



Univerzita Tomáše Bati

Fakulta aplikované informatiky

Disertační práce

Informační podpora jednotek požární ochrany

Information Support for Fire Protection Units

Autor: **Ing. Martin Džermanský**

Studijní program: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Školitel: prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.

Zlín, 2025

© Ing. Martin Džermanský

Vydala **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně** v edici disertační práce.
Publikace byla vydána v roce 2025

Klíčová slova: integrovaný záchranný systém, jednotky požární ochrany, modelování, rozšířená realita, simulace

Key words: integrated rescue system, fire protection units, modelling, augmented reality, simulation

Práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě si dovoluji poděkovat mému školiteli prof. Ing. Dušanu Vičarovi, CSc. za odborné vedení během mého studia a cenné rady při psaní mé disertační práce. Poděkování patří také všem akademickým a dalším pracovníkům za jejich pomoc a podporu.

Rovněž bych touto cestou rád poděkoval vybraným Sborům dobrovolných hasičů (dále jen „SDH“), SDH Salaš, SDH Čeložnice, SDH Uherský Brod a SDH Holešov za poskytnutý materiál, rady a zázemí pro zhotovení disertační práce a také panu kpt. Ing. Adamovi Rozkydálkovi za cenné rady a dohled nad odbornou stránkou mé disertační práce a poskytnuté konzultace.

Velké poděkování patří mé rodině za podporu, kterou mi dávala během celého mého studia a motivaci v dalším rozvoji.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma Informační podpora jednotek požární ochrany vypracoval samostatně pod odborným vedením mého školitele prof. Ing. Dušana Vičara, CSc., za použití literatury a odborných publikací uvedených na konci mé disertační práce v seznamu použité literatury a zdrojů.

ABSTRAKT

Téma disertační práce je věnováno problematice Informační podpory jednotek požární ochrany. Technologický pokrok se v podobě nových technologií prosazuje i v jednotkách požární ochrany, kde si postupně nachází své místo v jejich činnostech. Využití pokročilých technologií vytyčuje jako jeden ze svých cílů aktuálně platná koncepce ochrany obyvatelstva, které tak vyzdvihuje aktuálnost řešené problematiky práce. Cílem práce je navrhnout potenciální využití technologie rozšířené reality u jednotek požární ochrany jako informační podpory. Výsledkem práce je vytvořený experimentální model mobilní aplikace umožňující zobrazení digitálního obsahu u vybraných metodických materiálů s využitím rozšířené reality a vytvoření návrhu užití této technologie u jednotek požární ochrany jako informační podpory.

ABSTRACT

The issue of the dissertation thesis deals with the question of Information Support of Fire Protection Units. Technological advances in the form of new technologies are also gaining ground in fire protection units, which are gradually finding their place in their activities. The use of advanced technologies is one of the objectives of the currently valid concept of public protection, which thus highlights the relevance of the problem of the dissertation. The aim of the dissertation is to propose the potential use of augmented reality technology in fire protection units as an information support. The result of the dissertation is an experimental model of a mobile application enabling the display of digital content of selected methodological materials using augmented reality and the creation of a proposal for the use of this technology in fire protection units as information support.

ÚVOD

Lidé se setkávají každý den s mimořádnými událostmi, které ohrožují jejich životy, zdraví, majetek ale také životní prostředí. Pro řešení těchto událostí je v podmínkách České republiky zřízen integrovaný záchranný systém, který je dle § 2 v zákoně č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů definován jako „*koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací*“.

Nejen složky základní ale i ostatní jsou připravovány na řešení mimořádných událostí, které mohou nastat nenadále. S ohledem na jejich nepředvídatelnost je zapotřebí mít nejen samotné složky ale také zpracované metodické listy a jiné bezpečnostní a strategické dokumenty připraveny na řešení těchto situací. Pro tyto účely jsou plánována a organizována například cvičení taktická a prověřovací. Na jedné straně tak umožňují ověřit schopnosti velitele zásahu při záchranných a likvidačních pracích a na straně druhé pomáhají ověřit samotnou akceschopnost zasahujících složek, jejich příslušníků a členů.

V posledních letech se zvyšuje zájem o využití moderních technologií při přípravě jednotlivých příslušníků integrovaného záchranného systému. Nejvíce však u Hasičského záchranného sboru České republiky a jednotek sborů dobrovolných hasičů, kde se pozvolna objevují i pokročilé trenažéry, které využívají technologie virtuální a rozšířené reality.

Aktuálnost této problematiky tkví ve stále se zvyšujícím počtu mimořádných událostí a potřeby vytváření nových metodických materiálů, které by byly obohaceny o nové digitální prvky. I dle platné Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2025 s výhledem do roku 2030 a dalších koncepčních a strategických materiálů by se měly složky integrovaného záchranného systému začít orientovat na užití nových technologií a inovovat již zavedené postupy. Stěžejní oblastí je rozvoj vzdělávání, kam jsou implementovány technologie virtuální a rozšířené reality. Obě technologie nabízí nový pohled na vzdělávací procesy a přináší tak nové možnosti rozvoje všech bezpečnostních a záchranných sborů.

Práce se zaměřuje na Informační podporu jednotek požární ochrany. Cílem práce je navrhnout užití technologie rozšířené reality. Jako důkaz významu užití technologie a zvýšení efektivity bude navržený model ověřen na experimentálním modelu mobilní aplikace, která bude vycházet z metodických materiálů jednotek požární ochrany. Práce vychází z pojednání o státní doktorské zkoušce na téma „*Podpora cvičení integrovaného záchranného systému a dalších orgánů ochrany obyvatelstva s využitím softwarových aplikací*“.

Obsah

ÚVOD.....	6
1. Současný stav řešené problematiky.....	9
1.1 Terminologie	9
1.2 Integrovaný záchranný systém České republiky	11
1.2.1 Hasičský záchranný sbor České republiky	14
1.2.2 Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby	16
1.2.3 Policie České republiky.....	17
1.3 Jednotky požární ochrany	19
1.4 Vzdělávání příslušníků jednotek požární ochrany a použití pokročilých technologií.....	22
1.5 Účelová, vzdělávací a další technická zařízení se zapojením pokročilých technologií a trenažérů ve výuce	27
1.5.1 Střední odborná škola a Vyšší odborná škola požární ochrany.....	27
1.5.2 Školní a výcvikové zařízení Hasičského záchranného sboru České republiky	28
1.5.3 Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč.....	28
1.5.4 Technický ústav požární ochrany	30
1.6 Virtuální a rozšířená realita	32
1.7 Dílčí závěr	34
2. Cíle a omezení disertační práce.....	35
3. Zvolené metody zpracování disertační práce.....	37
4. Analýza řešené problematiky	39
4.1 Analýza metodických materiálů jednotek požární ochrany	39
4.1.1 Cvičební řád jednotek požární ochrany.....	40
4.1.2 Bojový řád jednotek požární ochrany	41
4.1.3 Konspekty odborné přípravy	42
4.2 Analýza hardwarového/softwarevého vybavení a technologie pro sběr a tvorbu modelů .	42
4.2.1 3D Fotogrammetrie	43
4.2.2 Light Detection and Ranging	44
4.2.3 Umělá inteligence.....	45
4.3 Mobilní aplikace pro 3D snímání.....	46
4.3.1 3D LiDAR Scanner	46
4.3.2 CamToPlan – 3D Scanner & LiDAR	47
4.3.3 RTAB-Map – 3D LiDAR Scanner	48
4.3.4 RealityScan – 3D Scanning App	49

4.3.5	Polycam 3D Scanner, LiDAR, 360.....	50
4.4	Využití rozšířené reality v České republice a ve světě	51
5.	Návrh užití technologie rozšířené reality u jednotek požární ochrany	59
5.1	Postup realizace disertační práce	63
6.	Hodnocení využití mobilní aplikace	78
7.	Přínos pro vědu, výzkum, praxi a pedagogickou činnost	81
	ZÁVĚR	83
	Seznam použité literatury	84
	SEZNAM TABULEK	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ	95
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	97
	PUBLIKAČNÍ ČINNOST AUTORA	99
	ŽIVOTOPIS AUTORA	103
	PŘÍLOHA 1 ZNAČKY QR KÓDŮ PRO METODICKÉ MATERIÁLY	106
	PŘÍLOHA 2 POTVRZENÍ KONZULTACÍ NAD ODBORNOSTÍ A PROVEDENÍM DISERTAČNÍ PRÁCE	126

1. Současný stav řešení problematiky

Kapitola pojednává o současném stavu řešení problematiky. Stručně vymezuje základní terminologii a problematiku integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) se zaměřením na jednotky požární ochrany (dále jen „JPO“) s využitím aktuálně platných zákonů a vyhlášek, literárních zdrojů a odborných publikací. V dalších částech je pak popsána oblast pokročilých technologií a jejich užití v procesu vzdělávání a jednotlivé metodické materiály určené ke vzdělávání příslušníků JPO. Současný stav řešení problematiky je popsán nejen v rámci České republiky, ale pro možnost komparování je uveden také popis užití pokročilých technologií v zahraničí.

1.1 Terminologie

Pro pochopení každé vědecké práce je zapotřebí objasnění nejdůležitějších pojmů z dané oblasti. Pro tyto účely jsou níže v abecedním uspořádání popsány vybrané pojmy z této práce, pro její lepší pochopení. Pojmy vychází z platných zákonů, terminologického slovníku ministerstva vnitra (dále jen „MV“) a odborných publikací.

Algoritmus – pojem lze dle Blahuta J. [1, s. 10] definovat jako *„postup s přesně popsánymi kroky, který vede k danému cíli, tedy řešení úlohy“*.

Bezpečnost – dle terminologického slovníku MV [2, s. 5] je bezpečnost definována jako *určitý „stav, kdy je systém schopen odolávat známým a předvídatelným (i nenadálým) vnějším a vnitřním hrozbám, které mohou negativně působit proti jednotlivým prvkům (případně celému systému) tak, aby byla zachována struktura systému, jeho stabilita, spolehlivost a chování v souladu s cílovostí“*.

Lze se setkat také s tvrzením, že pojem bezpečnost nelze samostatně definovat, a tak je členěna do podmnožin jako například bezpečnost kybernetická, bezpečnost potravinová, bezpečnost environmentální, u nichž je definování již konkrétnější. Samotnou bezpečností a vymezením bezpečnostního systému v České republice se zabývá Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. Ústavní zákon vymezuje zejména zajištění bezpečnosti České republiky, krizové stavy (nouzový stav, stav ohrožení státu) a bezpečnostní radu státu. [3]

Integrovaný záchranný systém – dle zákona č. 239/2000 Sb., o IZS a změně některých zákonů [4] představuje *„koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací (dále jen „ZaLP“)“*.

Krizová situace – je definována v Zákoně č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon) [5] následovně „*mimořádná událost podle zákona o IZS, představuje narušení kritické infrastruktury (dále jen „KI“) nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu*“. Dle Fearn-Banks [6, s. 1] je krizová situace definována jako „závažná událost s potenciálně negativním výsledkem ovlivňujícím organizaci, společnost nebo odvětví, stejně jako její veřejnost, produkty, služby nebo dobré jméno“.

Mimořádná událost – dle zákona o IZS [4] je mimořádná událost (dále jen „MU“) definována jako „*škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací*“. Pro porovnání s definicí ze zahraničí je uvedena také definice MU od autorů Haddow G. D. et al., [7, s. 33] kteří ve své knize Introduction to Emergency Management mimořádnou událost označují zejména jako „Hazard“ a definují následovně „zdroj nebezpečí, který může vést nebo nemusí ke katastrofě“.

Modelování – je definováno jako „*návrh systému, který představuje zobrazení přirozeného systému do systému umělého. Zahrnuje zkoumání adekvátnosti modelu a jeho využití pro zkoumání přirozeného systému*“. [8] Zkráceně lze modelování definovat také jako „*proces tvorby modelu, jenž zahrnuje zkoumání vlastností originálu a jejich aplikace na model*“. [9]

Ochrana obyvatelstva – pojem ochrana obyvatelstva je ukotven v zákoně o IZS a je definován jako „*plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany jeho života, zdraví a majetku*“. [4]

Rozšířená realita – z anglického Augmented Reality (dále jen AR, v českém překladu RR) lze pojem definovat jako „*přímý nebo nepřímý pohled v reálném čase na fyzické prostředí reálného světa, které bylo vylepšeno/rozšířeno přidáním virtuálního obsahu a počítačově generovaných informací*“. [10, s. 3]

Simulace – je označena jako „*výzkumná technika, jejíž podstatou je náhrada zkoumaného dynamického systému jeho simulátorem s tím, že se simulátorem se experimentuje s cílem získat informace o původním zkoumaném dynamickém systému*“. [11, s. 17]

Simulátor – představuje soubor technických prostředků, které slouží k přípravě a výcviku konkrétní situace. [12]

Trenažér – představuje technický prostředek simulující vybrané prvky prostředku nebo systému obsluhovaného člověkem. Slouží k výcviku a výuce schopností při obsluze skutečného systému. Příkladem může být například Flaim

Trainer pro příslušníky JPO nebo trenažéry pro předávání zprávy o úmrtí zesnulým rodinám u Policie ČR. [12]

Virtuální realita – originálem z anglického Virtual Reality (dále jen „VR“) je dle autorů Doerner a kolektiv [13] VR definována jako „počítačový systém skládající se z vhodného hardwaru a softwaru pro implementaci konceptu VR. Obsah reprezentovaný systémem VR se nazývá virtuální svět. Virtuální svět zahrnuje například modely objektů, jejich popis chování pro simulační model a jejich uspořádání v prostoru. Pokud je virtuální svět prezentován systémem VR, hovoří se o virtuálním prostředí pro jednoho nebo více uživatelů“.

1.2 Integrovaný záchranný systém České republiky

Pro zhodnocení současného stavu je důležité popsat oblast IZS, ze které vychází JPO.

Počátky IZS lze nalézt již v roce 1993 po vzniku samostatné ČR, kdy byl tento systém označován jako komplexní záchranný systém. V tomto období však ještě nebylo utvořeno IZS tak, jak je známo dnes. Potřeba rozvoje byla podložena především každodenní nutností spolupráce Hasičského záchranného sboru České republiky (dále jen „HZS ČR“), Policie České republiky (dále jen „PČR“), poskytovatelů zdravotnické záchranné služby (dále jen „ZZS“) a dalších složek, které se podílely na řešení MU. S rozvojem motorismu docházelo k častějším dopravním nehodám a rozvíjely se i jiné antropogenní a naturogenní MU, které si žádaly častější spolupráci.

V roce 1997 došlo k největším povodním v ČR, které se staly významným impulzem pro vznik IZS. Jak už samotná definice odhaluje, stěžejní oblastí jsou ZaLP, které jsou primárními úkoly IZS. Aby bylo možné, tyto práce adekvátně vykonávat, byly přijaty nové zákony a prováděcí vyhlášky. V nich jsou stanoveny úkoly jednotlivých složek a postupy pro jejich řešení. Zákony byly součástí balíčku krizové legislativy.

Tyto zákony, především zákon č. 239/2000 Sb., o IZS položily základy IZS v rámci koordinace a řešení ZaLP při MU. Zákon rovněž stanovuje členění na základní a ostatní složky, stálé orgány pro koordinaci složek IZS, postavení a úkoly státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, cvičení a komunikaci složek IZS, organizaci ZaLP v místě zásahu a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při MU. [14, 15] Členění základních a ostatních složek IZS je zobrazeno na (Obr. 1).

Základní složky

- Hasičský Záchraný Sbor České Republiky,
- jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- poskytovatelé zdravotnické záchranné služby,
- Policie České Republiky.

Ostatní složky

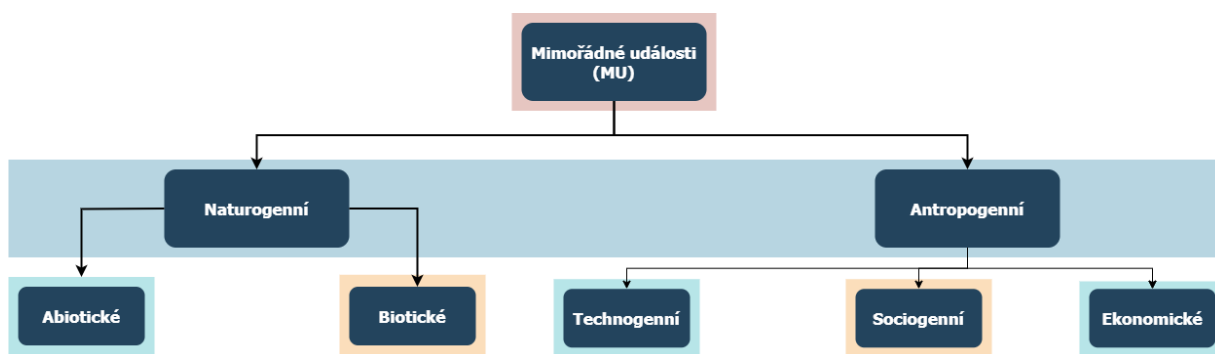
- Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,
- ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory,
- ostatní záchranné sbory,
- orgány ochrany veřejného zdraví,
- havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- zařízení civilní ochrany,
- neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít pro ZaLP.

Obr. 1: Členění složek integrovaného záchranného systému [4]

Jak plyne z definice IZS, stěžejními úkoly jsou ZaLP při MU, které lze členit dle jejich charakteru na naturogenní (přírodní) a antropogenní (způsobené člověkem). V rámci definice o IZS a MU jsou zmíněny také pojmy ZaLP. Za záchranné práce lze považovat „činnosti k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vzniklých MU, zejména ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, a vedoucí k přerušování jejich příčin“.

Likvidační práce jsou definovány jako „činnosti k odstranění následků způsobených MU“. [4]

Na (Obr. 2) je znázorněno členění MU dle dokumentu Analýza hrozeb pro ČR z roku 2015. Dokument stanovuje 22 identifikovaných typů nebezpečí s nepřijatelným rizikem. Rizika jsou rozdělena do kategorií nebezpečí na základě jejich zařazení. Součástí jsou mimo jiné gesce přírodních státních správních celků, které zodpovídají za zvládnutí a řízení vzniklých nebezpečí spojených s daným rizikem. [16]



Obr. 2: Členění MU dle Analýza hrozeb pro ČR [16]

Současné pojetí IZS vychází především z platných zákonů, dokumentů a koncepcí, které uvádějí krom platné terminologie a úkolů také směr, kterým by se IZS mělo dále rozvíjet. Mezi tyto dokumenty se řadí například:

- Zpráva o stavu zajištění bezpečnosti České republiky v oblasti ochrany před mimořádnými událostmi,
- Bezpečnostní strategie České republiky 2023,
- Zpráva o stavu ochrany obyvatelstva v České republice 2018,
- Obranná strategie České republiky 2023,
- Audit národní bezpečnosti 2016,
- Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2025 s výhledem do roku 2030,
- Analýza hrozeb pro Českou republiku 2015.

V návaznosti na MU je potřeba objasnit i pojmy krizová situace a krizový stav. Krizová situace je definována v Zákoně č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon) následovně „*MU podle zákona o IZS, představuje narušení KI nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu*“. [5]

Krizový stav dle terminologického slovníku ministerstva vnitra představuje „*stav, který vyhláší hejtmán kraje nebo primátor hl. m. Prahy (stav nebezpečí), vláda ČR, popřípadě předseda Vlády ČR (nouzový stav) nebo Parlament ČR (stav ohrožení státu a válečný stav) v případě hrozby nebo vzniku krizové situace a v přímé závislosti na jejím charakteru a rozsahu*“. [2] V ČR jsou rozeznávány celkem čtyři druhy krizových stavů. Jejich členění s právní úpravou a působností je znázorněno v (Tabulka 1).

Tabulka 1 Krizové stavy [5]

Název krizového stavu	Právní úprava krizového stavu	Osoba oprávněná krizový stav vyhlásit	Územní působnost krizového stavu	Časová působnost krizového stavu
Stav nebezpečí	§ 3 zákona o krizovém řízení	Hejtman kraje, v Praze primátor	Pro celé území kraje nebo jeho část	30 dnů, možnost prodloužit
Nouzový stav	Čl. 5 a 6 ústavního zákona o bezpečnosti ČR	Vláda (předseda vlády)	Pro omezené nebo celé území státu	30 dnů, možnost prodloužit
Stav ohrožení státu	Čl. 7 ústavního zákona o bezpečnosti ČR	Parlament ČR	Pro omezené nebo celé území státu	Časově neomezená
Válečný stav	Čl. 39 odst. 3 a čl. 43 odst. 1 Ústavy ČR	Parlament ČR	Pro celé území státu	Časově neomezená

1.2.1 Hasičský záchranný sbor České republiky

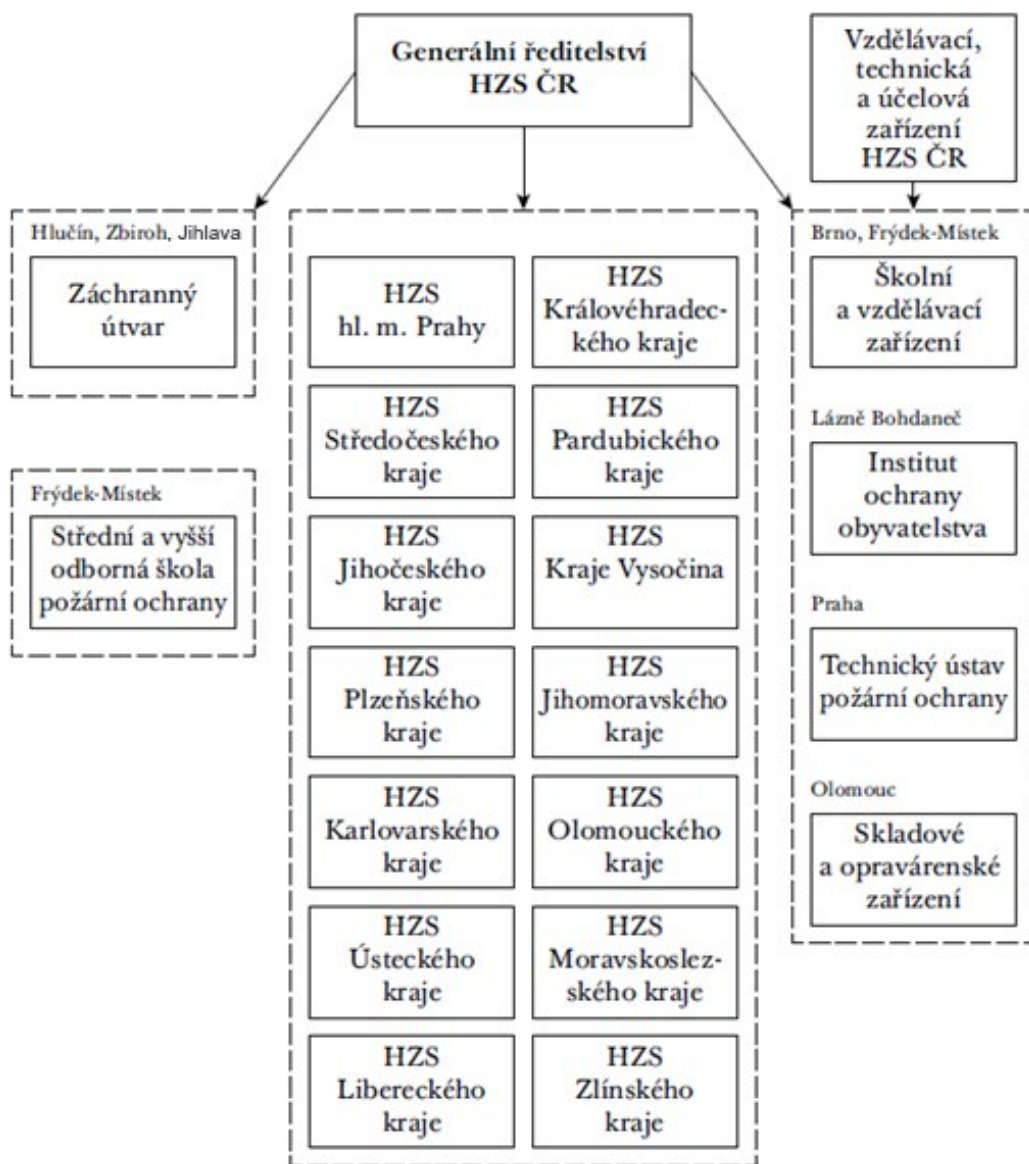
Působnost a úkoly HZS ČR jsou dány zákonem č. 320/2015 Sb., o HZS ČR a o změně některých zákonů, který nahradil dříve platný Zákon č. 238/2000 Sb., o HZS ČR a o změně některých zákonů. Aktuálně platný zákon HZS ČR definuje jako „jednotný bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými MU a krizovými situacemi“. [19]

Hlavním úkolem, na kterém se HZS ČR podílí je především zajištění bezpečnosti ČR, a to plněním a organizováním úkolů požární ochrany, ochrany obyvatelstva, civilního nouzového plánování, IZS, krizového řízení a dalších úkolů, které jsou stanoveny zákonem o HZS ČR. Krom těchto úkolů se HZS ČR podílí na humanitární pomoci ve spolupráci s Ministerstvem zahraničních věcí. Jedná se například o příjem humanitární pomoci poskytované ČR ze zahraničí. Pro plnění úkolů může MV zřídit a provozovat vzdělávací, technická nebo jiná účelová zařízení, která jsou součástí organizační struktury HZS ČR. [20]

Organizační strukturu HZS ČR tvoří Ministerstvo vnitra Generální ředitelství (dále jen „GŘ“), jež spravuje 14 HZS krajů, záchranný útvar a Střední a vyšší odbornou školu (dále jen „SOŠ a VOŠ“) požární ochrany.

V čele MV GŘ HZS ČR stojí generální ředitel. Ředitelství plní úkoly v oblastech požární ochrany, ochrany obyvatelstva, civilního nouzového plánování, IZS a krizového řízení kde ovšem neplní úkoly v oblastech zabezpečení veřejného pořádku a vnitřní bezpečnosti. [21]

MV GŘ HZS ČR řídí také Hasičský útvar ochrany Pražského hradu (dále jen „HÚOPH“) zajišťující bezpečnost nejen Pražského hradu, ale také svého hasebního obvodu. Součástí je JPO, jenž primárně zabezpečuje výjezd dvou družstev. Jedno z družstev je vždy předurčeno pro zabezpečení areálu Pražského hradu. [22] K roku 2023 dle statistické ročenky HZS ČR tvořilo personální zabezpečení celkem 11 886 příslušníků.



Obr. 3 Organizační struktura HZS ČR [23]

1.2.2 Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby

Poskytovatelé ZZS představují příspěvkové organizace, které jsou zřizovány jednotlivými kraji v ČR. Činnosti ZZS jsou ukotveny v Zákoně č. 374/2011 Sb., o ZZS. [18]

Hlavními úkoly je poskytování přednemocniční neodkladné péče osobám v přímém ohrožení života a osobám se závažným zdravotním postižením. Pro tyto účely je zřízen nepřetržitý příjem národního tísňového volání linky 155. Zákon o ZZS stanovuje také vymezení ZZS, dostupnost ZZS, součinnost poskytovatelů akutní lůžkové péče při poskytování ZZS, traumatologický plán, organizaci ZZS a například i působnost ministerstev a jednotlivých krajů.

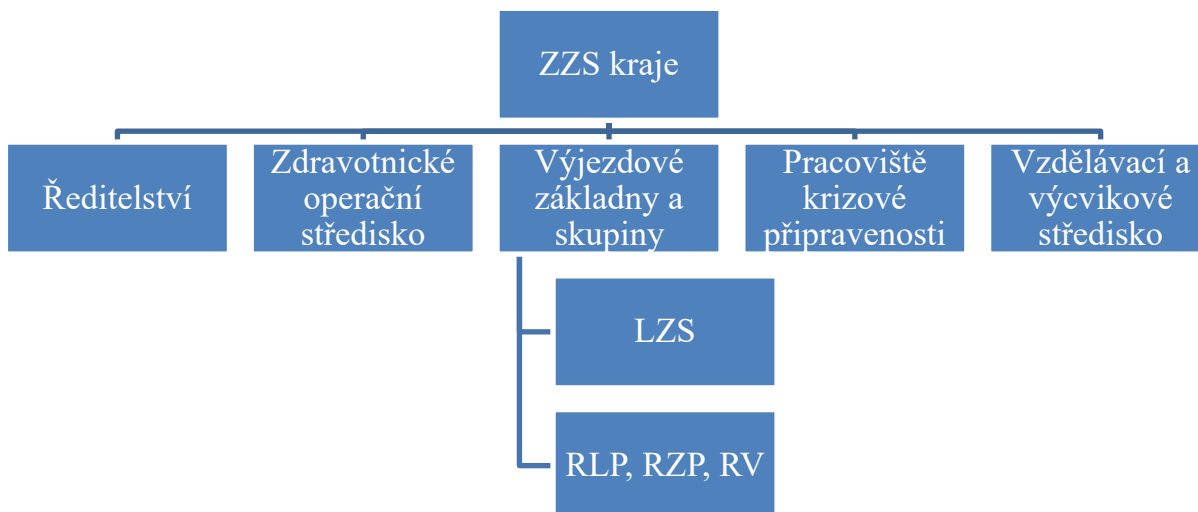
Vedle tísňové linky ZZS poskytuje instrukce k poskytnutí první pomoci, příjem výzev z operačních středisek základních složek IZS, přepravu pacientů, lůžkovou péči, operační řízení výjezdových skupin. V rámci pracoviště krizové připravenosti jsou zpracovávány návrhy traumatologického plánu ZZS a jejich návrh aktualizace. [24]

Pro plnění činností přednemocniční neodkladné péče jsou zřízeny tzv. výjezdové skupiny (Tabulka 2).

