

Možnosti využití 3D technologií v oblasti bezpečnosti

Bc. Pavla Dočkalová

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavla Dočkalová**
Osobní číslo: **A17657**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Možnosti využití 3D technologií v oblasti bezpečnosti**
Téma anglicky: **The Possibilities of Using 3D Technologies in the Safety and Security Fields**

Zásady pro vypracování:

1. Vymezte současně dostupné počítačové 3D technologie a zhodnoťte jejich možnosti.
2. Charakterizujte tři zvolené druhy bezpečnosti.
3. Specifikujte oblasti využití 3D technologií ve vybraných druzích bezpečnosti. Navrhněte základní úlohy použití.
4. Ve zvolených nástrojích 3D technologií vypracujte základní úlohy použití.
5. Zhodnoťte vhodnost nástrojů a 3D technologií k realizaci základních úloh použití.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk. **Bezpečnostní technologie, systémy a management bezpečnosti. 1. – 5. díl.** Zlín: VeRBuM, 2011–2015. ISBN 978-80-87500-05-7.
2. NEUGEBAUER, Tomáš. **Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v kostce, neboli, O čem je současná BOZP. 2., aktualizované a rozšířené vydání.** Praha: Wolters Kluwer, 2016. ISBN 978-80-7552-106-4.
3. POKORNÝ, Marek a Petr HEJTMÁNEK. **Požární bezpečnost staveb: sylabus pro praktickou výuku. 2. přepracované vydání.** V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06394-1.
4. MURRAY, Jeff W. **Building virtual reality with Unity and Steam VR.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2017. ISBN 978-1138033511.
5. KENNEDY, Sanford. **3ds max 6: animace a vizuální efekty.** Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0328-5.
6. VAN GUMSTER, Jason. **Blender For Dummies. 3rd Edition.** Canada: John Wiley, 2015. ISBN 978-1-119-03953-2.
7. HUGHES, John F. **Computer graphics: principles and practice. 3rd ed.** Upper Sad-dle River: Addison-Wesley, 2013. ISBN 978-0-321-39952-6.
8. ŽÁRA, Jiří. **Moderní počítačová grafika. 2., přeprac. a rozš. vyd.** Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0454-0.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2019**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

Jméno, příjmení:

Název bakalářské/diplomové práce:

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 23.5.2019

PAULA DOČKALOVÁ, v. r.
.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce popisuje současné možnosti využití 3D technologií v různých oblastech bezpečnosti. Nejprve jsou teoreticky shrnuty dostupné počítačové 3D technologie a tři související druhy bezpečnosti. Dále jsou přímo specifikovány oblasti využití 3D technologií ve vybraných druzích bezpečnosti a navrženy tři základní úlohy použití, které jsou ve zvolených nástrojích vypracovány. Součástí práce je i zhodnocení vhodnosti nástrojů a 3D technologií k realizaci základních úloh použití.

Klíčová slova: 3D, technologie, bezpečnost, grafika, rendering, 3D model, animace

ABSTRACT

The thesis describes current possibilities of using 3D technologies in various areas of safety and security. Firstly, the availability of 3D computer technologies and three related types of security are theoretically summarized. Furthermore the areas of 3D technology utilization in selected types of safety and security are directly specified in three basic tasks of use, which are developed in the selected tools. Part of the thesis also includes an evaluation of suitability tools and 3D technologies for realization of basic tasks.

Keywords: 3D, technology, security, graphics, rendering, 3D model, animation

Chtěla bych poděkovat panu doc. Ing. Luďkovi Lukášovi, CSc. za odborné vedení práce, cenné rady a vstřícnost při konzultacích.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SOUČASNÉ 3D POČÍTAČOVÉ TECHNOLOGIE	11
1.1 HARDWARE	11
1.1.1 Specifické požadavky na hardware	11
1.1.2 Vstupní zařízení	12
1.1.3 Výstupní zařízení	12
1.2 DOSTUPNÝ SOFTWARE PRO ZPRACOVÁNÍ 3D OBSAHU	13
1.2.1 Základní principy tvorby 3D modelů a scén	14
1.2.1.1 Promítání.....	14
1.2.1.2 Modelování 3D objektů	15
1.2.1.3 Viditelnost objektů.....	16
1.2.1.4 Zobrazovací techniky a stínování	16
1.2.1.5 Textury.....	16
1.2.1.6 Animace	17
1.3 SOUČASNÉ MOŽNOSTI VYUŽITÍ 3D TECHNOLOGIÍ	18
1.3.1 Vizualizace	19
1.3.2 Simulace	20
1.3.2.1 Virtuální, pokročilá a kombinovaná realita	21
2 CHARAKTERISTIKY ZVOLENÝCH DRUHŮ BEZPEČNOSTI	23
2.1 FYZICKÁ BEZPEČNOST	23
2.1.1 Pojem fyzická bezpečnost	23
2.1.2 Míra bezpečnosti	24
2.1.3 Systém fyzické bezpečnosti	25
2.2 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	25
2.2.1 Povinnosti zaměstnavatele a zaměstnance	26
2.2.2 Systém řízení BOZP	26
2.2.3 Modely zajištění bezpečnosti	27
2.3 OSOBNÍ BEZPEČNOST	28
2.3.1 Hlavní důvody agresivity a násilí.....	28
2.3.2 Právní hlediska osobní bezpečnosti	29
2.3.3 Možnosti zajištění osobní bezpečnosti.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
3 VYUŽITÍ 3D TECHNOLOGIÍ V BEZPEČNOSTI A STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH ÚLOH	32
3.1 OBLASTI VYUŽITÍ 3D TECHNOLOGIÍ V BEZPEČNOSTI	32
3.1.1 Výukové simulátory	32
3.1.1.1 Virtuální simulace „wargame“	32
3.1.1.2 Simulátory „decision-making“	33
3.1.1.3 Řidičské simulátory a simulátory dopravních prostředků	33
3.1.1.4 Střelecké simulátory	34
3.1.1.5 Kulturní simulátory.....	35
3.1.2 Vizualizace	35
3.1.3 3D Projektování pomocí konceptu BIM	36

3.1.3.1	3D projektování pro potřeby BOZP.....	37
3.1.3.2	3D projektování systému požární ochrany	37
3.2	ZÁKLADNÍ ÚLOHY POUŽITÍ	38
3.2.1	Produktová interaktivní vizualizace v bezpečnostním průmyslu.....	38
3.2.2	3D projektová dokumentace pro účely BOZP	39
3.2.3	Tvorba entit pro účely simulačních technologií pro vzdělávání a výcvik v oblasti bezpečnosti	40
4	VYPRACOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH ÚLOH	41
4.1	ÚLOHA 1	41
4.1.1	Vytvoření 3D modelů.....	41
4.1.1.1	Exteriér.....	41
4.1.1.2	Interiér.....	42
4.1.1.3	Prvky prostorové ochrany	43
4.1.2	Nastavení interakce jednotlivých prvků.....	46
4.1.3	Nastavení interakce v prostorech objektu	46
4.1.3.1	Character	47
4.1.3.2	Hranice.....	47
4.1.3.3	Výška náhledu.....	48
4.1.3.4	Osvětlení a stíny.....	48
4.1.3.5	Export do příslušného formátu	48
4.1.3.6	Implementace do webového rozhraní	49
4.1.4	Zhodnocení úlohy.....	49
4.2	ÚLOHA 2	51
4.2.1	Vytvoření stavby	51
4.2.1.1	Vytvoření modelu	51
4.2.2	Navržení opatření v rámci BOZP.....	53
4.2.3	Zhodnocení úlohy.....	53
4.3	ÚLOHA 3	54
4.3.1	Vytvoření postav	54
4.3.1.1	Modelování postavy.....	54
4.3.1.2	Vytvoření oděvů a textur	55
4.3.2	Animace	57
4.3.2.1	Vytvoření kostry	57
4.3.2.2	Nastavení vah.....	58
4.3.2.3	Klíčování.....	59
4.3.3	Zhodnocení úlohy.....	60
5	ZHODNOCENÍ VHODNOSTI NÁSTROJŮ K REALIZACI ZÁKLADNÍCH ÚLOH.....	61
5.1	BLENDER A BLEND4WEB PRO ÚČELY INTERAKTIVNÍ WEBOVÉ VIZUALIZACE	61
5.2	REVIT PRO ÚČELY 3D PROJEKTOVÁNÍ	61
5.3	BLENDER PRO ÚČELY VYTVOŘENÍ A ANIMACE POSTAV	62
	ZÁVĚR	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	70

SEZNAM PŘÍLOH.....	71
---------------------------	-----------

ÚVOD

S neustálým vývojem počítačových technologií se dále rozrůstají i možnosti zpracování a následného využití vizualizačních technik. Vizualizační techniky umožňují především názorně zobrazit data. Výsledky jsou tak efektivněji vnímány pomocí zrakových receptorů, a právě takovým způsobem je možné zjednodušit složitou informaci a data změnit na názorný model nebo komplexní vizualizaci. Poskytnutím dat ve snadno srozumitelném formátu lze zrychlit řešení úkolů a tak mnohdy usnadnit vzájemnou komunikaci a poznání.

Pro snazší interpretaci výsledků lze využít virtuálních 3D reprezentací, jejíž možnosti se v současné době rozvíjí značnou rychlostí. Může se jednat o oblasti technologických simulací pro optimalizaci výkonu, bezpečnostní inženýrství, testování, školení i vzdělávání. Simulace může být také použita pro zobrazení případných reálných dopadů alternativních podmínek a způsobů jednání. Nemusí se tedy jednat pouze o zábavní průmysl, se kterým jsou otázky 3D vizualizačních a simulačních technologií často spojovány. Dnešní simulační technologie lze také nalézt v oblastech, jako je zdravotnictví, armáda i krizová připravenost. Simulace a její 3D reprezentace je neodmyslitelně spojena s moderním inženýrstvím a má zásadní význam pro architektonické a urbanistické plánování, výzkum a vývoj v oblasti automobilů a letectví. Skutečný přínos však spočívá v tom, že všechno komplexně spojujete v holistickém smyslu. Díky komplexní reprezentaci dat je nejen možné vytvořit virtuální prostředí, které poskytuje úplný pohled na občas zdánlivě neucelené systémy, nebo simulovat procesy v reálném čase, což může umožňovat odhalení různých anomálií a nuancí, které ovlivňují požadované výsledky.

Jedním z nejdůležitějších pojmů v počítačových 3D vizualizacích a simulacích je renderování (anglicky rendering). Obecně lze proces renderování popsat jako tvorbu reálného obrazu na základě počítačového modelu (nejčastěji 3D). Rendering obsahuje v závislosti na použitém softwaru mnoho parametrů a nastavení, kterými lze ovlivnit konečný vzhled scény. Jde tedy o odvětví počítačové grafiky, které se zabývá tvorbou výsledných obrazů. [4]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SOUČASNÉ 3D POČÍTAČOVÉ TECHNOLOGIE

Zkratka 3D znázorňuje trojrozměrné neboli trojdimenzionální vyjádření prostoru (pomocí šířky, výšky a hloubky). Tento pojem se začal objevovat až ve spojení s digitalizací obrazu, kdy je pomocí digitálního zobrazovacího zařízení reprezentován i třetí rozměr (hloubka) zobrazované reality, který ve skutečnosti neexistuje. Technologii 3D je pak obecně možné označit za odvětví techniky, které se komplexně zabývá tvorbou, zaváděním a zdokonalováním postupů týkajících se digitálního trojrozměrného zobrazování, ke kterému je potřeba především hardware a software.

1.1 Hardware

Základem prostorové digitalizace je zařízení výpočetní techniky, kterým je počítačová sestava, často rozšířená o další specifické prvky. Na trhu existuje v současné době velké množství variant počítačových komponentů pro různé účely použití. Kromě běžných základních komponentů počítače je pro kvalitní zpracovávání 3D grafiky nutné zvládnutí rozsáhlých paralelních úkolů, proto je potřeba především velký výpočetní výkon – tzn. zejména výkonný procesor a profesionální grafická karta. [1]

1.1.1 Specifické požadavky na hardware

Procesor je základním komponentem počítače, který má na starost správný chod veškerých programů a má dopad na výkon celého počítače. Dříve bylo zvyšování výkonu soustředěno hlavně na zvyšování pracovní frekvence, což vedlo k vyšším teplotám a spotřebám elektrické energie. Později výrobci přistoupili k zásadním změnám celé architektury procesorů, zejména na vícejádrové procesory. V roce 2019 se běžné hodnoty základních frekvencí pohybují od 1,6 GHz do 3,8 GHz. Nejvýkonnější procesory svojí základní frekvencí přesahují i hranici 4 GHz. Nejvýkonnější a nejdražší modely však nabídnou výkon až 5,2 GHz.

Nejběžnějšími typy procesorů jsou dvoujádrové pro kancelářské využití a čtyřjádrové pro zpracování 3D grafiky, herní a multimediální využití. Více jader pak dokáže využít pouze úzké spektrum programů, zejména u serverových či renderovacích procesorů má ale vyšší počet jader své opodstatnění. Rendering tedy zpravidla využije vyšší počet jader, zatímco u real-time náhledů (klient-server) 3D scén je spíše důležitý vyšší výkon menšího počtu jader (stále však minimálně čtyři jádra).

Grafická karta je dalším zásadním komponentem pro 3D zobrazování. Stará se o výpočet všech grafických dat v počítači. Její výkon má tak zásadní dopad na kvalitu 3D výstupu, proto jsou vyvíjeny profesionální grafické karty, které jsou certifikovány přímo 2D a 3D grafické práce, animace a renderování. Tyto karty mají mnohonásobně vyšší výkon oproti herním grafickým kartám. Odlišné je i řízení spotřeby energie, kterou mají nižší a produkují tak méně tepla. Takto jsou více uzpůsobeny pro nepřetržitou zátěž. Liší se také kvalitou zpracování barev, což poskytuje řádově větší podobnost realitě díky více odstínům – k tomu je však potřeba také monitor, který fotorealistické zobrazování takto jemných odstínů podporuje.

Profesionální grafické karty se v roce 2019 cenově pohybují zhruba od pěti tisíc korun. Nejdražší modely jsou pak určeny pro výkonné renderovací stanice, jejichž ceny přesahují i stotisícovou hranici. Vybrané grafické karty jsou také označovány jako „VR Ready“, což garantuje vhodnost využití pro virtuální realitu z hlediska výkonu a počtu obrazových vstupů, čemuž však samozřejmě musí odpovídat zbytek sestavy (především procesor a dostatečný počet USB konektorů). [1], [2]

1.1.2 Vstupní zařízení

Kromě běžných vstupních periférií (myš, klávesnice, touchpad) počítač může přijímat a pořizovat data pomocí jiných specifických zařízení, které jsou uzpůsobeny k snadnějšímu ovládání konkrétního procesu. Při samotném vytváření virtuálního prostředí se běžně využívají trackbally a grafické tablety, které usnadňují velmi přesné polohování kurzoru. Skenery pak umožňují přímé převedení fyzické předlohy objektu nebo prostředí do digitální podoby. Druhá kategorie vstupních zařízení slouží k posílení uživatelského zážitku (User Experience), který se vztahuje ke konkrétnímu výslednému virtuálnímu prostředí. Jedná se o různé druhy ovladačů jako je joystick, joypad nebo speciální VR ovladač, rukavice a trenážér.

1.1.3 Výstupní zařízení

Pomocí výstupních zařízení se pak počítačem zpracovávaná data přenáší k uživateli. Zobrazování dat je realizováno, nejčastěji v podobě dynamického obrazu pomocí monitoru, televize, projektoru, nebo VR brýlí. Dalším výstupním zařízením jsou také speciální 3D tiskárny, které využívají prostorového tisku ze speciálních materiálů na základě digitálního modelu.

