

MODEL HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI ÚZEMÍ V ZÁVISLOSTI NA VÝSKYTU PYROTECHNICKÉ ZÁTĚŽE

Autoři:

Mgr. Tomáš Fröhlich, DiS.

T-SOFT a.s.
Novodvorská 1010/14, Praha 4, 142 01
frohlich@tsoft.cz

Ing. Michaela Melicharová

T-SOFT a.s.
Novodvorská 1010/14, Praha 4, 142 01
melicharova@tsoft.cz

Ing. Tomáš Pokorný, Ph.D.

DESTRUX, s. r. o.
Novákových 970/41, Praha 8, 180 00
tom@destrux.cz

ABSTRAKT

Cílem výzkumného projektu č. VI20152018038 s názvem „Interaktivní mapa pyrotechnické zátěže a rizika“ je zvýšení bezpečnosti občanů a infrastruktury na území České republiky za využití komplexního systému poskytující informační podporu při hodnocení rizikovosti území z hlediska výskytu pyrotechnické zátěže. Tento projekt je realizován za finanční podpory Ministerstva vnitra, v rámci programu bezpečnostního výzkumu České republiky 2015–2020 (BV III/1-VS). Následující článek popisuje jednu z klíčových aktivit řešitelského týmu zaměřenou na stanovení způsobu hodnocení rizikovosti území v závislosti na výskytu nevybuchlé munice neboli pyrotechnické zátěže. Výsledný model představuje nezbytný předpoklad pro hlavní výstupy tohoto projektu, kterými jsou metodika a softwarový nástroj.

CÍL MODELU HODNOCENÍ

Pyrotechnická zátěž území představuje aktuální a výrazné bezpečnostní riziko lokálního charakteru, které má potenciál přímo ohrozit životy a zdraví osob a zároveň způsobit značné materiální škody¹. Z hlediska preventivního ošetření tohoto rizika představuje největší problém neznalost jeho výskytu. V současné době bohužel neexistuje jednotný způsob, který by umožňoval zmapovat celé území České republiky z pohledu možného výskytu nevybuchlé munice, včetně možnosti stanovení rozsahu ohrožujících účinků a předpokládaných dopadů v případě její iniciace. Změnit výše popsáný stav si klade za cíl tento projekt a jeho jednotlivé výstupy se zaměřením na stanovení potřebného algoritmu či modelu pro vyhodnocování této problematiky v reálném prostředí.

Cílem navrženého modelu je nastavení a popsání nezbytných procedur určených k maximální možné míře objektivitě hodnocení rizikovosti území na základě pravděpodobnosti výskytu pyrotechnické zátěže. Přičemž samotné stanovení míry pravděpodobnosti vychází z dostupných informačních zdrojů získaných v průběhu řešení tohoto projektu. Jedná se zejména o prameny pocházející z příslušných archivů, muzeí nebo odborných databází apod. Výsledkem navrženého modelu je jednoznačná interpretace zájmového území, zda je

¹ Poznámka: Význam této hrozby pro společnost dokládá mimo jiné i její zařazení do registru nebezpečí (pod označením A–T 30), který byl zpracován v rámci Analýzy hrozeb pro Českou republiku v roce 2016. Tato analýza byla zpracována na základě úkolu vyplývajícího z Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030 a s přihlédnutím k Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 1313/2013/EU ze dne 17. 12. 2013 o mechanismu civilní ochrany.

nositelem pyrotechnické zátěže včetně stanovení míry ohrožení a potenciálních následků v případě uvážení její exploze. Primární důraz tohoto modelu, v souladu s dikcí výzkumného záměru, je kladen na výskyt leteckých bomb z období druhé světové války, které představují nejčastější, nejnebezpečnější a zároveň nejhůře detekovatelnou část pyrotechnické zátěže.

Vlastní procedura hodnocení rizikovosti území je navržena tak, aby byla jednoduchá, opakovatelná, snadno aplikovatelná, a přitom splňovala předem stanovené cíle. Tímto cílem se rozumí identifikace rizikového území, na kterém je možné očekávat s určitou mírou pravděpodobnosti výskyt pyrotechnické zátěže, a to včetně predikce souvisejících projevů.