Tabulka 2 Členění výjezdových skupin [24]

Výjezdová skupina	Složení posádky
Rychlá lékařská pomoc (dále jen „RLP“)	Lékař, záchranář, řidič – záchranář
Rychlá zdravotnická pomoc (dále jen „RZP“)	Záchranář, řidič – záchranář
Rendez vous (dále jen „RV“)	Lékař, řidič záchranář
Letecká záchranná služba (dále jen „LZS“)	Pilot, lékař, záchranář

Organizační struktura ZZS v ČR vychází ze zákona o ZZS (Obr. 4). Na vrcholku organizační struktury je uveden kraj, který je zřizovatelem dané péče, dále zdravotnické operační středisko, výjezdové základy a skupiny a další dotčená pracoviště.



Obr. 4: Organizační struktura ZZS ČR [25]

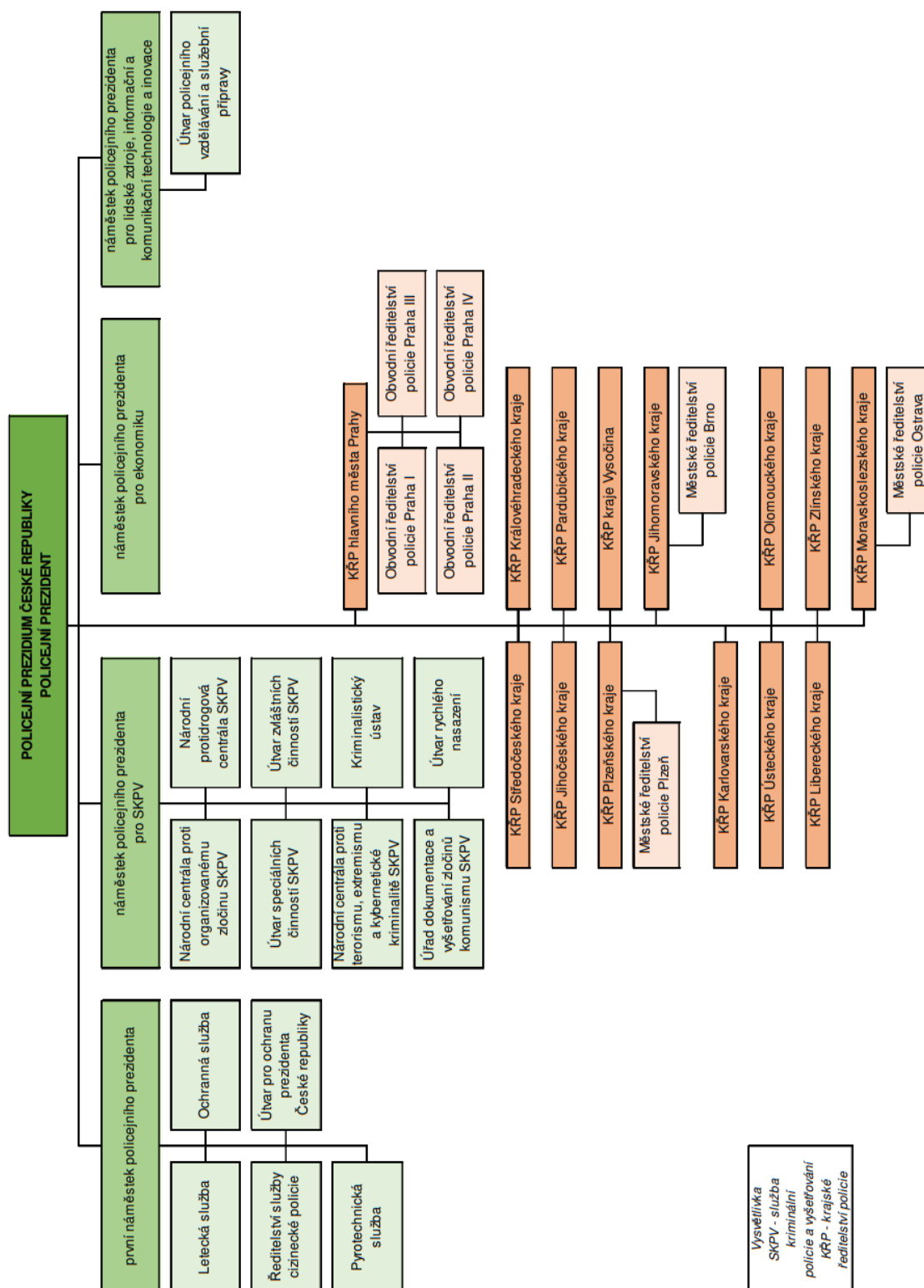
1.2.3 Policie České republiky

Mezi základní úkoly PČR, která je jednotným ozbrojeným bezpečnostním sborem se řadí ochrana bezpečnosti osob, majetku, veřejného pořádku a předcházení trestné činnosti. Tyto úkoly je povinna plnit dle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti stanovenými zákony.

Kromě základních povinností příslušníků PČR a dohlížení nad veřejným pořádkem jsou dalšími důležitými úkoly a pravomocemi [26]:

- uzavření místa zásahu,
- otevření bytu nebo jiného prostoru při obavě o život nebo zdraví osoby, popřípadě odvrácení ohrožení veřejného pořádku,
- vstup na pozemek při obavě o zdraví, život nebo odvrácení ohrožení veřejného pořádku,
- zničení, zabavení nebo odstranění věci bezprostředně ohrožující zdraví, život, majetek nebo životní prostředí,
- kontrola dopravních prostředků,
- zabavení zbraně a kontrola osob,
- zpřístupnění nebo předání osobních údajů,
- přerušování provozu elektronických komunikací. [26]

Zákon, kterým je PČR organizována a stanovuje její úkoly, povinnosti, pravomoci a organizační strukturu (obr. 5) je Zákon č. 273/2008 Sb., o PČR.



Obr. 5: Organizační struktura PČR [27]

Organizační složkou PČR jsou mimo jiné útvary s celostátní působností. Mezi vybrané lze zařadit například:

- pyrotechnickou službu,
- leteckou službu,

- služba kriminální policie a vyšetřování (dále jen „SKPV“),
- útvar pro ochranu prezidenta ČR,
- Kriminalistický ústav Praha,
- útvar rychlého nasazení,
- národní protidrogovou centrálu SKPV,
- a další. [26]

K 1. lednu 2023 činilo personální zabezpečení PČR celkem 39 422 policistů.

1.3 Jednotky požární ochrany

Veškeré JPO tvoří odborně vyškolený personál v oblasti požární ochrany spolu s materiálně-technickým zabezpečením a věcnými prostředky požární ochrany. Pro to, aby bylo možné řešit požáry nebo jiné MU po celém území ČR byl vytvořen systém JPO. [17] Na úseku ochrany obyvatelstva se JPO podílejí především na úkolech evakuace obyvatel, varování obyvatel, dekontaminace obyvatel nebo majetku, označování oblastí s výskytem nebezpečných látek a humanitární pomoci. [18] Předmětnou oblast stanovuje Zákon č. 133/1995 Sb., o požární ochraně a Zákon č. 54/2024 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů. I přes stáří daného zákona je stále platným a ve své čtvrté části definuje a rozlišuje druhy JPO. V rámci kategorie JPO je stanoveno také plošné pokrytí (Tabulka 3). [19]

Jednotky jsou kategorizovány dle územní a místní působnosti do dalších podkategorií.

S územní působností zasahující i mimo území svého zřizovatele: [25]:

- JPO I – „jednotka hasičského záchranného sboru s územní působností zpravidla do 20 minut jízdy z místa dislokace“,
- JPO II – „jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu jako svoje hlavní nebo vedlejší povolání, s územní působností zpravidla do 10 minut jízdy z místa dislokace“,
- JPO III – „jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu v jednotce požární ochrany dobrovolně, s územní působností zpravidla do 10 minut jízdy z místa dislokace“. [19]

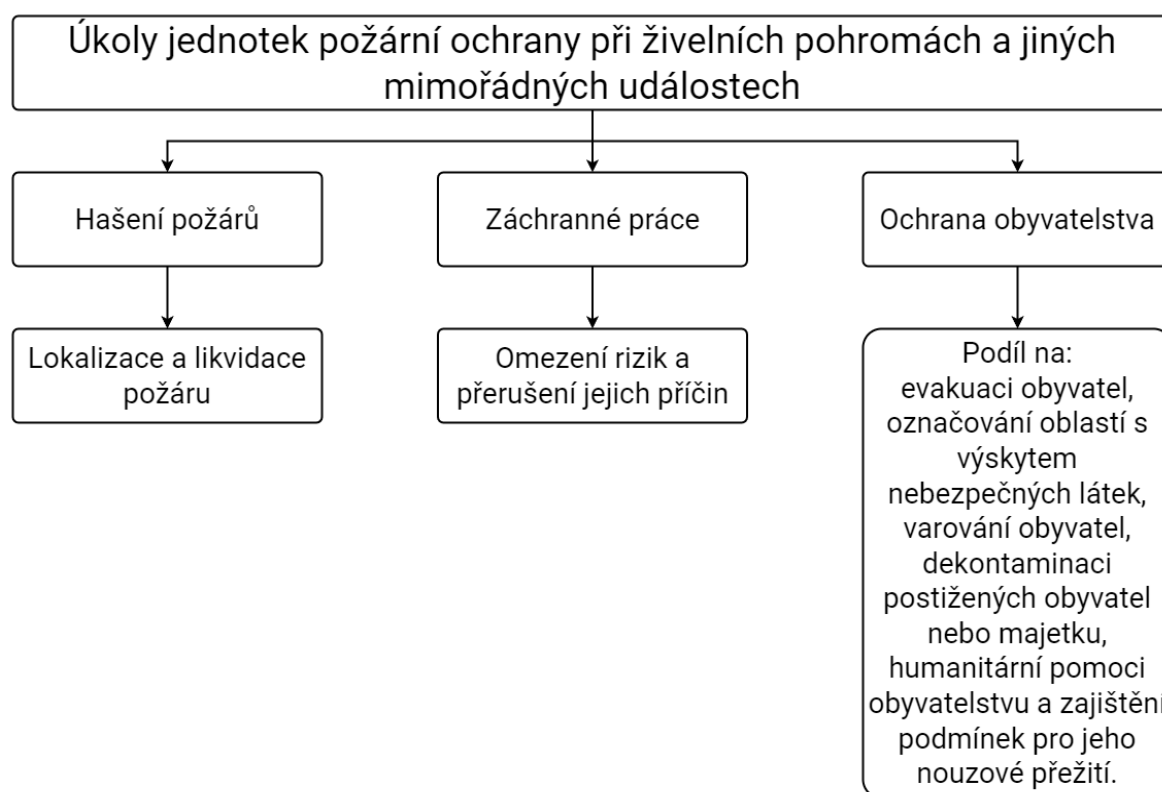
S místní působností zasahující na území svého zřizovatele: [25]:

- JPO IV – „jednotka hasičského záchranného sboru podniku“,
- JPO V – „jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu v JPO dobrovolně“,
- JPO VI – „jednotka sboru dobrovolných hasičů podniku“. [19]

Tabulka 3 Základní tabulka plošného pokrytí [19]

Základní tabulka plošného pokrytí		
Stupeň nebezpečí území obce		Počet jednotek PO a doba jejich dojezdu na místo zásahu
I	A	2 JPO do 7 min a další 1 JPO do 10 min
	B	1 JPO do 7 min a další 2 JPO do 10 min
II	A	2 JPO do 10 min a další 1 JPO do 15 min
	B	1 JPO do 10 min a další 2 JPO do 15 min
III	A	2 JPO do 15 min a další 1 JPO do 20 min
	B	1 JPO do 15 min a další 2 JPO do 20 min
IV	A	1 JPO do 20 min a další 1 JPO do 25 min

Úkoly JPO (obr. 6) vycházejí také z dodatkových protokolů Ženevských úmluv o ochraně obětí mezinárodních ozbrojených konfliktů protokolu I. Jedná se o úkoly vedoucí k odstranění strádání obyvatelstva v době mezinárodních válečných konfliktů [18, s. 2].



Obr. 6: Úkoly JPO [18]

Mezi důležitou součástí organizace JPO je plošné pokrytí. Plošným pokrytím území kraje JPO podle vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti JPO ve znění pozdějších předpisů [21] je rozmístění jednotek v kraji. Podklady pro tvorbu nařízení orgánů kraje zajišťuje HZS kraje. Pro tyto účely stanovuje:

- stupeň nebezpečí na území obcí v kraji,
- jednotky, které budou zabezpečovat plošné pokrytí (JPO s územní působností),
- jednotky pro ZaLP prováděné při MU v rámci IZS,
- územní působnost jednotky. [28]

Mapu plošného pokrytí s vyznačenými:

- údaji o stupních nebezpečí území obcí,
- rozmístění JPO s územní působností. [28]

Vzhledem ke zjištěným nedostatkům v oblasti organizace represe nechala Krajská inspekce požární ochrany provést analýzu a na základě této analýzy vznikla dlouhodobá koncepce, jejíž cílem bylo vybudování systému požárních jednotek v návaznosti na čtyři hlavní pilíře:

- *v každé obci bude zřízena dobrovolná JPO, která bude vybavena technikou pro prvotní a jednoduchý zásah,*
- *ve vybraných obcích bude zřízena dobrovolná JPO, která bude fungovat jako výjezdové středisko mobilní požární techniky pro pomoc okolním obcím,*
- *ve vybraných obcích zřídit smíšenou požární jednotku,*
- *v okresních městech zřídit profesionální jednotku (dříve známo jako „Veřejný požární útvar“) pro zásahy ve městech a velkých událostí v okrese i mimo něj. [29]*

Mezi základní principy plošného pokrytí JPO v ČR patří:

- *přiměřenost – rozmístění sil a prostředků (dále jen „SaP“) je přiměřené danému nebezpečí,*
- *plošnost – v souladu s ústavou je pomoc občanovi zaručena na celém území ČR,*
- *transparentnost – lze stanovit čas pro každý katastr obce, kdy bude na místě nasazena JPO,*
- *ekonomická optimálnost – cíl spočívá v co největším využití nákladné požární techniky,*
- *spolupráce – sdružení prostředků obcí a státu představuje jisté, méně nákladné řešení, a přesto je zachováno požadované pokrytí jednotkou v daném čase,*
- *standardizace vybavení – je přesně definováno minimální vybavení pro JPO s ohledem na její úkoly,*
- *dotační politika – jsou stanovena určitá pravidla pro získávání dotací, které dále podporují akceschopnost jednotky, její aktivitu a nákup investičních prostředků. [18]*

Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra, ročník 2005, částka 36 ze dne 19. října 2005 [29] definuje princip plošného pokrytí následovně „ke katastrálnímu území obce zařazenému do příslušného stupně nebezpečí, se přiřazují druhy a kategorie JPO, které jsou schopny splnit požadavek na dobu dojezdu na místo zásahu danou základní tabulkou plošného pokrytí, požadavek na množství SaP a požadavek na plnění nutných úkolů vyplývajících z pořadí dojezdu na místo zásahu“. [30]

1.4 Vzdělávání příslušníků jednotek požární ochrany a použití pokročilých technologií

Stejně tak jako jiné složky IZS tak i JPO jsou povinny absolvovat odbornou přípravu, a to na všech jejich úrovních. Samotnou odbornou přípravu (Tabulka 4) jednotek sboru dobrovolných hasičů obcí (dále jen „JSDHO“) a členů jednotek sborů dobrovolných hasičů podniků (dále jen „JSDHP“) organizuje a řídí jejich velitel.

Příprava má za cíl obohatit znalosti, a především praktické dovednosti všech hasičů, které se řadí k jedné z podmínek pro výkon dané funkce u stanovené jednotky sboru dobrovolných hasičů (dále jen „JSDH“). Výcvik jak teoretický, tak i praktický by se měl provádět opakovaně v průběhu celého roku i s ohledem na možnou předurčenost jednotky. [31]

Tabulka 4 Druhy odborné přípravy [19]

Druh odborné přípravy	Náplň
Pravidelná odborná příprava	Organizována velitelem JPO. Slouží k udržení návyků a znalostí výkonu služby.
Základní odborná příprava	Vstupní odborná příprava. V případě JPO zahrnuje nástupní odborný výcvik. Organizována formou kurzu.
Příprava k získání osvědčení o odborné způsobilosti nebo k jeho prodloužení	Souvisí se zastávanou služební hodností a specifickou činností. Organizována formou kurzu.

V případě příslušníků HZS ČR mohou své služební místo v HZS ČR vykonávat pouze osoby s požadovanou odbornou způsobilostí. Odborná způsobilost je vydávána s platností pěti let a poté je příslušník povinen pro možnost pokračování ve služebním poměru tuto odbornou způsobilost prodloužit na stejně dlouhou dobu. Nejpozději do jednoho roku je povinen odbornou způsobilost opět získat vykonáním zkoušky ve vzdělávacím zařízení MV GŘ HZS ČR.

U HZS ČR se rozlišuje několik kurzů odborné způsobilosti (Tabulka 5). [19]
V návaznosti na aktualizace odborných kurzů jsou vybrány pouze základní.

Tabulka 5 Kurzy odborné způsobilosti [19]

Služební místo		Název kurzu
1.	Příslušník na úseku požární prevence, ochrany obyvatelstva, krizového řízení a civilní nouzové připravenosti Lektor odborných předmětů na úseku požární prevence, ochrany obyvatelstva, krizového řízení a civilní nouzové připravenosti	Požární prevence, ochrana obyvatelstva a plánování I (POP I)
2.	Hasič – strojník	Strojník (ST)
3.	Hasič technik – strojní služba Příslušník zařazený na úseku strojní služby Lektor odborných předmětů z oblasti strojní služby	Strojní služba (T-STs)
4.	Hasič technik – chemická služba Příslušník zařazený na úseku chemické služby Lektor odborných předmětů z oblasti chemické služby Příslušník výjezdové skupiny chemické laboratoře	Chemická služba (T-CHS)
5.	Hasič technik – technická služba Příslušník zařazený na úseku technické služby Lektor odborných předmětů z oblasti technické služby	Technická služba (T-TS)
6.	Hasič technik – spojová služba Příslušník zařazený na úseku spojové služby Lektor odborných předmětů z oblasti spojení	Spojová služba (T-SP)
7.	Hasič technik – operační řízení Hasič technik – operační technik pro příjem zpráv na lince 112 Lektor odborných předmětů z oblasti operačního řízení	Operační řízení I (OPŘ I)
8.	Operační důstojník se samostatnou rozhodovací činností s územní, krajskou nebo celostátní působností Lektor odborných předmětů na úseku operačního řízení	Operační řízení II (OPŘ II)
9.	Velitel družstva, velitel čety Velitel stanice HZS kraje bez plnění úkolů k obci s rozšířenou působností Příslušník na úseku IZS a výkonu služby kromě odborných služeb (na úseku IZS nebo požární prevence, krizového řízení, ochrany obyvatelstva a civilního nouzového plánování), Lektor odborných předmětů na úseku IZS	Taktické řízení (TŘ)
10.	Generální ředitel HZS ČR, náměstek generálního ředitele HZS ČR kromě náměstka pro úsek ekonomický Ředitel kanceláře generálního ředitele HZS ČR	Takticko-strategické řízení (TSŘ)

Služební místo	Název kurzu
Ředitel HZS kraje, náměstek ředitele HZS kraje kromě náměstka pro úsek ekonomický, ředitel kanceláře Řídící důstojník Ředitel SOŠ a VOŠ PO a jeho zástupce, ředitel vzdělávacího zařízení MV GR HZS ČR a jeho zástupce Ředitel technického a účelového zařízení MV GR HZS ČR a jeho zástupce Velitel stanice HZS kraje s plněním úkolů státní správy k obci s rozšířenou působností v oblasti IZS a požární ochrany Velící důstojník směny jednotky HZS kraje Vedoucí na úseku IZS a výkonu služby nebo operačního řízení (vedoucí oddělení, ředitel odboru) Vedoucí strojní služby Vedoucí chemické služby Vedoucí technické služby Vedoucí spojové a informační služby Ředitel územního odboru HZS kraje Lektor odborných předmětů na úseku IZS	

Odborná příprava (Tabulka 6) u členů JSDHO nebo JSDHP se liší od příslušníku HZS ČR rozsahem, který musí zohlednit kategorii a hasební obvod JSDHO. Všichni členové JPO jsou povinni do jednoho roku od vstupu do jednotky absolvovat základní odbornou přípravu, kterou organizuje vždy velitel jednotky v rozsahu nejméně 40 pracovních hodin, které jsou stanoveny osnovami MV GR HZS ČR. V případě, kdy člen jednotky vykonává službu jako své zaměstnání, je povinen absolvovat základní odbornou přípravu formou nástupního odborného výcviku ve vzdělávacích zařízeních MV GR HZS ČR.

Tabulka 6 Rozsah kurzů odborné přípravy [19]

Jednotka kategorie	Velitel JSDHO nebo JSDHP		Velitel družstva SDHO nebo SDHP		Strojník SDHO nebo SDHP	
	Kurz způsobilo sti	Cyklická odborná příprava	Základní odborná příprava	Cyklická odborná příprava	Základní odborná příprava	Cyklická odborná příprava
	hod.	hod.	hod.	hod.	hod.	hod.
JPO II	40	16	40	16	40	8
JPO III	40	16	40	16	40	8
JPO III/I	40	16	40	16	40	8
JPO V	24	*	16	*	16/8**	*
JPO IV	24	*	16	*	16/8**	*
JPO nezař.	24	*	16	1*	16/8**	*

* „Absolvuji všichni velitelé a strojníci až po pěti letech od vydání osvědčení v rozsahu kurzu způsobilosti jako kurz pro prodloužení platnosti osvědčení o odborné způsobilosti.“

** „Strojníci JPO V, JSDHP, JSDHO nebo JSDHO nezařazených do plošného pokrytí, které nedisponují požární technikou, mají odbornou přípravu pro získání odborné způsobilosti jen 8 hodin.“ [19]

*** Pro vysvětlení zkratk v názvech jsou uvedeny Sbor dobrovolných hasičů obce (dále jen „SDHO“) a Sbor dobrovolných hasičů podniku (dále jen „SDHP“). [19]

Odbornost a schopnosti výkonu služby mohou být prověřovány také cvičeními. Cvičení složek IZS jsou zakotvena v Zákoně č. 239/2000 Sb., o IZS, konkrétně v § 17 a člení na cvičení:

- prověřovací,
- taktická. [4]

Prověřovací cvičení „se provádí za účelem ověření přípravy složek IZS k provádění ZaLP. Součástí cvičení může být i vyhlášení cvičného poplachu pro složky IZS“. Obecně platí, že by o tomto cvičení neměli příslušníci IZS dopředu vědět, aby byla prověřena akceschopnost. [4] Prověřovací cvičení může dle pokynu generální ředitele HZS ČR [32] a zákona o IZS [3] nařídit v rámci JPO:

- generální ředitel HZS ČR nebo jeho zástupce,
- ředitel HZS kraje nebo jeho zástupce,
- ředitel územního odboru HZS kraje nebo jeho zástupce,
- velitel jednotky a příslušníci, kteří v rámci výkonu státního požárního dozoru jsou pověřeni kontrolovat akceschopnost JPO,
- starosta obce pro jednotku, kterou obec zřídila,
- statutární zástupce právnické osoby nebo podnikající fyzické osoby pro jednotku, kterou zřídily. [32]

Dále prověřovací cvičení složek IZS je oprávněn nařídit:

- ministr vnitra ČR,
- generální ředitel HZS ČR,
- hejtman kraje,
- ředitel HZS kraje. [32]

Taktické cvičení „se provádí za účelem přípravy složek IZS a orgánů podílejících se na provedení a koordinaci ZaLP při MU. Konání taktického cvičení se předem projedná se zúčastněnými složkami a orgány“. [4] Taktická cvičení JPO může dle pokynu generálního ředitele HZS ČR [32] a zákona o IZS [4] nařídit:

- ředitel územního odboru HZS kraje v případě, že se do taktického cvičení

- zapojují dvě a více JPO,
- ředitel HZS kraje, pokud cvičení svým rozsahem přesáhne územní
- působnost územního odboru HZS kraje.

Dále taktická cvičení složek IZS může nařídít:

- ministr vnitra,
- generální ředitel HZS ČR,
- hejtman kraje,
- ředitel HZS kraje. [15, 32]

Cvičení se mohou organizovat na třech úrovních řízení:

- úroveň taktická – na úrovni velitele zásahu, velitelů JPO nebo vedoucích dalších složek IZS,
- úroveň operační – zpravidla na krajské úrovni jsou zapojeny JPO, ostatní složky IZS, další subjekty, operační a informační střediska IZS a operační střediska složek IZS,
- úroveň strategická – na úrovni obce s rozšířenou působností, kraje, republiky, popřípadě mezinárodní. Zapojeny jsou JPO, ostatní složky IZS, další subjekty, operační a informační střediska IZS, operační střediska složek IZS, štáby HZS krajů, štáb MV GŘ HZS ČR, krizové štáby určených obcí a krizové štáby krajů podle zpracované dokumentace cvičení. [15, 32]

Samotná příprava cvičení z časového hlediska je členěna do tří etap. [15, 30] První je etapa přípravná, která začíná zařazením cvičení do plánu úkolů a obsahuje zejména:

- místo a čas provedení cvičení,
- téma cvičení,
- síly a prostředky,
- přípravu štábů HZS krajů, operačních a informačních středisek IZS, JPO, ostatních složek IZS a přípravu rozhodčí služby a pozorovatelů,
- ukončena je schválením požadované dokumentace cvičení. [15, 32]

Druhou etapou je etapa realizační. Začíná vyhlášením simulované MU dle schváleného plánu provedení cvičení. Etapa je ukončena provedením cvičení.

Třetí etapou je vyhodnocení. Začíná dle úrovně a rozsahu cvičení sběrem hodnotících zpráv od rozhodčí skupiny a zahájením činnosti vyhodnocovací skupiny. Samotné ukončení je provedeno předložením hodnocení organizátorem cvičení. [31]

Mezi vybraná cvičení složek IZS a orgánů krizového řízení v ČR, která již byla organizována se řadí například:

- ZÓNA,

- Anděl,
- ALDIS,
- AMOK,
- CMX.

1.5 Účelová, vzdělávací a další technická zařízení se zapojením pokročilých technologií a trenažerů ve výuce

Pro rozvoj vzdělávání a schopností JPO slouží instituce a vzdělávací zařízení, které jsou rozmístěny napříč celou ČR. Vzdělávání zde neprobíhá pouze pro příslušníky HZS ČR ale i pro všechny JPO, ať už obecních nebo i podnikových. Součástí řady z nich jsou mimo jiné i moderní trenažery nebo jiné pokročilé technologie, které mohou napomoci k efektivnějšímu vzdělávání nebo přípravě k výkonu služby u JPO. Ve vybraných případech budou tak popsány nástroje, kterými konkrétní pracoviště disponuje a využívá pro podporu výcviku a vzdělávání.

1.5.1 Střední odborná škola a Vyšší odborná škola požární ochrany

Součástí organizační struktury HZS ČR je také SOŠ a VOŠ PO. Samotná škola je dislokována ve městě Frýdku – Místku v Moravskoslezském kraji. Cílem školy je vzdělávání odborníků v oblasti požární ochrany. To probíhá jak ve středoškolském studiu zakončeném maturitou, tak i ve vyšší odborné škole zakončené absolutoriem a získáním titulu DiS. Středoškolské studium bylo na této škole dlouhodobě pozastaveno, avšak vzhledem k potřebě personální obměny u HZS ČR, bylo od září roku 2023 opět obnoveno. Výhodou studia požární ochrany na této škole je především možnost získání odborných znalostí a kurzů, které HZS ČR na rozdíl od jiných škol vyučujících tento obor plně uznává. Absolventi po dokončení studia obsazují pozice jak u HZS ČR, tak i u podnikových hasičských jednotek. [33]

Do 1. 7. 2018 sloužila škola jako Školící a vzdělávací zařízení (dále jen „ŠVZ“) souběžně s HZS ČR. Cílem bylo poskytování celoživotního vzdělání hasičů. Součástí bylo absolvování kurzů jako například:

- nástupní odborný výcvik,
- taktické řízení,
- operační řízení,
- strojní služba,
- chemická služba,
- technická služba,
- radiační ochrana. [33]

1.5.2 Školní a výcvikové zařízení Hasičského záchranného sboru České republiky

Dislokace ŠVZ HZS ČR je ve dvou městech, a to v Brně a ve Zbirohu. Úkolem těchto zařízení je provádění nástupních a specializačních kurzů pro příslušníky HZS ČR a pro školení členů JSDH v polygonu, nebo flashover kontejneru. Nejčastěji prováděným kurzem je nástupní a odborný výcvik (dále jen „NOV“), jehož cílem je připravit nové hasiče na výkon služby u HZS ČR a HZS podniku. Od 1. 1. 2025 je ŠVZ HZS ČR zařazeno jako součást SOŠ a VOŠ PO.

