

BUILDING INFORMATION MODELING A BOZP

BUILDING INFORMATION MODELING AND OHAS

doc. Ing Zdenka Hulínová, Ph.D.; Ing. Jana Madová ¹

¹ STU Bratislava, Stavebná fakulta, Radlinského 11, Bratislava 81005, Slovensko

ABSTRAKT

Stavebníctvo je považované za oblasť s najväčším výskytom pracovných úrazov. Pracovníci vykonávajú množstvo činností, ktoré sú hrozbou pre ich zdravie a vystavujú ich rizikám pracovných úrazov aj chorôb z povolania. Existuje veľa presvedčivých dôkazov o tom, že mnohé nebezpečné rizikové situácie vznikajú už v ranej fáze návrhu projektov. Na základe tohto tvrdenia môžeme usúdiť, že jedným z najúčinnějších metód prevencie a zníženia počtu pracovných úrazov je eliminovať hroziace riziko už pri zdroji, to znamená už v architektonickom návrhu. Informačné modely BIM nám umožňujú simulovať celkovú situáciu projektu konštrukčne aj vizuálne a vďaka tomu vieme predísť viacerým problémom nielen pri samotnej realizácii, ale aj pri užívaní stavieb.

Kľúčová slova: ochrana zdravia pri práci, stavebné informačné a stimulačné modely

ABSTRACT

Civil engineering is considered to be the area with the highest occurrence of occupational injuries. Workers perform plenty of activities that endanger their health and put them at risk of occupational injuries and diseases. There are many convincing proves that dangerous risk situations appear already in the early stages of project proposals. On the basis of this fact we can estimate that one of the most effective methods of preventing and reducing occupational injuries is elimination of potential risk at the very beginning, i.e. already in the architectural design. Information models BIM enable us to simulate the overall situation of the project both structurally and visually. Thanks to this fact we can prevent multiple problems occurring not only during the realisation phase, but during the usage of buildings as well.

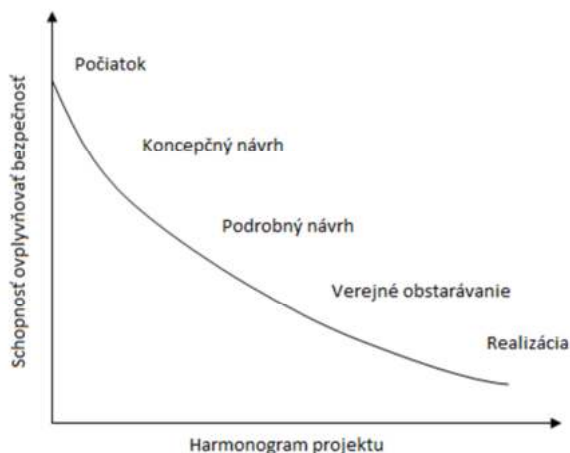
Key words: occupational health, construction information and simulate models

1 ÚVOD

Zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v stavebníctve znamená posúdenie bezpečnosti pracovníkov už pri návrhu projektu. Návrh opatrení na odstránenie alebo aspoň elimináciu nebezpečenstva vyskytujúceho sa na pracovisku je považovaný za hlavnú prioritu v hierarchii kontrol stavu pracoviska. Medzi kľúčové zmeny potrebné pre realizáciu BOZP v praxi patrí: zmena myslenia projektanta smerom k bezpečnostnej stránke projektu, motivačné sily na podporu návrhu na bezpečnosť pri práci, zvýšenie vedomostí projektanta v oblasti BOZP, vytvorenie analýzy rizík už v počiatočnej fáze projektu, využívanie novovznikajúcich technológií zameraných na bezpečnosť. [1] Pri riadení bezpečnosti pomocou simulačných modelov BIM sa kladie najväčší dôraz na oblasť komunikácie, a tiež na bezpečnosť pri plánovaní a riadení rizík. Tento spôsob plánovania bezpečnosti stavebných procesov dosahuje lepšie výsledky a riešenia, ktoré sú navyše zobrazené ako 3D bezpečnostné plány. [3]

1.1 Prevencia úrazov cez rizikóvú analýzu

Veľký vplyv na zaistenie zamestnancov z hľadiska BOZP môžeme dosiahnuť už v počiatočnej fáze návrhu projektu. Na obr. 1 je znázornená krivka, ktorá ukazuje schopnosť ovplyvňovania bezpečnosti v súvislosti s narastajúcim časom výstavby. [2]