POPIS NAVRŽENÉHO MODELU HODNOCENÍ

Pro potřeby stanovení rizikovosti území z hlediska výskytu pyrotechnické zátěže byla zvolena víceúrovňová multikriteriální matice. Principem této matice je komplexní hodnocení zájmového území za využití více přístupových směrů (tj. odlišné úhly pohledu na stejné zájmové území ve vztahu ke zkoumané problematice). Jednotlivé směry neboli též úrovně pro potřeby hodnocení využívají předem stanovený soubor různorodých kritérií. Celá metoda se skládá z následujících úrovní hodnocení.

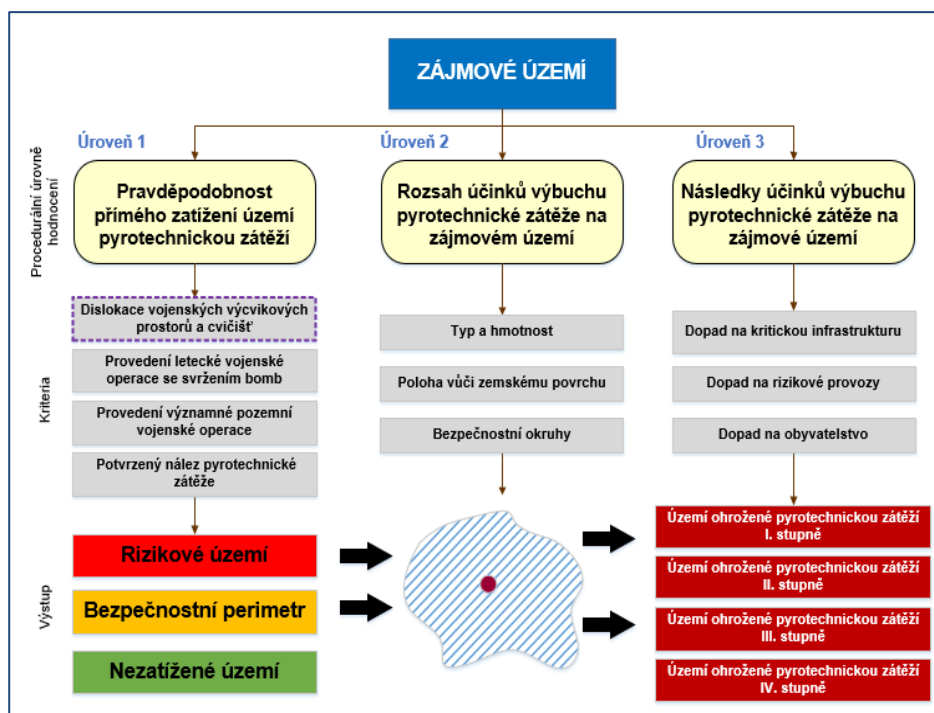


Schéma č. 1: Schématický popis celkového modelu rizikovosti území v závislosti na výskytu pyrotechnické zátěže

Pravděpodobnost přímého zatížení zájmového území pyrotechnickou zátěží

První úroveň hodnocení je zaměřena na posouzení zájmového území, zda je či není přímo zatížené pyrotechnickou zátěží. Celý proces posouzení vychází ze znalostní báze definující místa výskytu nevybuchlé munice, a to na základě dvou typů informací. Prvním typem informace jsou historické údaje popisující významné pozemní vojenské operace, výcvikové prostory, ale zejména provedené vojenské letecké operace s cílem svržení leteckých bomb na předem určené strategické a další jiné cíle. Druhý typ představují informace popisující konkrétní nálezy nevybuchlé munice. Vzájemná kombinace těchto informací ve vztahu k vybranému území stanoví míru pravděpodobnosti, zda lze v tomto území předpokládat výskyt pyrotechnické zátěže či nikoliv.

