

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
BIOMEDICÍNSKÉHO  
INŽENÝRSTVÍ**



**DIPLOMOVÁ  
PRÁCE**

**2018**

**FILIP  
ŠŤASTNÝ**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**  
**Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

**Pyrotechnická zátěž území České republiky,  
související rizika a asanace**

**Pyrotechnic Contamination of the Territory  
of Czech Republic, Associated Risk  
and Decontamination**

**Diplomová práce**

Studijní program: Ochrana obyvatelstva

Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Vedoucí diplomové práce: JUDr. Karel Koubík

Bc. Filip Šťastný

---

**Kladno, květen 2018**

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2017/2018

## Z a d á n í   d i p l o m o v é   p r á c e

Student: **Bc. Filip Šťastný**  
Studijní obor: Civilní nouzové plánování  
Téma: **Pyrotechnická zátěž území České republiky, související rizika a asanace**  
Téma anglicky: Pyrotechnic Contamination of the Territory of the Czech Republic, Associated Risk and Decontamination

### Zásady pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude analýza ověřených dat o pyrotechnické zátěži území České republiky a vytvoření mapového modelu zatížení. Praktická část obsáhne také popis druhů pyrotechnické zátěže a popis typických míst nebo okolností jejího výskytu. Práce zahrne popis nebezpečných vlastností pyrotechnických materiálů a stanovení z nich plynoucích rizik pro civilní obyvatelstvo i pyrotechniky, kteří provádí odbornou dekontaminaci území; dále ověřené způsoby likvidace pyrotechnické zátěže a způsoby minimalizace nežádoucích účinků výbuchu. Teoretická část obsáhne také vybrané právní aspekty dané problematiky. Výsledkem práce bude určení vhodných způsobů zvýšení kvality mapového modelu pyrotechnické zátěže území a návrh způsobu jeho optimálního využití a dále doporučení pro snížení rizik souvisejících se sanací pyrotechnické zátěže.

### Seznam odborné literatury:

- [1] TUREČEK, Jaroslav a kol., Policejní pyrotechnika, ed. 1 , Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o., 2014, ISBN 978-80-7380-510-4
- [2] PLÍHAL, Bohumil, BEER, Stanislav, JEDLIČKA, Luděk, Vnitřní balistika hlavňových zbraní., Brno : Univerzita obrany, 2004, ISBN 80-85960-83-4
- [3] ZANARDI, Alex, Bombe a mano della seconda guerra mondiale., Parma: SCRL, 2009, ISBN 978-88-87372-75-5

Vedoucí: JUDr. Karel Koubík

Zadání platné do: 20.08.2019

.....  
vedoucí katedry / pracoviště

.....  
děkan

V Kladně dne 02.10.2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Pyrotechnická zátěž území České republiky, související rizika a asanace vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 15. května 2018

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce JUDr. Karlu Koubíkovi, dlouholetému a zkušenému policejnímu pyrotechnikovi a soudnímu znalci v oboru střelivo a výbušniny (pyrotechnika, munice, výbušniny) za podnětné připomínky a rady při vedení mé práce a plk. JUDr. Michalu Dlouhému, Ph.D., řediteli Pyrotechnické služby Policie České republiky, za poskytnutí údajů o výjezdech policejních pyrotechniků k nálezům munice a výbušnin a za souhlas s jejich zpracováním.

## **Abstrakt:**

Diplomová práce se zabývá systematickým popisem pyrotechnické zátěže území České republiky. Pro tvorbu popisu jsou použity záznamy policejních pyrotechniků o nálezech munice a výbušnin. Teoretická část práce se zaměřuje na současný stav a možnosti sanace pyrotechnické zátěže. Popisuje rizika vyplývající z nebezpečných vlastností munice a výbušnin a způsoby, kterými je možné tato rizika omezit. Je zde popsána základní legislativa související s municí a výbušninami. Praktická část práce je zaměřena na zpracování údajů metodou explorační analýzy EDA. Práce popisuje oblasti se zvýšeným výskytem pyrotechnické zátěže a statisticky významné okolnosti nálezů. Výsledky analýzy jsou promítnuty do mapových podkladů na úrovni krajů a okresů. Výsledkem práce je také vytvoření interaktivního systému mapování a analýzy pyrotechnické zátěže. Hlavním přínosem práce je vytvoření mapy pyrotechnické zátěže České republiky a návrh způsobu jejího dalšího doplňování a zpřesňování.

## **Klíčová slova:**

pyrotechnická zátěž, mapa, asanace, nález munice a výbušnin, nevybuchlá munice, válečná munice, účinky výbuchu

**Abstract:**

This diploma thesis deals with the systematic description of the environment burdens of the Czech Republic territory caused by unexploded ammunition. The records of the Explosive Ordnance Disposal police team of findings of unexploded ammunition and explosives are used to create the description. The theoretical part of the thesis focuses on the current state and possibilities of decontamination of the environmental burdens caused by unexploded ammunition. The thesis describes the risks arising from the hazardous properties of ammunition and explosives and the ways in which these risks can be reduced. Basic Czech legislation related to ammunition and explosives is described too. The practical part of the thesis is focused on data processing using the EDA exploratory analysis method. The thesis describes areas with increased incidence of environment burdens caused by unexploded ammunition and the statistically significant circumstances of the findings. The results of the analysis are reflected in maps at the level of regions and districts. The result of the thesis is also the creation of an interactive system of mapping and analysis of the environment burdens caused by unexploded ammunition. The main benefit of the thesis is the creation of a map of this dangerous environment burdens of the Czech Republic territory and a proposal for the way of its further replenishment and refinement.

