na výkonné hardwarové vybavení, které nejsou nízké, a nebylo by efektivní je vynakládat jen za účelem pořízení nástrojů BIM pro všechny zainteresované osoby. Proto je potřeba rozdělit činnosti mezi celý projektový tým, kde má každý jiné zaměření a každý věnuje přiměřenou část svého času. V této kapitole bude zpracováno rozdělení jednotlivých úkonů mezi účastníky výstavby většího projektu, jako je budova řešená v této práci, tedy pracovníky větší stavební firmy.

Nejprve je potřeba určit, o které pracovníky se bude jednat a jaké mají v týmu postavení, proto je na následujícím obrázku navržena organizační struktura pro činnosti BOZP v BIM.



Obr. č. 81 Organizační struktura, Zdroj vlastní

Byl zvolen model, kdy je investorem najímán projektant zvlášť od generálního dodavatele, kterého v organigramu reprezentuje hlavní stavbyvedoucí. Ve větší stavební firmě, která využívá metodiku BIM, jsou obvykle určené osoby, které mají na starosti spravování modelu a jsou vybaveni potřebným výpočetním zařízením. Tu v diagramu reprezentuje koordinátor BIM. Technik BOZP na projektu je u

rozsáhlých staveb nezbytností, má příslušné vědomosti a napomáhá stavbyvedoucímu v řízení BOZP na staveništi. Přípravář je nedílnou součástí všech projektů a je ho zapotřebí i při poptávání bezpečnostních prvků nebo při výběru subdodavatelů, na které jsou také kladeny nároky na dodržování bezpečnostních požadavků. Činnosti koordinátora BIM, technika BOZP i přípraváře jsou podpůrné služby stavbyvedoucímu, které mají za úkol ulehčit mu v jeho povinnostech, proto jsou v organigramu zařazeny na nižší úrovni. Koordinátorem BOZP nesmí být dle stavebního zákona [16] zhotovitel nebo jeho zaměstnanec, z toho důvodu je v organizační struktuře nastaven na stejnou úroveň jako hlavní stavbyvedoucí přímo pod investorem.

Jakmile jsou určeni potřební pracovníci, mohou jim být přiděleny úkoly pomocí matice odpovědností (Tab. č. 4). Řádky matice reprezentují jednotlivé úkoly, a sloupce osoby. V políčkách matice jsou pomocí zkratk určeny vztahy, které mají osoby k úkolům.

Použity jsou zkratky:

P = provádí

K = konzultuje (spolupracuje)

I = dostává informace o průběhu

S = schvaluje výstup.

Pro přehlednost výstupu jsou buňky matice s příslušnými zkratkami barevně odlišeny. Matice je všeobecně navržena tak, aby se 3D projekčními programy pracoval pouze projektant nebo BIM koordinátor. Například osazování rodin BOZP do modelu tak provádí BIM koordinátor na základě konzultací nebo ručních náčrtů koordinátora BOZP. Technik nebo koordinátor BOZP již pracují s hotovými modely v programu Navisworks, vytváří například videa pro školení nebo mohou napojit harmonogram bezpečnostních opatření na model. Přípravář je do BOZP zapojen pouze po finanční stránce, zpracovává výkazy materiálu a podklady pro poptávku. Investor obvykle otázky BOZP řeší právě prostřednictvím koordinátora BOZP, ale může si určit zvláštní požadavky nad rámec legislativy, proto je v matici uvedeno, že konzultuje návrh opatření BOZP. U ostatních úkolů pouze dostává informace o jejich průběhu. Hlavním úkolem stavbyvedoucího je provádět stavbu dle modelu a HMG, ale může se jako doprovod účastnit i kontrolních prohlídek.

Tab. č. 4 Matice odpovědností

Úkoly	Investor	Hlavní stavbyvedoucí	Technik BOZP	Koordinátor BIM	Přípravář	Projektant	Koordinátor BOZP
3D projekt stavby	S	I		K		P	K
Výběr SW	I			P		K	
Identifikace rizik		I	K				P
Filtrování modelů pro potřeby BOZP		I	S	K		P	S
Zpracování HMG stavebního díla	S	P, S	I		K		K
Návrh ZS	I	S	K			P	K
Návrh opatření BOZP	K	I	K				P, S
Příprava rodnin BOZP			S	P			S
Zanesení rodnin BOZP do modelu		I	S	P			S
Zanesení prvků ZS do modelu	I	S	I	K		P	
Zpracování HMG bezpečnostních opatření	I	K	K				P
Napojení HMG na model			K	P			S
Zpracování výkazů a poptávek		S		K	P	K	
Vytvoření videa pro školení			P	K			I
Provádění kontrol	I	K	P				P
Provádění konstrukcí dle modelu	I	P	S, K				S, K

Zdroj vlastní

## ZÁVĚR

V současné době jsou dostupné mnohé nástroje BIM, které umožňují řadu nových využití. Hlavním cílem této práce bylo prozkoumat, jak by tyto nástroje mohly být nápomocny při zajišťování BOZP na staveništi. K tomu však bylo zapotřebí zjistit širší souvislosti, pro které byly stanoveny dílčí cíle.