Zájmové území je hodnoceno podle předem definovaných tzv. stavových kritérií za využití bodovací metody. Tato kritéria označující stav zájmového území ve vzájemném porovnání s možným výskytem pyrotechnické zátěže na základě výše uvedených dostupných informací. Tento proces je realizován v několika postupných a na sebe navazujících krocích. V každém kroku je zájmové území zařazeno do typové kategorie, která je ohodnocena určitým počtem pomocných bodů. Jednotlivé kategorie vyjadřují příslušnost zájmového území k předpokládanému výskytu pyrotechnické zátěže. Počet pomocných bodů je v obecné poloze vymezen horní a dolní mezí neboli hranicí. Hodnotitel na základě zjištěných poznatků a charakteristik následně stanoví počet pomocných bodů v daném kroku, které podle jeho názoru odpovídají reálnému stavu. Podle přihlídnutí k souvisejícím informacím se hodnotitel může pohybovat v příslušném bodovém intervalu.

Určitou výjimku představuje pouze první stavové kritérium, které je založeno na bázi binárního rozhodovacího algoritmu neboli tzv. KO principu. Předmětem hodnocení je skutečnost, zda se zájmové území nalézá nebo nenalézá ve vojenském výcvikovém prostoru. V případě, že ano, tak toto území již dále není předmětem hodnocení, jelikož podlého zvláštnímu režimu ve vztahu k možnému výskytu nevybuchlé munice. Je-li však konstatováno, že se zájmové území v takovémto prostoru nenalézá, tak je pokračováno v aplikaci dalších stavových kritérií.

Každému kroku hodnocení je zároveň stanoven stupeň významu reflektující stanovené cíle projektu a závažnost sledované problematiky. Tato významnost je určena pomocí tzv. váhových kritérií. Závěrem je zájmové území souhrnně zhodnoceno na základě dosažených hodnot v rámci stavových kritérií včetně stanovené hodnoty váhy dle jejich významu. V důsledku této skutečnosti je zájmové území zařazeno do výsledné rizikové skupiny podle pravděpodobnosti výskytu pyrotechnické zátěže.

Název rizikové skupiny	Popis rizikové skupiny	Doporučení	Označení v mapě
Rizikové území	Jedná se o území s vysokou mírou pravděpodobnosti výskytu pyrotechnické zátěže na základě dostupných dat (100 % - 72%)	Pro území spadající do této rizikové skupiny je doporučeno vždy nařídit pyrotechnický průzkum před zahájením stavební či jiných prací vyžadující zásahy do podloží včetně vodních koryt	
Bezpečnostní perimetr	Jedná se o území s nezanedbatelnou mírou pravděpodobnosti výskytu pyrotechnické zátěže na základě dostupných dat (71 %-11%)	Pro území spadající do této rizikové skupiny je doporučeno zvážit nařízení pyrotechnického průzkumu před zahájením stavební či jiných prací vyžadující zásahy do podloží včetně vodních koryt	
Nezatížené území	Jedná se o bezpečné území z hlediska výskytu pyrotechnické zátěže na základě dostupných dat (méně než 10%)	Pro území spadající do této rizikové skupiny není doporučeno nařízení pyrotechnického průzkumu před zahájením stavební či jiných prací vyžadující zásahy do podloží včetně vodních	

Tabulka č. 1: Příklad možného členění rizikových skupin území

Rozsah účinků výbuchu pyrotechnické zátěže na zájmovém území

V rámci druhé úrovně je posuzováno, jak by mohlo být zvolené území zasaženo projevy případného havarijního nebo řízeného výbuchu pyrotechnické zátěže v daném místě nalezené. Jako zásadní výstupy byly zvoleny následující veličiny:

- rozlet střepin,
- tlakovzdušná vlna,
- seismická vlna.

Hodnocení rozsahu účinků výbuchu pyrotechnické zátěže je relevantní pouze pro území, která při hodnocení Pravděpodobnost přímého zatížení zájmového území pyrotechnickou zátěží (viz

předchozí první úroveň hodnocení) dosáhla výsledného zařazení do rizikových skupin se vysokou či zvýšenou pravděpodobností výskytu pyrotechnické zátěže. Jedná se o skupiny s označením „Rizikové území“ popř. „Bezpečnostní perimetr“.