**Key words:**

environmental burdens, map, unexploded ammunition, UXO, Explosive Ordnance Disposal, EOD, explosion effects

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Současný stav.....	3
2.1	Přehled současného stavu řešení pyrotechnické zátěže .....	3
2.1.1	Bývalé vojenské újezdy .....	3
2.1.2	Civilní prostory .....	5
2.2	Možnosti sanace pyrotechnické zátěže z hlediska příslušnosti.....	7
2.3	Nebezpečné vlastnosti pyrotechnické zátěže .....	8
2.3.1	Výbušniny a jejich charakteristické vlastnosti.....	9
2.3.1.1	Krátce z historie objevů a výroby výbušnin .....	9
2.3.1.2	Výbuch a výbušnina .....	10
2.3.1.3	Rozdělení výbušnin .....	14
2.3.1.4	Citlivost výbušnin na iniciační podněty .....	15
2.3.1.5	Chemická a fyzikální stabilita výbušnin.....	21
2.3.2	Využití výbušnin.....	22
2.4	Rizika vyplývající z nebezpečných vlastností výbušnin, způsoby jejich omezení a ověřené způsoby likvidace pyrotechnické zátěže .....	23
2.4.1	Rozlet střepin .....	24
2.4.2	Rázová vlna.....	26
2.4.3	Seismická vlna .....	29
2.5	Legislativa .....	32
3	Cíl práce a hypotéza.....	36
3.1	Cíle práce .....	36
3.2	Hypotézy .....	37
4	Metodika .....	38
4.1	Návrh projektu .....	38
4.2	Etické aspekty práce.....	40
4.3	Popis zdrojových dat .....	41
4.4	Předběžná analýza dat .....	41
4.4.1	Metody použité při předběžné analýze .....	41
4.4.2	Data zahrnutá do předběžné analýzy .....	42
4.4.3	Stanovení proměnných pro předběžnou analýzu .....	44



4.4.4	Výsledky předběžné analýzy .....	45
4.4.4.1	Proměnná identifikátor .....	45
4.4.4.2	Proměnná pracoviště .....	45
4.4.4.3	Proměnná pořadové .....	45
4.4.4.4	Proměnná datum .....	45
4.4.4.5	Proměnná kraj .....	46
4.4.4.6	Proměnná okres .....	46
4.4.4.7	Proměnná místo .....	46
4.4.4.8	Proměnná skutek .....	47
4.4.4.9	Proměnná objekt .....	47
4.4.4.10	Proměnná popis .....	48
4.4.4.11	Proměnná jméno .....	50
4.4.4.12	Proměnná GPS .....	50
4.4.5	Souhrn výsledků předběžné analýzy .....	53
4.5	Příprava dat pro datovou matici .....	54
4.5.1	Stanovení proměnných pro datovou matici .....	54
4.5.2	Metody pro stanovení hodnot proměnných pro datovou matici .....	55
4.5.3	Metoda zpracování dat .....	58
5	Výsledky .....	60
5.1	Zpracování dat .....	60
5.2	Relace počtu výjezdů k časovým údajům .....	61
5.3	Relace počtu výjezdů ke klimatickým podmínkám .....	64
5.4	Relace počtu výjezdů k zeměpisným a demografickým údajům .....	66
5.5	Relace počtu výjezdů k druhu nálezů a objektu výjezdu .....	72
5.6	Hypotéza vzniku pyrotechnické zátěže .....	74
5.7	Podpoření hypotézy vzniku pyrotechnické zátěže .....	75
5.7.1	Stanovení výjezdů, při kterých byla nalezena rumunská munice .....	76
5.7.2	Seznam lokalit nálezů rumunské munice .....	77
5.7.3	Ověření pohybu Rumunské armády v těchto lokalitách .....	78
5.8	Shrnutí a vysvětlení dosažených výsledků .....	80
6	Diskuse .....	83
7	Závěr .....	94
	Seznam symbolů a zkratk .....	95
	Seznam použité literatury .....	96

Seznam obrázků.....	101
Seznam tabulek.....	103
Seznam příloh.....	104

# 1 Úvod

Území České republiky vzhledem k historickému geopolitickému vývoji nese značnou pyrotechnickou zátěž zejména v podobě munice. Sdělovací prostředky čas od času přinesou zprávu o nálezu munice, obvykle letecké pumy, neboť takový nález je z mediálního pohledu zajímavý. Skutečnost je taková, že Pyrotechnická služba Policie ČR každoročně vyjíždí k cca 1 600 nálezů munice a výbušnin, při kterých zajistí a poté i zničí přibližně 1 500 kg pěchotní munice, 300 kg výbušnin a 5 000 kusů dělostřeleckých granátů různých ráží, ručních granátů, min, raket, leteckých pum, iniciátorů a dalších druhů munice. Další tisíce zajištěných a zničených kusů představují pyrotechnické výrobky a prostředky.

Munici občané běžně nachází při provádění stavebních a zemních prací, při úpravách koryt vodních toků, čištění rybníků, opravách mostních konstrukcí, při orbě i na procházkách v přírodě. Bohužel, některé nálezy munice mají tragické následky. Často jsou škody na majetku, zdraví nebo zmařených životech způsobeny neodbornou manipulací s nalezenou municí a podceněním rizik, která plynou z jejich nebezpečných vlastností. Osvětová činnost vysvětlující občanům správné postupy v případě nálezů munice je pouze jedním ze způsobů, jak rizikům čelit.

Problém, kterému se věnuje tato práce, souvisí s oblastí mapování pyrotechnické zátěže. Autor pracuje jako pyrotechnik Policie ČR a vnímá kontaminaci území ČR pyrotechnickou zátěží, zejména otázku její systematické sanace, jako oblast nevyjasněnou a jako téma společností podceňované a marginalizované.

V současné době není publikována žádná ucelená informace o kontaminaci území naší republiky pyrotechnickou zátěží. Přes pečlivou snahu se ani v rezortech Ministerstva vnitra ČR a Ministerstva obrany ČR nepodařilo zjistit žádnou faktografickou publikaci nebo studii o rozložení pyrotechnické zátěže na území ČR. V archivech rezortů MO ČR a MV ČR existují kusé informace v podobě záznamů a plánek nálezů konkrétních kusů munice v dané lokalitě a časově a místně omezené a strohé statistiky o nálezech této zátěže. V rezortu MO ČR pak existují zdroje dat ve formě leteckých snímků z válečného a poválečného období, jejichž analýzou je možné vytipovat např. místa dopadu leteckých pum, které z různých příčin neexplodovaly. Uceleným způsobem však tyto zdroje dat zpracovány nejsou. Tento současný stav může souviset s historickým a politickým vývojem a navazujícími organizačními změnami ve výkonu policejních i armádních pyrotechnických činností na území naší republiky. Zřejmým důsledkem těchto změn je mj. absence systematického mapování, identifikace a sanace pyrotechnické zátěže.

Teoretický rámec této práce se bude věnovat vysvětlení nebezpečných vlastností pyrotechnické zátěže a správnému pochopení rizik z těchto vlastností vyplývajících. Součástí teoretického rámce bude také seznámení se současným způsobem sanace pyrotechnické zátěže, s nežádoucími účinky výbuchu a způsoby jejich omezení a přehled vybraných právních aspektů souvisejících s pyrotechnickou zátěží.