Obr. 1: Harmonogram projektu vs. krivka vplyvu bezpečnosti

Neodmysliteľnou súčasťou stavebných prác by mala byť RIZIKOVÁ ANALÝZA, ktorá slúži ako systematická identifikácia rizika spojeného s jednotlivými stavenými procesmi vyskytujúcich sa na stavbe. Ideálny čas na vytvorenie rizikovej analýzy je už pri fáze návrhu samotného projektu. Táto riziková analýza sa vypracúva na všetkých stupňoch rozostavanosti, pričom jej výsledkom je vytvorenie bezpečného prostredia pre všetkých zamestnancov a účastníkov výstavby. Veľký dôraz sa kladie aj na komunikáciu a spoluprácu s dodávateľmi. Riziková analýza musí obsahovať nasledovné kroky:

- identifikácia nebezpečenstva,
- identifikácia ohrozenia,
- posúdenie závažnosti rizika (viď. Tab.1),
- návrh vhodných opatrení v súvislosti s platnou legislatívou a kontrola úspešnosti ich návrhu.

Pravdepodobnosť rizika	Závažnosť (dôsledok) rizika				
	Katastrofická A	Kritická B	Významná C	Malá D	Zanedbateľná E
Vysoká 5	5A	5B	5C	5D	5E
Stredná 4	4A	4B	4C	4D	4E
Nízka 3	3A	3B	3C	3D	3E
Nepravdepodobná 2	2A	2B	2C	2D	2E
Vysoko nepravdepodobná 1	1A	1B	1C	1D	1E

Tab. 1: Posúdenie závažnosti rizika

Príklad vypracovania rizikovej analýzy je uvedený na obrázku 2.

P.Č.	ČINNOSŤ	NEBEZPEČENSTVO	OHROZENIE	PRAVDEPOD.	DOSLEDOK	RIZIKO	OPATRENIA
1	Výkopové práce	výkop - hĺbka	pád, ušmyknutie	vysoká	krícký	5B	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
		stroje	náraz	nizka	katastrofický	3A	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
		hmotnosť zeminy	zavalenie zeminou	nizka	významný	3C	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
3	Montáž žeriavu	elektrický prúd	ohrozenie zdravia, zásah el. prúdom	stredná	krícký	4B	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice
		ľudský faktor	pád žeriavu	nepravdepodobná	katastrofický	2A	Podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci so strojom, dôkladné zaistenie mechanizmov, bremien, skúška nosnosti.
4	Vyhotovenie základovej dosky	výkopy - hĺbka	pád z výšky, ušmyknutie	vysoká	krícký	5B	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice
		hmotnosť zeminy	ohrozenie zavalením zeminy	nizka	významný	3C	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
5	Realizácia ŽB skeletu - montáž	práca vo výškach	pád z výšky, ušmyknutie	stredná	katastrofický	4A	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
		hmotnosť prvku	spadnutie, ušmyknutie, náraz ťažkého materiálu	nepravdepodobná	katastrofický	2A	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
		ľudský faktor	úder, náraz, zlá manipulácia	nizka	významný	3C	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
		zdvíhanie a manipulácia s bremenami	pád z výšky, náraz bremena	stredná	krícký	4B	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja
		klimatické podmienky	ohrozenie pádu	stredná	katastrofický	4A	ochranná prilba -ochranná obuv (Obuv s ochrannou špicou) -ochranné rukavice - úplný výstroj na prevenciu proti pádu vrátane všetkých nevyhnutných doplnkovprostriedky na držanie tela, ochranné odevy, napríklad dvojdielne alebo kombinéry Prevádzka stroja

Obr. 2: Tabuľka rizikovej analýzy

Pri ochrane pracovníkov platí, že požiadavky určené legislatívou sa môžu prekročiť, a to podľa rizikosti konkrétneho procesu, nakoľko každý výstavbový proces je jedinečný a vyžaduje si iný prístup k BOZP. Pri stanovení opatrení je potrebné určiť hranicu, pokiaľ bude navrhovaná ochrana ešte efektívna a kedy už vkladanie ďalších prostriedkov neprinesie zvýšenie ochrany. Ak organizácia chce dosiahnuť v oblasti BOZP nulovú úrazovosť, musí sa bezpečnosť a ochrana zdravia pracovníkov pri práci stať najvyššou prioritou, a preto je potrebné, aby boli všetci zúčastnení motivovaní spolupracovať a dodržiavať právne predpisy a ostatné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.