1.2 Dostupný software pro zpracování 3D obsahu

Kromě hardwarových prvků je pak stejně důležité i programové vybavení počítače. Samozřejmostí je systémový software, který zajišťuje chod samotného počítače spolu s HW. Aplikační software pak slouží k provádění různých úkolů mimo základní běh počítače. Tento software lze z pohledu 3D technologií rozdělit ze dvou hledisek, a to z hlediska grafických editorů a modulů pro samotnou tvorbu, a z hlediska užívání komplexního výsledku této tvorby. Tyto „výsledné produkty“ představují rozsáhlé množství forem, od statických modelů a vizualizací, až po velice složité aplikace (hry, simulátory apod.), vyžadující naprogramování logiky – základem jsou však stále jednotlivé modely či scény, vytvořené pomocí 3D grafických editorů. Nejrozšířenější software pro 3D tvorbu je shrnut v tabulce 1, která zahrnuje seznam nástrojů pro průmyslové, profesionální až odborné použití. [3]

Tab. 1. Seznam nejlepších 3D design/modeling SW 2019 [3]

Název SW aplikace	Úroveň	Podporovaný operační systém	Cena
3ds Max	Profesionální	Windows	1505 \$ / rok, vzdělávací licence k dispozici
AutoCAD	Profesionální	Windows a Mac	1575 \$ / rok
Blender	Profesionální	Windows, Mac a Linux	Bezplatná licence
Cinema 4D	Profesionální	Windows a macOS	3 695 \$
Mudbox	Profesionální	Windows a Mac	85 € / rok
Onshape	Profesionální	Windows, Mac, Linux, iOS, Android	2 400 € / rok, bezplatná obchodní verze
Rhino3D	Profesionální	Windows a Mac	495 € vzdělávací, 995 € komerční
ZBrush	Profesionální	Windows a Mac	720 €, 400 € vzdělávací licence

Název SW aplikace	Úroveň	Podporovaný operační systém	Cena
CATIA	Průmyslový	Windows	7 180 €; dostupné vzdělávací licence
Fusion 360	Průmyslový	Windows a Mac	499,80 € / rok, dostupné vzdělávací licence
Inventor	Průmyslový	Windows a Mac	1 935 \$ / rok
Solidworks	Průmyslový	Windows	9 950 €, dostupné vzdělávací licence
modo	Odborníci	Windows, macOS, Linux	1 799 \$
Poser	Odborníci	Windows, Mac	Standard 1 299,99 \$, Pro 349,99 \$

Pozn.: Pro rozsáhlé množství variant na trhu tabulka nezahrnuje SW používaný výhradně pro zábavní průmysl a SW začátečnické úrovně.

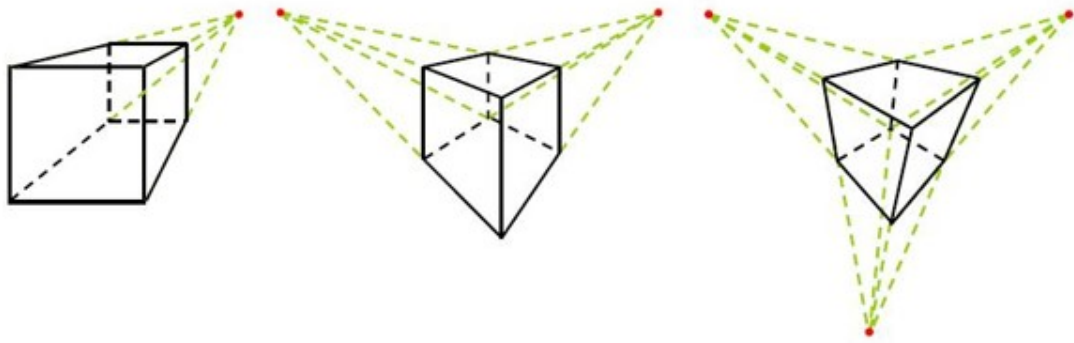
1.2.1 Základní principy tvorby 3D modelů a scén

Veškerý výše zmíněný software pro 3D tvorbu využívá určité podobnosti principů. Mezi tyto základní principy se obecně řadí promítání, modelování, viditelnost, zobrazovací techniky a stínování, texturování a animování. V následujících podkapitolách jsou tyto principy stručně charakterizovány.

1.2.1.1 Promítání

Trojrozměrné objekty se v počítačové grafice zobrazují na dvojrozměrném zobrazovacím zařízení. Při této transformaci, která se nazývá promítání, dochází pro lidské oko ke ztrátě prostorové informace, a zároveň k možnému zkreslení tvaru či polohy objektu. Proto mohou být v různých oborech aplikovány odlišné způsoby promítání s dalšími pravidly a postupy. Rovinné promítání je rozděleno do dvou základních skupin, na rovnoběžné a perspektivní projekce. U rovnoběžného promítání mají veškeré promítací paprsky stejný směr, naopak u perspektivního promítání promítací paprsky vycházejí z jednoho, nebo jen omezeného

množství bodů. Jednobodová, dvojbodová a třibodová perspektiva je znázorněna na obrázku 1. [4]



Obr. 1. Jednobodová, dvojbodová a třibodová perspektiva [7]

1.2.1.2 Modelování 3D objektů

Pro reprezentaci hranic trojrozměrných objektů se nejčastěji používají dvě varianty matematických modelů. Buďto pomocí objemového modelu, nebo povrchové reprezentace.

Objemový model popisuje objekt parametricky. Objekt je tedy popsán svým objemem, neboli výčtem částí prostoru, které tvoří hmotu tělesa. Tento způsob se využívá zvláště u metod CSG (Constructive Solid Geometry) ve strojírenské výrobě v CAD programech. Nevýhodou je, že modelování je omezeno použitím pouze základních geometrických těles, jako je kvádr, koule, válec atd. Na druhou stranu umožňuje objekt jednoduše popsat pomocí jedné nebo pomocí soustavy několika nerovnic a ostatní nerovnosti se pak provádí pomocí množinových operací.

Naopak při **povrchové reprezentaci** je povrch objektu konstruován pomocí polygonů (mnohoúhelníků). Tvar objektu je tímto způsobem znázorněn pomocí bodů (vertexů) spojených úsečkami (hranami objektu), které společně tvoří plochy mnohoúhelníků. Takto lze znázornit libovolný tvar, což umožňuje v druhé řadě i získávání trojrozměrných dat o reálných objektech pomocí specifických zařízení, jako jsou 3D skenery. Ty ze získaných dat generují pravidelnou či nepravidelnou síť, která představuje povrch snímaného objektu. [4], [5]

1.2.1.3 Viditelnost objektů

Podle způsobu promítání se samostatně pracuje s každým objektem, který se podle individuálních parametrů transformuje do prostoru obrazu. Z důvodu rychlosti zobrazení je potřebné určit, které objekty, nebo jejich části jsou překryty. Ty není potřeba zobrazovat, protože jsou mimo zobrazovanou oblast. Viditelnost objektů, nebo jejich částí vyhodnocují algoritmy a následně vykreslují podle potřeby. Například pro technické účely je vhodné překryté objekty, nebo jejich části znázornit čárkovaně. Každý mnohostěn je tedy určen určitým konečným počtem stěn, které se pak rozdělují na viditelné a neviditelné. [3]

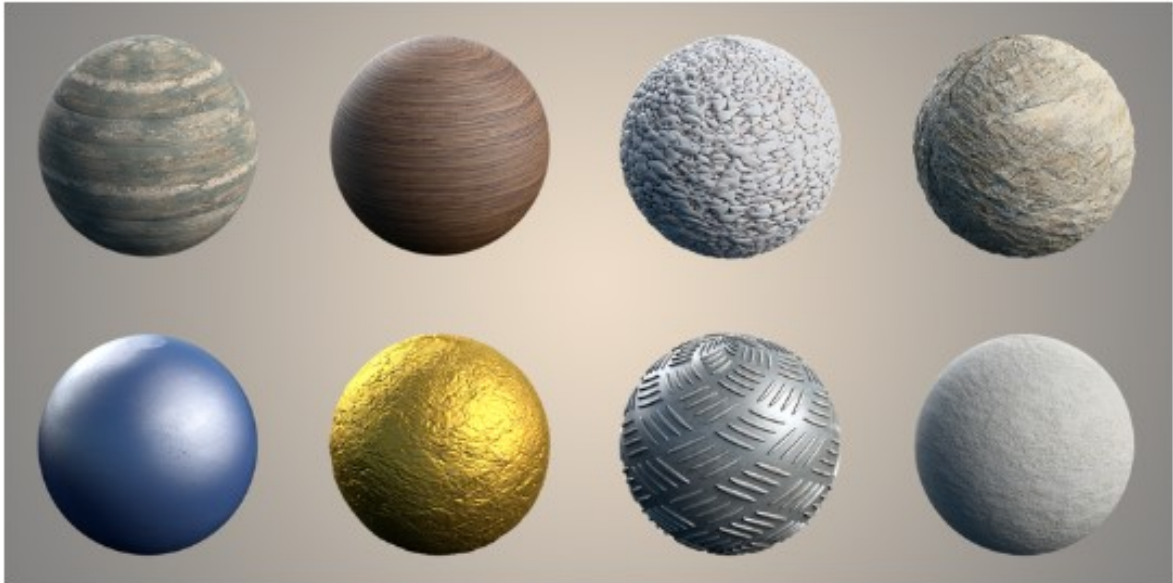
1.2.1.4 Zobrazovací techniky a stínování

Reálný vhled prostorové scény významně ovlivňují zobrazovací techniky, které počítají nasvícení, tedy vystínování objektu pomocí světelných zdrojů. Lokální zobrazovací techniky nasvěčují každý objekt samostatně, globální naopak současně osvětlují všechny objekty ve scéně, při čemž hraje významnou roli také poloha objektů vůči sobě. Globální zobrazovací metody patří v počítačové grafice mezi časově nejnáročnější, výsledkem však může být velice kvalitní realistický obraz prostorové scény. Takový proces se označuje jako fotorealistický rendering, pomocí něhož lze vyobrazit nejen stíny objektů ve scéně, ale také možné odrazy a průhlednosti jednotlivých objektů. [4], [6]

1.2.1.5 Textury

Textury jsou jednou z vlastností povrchu, která fyzicky neovlivňuje geometrický tvar objektu, na který je nanášena. Existuje více způsobů aplikování textury na objekt, nejčastější je však „nanášení“ textury na modelovaný objekt. Nejprve je nutné zavést na povrchu objektu lokální souřadnicový systém ve dvojrozměrné podobě. Souřadnicový systém má svůj počátek, kterým je bod, odpovídající bodu z textury, celková orientace souřadnicového systému tedy určuje ostatní odpovídající body polohy textury.

Hypertextury pak určují i vlastnosti bodů na povrchu objektu ve směru normálového vektoru (směrem ven z objektu). Tímto způsobem lze docílit drobných nerovností na povrchu, dokonce i model mlhavého objektu, srsti apod. Dalšími variantami dělení textur je podle vlastností povrchu, kterými mohou být barva povrchu, odraz světla, změna normálového vektoru, drsnost, průhlednost atd. [4], [8]



Obr. 2. Příklad nanesení textur a hypertextur na jednoduchý objekt [7]

1.2.1.6 Animace

Počítačová animace obvykle představuje pohyb objektů, který může mít více odlišných forem. Proto existuje velké množství algoritmů, pomocí kterých se dílčí úlohy řeší. V mnoha případech jde o simulování různých přírodních jevů, kde jsou aplikovány zákony fyziky. Optimálním řešením je vizuálně přesvědčivý, až realistický, dojem z animace, který je z pohledu časové výpočetní náročnosti co nejjednodušší. Podle tohoto principu lze rozdělit počítačovou animaci na nízkoúrovňovou a vysokoúrovňovou.

Jedním z hlavních pojmů počítačové **nízkoúrovňové animace** je keyframing. Jde o definici klíčových snímků, ve kterých dochází k hlavním změnám animace modelu, na jejichž základě se pak automaticky generují mezisnímky. Druhým způsobem nízkoúrovňové animace je určení trajektorie konkrétního objektu. Při takovém provedení je nutné určit více parametrů, aby byl pohyb definován jednoznačně. Změnami parametrů lze docílit například zpomalení nebo zrychlení efektu. Také lze využít fyzikálních systémů, které umožňují simulovat, a tak zjednodušit znázornění řady fyzikálních jevů, které se požívají jak pro statické i dynamické efekty.

Za **vysokoúrovňovou animaci** se považuje možnost seskupování objektů, kdy jsou jednotlivé části na sebe navázány a pohyb jedné části pak může ovlivnit pohyb zbývajících částí. Pro zjednodušení výpočtu se pro objekt vytvoří jednoduchá kostra, se kterou se pracuje místo celého objektu. Kostra (skeleton) se skládá z jednotlivých základních segmentů, které

jsou mezi sebou propojeny a v každém takovém spojení je možné s oběma segmenty libovolně manipulovat. Tato segmentovaná struktura bývá na jednom konci pevně ukotvena k objektu. Pro jednoznačné určení polohy pevného těla v prostoru je nutný již zmíněný souřadnicový systém.

Druhým základním postupem je použití přímé a inverzní kinematiky. Algoritmy, které využívají přímé kinematiky, jsou založeny na manuálním stanovení úhlů pro natočení jednotlivých segmentů kostry. Animace je tedy řízena stanoveným vnějším popisem, naopak pro více interaktivní animování pohybu je vhodnější kinematika inverzní, kde se jedná o opačný postup. Cílem takových algoritmů je nalézt úhly pro natočení jednotlivých segmentů na základě informace o poloze koncového segmentu, který je pevně ukotven k objektu.

Předchozími metodami lze při správné aplikaci docílit velmi přesvědčivých výsledků. Výsledný pohyb je však stále matematickým výpočtem, což se o reálném pohybu říci nedá. Jedním z řešení je další varianta animace pomocí snímačů pohybu. Tato čidla, umístěná na reálný objekt, snímají svou polohu a orientaci v prostoru a přenášejí tyto údaje do počítače. Čidla jsou tedy umístěna nejčastěji na figuranta, který na daný povel provede určité pohyby. Pohyby jsou snímány a přenášeny do počítače na objekt, který chceme animovat. Každé čidlo odpovídá určitému bodu na objektu. O zbytek výpočtů se postará inverzní kinematika. Výsledkem je pak věrohodný pohyb aplikovaný na 3D objekt ve virtuálním prostředí. [3], [10]

1.3 Současné možnosti využití 3D technologií

3D prostorová data lze dnes využít různými způsoby k vytvoření reálných prostředí a scénářů, které vyžadují trojrozměrné perspektivy a vizuální přesnost. Modely v současné době nacházejí užití v následujících odvětvích:

- **Urbanistické plánování** – simulace, pokročilé analýzy a vizualizace městských oblastí.
- **Obrana a bezpečnost** – plánování misí, letecký průzkum, simulace, výcvik a školení.
- **Životní prostředí** – monitorování, plánování a řízení - povodně, poškození lesů a znečištění vody.
- **Krizová připravenost** – plánování, zařízení a připravenost na krizové situace.

- **Zábava a média** – vývoj scén pro počítačové hry, filmy, dokumenty, zpravodajské programy, zprávy o počasí a webová média.
- **Propagační činnost** – prezentace firmy a jejich produktů.
- **Průmyslový design** – prototypy a inovace návrhů.
- **Lékařství** – vizualizace a simulace pro usnadnění diagnostik.
- **Námořní aplikace** – průzkum mořského dna pro geologické aplikace, navigační nebezpečí, vraky lodí.
- **Letová simulace** – vojenský a komerční letecký výcvik, letový simulátor.
- **Archeologie** – virtuální průzkum pro lokalizaci životaschopných míst.
- **Cestovní ruch a navigace** – interaktivní 3D průvodce pro mobilní zařízení apod.

Jednotlivé formy těchto digitálních produktů lze rozdělit ze dvou hledisek podle výsledného účelu reprezentace dat, ve kterých došlo v posledních letech k prudkému rozvoji – **vizualizace a simulace**. V následujících podkapitolách je charakterizována jejich podstata. [11]

1.3.1 Vizualizace

Trojrozměrná vizualizační technologie umožňuje především názorně zobrazit data. Výsledky jsou tak efektivněji vnímány pomocí zrakových receptorů. Takovým způsobem je možné zjednodušit složitou informaci a data změnit na názorný 3D model nebo komplexní vizualizaci. Poskytnutím dat ve snadno srozumitelném formátu lze zrychlit řešení úkolů a tak mnohdy usnadnit vzájemnou komunikaci a poznání. Vědecká vizualizace se pak zpravidla zaměřuje na reprezentaci dat vyšších řádů, především pomocí animačních technik. Tradiční oblasti vědecké vizualizace jsou jakékoli změny v čase, lékařské zobrazování i chemické vizualizace.

Dalším specifickým odvětvím je pak produktová vizualizace, která je vytvářena a reprezentována pomocí vizualizačních softwarových technologií pro prohlížení a manipulaci s 3D modely, technickými výkresy a dalšími souvisejícími dokumentacemi komponent a rozsáhlých sestav produktů. Produktový vizualizační software typicky poskytuje vysokou úroveň fotorealismu, takže produkt může být vizuálně znázorněn ještě předtím, než je skutečně vyroben. Dnes se na trhu vyskytuje velké množství softwarových řešení, která podporují nejrůznější funkce od designu a stylingu až po prodej a marketing.