Dynamický vývoj bezpečnostní situace v Evropě i ve světě vede k zaměření aktuální pozornosti celé společnosti i bezpečnostních složek zejména na problematiku nových trendů hrozeb vyplývajících z možnosti zneužití chemických, biologických, jaderných

a radioaktivních materiálů pro páchání teroristických útoků. K tomuto způsobu vnímání ohrožení přispívá také rychlý rozvoj sdělovací techniky a informačních médií, které umožňují prakticky v reálném čase informovat o dění na celém světě. Obsah médií je v mnoha případech ovlivněn snahou přinášet stále nové a šokující informace, ale často bez reálné vazby na obyvatelstvo ČR.

Bylo by chybou opomenout stávající hrozby související s možnými nehodami či zneužitím nálezů konvenční munice a výbušnin. Tyto hrozby jsou zcela reálné a nebezpečí z nich plynoucí přímo souvisí s relativní snadností získání i zneužití nalezené munice a výbušnin. Tato práce si proto klade za hlavní cíl v praktické části prozkoumat možnost systematického popisu pyrotechnické zátěže území ČR shromážděním, analýzou a vyhodnocením dostupných relevantních údajů o jejích nálezech. Autor si však plně uvědomuje, že komplexní zpracování této problematiky vyžaduje kontinuální práci týmu odborníků a dalece překračuje rámec této práce.

Přesahem této práce bude vytvoření výchozího bodu pro stanovení kritérií, která by měl zahrnovat budoucí centrální systém, popisující pyrotechnické zatížení území ČR a v důsledku jeho vzniku vytvoření základních podmínek pro systematickou pyrotechnickou sanaci území ČR.

## 2 Současný stav

### 2.1 Přehled současného stavu řešení pyrotechnické zátěže

Problematika kontaminace území ČR jako celku pyrotechnickou zátěží není v současné době systematicky řešena. Základním nedostatkem se jeví chybějící legislativa, která by umožňovala orgánům veřejné správy nařízení pyrotechnického průzkumu s ohledem na charakter konkrétní lokality. Požadavek systematické sanace pyrotechnické zátěže se poprvé výrazně projevil po roce 1991 v souvislosti s odchodem sovětských vojsk a se snížením stavů Československé armády z cca 115 000 vojáků v činné službě v roce 1993 na cca 25 000 v roce 2012 a následným uvolněním nevyužitých vojenských újezdů do civilní správy.

#### 2.1.1 Bývalé vojenské újezdy

Jako příklad řešení sanace vojenských újezdů lze uvést odstraňování pyrotechnické zátěže z bývalých vojenských újezdů Ralsko a Mladá. Jedná se o problematiku řešenou na úrovni Vlády ČR. Vláda v této věci vydala Usnesení vlády ČR č. 350/1997 Sb. ke Zprávě o stavu plnění očisty bývalých vojenských újezdů Ralsko a Mladá od munice a upřesnění dalšího postupu v této věci. Vláda tímto usnesením mimo jiné uložila přednostům okresních úřadů v České Lípě, Mladé Boleslavi a Nymburku, tedy v okresech, na jejichž území se dnes již uvolněný vojenský újezd rozkládá, aby jejich místně příslušné stavební úřady stanovily v rámci stavebních řízení stavebníkům podmínky:

- provedení hloubkového pyrotechnického průzkumu prostoru stavenišť,
- nebo zajištění pyrotechnického dozoru při provádění zemních prací.

Na stavebníky byla tímto usnesením také přenesena povinnost uhradit finanční náklady spojené s provedením těchto opatření. Armádě byly na roky 1998-2001 přiděleny finanční prostředky ve výši celkem 139,3 milionů Kč s tím, že v těchto bývalých újezdech provede očistu od nevybuchlé munice do hloubky 0,5 (0,3) m a to:

- na plochách zemědělsky využívaných,
- na pozemcích určených k plnění funkcí lesa,
- v prostorech, kde byl potvrzen souvislý výskyt nebezpečné munice,
- kde z hlediska dalšího aktuálního využití je toto opatření nezbytné.

Na ostatním území byl proveden pyrotechnický průzkum povrchovou metodou do hloubky 0,1 m s vyloučením běžné dostupnosti nebezpečné munice. [1]

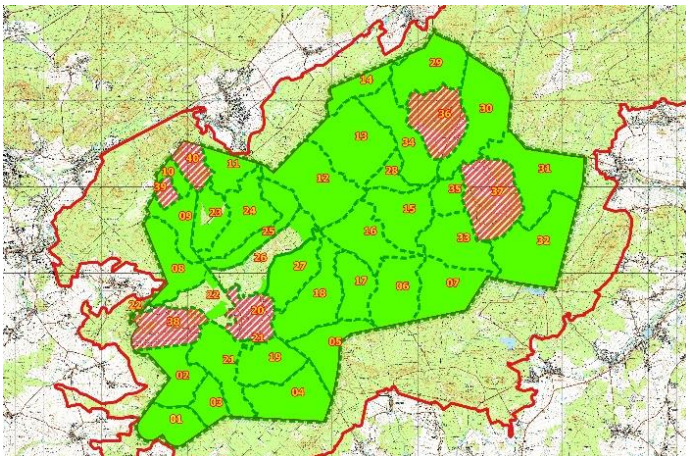
Shrnutí současného stavu:

- vznik pyrotechnické zátěže tohoto území je v poválečné historii jednoznačně spojen s činností ČSLA, sovětských vojsk a po roce 1989 s činností AČR,
- vláda nařídila AČR pouze částečnou sanaci s omezenými finančními prostředky, jejichž výši odpovídá i rozsah provedení sanačních prací,
- finanční náklady spojené se sanací území, které již přešlo do soukromého vlastnictví, přenesla vláda na nové majitele pozemků, občany – stavebníky;

povinnost uhradit tyto finanční náklady byla zrušena až v roce 2002 Usnesením vlády ČR č. 64/2002 Sb., [2]

- r. 2001 byla podstatná část bývalého újezdu přeměněna na oboru Židlov pod Lesní správou Dolní Krupá, spadající pod VLS ČR, s. p.; rozloha obory Židlov činí 3 786 ha, z toho 2 121 ha pozemky určené pro plnění funkcí lesa, 1 456 ha ostatní plochy, 208 ha zemědělská půda a 1 ha na vodní plochy,
- r. 2003 bylo rozhodnuto o ukončení pyrotechnické sanace armádou, sanace byla svěřena státnímu podniku Vojenské lesy a statky,
- pyrotechnická zátěž i po 27leté(!) sanaci není z tohoto území odstraněna a sanace stále pokračuje.