Základními vstupními parametry pro stanovení rozsahu účinků exploze jsou druh pyrotechnické zátěže (munice) a její umístění – na povrchu nebo ve výkopu. Zájmové území je tedy hodnoceno, resp. zařazeno do kategorií uvnitř nebo vně perimetru projevu nežádoucích účinků případného výbuchu. Bezpečná hranice je stanovena konzervativní metodou na základě zjednodušeného výpočtu.

Zjednodušený proces hodnocení probíhá v následujících krocích:

- lokalizace místa výskytu pyrotechnické zátěže včetně zanesení do mapového podkladu,
- stanovení typu pyrotechnické zátěže, s hlavním hodnotícím parametrem v podobě hmotnosti výbušniny,
- stanovení polohy pyrotechnické zátěže vůči zemskému povrchu. Základní rozdělení je na objekty ležící na povrchu a objekty uložené ve výkopu, tedy pod zemským povrchem,
- výpočet základních parametrů potřebných ke stanovení bezpečnostního okruhu, resp. jednotlivých zón předpokládaných škod na zdraví a životech osob, vzniklých případnými nežádoucími povýbuchovými jevy. Základními hodnocenými jevy jsou rozlet střepin, šíření tlakovzdušné vlny a šíření seismické vlny. U rozletu střepin jsou převzaty empirické, dlouholetou pyrotechnickou praxí ověřené hodnoty bezpečnostního okruhu v závislosti na hmotnosti výbušniny a hloubce uložení munice. Základem pro výpočet tlakovzdušné a seismické vlny jsou výpočetní postupy vycházející z odborné literatury a technických norem. Všechny výpočetní postupy vycházejí ze stanovené hmotnosti výbušniny a pomocí bezrozměrných koeficientů zohledňují vliv prostředí, tj. zejména vlastnosti podloží a prostorovou konfiguraci hodnoceného místa nálezu nevybuchlé munice. Výstupními veličinami jsou vzdálenosti v metrech od epicentra případného výbuchu, které určují bezpečný okruh před zásahem střepiny a dále zóny účinků tlakovzdušné a seismické vlny, od fatálních po bezpečný okruh.
- výsledné jednoduché grafické znázornění izolinií zájmových veličin nad mapovým podkladem. Tj. vymezení okruhů smrtících účinků, bezpečného pohybu osob a předpokládaných škod na majetku. Všechny tyto veličiny budou počítány pro nejhorší možný scénář, tzn. pro neočekávaný „havarijní“ výbuch nalezené munice – letecké pumy.

Na výstupu tak uživatel dostane přehlednou informaci o průběhu sledovaných veličin v případě výbuchu munice. Takto vykreslené oblasti na konkrétním mapovém podkladu potom mj. pomohou vymezit předpokládané zóny škod na majetku v případě nežádoucího výbuchu a rozhodnout o nutnosti realizace ochranných opatření ve formě příkopů či násypů pro případ řízené detonace.

Hodnocení následků účinků výbuchu pyrotechnické zátěže na zájmovém území

Stanovení následků a dopadů účinků výbuchu pyrotechnické zátěže na zájmovém území včetně jeho bezprostředního okolí je velice obtížné, individuální a do jisté míry subjektivní. Zejména ve vztahu k majetkovým hodnotám, které se mohou nacházet v dosahu těchto negativních projevů. S cílem maximálního přiblížení k objektivnímu přístupu hodnocení a možnosti porovnání následků účinků výbuchu pyrotechnické zátěže byl zvolen přístup prostřednictvím tzv. dopadových kritérií. Ta jsou uvažována, podle závažnosti dopadu účinků uvažované exploze pyrotechnické zátěže, ve vztahu k prvkům kritické infrastruktury, ostatním rizikovým provozům a přímému vlivu na obyvatelstvo.