Čistě technická vizualizace je také důležitým aspektem vývoje produktu a v současné době je nejčastěji spojována s CAD systémy. Původně byly technické výkresy vytvářeny ručně, ale s nástupem pokročilé počítačové grafiky byla kreslicí deska nahrazena počítačem podporovaným projektováním (Computer-Aided Design). CAD výkresy a modely mají rozsáhlé množství výhod oproti ručnímu zpracování, jako je možnost 3D modelování, rychlé prototypování a s tím i spojená simulace různých procesů. [11]



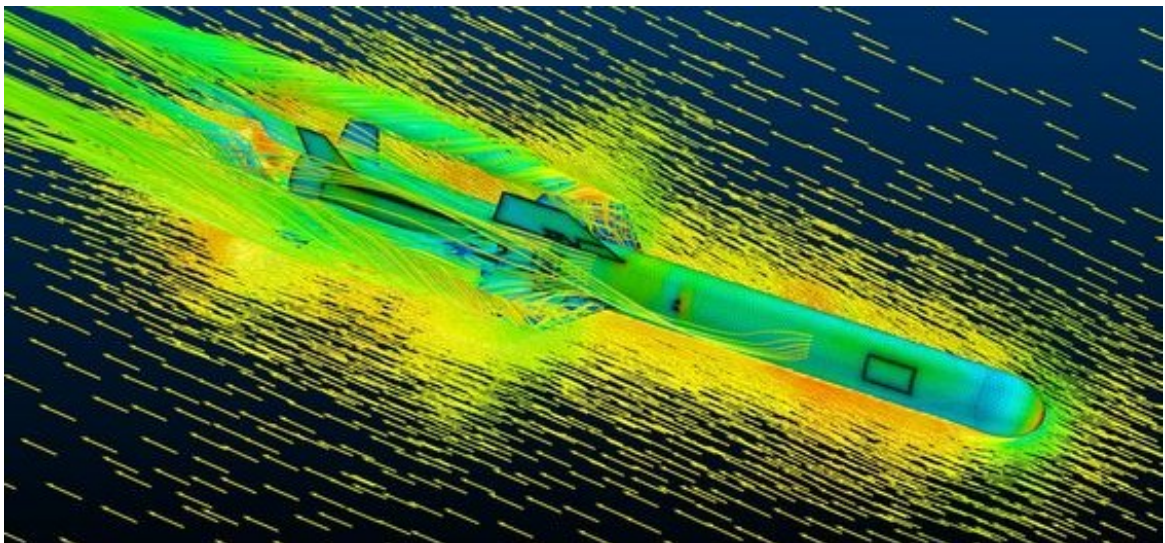
Obr. 3. Příklad vizualizace interiéru [12]

1.3.2 Simulace

Vizualizaci lze definovat jako reprezentaci dat, zatímco simulaci jako produkci (vytváření) dat. Jedná se o napodobení nějaké skutečné věci, stavu nebo procesu v čase. Samotný akt simulace obecně znamená výpočet a následné zobrazení některých klíčových vlastností nebo chování vybraných fyzikálních, nebo abstraktních systémů. Simulace se používá v mnoha souvislostech, zahrnujících modelování přírodních systémů nebo lidských systémů s cílem buďto získat poznatky o jejich fungování, nebo je pouze vizuálně znázornit v určitém procesu srozumitelnější formou. Pro snazší interpretaci výsledků lze pak využít virtuálních 3D reprezentací.

Jiné souvislosti zahrnují technologické simulace pro optimalizaci výkonu, bezpečnostní inženýrství, testování, školení a vzdělávání. Simulace může být také použita pro zobrazení případných reálných dopadů alternativních podmínek a způsobů jednání. Nemusí se tedy jednat pouze o zábavní průmysl, se kterým jsou otázky 3D vizualizačních a simulačních technologií často spojovány. Dnešní simulační technologie lze také nalézt v oblastech, jako je zdravotnictví, armáda i krizová připravenost.

Simulace a její 3D reprezentace je neodmyslitelně spojena s moderním inženýrstvím a má zásadní význam pro architektonické a urbanistické plánování, výzkum a vývoj v oblasti automobilů a letectví. Skutečný přínos však spočívá v tom, že všechno komplexně spojujete v holistickém smyslu. Díky komplexní reprezentaci dat je nejen možné vytvořit virtuální prostředí, které poskytuje úplný pohled na občas zdánlivě neucelené systémy a simulovat procesy v reálném čase, což umožňuje odhalení anomálií a nuancí, které ovlivňují požadované výsledky. [11]



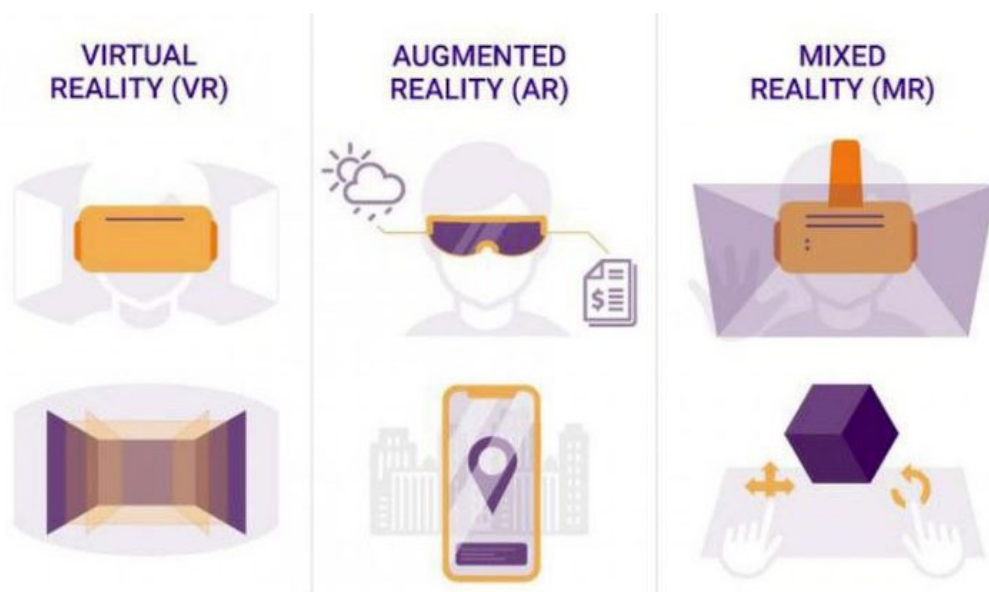
Obr. 4. Příklad simulace tření [13]

1.3.2.1 Virtuální, pokročilá a kombinovaná realita

Do pokročilých simulačních metod se obecně řadí i virtuální realita. Například řídicí simulátory poskytují řidiči dojem, že řídí skutečné vozidlo, a to reprezentováním zpětných vizuálních, pohybových a zvukových podnětů řidiči. S virtuální realitou založenou na avatarech se lidé mohou připojit k virtuálnímu prostředí ve formě virtuálního obrazu.

Uživatel si může zvolit vlastní typ účasti na základě schopnosti systému. Ve virtuální realitě hraje modelování reálného prostředí zásadní roli, a to v různých aplikacích virtuální reality, jako je robotická navigace, modelování staveb a simulace letadel. Systém virtuální reality založený na obrazu, získává na popularitě díky efektnímu vjemu, který reprezentuje. Při vytváření realistických modelů je nezbytné přesně zaznamenávat získaná 3D data. Skener je obvykle využit pouze u malých objektů na krátkou vzdálenost.

Desktopová virtuální realita zahrnuje zobrazování 3D virtuálního světa i na běžném počítači bez použití jakéhokoli specializovaného zařízení. Mnoho reprezentací z pohledu první osoby může být používáno jako příklad, použití různých spouštěčů a celkové interaktivní prostředí dodává uživateli pocit, jako by se nacházel ve virtuálním prostředí. Nedostatkem této formy virtuální reality je omezený smysl pro periferní vidění. Rozšířená realita (Augmented Reality) je pak označení používané pro reálný obraz doplněný počítačem vytvořenými objekty. Jinými slovy jde o zobrazení reality (např. budovy nasnímané fotoaparátem v mobilním telefonu) a až následně přidání digitálních prvků. Kombinovaná realita (Mixed Reality) je pak kombinací klasické virtuální reality a pokročilé reality. Hlavní rozdílem oproti virtuální realitě je pak především v zabudované kameře přímo ve využívaném zřízení, které sleduje pohyby okolí i uživatele, poskytuje tak více možností využití. Přenášet virtuální objekty do reálného prostředí (jako u případu rozšířené reality), nebo naopak přenášet reálné objekty do virtuální reality. [15], [16]



Obr. 5. Graficky znázorněný rozdíl mezi VR, AR a MR [14]

2 CHARAKTERISTIKY ZVOLENÝCH DRUHŮ BEZPEČNOSTI

Bezpečnost je ve své podstatě ochrana společenského, technického nebo přírodního systému před riziky a hrozbami. Vzhledem k rozsáhlosti působení těchto systémů, jsou v následující kapitole definovány pouze vybrané druhy bezpečnosti, které úzce souvisejí s praktickou částí práce – bezpečnost a ochrana zdraví při práci, fyzická bezpečnost a osobní bezpečnost. V závěru této kapitoly bude shrnut možný potenciál využití 3D technologií v definovaných druzích bezpečnosti.

2.1 Fyzická bezpečnost

Společnost označuje v současné době zajištění ochrany života, zdraví a majetku občanů jako jeden ze svých hlavních principů. Nejedná se však pouze o ochranu státu. Nedílnou součástí bezpečnosti je i komerční sektor, kdy jsou poskytovatelé bezpečnostních služeb firmy průmyslu komerční bezpečnosti. Zabezpečení subjektu, které firmy nabízí, je poskytování služeb ve formě zajištění stavu, kdy jsou rizika vyplývající z hrozeb minimalizována na úroveň, kterou lze akceptovat. Pro zajištění bezpečnosti subjektu tedy musí být známy potenciální hrozby, které by mohly způsobit újmu.

Mezi základní hrozby současnosti patří kriminální činnosti, jejichž cílem je neoprávněné nakládání, zcizení, poškození až úplné zničení chráněných aktiv. Ochrana pak pro daný subjekt představuje vytvoření dostatečně bezpečného prostředí, což zahrnuje návrh a sladění všech dostupných prostředků, které bezpečnost zajišťují. Realizovaná bezpečnostní opatření ve formě fyzické bezpečnosti by měla předejít či zamezit činu narušitele, realizovaného fyzickou cestou. [17]

2.1.1 Pojem fyzická bezpečnost

Fyzická bezpečnost je obvykle chápána jako stav i soubor opatření. Stavem je myšlen stupeň bezpečí či nebezpečí, ve kterém se referenční objekt nachází a to z pohledu potenciálního účinku hrozeb fyzickou cestou. Naopak souborem opatření se rozumí ochranná opatření fyzického charakteru, ve formě mechanických zábranných prostředků, poplachových systémů a fyzické ostrahy. Pro zajištění požadované míry bezpečnosti je potřeba v rámci referenčního objektu stanovit, co je chráněným zájmem nebo aktivem. V rámci fyzické bezpečnosti mohou být aktivity peníze, umělecké předměty, starožitnosti, utajované informace, duševní vlastnictví, zbraně, omamné nebo jedovaté látky atd. Zjednodušeně řečeno je to cokoliv, co je potřeba chránit proti zničení fyzickou cestou nebo zcizení. [17]

2.1.2 Míra bezpečnosti

Míra bezpečnosti vyjadřuje vztah mezi hrozbami, riziky a opatřením k jejich minimalizaci. Kvalita opatření je obvykle odvozena od ceny, nebezpečnosti nebo možnosti zneužití aktiv. Pravidlo ALARP/ALARA¹ stanovuje výši nákladů na bezpečnostní opatření na 10 - 15 % ceny aktiv. Zhodnocení stupně bezpečnosti a míry zabezpečení aktiv stanovuje bezpečnostní posouzení, jehož základem je identifikace hrozeb, které ohrožují chráněný zájem. Z pohledu fyzické bezpečnosti mezi základní hrozby patří:

- kriminalita,
- teroristický útok,
- vojenský zájem cizí moci.

Pro potřeby prevence kriminality dochází v rámci výzkumu hrozeb vymezení stupně znalosti, zručnosti a vybavení pachatele v normě ČSN EN 1627 – 30. [29]

Tab. 2. Bezpečnostní třída, čas odporu a profil pachatele [17]

Třída	Čas odporu nejslabšího místa	Pravděpodobný profil pachatele a způsob vloupání
RC 1	Bez zkoušky ručního vloupání	Příležitostný pachatel – použití tělesné síly
RC 2	3 min	Příležitostný pachatel – použito jednoduché nářadí
RC 3	5 min	Zloděj – šroubovák, klíny, dlouhé páčidlo
RC 4	10 min	Zkušený pachatel – použita vrtačka, sekera, dláto
RC 5	15 min	Zkušený pachatel – použito elektrické nářadí
RC 6	20 min	Zkušený pachatel – použito výkonné elektrické nářadí

Cílem ochranných opatření fyzické bezpečnosti je pachatele odradit nebo zastrašit, zabránit vniku, zpozdit, identifikovat, zadržet a předat policii. K odrazení nebo zastrašení narušitele dochází pomocí vhodné perimetrické a plášťové ochrany (obtížně překonatelné oplocení,

¹ ALARP/ALARA je filosofie snižování rizika: Riziko tak nízké, jak je to rozumně (racionálně) proveditelné (náklady na další snížení rizika nejsou očividně v disproporcii k prospěchu získaného realizací těchto opatření).

bezpečnostní dveře, mříže atd.). Pokud úmysl narušitele pokračuje, úkolem systému fyzické bezpečnosti je pachateli zabránit, nebo alespoň ztížit překonání opatřením perimetrické, plášťové, prostorové a předmětové ochrany. Pokud se narušiteli podaří překonat i tato opatření, je úkolem technických prostředků toto překonání odhalit a identifikovat narušení zastřeženého prostoru a vyhlásit poplach, po kterém by mělo dojít k zadržení pachatele fyzickou ostrahou a následného předání policejním orgánům. [17]

2.1.3 Systém fyzické bezpečnosti

Soubor ochranných opatření, jehož cíle je zamezit, nebo alespoň ztížit narušiteli přístup k chráněným aktivům fyzickou cestou, se označuje jako systém fyzické bezpečnosti. Základem realizace komplexního ochranného opatření fyzické bezpečnosti je:

- komplexnost,
- vícestupňovost,
- automatizace,
- průlomová odolnost.

Podle střeženého prostoru se systém fyzické bezpečnosti dělí na:

- perimetrickou ochranu,
- plášťovou ochranu,
- prostorovou ochranu,
- předmětovou ochranu.

Komplexně je celý systém fyzické bezpečnosti tvořen:

- režimovými opatřeními,
- fyzickou ostrahou,
- technickými prostředky. [17]

2.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP) je v současné době nedílnou součástí většiny firem. Firmy tak kladou důraz nejen na výběr, motivaci a odměňování zaměstnanců, ale také na jejich život a zdraví. Odborně způsobilé osoby dohlíží na dodržování pracovních podmínek a snaží se odhalit možná rizika v rámci pracovní činnosti, provádí školení zaměstnanců. Z pohledu BOZP je primárně je referenčním objektem zaměstnanec,

sekundárně až samotný podnik a jeho majetek. S touto problematikou je pak spojena široká škála právních předpisů, technických norem, bezpečnostních předpisů, především ale se zákoníkem práce. [17]

2.2.1 Povinnosti zaměstnavatele a zaměstnance

Zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce, stanovuje, že zaměstnavatel je povinen zajistit BOZP s ohledem na rizika možného ohrožení zdraví a života zaměstnanců v souvislosti s výkonem jejich pracovní činnosti.

Mezi povinnosti zaměstnavatele patří zejména:

- vytvářet zdraví neohrožující pracovní podmínky a pracovní prostředí,
- aktivně provádět prevenci rizik,
- přijímat veškerá opatření k předcházení rizikům,
- přizpůsobovat bezpečnostní opatření aktuální situaci, kontrolovat jejich dodržování a účinnost,
- zajistit svým zaměstnancům poskytnutí první pomoci,
- posílat zaměstnance na pracovně-lékařské prohlídky,
- zajistit zaměstnancům školení o všech předpisech souvisejících s BOZP,
- přijímat opatření pro případy mimořádných událostí.

Mezi povinnosti zaměstnance patří především:

- dbát o svou bezpečnost a zdraví,
- dbát o bezpečnost a zdraví fyzických osob, kterých se dotýká jeho jednání,
- účastnit se školení BOZP,
- podrobit se pracovně-lékařským prohlídkám,
- dodržovat právní a jiné předpisy a pokyny k zajištění BOZP,
- dodržovat stanovené pracovní postupy při práci,
- oznámit nadřízenému zjištění nedostatků a závad na pracovišti,
- včas oznámit nadřízenému pracovní úraz. [17]

2.2.2 Systém řízení BOZP

Pro zavedení politiky BOZP v organizaci (podniku) je nutné provést počáteční přezkoumání systému BOZP a dalších pěti klíčových prvků:

- politika BOZP,
- plánování a organizování,
- implementace a provádění,
- měření výkonu,
- audit a přezkoumávání.