Jako další příklad sanace území bývalých vojenských újezdů lze uvést odstraňování ekologické a pyrotechnické zátěže z bývalého vojenského újezdu Brdy. Problematika je řešena zákonem č. 15/2015 Sb. o hranicích vojenských újezdů, který Ministerstvu obrany ČR ukládá přijmout odpovídající opatření k odstranění této zátěže nejpozději do 2 let od zrušení vojenského újezdu Brdy a ministerstvu rovněž ukládá odstranění zátěže, která se projeví i po této lhůtě. [3 § 11]



**Obrázek 1 Území bývalého VVP – stav sanace k 18.9.2017**

Vojenský újezd byl zrušen v lednu 2016 a na jeho místě vznikla chráněná krajinná oblast. Obrázek 1 [vlastní] znázorňuje část bývalého VVP Brdy. Zelenou barvou je vyznačen prostor sanovaný metodou povrchového sběru, některá místa byla sanována do hloubky 0,3 m za využití detektoru kovů. Trvale nepřístupné části, které jsou v mapě vyznačeny červeným šrafováním, nebylo možné sanovat, neboť sloužily jako dopadové plochy, jsou nevybuchlou municí silně kontaminovány, a proto byl do těchto oblastí zakázán vstup. Nepřístupných lokalit je celkem 6, jedná se o cílové dopadové plochy Jordán a Tok, prostor bývalé pěchotní střelnice Kolvín, prostory Padrťských rybníků a oblast Přední a Zadní Bahna a dále o posádkové cvičiště Jince a ochranné pásmo tohoto cvičiště.

V prostoru posádkového cvičiště Jince a v jeho ochranném pásmu je mj. vyloučena veškerá realizace staveb, vyjma staveb pro plnění funkce lesa a staveb pro potřebu zajištění obrany státu. [4] Na uvolněných pozemcích zákon nestanoví podmínku provedení pyrotechnického průzkumu pro vydání stavebního povolení, jak tomu bylo v případě zrušeného vojenského újezdu Ralsko. Zůstává tak na konkrétních stavebních úřadech, aby zvážily, zda vydání stavebního povolení podmíní jeho provedením.

## 2.1.2 Civilní prostory

Jako příklad negativního důsledku absence legislativy pro možnost nařízení pyrotechnického průzkumu je možné uvést případ ze severních Čech: Prostor chemického závodu v Záluží u Litvínova, dnes chemického závodu UNIPETROL, a. s., byl v období 2. světové války silně bombardován spojeneckým letectvem (viz Obrázek 2) [vlastní], neboť německá okupační správa jej využívala zejména k výrobě syntetického benzínu a chemikálií pro německý válečný průmysl a armádu. Podle odborných odhadů přibližně 12 % svržených pum z různých příčin neexplodovalo. Na základě vyhodnocení dohledaných archivních údajů o počtu svržených leteckých pum a leteckého snímkování bylo vyhodnoceno, že na pozemcích se v dnešní době stále nachází pravděpodobně několik desítek nevybuchlých leteckých pum.



Obrázek 2 Letecký snímek Záluží z roku 1946

V průběhu jednání společností oprávněných k provádění pyrotechnického průzkumu na území ČR s dřívějším českým vlastníkem pozemků o provedení pyrotechnického průzkumu a následné sanaci této nebezpečné zátěže, došlo v roce 2016 ke sloučení společnosti UNIPETROL, a. s. s dalšími společnostmi CHEMOPETROL GROUP, a. s. a KAUČUK Group, a.s. a k přechodu veškerého obchodního majetku, tedy i dotčených pozemků, na nového majitele. Dnešní polští akcionáři [5] nemají o řešení zátěže zájem, neboť zákon jim tuto povinnost neukládá a případnou sanaci by museli provést na vlastní náklady.

Uvedený příklad velmi zřetelně demonstruje praktické dopady absence legislativy v oblasti sanace pyrotechnické zátěže v civilním sektoru.



**Pozitivní příklad sanace Bořího lesa:** Boří les se nachází na jižní Moravě mezi městy Břeclav a Valtice v blízkosti státní hranice s Rakouskem. Lokalita náleží do turisticky hojně navštěvovaného Lednicko-Valtického areálu. Přibližně 2,5 km jihozápadně od Břeclavi se v současné době rozkládá průmyslový areál, pozůstatek bývalé muniční továrny MUNA, ve které se v období 2. světové války vyráběla munice pro německou armádu. K muniční továrně náleželo více než cca 40 muničních skladů situovaných v zalesněném území Bořího lesa a celý muniční komplex zabíral plochu cca 100 hektarů, viz obrázek (Obrázek 3) [vlastní]. Při osvobození Břeclavska sovětskou armádou koncem dubna 1945 bylo rozhodnuto, že areál bude zničen pomocí výbušnin. Tato likvidace byla provedena velmi neodborně, a proto v jejím důsledku byla munice ze skladů výbuchy rozhozena do širokého okolí. V letech 1991 až 2002 bylo při pyrotechnické sanaci tohoto území nalezeno a odstraněno celkem cca 22 000 kusů munice, převážně dělostřeleckých a ručních granátů, min a iniciátorů.



Obrázek 3 Letecký snímek oblasti Boří les z roku 1946

Díky aktivnímu přístupu zastupitelstva Jihomoravského kraje se podařilo získat finanční prostředky na provedení systematické sanace Bořího lesa. Pyrotechnický průzkum v současné době provádí soukromé společnosti, které tuto veřejnou zakázku vysoutěžily. Vzhledem k rozsahu kontaminovaného území lze předpokládat, že sanace potrvá cca 8 až 10 let. Nalezená munice je předávána k likvidaci Pyrotechnické službě PČR.

Sanace pokračuje již druhým rokem a lze ji považovat za příklad dobré a fungující spolupráce soukromých společností provádějících pyrotechnický průzkum nejen s Pyrotechnickou službou PČR, ale také s dalšími složkami Integrovaného záchranného systému.



## 2.2 Možnosti sanace pyrotechnické zátěže z hlediska příslušnosti

Území ČR lze z hlediska příslušnosti k řešení pyrotechnické zátěže rozdělit na území spadající pod správu Ministerstva obrany ČR (vojenské újezdy Boletice, Březina, Hradiště a Libavá, objekty AČR a MO ČR) a ostatní území v civilní správě příslušné Ministerstvu vnitra ČR.