Prvním dílčím cílem bylo sestavit přehled legislativních předpisů, kterými je potřeba se řídit při zajišťování BOZP na českých stavbách. Byly tedy jmenovány nejdůležitější právní předpisy, které souvisí s tímto tématem, také bylo vysvětleno, z čeho naše legislativa historicky pramení, a u nejdůležitějších dokumentů bylo popsáno, co je jejich obsahem. Zákonů, nařízení vlády a vyhlášek je nepřehledné množství, proto byly některé pouze zmíněny. Tímto je první cíl považován za splněný.

Druhým dílčím cílem bylo provést identifikaci hlavních bezpečnostních rizik během realizace zadané stavby. Celá výstavba byla pro účely této práce rozdělena na 4 etapy, kterými jsou výkopové práce, hrubá stavba, dokončovací práce a terénní úpravy. Poté byl sestaven seznam rizik pro každou z těchto etap. Nebylo účelem provést komplexní analýzu rizik, ale uvést pouze seznam, na základě kterého bude možné navrhnout opatření aplikovatelná v BIM. Toto bylo splněno.

Na základě seznamu rizik byly postupně navrhovány kroky k jejich eliminaci. Byla podrobně popsána technická řešení a opatření tak, aby se při jejich dodržení na stavbě nevyskytovala nebezpečná místa a byly naplněny požadavky příslušných předpisů. Kromě toho bylo také zpracováno schéma zařízení staveniště, jako podklad pro model, do kterého je možné bezpečnostní prvky zakomponovat. Byly vybrány prvky pro BOZP, které byly vyhodnoceny jako vhodné pro umístění do 3D modelu. Tímto je třetí cíl splněn.

Následně již začala práce v BIM. Bylo vybráno vhodné softwarové vybavení a popsáno, co znamená pojem rodina. Postup vytváření rodiny byl podrobně popsán a poté bylo vymodelováno 24 navržených prvků jako samostatných rodin. Vizualizace všech, včetně 3 převzatých rodin, jsou přehledně uvedeny v tab. č. 2. Dále bylo



potřeba připravit převzaté modely administrativní budovy na následující práci. Za tím účelem byly vyfiltrovány pouze potřebné konstrukce a k modelu monolitických konstrukcí byl připojen převzatý model zařízení staveniště. Do takto upravených modelů byly osazeny rodiny BOZP. Cíl vymodelování navržených opatření nástroji BIM byl splněn.

Šestá kapitola se již věnuje zhodnocení dosavadní práce. Jsou v ní popsána různá využití vytvořených modelů po dobu životnosti výstavbového projektu. Způsoby využití jsou zkoumány pro fázi plánování, realizace a užívání budovy. Zmíněno je zde zejména vytváření různých výukových a školicích videí modelu staveniště, vytváření modelů kolektivní ochrany nebo lešení a následné vykazování výměr pomocí automatických funkcí BIM, napojení modelu na harmonogram a díky tomu včasné odhalení kritických míst stavby, usnadnění logistiky materiálu a v neposlední řadě snadnější provádění kontrol staveniště nebo zařízení. Na řešeném projektu byly vybrané funkce vyzkoušeny a popsán postup. Vzhledem k tomu, že metodika BIM má nevyčerpatelné možnosti, jsou stále navrhovány další varianty její aplikace. V této práci jsou pomocí zkušeností ze zahraničí popsány dvě technologie, které by mohly do budoucna dorazit i do České republiky. Jsou jimi Real Time Location System a automatizovaná prevence rizik během návrhu. Díky navržení a vyzkoušení mnoha způsobů použití nástrojů BIM pro řízení BOZP na stavbě je hlavní předmět této práce naplněn.

Na závěr byla sestavena matice odpovědností za balíčky všech úkolů zmíněných v předešlých kapitolách této práce. Tato matice by mohla být použita při rozdělování rolí mezi zainteresované osoby na projektu nebo ve větší stavební firmě, kde bude BOZP plánováno a realizováno za implementace BIM. Poslední cíl je tím splněn.