Firma by měla provést počáteční přezkoumání svého systému řízení a porovnat tak skutečnost s platnou legislativou, pokyny a příkazy, které jsou v organizaci stanoveny. Cílem politiky BOZP je stanovení pravidel a pokynů v organizaci, které zvýší bezpečnost a ochranu svých zaměstnanců. Politika také upravuje požadavky na pracovní prostředí, způsobilost pracovníků, rozvoj lidských a fyzických zdrojů atd. Pro efektivní implementaci politiky do organizace je nezbytné vytvořit plán. Každý vedoucí pracovník i zaměstnanec má mít stanovené své cíle a úkoly. Také by měla být přijata nezbytně nutná opatření a podpůrné mechanismy pro efektivnost zavedení politiky BOZP do provozu organizace.

Pro efektivní zavedení politiky BOZP je nezbytné provést monitorování, měření výkonu a hodnocení zajištění BOZP – posoudit tak samotnou efektivitu implementace politiky a nalézt oblasti, ve kterých je potřeba zavést další podpůrná opatření. Následně musí organizace provádět přezkoumávání a audity, aby politika BOZP byla stále aktuální a zahrnovala všechny potenciální hrozby a rizika. [17]

2.2.3 Modely zajištění bezpečnosti

Pro zajištění bezpečnosti v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci patří zejména následující modely:

- **Režimový model** – vstupní a pravidelná školení pracovníků, namátkové kontroly použití osobních ochranných pracovních pomůcek (OOPP), podnikové směrnice BOZP.
- **Filtrový model** – pravidelné lékařské prohlídky.
- **Model vrstvené bariéry** – dodržování pravidel a zákonů skladování nebezpečného materiálu.
- **Model flexibilních schopností** – školení zaměstnanců.
- **Model minimalizace kolizí** – zajištění materiálu proti neodborné manipulaci.
- **Model pružné bariéry** – kvalitní OOPP.
- **Reaktivní model** – vybavení rizikových pracovišť tísňovými tlačítky.

Režimový model a model flexibilních schopností patří mezi nejvýznamnější modely zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [17]

2.3 Osobní bezpečnost

Součástí lidské bezpečnosti je osobní bezpečnost, která se zabývá bezpečností lidí před různými druhy fyzického násilí a agresivity. Je tedy zaměřena na ochranu jedince ve více úrovních – lokální, národní a mezinárodní. Osobní bezpečnost je pevně spojena s právem činit kroky pro své bezpečí osobně, ale i s využitím státu. Pokud člověk nemusí obětovat své oprávněné zájmy, aby se vyhnul násilí, je tento stav považován za bezpečí.

Cílem osobní bezpečnosti je tedy zaměřit se na ochranu jedince (člověka, skupiny lidí) před fyzickým násilím, násilnou agresivitou jedinců, kriminalitou, domácím násilím, terorismem, náboženským, etnickým a jiným násilím, až po násilí od státu nebo společenství států. V současné době se však osobní bezpečnosti nejvíce dotýká agresivita spojená s násilnou kriminalitou. K dosažení stavu osobní bezpečnosti je nutné primárně využít možnosti jedince (skupiny), sekundárně podpory státu. Současně je potřeba podporovat vzájemnou spolupráci mezi občany a státem. [17]

2.3.1 Hlavní důvody agresivity a násilí

Agresivita, která je spojena s násilnou kriminalitou, je realizována z následujících deseti hlavních důvodů:

- **Obohacení a uspokojení** – materiální, finanční, sexuální, duševní, pracovní, mocenské.
- **Příležitost** – k obohacení a uspokojení, neschopnost se bránit, minimální hrozba trestu.
- **Poměrování** – pozice ve skupině, předvádění, soupeření, egoismus, vstupní testování, otužení.
- **Bezvýchodná situace** – chudoba, hlad, zajištění zdravotní péče, volba mezi větším a menším zlem.
- **Závist** – diference ve schopnostech, pracovní a společenské pozici, majetku, vzhledu.
- **Msta** – osobní, pracovní interpersonální, uplatnění, zrada, realizace „spravedlnosti“.
- **Prosazování** – cíl rasový, náboženský, etnický, názorový, individuální, genderový, interpersonální.

- **Duševní nemoc** – různé odchylky spojené s násilím, návody pomocí hlasů a vidin, fobie, nezvládání.
- **Skupinový zájem** – spolky, firmy, kartely, národní a nadnárodní společnosti, mafie, teroristická organizace.
- **Státní zájem** – materiální a duševní bohatství, omezení práv a svobod, zpětná restrikce, potlačení, vězení. [17]

2.3.2 Právní hlediska osobní bezpečnosti

Z hlediska individuálních, společenských a právních norem lze specifikovat oprávněné zájmy referenčního objektu, tedy lidského jedince. Za rozhodující normy se považují Listina základních práv a svobod, trestní a občanský zákoník včetně akceptovatelných individuálních a společenských norem. Do osobní svobody jsou zahrnuty oprávněné zájmy, kvůli kterým může být člověk různými formami agrese napaden. Jedná se o život, zdraví, svobodu, majetek a čest. [17]

- **Život** – každý jedinec má právo na život. Trest smrti je v ČR nepřipustný. Nikdy tedy nesmí být zbaven života jinak, než netrestným zákonným jednáním (např. nutná obrana apod.).
- **Zdraví** – právo na obvyklou úroveň zdraví má každý občan. Úmyslné poškození (z důvodů násilí apod.) nebo nedbalostní poškozování zdraví (šíření nemocí, škodlivin atd.) je podle zákona trestné.
- **Svoboda** – omezit svobodu člověka je možné jen na základě zákona. Bez nelidského zacházení, mučení nesmí být občan podroben nuceným pracím a službám. S osobní bezpečností také souvisejí druhy osobní svobody, zejména svoboda pohybu a pobytu, nedotknutelnosti integrity, projevu, shromažďování a sdružování, odporu.
- **Majetek** – každý občan má právo vlastnit majetek a jeho záruku ochrany a dědění. Toto právo nesmí být zneužito proti právům druhých, nebo v rozporu se zákonem. Jeho výkon nesmí poškozovat zdraví a životní prostředí. Vyvlastnění je možné ve veřejném zájmu, a to na základě zákona a za náhradu vždy vyšší, než má vyvlastněný majetek.
- **Čest** – jedná se o zachování cti, lidské důstojnosti, dobré pověsti, soukromého i rodinného života, včetně ochrany před neoprávněným zveřejňováním, shromažďováním nebo jiným zneužíváním informací o své osobě. [17]

2.3.3 Možnosti zajištění osobní bezpečnosti

Osobní bezpečnost, jako jeden z druhů bezpečnosti, představuje souhrn bezpečnostních opatření, která jsou zaměřena primárně proti fyzickému násilí. Ve smyslu Listiny základních práv a svobod, trestního a občanského zákoníku, trestního řádu a dalších akceptovatelných individuálních a společenských norem patří mezi zajištění osobní bezpečnosti, které lze koncentrovat do šesti způsobů, případně jejich různých kombinací:

- Osobní bezpečnost zajistit dle svých možností sám, směrem k bezpečí svému, svých blízkých a těch, co se bránit nemohou nebo jsou v ohrožení.
- Primárně bránit sám své oprávněné zájmy (život, zdraví, svoboda, majetek, čest), zájmy svých blízkých a dalších lidí.
- Plně přenechat svoji osobní bezpečnost, svých blízkých a dalších lidí na možnostech komerční bezpečnosti.
- Plně přenechat svoji osobní bezpečnost, svých blízkých a dalších lidí na možnostech státu.
- Rezignovat na svoji osobní bezpečnost svých blízkých a dalších lidí z různých osobních důvodů.
- Zajistit osobní bezpečnost svými možnostmi, spoluprací s přáteli, s průmyslem komerční bezpečnosti a s podporou a přičiněním státu. [17]

Všechny výše uvedené možnosti musí být v souladu se zákonem. Existence státu však v minulosti nemohla, není a ani v budoucnu nemůže být zárukou kompletní bezpečnosti občanů. Osobní bezpečnost je důležitou součástí kvality života. Lidé podle svých možností musí přistupovat k osobní bezpečnosti (i svého státu) aktivně. Značná část lidí se však na osobní bezpečnosti nemůže nebo nechce podílet a tento podíl na lidské bezpečnosti přenechává někomu jinému, obvykle státu. Tato možnost je svobodnou volbou každého člověka. [17]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 VYUŽITÍ 3D TECHNOLOGIÍ V BEZPEČNOSTI A STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH ÚLOH

V následující kapitole bude rozebráno současné využívání a rozvíjející se potenciál ve využití simulačních a vizualizačních 3D technologií v bezpečnosti. Poté budou stanoveny tři základní úlohy pro jejich vypracování.

3.1 Oblasti využití 3D technologií v bezpečnosti

Oblasti využití 3D technologií a jejich potenciální rozvoj jsou ve valné většině omezovány na základě finančních nároků komplexní implementace. Navzdory tomu však stále dochází k značným technologickým pokrokům, které zpřístupňují využitelnost 3D technologií i v oborech bezpečnosti, jejichž formy jsou popsány v následujících podkapitolách.

3.1.1 Výukové simulátory

Existují živé simulace konstruktivní simulace a virtuální simulace, zde budou popsány pouze virtuální simulace s využitím 3D technologií. Při využití 3D virtuálních simulací operují lidé v simulovaném prostředí. Běžně je v rámci takové počítačové simulace ovládána virtuální postava (avatar) ve virtuálním prostředí a používá simulované nástroje proti simulovaným protivníkům. Díky výkonným počítačovým technologiím se tento druh simulací rozvíjí značnou rychlostí. Pomocí současných technologií lze zobrazit realistické prostředí a tím umožňuje vyšší věrohodnost simulace. Virtuální výukové simulátory s využitím 3D technologií lze rozdělit na:

- virtuální simulace „wargame“,
- simulátory „decision-making“,
- řídičské simulátory a simulátory dopravních prostředků,
- střelecké simulátory,
- kulturní simulátory. [17]

3.1.1.1 Virtuální simulace „wargame“

Typickými zástupci těchto typů virtuálních simulátorů jsou simulátory zaměřené na taktický výcvik jednotlivce a jeho součinnosti s jednotkou. Účastník simulace ovládá ve virtuálním prostředí avatara z pohledu první osoby prostřednictvím vstupních periférií počítače. Tento typ výukových virtuálních simulátorů běžně obsahuje dva základní moduly, kterými je editor pro tvorbu scénářů a tvorba prostředí pro simulaci. Takové simulátory zpravidla obsahují

rozsáhlé knihovny modelů (budovy, vozidla, osoby zvířata atd.). Simulátory často umožňují, jak souběžný výcvik více účastníků simulace, kteří spolupracují v rámci jednoho scénáře, tak i propojenost simulátorů s jinými druhy simulátorů. Příkladem takového druhu simulátoru je Virtual Interactive Combat Environment, nebo Virtual Battlespace v3. [17]



Obr. 6. Prostředí simulátoru VBS3 [18]

3.1.1.2 Simulátory „decision-making“

Tyto typy simulátorů jsou zaměřeny na výcvik rychlého rozhodování ve stresových situacích a mnohdy bývají spojeny se střeleckými simulátory s užitím projektoru. Účastník simulátoru se pak musí v reálném čase rozhodovat, jak se zachovat – kdy použít zbraň proti nepříteli a kdy použít pouze varovný výstřel. Často je nacvičována i komunikace s cvičícími osobami – klíčové situace např. u policie, jako je vyjednávání, zastavení vozidla, řešení přestupků apod. [17]

3.1.1.3 Řidičské simulátory a simulátory dopravních prostředků

Simulátory řízení nebo ovládání dopravních prostředků slouží k nácviku zautomatizování činností řízení skutečných dopravních prostředků s užitím 3D simulačních technologií.

Stěžejní je především na přesné napodobení interiéru dopravního prostředku, ovládacích prvků a jízdní i jiných vlastností. V praxi se lze setkat s pozemními, námořními i vzdušnými simulátory. Modernější simulátory umožňují nácviky jízd, letu nebo plavby ve zhoršených podmínkách, kterými mohou být mlha, noc, déšť, náledí jízda s defektem apod. Předmětem výcviku bývá také nácvik speciálních manévrů, jako je zatarasení cesty ujíždějícímu vozidlu a další. [17]

3.1.1.4 Střelecké simulátory

Střelecké simulátory se vyskytují v nejrůznějších formách, a stávají se běžnou součástí výcviků v celosvětovém měřítku. Progresivním trendem je využití speciálních trenažerů, promítacích cíle pomocí projektorů, pro výstřely je pak použita reálná munice v podobě laserových paprsků nebo infračerveného záření. Tyto typy simulátorů slouží nejen k přesnosti střelby, ale i k výcviku taktického rozhodování, kdy mohou být zobrazovány i civilní osoby, na které není povoleno střílet apod. Příkladem takového simulátoru je Small Arms Virtual Indoor Trainer (SAVIT) od společnosti SAAB. [17]



Obr. 7. Průběh simulace SAVIT a její účastníci [19]

3.1.1.5 Kulturní simulátory

Díky mezinárodním misím se v současné době dostávají do popředí i tzv. kulturní simulátory, které učí účastníky simulace chování v prostředí s odlišnou kulturou. Jde především o jiné zvyklosti států, v nichž mezinárodní jednotky operují. Účastníci tak mohou získat cenné zkušenosti a učit se komunikovat a chovat odpovídajícím způsobem v cizím prostředí. Příkladem kulturního simulátoru je Virtual Cultural Awareness Trainer (VCAT), který využívá americká armáda. V současném multikulturním světě lze najít uplatnění kulturních simulátorů i pro výcvik v průmyslu komerční bezpečnosti, který však zatím není realizován. [17]



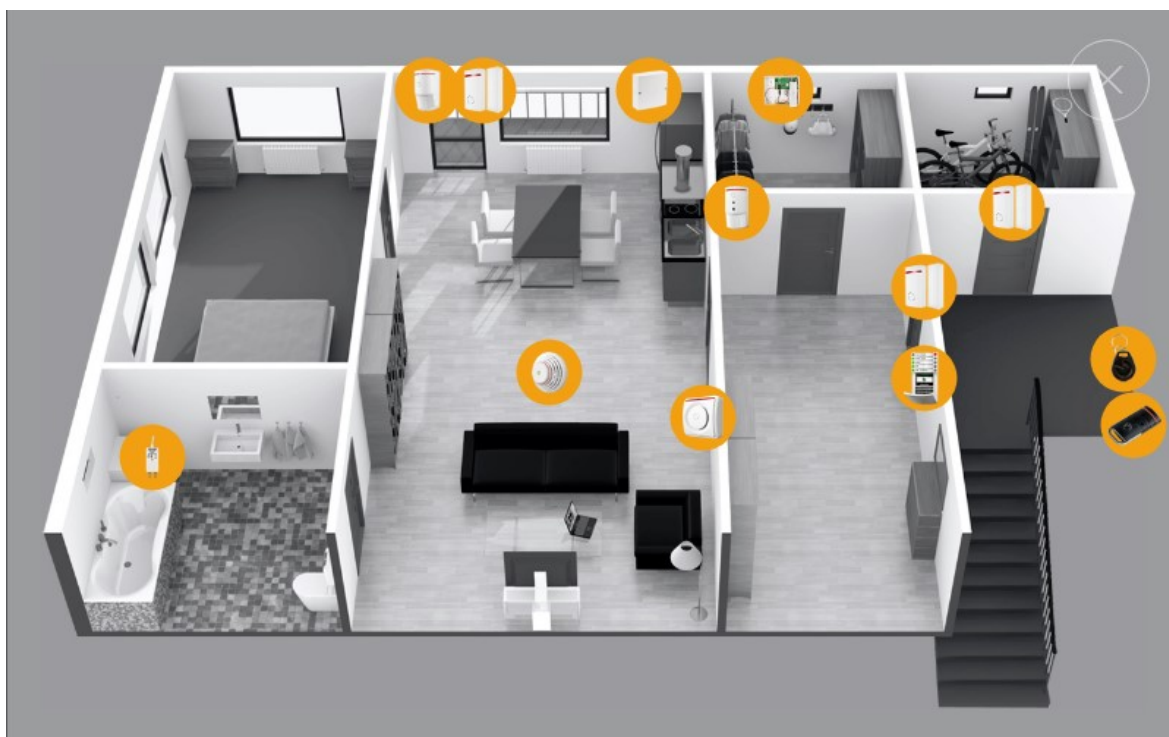
Obr. 8. Prostředí simulátoru VCAT [20]

3.1.2 Vizualizace

Z vizualizačních 3D technologií je nutné vyzdvihnout i často opomíjenou součást využití 3D technologií v technických oborech, kterou je produktová vizualizace ve formě 3D modelů. Produktová vizualizace se stává nedílnou součástí prezentace výrobků. Vizualizovat lze prakticky cokoli a 3D model je možné snadno zakomponovat do obsahu webových stránek,

propagačních materiálů nebo videí v efektní podobě, a proto jsou 3D vizualizace v současné době firmami stále více vyhledávány a preferovány. Patří mezi ně i firmy bezpečnostního průmyslu.