1.2 Building Information Modeling

V mnohých prípadoch sa stretávame s tým, že bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci nebola dobre začlenená do návrhu študijných programov budúcich projektantov. Zou, Wilsom a Adam (2009) to potvrdili prostredníctvom nedávne vykonaného prieskumu v Austrálii, kde odhalili skutočnosť, že väčšina projektantov nemá žiadne vedomosti o posúdení bezpečnostného rizika pri návrhu konštrukcií. [2]

BIM je novo vznikajúci model, ktorý umožňuje vytváranie 3D simulačných modelov budov s vloženými informáciami o projekte od samotného návrhu cez realizáciu až po uvedenie konštrukcie do prevádzky. Systém BIM technológií je založený na zoskupovaní informácií z rôznorodých odborov, ktoré sa spájajú s priestorovou 3D CAD základňou. Tento simulačný program je využívaný na optimalizovanie návrhu projektu s ohľadom na jeho realizáciu, ďalej slúži na analýzu možných rizík výstavby, analýzu využitia stavby a jej udržateľnosť. Jedným z hlavných cieľov využitia technológie BIM v stavebníctve je možnosť zvýšenia kvality a efektivity projektu už v rannej fáze jeho návrhu. [2]

Základňa BIM zahŕňa:

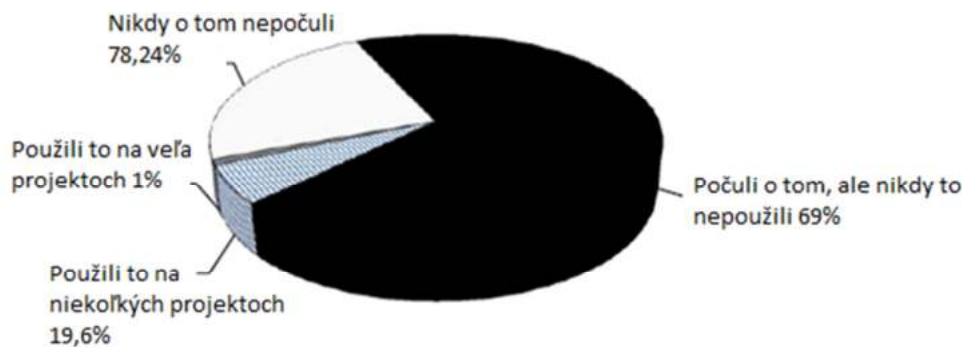
- Ucelené celky budov ako sú steny, dvere, okná v 3D vizualizácii, ktoré sú navrhnuté v pôdoryse objektu len ako geometrické tvary znázornené pomocou čiar, polygónov, kriviek atď. Schopnosť vizualizácie umožňuje rýchlejšiu a efektívnejšiu prácu, a hlavne predchádza mnohým nesprávnym riešeniam,
- množstvo informácií o čase a cene realizovaného diela,
- vzťahy a nadväznosť jednotlivých procesov. [2]

1.2.1 nD modelovanie v oblasti BIM

Modelovanie v oblasti BIM technológie je rozdelené do skupín, ktoré sú nositeľmi aspektov životného cyklu stavby. Spomínané aspekty sú vyjadrené pomocou nD modelovania, a to ako 4D, 5D, 6D, 7D a 8D modelovanie pričom:

- 4D modelovanie – je plánovanie – prepojenie časového plánu výstavby spolu s projektom,
- 5D modelovanie – sú náklady – toto modelovanie umožňuje okamžité generovanie nákladov z rozpočtu, finančný tok v súvislosti s časovým plánom výstavby,
- 6D modelovanie – udržateľnosť - prevádzka a údržba zariadenia pre celú dobu trvania životného cyklu,
- 7D modelovanie – facility management,
- 8D modelovanie – spojené s nástrojmi na zabezpečenie BOZP.

V nedávnom prieskume Alistaira Gibb, ktorý zistil, že len veľmi málo projektantov vo Veľkej Británii má akúkoľvek skúsenosť s BIM. Tento výskum preukázal u opýtaných projektantov, ktorí majú viac ako 20 ročnú prax (64%) a projektantov s 11 až 20 rokov praxe (22%), že poznatky a práca z touto technológiou je u nich na veľmi nízkej úrovni. O tom svedčí aj diagram na obr.3, kde výsledky sú nasledovné: 78,24% projektantov nikdy nepočuli o BIM, 1% využíva túto technológiu, 19,6% využilo BIM na niekoľko projektov a 69% nikdy nepočuli ani nepoužívali túto technológiu. [4]



Obr. 3: Diagram prieskumu UK projektantov v oblasti BIM technológie.