Poznámka: Státní správu na území újezdu vykonává újezdni úřad v rozsahu úkolů, které stanoví zákon č. 222/1999 Sb., o zajišťování obrany České republiky. V čele ÚÚřVÚ (Újezdniho úřadu vojenského újezdu) je přednosta, který je podřízen oddělení řízení vojenských újezdů ze sekce rozvoje a plánování schopností Ministerstva obrany ČR.

Vojenské prostory přísluší k řešení Vojenské policii, jejíž náčelník je přímo podřízen ministrovi obrany ČR. Odstraňování pyrotechnické zátěže z civilních prostorů přísluší Policii ČR. V rámci policie je gestorem této problematiky Pyrotechnická služba PČR.

Sanace vojenských prostorů může postupovat systematicky a může probíhat relativně snadno s ohledem na skutečnosti:

- pozemky jsou ve vlastnictví státu, nebo státem spravovaných organizací,
- hranice újezdů jsou jasně vymezeny zákonem [3],
- rozloha vojenských újezdů činí celkem 82 333 ha [6], tj. 823,33 km<sup>2</sup> a tedy s ohledem na rozlohu celé ČR 78 866 km<sup>2</sup> činí pouhých 1,04 % území ČR,
- odpovědný rezort Ministerstva obrany ČR
  - může provádět vlastní systematickou evidenci a mapování stávající pyrotechnické zátěže i zátěže nově vznikající,
  - splňuje odborné předpoklady pro provedení sanace,
  - může naplánovat a vyčlenit vlastní finanční, personální i materiální zdroje pro provedení sanace.

V civilním prostoru je systematická sanace pyrotechnické zátěže nepoměrně obtížnější z následujících důvodů:

- absence mapování a dlouhodobého, systematického centrálního evidování pyrotechnické zátěže,
- velká rozloha území a velký počet vlastníků konkrétních pozemků,
- nutnost vlastní iniciativy majitelů pozemků – absence legislativy s možností nařízení pyrotechnického průzkumu, vyjma území bývalých vojenských újezdů Ralsko a Mladá,
- finanční náklady na provedení pyrotechnického průzkumu jdoucí na vrub vlastníků pozemků,
- pyrotechnický průzkum civilních pozemků je prováděn prakticky pouze pyrotechniky specializovaných firem.

## **Shrnutí současného stavu řešení pyrotechnické zátěže v ČR:**

- území ČR lze z hlediska příslušnosti rozdělit na území:
  - pod vojenskou správou, kde pyrotechnický průzkum provádí vojenští pyrotechnici a za sanaci této zátěže je odpovědný rezort Ministerstva obrany ČR,
  - a území civilní, kde pyrotechnický průzkum provádí soukromé subjekty; za bezpečnou a spolehlivou likvidaci odpovídá Pyrotechnická služba PČR,
- chybí legislativa, na základě které, by bylo možné nařídit provedení pyrotechnického průzkumu území v civilní správě, vyjma Usnesení vlády ČR č. 350/1997, které řeší sanaci pouze bývalých vojenských újezdů Ralsko a Mladá,
- zákonem č. 15/2015 Sb. o zrušení vojenského újezdu Brdy, o stanovení hranic vojenských újezdů, o změně hranic krajů a o změně souvisejících zákonů (zákon o hranicích vojenských újezdů) je stanovena povinnost Ministerstva obrany ČR přijmout opatření k odstranění pyrotechnické zátěže v průběhu dvou let od zrušení újezdu a dále odstranit zátěž, která se po této lhůtě projeví, nicméně pokračování v úplné sanaci se nepředpokládá,
- neexistuje žádný informační systém, který by umožňoval provádění systematického mapování a plánování zdrojů pro systematickou sanaci pyrotechnické zátěže civilního území a poskytoval o této zátěži informace.

## **2.3 Nebezpečné vlastnosti pyrotechnické zátěže**

Pyrotechnická zátěž je závažná kontaminace životního prostředí výbušninami, nebo předměty, které výbušniny obsahují, zpravidla municí. V případě munice chemické, by bylo možné i podle současného stavu legislativy kontaminaci považovat za zátěž ekologickou, ta ale na území České republiky nebyla používána a prakticky se zde nenalézá.

Poznámka: Například na území Belgie (cca 1/3 rozlohy ČR) se každoročně nachází okolo 10 000 ks dělostřeleckých granátů s chemickou náplní z období 1. světové války. Postup likvidace chemické munice byl prezentován na mezinárodní pyrotechnické konferenci organizované pyrotechniky Belgického království v roce 2014 při příležitosti připomínky 100. výročí zahájení 1. světové války. V rámci konference umožnila belgická strana prohlídku areálu pro likvidaci chemické munice i českým policejním a vojenským pyrotechnikům. V té době byla likvidace chemické munice prováděna buď ve výbušné komoře za pomoci náloživa, nebo mechanickým otevřením munice a vylitím kapalné chemické bojové látky, která byla dále předána k finální likvidaci specializované soukromé společnosti. Tento způsob likvidace chemické munice vyžadoval značný podíl lidské manuální práce s nebezpečnými látkami. V letošním roce, v rámci oslav 100. výročí ukončení 1. světové války, by měli belgičtí pyrotechnici představit novou unikátní linku na likvidaci chemické munice vyvinutou v Japonsku, která bude zcela automatizovaná.

Rizika, která souvisí s pyrotechnickou zátěží území České republiky, vyplývají zejména z nebezpečných vlastností výbušnin a jejich použití v konvenční munici. Pro správné pochopení rizik je třeba poznat základní charakteristické vlastnosti výbušnin a účinky výbuchu výbušnin a munice na své okolí.

## 2.3.1 Výbušniny a jejich charakteristické vlastnosti

### 2.3.1.1 Krátce z historie objevů a výroby výbušnin

Po řadu staletí byl v podstatě jedinou výbušninou černý prach (směs dusičnanu draselného  $\text{KNO}_3$  – ledku s dřevěným uhlím a sírou). V dnešní době je černý prach jedinou výbušninou, kterou může osoba starší 18 let zakoupit. Vynalezen byl zřejmě v Číně v 7. až 9. století a v Evropě se objevil v 13. století. Černý prach se v mírných obměnách používal jako jediná výbušnina až do konce 18. století. Průběžně se zdokonalovala technologie jeho výroby, měnil se způsob získávání složek, ale podstata černého prachu ani jeho vlastnosti se do té doby zásadně nezměnily.