Účelem této práce nebylo pouze teoreticky popsat nabízející se výhody, ale také ve skutečném projektu otestovat, jestli je možné navržená využití vůbec realizovat. V dnešní době je trendem sdílení informací pomocí internetových platform. Díky tomu jsou dostupné řady návodů a instruktážních videí pro práci v BIM a pokud uživatel narazí při práci na problém, zpravidla na veřejných diskuzích najde okamžitě řešení. V této práci je tedy důkaz, že i laik se může v poměrně krátkém

časovém období naučit BIM využívat. Je zde také díky porovnání kontrolní prohlídky stavby pomocí aplikace BIM 360 Field a tabletu a klasickým způsobem pomocí textového editoru a fotoaparátu prokazatelně vyčíslena časová úspora při nasazení BIM na projekt. Ostatní materiály zpracované v této práci bohužel nebyly při realizaci řešené stavby použity, ale je nepopiratelné, že by řízení BOZP výrazně zefektivnily.

## SEZNAM CITOVANÝCH ZDROJŮ

[1] Směrnice Rady 89/391/EHS - o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

[2] Směrnice Rady 92/57/EHS - o minimálních bezpečnostních a zdravotních požadavcích, které se musejí dodržovat na dočasných nebo mobilních staveništích

[3] Zákon 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů

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

[5] Zákon č. 88/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 251/2005 Sb., o inspekci práce, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 435/2004 Sb., o zaměstnanosti, ve znění pozdějších předpisů.

[6] Zákon 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

[7] Zákon č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, ve znění pozdějších předpisů

[8] Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí, ve znění pozdějších předpisů

[9] Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků, ve znění pozdějších předpisů

[10] Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, ve znění pozdějších předpisů

[11] Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí

[12] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

[13] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

[14] Nařízení vlády č. 592/2006 Sb., o podmínkách akreditace a provádění zkoušek z odborné způsobilosti, ve znění pozdějších předpisů

[15] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů

[16] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

[17] Zákon č. 435/2004 Sb., o zaměstnanosti, ve znění pozdějších předpisů

[18] Zákon č. 118/2000 Sb., o ochraně zaměstnanců při platební neschopnosti zaměstnavatele a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

[19] Visionary vizualizace, byznys.ihned.cz, [Online] [cit.: 29. 10. 2016]

Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/reality/c1-65152280-nove-administrativni-centrum-s-bezeckou-drahou-na-strese-zacne-stavet-skanska-v-praze-holesovicich-uz-na-jare>

[20] Mrkvička P., 2016: Analýza smrtelné pracovní úrazovosti v ČR v roce 2014, [Online] [cit.: 9. 11. 2016]

Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/analiza-smrtelne-pracovni-urazovosti-v-cr-v-roce-2014>

- [21] Mobilní zábrana, B2B Partner, [Online] [cit. 3. 11. 2016]  
Dostupné z: <https://www.b2bpartner.cz/mobilni-zabrana-2500x1100-mm-trubky-38-mm/?gclid=CMWHj6KJ3tACFQeeGwodZoIHjA>
- [22] Zábradlí, Peri, [Online] [cit 3. 11. 2016]  
Dostupné z: <https://www.peri.cz/prehled-produktu.html>
- [23] Alsipercha, Alsina Formwork Solution, [Online] [cit.: 1. 11. 2016]  
Dostupné z: <http://www.alsina.com/en/solution/alsipercha/>
- [24] Můstek jednostranný, Alve, [Online] [cit.: 3. 11. 2016]  
Dostupné z: <http://www.alve.cz/cz/produkty/plosiny-a-mustky/mustky.html#>
- [25] SKANSKA a.s.
- [26] List od BIM Software & Providers, CAD Addict, [Online] [cit.: 4. 12. 2016]  
Dostupné z: <http://www.cad-addict.com/> [cit.: 4. 12. 2016]
- [27] Zulps A., Horne J., s. a.: Using Real-Time Location to Improve Construction Safety and Productivity
- [28] Zulps A., Horne J., 2016: Using Real Time Location Systems for Construction
- [29] Hospital patient, staff and equipment management, Überpod, [Online] [cit.: 16. 12. 2016]  
Dostupné z: <http://www.uberpod.com/case-studies/>
- [30] Zhang S., Teizer J., Lee J. K., Eastman Ch. M., Venugopal M., 2013: Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules. *Automation in Construction*. 29 : 183–195