Dalšími kurzy jsou strojník, pilař, dále také kurzy pro všechny techniky služeb, ale také pokročilé kurzy instruktora pro práci na vodě, instruktora pilaře, a také kurz první pomoci.

Posledním kurzem je taktické řízení, které po úspěšném absolvování umožňuje zařazení na funkci velitele družstva, nebo velitele čety. Velitelé mají zodpovědnost za celou posádku a řízení zásahu, proto je nutné je připravovat a jednou za 5 let tento kurz obnovovat. [34]

Ve ŠVZ HZS ČR se nachází řada trenažérů, které mají za cíl napomoci k efektivnějšímu vzdělávání a procvičení vybraných situací, se kterými se hasiči mohou při svém výkonu povolání setkat. Mezi trenažéry, kterými ŠVZ HZS ČR disponuje jsou:

- ohňový dům,
- polygon,
- trenažér simulace hořící stěny a trenažér sklady hořlavých kapalin,
- trenažér na nebezpečné látky,
- trenažér vagón – únik kapalných nebezpečných látek (dále jen „NL“),
- komplex ohňových kontejnerů,
- trenažer pro obsluhu motorových pil,
- výcviková hala – plocha + lezecká stěna, cvičené konstrukce pro lezce,
- cvičná věž,
- učebna simulačních technologií – XVR,
- učebna pro výuku první pomoci – NZP,
- trenažér na otevírání uzavřených prostor. [35]

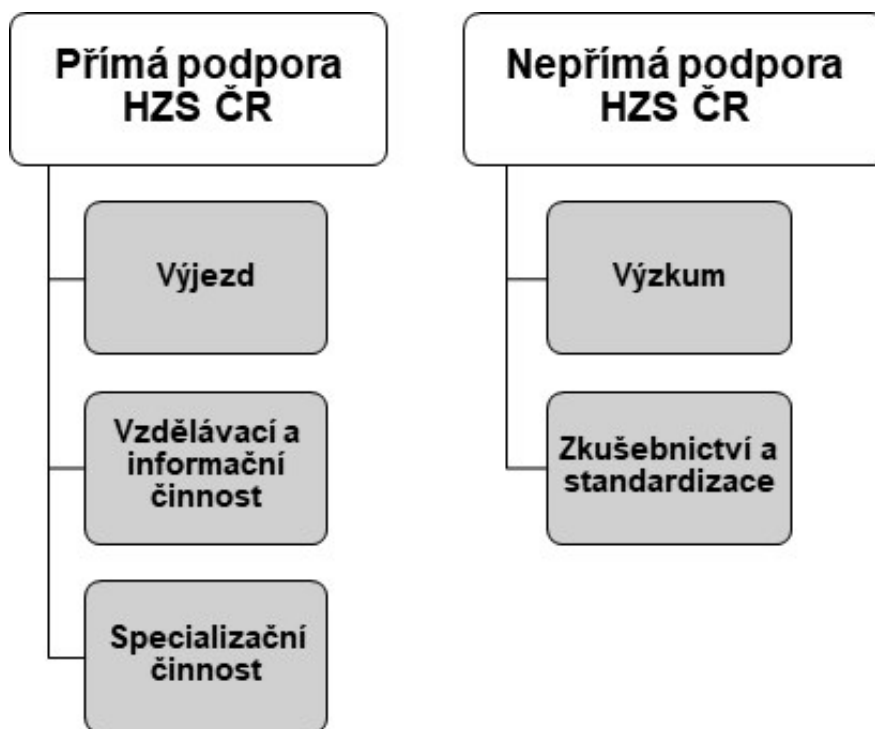
1.5.3 Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč

Institut ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč (dále jen „IOO LB“) vznikl v roce 1956, kdy byl v rámci MV zřízen tehdejší Výzkumní ústav civilní obrany, jehož úkolem byla vědecko-výzkumná činnost. Od roku 2001 byl Institut převeden pod působnost MV – GR HZS ČR pod názvem Institut ochrany obyvatelstva a pokračuje ve vědecko-výzkumné činnosti. [36] S tím je spojena

také podpora HZS ČR, která je tvořena přímou a nepřímou podporou HZS ČR (Obr. 7).

IOO LB krom vědecko-výzkumné činnosti zajišťuje také činnosti:

- výjezdové,
- specializační,
- vzdělávací a informační. [36]



Obr. 7: Podpora IOO LB pro HZS ČR [36]

V rámci výjezdové činnosti jsou poskytovány chemické služby, zjišťování příčin požáru a dokumentaristická služba. U specializační činnosti lze hledat oblasti varování obyvatelstva, geografické informační systémy (dále jen „GIS“) a dokumentaristiku.

V rámci vzdělávání a výcviku jsou nabízeny například tyto kurzy:

- radiační ochrana při zásazích jednotek HZS,
- IMZ s vedoucími oddělení ochrany obyvatelstva a krizového řízení HZS krajů,
- kurz digitální fotografie,
- kurz pro pracovníky chemických laboratoří HZS krajů – radiační část (Tišnov),
- praktický výcvik s nebezpečnými chemickými látkami (Mimoň),
- seminář s vysokými školami,
- detekce, monitorování a odběr vzorků nebezpečných chemických látek,

- základy práce v GIS,
- a další. [37]

Seminář s vysokými školami slouží k prohloubení spolupráce mezi školami a IOO LB a HZS ČR. Na semináři jsou diskutovány aktuální problémy a činnosti složek IZS a diskutují se rovněž možná řešení.

1.5.4 Technický ústav požární ochrany

Technický ústav požární ochrany (dále jen „TÚPO“) je jednou ze součástí MV GŘ HZS ČR a byl zřízen zákonem 320/2015 Sb., konkrétně § 6 odstavcem 8. Na (Obr. 8) je zobrazena hlavní budova TÚPO. [38] Ústav se nachází v rámci ČR pouze v Praze.



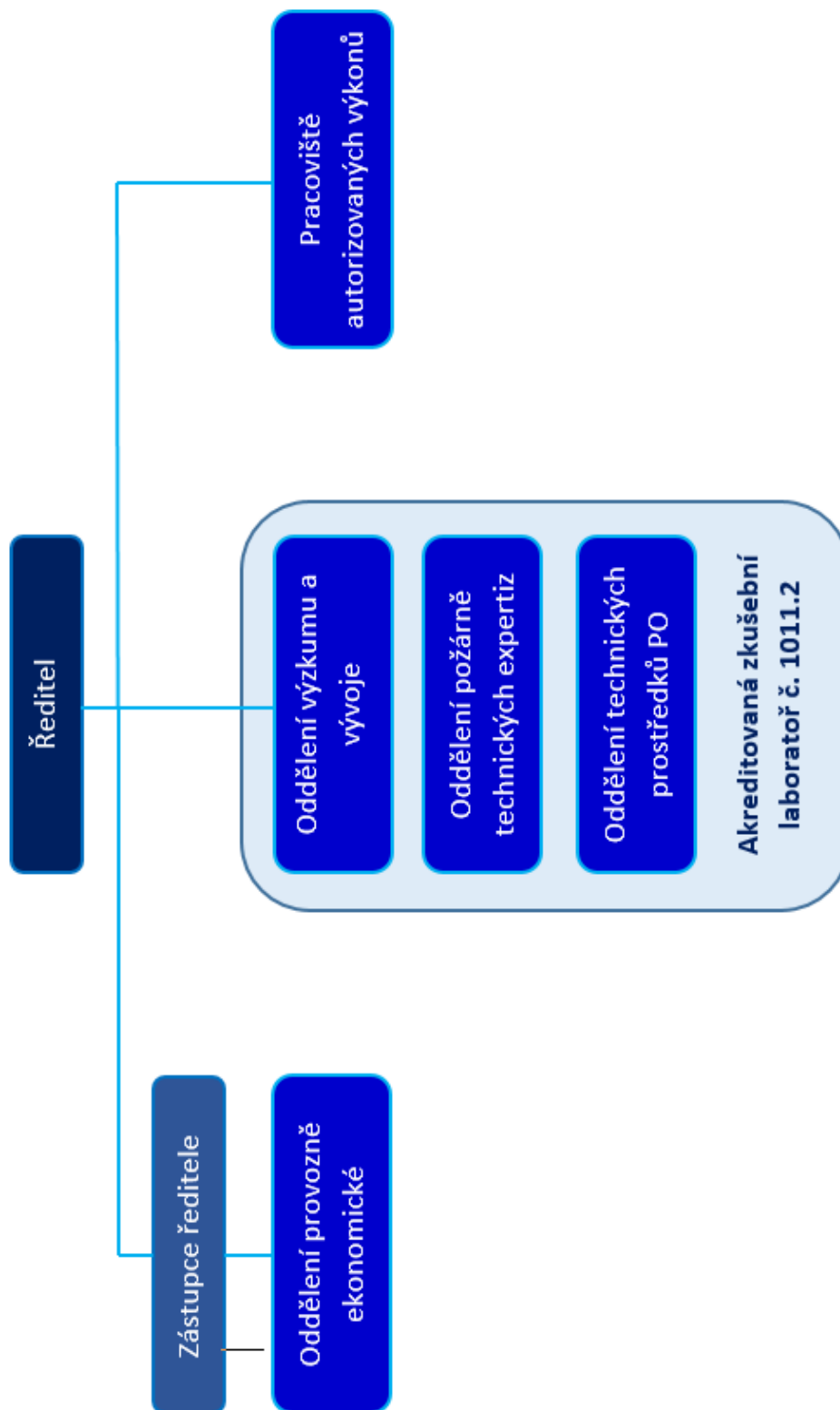
Obr. 8: Technický ústav požární ochrany

Mezi činnosti, které TÚPO plní lze uvést například:

- zabezpečení, koordinace a provádění výzkumu a vývoje v oblasti požární ochrany,
- zpracování požárně technické expertízy,
- tvorba návrhů preventivních opatření pro snížení počtu příčin požárů,
- zabezpečuje akreditované výkony zkušebnictví v oboru požární techniky,
- zpracování modelů a simulací za pomoci software Pathfinder a Pyrosim,

- a další. [38]

Organizační struktura TÚPO je zobrazena na (Obr. 9).



Obr. 9: Organizační struktura Technického ústavu požární ochrany [38]

1.6 Virtuální a rozšířená realita

Řada cvičení ale i studijních opor vzdělávacích institucí nebo i záchranných či bezpečnostních sborů dnes využívá pokročilých technologií nebo softwarových aplikací. V posledních letech se ve světě začaly inovovat technologie, které mohou změnit metody přípravy a provedení cvičení bezpečnostních a záchranných sborů. Nejrozšířenější technologií je technologie VR (obr. 10). Představuje technologii, která umožňuje zcela nahradit fyzický svět umělou realitou. Uživatel je tak ponořen do virtuálního trojrozměrného prostoru pomocí speciálních brýlí nebo headsetu. Tato technologie se využívá například pro zábavu, vzdělávání, lékařství nebo různé formy průmyslu. [39, 40]

Využití VR je popsáno například v článku od Stephena Gossetta [41]. V článku jsou popsány převážně potenciální benefity, užití a příklady. Mezi základní přínosy řadí:

- rychlost provedení úkolu,
- online kurzy,
- spolupráce,
- sdílení obrazovky,
- pohodlí [41].



Obr. 10: Virtuální realita – HTC Vive Pro

Druhou alternativou je technologie RR (obr. 11). Technologie je jednou z variací virtuálního prostředí, v anglickém jazyce Virtual environment (dále jen „VE“). Rozdíl mezi RR a častěji využívanou VR spočívá v tom, že VR má za cíl ponořit uživatele do uměle vytvořeného světa, zatímco RR přijímá digitální nebo počítačem generované informace. Tyto informace mohou mít podobu obrazu, audia, videa nebo dotykové či haptické vjemy, které překrývá v reálném světě. RR tedy uživateli nabízí vnímat skutečný svět a do něj promítat virtuálně vytvořené objekty. [42]

Užití RR v edukaci je popsáno například v článku od Abdullah M. Al-Ansi a kolektiv [43], kteří ve své práci pojednávali o analýze RR a VR ve vzdělávání. Jako největší potenciál u RR a využití v edukaci vidí například:

- možnost opakované tvorby scénářů ze skutečného života,
- využití vzdělávacího prostředí,
- poskytnutí praktických zkušeností studentům,
- oživení učebních materiálů pomocí interaktivních diagramů,
- zvýšení úrovně zapojení studentů [43].



Obr. 11: Rozšířená realita – HoloLens 2

1.7 Dílčí závěr

Popis a analýza současného stavu v oblasti JPO poukázaly na to, že současný systém vzdělávání je na velmi dobré úrovni. Každoročně jsou aktualizovány vzdělávací plány a jsou pro tyto účely zřízeny adekvátní prostory jako IOO LB, TÚPO nebo jiné školské a výcvikové zařízení.

V dnešním světě se však čím dál více objevují různé trenažéry, simulace nebo pokročilé technologie, které mají za cíl zefektivnit výcvik příslušníků nejen JPO ale všech složek IZS. Na řadě pracovišť se lze setkat s trenažéry podporující technologii VR, RR nebo jiné polygony sloužící pro nácvik hašení reálných požárů. Společným problémem je však jejich vysoká pořizovací cena a neumožnění přístupu všem hasičům.

Téma disertační práce je věnováno Informační podpoře JPO, kde je cílem přiblížit možnost užití technologie RR pro vzdělávání příslušníků JPO. Výhodou této technologie je její aplikovatelnost do různých platforem chytrých zařízení, jako jsou mobilní telefony, tablety nebo headsety, které umožňují projekci prvku RR.

Využitím této technologie tak lze například i zatraktivnit danou profesi, neboť její návrh se zakládá na principu volného stažení aplikace nejen pro účely JPO ale i široké veřejnosti. Modifikace aplikací by pak záležely na jednotlivých velitelích JPO a požadavcích jejich uživatelů.

2. Cíle a omezení disertační práce

Téma disertační práce je věnováno Informační podpoře JPO. Jednou z nejčastěji řešených oblastí posledních let v procesu vzdělávání a přípravy je inovace a rozvoj moderních technologií. Tyto technologie představují přínos pro praxi a modernizaci cvičení a vzdělávacích procesů JPO a všech složek IZS. Jak je stanoveno i v samotné Konceptci ochrany obyvatelstva do roku 2025 s výhledem do roku 2030, která vyzdvihuje potřebu užití moderních technologií. Konkrétně VR a RR. Oproti VR není RR natolik pokročilá a využívána mezi bezpečnostními a záchrannými sbory. Práce si klade za cíl přiblížit užití technologie RR v podmínkách JPO, jako nástroje pro podporu metodických předpisů pro jejich činnost.

Hlavní cíl disertační práce:

Vytvoření návrhu užití technologie rozšířené reality u JPO jako nástroje informační podpory.

K dosažení hlavního cíle disertační práce je nutné splnit tyto dílčí cíle:

- analýza metodických předpisů pro činnost JPO,
- identifikace oblastí pro výuku a vzdělávání a jejich možné rozšíření o prvky RR,
- návrh užití technologie RR u JPO jako informační podpory JPO,
- ověření navrženého návrhu užití RR pro informační podporu JPO na modelovém příkladu.

Omezení disertační práce

Disertační práce na téma „Informační podpora jednotek požární ochrany“ definovala v úvodu práce analýzu současného stavu. Za pomoci provedené analýzy byla vybrána technologie RR jako prvek, který je pro rozvoj vzdělávání u JPO adekvátní pro zvýšení její efektivity a snazšího porozumění. Tato práce rozvíjí současné metodiky využívané pro výcvik příslušníků JPO.

Mezi omezení práce se řadí:

- technické zázemí pro provedení experimentální části disertační práce,
- zaměření práce na mobilní zařízení a operační systém Android od verze 8.0,
- výběr konkrétních metodických materiálů JPO,
- experimentální model mobilní aplikace.

Jako technické zázemí pro provedení experimentální části disertační práce byly zvoleny prostory Fakulty logistiky a krizového řízení. Zde probíhala tvorba video obsahu a fotografií na zeleném plátně. Z důvodu výběru omezeného počtu

metodických materiálů nebyly pořízeny a digitalizovány veškeré obsahy z metodických materiálů.

Tvorba mobilní aplikace byla omezena na operační systém (dále jen „OS“) Android. Z důvodu komplikovanější tvorby mobilních aplikací pro operační systém iOS a nutnosti práce na počítači s operačním systémem macOS byla zvolena varianta OS Android. Výběr ovlivnil mimo jiné rozsah dostupnosti mobilních zařízení. Mobilní telefony s OS Android jsou cenově dostupnější a disponuje jimi více uživatelů než s OS iOS. Z důvodu co nejvyšší kompatibility zařízení byla zvolena verze OS Android 8.0.

Výstupem disertační práce je mobilní aplikace, která představuje experimentální model. Odvíjí se od vybraných metodických materiálů a tvorby obsahu pro RR. Z tohoto důvodu je mobilní aplikace uváděna jako experimentální model, neboť slouží pro ukázkou potenciálního užití RR u JPO jako informační podpory.

3. Zvolené metody zpracování disertační práce

Pro zpracování a dosažení cílů stanovených disertační prací je nutno vymezit a využít metod vědecké práce. Pro stanovenou práci byly vybrány následující metody.

Analýza – „představuje myšlenkovou metodu. Výzkumník v ní rozkládá sledovaný celek na jeho jednotlivé části nebo prvky. Cílem je vysvětlit sledovaný problém detailním přezkoumáním jeho částí“. [44] Analýza bude využita při identifikaci metodik a teoretické části práce.

Dotazníkové šetření – „metoda na hromadné a relativně rychlé zjišťování informací o vědomostech, názorech nebo postojích tázaných osob k aktuální nebo potenciální skutečnosti“. [44] Dotazníkového šetření bude využito při zjišťování povědomí o RR a jejím uplatnění u JPO.

Explanace – „je metodou, kterou výzkumník vysvětluje výsledky zkoumaných jevů“. [44] Explanace bude využito při popisu teoretické části a následně v části aplikační při popisu postupů tvorby mobilní aplikace a aplikování RR.

Generalizace – „neboli metoda zevšeobecnění je druhem vědecké metody, kde je informace o jednotlivém jevu vztahována na celou třídu jevů, respektive z užší skupiny na skupinu širší. Ze zjištění daného jednotlivého jevu se přisuzuje zjištění vlastnosti širší skupiny“. [44] Generalizace bude využito průřezem práce jak v teoretické, tak i v aplikační části.

Komparace – „zkoumá dvě nebo více existujících situací, aby se zjistily typy, stupeň a příčina jejich podrobnosti a rozdílnost“. [44] Metoda bude použita při srovnání metodik, platforem a nástrojů pro RR.

Metodologická studie – „zkoumá nové přístupy (metody) a jejich potenciální přednosti proti současným přístupům (metodám). Obsah studie může tvořit měření, pozorování, organizování, zobrazování a komunikace.“ [44] Studie bude využita v aplikační části pro popis potenciálního využití u JPO v praxi.

Modelování – „představuje návrh systému, který prezentuje zobrazení přirozeného systému do systému umělého. Zahrnuje zkoumání adekvátnosti modelu a jeho využití pro zkoumání přirozeného systému“. [44] Modelování bude využito při tvorbě prvků RR.

Rozhovor – „rozhovor neboli interview může být řízený (standardizovaný) nebo volný (nestandardizovaný)“. [44, 45] Rozhovor bude promítnut do aplikační části souhrnně i s dotazníkovým šetřením.

Model Příčina – Riziko – Účinek – představuje zobrazení potenciálního rizika deskripcí jeho příčiny a účinku, které mohou být aplikovány jak na procesy, tak

na manažerské projekty. Tento model bude využit k určení a popisu potenciálních rizik mobilní aplikace s RR. [45]

Syntéza – „je metodou, kterou se na základě vycházejících zjištění (ve formě pojmů a tezí) formulují závěry“. [44] Syntéza bude využita pro popis zvolených softwarových aplikací, metodiky a výsledků práce.

Kromě zvolených metod jsou dále pro splnění práce využity nástroje:

- Green screen 3x2 m,
- iPhone 12 PRO MAX,
- Reflektor LED Halogenový na stojanu 2x100W 7000 lm 4000K Ecolight.

Softwarové nástroje:

- Adobe After Effects (verze 2023 v23.1.0.83),
- Unity Engine (verze 2023.2.20f1),
- Vuforia (verze 10.25).

Za pomoci zvolených nástrojů budou zpracovány videonahrávky, audio obsah a zpracována mobilní aplikace s RR.

4. Analýza řešené problematiky

Kapitola popisuje výsledky disertační práce, které byly autorem stanoveny jako jednotlivé cíle nutné pro splnění disertační práce. V následujících částech disertační práce jsou popsány provedené analýzy, které se zaměřují na řešení dílčích cílů a hlavního cíle. Jedním z hlavních bodů je analýza dostupných metodických materiálů pro rozvoj vzdělávání a výcviku příslušníků JPO. V této části jsou popsány metodiky a jejich přínos pro JPO. Rovněž jsou za pomoci těchto metodik identifikovány oblasti výuky a vzdělávání, které lze rozšířit o prvky RR.

Na základě identifikace oblastí pro výuku a vzdělávání příslušníků JPO bude navrženo využití technologie RR u JPO jako nástroje pro informační podporu JPO. Součástí návrhu bude také analýza potenciálních rizik za užití modelu příčina – riziko – účinek a komparace s výsledky z odborných článků a umělé inteligence.

4.1 Analýza metodických materiálů jednotek požární ochrany

Pro vzdělávání a výcvik příslušníků JPO slouží řada odborných metodických materiálů. Tyto materiály jsou ve většině případů veřejně dostupnými, a tak je mohou využívat jakékoliv JPO pro školení svých příslušníků. Seznam a možnost stažení těchto metodických materiálů nabízí například portál metodika.cahd.cz na němž se dle rozdělení do kategorií nachází veškeré dostupné materiály pod záštitou MV GŘ HZS ČR.

Metodické materiály JPO jsou v ČR pod záštitou MV GŘ HZS ČR stanoveny následovně:

- cvičební řád JPO,
- bojový řád JPO,
- řády odborných služeb,
- konspekty odborné přípravy JPO,
- metodika pro JSDH,
- normy znalostí, teze odborné přípravy,
- metodika pro činnost na místě zásahu,
- katalogový soubor – typová činnost složek IZS při společném zásahu.

U všech vybraných metodických materiálů (Tabulka 7) je předpoklad rozvoj edukace za pomoci RR a potenciálu dalšího rozšíření z řad JPO. Výběr probíhal na základě možností prostoru pro nahrání materiálu a možnostech vybavení dotčených JPO.

Tabulka 7 Vybrané metodické materiály

Metodický materiál	
Cvičební řád JPO	1 OBEC
	3 OBEC
	5 OBEC
	6 OBEC
	3 DR3
	15 DR5
	4 VÝŠ-Z
Bojový řád JPO	14 O
	12 Ř
	3 Ob
Konspekty odborné přípravy JPO	Konspekt 1-3-01
	Konspekt 3-1-01

Z tabulky 7 vyplývá výběr celkem 12ti dokumentů, z metodických materiálů cvičební řady, bojové řady a konspekty odborné přípravy.

4.1.1 Cvičební řád jednotek požární ochrany

Z cvičebních řadů bylo vytipováno celkem sedm dokumentů, které jsou popsány a analyzovány pro uchopení v prostředí RR.

1 OBEC – Obecné zásady při provádění bojových rozvinutí, Přenášení věcných prostředků požární ochrany, Metodika výcviku

V tomto metodickém listu představuje část zaměřená na přenášení věcných prostředků požární ochrany možnost rozvinutí o prvky RR. Je uvažováno propojení s audiovizuálními prvky, které budou mít za cíl zefektivnit techniku a vzdělání o této oblasti [46].

3 OBEC – Povelý a signály

Řadí se mezi jedny z nejzákladnějších činností příslušníků JPO. V případě, kdy není možné provádět například verbální komunikaci, jsou signály důležitým nástrojem komunikace. Pro zefektivnění výuky, tak byl vybrán i tento metodický list pro propojení s prvky RR a zvýšení edukace [47].

5 OBEC – Výcvik s hadicemi

Stanovuje podmínky zdvihání hadice do ponosu a její postavení, rozvinutí hadice z kotouče z ruky, rozvinutí dvou hadic z kotouče z ruky jiné způsoby rozvinutí hadice, svinování hadic a svinování hadice do spirálového svinutí. Představuje tak základ manipulace s hadicemi, které jsou důležité pro všechny JPO pro výkon služby [48].

6 OBEC – Pracovní uzly

Pro uvazování věcných prostředků je důležité znát postupy jejich uvazování. V metodickém listu jsou tak popsány přehledy pracovních uzlů, v nichž jsou uvedeny postupy jejich vázání [49].

3 DR3 – Přívodní vedení

Tato část je určena především pro strojníky a stanovuje přívodní vedení savicemi, od hydrantu, ejektorem nebo plovoucí motorovou stříkačkou [50].

15 DR5 – Výstup na žebřík a vytvoření prvního proudu, Proud s pomocí výškové techniky

Popisuje postupy výstupu na žebřík s vytvořením prvního proudu a tvoření proudu za pomoci výškové techniky [51].

4 VÝŠ-Z – Základní činnost ve výšce nad volnou hloubkou (dále jen „VVH“), Uzly a kotevní body

Popisuje obecné zásady vázání uzlů, uzly pro provádění základních činností a kotevní body, které jsou důležitou součástí práce ve VVH. Obsahem tak navazuje na metodický list 3 VÝŠ-Z [52].

4.1.2 Bojový řád jednotek požární ochrany

Z bojových řádů JPO byly vytipovány celkem tři dokumenty, které byly popsány a analyzovány pro uchopení v prostředí RR.

14 O – Usměrňování provozu na pozemních komunikacích

Stanovuje usměrňování provozu na pozemních komunikacích za pomoci pokynů příslušníkem HZS ČR. Pro tyto účely jsou využívány pokyny stanovené pro řízení provozu PČR. Tuto činnost mohou vykonávat také členové nebo zaměstnanci JPO [53].

12 Ř – Zpráva o zásahu

Popisuje zprávu o zásahu, případně dílčí zprávu o zásahu. Zpráva tvoří součást dokumentace události. Zpráva o zásahu je zpracovávána a odevzdána velitelem zásahu na příslušné operační středisko nejpozději do šesti dnů od ukončení

zásahu. Dílčí zpráva o zásahu je zpracovávána velitelem jednotky a odevzdána velitelem zásahu nejpozději tři dny po skončení zásahu [54].

3 Ob – Varování obyvatelstva

Popisuje varování obyvatelstva, které je jedním z úkolů ochrany obyvatelstva a je souhrnem organizačních, technických a provozních opatření pro včasné předání varovné informace o hrozící nebo již vzniklé MU [55].

4.1.3 Konspekty odborné přípravy

Z konspektů odborné přípravy byly vytipovány celkem dva dokumenty. Níže jsou zvolené dokumenty popsány a analyzovány pro uchopení v prostředí RR.

Konspekt 1-3-01 – Hasební prostředky: Hašení vodou, vodní proudy, proudnice

Popisuje teorii hašení, hašení vodou a jednotlivé hasební látky, vodní proud a typy proudnic. Pro RR je možné převést do digitální podoby vizuální prvky vodního proudu [56].

Konspekt 3-1-01 – Věcné prostředky: Používání vzduchových dýchacích přístrojů u jednotek požární ochrany

Konspekt popisuje rozdělení dýchacích prostředků, vzduchové dýchací přístroje, jejich stavbu a popis podsystémů a použití vzduchového dýchacího přístroje a řešení krizových situací při používání vzduchového dýchacího přístroje [57].

4.2 Analýza hardwarového/softwarevého vybavení a technologie pro sběr a tvorbu modelů

Pro možnost vytvoření 3D modelů pro VR a RR s reálnými texturami se nabízí velká škála moderních prostředků. Mezi ty nejkvalitnější se řadí 3D skenery, které mohou být od menších rozměrů a lze je využívat na drobné objekty až po statické 3D skenery, které jsou mnohdy rozměrově větší a jsou schopny snímat větší prostory. Nejen pro odbornou komunitu se dnes nabízí možnosti softwarových nástrojů, které dokáží autenticky snímat daný objekt či prostor a za pomoci technologie fotogrammetrie nebo LiDar přenést pořízené snímky do výsledného 3D modelu.

V následujících podkapitolách jsou uvedeny dvě technologie, které umožňují tvorbu 3D modelů. Jedná se o technologii 3D fotogrammetrie a technologii LiDar. Obě technologie jsou využívány v chytrých zařízeních a jsou aplikovány v softwarových nástrojích, které budou blíže popsány v podkapitole Softwarové aplikace pro tvorbu 3D modelů.