Technické prvky systémů fyzické bezpečnosti lze právě tímto způsobem efektivně prezentovat zákazníkovi a představit tak jeho přesnou účelnost a funkčnost, která bývá laikovi často neznámá. Jedním z praktických příkladů je skupina technologických firem Jablotron Group a.s., která se zaměřuje především na zabezpečovací a komunikační systémy včetně dalších bezpečnostních služeb a poskytuje řešení pro ochranu majetku, zdraví a bezpečnost jejich zákazníků. Největší společností skupiny je společnost Jablotron Alarms a. s., která patří k nejvýznamnějším dodavatelům alarmů v ČR i ve světě. Společnost běžně, a se značným úspěchem, využívá produktové 3D vizualizace k prezentaci svých produktů a služeb. []



Obr. 9. Příklad 3D produktové vizualizace společnosti Jablotron [21]

3.1.3 3D Projektování pomocí konceptu BIM

V roce 2019 se na trhu vyskytuje dostatek efektivních nástrojů pro zefektivnění projektové dokumentace. Jednou z variant je koncept 3D projektové dokumentace „BIM“. Informační

model budovy (Building Information Modeling/Management, BIM) je digitální 3D model reprezentující fyzický a funkční objekt (stavbu) s jeho charakteristikami. Model slouží zároveň jako databáze informací o objektu pro jeho navrhování, výstavbu a provoz po dobu jeho životního cyklu, tj. od prvotního konceptu po odstranění stavby. BIM je však především o spolupráci všech účastníků stavebního procesu, o sdílení dat a informací v rámci konkrétního projektu. V zahraničí jsou však tyto metody projektování úspěšně zaváděny také na legislativní úrovni. Jeho používání je mnohdy již součástí zákona o zadávání veřejných zakázek, což nepochybně vede k jejich větší transparentnosti. Nespornou výhodou je také rozmanitost v možnostech využití, kterými mohou být i následující oblasti bezpečnosti:

- bezpečnost a ochrana zdraví při práci,
- požární bezpečnost. [22]

3.1.3.1 3D projektování pro potřeby BOZP

Práce na stavbě patří s ohledem na bezpečnost a ochranu zdraví při práci k jedné z nejrizikovějších pracovních pozic. I když se počty pracovních úrazů dlouhodobě snižují, ke smrtelným úrazům a úrazům s pracovní neschopností na stavbách stále dochází. V druhé řadě je důležitý časový a finanční dopad na průběh výstavby, pokud k nějakému incidentu na staveništi dojde. 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 velice náročné vyhodnotit před zahájením stavby všechna rizika a realizovat všechna protopatření. Vývojem však prochází i projektová dokumentace a ze 2D výkresů se postupně přechází na digitální 3D modely budov, podle kterých se dnes ve světě i v České republice hojně staví, a díky nim lze vizuálně znázornit konkrétní představu o projektu již před započítáním výstavby a tím napomoci ke zlepšení podmínek BOZP na stavbě. [23], [24]

3.1.3.2 3D projektování systému požární ochrany

3D projektová dokumentace je jednou s možností jak značně zjednodušit práci zpracovatele požárně bezpečnostního řešení. Samotné riziko by však musela nadále posuzovat způsobilá osoba. BIM je však stále nástroj, který nevyhodnocuje výsledky. Při zpracování požárně bezpečnostního rizika pomocí BIM je důležité věnovat dostatek času již samotnému návrhu budovy. V projektu je však možné rozdělit prostor stavebního objektu do požárních úseků,

kde budou navržena požárně bezpečnostní zařízení a opatření. Daly by se tímto způsobem navrhnout a posoudit únikové cesty, lépe posoudit vhodná technická zařízení. V projektu vytvořeném komplexními BIM principy jsou již všechny rozvody technického zařízení znázorněny v reálné 3D poloze, vyhledání kontaktu tras s hranicí požárního úseku lze velice lehce a s tím souvisí i zajištění opatření zamezujícím šíření skrze tyto prostupy, zpětná kontrola by proběhla také automaticky.

Posuzování požárního rizika pomocí funkcí inteligentního modelu budovy (BIM) je možným řešením. Při precizním zpracování lze předejít spoustě chyb, které dnes běžně vznikají z nedokonalé informační hodnoty 2D výkresu a přenosu dat. Výsledné posouzení bude ale vždy náležet způsobilé osobě. BIM je pouze nástroj pro zefektivnění této práce. [25], [26]

3.2 Základní úlohy použití

Pro stanovení zadání základních úloh byly vybrány tři druhy bezpečnosti, ve kterých budou následně aplikovány 3D grafická zpracování na možných příkladech použití. Jednotlivými úlohami jsou:

- Produktová interaktivní vizualizace v bezpečnostním průmyslu,
- 3D projektová dokumentace pro účely BOZP,
- Tvorba entit pro účely simulačních technologií pro vzdělávání a výcvik v oblasti bezpečnosti.

Důvody zvolení těchto úloh a přesná znění jejich zadání jsou shrnuty v následujících podkapitolách.

3.2.1 Produktová interaktivní vizualizace v bezpečnostním průmyslu

S nástupem stále pokročilejších informačních technologií začíná být produktová vizualizace ve formě 3D modelů nedílnou součástí prezentace výrobků. Vizualizovat je možné prakticky cokoli a 3D model lze snadno zakomponovat do obsahu webových stránek, propagačních materiálů nebo videí. Další výhodou je schopnost docílit lepší kvality a celkové kompozice než u fotografie nebo videa, produkt se dá pro přirozený dojem zasadit do realistického prostředí, nebo jednoduchým pozadím naopak vyzdvihnout jeho provedení apod. Důležitým aspektem je také snadný způsob individuálního nasvícení produktu, což je ve finální prezentaci velice efektní. Vzhled produktu se dá také lehce upravit, nemusí tak docházet k opětovnému natáčení nebo focení nového produktu. Ve virtuálním prostředí lze také,

především v případě technických zařízení, znázornit funkčnost pomocí animace, řezů, systémů skladby produktů apod.

Především z výše uvedených důvodů jsou 3D vizualizace v současné době firmami stále více vyhledávané a preferované. Patří mezi ně i firmy bezpečnostního průmyslu. Technické prvky zabezpečovacích systémů lze právě tímto způsobem efektivně prezentovat zákazníkovi a představit tak jeho přesnou účelnost a funkčnost, která bývá laikovi často neznámá. Proto se následující část práce bude věnovat provedení produktové interaktivní vizualizace v bezpečnostním průmyslu.

Zadání úlohy 1

Vypracujte interaktivní 3D produktovou prezentaci možnosti poskytnutých služeb ve formě zabezpečení vybraného objektu systémem fyzické bezpečnosti. Vizualizace bude sloužit jako prostředek názorného představení jednotlivých technických prostředků systému fyzické bezpečnosti zákazníkovi.

3.2.2 3D projektová dokumentace pro účely BOZP

3D projektová dokumentace může ve vhodné podobě značně usnadnit politiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. BOZP je kontinuální činnost, při které jsou sledovány procesy, úkony a provádějící činnosti na místě pracoviště. Na základě množství prováděných úkonů pracovníky na pracovišti je pak nutné zavádět úměrná opatření. Vhodná, a především intuitivní, projektová dokumentace může významně pomoci k dosažení přijatelného stupně bezpečnosti a ochrany zdraví v rizikovém pracovním prostředí.

Pro vytvoření 3D projektové dokumentace byla zvolena riziková oblast stavebních konstrukcí. Práce na stavbě patří s ohledem na bezpečnost a ochranu zdraví při práci k jedné z nejrizikovějších pracovních pozic. Proto byla pro vypracování třetí základní úlohy použita zvolena právě oblast koordinace BOZP na staveništi.

Zadání úlohy 2

Ve zvoleném nástroji BIM vytvořte 3D model stavební konstrukce pro potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na stavbě. Na základě vytvořené konstrukce navrhnete jednotlivá opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na stavbě.

3.2.3 Tvorba entit pro účely simulačních technologií pro vzdělávání a výcvik v oblasti bezpečnosti

V oblasti výcviku v bezpečnosti je stále nevyužitý potenciál ve formě virtuálních simulátorů, které jsou charakteristické jejich vysokou efektivitou a stále snadnější implementací díky rychlému rozvoji informačních technologií. Jednou z cest naplnění tohoto potenciálu je angažovanost výzkumných institucí do procesu implementace, zejména pak vysokých škol se zaměřením na bezpečnost, mezi něž patří i Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

Vytvořením speciálního simulačního pracoviště a následnou implementací virtuální simulace do výuky studentů oboru Bezpečnostní technologie, systémy a management by mohlo být jedním z logických řešení. Z pohledu možnosti tvorby scénářů pro potenciální potřeby výuky, ale také především na základě dlouhodobého výzkumu [17], se jeví jako nejvhodnější využití stávajícího simulátoru Virtual Battlespace v3. Simulátor nabízí široké množství tvorby scénářů a nejnovější funkcionality virtuálních simulací. Stále zde však existují překážky, kterými jsou časová, lokační, personální, finanční náročnost a také především zaměření simulátoru, který je primárně určen pro výcvik v prostředí armády. Dostupné modely jsou tak přizpůsobeny vojenskému prostředí, s čímž souvisí i další překážka, kterou je chování umělé inteligence. Aktuální umělá inteligence je primárně určena pro nácvik bojových operací, při kterých dochází ke střelbě. V bezpečnosti však velké procento konfliktů probíhá bez zbraně, nebo jen s užitím chladných či tupých zbraní. Simulátor však v současnosti nepodporuje boje nablízko.

Přestože testovaný virtuální simulátor v aktuální podobě stále postrádá některé výše popsané prvky funkcionality, primární přínos, ve formě možnosti nácviků taktiky zvládnutí činností příslušníků bezpečnostních sborů a zaměstnanců komerční bezpečnosti stále převažuje. Z tohoto důvodu je součástí práce praktický příklad vytvoření entit pro potenciální využití v simulátoru, přizpůsobeného výcviku v oboru bezpečnosti.

Zadání úlohy 3

Ve zvoleném nástroji vytvořte 3D modely postav dvou příslušníků bezpečnostních sborů a jednoho zaměstnance komerční bezpečnosti, pro možnost importu do simulátoru. Pomocí dostupných metod zaujměte základní procesy těchto entit.

4 VYPRACOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH ÚLOH

V následující kapitole jsou popsány postupy vypracování třech základních úloh použití 3D technologií v oblastech bezpečnosti, jejichž přesná znění byla stanovena v kapitole 3.2.

4.1 Úloha 1

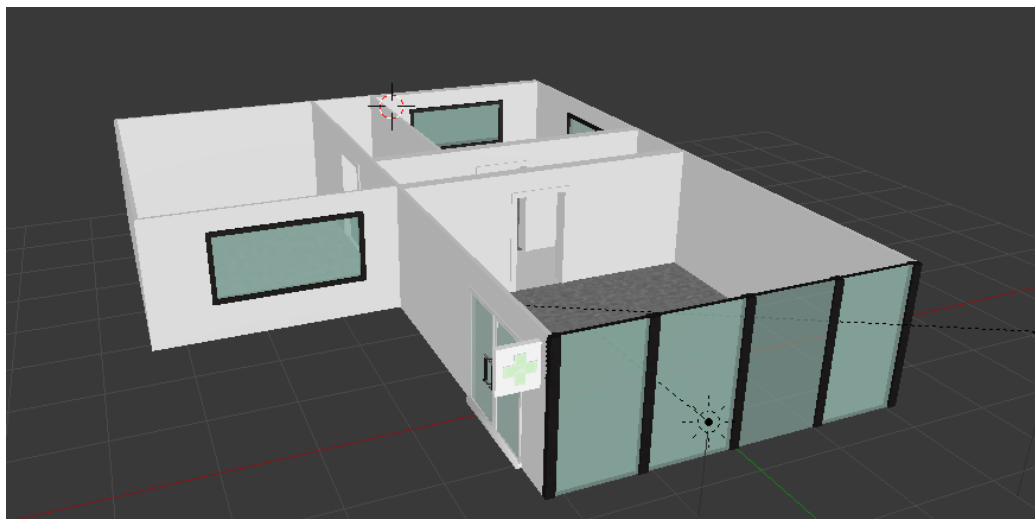
Podle znění zadání úlohy 1 je v této kapitole vytvořena interaktivní 3D produktová prezentace možnosti poskytnutých služeb ve formě zabezpečení vybraného objektu systémem fyzické bezpečnosti. Snadno přístupná a kvalitní prezentace služeb firem probíhá zpravidla přes webové stránky. Z tohoto důvodu bylo pro produktovou prezentaci vytvořeno webové rozhraní, do kterého budou jednotlivé 3D modely prvků systému fyzické bezpečnosti zasazeny s možností otáčení a přiblížení a s příslušným popisem funkcí. Dále bude na hlavní stránce vytvořen model celého objektu, kde jsou znázorněny místa umístění prvků systému fyzické bezpečnosti. Pro dostatečnou interakci zde bude také možnost pohledu do prostor tohoto objektu z první osoby.

4.1.1 Vytvoření 3D modelů

Pro realizaci úlohy byl vybrán open-source software, pro modelování a vykreslování počítačové grafiky – *Blender*, spolu s jeho zásuvným modulem pro vytváření 3D webových prezentací *Blend4web*, který dokáže 3D modely exportovat do příslušných formátů pro webové rozhraní. Dalším krokem bylo vytvoření jednotlivých modelů technických prostředků systému fyzické bezpečnosti a model hypotetického objektu.

4.1.1.1 Exteriér

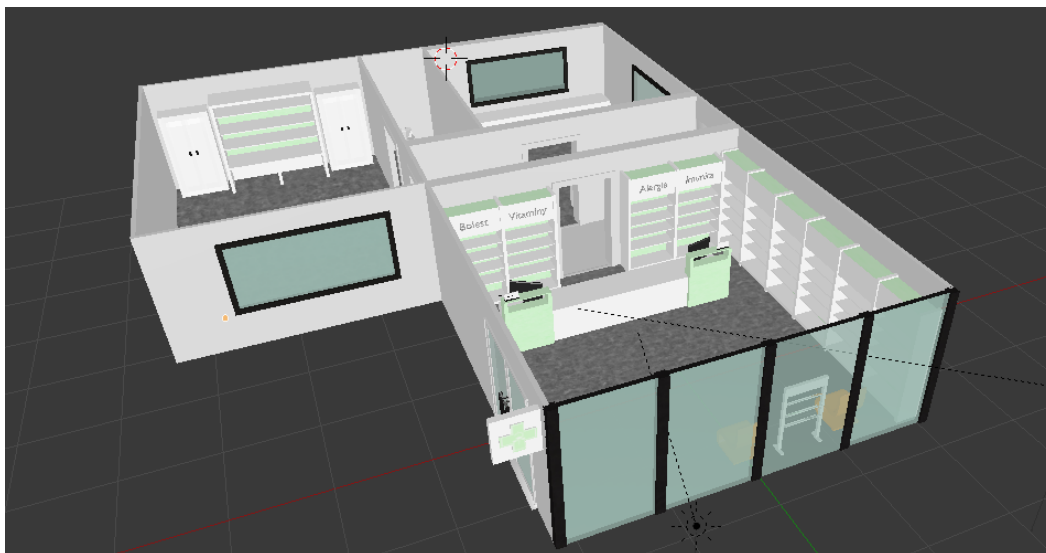
Pro farmaceutický objekt byla vytvořena jednopodlažní budova, která zahrnuje prodejní pasáž, dvě zadní místnosti pro skladování a přípravu léčiv, sanitární místnost a chodbu. Hlavní vchod vedoucí na prodejní pasáž je určen pro veřejnost, boční vstup pro zaměstnance a dodávky léčiv.



Obr. 10. Exteriér farmaceutického objektu [zdroj: vlastní]

4.1.1.2 Interiér

Dále byl pro větší autentičnost objekt rozšířen o interiérové prvky, kterými jsou vybavení prodejního prostoru – prodejní pult, regálové skříně, stojan na letáky apod. V ostatních prostorách bylo vytvořeno základní sanitární vybavení a nábytek.



Obr. 11. Interiér a exteriér farmaceutického objektu [zdroj: vlastní]

4.1.1.3 Prvky prostorové ochrany

Poté byly vytvořeny 3D modely jednotlivých detektorů narušení, kterými jsou:

- **Pohybový detektor** - sleduje pohyb v místnosti, a to až do 12 m. Když je objekt zastřežený a zaznamená pohyb narušitele, spustí alarm. Detektor však lze využít i jako senzor pro automatické zapínání světla.