Počátek výroby výbušnin souvisí s rozvojem chemie a snahami o zvýšení výkonnosti černého prachu a můžeme jej datovat ke konci 18. století. V té době došlo ke dvěma podstatným objevům: Francouzský chemik, člen Akademie věd a profesor na pařížské polytechnice Claude Louis Bertholet v roce 1786 vyrobil velmi energické okysličovadlo, chlorečnan draselný  $\text{KClO}_3$ , v době objevu zvaný Bertholetova sůl, který se dodnes používá zejména při výrobě zábavní pyrotechniky. Tehdejší Bertholetův experiment, kdy ledek v černém prachu nahradil nově objeveným chlorečnanem, skončil bohužel výbuchem a požárem celé továrny, který na několik let utlumil bádání v této oblasti, nicméně přinesl zásadní poznatek, že směsi pevných hořlavých látek s chlorečnanem jsou velmi citlivé na mechanické podněty. Ale již v roce 1799 vyrobil Angličan Edward Howard třaskavou rtuť, fulminát rtuťnatý  $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ . Velmi jednoduchým výrobním procesem získal ze snadno dostupných surovin (rtuť, líh a kyselina dusičná) výkonnou třaskavinu, velmi citlivou na mechanické podněty. Tyto objevy postupně vedly nejen k vývoji a výrobě dalších výbušnin, ale i např. ke vzniku perkusního zámku, který v palných zbraních nahradil komplikované a méně spolehlivé způsoby zážehu výmetné náplně v komoře hlavně. [7 stránky 11-12]

Další objevy v oboru výbušnin pak následovaly v relativně rychlém sledu:

- **1831** Angličan William Bickford vynalézá **zápalnici** plněnou černým prachem,
- **1846** Christian Friedrich Schonlein vyrobil **střelnou bavlnu**, nitrát celulózy  $\text{C}_6\text{H}_8(\text{NO}_2)_2\text{O}_5$ , vzniklý rozpuštěním celulózy v nitrační směsi kyseliny dusičné  $\text{HNO}_3$  a sírové  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; některé prameny datují objev již do roku 1788 a přisuzují jej jinému vědci shodného jména,
- **1846** italský chemik Ascanio Sobrero připravil tekutý **nitroglycerin**, glyceroltrinitrát  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ , který byl velmi citlivý, a proto prakticky obtížně využitelný; o rok později Švéd Alfred Bernhard Nobel úpravami dosáhl snížení jeho citlivosti,
- **1854** Rusové Zinin a Petračeský **využívali tekutého nitroglycerinu** pro zemní a trhačí práce; kvůli vysoké citlivosti bylo jeho používání i přeprava nebezpečná, [8 str. 31]

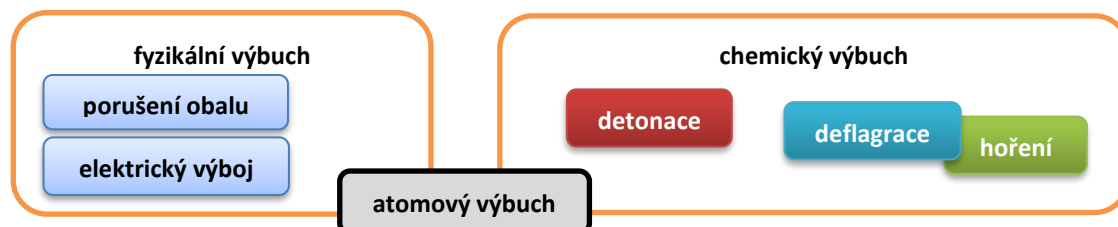
- **1866** Švéd Alfred Bernhard Nobel vyrábí **dynamit**, nitroglycerin nasáklý do křemeliny s příměsí jedlé sody, odolný vůči tepelným a mechanickým podnětům; pro iniciaci již bylo třeba rozbušky, kterou rovněž vynalezl Alfred Nobel,
- **1873** německo-britský chemik Hermann Sprengel objevil výbušné vlastnosti **kyseliny pikrové**, u nás v Rakousku známé jako ekrazit, ve Francii melinite, v Británii lyddite nebo v Japonsku šimose [9],
- **1891** německý chemik Carl Häussermann objevuje výbušné vlastnosti **TNT, trinitrotoluenu**  $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$  vyrobeného již v r. 1863 německým chemikem Juliem Wilbrandtem, [10]; TNT byl zaveden do armády až r. 1902 v Prusku,
- **1877** němečtí chemici Wilhelm Michler a Carl Meyer vynalezli, **tetryl** ( $C_7H_5N_5O_8$ ), [11]
- **1886** se v Rusku začíná používat **hromobij**, dusičnan amonný  $NH_4NO_3$  a pikrát amonný – sůl kyseliny pikrové ( $(NO_2)_3C_6H_2OH$ ),
- **1891** Theodor Curtius vynalézá **azid olovnatý** ( $Pb(N_3)_2$ ) vzniklý působením azidu sodného  $NaN_3$  na vodný roztok dusičnanu olovnatého  $Pb(NO_3)_2$ , [12]
- **1894** v německé manufaktuře Rheinisch-Westfälische Sprengstoff A.G. v Kolíně nad Rýnem, Tollen a Vigan poprvé vyrábí **pentrit** ( $C(CH_2ONO_2)_4$ ). [13 stránky 11-18]
- **1898** německý chemik Georg Friedrich Henning patentuje **hexogen** ( $C_3H_6O_6N_6$ ). [14]

Z tohoto stručného přehledu je patrné, že v průběhu 19. století byly vyvinuty základní výbušniny, z nichž mnohé se běžně používají i v dnešní době.