Dopady na zájmové území jsou posuzovány sekvenčně podle nastaveného pořadí dopadových kritérií, přičemž je aplikován vylučovací princip při dosažení nejvyššího stupně závažnosti dopadového kritéria. Tzn., že v případě narušení prvku kritické infrastruktury jsou potenciální následky a dopady mnohem závažnější než v případě narušení ostatních

rizikových provozů a zároveň než přímý dopad výbuchu na obyvatelstvo. U kritické infrastruktury se vychází z předpokladu, že narušení její funkce má a priori závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví a životy osob nebo ekonomiku státu. Dosažením tohoto kritéria jsou automaticky naplněna i kritéria zbývající. Obdobný poměr je i mezi ostatními rizikovými provozy a přímým účinkem na lidského činitele. Teprve v případě, že na zájmovém území se ani jeden z výše uvedených typů objektů či zařízení nenalézá (popř. nejsou k dispozici relevantní data), tak se pracuje s přímým dopadem na životy a zdraví obyvatel.

Pro potřeby stanovení přímého dopadu na obyvatelstvo se následky účinků výbuchu vyjadřují odhadem počtu obyvatel ve vztahu k administrativně-správnímu členění území, které by bylo výbuchem pyrotechnické zátěže dotčeno (dopadem na obyvatelstvo se rozumí nejen přímé zasažení osob, ale i jiný způsob jejich omezení v každodenním životě). Základem pro stanovení tohoto kritéria je procentuální poměr zasažené území jednotky při uvažovaném rovnoměrném rozmístění obyvatelstva.

Výstupem celého procesu této úrovně je diferenciací rizikových skupin zájmových území na území ohrožená předpokládanými účinky výbuchu pyrotechnické zátěže podle různého stupně potenciálních škod, resp. ztrát.

VERIFIKACE NAVRŽENÉHO MODELU HODNOCENÍ

Navržený model bylo třeba ověřit, zda je využitelný a pokrývá sledovanou problematiku v potřebném rozsahu. Z metodického hlediska byly pro potřeby zhodnocení tohoto modelu stanoveny dvě základní metriky (tzv. ukazatele výkonnosti stanovených cílů), a to:

- Komplexnost – zda navržený model bere do úvahy všechny známé aspekty řešené problematiky,
- Použitelnost – zda navržený model je využitelný v praxi, resp. při aplikaci konkrétních dat.

Uvedený soubor metrik představuje dvouinstanční systém hodnocení. V prvním kroku byl navržený model vždy hodnocen podle komplexnosti. Tzn., zda navržený model svým rozsahem předpokládá zpracování všech možných a známých variant řešení v souvislosti s pyrotechnickou zátěží. Pokud tato metrika byla vyhodnocena pozitivně, tak se přistoupilo k hodnocení druhého ukazatele, a to použitelnosti. V opačném případě byl proces hodnocení zastaven a model byl označen za nevyhovující a navrácen do fáze úprav a dopracování. Jestliže byl navržený model hodnocen oběma metrikami kladně, byl uznán za vhodný pro navazující potřeby tohoto projektu.