4.2.1 3D Fotogrammetrie

Představuje proces výpočtu umístění bodu v trojrozměrném prostoru za použití fotografií objektu zachyceného z více úhlů pomocí kamery nebo fotoaparátu. Velmi jednoduše by se dalo říci, že je to technologie, která za pomoci pořízených snímků fotoaparátu nebo záznamu z kamery je schopna vytvořit 3D model. Samotná fotogrammetrie je občas také nazývána jako „Structure from motion“ zkráceně SFM [58]. Nevýhodou oproti drahým 3D skenerům může být to, že v případě skenování lesklých nebo čirých povrchů může dojít k deformaci modelu. Tento problém může nastat i u dražších skenerů ale v případě fotogrammetrie u mobilních zařízení je nutno hledat prostředky, jak tyto povrchy překrýt. Alternativa jsou v použití například křídových sprejů, které mohou na omezenou dobu povrch přetřít tak, aby nedocházelo k jeho lesku a bylo možné zhotovit model.

V dnešní době se lze s touto technologií setkat například také u dronů, které využívají snímky k mapování krajiny a tvorbě 3D modelů krajiny. Jedním takovým příkladem je práce „*Post-Earthquake Reconnaissance of a Dam with Stabilizing Fill using Drone Photogrammetry*“, která popisuje užití dronu a fotogrammetrie pro průzkum přehrady se stabilizační náplní po zemětřesení od autora Dong Soon Park [59]. Jako příklad je níže uveden (Obr. 12), na kterém lze vidět postup pořizování snímků a jejich následná skladba do výsledného modelu v aplikaci RealityScan. Na obrázku lze pozorovat jednotlivé snímky, které se v prostoru ukládají na místě jejich pořízení a po vyfocení všech potřebných snímků zkompletují model do 3D.



Obr. 12: Ukázka fotogrammetrie

4.2.2 Light Detection and Ranging

Senzor LiDar (celým názvem Light Detection and Ranging) je dle autora Edwin Frank a jeho práce „*LiDAR Sensors: Technology and Applications Author*“ definován jako pokročilá technologie, která využívá laserové paprsky k měření vzdáleností a vytváření detailních 3D map okolního prostředí. Samotný princip spočívá ve vysílání laserových pulsů a měření doby, za kterou se laserové paprsky vrátí po dopadu na objekty v okolí [60].

S touto technologií se dnes lze nejčastěji setkat u mobilních telefonů značky Apple. V mobilních telefonech iPhone od řady 12 PRO jsou u všech PRO verzí nainstalovány senzory LiDar. Uživatelé těchto mobilních telefonů tak mohou využívat možnosti této technologie, jako například dálkové měření vzdálenosti, které je již v mobilních telefonech nainstalováno nebo využít řadu softwarových aplikací, které využívají tyto senzory a umožňují tak tvorbu 3D modelů objektů nebo i celých prostor. Příkladem užití LiDar v iPhone může být práce „*Use of the iPhone 13 Pro LiDAR Scanner for Inspection and Measurement in the Mineshaft Sinking Process*“ od autorů Wojciech Rutkowski a Tomasz Lipecki, kteří ve své práci popisují užití iPhone pro kontrolu a měření v procesu potápění minové šachty [61]. V práci ukazují výhody tohoto zařízení a senzoru, který dokáže v řadě případů nahradit finanční náročnost profesionální techniky. V iPhone a marketu appstore, která slouží uživatelům ke stažení aplikací a her lze pořídit řadu aplikací využívajících senzor LiDar. Příklad užití jedné z nich, konkrétně aplikace Polycam je prezentována na (Obr. 13) za pomoci iPhone 12 PRO MAX.



Obr. 13: Ukázka užití LiDar

4.2.3 Umělá inteligence

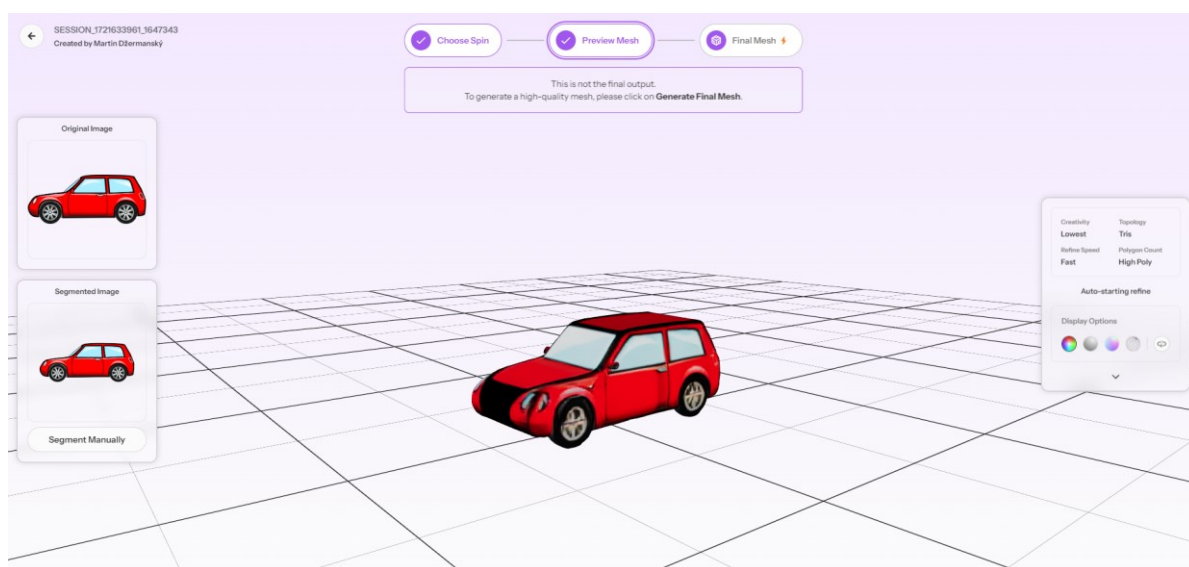
Umělá inteligence neboli v originálním názvu Artificial Intelligence (dále jen „AI“) je dle Akanbi Caleba [62] definována jako „*simulace lidské inteligence ve strojích, které jsou naprogramovány tak, aby myslely a jednaly jako lidé. Tyto systémy mohou provádět úkoly, které normálně vyžadují lidskou inteligenci, jako je vizuální vnímání, rozpoznávání řeči, rozhodování nebo překlad jazyka*“.

Asi tou nejznámější platformou, se kterou se lze setkat a která je jednou z nejvyužívanějších je v dnešní době ChatGPT. Dle Mohammada Aljanabiho a kolektivu [63] je ChatGPT „*výkonným jazykovým modelem vyvinutým společností OpenAI, který má potenciál revolučně změnit způsob, jakým komunikujeme s technologiemi*“. Nástroj je využíván převážně k pokládání dotazů, na které AI dává odpovědi, ale lze jej využít také například k tvorbě projektů, generování obrázků nebo k jiným aktivitám. V prostředí požární ochrany a IZS byly například pomocí tohoto nástroje zkoumány odpovědi a definice pro oblast krizového řízení.

Pro tvorbu 3D modelů lze využít například webovou stránku 3d.csm.ai, která nabízí funkce:

- převod 2D obrázků do 3D modelů,
- AI retexturing,
- balíčky aktiv na bázi dílů,
- animace 3D modelů [64].

První z funkcí, převod obrázků do 3D modelů je zdarma, zbylé jsou nabízeny pouze jako premium funkce a jsou tak zpoplatněny. Na (Obr. 14) je zobrazena ukázka převodu snímku do 3D modelu. V levé části je k nahlédnutí originální snímek a v prostoru je již znázorněn vyexportovaný 3D model autíčka.



Obr. 14: Ukázka užití 3D CSM

4.3 Mobilní aplikace pro 3D snímání

Pro tvorbu 3D modelů a snímání se nabízí řada dostupných aplikací. Ve většině případech nehraje roli, zda se jedná o operační systém Android nebo iOS, avšak u vybraných aplikací, které využívají senzoru LiDar je zapotřebí operačního systému iOS.

4.3.1 3D LiDAR Scanner

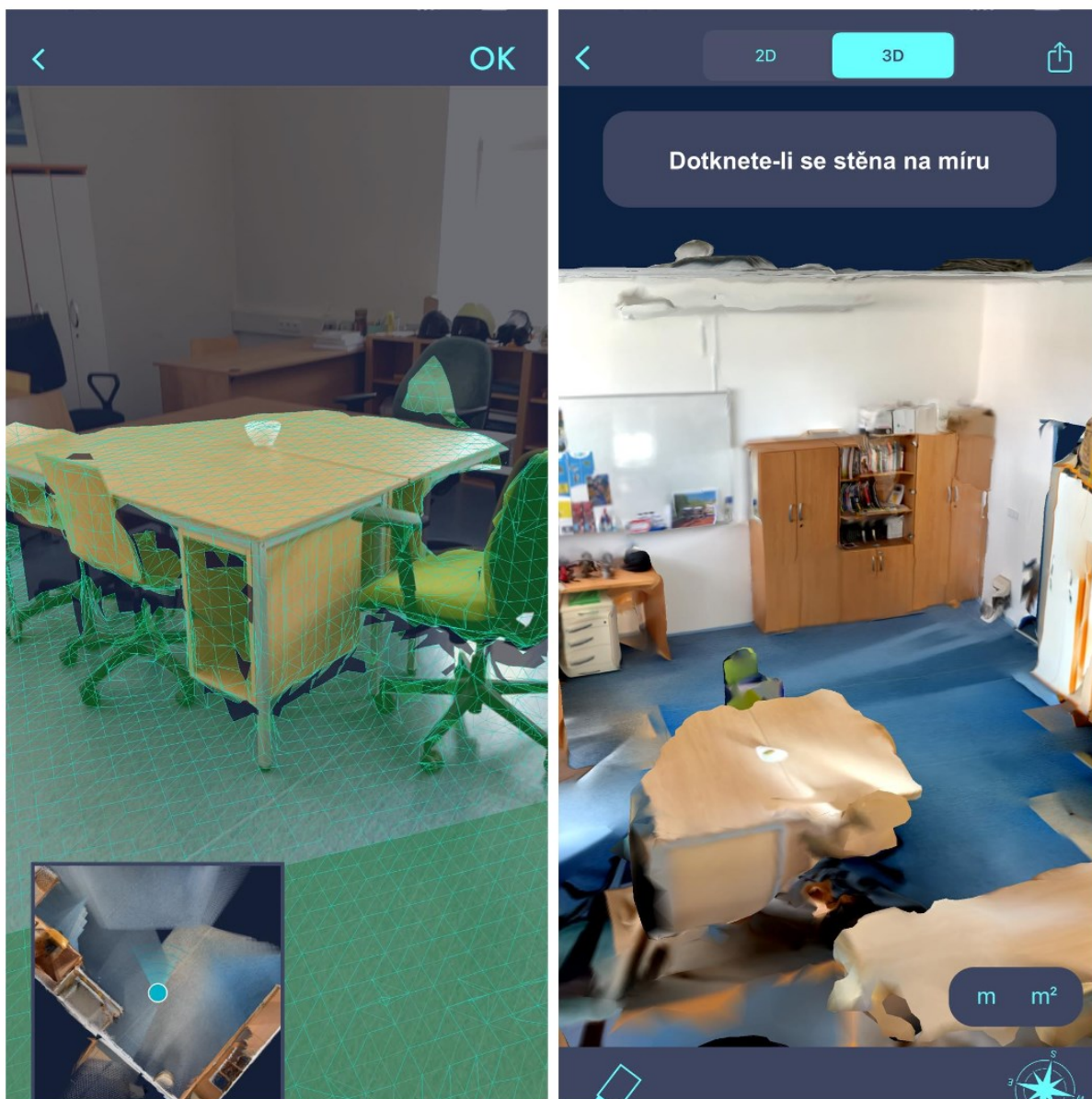
Nástroj nabízí skenování pomocí senzoru LiDar. Požadavky jsou nízké, kromě senzoru je zapotřebí operační systém iOS 14.0 nebo novější s alespoň 15,8 MB volného místa. Vlastnosti aplikace jsou v pořizování a exportu 3D modelů objektů a 3D map (Obr. 15). [65]



Obr. 15: Ukázka užití aplikace 3D LiDar Scanner

4.3.2 CamToPlan – 3D Scanner & LiDAR

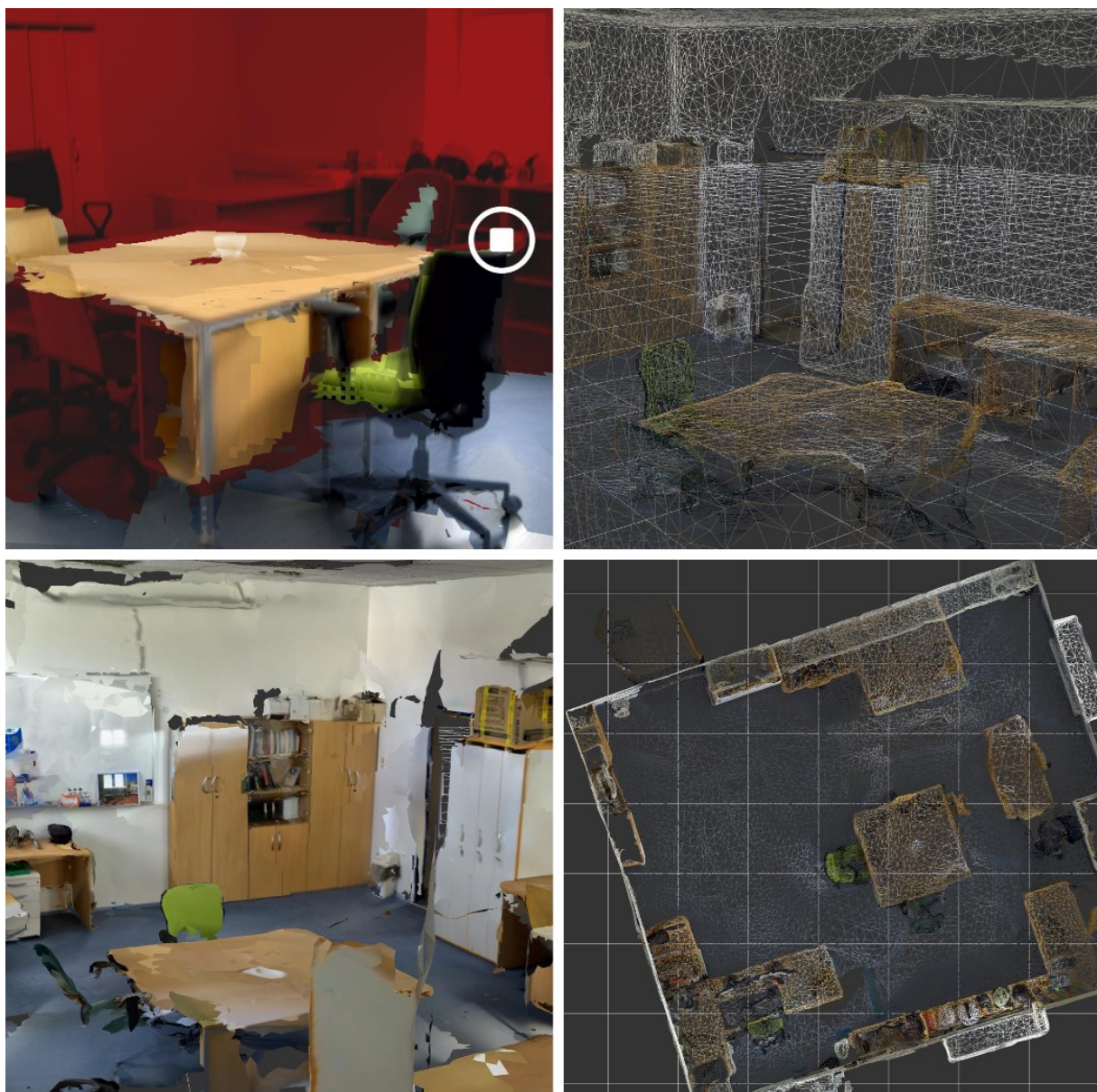
Aplikace CamToPlan – 3D Scanner & LiDAR využívá technologie RR k vytváření půdorysů v reálném čase. Možnosti využití aplikace jsou ve snímání prostor za pomoci fotoaparátu/kamery mobilního telefonu a senzoru LiDAR (Obr. 16). Po zhotovení modelu lze využít nástroje měření a tvorby plánů a půdorysů. Aplikace tak zastává alternativu laserových metrů [66].



Obr. 16: Ukázka užití aplikace CamToPlan – 3D Scanner & LiDar

4.3.3 RTAB-Map – 3D LiDAR Scanner

Aplikace RTAB-MAP (celým názvem Real-Time Appearance-Based Mapping) je open sourceovou aplikací využívající senzoru LiDAR. Aplikace je využívána pro skenování vnitřních prostor za pomoci polygonů, kdy hotové modely je možné převádět do prostředí RR (Obr. 17). Samotné projekty mohou být pak využívány například pro značení evakuačních tras nebo k jiným účelům v prostředí RR [67].



Obr. 17: Ukázka užití aplikace RTAB-Map – 3D LiDAR Scanner

4.3.4 RealityScan – 3D Scanning App

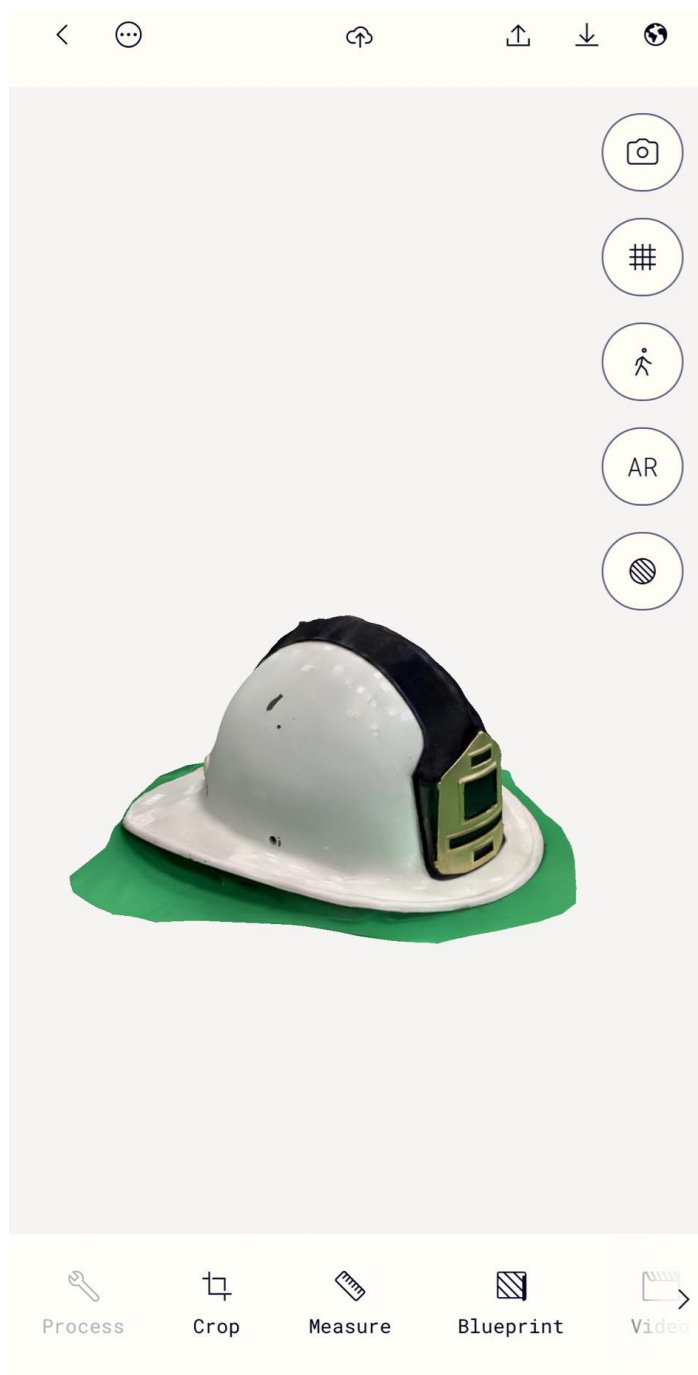
Aplikace RealityScan pochází od studia Unreal Engine, které se zabývá tvorbou počítačových her a aplikací v rozšířené a virtuální realitě. Tato aplikace je dnes asi nejpoužívanější a nejlepší na trhu. Výhodou aplikace je to, že je zcela zdarma, uživatelé tak mohou vytvářet modely různých objektů nebo prostor (Obr. 18). Při tvorbě a snímání objektů je možné využít také nástroje ořezávání, kterým je možné se zaměřit pouze na jeden konkrétní bod a ten ořezat. RealityScan je propojen s cloudovým uložištěm, ze kterého je možné modely stáhnout v souboru .obj a dále je tak editovat v počítači například za pomoci programu Blender [68].



Obr. 18: Ukázka užití aplikace RealityScan – 3D Scanning App

4.3.5 Polycam 3D Scanner, LiDAR, 360

Aplikaci Polycam lze zařadit k velmi zdařilé platformě, která nabízí za pomoci senzoru LiDAR funkci snímání různých objektů nebo prostor a za pomoci polygonů vytvářet hotové 3D modely i s texturami (Obr. 19). Stejně tak, jako RealityScan, tak také využívá cloudového uložení, na které jsou nahrávány zhotovené modely. Uživatel si může vytvořené modely stáhnout a dále je editovat [69].



Obr. 19: Ukázka užití aplikace Polycam 3D Scanner, LiDar 360

4.4 Využití rozšířené reality v České republice a ve světě

Technologii RR je možné aplikovat do všech vědních oborů a disciplín, stejně tak jako do běžného života. V případě požární ochrany a ochrany obyvatelstva je využití zatím spíše ve fázi experimentů. Objevují se však různé odborné publikace zabývající se možným uplatněním RR v tomto prostředí. Níže jsou uvedeny aplikační možnosti a experimenty nejen v ČR ale zejména v zahraničí.

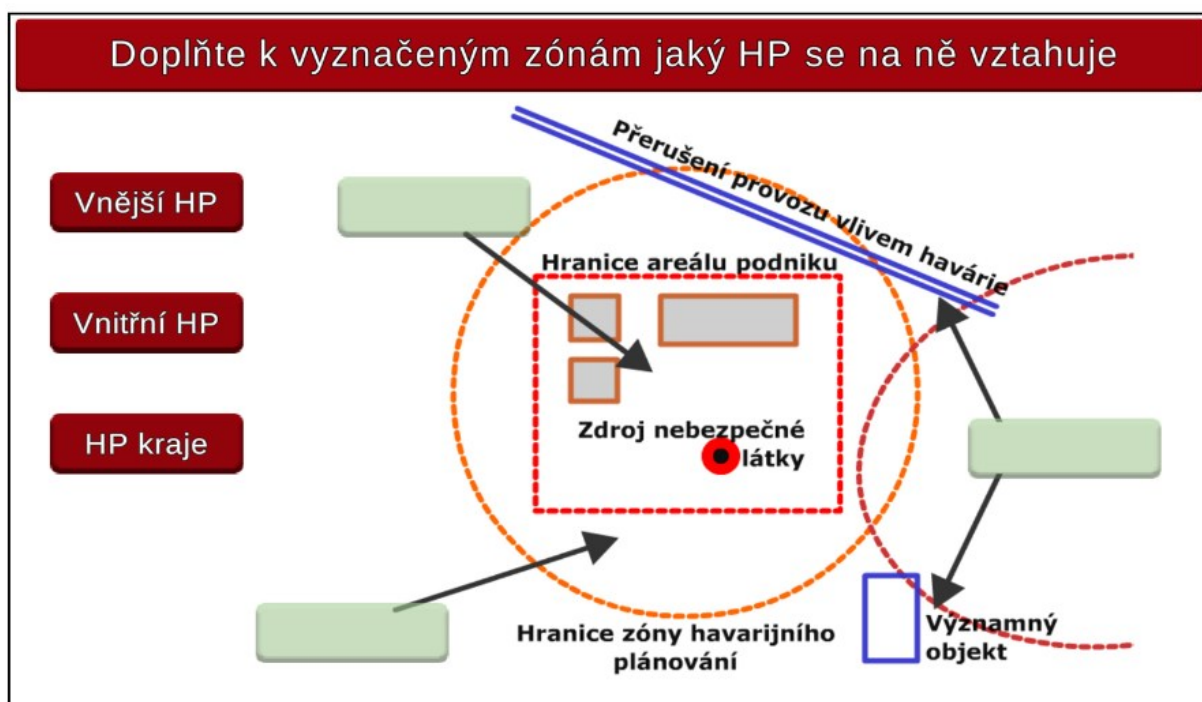
V ČR se problematikou využití RR zabývala například Kateřina Tomanová a kolektiv [70] ve svém článku „*Využití rozšířené reality pro přípravu a vzdělávání obyvatelstva*“ kde shrnuli poznatky o RR a poukázali na možnost jejího využití v procesu edukace a propojení teorie s praktickou výukou. Jednalo se zejména o možnost využití image trackingu.

Príslušníci HZS Pardubického kraje ve spolupráci se Střední průmyslovou školou chemickou Pardubice, Žilinskou Univerzitou v Žilině, Sächsische Bildungsgesellschaft für Umweltschutz und Chemieberufe Dresden, výcvikovým centrem pro hasiče v Litvě Ugniagesiu Gelbetoju Mokykla, Estonskou akademií bezpečnostních věd a kyperskou programátorskou firmou C. P. Serv Limited v rámci projektu Erasmus Fightars hololens se podíleli na testování nových brýlí Hololens od společnosti Microsoft pro využití u JPO (Obr. 20). Cílem je v budoucnu tyto brýle aplikovat do zásahových přileb, a tak poskytnout potřebné informace pro zasahující v reálném čase. Brýle by měly být schopny například zobrazovat mapu hydrantové sítě nebo informace o postiženém objektu. Přenášené informace by měly být buď z interního úložiště zařízení, nebo pomocí vzdálené podpory od operačních středisek [71].



Obr. 20: Ukázka užití Hololens u HZS Pardubice [72]

V ČR se využitím pokročilých technologií zabývá Centrum pro bezpečný stát, které vytvořilo AR Safebook. Jedná se o knihu obsahující základní poznatky z oblasti MU a krizového řízení, která je tvořena černobílými obrázky, které po načtení fotoaparátem v mobilním zařízení přes aplikaci převedou tyto snímky do videí nebo interaktivních prvků (Obr. 21). Samotná kniha a obsah byl vytvořen v rámci bezpečnostního výzkumu MV ČR – projekt číslo VI20192021122. [73]



Obr. 21: Ukázka obsahu z AR Safebook [73]

V zahraničí lze dohledat například společnost Fight AR, která se zabývá tvorbou simulací pro účely trénování hasičských jednotek, a to formou interaktivního obsahu v brýlích Hololens. Autoři využívají pro zobrazení simulací QR kódy, které jsou umístěny například ve vozidle a usměřují tak vytvořené modely osob uvězněných po havárii ve voze. Na (Obr. 22) lze vidět hasiče, který má na hlavě umístěn headset Hololens, pomocí kterého se mu zobrazuje simulace vozu. Simulace je znázorněna ve 360° videu. [74]



Obr. 22: Ukázka Fight AR [74]

Alternativním využitím RR u JPO se zabývají také v Singapuru, a to v náhlavních soupravách (Obr. 23). Technologie, kterou vytváří v rámci projektu 5G sítě Singapore Civil Defence Force (dále jen „SCDF“) – spolupráce mezi IBM, StarHub, Home Team Science and Technology Agency a úřad Infocomm Media Development Authority by měla hasičským jednotkám umožnit identifikovat jejich vybavení a odhalit chybějící položky nebo závady [75].



Obr. 23: Ukázka headsetu pro rozšířenou realitu [75]

Ve Spojených státech amerických, konkrétně v Kalifornii experimentují hasičské jednotky s technologií RR zobrazující navigaci v hořících budovách a k záchraně lidských životů. Samotný headset je vytvořen za pomoci startupu

Quake Technologies a napomáhá tak hasičům k efektivní evakuaci, kdy není potřeba využívat ruce. Pro zobrazení je využita přilba C-THRU Navigator (Obr. 24) [76].



Obr. 24: C-THRU Navigator [77]

Odborné publikace, které se zabývají užitím pokročilých technologií, včetně RR jsou shrnuty v (Tabulka 8), která je rozdělena do několika buněk. Obsahuje jméno autora, rok vydání a název časopisu, v němž byl publikován, metody a výstupy práce.

Lze dohledat řadu dalších publikací nebo projektů, které se zabývají využitím této technologie, avšak v praxi se s ní lze setkat pouze minimálně. Velký problém tvoří kapacita zařízení, teplotní vytrvalost nebo omezení pohybu a přenos informace v headsetových zařízeních. Z tohoto důvodu bude disertační práce také orientována na metodické materiály, u nichž je vyšší potenciál užití, a to především v platformě mobilního zařízení, který je nejdostupnější platformou a lze jej tak pro účely edukace využít.