Obr. 12. 3D model pohybového detektoru [zdroj: vlastní]

- **Kouřový detektor** – požární hlásič, který rozpozná kouř a varuje ještě před tím, než požár vypukne. Detektory mohou mít také zabudovanou sirénu pro lokální signalizaci.



Obr. 13. 3D model detektoru kouře [zdroj: vlastní]

- **Detektor pohybu a tříštění skla** - střeží pohyb v místnosti, ale dokáže i rozpoznat zvuk rozbítí skla. Vyvolá tak poplach dříve, než zloděj pronikne do objektu rozbitým oknem nebo výlohou.



Obr. 14. 3D model detektoru pohybu a tříštění skla [zdroj: vlastní]

- **Videoverifikační IP kamera** - je propojena s alarmem a z každé události, i mimo ni, automaticky vytváří minutový záznam, který je dostupný v příslušné aplikaci.



Obr. 15. 3D model IP kamery [zdroj: vlastní]

- **Klávesnice** - slouží ke snadnému ovládnání systému pomocí segmentů. Od zastřežení a odstřežení až po ovládnání zařízení nebo spotřebičů. V menu na displeji lze navíc spravovat uživatele v systému.



Obr. 16. 3D model klávesnice [zdroj: vlastní]

- **Ústředna PZS** - vyhodnocuje informace z detektorů nebo reaguje na požadavky uživatele. Na základě toho vykoná akci od předání informace o poplachu po ovládnání zařízení nebo spotřebičů v objektu.



Obr. 17. 3D model ústředny [zdroj: vlastní]

- **Interiérová siréna** – spustí se při poplachu a tím upozorní zloděje i uživatele. Kromě toho může plnit funkci zvonku nebo signalizovat různé akce, jako je odchodové zpoždění.



Obr. 18. 3D model interiérové sirény [zdroj: vlastní]

Vzhled a popis jednotlivých produktů byl vytvořen na základě nabídky společnosti Jablotron [21].

4.1.2 Nastavení interakce jednotlivých prvků

Pro účely interaktivní vizualizace jednotlivých zabezpečovacích prvků (otáčení, přiblížení) byl každý z jejich 3D modelů vyexportován do příslušného formátu webové prezentace *.html*., což bylo možné provést přímo z programu *Blender*. Proces exportu základní scény bez složitějších funkcí lze provést jednoduše tímto způsobem. Obdobně byl vyexportován i model objektu, ve kterém je znázorněno umístění jednotlivých prvků. Dalším krokem pak bylo nastavení interakce pro možnost pohybu v objektu z pohledu první osoby, což vyžadovalo rozsáhlejší nastavení pro funkčnost a následný export webového formátu.

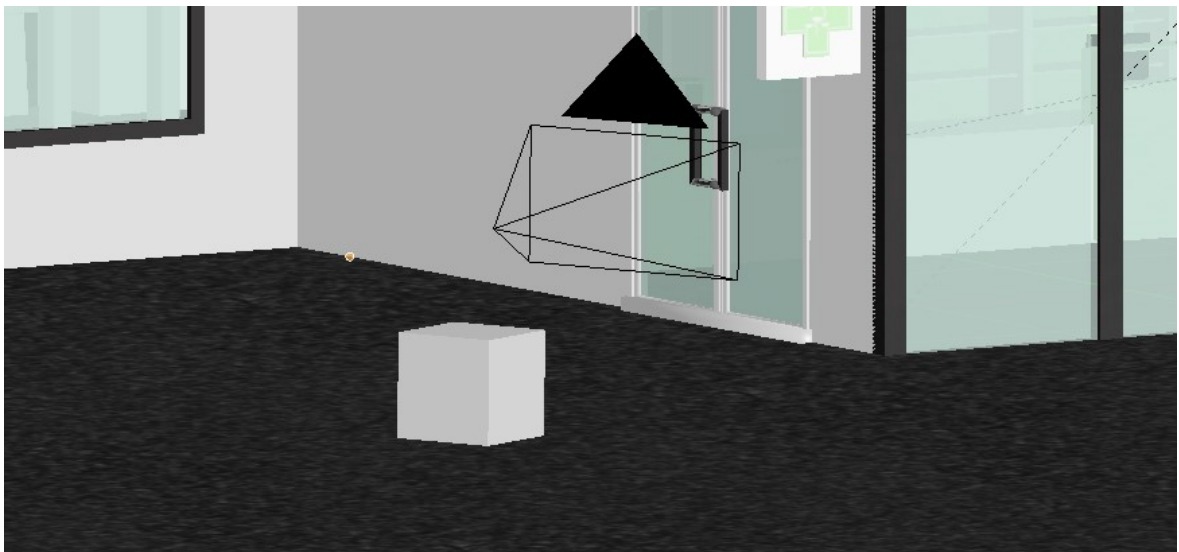
4.1.3 Nastavení interakce v prostorách objektu

Interakce v tomto případě znázorňuje možnost pohybu ve scéně podle ovládání uživatele. Musí být jasně definováno ve kterých místech a jak se bude moct uživatel pohybovat. Jednotlivá nastavení lze provést následujícím způsobem. Především je potřeba vytvořit objekt, který bude definován jako *Character* (postava). Objekt je řízen uživatelem a následován kamerou z pohledu první osoby (First-Person), k tomu je schopný kolidovat

s jinými objekty, může být také ovlivněn fyzikálními jevy jako gravitace nebo vznosná síla. Lze jej ovládat pomocí několika metod programování v API, Blend4Web však nabízí i možnost automatického nastavení se základními funkcemi, které jsou pro tuto práci dostačující tudíž i efektivní. Díky možnosti aktivace/deaktivace gravitačních sil se lze z pohledu první osoby jakkoli oddálit, přiblížit i přesouvat po prostoru, a až po stisknutí klávesy *C* je aktivována možnost pohybu po terénu jako při chůzi.

4.1.3.1 *Character*

Pro povahu objektu typu *Character* může být zvolen libovolný objekt. Na scénu byla tedy vložena kostka s příslušným nastavením pro dynamický objekt. Poté byla na scénu přidána kamera, která bude objekt následovat. Dále byla tato kamera označena jako hlavní. Pro autentičtější pohled první osoby byla nastavena možnost, která umožňuje otáčení kamery ve vertikálním směru pouze tak, jak to dovoluje zorný úhel člověka. Horizontální rotace nebyla pro snadnější ovládání omezena.



Obr. 19. Prvky pro nastavení interakce [zdroj: vlastní]

4.1.3.2 *Hranice*

Dále je pro správnou interakci scény potřeba definovat objekty statické, se kterými bude objekt typu *Character* kolidovat. Těmito objekty jsou především podlaha, stěny a nábytek. Pokud scéna obsahuje poměrně vysoký počet vertexů, je pro správné fungování vhodné vytvořit nové jednodušší objekty, které budou pouze znázorňovat hranice. Tato technika se

běžně používá u rozsáhlejších scén (např. v počítačových hrách), kdy je tímto možné zabránit zbytečným výpočtům v rámci fyziky a tím výrazně zvýšit FPS². V tomto případě je však dostačující definovat již vytvořené objekty ve scéně.

4.1.3.3 Výška náhledu

Náhled by měl simulovat zorné pole člověka, celková „postava“ však byla příliš vysoko oproti ostatním objektům a některé užší dveře byly neprůchozí. Rozměry ani parametrizace objektu, který kamera následuje, tuto výchozí velikost při pohybu nijak neovlivňují, proto bylo pro nastavení reálných poměrů jedinou možností zvětšení celé scény. Scéna byla zvětšena tak, aby se „výška očí“ pohybovala v úrovni dvou třetin klasických dveří.

4.1.3.4 Osvětlení a stíny

Stíny jsou velmi důležitým prvkem pro autenticitu výsledného obrazu, podtrhují vizuální informace o obrysech a pozicích objektů. Pro jejich správné vykreslení proběhla následující nastavení. Ve scéně byly smazány všechny původní světelné zdroje. Celá scéna byla přirozeně osvětlena podle nastavených parametrů v sekci *Environment Lightening*. Pro vytvoření stínů bylo však potřeba přidat i světelný zdroj, který bude znázorňovat úhel dopadu světla, tudíž i směr stínů. Na scénu byl tedy přidán světelný zdroj typu Sun, u kterého musí být povolena možnost stínů (Shadows). U všech ostatních objektů, které přijímají stíny, nebo je vytváří, byly tyto možnosti povoleny.

4.1.3.5 Export do příslušného formátu

Blend4Web zahrnuje funkce pro řízení složitějších projektů, které jsou k dispozici pod aplikací Project Manager. SDK³ index se spouští přímo v programu *Blender*. Po spuštění se zobrazí seznam aktuálních projektů v SDK. Nástroj pro export projektu je k dispozici na hlavní straně Project Manageru pod tlačítkem *Create New Project*.

Po nastavení a potvrzení všech parametrů se v adresáři *Blend4Web/Projects* vytvoří složka s příslušnými soubory, se kterými je možné nadále pracovat v rámci Project Manageru. Do této složky je po každém novém vytvoření potřeba uložit soubor *.blend* a následně reexportovat soubor JSON. Po dokončení projektu je k dispozici v sekci *Operations*

² FPS (frames per second) udává, jak rychle jsou jednotlivé snímky na zobrazovacím zařízení obnovovány – počet snímků za vteřinu.

³ SDK (Software development kit) je soubor nástrojů pro vývoj softwaru.

možnost *deploy project*, v rámci které bude projekt zabalen, exportován a připraven ke stažení. V této formě může být projekt nahrán na webový server buďto samostatně, nebo jako součást jiného webového rozhraní. [26], [1]

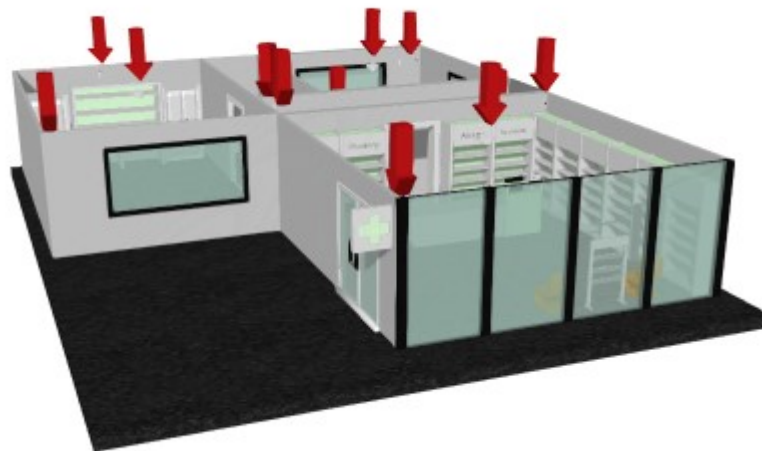
4.1.3.6 Implementace do webového rozhraní

Nejprve byla vytvořena hlavní webová stránka ve formátu *.html*, ve kterém budou jednotlivé modely s popisem produktů zobrazovány. Ve formě webové prezentace lze představit jednotlivé prvky systému fyzické bezpečnosti i s popisy v ucelené formě. Navíc bylo pod hlavním nadpisem vytvořeno tlačítko s možností „přejít do objektu“ z pohledu první osoby. Tímto způsobem si lze názorně prohlédnout návrh systému fyzické bezpečnosti. Hlavní webová stránka pak obsahuje 3D modely prvků systému fyzické bezpečnosti, se kterými je možné otáčet, přibližovat je nebo oddalovat. Vedle každého modelu je také informační popis produktu. Ve spodní části stránky bylo vizualizováno umístění zabezpečovacích prvků při pohledu na celý objekt – místa jsou zvýrazněna pomocí červených šipek.

4.1.4 Zhodnocení úlohy

Pro produktovou prezentaci bylo vytvořeno webové rozhraní, do kterého byly jednotlivé 3D modely prvků systému fyzické bezpečnosti zasazeny s možností otáčení a přiblížení a s příslušným popisem funkcí. Dále byl na hlavní stránce vytvořen model celého objektu, kde jsou znázorněny místa umístění prvků systému fyzické bezpečnosti. Pro dostatečnou interakci s uživatelem (potenciálním zákazníkem) byla zde také implementována možnost pohledu do prostor objektu z první osoby. Interaktivní 3D produktová prezentace poskytnutých služeb zabezpečení objektu systémem fyzické bezpečnosti, může být v této podobě snadno přístupnou a efektní formou prezentace firem bezpečnostního průmyslu.

Snímky celého obsahu webové stránky jsou k práci přiloženy jako příloha č. I. Samotná webová stránka a videoukázka interakcí webové stránky, pořízená snímáním obrazovky pomocí zdarma dostupné aplikace Bandicam ve formátu *.mp4*, jsou k práci přiloženy na CD ve složce s názvem „Úloha 1“.



Obr. 20. Ukázka vizualizace znázorňující rozmístění prvků systému fyzické bezpečnosti [zdroj: vlastní]



Obr. 21. Pohled z první osoby [zdroj: vlastní]

4.2 Úloha 2

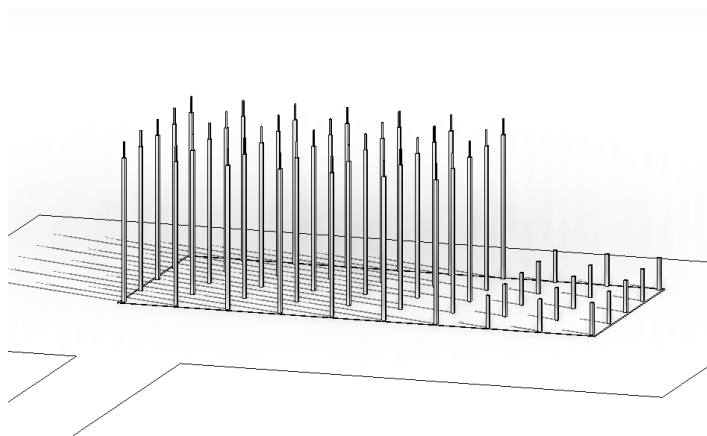
Na základě zadání úlohy použití byl ve zvoleném nástroji BIM vytvořen 3D model stavební konstrukce pro potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na stavbě. Dalším krokem bylo na základě vytvořené konstrukce, navržení jednotlivých oblastí opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na stavbě.

4.2.1 Vytvoření stavby

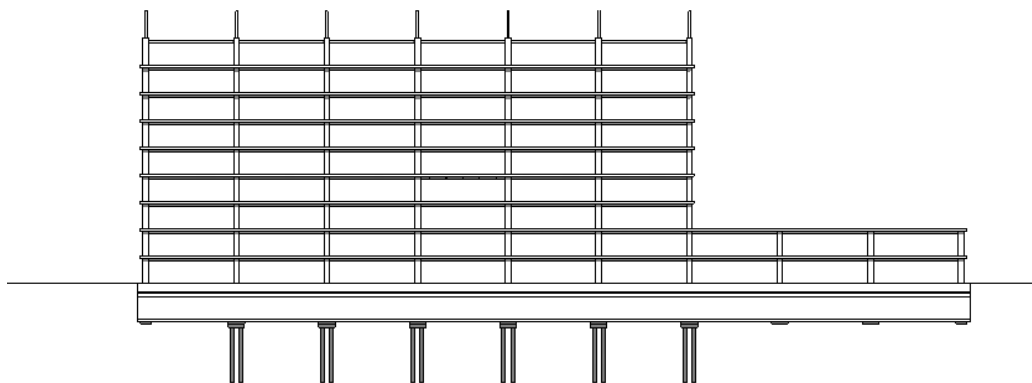
Pro vypracování zadání byl zvolen softwarový nástroj *Autodesk Revit*, který je pro Microsoft Windows vyvíjen firmou Autodesk. Umožňuje parametrické 3D modelování a kreslení prvků při vytváření všech stavebních projektů. BIM (Building Information) je koncept oboru CAD, který nabízí inteligentní objektové 3D navrhování. *Revit* poskytuje obousměrnou asociativitu - změna kterékoliv části projektu se tak okamžitě projeví ve všech ostatních součástech projektu (pohledy, perspektivy, detaily, výkazy, řezy). Dokumenty projektu jsou tak automaticky vždy koordinované. Pro studenty je také dostupná bezplatná studentská verze, která byla k vypracování úkolu využita.