### 2.3.1.2 Výbuch a výbušnina

Výbuch v obecném slova smyslu je děj spojovaný s rychlým uvolněním energie a se vznikem zvukových, světelných i jiných projevů. Pro účely této práce, která se věnuje pyrotechnické zátěži a rizikům s ní spojeným, je vhodné uvést obvyklé dělení různých typů výbuchů, na kterém se odborná literatura shoduje:

- **chemické**; zde se energie uvolňuje v důsledku rychlé chemické reakce,
- **fyzikální**; dříve označované také jako výbuchy mechanické, při kterých je energie uvolňována mechanickým způsobem, např. při náhlém porušení obalu tlakové nádoby, ale může se jednat i o projevy elektrického výboje, nebo výbuch sopky,
- **atomové**; energie je uvolňována v důsledku reakcí na úrovni atomových částic. [15 str. 5]; [16 str. 15]



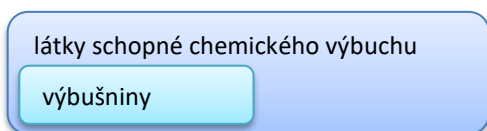
Obrázek 4 Typy výbuchů a jejich projevy

Při výbuchu výbušnin se jedná o výbuch chemický. [17 str. 9] Jednoznačná a výstižná definice výbuchu v pyrotechnickém slova smyslu se v odborných literárních pramenech hledá velmi obtížně, nicméně lze stanovit konkrétní předpoklady, při jejichž splnění se jedná o výbuch výbušniny:

1. jedná se o chemickou reakci, která je exotermická,
2. po předání iniciačního impulzu dále probíhá samovolně,
3. probíhá velmi rychle,
4. není nutné, aby při reakci probíhala výměna hmoty s okolím,
5. alespoň část produktů reakce vzniká v plynném stavu. [16 str. 16]

Není-li nutné, aby při reakci probíhala výměna hmoty s okolím, znamená to, že výbušnina obsahuje veškeré reaktanty, tj. palivo i okysličovadlo, ve své hmotě, která může být látkou buď chemicky individuální (vše v jedné molekule), nebo směsí chemických látek. V důsledku toho např. nálož TNT bude vybuchovat obdobným způsobem v běžných podmínkách ve vzduchu na zemi, pod zemí, pod vodní hladinou nebo ve vesmíru. Další charakteristikou výbušnin je, že se téměř vždy jedná o látky kondenzované, tj. pevné nebo kapalné. [16 str. 16]

Výbušniny můžeme ještě více vymezit z hlediska záměrného využívání:



Obrázek 5 Schéma zařazení výbušnin

Látek schopných chemického výbuchu existuje, kromě výbušnin, celá řada: uhelný prach, zemní plyn, benzin, mouka, cukr aj., přesto je neřadíme k výbušninám. Tyto látky v sobě neobsahují okysličovadlo. Často se jedná o látky z laického pohledu zcela neškodné, avšak nebezpečí plynoucí z jejich výbušných vlastností, které se projeví při náhodném nebo nevědomém vytvoření vhodných podmínek (smísení se vzduchem ve vhodném poměru, zahřátí na určitou teplotu), nelze podceňovat. Např. shořením 1 m<sup>3</sup> takového plynného nebo disperzního systému se uvolní energie srovnatelná s detonací 1 kg TNT. Takové látky označujeme jako látky nebezpečné výbuchem. [15 str. 4]

Oproti látkám nebezpečným výbuchem, u kterých se snažíme případný výbuch eliminovat, můžeme výbušniny vymezit tak, že právě výbušná přeměna je jejich požadovanou vlastností a jsou za tímto účelem vyráběny. [16 str. 16]

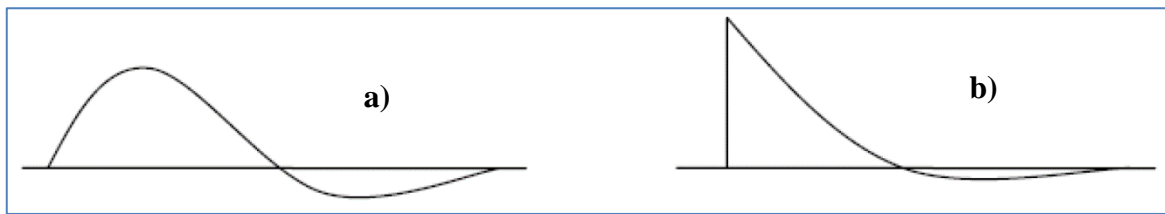
## Děje výbušné přeměny

Velmi zjednodušeně lze říci, že podle rychlosti, s jakou se při výbuchu výbušnin šíří energie, rozlišujeme tři základní děje výbušné přeměny: hoření, deflagraci a detonaci.

Tabulka 1 Děje výbušné přeměny

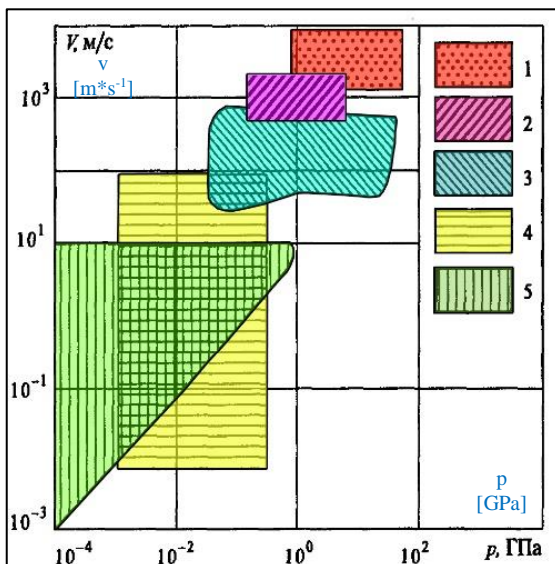
výbušná přeměna	řádová rychlost uvolňování energie		charakter šíření děje výbušninou	tlak	
	hoření	mm*s <sup>-1</sup> až desítky m*s <sup>-1</sup>		subsonická	vlnový
deflagrace	stovky m*s <sup>-1</sup>	desítky až stovky MPa			
detonace	1 500 -10 000 m*s <sup>-1</sup>	hypersonická	vzniká rázová vlna	jednotky až desítky GPa	průběh vykazuje časovou diskontinuitu

Hypersonická, resp. subsonická rychlost souvisí s rychlostí šíření zvuku ve hmotě výbušniny, nikoliv ve vzduchu. Na obrázku (Obrázek 6) a) je znázorněn průběh tlaku kontinuální, např. při hoření a deflagraci, vpravo b) pak průběh tlaku při detonaci vykazující diskontinuitu. [18 str. 12]



Obrázek 6 Průběh tlaků při výbušných přeměnách

Způsoby výbušných přeměn nejsou z hlediska fyzikálních okolností zcela striktně odděleny. Jasnější představu o řádových rychlostech přeměn a tlacích zplodin, můžeme získat z grafického vyjádření na obrázku (Obrázek 7) [19 str. 3]



Obrázek 7 Typy výbušných přeměn

- Legenda:
- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1 detonace              | 4 konvektivní hoření |
| 2 metastabilní detonace | 5 normální hoření    |
| 3 deflagrace            |                      |

## Hoření výbušnin

Výbušniny ve své hmotě obsahují oksyličovadlo i palivo, a k hoření tedy není nutná přítomnost vzduchu. Takové hoření označujeme jako explozivní hoření. [16 str. 20] Ačkoliv je hoření jev všeobecně známý, jedná se o složitý děj a jeho zkoumání zasahuje do oblasti chemie, fyziky, termodynamiky aj.