Tabulka 8 Rešerše odborných publikací

Autor a rok	Název	Časopis	Metody	Výstup
Yusufalievich, M. S. et al. (2022) [78]	Natural Emergency Situations and Protection of the Population from their Effects	Central Asian Journal of Theoretical & Applied Sciences	Explanace, analýza	Moderní metody výuky, interaktivní metody a nové pedagogické technologie ve vysokoškolském vzdělání
Li, F. (2022) [79]	Intelligent Science Empowers: Building Fire Protection Technology Development	Handbook of Cognitive and Autonomous Systems for Fire Resilient Infrastructures	Simulace, analýza, pozorování, mapování, modelování	Návrh na zlepšení požární ochrany, využití moderních technologií v požární detekci a evakuaci
Yu, X. et al. (2022) [80]	Integrating Virtual Reality and Building Information Modeling for Improving Highway Tunnel Emergency Response Training	Buildings	BIM, simulace, modelování	Simulační tréninková platforma pro zlepšení dovedností a optimalizace stávajících plánů při řešení MU

Autor a rok	Název	Časopis	Metody	Výstup
Doerner, R. et al. (2022) [81]	Virtual and Augmented Reality (VR/AR) Foundations and Methods of Extended Realities (XR)	Springer	Explanace, analýza, modelování, simulace	Seznámení se základními znalostmi VR a RR
Xu, L. et al. (2022) [82]	Intelligent planning of fire evacuation routes using an improved ant colony optimization algorithm	Journal of Building Engineering	Modelování, simulace, algoritmizace	Návrh optimálních evakuačních tras, simulovaných ve vybraných softwarových nástrojích
Vichova, K. et al. (2018) [83]	Assessment of emergency supply of healthcare facilities as a module of the crisis management information system	MATEC Web of Conferences	Analýza, indukce, komparace, heuristická analýza připravenosti	Vytvoření modulu pro hodnocení havarijní připravenosti zdravotnických zařízení
Qin, J. et al. (2020) [84]	Simulation on fire emergency evacuation in special subway station based on Pathfinder	Case Studies in Thermal Engineering	Analýza, prostorové modelování, simulace	Návrh na zmírnění tlaku lidí při evakuaci na schodiště stanice metra

Autor a rok	Název	Časopis	Metody	Výstup
Popov, O. O. et al. (2022) [85]	The use of specialized software for liquid radioactive material spills simulation to teach students and postgraduate students	CTE Workshop Proceedings	Modelování, použití specializovaného softwaru, matematické modelování	Modelování fyzikálních vlastností úniku radioaktivních kapalin a transportu radioaktivních látek v havarijních oblastech
Jacobs, C. et al. (2022) [86]	A Narrative Review of Immersive Technology Enhanced Learning in Healthcare Education	International Medical Education	Přehled literatury a syntéza relevantních studií	Technologie pro zlepšení procesu výuky
Nakamura, H. et al. (2022) [87]	Development of Augmented Reality Based Magnetic Field Visualization System as an Educational Tool	Sensors	Nezávislý pokus	Návrh vizualizačního systému magnetických polí na bázi RR
Žilak, M. et al. (2022) [88]	A Systematic Literature Review of Handheld Augmented Reality Solutions for People with Disabilities	Sensors	Systematický přehled literatury	Příspěvek k vytvoření pokynů pro přístupnost v oblasti RR
Palumbo, A. (2022) [89]	Microsoft HoloLens 2 in Medical and Healthcare Context: State of the Art and Future Prospects	Sensors	Systematický přehled literatury	Zdůraznění potenciálu a omezení inovativních řešení založených na HoloLens 2

Autor a rok	Název	Časopis	Metody	Výstup
Medina-Sanchez, E.H. et al. (2021) [90]	An Interactive Model Based on a Mobile Application and Augmented Reality as a Tool to Support Safe and Efficient Mobility of People with Visual Limitations in Sustainable Urban Environments	Sustainability	Nezávislý pokus (vývoj interaktivního modelu)	Interaktivní nástroj založený na mobilní aplikaci vytvořené pro mobilní zařízení s operačním systémem Android a využitím RR
Ramos Hurtado, J. et al. (2022) [91]	Proposal for the Deployment of an Augmented Reality Tool for Construction Safety Inspection	Buildings	Metodologie vědeckého výzkumu designu (DSRM) - proces zdůvodňování, vývoje a testování	Identifikace hlavních problematických bodů a překážek bezpečnostní kontroly a kapacity pro sběr dat na místě, jako jsou obrázky bezpečnostního vybavení v RR

5. Návrh užití technologie rozšířené reality u jednotek požární ochrany

Kapitola se bude zabývat návrhem užití technologie RR u JPO a cíly a omezeními disertační práce. Úvodem budou popsány nástroje, které byly pro dokončení disertační práce využity a v následujících podkapitolách budou uvedeny samotné postupy.

Po provedené analýze pokročilých technologií a odborných publikací je zřejmé, že technologie RR je teprve se rozvíjející technologií a není jí věnováno tolik prostoru jako technologii VR. Je však vhodným prostředkem pro aplikování v mobilních zařízeních a propojením s edukací. Právě prvky RR mohou obohatit již stávající studijní materiály o interaktivní prvky, které mohou uživateli pomoci v jejich porozumění a urychlit a zvýšit tak samotnou edukaci.

Hlavním návrhem a výstupem disertační práce bude návrh využití technologie RR u JPO jako informační podpory. Výsledkem práce bude vytvořený experimentální model mobilní aplikace umožňující zobrazení digitálního obsahu u vybraných metodických materiálů s využitím RR a návrhu užití této technologie u JPO jako informační podpory. Vytvořený experimentální model využití RR u metodických materiálů JPO, bude vycházet z metodických materiálů:

- cvičební řady JPO,
- bojové řady JPO,
- konspekty odborné přípravy JPO.

Všechny tyto materiály slouží k edukaci nejen nových ale i stávajících členů JPO. Obsahem jsou jak teoretické, tak i praktické ukázky z činnosti nejen ze zásahů, ale také z prevence a etiky jednotek.

Pro zvýšení edukace JPO se tak navrhuje digitalizace stávajících materiálů o nové audio vizuální prvky, které budou součástí mobilní aplikace, aby bylo možné tyto prvky zobrazit v RR a zefektivnit tak celkovou edukaci.

Vybrané cvičební/bojové řady a konspekty odborné přípravy byly uvedeny v kapitole 4.1 Analýza metodických materiálů. Dle vytvořeného postupu práce (Obr. 25) došlo k výběru obsahu metodických materiálů tak, aby bylo samotný obsah možné vytvořit a převést do RR v návaznosti na možnosti prostoru a vybavení dotčených JPO. Z tohoto důvodu bylo vytvořeno celkem:

- 18 snímků,
- 32 videí,
- 3 audio nahrávky.



Obr. 25: Proces postupu a realizace disertační práce

Postup tvorby Video/foto obsahu se odvíjel od možností ve vybavení techniky a potřeby prostoru. Téměř veškerý obsah byl nahráván na zeleném plátně (green screen), který umožňuje v případě správného nasvětlení klíčovat pozadí. V překladu by se dalo říci, že zelené plátno umožňuje za pomoci softwarových aplikací vymazat pozadí. Obsahy, které byly tvořeny za pomoci tohoto plátna byly nahrávány v kancelářských prostorách Fakulty logistiky a krizového řízení. Bylo zvoleno plátno o velikosti 3x2 m (Obr. 26).



Obr. 26: Zelené plátno

Jako doplňkové světlo pro eliminaci větších stínů a zlepšení klíčování byl využit reflektor LED Halogenový na stojanu 2x100W 7000 lm 4000K Ecolight (Obr. 27).



Obr. 27: reflektor LED Halogenový na stojanu 2x100W 7000 lm 4000K Ecolight [90]

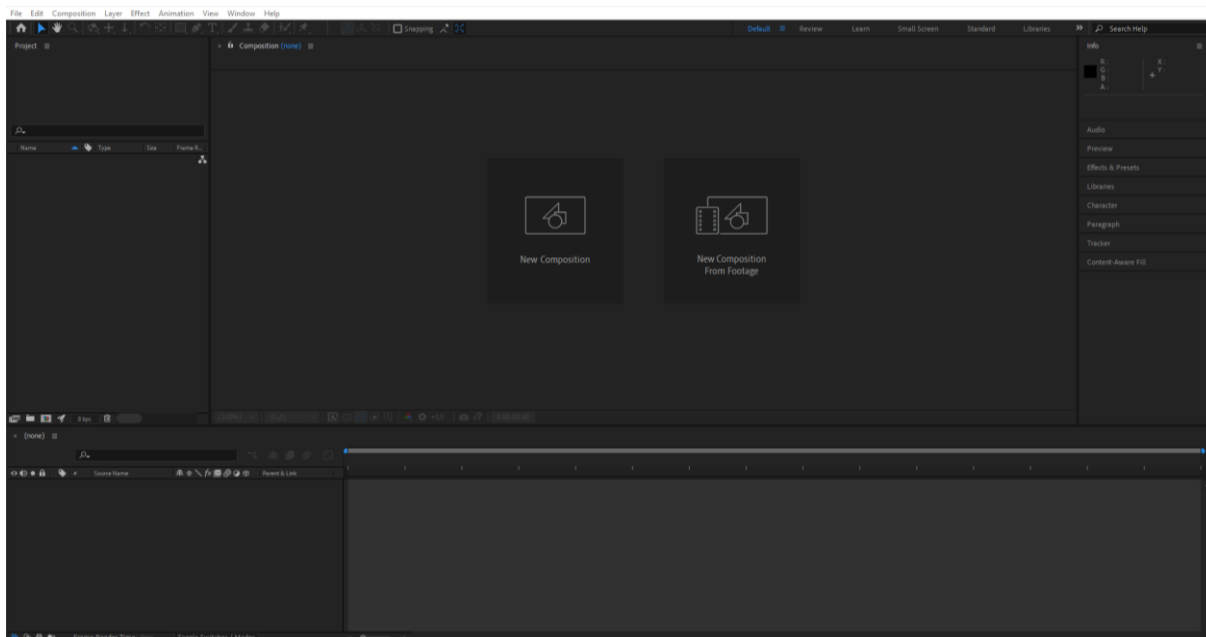
K pořizování audiovizuálních nahrávek bylo využito mobilního telefonu iPhone 12 PRO Max (Obr. 28). Tento typ telefonu disponuje technickými parametry:

- 256 GB interního uložení,
- displejem Super Retina XDR,
- čipem A14 Bionic,
- zadním fotoaparátem 12 MP, ultraširokým fotoaparátem, širokoúhlým fotoaparátem,
- nahráváním HDR a 4K videa,
- technologií LiDar.



Obr. 28: iPhone 12 PRO MAX [93]

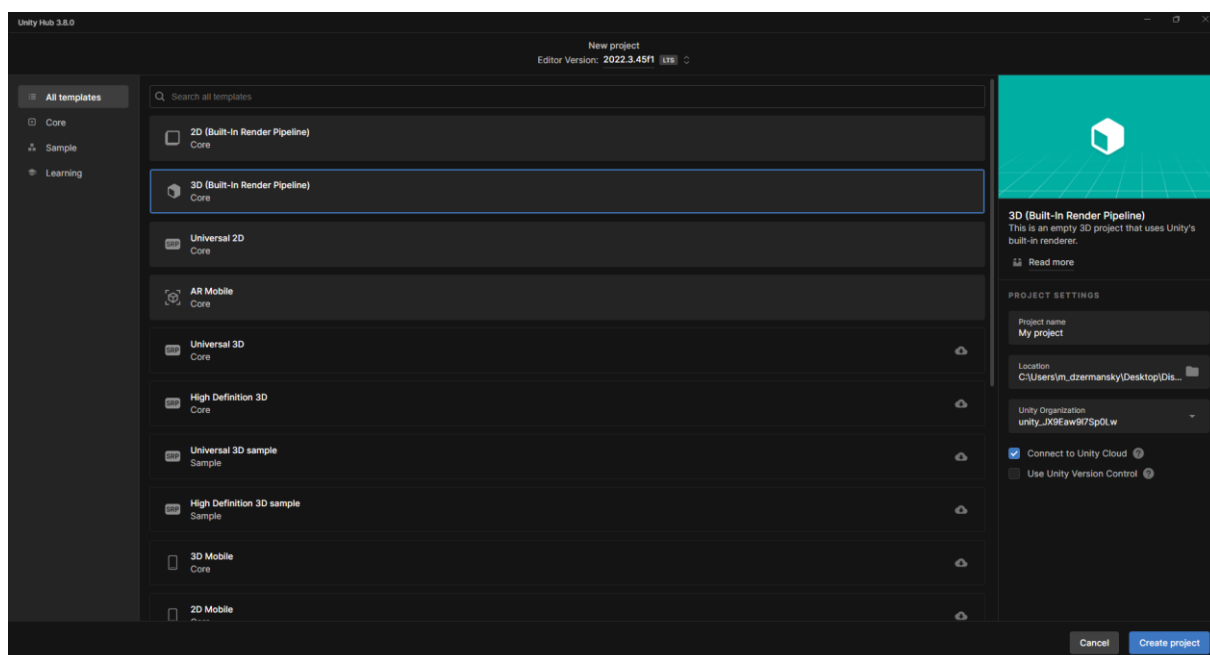
Editace videí byla prováděna v programu Adobe After Effects, který umožňuje tvorbu pohyblivé grafiky ale také editaci videí (Obr. 29). Tento program je využíván pro tvorbu filmových efektů a reklamních spotů [94]. V rámci disertační práce byly v tomto programu klíčovány videa pořízená na zeleném plátně.



Obr. 29: Adobe After Effects

Veškerý pořízený obsah byl následně editován a převeden do mobilní aplikace v programu Unity Engine. Tato aplikace umožňuje zobrazení obsahu v RR. Program Unity Engine umožňuje 3D vývoj v reálném čase a je využíván

především umělci, designéry a vývojáři a umožňuje tvorbu aplikací v RR, VR nebo i běžné 2D nebo 3D grafice (Obr. 30).



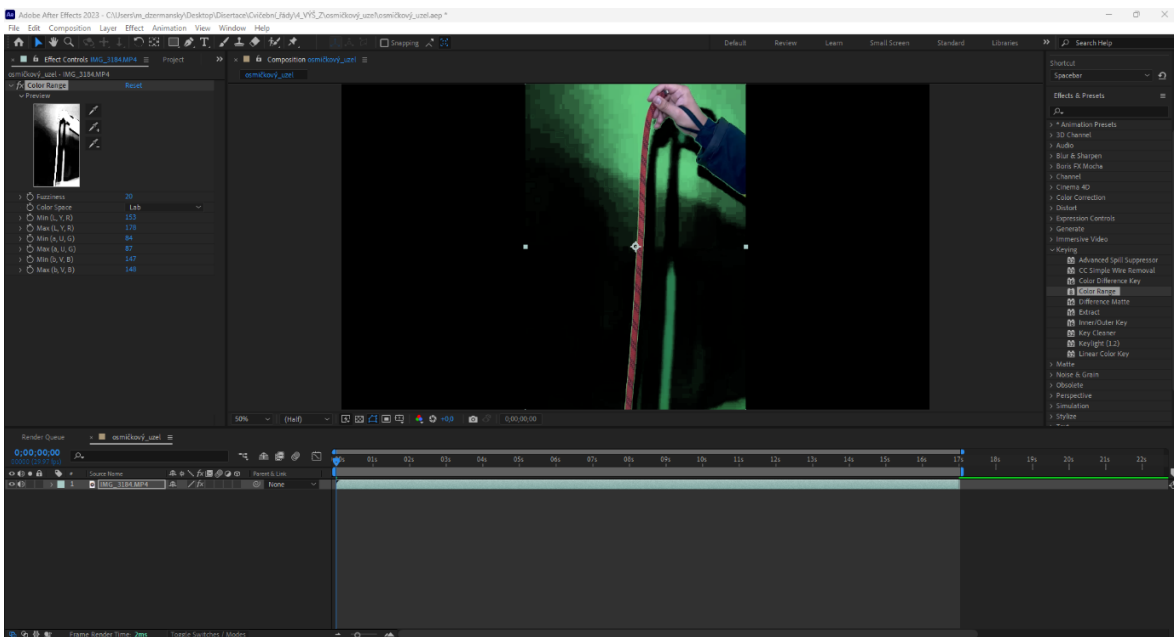
Obr. 30: Unity Hub

5.1 Postup realizace disertační práce

Pro realizaci disertační práce byly využity zejména dva programy, a to Adobe After Effects a Unity Engine.

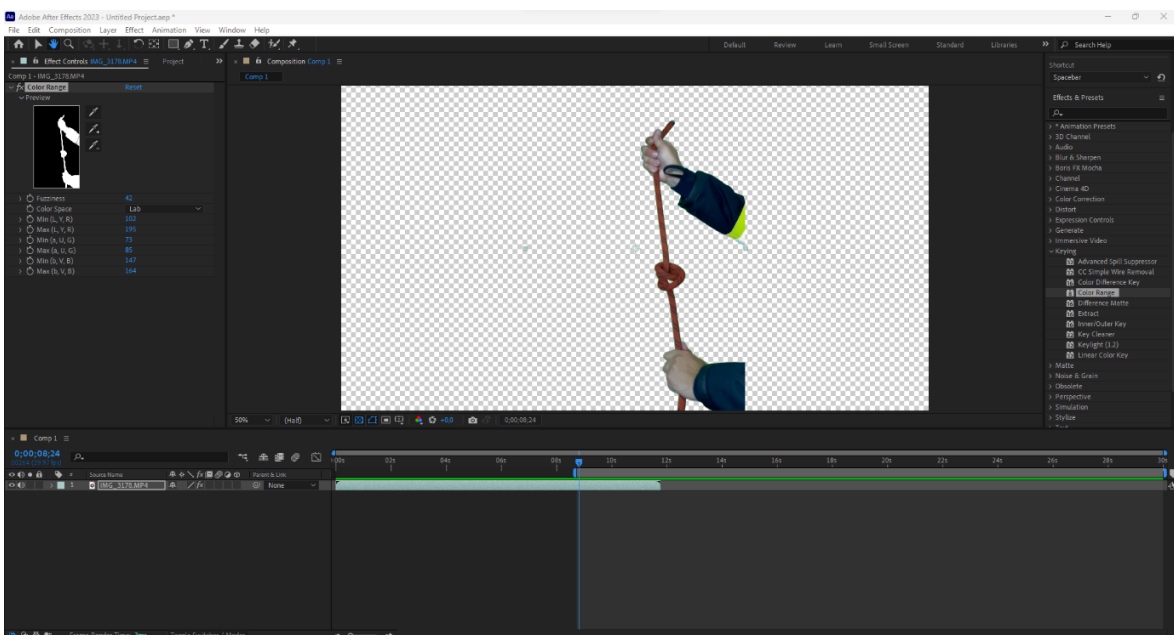
Obsah videí na zeleném plátně bylo nutné v prvotní fázi vyklíčovat. K tomuto účelu byl využit program Adobe After Effects, který umožňuje provést klíčování a následnou editaci veškerého audiovizuálního obsahu. Vytvořená videa byla upravována za pomoci vložených presetů, nástrojů, které představují efekty pro editaci.

Videa bylo nutné v prvé řadě klíčovat za pomoci presetu Keylight (1.2). Každé ze zvolených videí mělo podobné hodnoty světla a stínů. Bylo nutné tedy nastavit hodnoty tak, aby klíčování bylo co nejdetailnější a ve videu nezůstaly v ideálním případě žádné zelené prvky. V některých případech muselo být zvoleno dvojí klíčování. To představuje aplikování více presetů, kdy z důvodu nejednotnosti odstínu musely být vybrány i odstíny, které se nepovedlo vyklíčovat na první aplikování presetu. Na (Obr. 31) je zobrazeno originální video vložené v program Adobe After Effects a zvolený preset Keylight (1.2) a limit v klíčování odstínů. Z důvodu zůstatku zeleného pozadí byly následně aplikovány další vrstvy presetu a bylo odstraněno pozadí tak, aby nezůstaly žádné stopy po zeleném pozadí.



Obr. 31: Klíčování videa v Adobe After Effects

Na (Obr. 32) lze pozorovat video s odebraným zeleným pozadím a čistým vyklíčovaním videa.



Obr. 32: Zpracované klíčování videa v Adobe After Effects

Ne u všech videí se tímto postupem povedlo provést klíčování. Problém, který omezoval možnost klíčování byly reflexní prvky na hasičském zásahovém kompletu a hasičské přilbě s ochranou maskou. O to více klíčování komplikoval i odstín zelené, který je na hasičském kompletu a přilbě. Alternativa, která byla zvolena, byl postup ořezání za pomoci nástroje Roto brush.

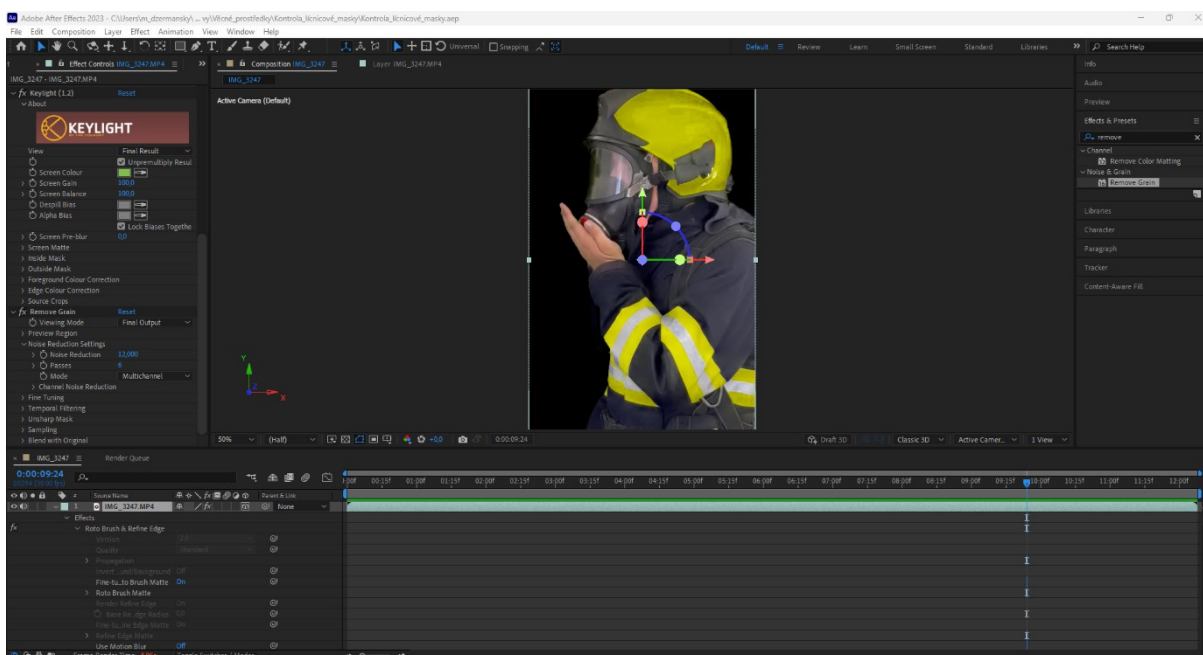
Nástroj umožňuje ořezat požadovaný objekt z videa za pomoci štětce, kterým uživatel označí požadovaný objekt. U objektů, které jsou v odlišném odstínu je tento krok jednoduchý, ale u odstínů, které splývají s odstínem pozadí je nutné provádět vykreslování po malých krocích. V tomto případě bylo nutné provést vykreslení postavy v každé setině videa, vykreslováním i se zvolenými parametry nástroje Roto brush (Obr. 33). Zde lze pozorovat i odchylky výřezu, například na štítu hasiče, kdy z důvodu průhlednosti bylo potřeba v každé setině videa označit prostor štítu tak, aby nedošlo k jeho mizení během exportovaného videa.



Obr. 33: Roto brush

Po označení všech míst, které uživatel chce vyřezat z videa, exportuje výsledek, v němž zůstanou jen zvolená místa. V tomto případě postava hasiče. Lze tak předejít možnému problému s klíčováním, které by v tomto případě způsobilo také klíčování části zásahového kompletu a přilby.

Zvolený preset Keylight (1.2) lze aplikovat na exportované video (Obr. 34), v němž zůstávají minimální stopy zeleného pozadí, které je možné tímto presetem odstranit a vyhladit tak poslední nedostatky.



Obr. 34: Roto brush – export videa

Zpracovaná videa a fotografie, v nichž bylo odstraněno zelené pozadí tak bylo možné již připravit pro další etapu tvorby aplikace pro informační podporu JPO. Spolu s obsahem, který nebyl natáčen na zeleném pozadí následovalo vytvoření značek pro RR propojených s portálem Vuforia.

První myšlenkou bylo zachování originálních snímků a schémat v metodických materiálech JPO. Jejich kvalita však ne vždy umožňovala převod do RR. Z tohoto důvodu byly vytvořeny nové značky, které byly umístěny do metodických materiálů a po jejich načtení kamerou chytrého zařízení umožňují zobrazení obsahu v RR.

Prvotní vložení značek na portále Vuforia, jenž jsou škálovány hvězdami od 1 do 5 je znázorněno na (Obr. 35), přičemž čím vyšší počet hvězd, tím lepší kvalita značky pro načtení prvku RR. Na tomto snímku je ukázka značek, které dosáhly špatného hodnocení a z tohoto důvodu muselo být odstoupeno od prvotní myšlenky, a to ponechání originálních snímků z metodických materiálů.

<input type="checkbox"/>		kontrola_licnicove_masky_znacka	Image	★★★★★	Active	Sep 11, 2024
<input type="checkbox"/>		plny_proud_znacka	Image	★☆☆☆☆	Active	Sep 11, 2024
<input type="checkbox"/>		clonovy_proud_znacka	Image	☆☆☆☆☆	Active	Sep 11, 2024

Obr. 35: Vuforia – Nízká kvalita Target Manager


Řešení se tak nabízelo ve vytvoření unikátních značek, které budou pro systém dobře čitelné a budou zároveň jednoduché pro umístění v metodických materiálech JPO. Bylo tak zvoleno řešení tvorby QR kódů, které jsou lehce umístitelné. Vytvořeno bylo celkem 43 QR kódů a pouze u deseti témat byla ponechána fotografie (originální nebo převzata z pořízeného videa). Na (Obr. 36) je znázorněn vybraný QR kód z Bojového řádu 3 OB.



Obr. 36: Ukázka QR kódu z Bojového řádu 3 OB

Pro tvorbu QR kódů byl využit online nástroj WIX dostupný na webové stránce <https://www.wix.com/tools/qr-code-generator/category/pdf>, který umožňuje bezplatnou tvorbu nejen QR kódů ale také dalšího interaktivního obsahu. Tvorba QR kódu byla založena pouze na vloženém názvu požadovaného obsahu (FOTO/VIDEO/AUDIO).

Na (Obr. 37) je zobrazen seznam značek vložených na portále Vuforia v požadované kvalitě.

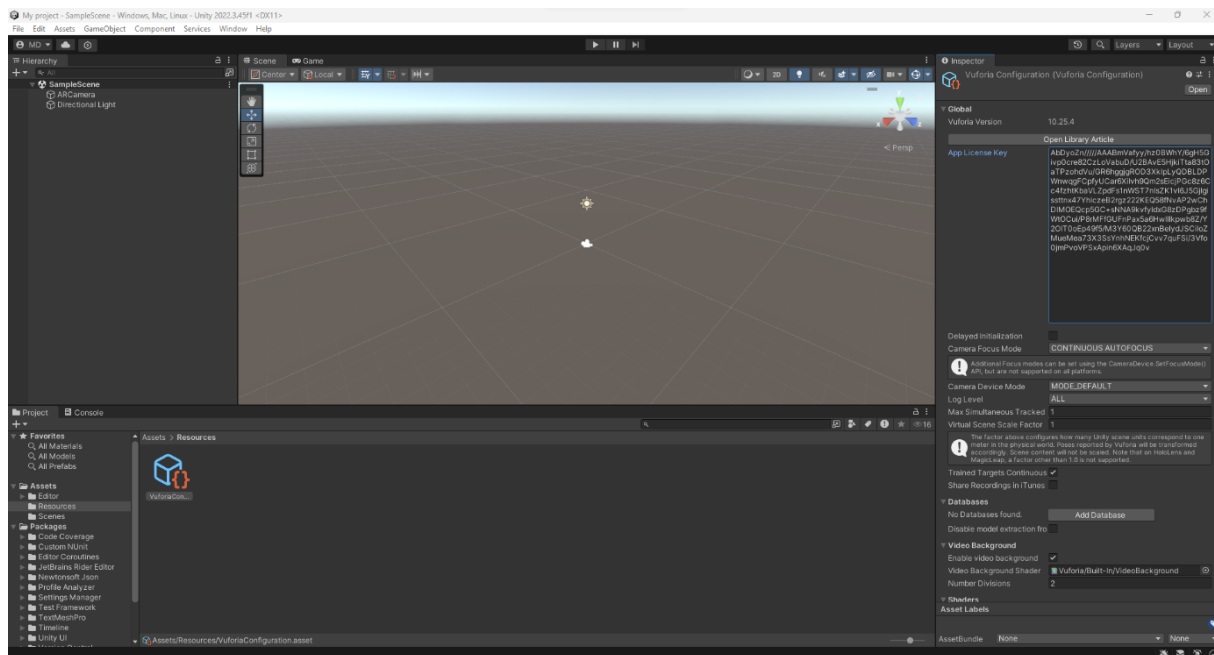
<input type="checkbox"/>		15dr5_1_vystup_na_zebrik_s_vy_sokotlakym_proudem_qr_kod_znacka	Image	★★★★★	Active	Oct 29, 2024
<input type="checkbox"/>		vystup_na_automobilovy_zebrik_po_zebrikove_sade_qr_kod_znacka	Image	★★★★★	Active	Oct 29, 2024
<input type="checkbox"/>		6obec_vazani_uzlu_pichanou_v_ariantou_qr_kod_znacka	Image	★★★★★	Active	Oct 29, 2024
<input type="checkbox"/>		6obec_uvazani_producnice_qr_kod_znacka	Image	★★★★★	Active	Oct 29, 2024
<input type="checkbox"/>		6obec_uvazani_hadic_vazakem_qr_kod_znacka	Image	★★★★★	Active	Oct 29, 2024
<input type="checkbox"/>		6obec_jednoducha_dvojsmycka_qr_kod_znacka	Image	★★★★★	Active	Oct 29, 2024

Obr. 37: Vuforia – Vysoká kvalita Target Manager

Všechny značky byly nahrány na portál Vuforia, který byl následně propojen se softwarem Unity Engine. Jedná se o sadu, která je určena pro tvorbu RR pro mobilní ale i jiná zařízení podporující tuto technologii. Pro správné zobrazení prvků využívá sledování rovinných obrazů a 3D objektů v reálném čase. [95]

Pro tvorbu aplikace a propojení s nástrojem Vuforia byl zvolen software Unity Engine, ve kterém byl tvořen již veškerý obsah pro RR. Samotný projekt byl vytvořen za pomoci šablony pro tvorbu 3D objektu, konkrétně se jednalo o projekt 3D (Built-In Render Pipeline).