4.2.1.1 Vytvoření modelu

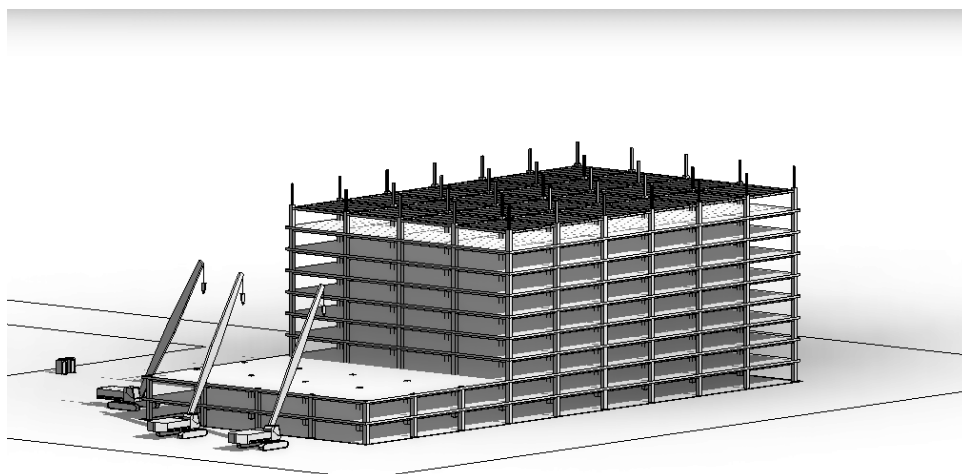
Pro snadnější seznámení se softwarem *Revit* byla hypotetická stavba vytvořena na základě dostupného videonávodu [27]. Prvním krokem bylo vytvoření terénu pro umístění stavby. Dále byly vytvořeny hranice hrubé stavby pomocí jednotlivých sloupů, podle kterých byly následně umístěny jednotlivé podlahové a stropní konstrukce. Poté byly kolem budovy umístěny jeřáby pro názornější představení stavby.



Obr. 22. První krok vytvoření modelu stavby [zdroj: vlastní]



Obr. 23. Druhý krok vytvoření modelu stavby [zdroj: vlastní]



Obr. 24. Třetí krok vytvoření modelu stavby [zdroj: vlastní]

4.2.2 Navržení opatření v rámci BOZP

V rámci požadavků Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, a požadavků Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky, byla navržena následující opatření pro výkopové práce a pro opatření hrubé stavby.

Opatření pro výkopové práce:

- zajištění stěn výkopů proti sesunutí,
- zabezpečení hran výkopů,
- zajištění ohrožených prostor strojů,
- zamezení zatěžování okrajů výkopů,
- zabezpečení staveniště proti vstupu nepovolaných osob.

Opatření pro hrubou stavbu:

- zajištění tvorů v podlaze,
- kolektivní ochrana,
- zajištění otvorů ve stěně,
- osobní jištění,
- zabezpečení pracoviště i bez kolektivní ochrany,
- bezpečná vykládka materiálu,
- bezpečné přístupy k pracovištím ve výškách,
- vhodné prostředky pro zvyšování místa práce,
- zajištění pod místem práce ve výšce.

4.2.3 Zhodnocení úlohy

Efektivním využití koordinátora BOZP by mohlo probíhat v podobě přesného zaznačení jednotlivých opatření do vytvořeného 3D modelu budovy před samotnou výstavbou. Kontrola skutečného stavu zabezpečení by mohla následně probíhat díky možnostem využití speciální aplikace *BIM 360* pro jednoduché prohlížení 3D modelu. Stále je však potřeba příslušná platforma ve formě tabletu, popřípadě mobilního telefonu.

Soubor vytvořeného 3D modelu budovy je k práci přiložen na CD ve složce s názvem „Úloha 2“ ve formátu *.rvt*.

4.3 Úloha 3

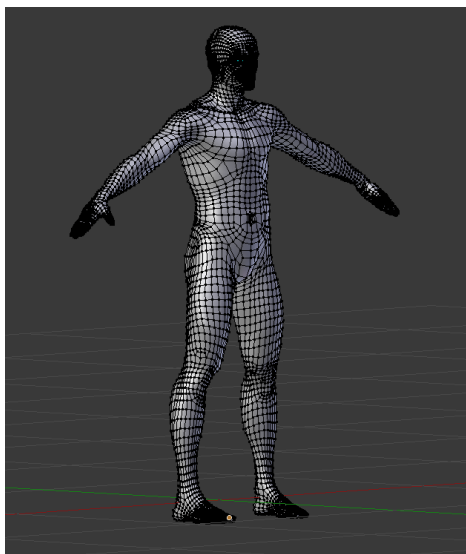
Podle znění zadání úlohy 3 budou v této kapitole vytvořeny ve zvoleném nástroji 3D modely postav dvou příslušníků bezpečnostních sborů a jednoho zaměstnance komerční bezpečnosti, pro možnost importu do bezpečnostního simulátoru. Postavy je nutné obdařit pomocnou kostrou, pomocí které budou základní procesy těchto entit zanimovány.

4.3.1 Vytvoření postav

Pro vypracování druhé úlohy byl zvolen volně dostupný softwarový nástroj *Blender*, který byl již částečně využit pro v předchozím úkolu. *Blender* je profesionální open-source software pro modelování a vykreslování 3D počítačové grafiky a animací. Umožňuje tedy vykreslování 2D a 3D objektů, ale především snadnou přenositelnost na všechny podporované platformy. Prvním krokem bylo vytvoření základního modelu člověka podle reálných fyziologických proporcí.

4.3.1.1 Modelování postavy

Při vytváření postavy člověka je důležitým parametrem autentický vzhled, ale i póza vymodelované postavy. Model by měl být v neutrální póze, svaly by měly být znázorněny v uvolněné pozici a nemělo by docházet k jejich zatínání. Paže by měly s tělem svírat přibližně 60°, při 90° dochází k zatínání ramenních svalů a naopak při úhlech nižších než 60° jsou paže již moc blízko tělu a velmi špatně by se na model později nanášela textura. Výraz obličeje modelu by měl být také neutrální. Vnitřní část úst by neměla zasahovat až do krku, vertexy vnitřní části úst by způsobovaly problémy při pohybech krku a řešení jejich správného pohybu by bylo obtížné. Podle výše zmíněných parametrů byl vytvořen realistický model v neutrální póze, na který byly následně naneseny vhodné textury. Model je těmito kroky připraven k animaci.



Obr. 25. Vytvoření modelu postavy [zdroj: vlastní]

4.3.1.2 Vytvoření oděvů a textur

Oblečení postav bylo vytvořeno na základě účelu použití, a to pro využití v simulátoru, přizpůsobeného výcviku v bezpečnostních oborech. Proto byly pomocí vhodného oděvu znázorněny základní varianty příslušníků bezpečnostních sborů ZZS, HZS a zaměstnance komerční bezpečnosti SBS pro přepravu finančních hotovostí a cenin. Dále byly nanесeny textury tváře.



Obr. 26. Oděv příslušníka ZZS [zdroj: vlastní]



Obr. 27. Oděv zaměstnance pro přepravu hotovosti a cenin [zdroj: vlastní]



Obr. 28. Oděv příslušníka HZS [zdroj: vlastní]



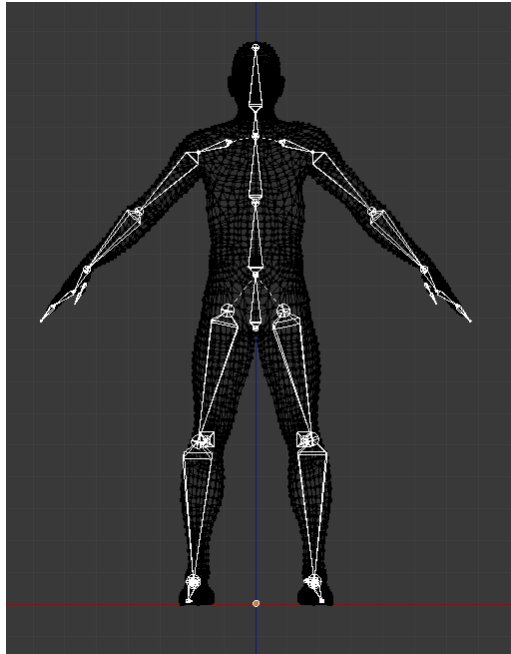
Obr. 29. Nanesení textury tváře [zdroj: vlastní]

4.3.2 Animace

Pro využití postav v simulátoru je nedílnou součástí jejich pohyb, proto je potřeba jednotlivé postavy animovat. Animovány budou tři základní procesy, kterými je chůze, běh a klidový stav postavy, kdy se i při zdánlivě nehybném postoji lidské tělo nepatrně pohybuje. Tuto animaci klidového stavu je třeba zařadit do základních animovaných procesů z důvodů zamezení působení strnulosti, se kterým pak souvisí i nižší realističnost postavy. Zanimování základních procesů zahrnuje následující kroky, kterými jsou vytvoření kostry, nastavení potřebných vah a klíčování.

4.3.2.1 Vytvoření kostry

Pro účely animace je potřeba u postavy vytvořit ovládací prvek, podle kterého se bude při transformaci řídit deformace objektu – armatura, která vychází ze skutečné kostry člověka. Nejprve byla vytvořena struktura hlavních kostí, která se přímo podílí na změně polohy objektu. Pro lepší koordinaci kostry byly pak vytvořeny další kosti, které slouží jako kontrolní prvky při transformaci – v oblasti kolen, a také jako posuvné ovládání v oblasti kotníků.

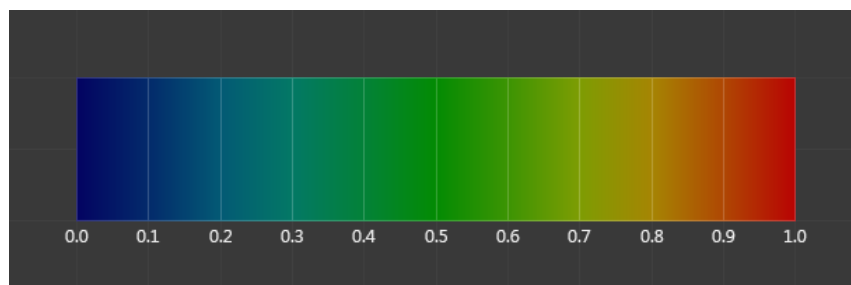


Obr. 30. Kostra pro animaci

[zdroj: vlastní]

4.3.2.2 Nastavení vah

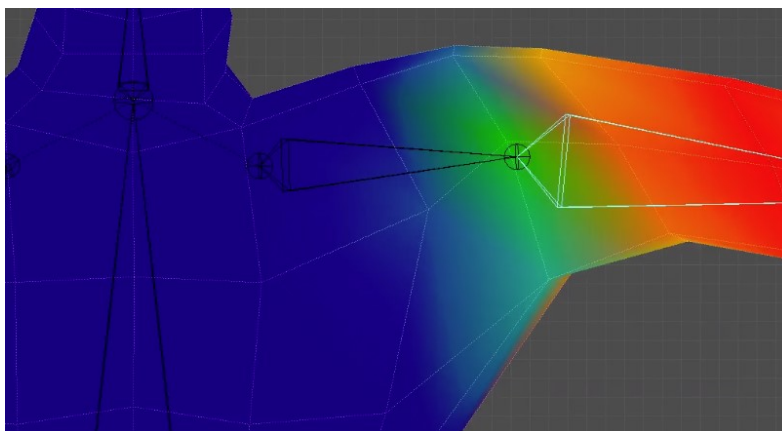
Tento proces se nazývá *weight painting*, který pracuje na principu znázornění hmotnosti. Podle barevného spektra (modrá, zelená, žlutá, oranžová, červená) jsou pak znázorněny hodnoty vah na povrchu objektu, podle nichž se pak povrch při transformaci deformuje.



Obr. 31. Barevné spektrum pro znázornění vah povrchu [28]

Při nastavení vah byla využita funkce *costum weigh paint*, kdy jsou na objekt naneseny váhy automaticky, což celý proces nastavení vah značně usnadní. Následně je však potřeba

některé oblasti, které nefungují podle požadavků, nastavit individuálně – v tomto případě je to oblast ramen a kolen, kde bylo vykreslení vah více přizpůsobeno správnému ohybu.

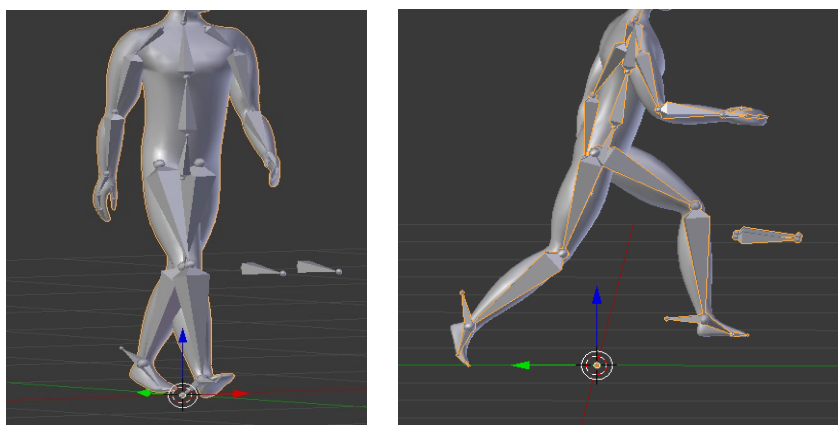


Obr. 32. Nastavení vah povrchu objektu (entit)

[zdroj: vlastní]

4.3.2.3 Klíčování

Pro efektivní animování byl využit *Action Editor*, do něhož jsou vkládány klíče, které reprezentují posunutí a rotaci kostí v momentu vložení klíče. Při vložení klíčů jsou vytvořeny hlavní snímky, podle kterých je pak následně pohyb mezi klíčovými polohami dopočítán. Takto je docíleno plynulosti animace. Nejprve byl animován proces chůze, který se skládá z plynulého opakování cyklů posouvání především dolních končetin. Pro znázornění realistické chůze je však potřeba zapojit také páteř a ruce. Obdobným způsobem bylo pak nastaveno klíčování pro animaci běhu, kdy se jednotlivé kosti pohybují v kratších intervalech s výraznějším posunutím. Pro animaci klidového stavu postavy byly naklíčovány pouze lehké pohyby páteře a rukou.



Obr. 33. Nastavení klíčování [zdroj: vlastní]



Obr. 34. Hotový a zanimovaný model příslušníka HZS [zdroj: vlastní]

4.3.3 Zhodnocení úlohy

Přestože virtuální simulátory pro výuku a výcvik zahrnují složitý proces implementace, primární přínos, ve formě možnosti nácviků taktiky zvládnutí činností příslušníků bezpečnostních sborů a zaměstnanců komerční bezpečnosti stále převažuje. Praktický příklad vytvoření entit pro potenciální využití v simulátoru je jedním z kroků přizpůsobení současných zaváděných simulátorů, čímž je možné složitou implementaci nových forem simulátorů značně usnadnit.

Jednotlivé modely postav jsou k práci přiloženy na CD ve formě souborů z grafického softwaru *Blender*. Výsledná podoba animací všech postav je znázorněna v příloze formou videa, pořízeného snímáním obrazovky pomocí zdarma dostupné aplikace Bandicam ve formátu *.mp4*. Tyto soubory jsou umístěny na přiloženém CD ve složce s názvem „Úloha 3“.

5 ZHODNOCENÍ VHODNOSTI NÁSTROJŮ K REALIZACI ZÁKLADNÍCH ÚLOH

Poslední kapitola zahrnuje zhodnocení vhodnosti softwarových nástrojů, které byly použity pro vypracování základních úloh použití 3D technologií v oblastech bezpečnosti. Zhodnocení bylo provedeno na základě subjektivního hodnocení. Stěžejními parametry softwaru při hodnocení byly:

- dostupnost,
- cena,
- jazyk,
- úroveň obtížnosti,
- dostupnost výukových materiálů,
- vhodnost nástroje pro danou úlohu.

5.1 Blender a Blend4Web pro účely interaktivní webové vizualizace

Software *Blender* pro 3D modelování a animování i jeho zásuvný modul *Blend4Web* jsou volně stažitelné pro různé verze operačních systémů a v obou případech se jedná volně dostupnou licenci. Nevýhodou je naopak jazyková stránka SW, což může být pro některé uživatele překážkou z důvodů nízké intuitivnosti celého rozhraní. Na druhou stranu je k SW k dispozici velké množství výukových materiálů, ve formě oficiálních manuálů i videí. Celkově je SW pro účely interaktivní webové vizualizace hodnocen jako dostačující. Především zásuvný modul *Blend4Web* je velmi efektivním nástrojem pro vytváření webových prezentací z důvodů rozsáhlých knihoven s přednastavenými funkcemi, které lze jednoduše využít pro potřeby webové prezentace bez potřeby rozsáhlejšího programování.