## **SEZNAM ZKRATEK**

BOZP - bezpečnost a ochrana zdraví při práci

BIM - Building Information Management/ Building Information Modelling

3D - trojrozměrný

2D - dvojrozměrný

NP - nadzemní podlaží

OOPP - osobní ochranné pracovní prostředky

HMG - harmonogram

ČR - Česká republika

Tab. - tabulka

Obr. - obrázek

č. - číslo

EU - Evropská unie

EP - Evropský parlament

TZB - technická zařízení budov

IFC - The Industry Foundation Classes

ZS - zařízení staveniště

RTLS - Real Time Location System

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Diagram oblastí využití 3D modelu na časové ose, Zdroj vlastní.....	11
Obr. č. 2 Vizualizace projektu Visionary, Zdroj [19] .....	22
Obr. č. 3 Mobilní zábrana, Zdroj [21].....	26
Obr. č. 4 Zábradlí „fullmesh“, Zdroj [22] .....	29
Obr. č. 5 Alsipercha, Zdroj [23].....	30
Obr. č. 6 Jednostranný můstek, Zdroj [24].....	32
Obr. č. 7 Schéma zařízení staveniště, Zdroj vlastní na základě podkladů [25].....	36
Obr. č. 8 Legenda prvků zařízení staveniště, Zdroj vlastní.....	37
Obr. č. 9 Postup tvorby rodiny - krok 1, Zdroj vlastní.....	41
Obr. č. 10 Postup tvorby rodiny – krok 2, Zdroj vlastní .....	42
Obr. č. 11 Postup tvorby rodiny – krok 3, Zdroj vlastní .....	43
Obr. č. 12 Postup tvorby rodiny – krok 4, Zdroj vlastní .....	43
Obr. č. 13 Postup tvorby rodiny – krok 5, Zdroj vlastní .....	44
Obr. č. 14 Postup tvorby rodiny – krok 6, Zdroj vlastní .....	44
Obr. č. 15 Postup tvorby rodiny – krok 7, Zdroj vlastní .....	45
Obr. č. 16 Postup tvorby rodiny – krok 8, Zdroj vlastní .....	45
Obr. č. 17 Postup tvorby rodiny – krok 9, Zdroj vlastní .....	46
Obr. č. 18 Postup tvorby rodiny – krok 10, Zdroj vlastní .....	46
Obr. č. 19 Postup tvorby rodiny – krok 11, Zdroj vlastní .....	47
Obr. č. 20 Postup tvorby rodiny – krok 12, Zdroj vlastní .....	47
Obr. č. 21 Postup tvorby rodiny – krok 13, Zdroj vlastní .....	48
Obr. č. 22 Postup tvorby rodiny – krok 14, Zdroj vlastní .....	48
Obr. č. 23 Postup tvorby rodiny – krok 15, Zdroj vlastní .....	49
Obr. č. 24 Převzatý model fasády, Zdroj [25].....	53
Obr. č. 25 Převzatý model stavební jámy a ZS, Zdroj [25] .....	54
Obr. č. 26 Převzatý model stavební jámy a ZS bez jeřábů, Zdroj [25] .....	54
Obr. č. 27 Převzatý model budovy, Zdroj [25] .....	55
Obr. č. 28 Postup filtrování částí modelu, Zdroj vlastní na základě podklad; [25] ...	55
Obr. č. 29 Filtrovaný model budovy, Zdroj vlastní na základě podkladů [25].....	56
Obr. č. 30 Půdorys upraveného prostoru, Zdroj [25] .....	56
Obr. č. 32 Model hrubé stavby se ZS, Zdroj vlastní na základě podkladů [25].....	57
Obr. č. 31 3D pohled upraveného prostoru, Zdroj vlastní na základě podkladů [25]	57
Obr. č. 33 Postup vkládání rodiny – krok 1, Zdroj vlastní.....	58
Obr. č. 34 Postup vkládání rodiny – krok 2, Zdroj vlastní.....	59
Obr. č. 35 Finální model – pohled 1, Zdroj vlastní na základě podkladů [25] .....	59
Obr. č. 36 Finální model – pohled 2, Zdroj vlastní na základě podkladů [25] .....	60
Obr. č. 37 Model kolektivní ochrany, Zdroj vlastní na základě [25] .....	60
Obr. č. 38 Bližší pohled na model kolektivní ochrany, Zdroj vlastní na základě [25]	61
.....	61
Obr. č. 39 Pohled na záchytné síť, Zdroj vlastní na základě [25].....	61
Obr. č. 40 Pohled na místo bez kolektivní ochrany, Zdroj vlastní na základě [25] ...	62
Obr. č. 41 Pohled na ZS a přístupy na staveniště, Zdroj vlastní na základě [25].....	62
Obr. č. 42 Celkový pohled na výsledný model, Zdroj vlastní na základě [25].....	62
Obr. č. 43 Postup tvorby zábradlí – krok 1, Zdroj vlastní.....	63
Obr. č. 44 Postup tvorby zábradlí – krok 2, Zdroj vlastní.....	64
Obr. č. 45 Postup tvorby zábradlí – krok 3, Zdroj vlastní.....	64
Obr. č. 46 Postup tvorby zábradlí – krok 4, Zdroj vlastní.....	65
Obr. č. 47 Postup tvorby zábradlí – krok 5, Zdroj vlastní.....	65