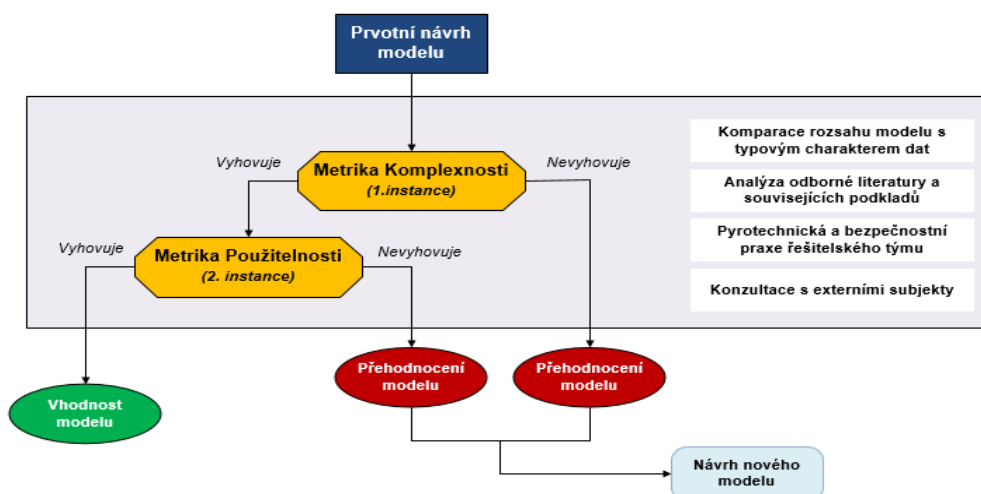


Schéma č. 2: Metodické schéma procesu verifikace navrženého modelu

Obecné metody a nástroje ověření modelu

Použité metody a nástroje k ověření modelu hodnocení pyrotechnické zátěže je možné rozdělit do dvou množin, a to na nástroje obecné a specifické. Za obecné byly považovány takové metody a nástroje, které se vztahovali ke všem navrženým úrovním hodnocení. Jednalo se zejména kombinací následujících:

a) *Komparace rozsahu navrženého modelu s typovým charakterem dat*

Výsledkem porovnání bylo splnění či nesplnění hypotézy, zda navržený model dostatečným způsobem pokrývá všechny možné varianty vyplývající se získaných dat v rámci projektu². Zda model předpokládá zpracování hodnot týkající se leteckých vojenských operací se svržením bomb, pozemní vojenské operace či jiné vojenské cíle (historická data) a konkrétní nálezy munice (novodobá data).

b) *Analýza (studium) odborné literatury a souvisejících podkladů*

Při posouzení byla provedena sekundární analýza vybraných pramenů ve vztahu k navrženým modelům a jejich principům. Tato metoda představuje spíše doplňkový a kontrolní charakter.

c) *Pyrotechnická a bezpečnostní praxe řešitelského týmu*

Velmi důležitým faktorem v rámci procesu posuzování navržených modelů je využití znalostí, zkušeností a nabitě praxe jednotlivých členů řešitelského týmu, a to jak v oboru pyrotechnickém, tak bezpečnostním. Například prostřednictvím modelových příkladů.

d) *Konzultace s externími subjekty*

V neposlední řadě bylo využito řízených rozhovorů ve formě konzultací k předemné problematice s vybranými reprezentanty pyrotechnické a bezpečnostní praxe. Zejména Pyrotechnickou službou Policie České republiky.

Specifické metody a nástroje ověření modelu

Druhou množinu představovali specifické metody a nástroje, které byly navrženy a aplikovány přímo pro jednotlivé v modelu uvažované úrovně hodnocení.

Pro potřeby ověření první úrovně byla zvolena komparativní metoda navržených výpočtových vzorců a jednotlivých kritérií s reálnými poznatky a obecně známými skutečnostmi. Tyto poznatky byly získány prostřednictvím vlastní empirie (pyrotechnické praxe) řešitelského týmu projektu. Navržená procedura hodnocení zájmového území byla zpracována do excelovského listu (tzv. výpočtový list). Tento list obsahoval soubor stavových i váhových kritérií včetně výsledné kategorizace rizikových skupin. Výsledkem tedy bylo vytvořit stručný formulář obsahující automatické výpočtové vzorce reflektující dosazované hodnoty.

Do výpočtového listu byly postupně dosazovány konkrétní hodnoty pro vytipované lokality. Tyto lokality byly vybrány na základě osobní zkušenosti členů řešitelského týmu (např. na základě realizace pyrotechnického průzkumu apod.), anebo se jednalo o obecně známá místa ve vztahu ke sledované problematice. Tato místa byla rovněž vybírána s přihlédnutím k charakteru stavových kritérií, tak aby zde tyto skupiny byly reprezentovány. Výsledky získané dosazením konkrétních hodnot do nastaveného modelu byly následně porovnány s expertním odhadem, znalostmi a očekáváním členů řešitelského týmu mající potřebné zkušenosti³. Pro ověření bylo vytipováno a následně ověřeno více než 150 lokalit v rámci České republiky.