V tomto projektu bylo potřebné nainstalovat modul Vuforia, který umožňuje práci s RR a propojení s knihovnou, v níž jsou nahrány vytvořené značky. Aby bylo ale možné veškerý obsah vloženého na účtu Vuforie propojit s Unity Engine, je nutné vygenerovat a vložit licenční klíč. Tento klíč lze vygenerovat pro každý projekt zvlášť a je veden k danému obsahu uživatele. Na (Obr. 38) je zobrazeno pracovní prostředí softwaru Unity Engine s vloženým licenčním klíčem projektu Vuforie.

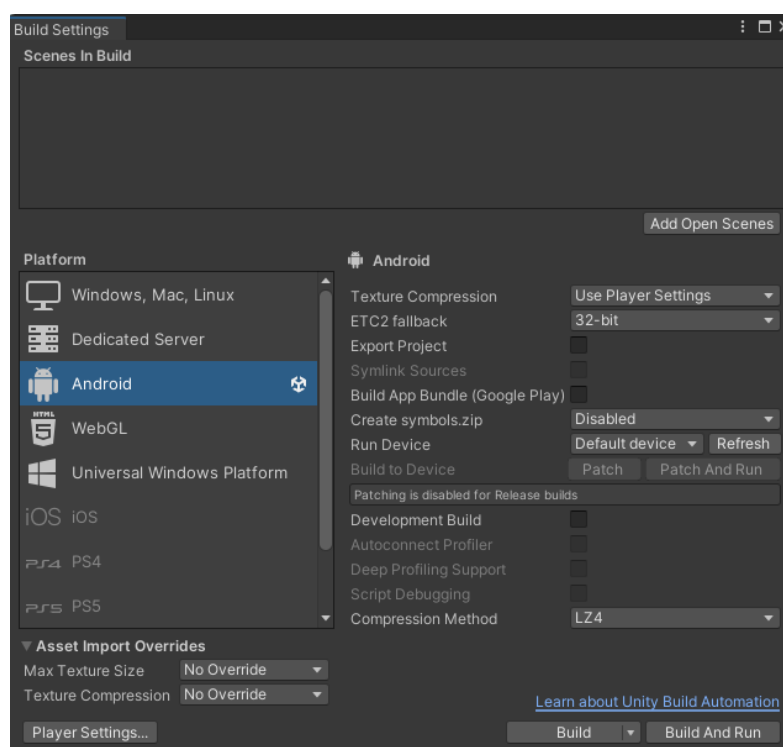


Obr. 38: Licenční klíč Vuforia

Po vložení licenčního klíče bylo již možné nahrát obsah knihovny se značkami a využít všech nástrojů Vuforie. Před tvorbou obsahu bylo nutné upravit nastavení aplikace přes možnosti Build settings.

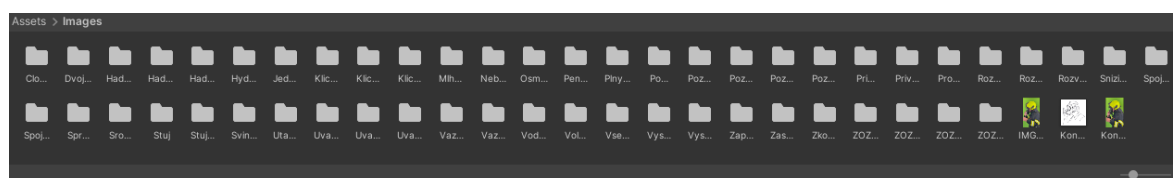
Unity Engine je v prvotním nastavení orientován na platformu Windows, z tohoto důvodu je zapotřebí provést změnu na platformu Android, pro kterou byla aplikace orientována a provést další úpravy nastavení v možnostech Player Settings. Tyto možnosti nabízí upravit výstupní verzi Android pro chod aplikace

a vložit obecné informace o aplikaci, jako název, jméno autora, logo aplikace a další. Na (Obr. 39) je zobrazeno nastavení platformy.



Obr. 39: Build Settings

Se správným nastavením již bylo možné začít provádět úpravy aplikace pro informační podporu JPO. Byly tak postupně nahrány veškeré složky s obsahem videí, fotografií a audio nahrávek se kterými bylo dále manipulováno (Obr. 40).



Obr. 40: Obsah projektu (Assets)

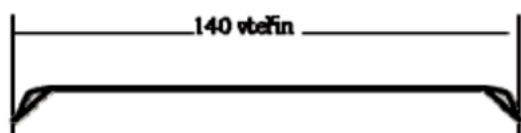
Postupně tak byly zpracovány jednotlivé objekty dle utvořeného seznamu metodických materiálů. Každý obsah byl přidružen na vytvořený kvádr, který usměrňuje postavení obsahu v prostoru.

V první řadě byly vkládány audio nahrávky pro Bojové řády 3_OB: Varování obyvatelstva. Zde byly vybrány nahrávky:

- všeobecná výstraha,
- požární poplach,
- zkouška sirén.

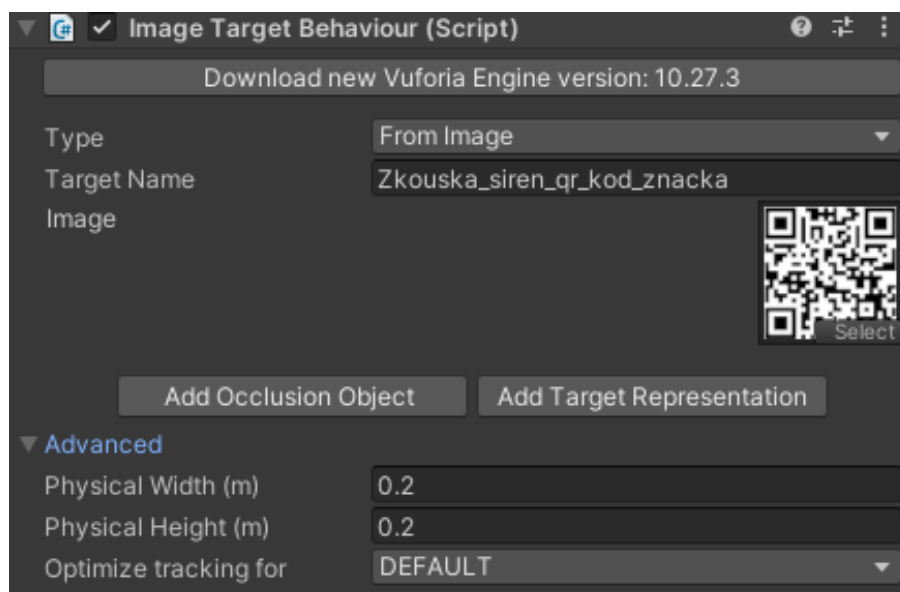
V originálním textu bojového řádu jsou znázorněny frekvence signálů. Pro lepší pochopení a rozeznání těchto signálů byla vytvořena nahrávka, kdy po načtení vytvořeného QR kódu aplikace spustí daný signál a uživatel je schopen poslechnout si, jak který signál zní. Takto vytvořený obsah pomůže uživateli více porozumět tónu signálu a jeho rozeznání.

Na (Obr. 41) je znázorněn originální obrázek z Bojového řádu 3_OB Zkouška sirén a vytvořený QR kód pro spuštění nahrávky.



Obr. 41: Originální obrázek Zkoušky sirén a vytvořený QR kód

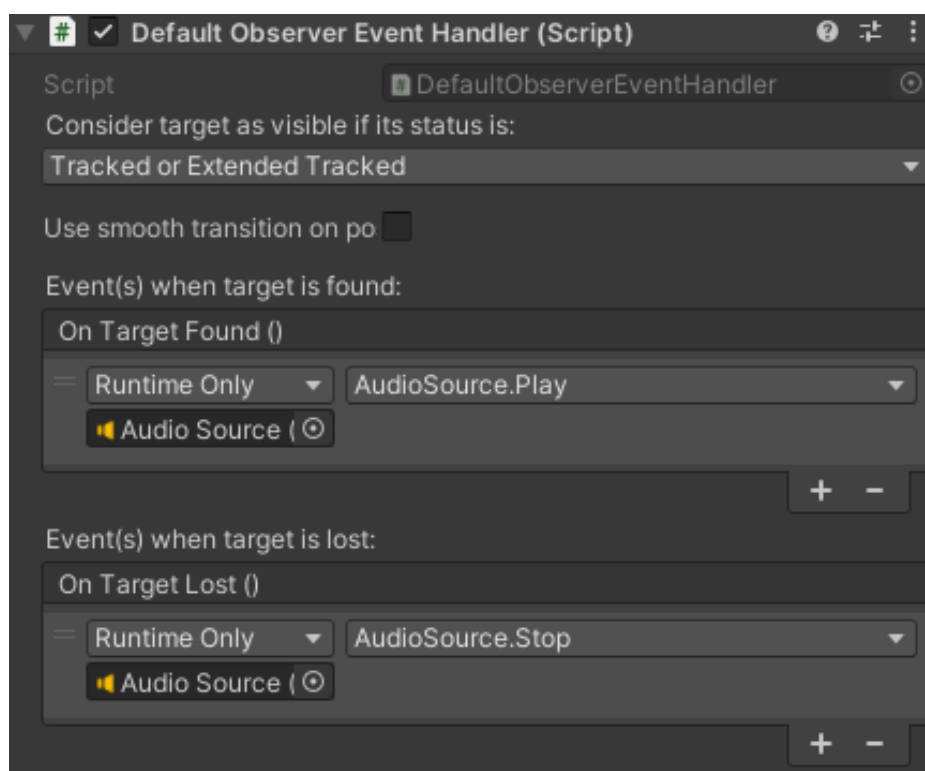
Aby bylo možné audio obsah po načtení kamery mobilního zařízení spustit, bylo potřebné nastavit správné parametry. V první řadě bylo nutné konkrétnímu objektu přiřadit značku, která reprezentuje správný obsah pro zobrazení v RR, která odkazuje na Image Target ve skriptu Image Target Behaviour (Obr. 42).



Obr. 42: Image Target Behaviour

Následným krokem bylo přidružení funkcionality. Pro zobrazení audio nahrávky bylo nutné vložit funkci Audio Source (Obr. 43). Zde byl nahrán soubor audio nahrávky Zkoušky sirény a definovány vstupy pro spuštění nahrávky po načtení značky mobilním zařízením. Nastavení funkcionality za pomoci skriptu Default Observer Event Handler, ve kterém bylo zvoleno spuštění po

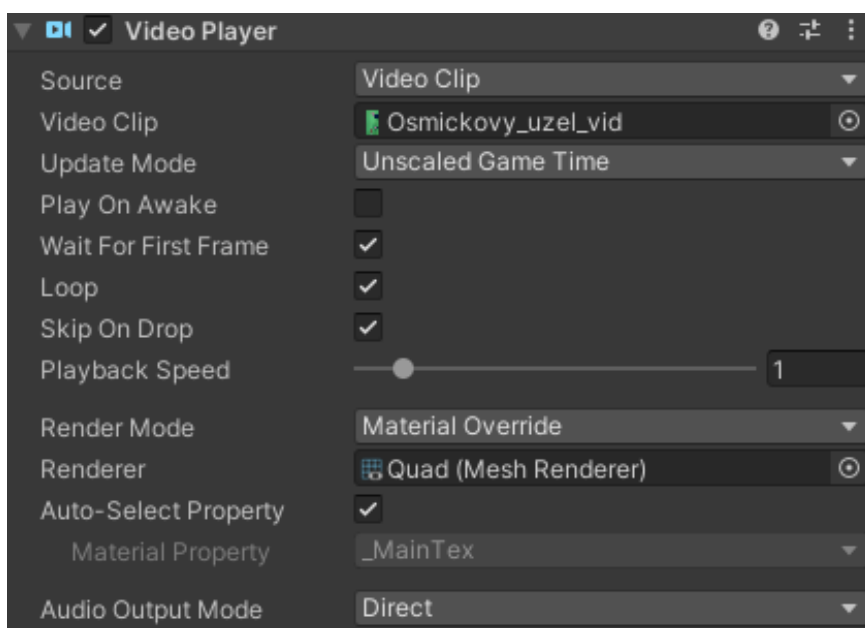
načtení konkrétní značky, a ne při spuštění aplikace a také její zastavení v případě, kdy uživatel kamerou mobilního zařízení opustí danou značku.



Obr. 43: Audio Source – Default Observer Event Handler

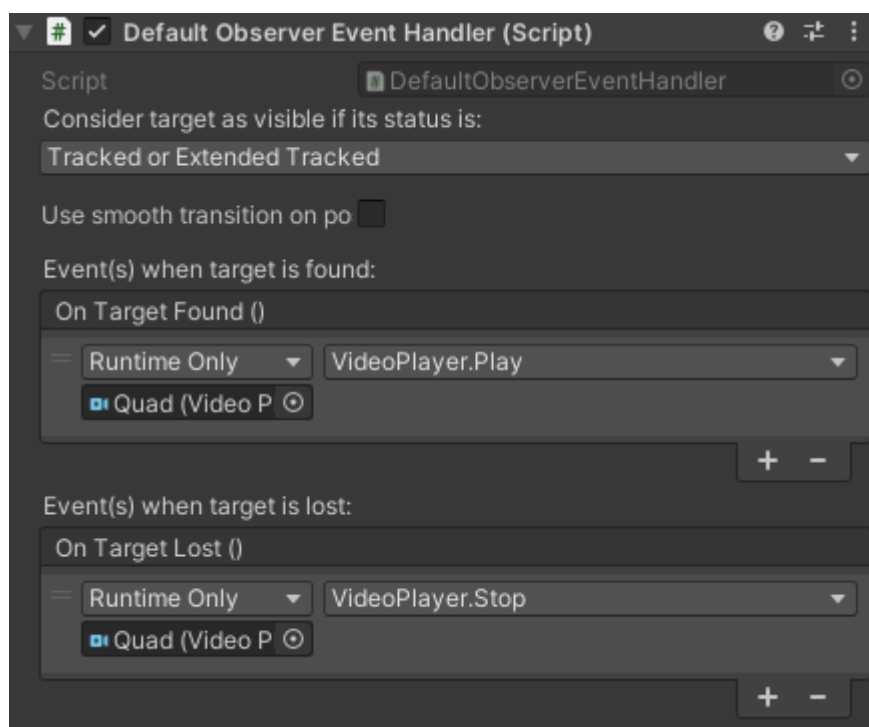
Podobným způsobem byly vytvořeny i zbylé obsahy práce (Foto/Video). U videí a fotografií byly však použity rozdílné funkcionality. V případě video nahrávek byly vytvořeny místo funkcí Audio source, Video Player. Aby byla videa na vytvořené značce správně spuštěna, bylo nutné za pomoci funkce Video Player nahrát správný obsah požadovaného videa a určit počáteční funkce. V tomto případě tak byla zrušena například možnost spuštění videa po otevření aplikace, čímž by mohlo dojít ke spuštění veškerého obsahu bez nutnosti načtení dané značky. Naopak byla nastavena funkce Loop pro vytvoření smyčky videa, pokud by uživatel nadále mířil kamerou mobilního zařízení na značku, aby se video opakovaně spouštělo. Tento krok byl zvolen z toho důvodu, kdy v případě například vytváření uzlů mohl opakovaně sledovat postupy. Podobně jako u audio obsahu byl upraven skript Default Observer Event Handler, v němž byl přesně definován obsah a funkcionality spuštění videa při nahrání značky mobilním zařízením a jeho ukončení.

Nastavení Video Player u vybraného příkladu metodického materiálu Cvičební řád 4_VÝŠ_Z Osmičkový uzel je na (Obr. 44).



Obr. 44: Video Player

Nastavení skriptu Default Observer Event Handler pro spuštění a ukončení video nahrávky po načtení značky mobilním zařízením je zobrazeno na (Obr. 45).

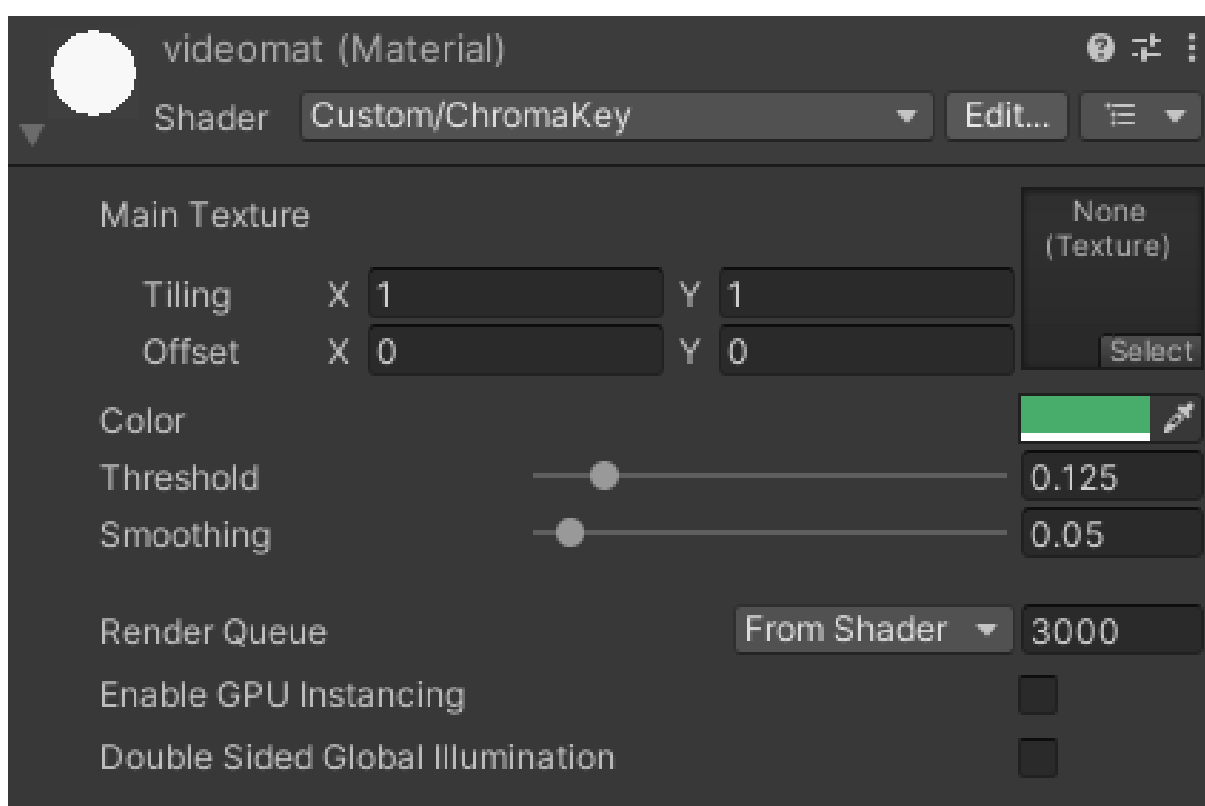


Obr. 45: Video Player – Default Observer Event Handler

Limitujícím prvkem u video nahrávek byl jejich formát. Software Unity Engine nepodporuje výstupní formáty exportované ze software Adobe AAfter Effects, v němž bylo odstraněno zelené pozadí. Z tohoto důvodu bylo potřebné nalézt alternativní řešení, které by umožnilo vložit obsah videa do RR bez zeleného

pozadí. Bylo tak navrženo vytvoření samostatného materiálu, v němž byl nahrán Shader ChromaKey. Tento shader umožňuje odstranit zelené pozadí přímo v software Unity Engine za pomoci aplikování konkrétní barevné škály a editace vstupních prahových hodnot (Threshold) a vyhlazování (Smoothing). Tento krok byl komplikovaný, jelikož reálné promítnutí pomocí webkamery zobrazovalo jiné výsledky klíčování než ve vytvořené aplikaci. Bylo tak zdlouhavé nastavit optimální parametry, které by umožňovaly vytvořit kompletní obsah videa bez pozadí.

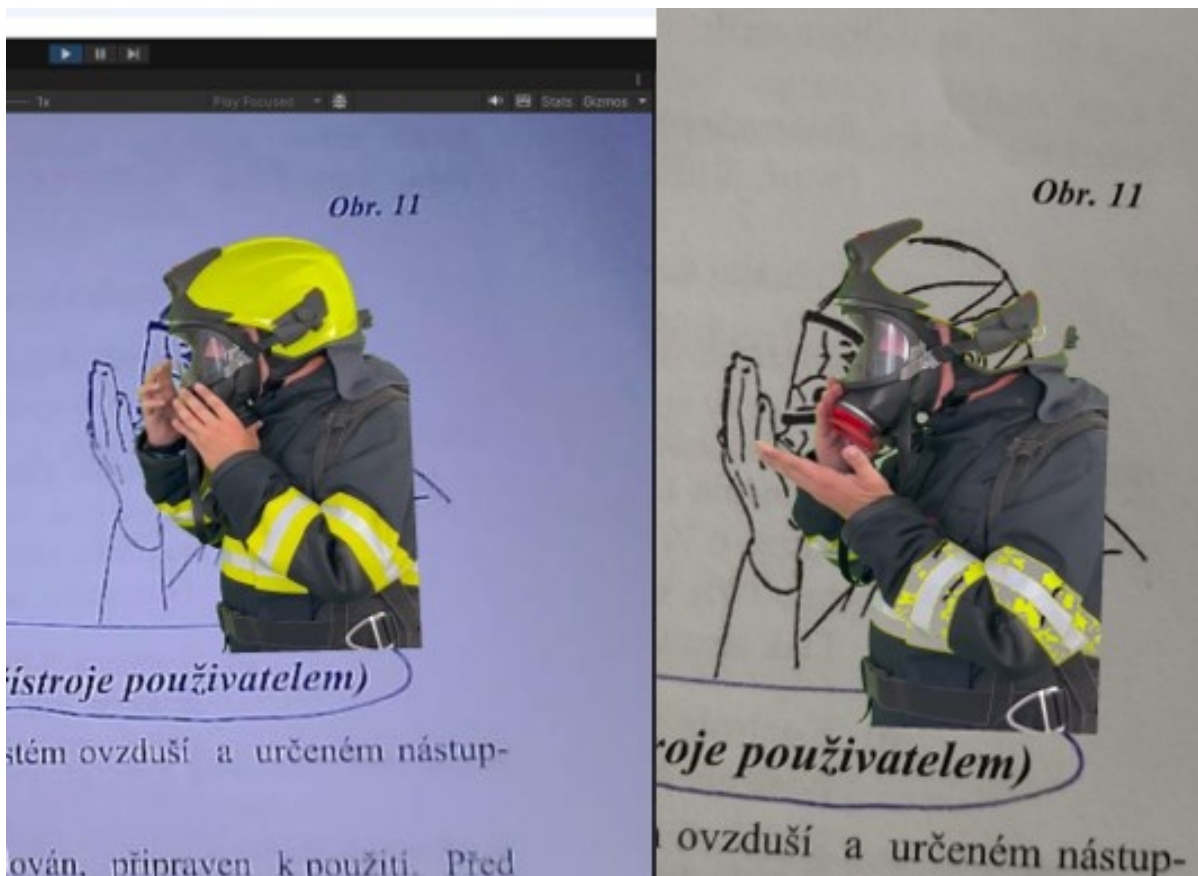
U videí se zeleným pozadím jsou tak hodnoty různorodé s ohledem na odstín videa. Nastavení materiálu a parametrů u videa dle metodického materiálu Cvičební řád 4_VÝŠ_Z Osmičkový uzel je zobrazeno na (Obr. 46).



Obr. 46: Material – Shader ChromaKey

Rozdílné výsledky v reálném čase zobrazení výstupu za pomoci webkamery a výstupu v aplikaci v mobilním zařízení jsou znázorněny na (Obr. 47). Lze pozorovat, že zatímco ve výstupu za pomoci software Unity Engine, je klíčování velmi zdařilé, tak u aplikace, která byla vytvořena a nainstalována do mobilního zařízení nastaly s těmito prvky komplikace.

Z tohoto důvodu bylo potřebné provést dvojí testování zařízení a nalézt hodnoty parametrů tak, aby nedošlo k poškození ve finální aplikaci pro mobilní zařízení.

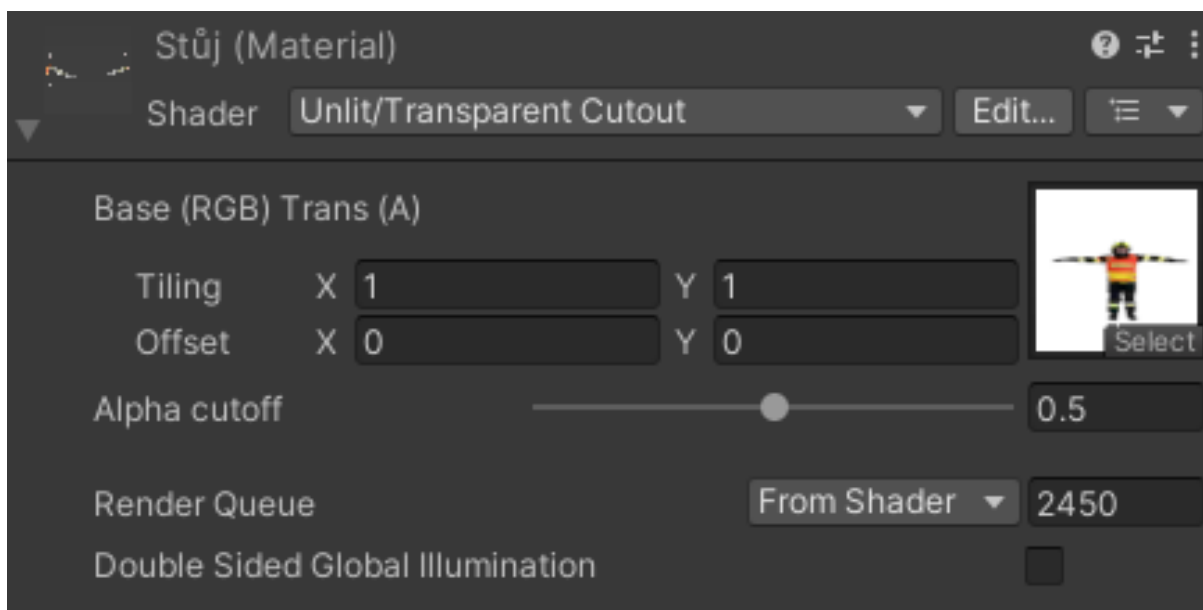


Obr. 47: Rozdíly ve výstupu v reálném čase v Unity Engine a výstupu aplikace v mobilním zařízení

U obsahu, který je tvořen pouze fotografiemi byl postup následující. Jednalo se především o metodický materiál:

- bojový řád 14_O Usměrnění provozu na pozemních komunikacích,
- 12 Ř Zpráva o zásahu,
- cvičební řád 1_OBEC Obecné zásady při provádění bojových rozvinutí; přenášení věcných prostředků požární ochrany; metodika výcviku.

Na konkrétním příkladu Usměrnění provozu povelu Stůj budou popsány kroky k realizaci. Snímky, které byly vloženy byly stejně tak, jako u ostatního obsahu videa a audia vloženy na vytvořený kvádr. Problém, který limitoval vložení byl fakt, že software Unity Engine nepodporuje vložení obrázku bez pozadí, tedy i když je obrázek ve formátu .png v transparentním modu, bylo pozadí automaticky dokresleno. Z tohoto důvodu byla vytvořena alternativa ořezu za pomoci funkce Shaderu Transparent Cutout, která byla vložena do samostatného materiálu (Obr. 48).



Obr. 48: Shader Transparent Cutout

Ořez (Obr. 49) povelu Stůj po aplikování Shaderu Transparent Cutout přiloženého na vloženém kvadrantu s unikátní značkou pro načtení obsahu v RR. Tak, jak je znázorněno zde, je poté na značce zobrazen i obrázek hasiče s povelem. V originálním dokumentu cvičebního řádu jsou pro ukázkou vloženy obrázky reprezentující daný povel.

Vlastní obrázky byly vytvořeny z důvodu, aby poukázaly na možnost vložení vlastního obsahu dle možností konkrétní jednotky a vytvoření tak vlastních prvků na základě materiálně technického vybavení hasičské stanice nebo zbrojnice.