Obr. č. 48	Postup tvorby zábradlí – krok 6, Zdroj vlastní.....	66
Obr. č. 49	Simulace výstavby 1. záběr, Zdroj vlastní na základě [25].....	68
Obr. č. 50	Simulace výstavby 2. záběr, Zdroj vlastní na základě [25].....	68
Obr. č. 51	Simulace postupu výstavby 3. záběr, Zdroj vlastní na základě [25].....	69
Obr. č. 52	Simulace postupu výstavby stěn, Zdroj vlastní na základě [25].....	69
Obr. č. 53	Postup tvorby výkazu – krok 1, Zdroj vlastní na základě [25].....	70
Obr. č. 54	Postup tvorby výkazu – krok 2. Zdroj vlastní na základě podkladů [25] .	71
Obr. č. 55	Postup tvorby výkazu – krok 3, Zdroj vlastní na základě podkladů [25] .	72
Obr. č. 56	Vygenerovaný výkaz výměr zábradlí, Zdroj vlastní.....	72
Obr. č. 57	Video – snímek 1, Zdroj vlastní na základě [25].....	74
Obr. č. 58	Video – snímek 2, Zdroj vlastní na základě [25].....	75
Obr. č. 59	Video – snímek 3, Zdroj vlastní na základě podkladů [25].....	75
Obr. č. 60	Video – snímek 4, Zdroj vlastní na základě [25].....	76
Obr. č. 61	Video – snímek 5, Zdroj vlastní na základě [25].....	76
Obr. č. 62	Video – snímek 6, Zdroj vlastní na základě [25].....	77
Obr. č. 63	Video – snímek 7, Zdroj vlastní na základě [25].....	77
Obr. č. 64	Video – snímek 8, Zdroj vlastní na základě [25].....	77
Obr. č. 65	Video – snímek 9, Zdroj vlastní na základě [25].....	78
Obr. č. 66	Video – snímek 10, Zdroj vlastní na základě [25].....	78
Obr. č. 67	Výkres s označením nálezů, Zdroj [25].....	80
Obr. č. 68	Popis vybraného nálezu, Zdroj [25].....	81
Obr. č. 69	Postup přidání přílohy, Zdroj [25].....	82
Obr. č. 70	Seznam uzavřených situací, Zdroj [25].....	82
Obr. č. 72	Záznam z kontrolní prohlídky vytvořen druhou metodou, Zdroj vlastní..	84
Obr. č. 71	Záznam nálezu vytvořen první metodou, Zdroj [25].....	84
Obr. č. 73	Diagram oblastí využití 3D modelu BOZP na časové ose, Zdroj vlastní .	86
Obr. č. 74	Přijímací jednotka, Zdroj [28].....	88
Obr. č. 75	Čip pro RTLS, Zdroj [28].....	88
Obr. č. 76	Plán podlaží se značkami čipu a jednotek, Zdroj [28].....	89
Obr. č. 77	Pracovník v signalizační vestě, Zdroj [28].....	90
Obr. č. 78	Pracovníci používající BIM kiosek s RTLS, Zdroj [28].....	90
Obr. č. 79	Model nemocnice s RTLS, Zdroj [29].....	91
Obr. č. 80	Algoritmus automatického vyhodnocení rizika, Zdroj [30].....	92
Obr. č. 81	Organizační struktura, Zdroj vlastní.....	93



## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Seznam hlavních rizik .....	23
Tab. č. 2 Použité rodiny .....	49
Tab. č. 3 Záznam naměřených časů a výpočet průměru .....	83
Tab. č. 4 Matice odpovědností .....	95