1.3 8D Modelovanie spojené s BOZP

8D modelovanie slúži na vytváranie bezpečného pracovného prostredia. Tento typ modelovanie je založený na vkladaní poznatkov z rizikovej analýzy do systému BIM. Jeho podstata spočíva vo :

- 1) Vytvorenie rizikovej analýzy, ktorá zahŕňa profil nebezpečenstiev a ohrození vyskytujúcich sa v celom výstavbovom procese.
- 2) Vloženie návrhov a opatrení na zabránenie rizikovej situácie hroziacej pri jednotlivých stavebných procesoch.
- 3) Vykonávaní automatického auditu výskytu nebezpečenstva.

Výstupom tohto modelu by malo byť:

- a) Rizikový profil prvkov so stupňami závažnosti.
- b) Návrh revízií konštrukčných prvkov, ktoré by boli označené ako kritické.
- c) Návrh opatrení na odstránenie nebezpečenstiev. [2]

2 ZÁVER

Keďže stavebníctvo patrí medzi najviac rizikové pracovné odvetvia, vylúčiť alebo aspoň minimalizovať tieto riziká sú prvoradou úlohou pri ochrane pracovníkov na stavbách. Najúčinnjším spôsobom ako predísť a zamedziť vzniku rizika je rozpoznať ho už vo fáze plánovania. Na toto nám slúži novovznikajúca technológia v podobe BIM modelovania, ktorá umožňuje zachytenie množstva rizikových situácií už na začiatku projektu. Veľkou výhodou tohto modelu je, že pracuje na základe 3D a viac modelovania, a projektant, ako aj realizátor môžu zabrániť prípadným problémom už pri ich zrode.

Rozvoj BIM modelu vytvára príležitosť pre integráciu mnohých informácií do jedného celku. Systém 8D modelovania je nástroj tejto informačnej technológie založený na rizikovej analýze. V súvislosti s BOZP vidíme potenciál v zlepšovaní podmienok bezpečnosti pri práci na mieste, pretože projektanti sú schopní posúdiť dopad svojich návrhov už vo fáze návrhu. Vzhľadom na to má BIM technológia obrovský potenciál výrazne zlepšiť spoluprácu medzi projektantom a realizátorom, a tým prispieť k celkovému zlepšeniu ochrany pracovníkov aj užívateľov počas celého životného cyklu stavby.

Aplikácia BIM pre BOZP má pred sebou ešte dlhú cestu. Tento druh modelovania, najmä 8D, má potenciál na zlepšenie hodnotenia rizík a identifikáciu nebezpečenstva počas celého procesu návrhu stavieb. Hlavnou myšlienkou tohto návrhu je zamerať sa na analýzu nebezpečenstva, identifikovať ohrozenia a poskytnúť návrh opatrení aj riešení v súvislosti s platnou legislatívou. Toto všetko sa deje na základe virtuálneho prostredia, ktoré poskytuje vizuálne podnety a riešenia. Riziká vyplývajúce z ľudského správania sú väčšinou z dôvodu nedostatku povedomia a vedomostí ohľadne BOZP

v stavebníctve. Aj keď človek prejde množstvom školení, jeho správanie a rozhodovanie zostáva stále nepredvídateľné. Profesionálne vzdelávanie prostredníctvom BIM modelových simulácií by mohlo zvýšiť toto povedomie a rozhodovanie pracovníkov v procese výstavby.

Použitá literatúra

- [1] Gambatese, J., Behm, M., and Hinze, J. (2005). "Viability of Designing for Construction Worker Safety." *J. Constr. Eng. Manage.*, 131(9), 1029–1036.
- [2] Kamardeen, I (2010)., *8D BIM modelling tool for accident prevention through design*. In: Egbu, C. (Ed) *Procs 26th Annual ARCOM Conference*, 6-8 September 2010, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management, 281-289
- [3] Markku Kiviniemi, Kristiina Sulankivi, Kalle Kähkönen, Tarja Mäkelä & Maija-Leena Merivirta., *BIM-based Safety Management and Communication for Building Construction*, Kopijyvä Oy, Kuopio 2011
- [4] Shih, Shan-Ying; Sher, Willy; Gibb, Alistair; Smolders, John., *BIM and OHS – Designer and Design Coordinator Adoption in the UK and Australia*. CIB W099 International Conference on 'Modelling and Building Health and Safety'. *Proceedings of CIB W099 International Conference on 'Modelling and Building Health and Safety' (Singapore 10-11 September, 2012)* p. 132-141