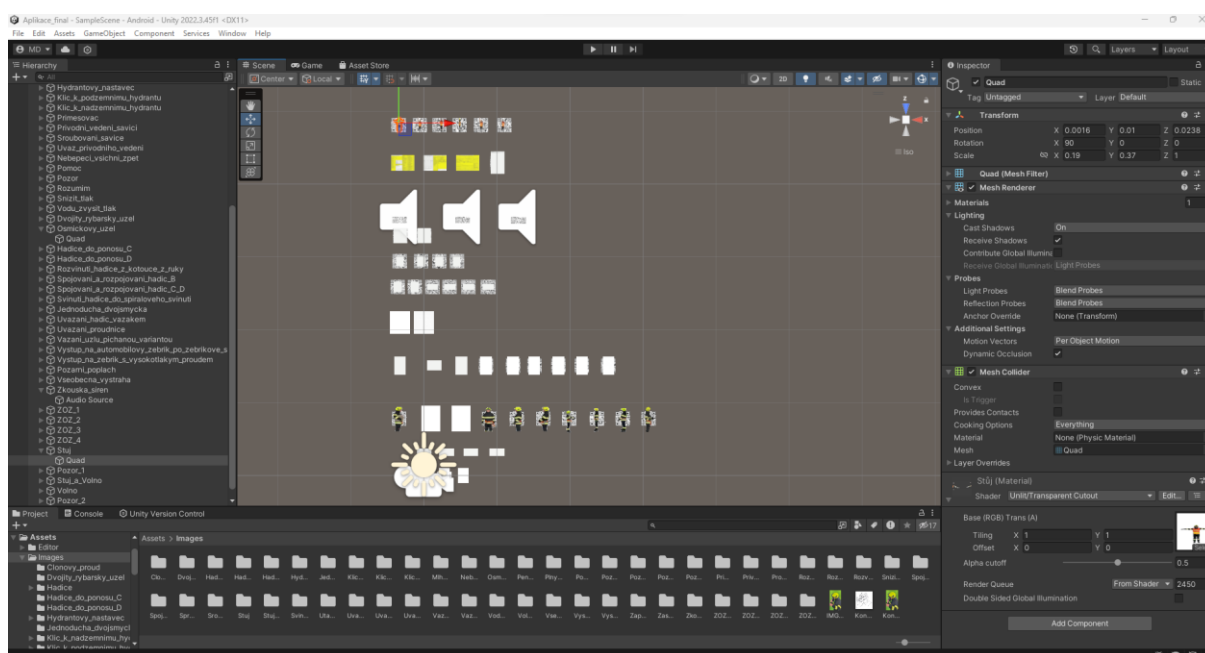


Obr. 49: Aplikování Shader Transparent Cutout

Za pomoci postupů, které byly popsány v této kapitole byly vytvořeny veškeré obsahy, které jsou součástí aplikace pro mobilní zařízení. Pro správné zobrazení veškerého obsahu po načtení značky mobilním zařízením musely být nastaveny také parametry výšky a šířky tak, aby obsah nebyl příliš malý nebo naopak velký a nezkracoval tak správné zobrazení.

Z důvodu orientace aplikace na mobilní zařízení, nebyly vloženým prvkům nastaveny funkcionality manipulace objektu, jako například přemístění, rotace nebo roztažení. V případě tvorby například pro Microsoft Hololens by tyto prvky byly brány v úvahu z důvodu dostatečného prostoru.

Pracovní prostředí software Unity Engine (Obr. 50), v němž jsou zobrazeny veškeré zpracované obsahy a složky doplňující tvorbu.



Obr. 50: Pracovní prostředí Unity Engine s vytvořeným obsahem

Na vytvořené koláži (Obr. 51), jsou prezentovány výstupy aplikace v RR s vybraným vytvořeným obsahem.

Na vytvořených značkách QR kódů lze vidět vizualizaci obsahu v RR. V koláži jsou prezentovány prvky video a foto tvorby. Audio nahrávky z metodického materiálu Bojový řád 3 OB Varování obyvatelstva zde nejsou prezentovány z důvodu, že by byla vidět pouze samotná značka QR kódu.



Obr. 51: Výstupy tvorby v mobilní aplikaci s prvky rozšířené reality

6. Hodnocení využití mobilní aplikace

Pro zhodnocení výhod a nevýhod využití mobilní aplikace byl vytvořen model příčina – riziko – účinek. Za pomoci tohoto modelu jsou znázorněny jak potenciální příčiny vzniku rizika, tak i riziko samotné v důsledku příčiny a jeho účinek (Obr. 52).



Obr. 52: Základní model příčina – riziko – účinek [96]

V tabulce 9 je zpracován model příčina – riziko – účinek na konkrétní příklad mobilní aplikace pro JPO s využitím RR.

Tabulka 9 Model příčina – riziko – účinek mobilní aplikace pro JPO

Číslo	Příčina	Riziko	Účinek
1.	Nedostatečná kontrola herního času	Únava a narušení zraku	Odmítnutí používání technologie
2.	Nedostatek mobilních telefonů u členů JPO	Nemožnost výuky u všech členů	Odmítnutí používání technologie
3.	Nedbalost při manipulaci se zařízeními	Poškození zařízení	Nemožnost pokračovat v edukaci
4.	Nereálnost projektu (např. chyby v postupu)	Záměna s realitou	Špatně prováděné postupy a jejich osvojení
5.	Neaktuálnost vytvořeného obsahu	Špatné informace	Neaktuálnost aplikace
6.	Nepodporované zařízení	Nemožnost zobrazení obsahu	Nemožnost edukace
7.	Nevolnost	Vyvolání nevolnosti u uživatele při projekci a manipulaci s obsahem	Odmítnutí používání technologie

Číslo	Příčina	Riziko	Účinek
8.	Omezený pohled zorného pole	Zhoršení zraku / nesplnění cílů	Odmítnutí používání technologie
9.	Rozsah prostorových dat	Výpadek navigačních systémů	Nesprávné fungování aplikace
10.	Očekávání uživatelů	Nesplnění očekávání	Odmítnutí používání technologie
11.	Rozdíly v zařízeních	Odchyšky v užití aplikace	Dezorientace uživatele a odmítnutí používání technologie
12.	Technická poruchovost	Závady na mobilním zařízení (aktualizace, plynulost)	Odmítnutí používání technologie
13.	Odlišnosti ve vybavení JPO	Nejednotnost vybavení JPO	Necentralizované vybavení JPO a jiná manipulace
14.	Rozdílné uživatelské zkušenosti	Nerovnost přístupu	Nerovné zkušenosti vedoucí k budoucímu využití aplikace
15.	Plynulost aplikace u starších zařízení	Nesprávný chod aplikace	Nedůvěra v aplikaci a odmítnutí používání technologie
16.	Špatná manipulace s kamerou zařízení	Nefunkčnost kamery zařízení	Nenačtení obsahu rozšířené reality
17.	Bezpečnostní chyby v aplikaci	Napadení aplikace	Podvodné odkazy
18.	Nedostatečná důvěra v technologii	Odmítnutí technologie	Odmítnutí používání technologie
19.	Distribuce jiných operačních systémů	Odlišný operační systém uživatele a aplikace	Nemožnost užití aplikace
20.	Ztráta orientace v prostoru	Nekoncentrovatelnost	Problémy ve vnímání

Vybrané příčiny mohou nastat v průběhu užití mobilní aplikace, ale také nemusí. Jedná se o předpoklad potenciálních příčin a rizik, které souvisejí s užitím aplikace a potenciálním riziky užití u běžných uživatelů se kterými se lze setkat.

Celkovou problematikou rizik u RR se zabývalo několik zahraničních odborných článků (Tabulka 10).

Tabulka 10 Rizika užití rozšířené reality

Riziko	Zdroj
Odcizení přihlašovacích údajů	IT security demand [97]
Deepfakes	IT security demand [97]
Nevolnost z pohybu	ITIF [98]
Dezinformace	ITIF [98]
Omezené zorné pole	ITIF [98]
Modifikace reality	Cyber Security [99]
Vložení škodlivého obsahu	Travancore Analytics [100]
Nedostatek standardizovaného zabezpečení	Travancore Analytics [100]
Rizika zabezpečení hardwaru, softwaru a dat	Press Books [101]
Zdraví	Press Books [101]

Nutno podotknout, že rizika rostou spolu s rozvojem technologie. Čím detailnější samotná technologie a její vykreslování simulací bude, tím více budou narůstat důsledky těchto rizik.

V současné době není technologie RR na takové úrovni, aby nebylo možné odlišit reálný svět od simulace, ale s rozvojem technologie bude postupně obtížnější tyto světy rozeznat.

7. Přínos pro vědu, výzkum, praxi a pedagogickou činnost

Na základě poznatků získaných z této práce lze uvést několik přínosů, které jsou uplatnitelné pro vědu, výzkum, praxi ale také pro pedagogické činnosti. Pro bližší popis jsou jednotlivé oblasti samostatně popsány.

Přínos pro vědu, výzkum a praxi

Aktuálnost a přínos pro vědu, výzkum a praxi je podpořen úkoly vyplývajícími z Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2025 s výhledem do roku 2030, které stanovují užití pokročilých technologií jako jednu ze svých priorit. Primárně to jsou technologie VR a RR. Disertační práce tak podporuje vědu a výzkum plněním stanovených úkolů aplikováním technologie RR do procesů edukace JPO.

Přínosem pro praxi je vytvořený návrh mobilní aplikace pro JPO. Aplikace využívá technologii RR, která je využita pro znázornění postupů dle metodických materiálů z bojových a cvičebních řádů a z konceptů odborné přípravy. Byla tak vytvořena digitalizace učebních textů, které jsou uplatnitelné u všech JPO a lze pomocí prvků RR dosáhnout vyšší efektivity při učení a osvojení si principů jednotlivých oblastí shrnutých ve vybraných metodických materiálech. Edukace je jednou z nejdůležitějších oblastí, které je nutno věnovat pozornost a rozvíjet ji v návaznosti na aktuální trendy.

Jednou z oblastí přínosu jsou prezentované simulace a modelování v procesech vzdělávání členů JPO. Výsledky práce mohou být uplatněny nejen mezi jednotlivými členy a veliteli JPO ale i jako opora pro další rozvoj problematiky RR. Dosažené výstupy a vytvořený návrh mobilní aplikace umožňuje rozšíření o interaktivní prvky pro zvýšení efektivity učení a umožňuje studovat vybrané metodické materiály interaktivně za pomoci vytvořeného obsahu (foto/video audio).

Text a výstup disertační práce může posloužit JPO jako návod a podpora pro další tvorbu pro příslušníky JPO s využitím vlastního materiálně technického vybavení, které však musí vycházet z platných metodik HZS ČR.

Přínosem práce je mimo jiné přehled potenciálních rizik, která jsou podpořena komparací zahraničních odborných článků. Tyto výsledky mohou být dále uplatněny jako opora pro další výzkum a podporu řešení problematiky.

Práce byla verifikována a posouzena v rámci HZS ČR viz. (PŘÍLOHA 2 potvrzení konzultací nad odborností a provedením disertační práce).

Přínos pro pedagogickou činnost

Přínosem jsou teoretická východiska práce. Kapitoly popisují problematiku JPO a pokročilých technologií, které jsou důležité pro pochopení nejen práce a přínosu pro pedagogickou činnost ale i jiná odvětví, neboť shrnují aktuální trendy a důležitost rozvoje samotné oblasti.

Pro pedagogickou činnost lze využít popsaných postupů tvorby mobilní aplikace a práce se zvolenými nástroji pro RR. Těchto výstupů může být využito nejen pro činnosti a edukaci členů JPO ale také pro vysokoškolskou praxi.

Díky ukázce digitalizace současných metodických materiálů pro vzdělávání příslušníků JPO, mezi které byly zařazeny bojové/cvičební řády a konspekty odborné přípravy se nabízí prostor pro pokračování v digitalizaci a úpravu studijních materiálů.

Aplikování RR umožňuje podporu aktivního učení a samostatnosti. Uživatel si může osvojit rychleji dané postupy a zefektivnit tak vlastní edukaci. Hlavním přínosem jsou praktické ukázky, které doplňují běžnou textovou podobu nebo jen přiložené fotografie. Díky mobilní aplikaci je možné přeměnit text nebo obrázky do digitální podoby, kdy v nejčastějších případech dochází ke spuštění videa a uživatel si tak osvojuje praktické zkušenosti, které jsou pro něj efektivnější než jen pouhý text.

Výhodou mobilní aplikace je možnost edukace kdykoliv a kdekoliv, neboť není vázána na internetové připojení a lze tak za pomoci metodických materiálů, vytvořených značek QR kódů a mobilní aplikace zobrazit obsah v RR.

Shrnutí

Výsledky disertační práce přinesly návrh užití technologie RR u JPO jako informační podpory. Výstupy jsou v podobě experimentálního modelu mobilní aplikace a jejího návrhu.

Společnou výhodou pro vědu, výzkum, praxi a pedagogickou činnost je snížení nákladů. Díky praktickým ukázkám není nutné nakládat tolik sil do reálných ukázek, ale mohou být dostačující ukázky vytvořené pro mobilní aplikaci v RR. Výhodou je mimo jiné ušetřený prostor, neboť si uživatel může za pomoci studijního textu a vytvořených značek obsah zobrazit kdekoliv.

Výsledky je možné aplikovat do studijních programů zaměřených nejen na oblast JPO, ale také do oblastí jako je ochrana obyvatelstva, IZS nebo bezpečnostní vědy.

ZÁVĚR

Předkládaná disertační práce se zabývala problematikou Informační podpory jednotek požární ochrany. Činnost jednotek požární ochrany patří mezi klíčové prvky ochrany obyvatelstva. Úkolem všech příslušníků a členů jednotek požární ochrany je být připraveni na situace v podobě mimořádných událostí a krizových situací. Z tohoto důvodu je důležité rozvíjet jejich schopnosti, dovednosti a vědomosti. K tomuto účelu jsou zpracovány metodické materiály.

V práci jsou shrnuta teoretická východiska z oblasti současného stavu řešení problematiky, v níž byl popsán integrovaný záchranný systém, jednotky požární ochrany, vzdělávání jednotek požární ochrany a pokročilých technologií a účelová, vzdělávací a další technická zařízení se zapojením pokročilých technologií a trenažéru ve výuce. Celkově teoretickou část zakončil dílčí závěr, v němž byly shrnuty základní poznatky z této části.

Cílem disertační práce bylo navrhnout užití technologie rozšířené reality u jednotek požární ochrany. K dosažení tohoto cíle byly využity metody modelování, simulace a model příčina – riziko – účinek a komparace.

Cíle bylo dosaženo vytvořením experimentálního modelu mobilní aplikace na operační systém Android, který obsahuje vytvořené prvky rozšířené reality. Aplikování bylo situováno do metodických materiálů, které jsou tvořeny bojovými řády, cvičebními řády a konspekty odborné přípravy.

Práce přinesla potenciální využití technologie rozšířené reality u jednotek požární ochrany a rozvoj této oblasti ve vědě, výzkumu, praxi a pedagogické činnosti. Přínosem práce je návrh zefektivnění edukace vybraných postupů, které byly vybrány na základě limitních prvků, a to prostor pro pořízení obsahu a materiálně technického vybavení dotčených jednotek požární ochrany, s nimiž bylo spolupracováno.

V rámci prezentovaných metod byla uvedena také metoda dotazníkového šetření. Z důvodu nedostatečného počtu respondentů nebyly výsledky této metody do disertační práce zpracovány.

V přílohové části jsou obsaženy značky QR kódů, které slouží pro zobrazení prvků rozšířené reality. V příloze je rovněž vložen list o provedených konzultacích se zástupcem Hasičského záchranného sboru České republiky nad řešením disertační práce a odborností zvolených metod a postupů.

Seznam použité literatury

- [1] BLAHUTA, Jiří, 2017. *Algoritmizace studijní opora pro kombinované studium*. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, o.p.s., 93 s. Dostupné také z: <https://www.mvso.cz/files/algoritmizace-studijni-text.pdf>
- [2] Ministerstvo vnitra České republiky. *Terminologický slovník pojmů z oblasti krizového řízení, ochrany obyvatelstva, environmentální bezpečnosti a plánování obrany státu, 2016*. Prague: Ministerstvo vnitra české republiky.
- [3] ČESKO. Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. In: Sběrka zákonů. 29. 5. 1998.
- [4] ČESKO. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a změně některých zákonů. In: Sběrka zákonů. 28. 6. 2000.
- [5] ČESKO. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). In: Sběrka zákonů. 9. 8. 2000.
- [6] FEARN-BANKS, K., 2016. *Crisis Commucations. A casebook approach. 5*. New York: Routledge. ISBN 9781317410409.
- [7] HADDOW, George D., Jane A. BULLOCK a Damon P. COPPOLA, 2020. *Introduction to emergency management. 7*. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-12-817139-4.
- [8] ZHÁNĚL, Jiří, Vladimír HELLEBRANDT a Martin SEBERA, 2014. *Metodologie výzkumné práce*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-265-0032-2.
- [9] RYBÁR, Mikuláš. *Modelovanie a simulácia vo vojenstve*. Vydanie prvé. Bratislava: Vydavateľská a informačná agentura, Ministerstvo obrany Slovenskej republiky, 2000. ISBN 80-88842-34-4.
- [10] FURHT, Borivoje, c2011. *Handbook of augmented reality*. New York, NY: Springer. ISBN 14-614-0064-3.
- [11] KŘIVÝ, Ivan a Evžen KINDLER, 2001. *SIMULACE A MODELOVÁNÍ*. Ostrava: OSTRAVSKÁ UNIVERZITA.
- [12] URBÁNEK, Jiří, 2013. *Crisis scenarios. Ed. 1st*. Brno: University of Defence. ISBN 978-80-7231-934-3.

- [13] DOERNER, Ralf et al., 2022. *Virtual and Augmented Reality (VR/AR)*. Germany: Springer. ISBN 978-3-030-79061-5.
- [14] LOŠEK, Václav, 2013. *Integrovaný záchranný systém*. Uherské Hradiště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-287-9.
- [15] Ministerstvo vnitra České republiky. *Modul – G: integrovaný záchranný systém a požární ochrana, 2020*. Praha: Ministerstvo vnitra. ISBN 978-80-7616-071-2.
- [16] Ministerstvo vnitra České republiky. *Analýza hrozeb pro českou republiku, 2015*. In: Praha: Ministerstvo vnitra.
- [17] MV-GŘHZS ČR. *Jednotky PO, c2023*. HZSCR.cz [online]. Praha: MV-GŘHZS ČR [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/jednotky-po-961839.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>
- [18] Hanuška, Zdeněk, 2008. *Organizace jednotek požární ochrany. 2., aktualiz. vyd.* V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-035-7.
- [19] ČESKO. Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru). In: Sbírka zákonů. 7. 12. 2015.
- [20] MV-GŘHZS ČR. *Hasičský záchranný sbor České republiky, c2023*. HZSCR.cz [online]. Praha: MV-GŘHZS ČR [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasicky-zachranny-sbor-ceske-republiky.aspx>
- [21] ŠÍN, Robin, 2017. *Medicína katastrof*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-295-4.
- [22] HZS ČR. *Hasičský útvar ochrany Pražského hradu, c2023*. Online. Hzscr.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasicky-utvar-ochrany-prazskeho-hradu-menu-o-nas-zakladni-informace.aspx>. [cit. 2023-10-09].
- [23] VILÁŠEK, Josef, Miloš FIALA a David VONDRÁŠEK, 2014. *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století*. Praha: Karolinum. ISBN 978-802-4624-778.
- [24] ČESKO. Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně. In: *Sbírka zákonů ČR*. 17. 12. 1985.

- [25] ČESKO. Zákon č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě. In: *Sbírka zákonů ČR*. 8. 12. 2011.
- [26] ČESKO. Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky. In: *Sbírka zákonů ČR*. 11. 8. 2008.
- [27] Ministerstvo vnitra České republiky. *Organizační struktura PČR, c2023*. Online. Policie.cz. Dostupné z: <https://www.policie.cz/soubor/policie-ceske-republiky-soubory-organizacni-schema-policie-cr-pdf.aspx>. [cit. 2023-12-08].
- [28] ČESKÁ REPUBLIKA, 2001. Vyhláška Ministerstva vnitra o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany. In: *Sbírka zákonů ČR*. ročník 2001, 95/2001, číslo 247.
- [29] VOLÁK, Jiří, 1994. *Plošné pokrytí sil a prostředků v okrese Kroměříž*. Ostrava. Postgraduální práce. VŠB – TU Ostrava. Vedoucí práce Kvarčák Miloš.
- [30] Česká republika, 2005. *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele hasičského záchranného sboru české republiky a náměstka ministra vnitra*. In: . 36/2005.
- [31] HZS ČR. *Odborná příprava v JPO, c2023*. Online. HZSCR.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/odborna-priprava-v-jpo.aspx>. [cit. 2023-12-05].
- [32] Česká republika, 2009. *Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky: kterým se stanoví postup pro přípravu a provedení prověřovacích a taktických cvičení*. In: Praha: Generální ředitel HZS ČR, ročník 2009.
- [33] HZS ČR. *Střední odborná škola požární ochrany a Vyšší odborná škola požární ochrany, c2023*. Online. HZSCR.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/o-nas-zakladni-informace-zakladni-informace.aspx>. [cit. 2023-12-11].
- [34] HZS ČR. *ŠVZ HZS ČR, c2023*. Online. HZSCR.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/kdy-svz-vzniklo.aspx>. [cit. 2023-12-11].
- [35] HZS ČR. *Trenažéry ŠVZ HZS ČR, c2023*. Online. HZSCR.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/trenazery.aspx>. [cit. 2023-12-11].
- [36] HZS ČR. *Institut ochrany obyvatelstva v Lázně Bohdaneč, c2023*. Online. HZSCR.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/historie-a-soucasnost-institutu-ochrany-obyvatelstva.aspx>. [cit. 2023-12-11].

- [37] HZS ČR. *Vzdělávání a výcvik v IOO LB, c2023*. Online. HZSCR.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/souhrnny-prehled-vzdelavacich-akci-na-2-pololeti-2023.aspx>. [cit. 2023-12-11].
- [38] HZS ČR. *Základní poslání TÚPO, c2023*. Online. HZSCR.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/zakladni-poslani.aspx>.
- [39] PATTYNOVÁ, Jana, Jiří ČERNÝ a Olga SLIPETSKA, 2019. *Právní aspekty virtuální, rozšířené a smíšené reality*. EPRAVO.CZ [online] [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/pravni-aspekty-virtualni-rozsirene-a-smisene-reality-109408.html>
- [40] SEKAL, Monika, 2020. *Rozšířená a virtuální realita? Ano, ale opatrně*. blog.avast.com [on-line] [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://blog.avast.com/cs/rozsirena-a-virtualni-realita-ano-ale-opatrne>
- [41] GOSSETT, Stephen, 2023. *Virtual Reality in Education: Benefits, Uses and Examples*. Online. Builtin.com. Dostupné z: <https://builtin.com/articles/virtual-reality-in-education>. [cit. 2024-12-04].
- [42] KIPPER, Gregory a Joseph RAMPOLLA, c2013. *Augmented reality: an emerging technologies guide to AR*. Waltham: Syngress. ISBN 9781597497336.
- [43] Abdullah M. Al-Ansi, Mohammed Jaboob, Askar Garad, Ahmed Al-Ansi, 2023. *Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education*. Social Sciences & Humanities Open, Volume 8, Issue 1, 2023, 100532, ISSN 2590-2911, <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>.
- [44] Zháněl, Jiří, Vladimír Hellebrandt a Martin Sebera, 2014. *Metodologie výzkumné práce*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-6696-0.
- [45] Grasseová, Monika, Radek Dubec a David Řehák, 2012. *Analýza podniku v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení*. 2. vyd. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0032-2.
- [46] MV-GŘ HZS ČR. *Obecné zásady při provádění bojových rozvinutí; Přenášení věcných prostředků požární ochrany*. Metodika výcviku, 2019. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/cvicebni_rad/OBEC-01.pdf.
- [47] MV-GŘ HZS ČR. *Povely a signály, 2019*. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/cvicebni_rad/OBEC-03.pdf.

- [48] MV-GŘ HZS ČR. *Výcvik s hadicemi*, 2019. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/cvicebni_rad/OBEC-05.pdf.
- [49] MV-GŘ HZS ČR. *Pracovní uzly*, 2019. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/cvicebni_rad/OBEC-06.pdf.
- [50] MV-GŘ HZS ČR. *Prívodní vedení*, 2019. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/cvicebni_rad/DR3-03.pdf.
- [51] MV-GŘ HZS ČR. *Výstup na žebřík a vytvoření prvního proudu; Proud s pomocí výškové techniky*, 2019. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/cvicebni_rad/DR5-15.pdf.
- [52] MV-GŘ HZS ČR. *Základní činnost ve VVH; Uzly a kotevní body*, 2019. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/cvicebni_rad/VYS-04-Z.pdf.
- [53] MV-GŘ HZS ČR. *Usměrňování provozu na pozemních komunikacích*, 2017. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/bojovy_rad/O_14_Rizeni_provozu.pdf.
- [54] MV-GŘ HZS ČR. *Zpráva o zásahu*, 2017. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/bojovy_rad/R_12_ZOZ.pdf.
- [55] MV-GŘ HZS ČR. *Varování obyvatelstva*, 2017. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/bojovy_rad/Ob_03_Varovani.pdf.
- [56] MV-GŘ HZS ČR. *Hasební prostředky: Hašení vodou, vodní proudy, proudnice*, 2017. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/konspekty/1_3_01.pdf.
- [57] MV-GŘ HZS ČR. *Věcné prostředky: Používání vzduchových dýchacích přístrojů u jednotek požární ochrany*, 2017. Praha: MV-GŘ HZS ČR. Dostupné také z: https://metodika.cahd.cz/konspekty/3_1_01.pdf.
- [58] ZUZA, Mikolas, 2018. *Fotogrammetrie – 3D skenování s použitím fotoaparátu či mobilu*. Online. Josefprusa.cz. Dostupné z: <https://josefprusa.cz/fotogrammetrie-3d-skenovani-s-pouzitim-fotoaparatu-ci-mobilu/>. [cit. 2024-07-17].
- [59] Park, DongSoon, 2023. *Post-Earthquake Reconnaissance of a Dam with Stabilizing Fill using Drone Photogrammetry*. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation. 23. 103-114. 10.9798/KOSHAM.2023.23.5.103.

- [60] Frank, Edwin, 2024. *LiDAR Sensors: Technology and Applications Author*.
- [61] Rutkowski, W.; Lipecki, T., 2023. *Use of the iPhone 13 Pro LiDAR Scanner for Inspection and Measurement in the Mineshaft Sinking Process*. *Remote Sens.* 2023, 15, 5089. <https://doi.org/10.3390/rs15215089>
- [62] Caleb, Akanbi, 2024. *Understanding the Basics of AI*.
- [63] Aljanabi, Mohammad & G. Yaseen, Mohanad & Ali, Ahmed & Abed, Saad & ChatGpt, 2023. *ChatGpt: Open Possibilities. 4*. 10.52866/20ijcsm.2023.01.01.0018.
- [64] 3D CSM, c2024. Online. 3d.csm.ai. Dostupné z: <https://3d.csm.ai/>. [cit. 2024-07-22].
- [65] 3D LiDAR Scanner, c2024. Online. Apps.apple.com. Dostupné z: <https://apps.apple.com/cz/app/3d-lidar-scanner/id1642329012?l=cs>. [cit. 2024-07-23].
- [66] CamToPlan – 3D Scanner & LiDAR, c2024. Online. Apps.apple.com. Dostupné z: <https://apps.apple.com/us/app/camtoplan-3d-scanner-lidar/id1547594886>. [cit. 2024-07-23].
- [67] RTAB-Map – 3D LiDAR Scanner, c2024. Online. Apps.apple.com. Dostupné z: <https://apps.apple.com/rs/app/rtab-map-3d-lidar-scanner/id1564774365>. [cit. 2024-07-23].
- [68] RealityScan – 3D Scanning App, c2024. Online. Apps.apple.com. Dostupné z: <https://apps.apple.com/us/app/realityscan-3d-scanning-app/id1584832280>. [cit. 2024-07-23].
- [69] Polycam 3D Scanner, LiDAR, 360, c2024. Online. Apps.apple.com. Dostupné z: <https://apps.apple.com/us/app/polycam-3d-scanner-lidar-360/id1532482376>. [cit. 2024-07-23].
- [70] Tomanová, Kateřina; Smetana, Marek; Kavan, Štěpán; Rathauský, Zdeněk a Mudrochová, Soňa, 2020. *Využití rozšířené reality pro přípravu a vzdělávání obyvatelstva*. *The Science for Population Protection*. roč. 2020, č. 1, s. 1-8.
- [71] HORÁKOVÁ, B. Vendula, c2024. *Nové technologie budou v budoucnu nedílnou součástí přípravy na zásahy nejen profesionálních hasičů*. Online. Hzscr.cz. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/2023-unor-nove-technologie->

budou-v-budoucnu-nedilnou-soucasti-pripravy-na-zasahy-nejen-profesionalnich-hasicu.aspx. [cit. 2024-08-05].

[72] HZS ČR. *Ukázka užití Hololens u HZS Pardubice, c2024*. Online. In: Hzscr.cz.

Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/SCRIPT/ViewImage.aspx?id=1279836&docname=bryle-3D-4.jpg>. [cit. 2024-08-05].

[73] Centrum pro bezpečný stát. *AR Safebook, c2024*. Online. Centrum pro bezpečný stát. Dostupné z: <https://cpbs.cz/ARsafebook/#0>. [cit. 2024-08-05].

[74] Fight AR, c2024. Online. Fight-ar.com. Dostupné z: <http://fight-ar.com/>. [cit. 2024-08-05].

[75] CHIA, Osmond, 2023. *Firefighters to use AR headsets to identify equipment, spot defects, as part of 5G project*. Online. Straitstimes.com. Dostupné z: <https://www.straitstimes.com/tech/firefighters-to-use-ar-headsets-to-identify-equipment-spot-defects-as-part-of-5g-project>. [cit. 2024-08-06].

[76] CHÚLÁIN, Aisling Ní, 2021. *California firefighters are turning to Augmented Reality to combat blazes*. Online. Euronews.com. Dostupné z: <https://www.euronews.com/next/2021/06/24/california-firefighters-are-turning-to-augmented-reality-to-combat-blazes>. [cit. 2024-08-06].

[77] C-THRU Navigator, c2024. Online. In: Haltian.com. Dostupné z: <https://haltian.com/wp-content/uploads/2021/01/c-thru-by-qwake-technologies.jpg>. [cit. 2024-08-06].

[78] Yusufalievich, M.S.; Maripjon, O.; Xakimov, O., 2022. *Natural Emergency Situations and Protection of the Population from their Effects*. Cent. Asian J. Theor. Appl. Sci. 2022, 3, 379–383.

[79] Li, F., 2022. *Intelligent Science Empowers: Building Fire Protection Technology Development*. In Handbook of Cognitive and Autonomous Systems for Fire Resilient Infrastructures; Springer: Cham, Switzerland, 2022; pp. 93–116.

[80] Yu, X.; Yu, P.; Wang, C.; Wang, D.; Shi, W.; Shou, W.; Wang, J.; Wang, X., 2022. *Integrating Virtual Reality and Building Information Modeling for Improving Highway Tunnel Emergency Response Training*. Buildings 2022, 12, 1523. [CrossRef]

- [81] Doerner, R.; Broll, W.; Grimm, P.; Jung, B., 2022. *Virtual and Augmented Reality (VR/AR) Foundations and Methods of Extended Realities (XR)*; Springer: Freiberg, Germany, 2022. [CrossRef]
- [82] Xu, L.; Huang, K.; Liu, J.; Dongsheng Li, Y.; Chen, F., 2022. *Intelligent planning of fire evacuation routes using an improved ant colony optimization algorithm*. J. Build. Eng. 2022, 61, 105208. [CrossRef]
- [83] Vichova, K.; Hromada, M., 2018. *Assessment of emergency supply of healthcare facilities as a module of the crisis management information system*. MATEC Web Conf. 2018, 210, 02026. [CrossRef]
- [84] Qin, J.; Liu, C.; Huang, Q., 2020. *Simulation on fire emergency evacuation in special subway station based on Pathfinder*. Case Stud. Therm. Eng. 2020, 21, 100677. [CrossRef]
- [85] Popov, O.; Kyrylenko, Y.; Kameneva, I.; Iatsyshyn, A.; Andrii, I.; Kovach, V.; Artemchuk, V.; Bliznyuk, V.; Kiv, A., 2022. *The use of specialized software for liquid radioactive material spills simulation to teach students and postgraduate students*. CTE Workshop Proceedings. 2022, 3085, 306–322. [CrossRef]
- [86] Jacobs, C.; Foote, G.; Joiner, R.; Williams, M., 2022. *A Narrative Review of Immersive Technology Enhanced Learning in Healthcare Education*. Int. Med. Edu. 2022, 1, 43-72. <https://doi.org/10.3390/ime1020008>
- [87] Nakamura, H.; Mizuno, Y., 2022. *Development of Augmented-Reality-Based Magnetic Field Visualization System as an Educational Tool*. Sensors 2022, 22, 8026. <https://doi.org/10.3390/s22208026>
- [88] Žilak, M.; Car, Ž.; Čuljak, I., 2022. *A Systematic Literature Review of Handheld Augmented Reality Solutions for People with Disabilities*. Sensors 2022, 22, 7719. <https://doi.org/10.3390/s22207719>
- [89] Palumbo, A., 2022. *Microsoft HoloLens 2 in Medical and Healthcare Context: State of the Art and Future Prospects*. Sensors 2022, 22, 7709. <https://doi.org/10.3390/s22207709>
- [90] Medina-Sanchez, E.H.; Mikusova, M.; Callejas-Cuervo, M., 2021. *An Interactive Model Based on a Mobile Application and Augmented Reality as a Tool to Support Safe and Efficient Mobility of People with Visual Limitations*

in Sustainable Urban Environments. Sustainability 2021, 13, 9973. <https://doi.org/10.3390/su13179973>

[91] Ramos-Hurtado, J.; Muñoz-La Rivera, F.; Mora-Serrano, J.; Deraemaeker, A.; Valero, I., 2022. *Proposal for the Deployment of an Augmented Reality Tool for Construction Safety Inspection*. Buildings 2022, 12, 500. <https://doi.org/10.3390/buildings12040500>

[92] Ecobe. *Reflektor LED Halogenový na stojanu 2x100W 7000 lm 4000K Ecolight*. Online. In: Ecobe.cz. Dostupné z: <https://www.ecobe.cz/sada-led-reflektoru-2x100w-160cm-stativ-kryt-neutralni-bila/>. [cit. 2024-09-03].

[93] Alza. *iPhone 12 PRO Max, 2021*. Online. In: Alza.cz. Dostupné z: <https://m.alza.cz/EN/iphone-12-pro-max-128gb-blue-d6452645.htm?loginSuccess=1>. [cit. 2024-09-03].

[94] Adobe. *Adobe After Effects*. Online. Adobe. Dostupné z: https://www.adobe.com/cz/products/aftereffects.html?gclid=CjwKCAjw9eO3BhBNEiwAoc0-jcN2eREB0KKnYNN4yo5ndATjKD68GVYKbTShqxMl3CsnqVifdfECQxoCsJwQAvD_BwE&skwid=AL!3085!3!601095134302!e!!g!!after%20effects&mv=search&mv2=paidsearch&sdid=G85SYKHF&ef_id=CjwKCAjw9eO3BhBNEiwAoc0-jcN2eREB0KKnYNN4yo5ndATjKD68GVYKbTShqxMl3CsnqVifdfECQxoCsJwQAvD_BwE:G:s&s_kwid=AL!3085!3!601095134302!e!!g!!after%20effects!1473547901!57445685672&gad_source=1. [cit. 2024-09-30].

[95] Vuforia, c2024. Online. Vuforia. Dostupné z: <https://developer.vuforia.com/home>. [cit. 2024-10-11].

[96] KORECKÝ, Michal a TRKOVSKÝ, Václav, 2011. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Expert. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3221-3.

[97] Demand Talk. *Why Are Security Risks in Virtual and Augmented Reality A Major Concern Now?*, 2023. Online. IT Security Demand. Dostupné z: <https://www.itsecuritydemand.com/insights/security/why-are-security-risks-in-virtual-and-augmented-reality-a-major-concern-now/>. [cit. 2024-10-29].

[98] Juan Londoño, 2023. *User Safety in AR/VR: Protecting Adults, 2023*. Online. ITIF. Dostupné z: <https://itif.org/publications/2023/01/17/user-safety-in-ar-vr-protecting-adults/>. [cit. 2024-10-29].

[99] David Balaban, 2024. *VR and AR: Potential security risks to be prepared for*. Online. Cyber Security. Dostupné z: <https://cybersecurity.att.com/blogs/security-essentials/vr-and-ar-potential-security-risks-to-be-prepared-for>. [cit. 2024-10-29].

[100] Team TA, 2023. *How to Minimize Augmented Reality Security Risks: A Brief Roadmap*. Online. Travancore Analytics. Dostupné z: <https://www.travancoreanalytics.com/minimize-augmented-reality-security-risks/>. [cit. 2024-10-29].

[101] Peter Riendeau, c2024. *Augmented and Virtual Reality: The next big thing in marketing?* Online. Press Books. Dostupné z: <https://pressbooks.pub/augmentedrealitymarketing/chapter/risk-and-arvr/>. [cit. 2024-10-29].

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Krizové stavy [5].....	14
Tabulka 2 Členění výjezdových skupin [24].....	16
Tabulka 3 Základní tabulka plošného pokrytí [19]	20
Tabulka 4 Druhy odborné přípravy [19].....	22
Tabulka 5 Kurzy odborné způsobilosti [19].....	23
Tabulka 6 Rozsah kurzů odborné přípravy [19].....	24
Tabulka 7 Vybrané metodické materiály.....	40
Tabulka 8 Rešerše odborných publikací.....	55
Tabulka 9 Model příčina – riziko – účinek mobilní aplikace pro JPO.....	78
Tabulka 10 Rizika užití rozšířené reality.....	80

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Členění složek integrovaného záchranného systému [4].....	12
Obr. 2: Členění MU dle Analýza hrozeb pro ČR [16]	13
Obr. 3 Organizační struktura HZS ČR [23]	15
Obr. 4: Organizační struktura ZZS ČR [25].....	17
Obr. 5: Organizační struktura PČR [27]	18
Obr. 6: Úkoly JPO [18]	20
Obr. 7: Podpora IOO LB pro HZS ČR [36].....	29
Obr. 8: Technický ústav požární ochrany	30
Obr. 9: Organizační struktura Technického ústavu požární ochrany [38].....	31
Obr. 10: Virtuální realita – HTC Vive Pro	32
Obr. 11: Rozšířená realita – Hololens 2	33
Obr. 12: Ukázka fotogrammetrie	43
Obr. 13: Ukázka užití LiDar	44
Obr. 14: Ukázka užití 3D CSM.....	45
Obr. 15: Ukázka užití aplikace 3D LiDar Scanner.....	46
Obr. 16: Ukázka užití aplikace CamToPlan – 3D Scanner & LiDar	47
Obr. 17: Ukázka užití aplikace RTAB-Map – 3D LiDar Scanner	48
Obr. 18: Ukázka užití aplikace RealityScan – 3D Scanning App.....	49
Obr. 19: Ukázka užití aplikace Polycam 3D Scanner, LiDar 360	50
Obr. 20: Ukázka užití Hololens u HZS Pardubice [72].....	51
Obr. 21: Ukázka obsahu z AR Safebook [73]	52
Obr. 22: Ukázka Fight AR [74]	53
Obr. 23: Ukázka headsetu pro rozšířenou realitu [75]	53
Obr. 24: C-THRU Navigator [77]	54
Obr. 25: Proces postupu a realizace disertační práce	60
Obr. 26: Zelené plátno.....	60
Obr. 27: reflektor LED Halogenový na stojanu 2x100W 7000 lm 4000K Ecolight [90]	61
Obr. 28: iPhone 12 PRO MAX [93].....	62
Obr. 29: Adobe After Effects	62
Obr. 30: Unity Hub	63
Obr. 31: Klíčování videa v Adobe After Effects.....	64
Obr. 32: Zpracované klíčování videa v Adobe After Effects	64
Obr. 33: Roto brush.....	65
Obr. 34: Roto brush – export videa	66
Obr. 35: Vuforia – Nízká kvalita Target Manager	66
Obr. 36: Ukázka QR kódu z Bojového řádu 3 OB.....	67
Obr. 37: Vuforia – Vysoká kvalita Target Manager	67
Obr. 38: Licenční klíč Vuforia.....	68
Obr. 39: Build Settings.....	69
Obr. 40: Obsah projektu (Assets)	69
Obr. 41: Originální obrázek Zkoušky sirén a vytvořený QR kód	70
Obr. 42: Image Target Behaviour	70
Obr. 43: Audio Source – Default Observer Event Handler	71

Obr. 44: Video Player.....	72
Obr. 45: Video Player – Default Observer Event Handler	72
Obr. 46: Material – Shader ChromaKey.....	73
Obr. 47: Rozdíly ve výstupu v reálném čase v Unity Engine a výstupu aplikace v mobilním zařízení...	74
Obr. 48: Shader Transparent Cutout	75
Obr. 49: Aplikování Shader Transparent Cutout	75
Obr. 50: Pracovní prostředí Unity Engine s vytvořeným obsahem	76
Obr. 51: Výstupy tvorby v mobilní aplikaci s prvky rozšířené reality	77
Obr. 52: Základní model příčina – riziko – účinek [96]	78
Obr. 53 Přívodní vedení savicí	113
Obr. 54 Úvaz přívodního vedení.....	114
Obr. 55 Šroubování savice	114
Obr. 56 Clonový proud	122
Obr. 57 Mlhový proud	122
Obr. 58 Plný proud	123
Obr. 59 Sprchový proud.....	123
Obr. 60 Kontrola lícnicové masky	124
Obr. 61 Utažení ramenních popruhů.....	124
Obr. 62 Zapnutí stabilizačního popruhu	125

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
GIS	Geografické informační systémy
GŘ	Generální ředitelství
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IOO LB	Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	Jednotky požární ochrany
JSDH	Jednotka sboru dobrovolných hasičů
JSDHO	Jednotka sboru dobrovolných hasičů obce
JSDHP	Jednotka sboru dobrovolných hasičů podniku
KI	Kritická infrastruktura
LiDar	Light Detection and Ranging
LZS	Letecká záchranná služba
MU	Mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
NL	Nebezpečné látky
NOV	Nástupní a odborný výcvik
PČR	Policie České republiky
RLP	Rychlá lékařská pomoc
RR	Rozšířená realita
RTAB-MAP	Real-Time Appearance-Based Mapping
RV	Rendez Vous
RZP	Rychlá zdravotnická pomoc
SaP	Síly a prostředky
SCDF	Singapore Civil Defence Force
SDHO	Sbor dobrovolných hasičů obce
SDHP	Sbor dobrovolných hasičů podniku
SFM	Structure from motion

SKPV	Služba kriminální policie a vyšetřování
ŠVZ	Školící a vzdělávací zařízení
TÚPO	Technický ústav požární ochrany
VE	Virtual Environment
VR	Virtual Reality
VVH	Výška nad volnou hloubkou
ZaLP	Záchranné a likvidační práce
ZZS	Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby

PUBLIKAČNÍ ČINNOST AUTORA

Publikační činnost autora je složena z příspěvků v časopisech evidovaných v databázích Scopus, Web of Science a také českých recenzovaných časopisů. Některé práce byly autorem prezentovány na zahraničních konferencích, které jsou hodnoceny v databázích Scopus a Web of Science.

Leden 2017

RAK, Jakub, Martin Džermanský, Jan Vaněk, Jan Mička, Miroslav Musil a Otakar Jiří Mika, 2017. *Spatial risk analysis in the town of Kyjov*. WSEAS Transactions on Environment and Development [online]. 2017, vol. 13, s. 514-523. ISSN 1790-5079. Dostupné z: <http://wseas.org/wseas/cms.action?id=15004>.

Příspěvek v časopise evidovaného v databázi Scopus

Leden 2019

DŽERMANSKÝ, Martin, 2019. *Possibilities of using geographic information systems in transport*. In: 15th Annual International Bata Conference for Ph.D. Students and Young Researchers (DOKBAT) [online]. Zlín: Tomas Bata Univ Zlin, 2019, s. 237-245. Dostupné z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/45972>.

Příspěvek ve sborníku konference evidovaného v databázi Web of Science

Leden 2020

DZERMANSKY, Martin & Rak, Jakub, 2020. *Software Support for the Integrated Rescue System*, Proceedings of the 31st DAAAM International Symposium, pp.0860-0867, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-29-7, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/31st.daaam.proceedings.120

Příspěvek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

Září 2020

DŽERMANSKÝ, Martin a Robert Pekaj, 2020. *Preparedness for the emergencies in the city of Kyjov*. In: Journal of Physics: Conference Series [online]. Rome: IOP Publishing Ltd, 2020. ISSN 1742-6588. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1603/1/012019>.

Příspěvek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

Listopad 2020

DZERMANSKY, Martin a Robert Pekaj, 2020. *Risk Analysis and Support for the Integrated Rescue System on Emergencies*. International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing [online]. 2020, 14, 764-768. ISSN 1998-4464. Dostupné z: doi:10.46300/9106.2020.14.97

Príspevek v časopise evidovaného v databázi Scopus

Prosinec 2020

DŽERMANSKÝ, Martin, 2020. *Analýza cvičení IZS a mimořádných událostí v územním odboru Uherské Hradiště*. Trilobit [online]. Zlín: Trilobit, 2020, 2020, 1-8. Dostupné z: <http://trilobit.fai.utb.cz/Data/Articles/PDF/b218d545-8cfc-4cbe-be83-2bf043502b4b.pdf>

Recenzovaný časopis

Leden 2021

DŽERMANSKÝ, Martin, Tomáš Krejčí, Jitka Trnečková, Zdeněk Kalvach, Markéta Habrová a Nikola Čajková, 2021. *Logistics in the process of evacuation of the population in the finding of a booby-trapped explosive system*. In: Transportation Research Procedia [online]. Horný Smokovec: Elsevier B.V., 2021, s. 1514-1521. ISSN 2352-1457. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521005561>.

Príspevek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

ČAJKOVÁ, Nikola a Martin Džermanský, 2021. *Risk analysis of the reference object and the range of the integrated rescue system*. In: Transportation Research Procedia [online]. Horný Smokovec: Elsevier B.V., 2021, s. 1673-1680. ISSN 2352-1457. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521005779>.

Príspevek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

DZERMANSKY, Martin; Kostka, Ondrej & Habrova, Marketa, 2021. *Design of a Designation for Emergency Medical Services at Department Stores*, Proceedings of the 32nd DAAAM International Symposium, pp.0415-0422, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-33-4, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/32nd.daaam.proceedings.061

Príspevek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

DZERMANSKY, Martin; Snopek, Lukas; Vichova, Katerina; Ficek, Martin & Rak, Jakub, 2021. *Use of Augmented Reality Technology in Population Protection and Crisis Management*, Proceedings of the 32nd DAAAM International Symposium, pp.0408-0414, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-33-4, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/32nd.daaam.proceedings.060

Príspevek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

Leden 2022

CAJKOVA, Nikola & Dzermansky, Martin, 2022. Risk Analysis of the Post Office, Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium, pp.0352-0357, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-36-5, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.049

Príspevek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

CAJKOVA, Nikola & Dzermansky, Martin, 2022. *Risk Analysis of a Gas Station*, Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium, pp.0358-0364, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-36-5, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.050

Príspevek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

DZERMANSKY, Martin; Cajkova, Nikola & Sanderova, Tereza, 2022. *Analysis and Comparision of Emergencies in the Zlin Region*, Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium, pp.0344-0351, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-36-5, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.048

Príspevek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

Říjen 2022

DZERMANSKY, Martin, Martin Ficek and Lukas Snopek, 2022. *Comparison of Integrated Rescue System Software Tools Used to Support the Implementation and Creation of Exercises*. Applied Sciences [online]. 2022, 12(20). ISSN 2076-3417. Dostupné z: doi:10.3390/app122010509

Příspěvek v časopise evidovaného v databázi Web of Science

Prosinec 2022

DŽERMANSKÝ, Martin, 2022. *Possible Application of Augmented Reality at the Police of the Czech Republic*. KRÍZOVÝ MANAŽMENT. Žilina: Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej Univerzity v Žiline, 2022(2), 41-46. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.26552/krm.J.2022.1>

Recenzovaný časopis

VICHOVA, Katerina, Martin Hromada, Martin Dzermansky, Lukas Snopek and Robert Pekaj. *Solving Power Outages in Healthcare Facilities: Algorithmisation and Assessment of Preparedness*. *Energies* [online]. 2023, 16(1). ISSN 1996-1073. Dostupné z: doi:10.3390/en16010457

Příspěvek v časopise evidovaného v databázi Web of Science

Říjen 2023

TOMSU, Miroslav; Dzermansky, Martin; Cajkova, Nikola & Wanecki, Pavel, 2023. *Information Warfare, Media and Civilians*, Proceedings of the 34th DAAAM International Symposium, pp.0371-0378, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-41-9, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria. DOI: 10.2507/34th.daaam.proceedings.051

Příspěvek ve sborníku konference evidovaného v databázi Scopus

Září 2024

DZERMANSKY, Martin; Snopek, Lukas; Drabikova, Dora, 2024. *Modernisation of Fire Protection Education in Elementary Schools*. *Fire* 2024, 7, 337. <https://doi.org/10.3390/fire7100337>

Příspěvek v časopise evidovaného v databázi Web of Science

ŽIVOTOPIS AUTORA

Osobní údaje

Jméno, příjmení	Ing. Martin Džermanský
Datum narození, místo	19. dubna, 1994, Kyjov
Adresa	Kyjov, Jungmannova 221, 697 01
Telefon	+420 775 514 761
E-mail	m_dzermansky@utb.cz

Vzdělání

2019 - současnost	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Studijní program: Bezpečnostní technologie, systémy a management
2017–2019	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Studijní program: Bezpečnost společnosti, specializace: Ochrana obyvatelstva
2014–2017	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Studijní program: Bezpečnost společnosti, Studijní obor: Řízení environmentálních rizik
2010–2014	Soukromé gymnázium, střední odborná škola a jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, s.r.o. Kunovice, Studijní obor: Informační technologie

Pracovní zkušenosti

2019 - současnost

Pozice: asistent – Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Ústav ochrany obyvatelstva. Předměty:

LAOBP – Bezpečnostní politika a obrana státu

L1OBP – Bezpečnostní politika a obrana státu;

L5CIS – Integrovaný záchranný systém I;

LCCS1 – Integrovaný záchranný systém I;

L2OIZ – Integrovaný záchranný systém I;

LAOIZ – Integrovaný záchranný systém I;

L6CIS – Integrovaný záchranný systém II;

LCCS2 – Integrovaný záchranný systém II;

LCOZ2 – Integrovaný záchranný systém II;

L6OIZ – Integrovaný záchranný systém II;

L3LAI – Aplikovaná informatika;

L5OSI – Výukové simulace v ochraně obyvatelstva;

L3EMO – Modelování a aplikovaný monitoring mimořádných událostí v krajinné sféře

2019–2020

Organizace akcí Fakulty logistiky a krizového řízení, správa webových stránek fakulty

2019

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, výuka předmětu L4EMM – modelování a monitoring mimořádných událostí.

Řešené projekty

IGA/FLKŘ/2017/003	Spoluřešitel
IGA/FLKŘ/2019/002	Spoluřešitel
SVK/FLKŘ/2019/001	Spoluřešitel
IGA/FAI/2020/002	Hlavní řešitel
IGA/FAI/2021/003	Hlavní řešitel
IGA/FAI/2022/003	Hlavní řešitel
RVO/FLKŘ/2022/02	Spoluřešitel
IGA/FLKŘ/2023/003	Hlavní řešitel
IGA/FLKŘ/2023/006	Spoluřešitel
IGA/FAI/2023/002	Spoluřešitel
RVO/FLKŘ/2024/04	Spoluřešitel
TORPIS	Spoluřešitel

PŘÍLOHA 1 ZNAČKY QR KÓDŮ PRO METODICKÉ MATERIÁLY

Bojový Řád - 3_OB



QR kód 1 Požární poplach



QR kód 2 Všeobecná výstraha



QR kód 3 Zkouška sirén

Bojový Řád - 12_Ř



QR kód 4 Zpráva o zásahu list 1



QR kód 5 Zpráva o zásahu list 2



QR kód 6 Zpráva o zásahu list 3



QR kód 7 Zpráva o zásahu list 4

Bojový Řád - 14_O



QR kód 8 Pozor



QR kód 9 Stůj



QR kód 10 – Stůj a volno



QR kód 11 Volno



QR kód 12 Zastavení vozidla 1



QR kód 13 Zastavení vozidla 2

Cvičební Řád - 1_OBEC



QR kód 14 Hadice



QR kód 15 Hydrantový nástavec



QR kód 16 Klíč k nadzemnímu hydrantu



QR kód 17 Klíč k podzemnímu hydrantu



QR kód 18 Klíč na spojky



QR kód 19 Pěnotvorná proudnice



QR kód 20 Proudnice



QR kód 21 Příměšovač



QR kód 22 Rozdělovač



QR kód 23 Vazák

Cvičební Řád - 3_DR3



Obr. 53 Přívodní vedení savicí



Obr. 54 Úvaz přívodního vedení



Obr. 55 Šroubování savice

Cvičební Řád - 3_OBEC



QR kód 24 Nebezpečí všichni zpět



QR kód 25 Pomoc



QR kód 26 Pozor



QR kód 27 Rozumím



QR kód 28 Snížit tlak



QR kód 29 Vodu zvýšit tlak

Cvičební Řád - 4_VÝŠ_Z



QR kód 30 Dvojitý rybářský uzel



QR kód 31 Osmičkový uzel

Cvičební Řád - 5_OBEC



QR kód 32 Hadice do ponosu C



QR kód 33 Hadice do ponosu D



QR kód 34 Rozvinutí hadice z kotouče z ruky



QR kód 35 Spojování a rozpojování hadic B



QR kód 36 Spojování hadice C/D



QR kód 37 Svinování hadice do spirálového svinutí

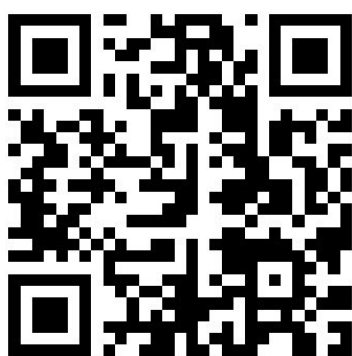
Cvičební Řád - 6_OBEC



QR kód 38 jednoduchá dvojsmyčka



QR kód 39 Uvázání hadic vazákem



QR kód 40 Uvázání proudnice



QR kód 41 Vázání uzlu píchanou variantou

Cvičební Řád - 15_DR5



QR kód 42 Výstup na automobilový žebřík po žebříkové sadě



QR kód 43 Výstup na žebřík s vysokotlakým proudem

Konspekty odborné přípravy – Hasební prostředky



Obr. 56 Clonový proud



Obr. 57 Mlhový proud



Obr. 58 Plný proud

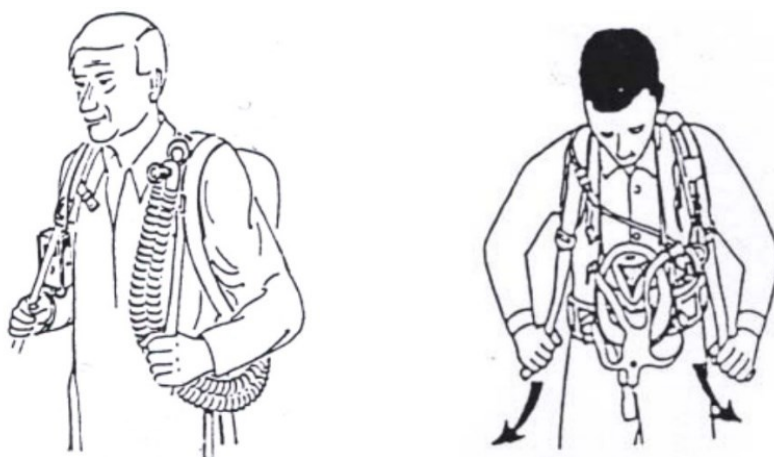


Obr. 59 Sprchový proud

Konspekty odborné přípravy – Věcné prostředky



Obr. 60 Kontrola lícnicové masky



Obr. 61 Utažení ramenních popruhů



Obr. 62 Zapnutí stabilizačního popruhu

PŘÍLOHA 2 POTVRZENÍ KONZULTACÍ NAD ODBORNOSTÍ A PROVEDENÍM DISERTAČNÍ PRÁCE

Potvrzení o odborné konzultaci disertační práce

Příjmení a jméno studenta	Ing. Martin Džermanský
Vysoká škola, fakulta, katedra	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav Bezpečnostního inženýrství
Sídlo vysoké školy	nám. T. G. Masaryka 5555, Zlín
Studijní program/ročník	Bezpečnostní technologie, systémy a management / 6.
Typ závěrečné práce	Disertační
Jméno školitele práce	prof. Ing. Dušan Vižar, CSc.
Název organizace	Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje
Sídlo organizace	Zubatého 1, 614 00 Brno
Pověřený pracovník organizace	kpt. Ing. Adam Rozkydálék
Předmět konzultace	Předmětem je konzultace nad vybranými metodickými materiály, vhodností zařazení materiálu pro digitalizaci v rámci rozšířené reality, odborností textu a tvorbou modelu příčina – riziko – účinek pro vytvořenou mobilní aplikaci.
Vyjádření pověřeného pracovníka	Prohlašuji, že se studentem Ing. Martinem Džermanským byly provedeny konzultace nad zvoleným tématem disertační práce. Předmětem konzultací byly informace o aktuálnosti a náplni práce, dohled nad provedenými postupy digitalizace metodik pro rozšířenou realitu a možnosti projektové činnosti nad zvoleným tématem disertační práce v součinnosti s Hasičským záchranným sborem České republiky.

Ing. Adam Rozkydálék


Česká republika
Hasičský záchranný sbor
Jihomoravského kraje
614 00 Brno, Zubatého 1
48