5.2 Revit pro účely 3D projektování

Revit Autodesk je komerční SW, který byl vytvořen podle koncepce BIM. Měsíční licence různých druhů verzí se řádově pohybují v tisících korun, je zde však možnost využití studentské licence zdarma, která však není účelná pro komerční využití. SW podporuje český jazyk, což může výrazně usnadnit orientaci v uživatelském rozhraní. Výukové materiály se vyskytují pouze ve formě videí na sociálních sítích, oficiální kurzy jsou zpravidla za poplatek. Mezi BIM nástroji však *Revit* disponuje s možností široké nabídky dostupných modelů na internetových portálech, což je velkou výhodou pro potřeby 3D

projektování. Při akceptování výše částky za licenci se Revit může stát značně efektivním nástrojem pro účely 3D projektování ve všech oblastech využití.

5.3 Blender pro účely vytvoření a animace postav

Software *Blender* pro 3D modelování a animování je volně stažitelný pro různé verze operačních systémů, jedná se o volně dostupnou licenci SW. Nevýhodou je naopak jazyková stránka SW, což může být pro některé uživatele překážkou z důvodů nízké intuitivnosti celého rozhraní. Na druhou stranu je k SW k dispozici velké množství výukových materiálů, ve formě oficiálních manuálů i videí, což je pro účely animace postav značnou výhodou, celý proces animace může být pro začátečníka z důvodů možností různých technik poměrně náročný.

ZÁVĚR

Cílem diplomová práce bylo popsat současné možnosti využití 3D technologií v různých oblastech bezpečnosti. Nejprve teoreticky shrnut dostupné počítačové 3D technologie a tři související druhy bezpečnosti. Dále přímo specifikovat oblasti využití 3D technologií ve vybraných druzích bezpečnosti a navrhnout tři základní úlohy použití, a ty ve zvolených nástrojích vypracovat. Součástí práce bylo i zhodnocení vhodnosti nástrojů a 3D technologií k realizaci základních úloh použití.

V teoretické části byly shrnuty dostupné počítačové 3D technologie z pohledu hardwarových a softwarových možností. Dále byly charakterizovány tři zvolené druhy bezpečnosti, které souvisí s praktickou částí práce – fyzická bezpečnost, bezpečnost a ochrana zdraví při práci a osobní bezpečnost. Praktickou částí práce bylo poukázat na provázanost 3D vizualizačních a simulačních technologií v různých druzích bezpečnosti. Jednalo se o již zavedené druhy výukových simulátorů, produktovou vizualizaci a možnosti využití 3D projektování v oblastech bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární ochrany. Na základě toho byly vybrány tři praktické úlohy použití, které byly ve zvolených nástrojích vypracovány.

Prvním zadáním úlohy bylo vytvořit interaktivní 3D produktovou prezentaci možnosti poskytnutých služeb ve formě zabezpečení vybraného objektu systémem fyzické bezpečnosti. Vizualizace by měla sloužit jako prostředek názorného představení jednotlivých technických prostředků systému fyzické bezpečnosti zákazníkovi. Druhou úlohou bylo ve zvoleném nástroji konceptu BIM vytvořit 3D model stavební konstrukce pro potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na stavbě. Na základě vytvořené konstrukce navrhnout opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na stavbě. Třetí úlohou bylo ve zvoleném nástroji vytvořit 3D modely postav dvou příslušníků bezpečnostních sborů a jednoho zaměstnance komerční bezpečnosti, pro možnost importu do simulátoru. Pomocí dostupných metod zobrazovat základní procesy těchto entit. V závěru práce jsou použité softwarové nástroje, kterými jsou Blender, Blend4Web a Revit subjektivně ohodnoceny.

Formy využití 3D technologií v oblastech bezpečnosti často skrývají potenciál stát se účinnými nástroji. V roce 2019 stále v mnoha oblastech potenciálního využití existují překážky, kterými jsou především časová, lokační, personální a finanční náročnost.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Alza.cz: co-je-procesor* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/co-je-procesor>
- [2] *Alza.cz: jak-vybrat-grafickou-kartu* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/jak-vybrat-grafickou-kartu>
- [3] *All3dp: best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://all3dp.com/1/best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software/>
- [4] POKORNÝ, Pavel. *Základy počítačové grafiky*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická, Institut informačních technologií, 2004, 120 s. ISBN 8073181614.
- [5] ŽÁRA, Jiří. *Moderní počítačová grafika*. 2. přeprac. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0454-0.
- [6] HUGHES, John F. *Computer graphics: principles and practice*. 3rd ed. Upper Saddle River: Addison-Wesley, 2013. ISBN 978-0-321-39952-6
- [7] *Pravouhle-promitani* [online]. 2017 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://pravouhle-promitani.hys.cz/>
- [8] KENNEDY, Sanford. *3ds max 6: animace a vizuální efekty*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0328-5.
- [9] *Artstation: artwork* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.artstation.com/artwork/KaEXIW>
- [10] VAN GUMSTER, Jason. *Blender For Dummies*. 3rd Edition. Canada: John Wiley, 2015. ISBN 978-1-119-03953-2.
- [11] *Simulation-vs-visualization-difference: artwork* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.visualcomponents.com/insights/blog/simulation-vs-visualization-difference/>
- [12] *Globalstylecricket: all* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://globalstylecricket.com/all/>

- [13] *Pinterest: pin* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/332492384979884135/?lp=true>
- [14] *Fltmag: google-geo-tools-virtual-reality-in-the-language-classroom* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://ftmag.com/google-geo-tools-virtual-reality-in-the-language-classroom/>
- [15] *Foundry: vr-mr-ar-confused* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.foundry.com/industries/virtual-reality/vr-mr-ar-confused>
- [16] MURRAY, Jeff W. Building virtual reality with Unity and Steam VR. Boca Raton, FL: CRC Press, 2017. ISBN 978-1138033511.
- [17] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management bezpečnosti. 1.-5. díl. Zlín: VeRBUM, 2011-2015. ISBN 978-80-87500-05-7.
- [18] *Bisimulations: virtual-battlespace* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://bisimulations.com/products/virtual-battlespace>
- [19] *Rcaf-arc.forces.gc.ca* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.rcaf-arc.forces.gc.ca/en/news-template-standard.page?doc=rcaf-introduces-innovative-small-arms-weapons-training/htts94o5>
- [20] *Cultureready: virtual-cultural-awareness-trainer-news* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.cultureready.org/blog/virtual-cultural-awareness-trainer-news>
- [21] *Jablotron* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/>
- [22] *Koncepcebim: koncepce* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/koncepce>
- [23] NEUGEBAUER, Tomáš. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v kostce, neboli, O čem je současná BOZP. 2., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Wolters Kluwer, 2016. ISBN 978-80-7552-106-4.
- [24] *Casopiseurostav: navrh-opatreni-bozp-pomocou-bim* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.casopiseurostav.sk/casopis-eurostav/rocnik-2017/52017/navrh-opatreni-bozp-pomocou-bim>

- [25] *Tzb-info: pozarni-bezpecnost-staveb/11000-bim-a-jeho-implementace-v-oblasti-pozarniho-rizika*[online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/11000-bim-a-jeho-implementace-v-oblasti-pozarniho-rizika>
- [26] POKORNÝ, Marek a Petr HEJTMANEK. Požární bezpečnost staveb: sylabus pro praktickou výuku. 2. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06394-1.
- [27] *Youtube.com: Revit Structure Steel Structure Part 1* [online]. 2014 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=WITtA74v9Hg>
- [28] *Blender.org: weight_paint/introduction* [online]. 2014 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://docs.blender.org/manual/en/latest/sculpt_paint/painting/weight_paint/introduction.html
- [29] ČSN EN 1627. A Dvěře, okna, lehké obvodové pláště, mříže a okenice - Odolnost proti vloupání - Požadavky a klasifikace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 28 s. Třídící znak 74 6001.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3D	3-Dimensional.
API	Application Programming Interface.
AR	Advanced Reality.
BIM	Building Information Modeling.
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.
CAD	Computer-Aided-Design
HTML	HyperText Markup Language.
HZS	Hasičský záchranný sbor.
MR	Mixed Reality.
SBS	Soukromý bezpečnostní služba.
SDK	Web Graphics Library.
SDK	Software Development Kit.
SW	Software.
US	User Interface.
VR	Virtual Reality.
ZZS	Zdravotnický záchranný sbor.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Jednobodová, dvojbodová a třibodová perspektiva [7]</i>	15
<i>Obr. 2. Příklad nanesení textur a hypertextur na jednoduchý objekt [7]</i>	17
<i>Obr. 3. Příklad vizualizace interiéru [12]</i>	20
<i>Obr. 4. Příklad simulace tření [13]</i>	21
<i>Obr. 5. Graficky znázorněný rozdíl mezi VR, AR a MR [14]</i>	22
<i>Obr. 6. Prostředí simulátoru VBS3 [18]</i>	33
<i>Obr. 7. Průběh simulace SAVIT a její účastníci [19]</i>	34
<i>Obr. 8. Prostředí simulátoru VCAT [20]</i>	35
<i>Obr. 9. Příklad 3D produktové vizualizace společnosti Jablotron [21]</i>	36
<i>Obr. 10. Exteriér farmaceutického objektu [zdroj: vlastní]</i>	42
<i>Obr. 11. Interiér a exteriér farmaceutického objektu [zdroj: vlastní]</i>	42
<i>Obr. 12. 3D model pohybového detektoru [zdroj: vlastní]</i>	43
<i>Obr. 13. 3D model detektoru kouře [zdroj: vlastní]</i>	43
<i>Obr. 14. 3D model detektoru pohybu a tříštění skla [zdroj: vlastní]</i>	44
<i>Obr. 15. 3D model IP kamery [zdroj: vlastní]</i>	44
<i>Obr. 16. 3D model klávesnice [zdroj: vlastní]</i>	45
<i>Obr. 17. 3D model ústředny [zdroj: vlastní]</i>	45
<i>Obr. 18. 3D model interiérové sirény [zdroj: vlastní]</i>	46
<i>Obr. 19. Prvky pro nastavení interakce [zdroj: vlastní]</i>	47
<i>Obr. 20. Ukázka vizualizace znázorňující rozmístění prvků systému fyzické bezpečnosti [zdroj: vlastní]</i>	50
<i>Obr. 21. Pohled z první osoby [zdroj: vlastní]</i>	50
<i>Obr. 22. První krok vytvoření modelu stavby [zdroj: vlastní]</i>	51
<i>Obr. 23. Druhý krok vytvoření modelu stavby [zdroj: vlastní]</i>	52
<i>Obr. 24. Třetí krok vytvoření modelu stavby [zdroj: vlastní]</i>	52
<i>Obr. 25. Vytvoření modelu postavy [zdroj: vlastní]</i>	55
<i>Obr. 26. Oděv příslušníka ZZS [zdroj: vlastní]</i>	55
<i>Obr. 27. Oděv zaměstnance pro přepravu hotovosti a cenin [zdroj: vlastní]</i>	56
<i>Obr. 28. Oděv příslušníka HZS [zdroj: vlastní]</i>	56
<i>Obr. 29. Nanesení textury tváře [zdroj: vlastní]</i>	57
<i>Obr. 30. Kostra pro animaci [zdroj: vlastní]</i>	58
<i>Obr. 31. Barevné spektrum pro znázornění vah povrchu [28]</i>	58

<i>Obr. 32. Nastavení vah povrchu objektu (entit) [zdroj: vlastní]</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 33. Nastavení klíčování [zdroj: vlastní].....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 34. Hotový a zanimovaný model příslušníka HZS [zdroj: vlastní]</i>	<i>60</i>

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Seznam nejlepších 3D design/modeling SW 2019 [3]13

Tab. 2. Bezpečnostní třída, čas odporu a profil pachatele [17]24

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: Vzhled vytvořené webové interaktivní prezentace

PŘÍLOHA P II: Obsah přiloženého CD-ROM disku

PŘÍLOHA P II: Vzhled vytvořené webové interaktivní prezentace

VIZUALIZACE

zabezpečovacích prvků pro farmaceutický objekt

[Přejít do objektu](#)

Klávesnice

Slouží ke snadnému ovládní systému pomocí segmentů a jejich principu semaforu. Od zajištění a odjištění až po ovládní zařízení nebo spotřebičů. V menu na displeji lze navíc spravovat uživatele v systému.

JA-114E je přístupový modul s LCD displejem, ovládacími klávesami a čtečkou RFID pro ovládní zabezpečovacího systému. Obsahuje jeden ovládací segment, a pokud je potřeba, může být vybaven až 20 ovládacími segmenty JA-192E. Umožňuje jednoduché ovládní zabezpečovacího systému pomocí segmentů. Komunikuje prostřednictvím sběrnice a je z ní napájen. Modul má funkci úspory energie během výpadku napájení. Modul je adresovatelný a obsazuje v zabezpečovacím systému jednu pozici. Nabídka menu umožňuje pohodlné ovládní a správu sekcí, zón a zpráv o událostech.



Pohybový detektor

Sleduje pohyb v místnosti, a to až do 12 m. Když je objekt zajištěný a zaznamená narušitele, spustí alarm. Detektor však lze využít i jako senzor pro automatické zapínání světlá

JA-110P je sběrníkový detektor pohybu PIR určený pro ochranu interiéru prostřednictvím infrapasivní detekce pohybu v místnosti. Charakteristiky detekce lze optimalizovat pomocí výměnných čoček. Jablotron čočky pro hlídání dlouhých chodeb, pro zamezení spuštění poplachu pohybem domácího zvířete nebo hlídání vertikální záclonou.

Videoverifikační IP kamera

Je propojena s alarmem a z každé události automaticky vytváří minutový záznam, který je dostupný v příslušné aplikaci.

Kamera je plně integrována do aplikace a na úrovni cloudu spolupracuje se systémem. Uživateli tak má veškeré informace o svém objektu přehledně k dispozici na jednom místě. Kamera pořizuje barevné video s rozlišením HD nebo Full HD. V případě špatných světelných podmínek se přepne do nočního režimu, ve kterém používá IR přísvit. Videoverifikační kamera poskytuje uživateli vizuální potvrzení toho, co bylo příčinou poplachu a co se v objektu děje. Při jakémkoliv události pořídí záznam automaticky, uživatel je tak v obraze, když se něco stane.



Kouřový detektor



Čidlo rozpozná kouř nebo zvýšenou teplotu a varuje vás před tím, než požár vypukne. Detektory mají také zabudovanou sítěnku pro lokální signalizaci.

Výrobek slouží k detekci požárního nebezpečí v interiéru obytných nebo komerčních budov. Detektor je vhodný i pro instalaci v autokaravanech nebo mobilních domech. Není určen pro instalaci do průmyslového prostředí. Vznik nebezpečí detektor opticky indikuje zabudovanou signálkou a akustickým signálem. Detektor splňuje vyhlášku MV HZS o požární ochraně staveb. Výrobek obsahuje dva samostatné detektory - optický detektor kouře a teplotní detektor. Optický detektor kouře pracuje na principu rozptýleného světla. Je velmi citlivý na větší částice, které jsou v hustých dýmech.

Interiérová siréna

Houká při poplachu a tím upozorní zloděje i uživatele. Kromě toho může plnit funkci zvonku nebo signalizovat různé akce, jako je odchodové zpoždění.

Sběrníková siréna pro vnitřní prostředí JA-110A je určena k akustické signalizaci poplachu, dále příchodového a odchodového zpoždění a aktivace výstupů PG v zabezpečovacím systému. Siréna je vybavena tlačítkem s programovatelnými reakcemi. Nabízí také funkci Alarm Verification (ověřování poplachů) a komunikuje se sběrníci ústředny a je z ní napájena. Siréna je adresovatelná a obsazuje v zabezpečovacím systému jednu pozici.



Detektor pohybu a tříštění skla

Nejen že střeží pohyb v místnosti, ale dokáže i rozpoznat zvu rozbití skla. Vyvolá tak poplach dříve, než se zloděj dostane do objektu rozbitým oknem.

Slouží k prostorové detekci pohybu osob v interiéru budov a k detekci rozbití skleněných ploch tvořících plášť budov. Obsahuje dva nezávislé detektory (přičazuje se na 2 pozice v ústředně). K detekci pohybu osob využívá PIR senzor. Rozbití skleněných ploch detekuje detektor tříštění skla GBS na základě změn tlaku vzduchu a charakteristických zvuků rozbití skla.

Ústředna

Vyhodnocuje informace z detektorů nebo reaguje na požadavky uživatele. Na základě toho vykoná akci od předání informace o poplachu po ovládní zařízení nebo spotřebičů v objektu.

Hybridní ústředna elektronického zabezpečovacího systému s kapacitou maximálně 50 smyček z čehož je až 14 drátových. Ústředna má 2 podsystémy, 4 výstupy, až 50 uživatelů identifikujících se PIN kódy nebo RFID čipy. Paměť ústředny JA-82K je 256 událostí. Splňuje st. bezpečnosti 2 dle ČSN EN 50131. Napájení ústředny JA-82K je 230V, zál. zdroj trvale max. 700 mA, prostor pro aku max. 12V / 2,6Ah. Ústředna obsahuje GSM komunikátor JA-82Y a rádiový modul JA-82R.