Na základě otestování navrženého modelu pro hodnocení rizikovosti území z hlediska výskytu pyrotechnické zátěže došlo k přehodnocení a následné korekci váhových kritérií. V důsledku toho byly rovněž upraveny i hranice definující rizikové skupiny.

² Dle projektové dokumentace s názvem „Komplexní sběr dat o možné pyrotechnické zátěži“ (2016)

³ Pozn.: Roli expertů reprezentovali zástupci firmy DESTRIX, jenž mají bohaté praktické zkušenosti v předemné problematice.

Pravděpodobnost přímého zatížení zájmového území pyrotechnickou zátěží - (úroveň č. 1)									
Zájmové území:							VÝSLEDEK		První instance hodnocení
SK1	DISLOKACE VOJENSKÝCH VÝCVIKOVÝCH PROSTORŮ A CVIČIŠŤ			Dosadit hodnotu	SK1			0	
	Pomocné body								
	Území vojenského výcvikového prostoru							10	
	Území nezatížené vojenskou přípravou							0	
<hr/>									
					Dosadit hodnotu	Váhové kritérium	Výsledná hodnota	VÝSLEDEK	
SK2	PROVEDENÍ LETECKÉ VOJENSKÉ OPERACE SE SVRŽENÍM LETECKÝCH BOMB			SK2	VK1			10	
		Horní mez	Dolní mez						
		Strategický cíl	10	8	10	0,6	6	10	
		Individuální cíl	7	5					
		Ostatní cíle	4	1					
		Území bez potvrzeného cíle náletu	0	0					
SK3	PROVEDENÍ VÝZNAMNÉ POZEMNÍ VOJENSKÉ OPERACE			SK3	VK2			Riziková skupina	
		Horní mez	Dolní mez						
		Území významné vojenské operace	10	8	10	0,2	2	Rizikové území 10 - 7,2	
		Území demarkační linie	7	5				Bezpečnostní perimetr 7,1 - 1,1	
		Území s významným vojenským cílem	4	1				Nezatížené území 1 - 0	
		Území bez vojenské operace	0	0					
SK3	POTVRZENÝ NÁLEZ PYROTECHNICKÉ ZÁTĚŽE			SK4	VK4			vzorec výpočtu	
		Horní mez	Dolní mez						
		Nálež letecké munice s předpokladem	10	8	10	0,2	2	RÚ= (SK2 x VSK2) + (SK3 x VSK3) + (SK4 x VSK4)	
		Nálež letecké munice bez předpoklade	7	5					
		Nálež neletecké munice	4	1					
		Území bez nálezu	0	0					

Obrázek č. 1: Ukázka zpracovaného výpočtový listu

S cílem dosáhnout maximální možné míry porovnání teoretického východiska a praktického výsledku se realizační tým tohoto výzkumného projektu rozhodl ověřit účinky výbuchu (druhou úroveň navrženého modelu) pyrotechnické zátěže formou terénních zkoušek neboli testů. Tyto zkoušky proběhly na specializovaném pracovišti Univerzity Pardubice umožňující pyrotechnické či trhací práce. Samozřejmě není možné pracovat s pyrotechnickou zátěží v plnohodnotném měřítku, takže se celá realizace odehrávala v upraveném měřítku. V průběhu experimentu bylo provedeno 6 odstřelů trhaviny Semtex 1A po 500 g, při kterých bylo provedeno měření přtlaku vzdušné rázové vlny. Pro měření dopadajícího přtlaku vzdušné rázové vlny bylo použito tlakových čidel PCB ICP 137A23, připojených na zesilovač PCB ICP, model 482A22. Výstupní signál zesilovače byl zaznamenáván osciloskopem Tektronix DPO 3034. Start osciloskopu (trigrování) byl zajištěn zkratem ionizačního čidla, které bylo umístěno přímo v náloži. Napájení ionizačního čidla bylo zajištěno zdrojem Dynasen CS2-50-300A. Hodnoty získané reálnou řízenou explozí byly následně porovnány s navrženým teoretickým aparátém výpočtu.



Obrázek č. 2: Ukázka z terénních testů

Pro ověření závěrečné třetí úrovně, následků účinků výbuchu pyrotechnické zátěže, navrženého modelu bylo využito simulace a modelových studií. Princip byl založen na porovnání „vymodelovaného“ prostoru ohroženého explozí s administrativním dělením území České republiky, přičemž rozhodující územní jednotkou bude obec (popř. městská část u statutárních měst). Výsledkem byla identifikace tzv. ohrožené území, které bylo následně hodnoceno podle prioritního postavení jednotlivých dopadových kritérií. Omezujícím faktorem řešitelského týmu v této fázi verifikačního procesu byla dostupnost potřebných dat s přesnou lokací. Jednalo se zejména o prvky kritické infrastruktury a ostatní rizikové provozy na celém území České republiky. Z tohoto důvodu se z hlediska dopadových kritérií pracovalo pouze s přímým dopadem na obyvatelstvo, v podobě předpokládané hustoty na km².

V rámci ověření následků a dopadů výbuchu pyrotechnické zátěže byl proveden pro vybrané lokality překryv následujících dvou pohledů neboli vrstev. První vrstvu představoval namodelovaný konkrétní výbuch munice včetně dislokace jeho epicentra. Druhou vrstvou bylo administrativně správní členění České republiky. V důsledku překryvu těchto dvou vrstev bylo možné přesně identifikovat prostor zasažený účinky exploze. Výsledkem byl tedy přehled obcí a jejich částí, které jsou ohroženy následky tohoto výbuchu neboli přesný výčet ohrožených území. Následně byla spočítána a porovnána hustota obyvatel ohroženého území ve vztahu k celorepublikovému průměru.

ID	Název obce	Kraj	Rozloha (km ²)	Počet obyvatel	Hustota zalidnění (ob/km ²)
1.	Holýšov	PlzK	29,3	5004	170,7
2.	Moravský Krumlov	JMK	49,56	5840	117,8
3.	Šternberk	OloK	48,79	13 551	277,7
4.	Milevsko	JČK	42,31	8540	201,8
5.	Uherský Brod	ZlinK	52,06	16591	318,6
6.	Neratovice	StČK	20,01	16234	811,5
7.	Žandov	LibK	27,23	1926	70,71
8.	Sokolov	KarK	22,90	24 700	1078



Tabulka č. 2: Vzorek vybraných lokalit pro simulaci a modelové studie

ZÁVĚR

Navržený model hodnocení rizikovosti území v závislosti na výskytu pyrotechnické zátěže představuje základní stavební kámen pro úspěšné řešení celého projektu Interaktivní mapy pyrotechnické zátěže a rizika a jeho plánovaných výstupů v podobě ucelené metodiky a softwarové podpory. Z tohoto důvodu byl výsledný model hodnocení řešitelským týmem pečlivě navržen a velice podrobným způsobem ověřován, a to nejen v teoretické, ale i praktické rovině v podobě terénních experimentů s následným porovnáváním dosažených výsledků. Nedílnou součástí celého procesu návrhu a verifikace vhodného způsobu hodnocení představovali pravidelné konzultace s odborníky z praxe, zejména zástupci Pyrotechnické služby České republiky, dále pak vybranými soudními znalci v daném oboru či zástupci bezpečnostních sborů či akademické půdy se zaměřením na bezpečnostní obory a stavebnictví.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] Realizační dokumentace projektu „Interaktivní mapa pyrotechnické zátěže a rizika“ (č. VI20152018038)

[2] Vševojsk 16-20: Pyrotechnická činnost v Armádě České republiky, Ministerstvo obrany. Praha 2000

- [3] ČSN 73 0040: Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva. Český normalizační institut. Praha 1996
- [4] Zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), v platném znění.
- [5] Bilický, V.: Nežádoucí jevy při výbuchu a omezení jejich účinku. Metodika bezpečnostních opatření a výpočtů. Praha 2007