Podstatné u hoření výbušnin je, že energie je ve hmotě předávána formou tepla, tj. ze zóny, kde již probíhá hoření, se energie ve formě tepla šíří dále do dosud nezapálené hmoty, kterou ohřívá. Při hoření je rychlost šíření energie vždy podzvuková; tedy nižší, než kterou se zvuk může šířit ve hmotě výbušnin. Okolností, která ovlivňuje rychlost hoření je okolní tlak. Prakticky jej můžeme ovlivnit tím, že buď umožníme volný odchod zplodin hoření a rychlost hoření pak bude stálá, nebo odchodu zplodin zabráníme (systém utěsníme); objem hořících zplodin pak bude zvyšovat okolní tlak, který urychlí předávání tepla ve hmotě a rychlost hoření se bude s rostoucím tlakem zvyšovat. Výbušnina nepotřebuje k hoření vzdušný kyslík a utěsněním ji tedy neuhásíme.

Typicky se explozivního hoření výbušnin využívá v raketových motorech s tuhými pohonnými látkami. Rychlost vývinu plynů, a tedy i tlaku se ovlivňuje tvarem tuhé hnací hmoty v motoru, přesněji velikostí plochy odhořívajícího povrchu a průměrem trysky, kterou unikají zplodiny hoření.

**Deflagrace** je děj velmi podobný explozivnímu hoření:

- energie se ve hmotě předává formou tepla z reakční zóny dále do hmoty,
- rychlost šíření energie je vždy podzvuková,
- rychlost šíření energie je ovlivněna tlakem.

Děj však probíhá řádově vyšší rychlostí a tlak zplodin dosahuje řádově vyšších hodnot než u explozivního hoření. Některé látky mohou za určitých vnějších podmínek, např. silným iniciačním impulzem nebo prudkým nárůstem tlaku, přejít z explozivního hoření do deflagrace. Typicky se deflagrace využívá ve střelných zbraních k urychlení projektilu v hlavni.

**Detonace** je děj, který se od deflagrace a explozivního hoření zásadně liší. Energie se ve hmotě výbušnin šíří nikoli předáváním tepla, ale detonační vlnou, a rychlost šíření energie je tedy vždy vyšší než rychlost zvuku ve hmotě výbušnin. Rychlost reakce není výrazně ovlivněna teplotou ani okolním tlakem a šíří se ve hmotě výbušnin konstantní rychlostí. U běžných výbušnin se rychlost reakce pohybuje v rozmezí cca 1 500 až 10 000 m\*s<sup>-1</sup>, a tlak dosahuje hodnot v řádech desítek GPa.

Typicky je detonace využívána k trhacím pracím v lomech a dolech nebo k fragmentaci střel, tedy obecně k destrukci hmoty, která je ve styku s výbušninou. [16 stránky 20-24]

### 2.3.1.3 Rozdělení výbušnin

Způsobů nebo pohledů podle kterých je možné dělit výbušniny existuje více, např. podle složení, chemické struktury, výroby apod. Rozdělení výbušnin podle způsobu použití zažité v České republice i bývalém Československu odráží tabulka (Tabulka 2).

Tabulka 2 Rozdělení výbušnin a jejich základní charakteristiky

skupina	základní charakteristika skupiny	příklad skupiny										
výbušniny	třaskaviny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• velmi vysoká citlivost k vnějším podnětům</li> <li>• schopnost detonovat i v malých průměrech</li> <li>• schopnost i v malém množství iniciovat trhavinu</li> <li>• využití primárně pro iniciaci trhaviny</li> <li>• relativně snadný a rychlý přechod od hoření do detonace</li> <li>• energeticky poměrně chudé</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• třaskavá rtuť, TR, <math>\text{Hg}(\text{CNO})_2</math></li> <li>• azid olovnatý, AO, <math>\text{Pb}(\text{N}_3)_2</math></li> <li>• azid stříbrný, AS, <math>\text{AgN}_3</math></li> <li>• tricinát olovnatý, TNRO</li> <li>• tetrazen, GNGT</li> <li>• dinol, DDNP</li> </ul>										
	trhaviny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• méně citlivé než třaskaviny, někdy úmyslně necitlivé</li> <li>• vyšší výkonové parametry</li> <li>• detonují až ve větších průměrech</li> <li>• iniciovány bývají buď detonací třaskaviny nebo detonací citlivější trhaviny</li> <li>• využití primárně pro destrukci materiálu v blízkém okolí – vojenství, těžba nerostů, ale i pro svaření či tváření kovů</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• trinitrotoluen, TNT</li> <li>• pentrit, PETN</li> <li>• hexogen, RDX</li> <li>• oktogen, HMX</li> <li>• tetryl</li> </ul>										
	hnací hmoty (střeliviny)	<p>Jsou látky nebo směsi, které po tepelné iniciaci (nejčastěji plamenem) hoří za vzniku velkého množství plynných zplodin, a to i bez přístupu vzdušného kyslíku.</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">střelné prachy</td> <td rowspan="3">černý prach</td> <td>1 složkové</td> </tr> <tr> <td>2 složkové</td> </tr> <tr> <td>3 složkové</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">pohonné (hnací) hmoty</td> <td>tuhé</td> <td>homogenní</td> </tr> <tr> <td>kapalné</td> <td>heterogenní</td> </tr> </table>	střelné prachy	černý prach	1 složkové	2 složkové	3 složkové	pohonné (hnací) hmoty	tuhé	homogenní	kapalné	heterogenní
	střelné prachy	černý prach			1 složkové							
2 složkové												
3 složkové												
pohonné (hnací) hmoty	tuhé	homogenní										
	kapalné	heterogenní										
pyrotechnické slože	<p>Jsou mechanické směsi oxidáčidel a paliv schopné exotermické reakce za účelem tvorby plamene, světla, dýmu, zvukových efektů nebo řízeného vývinu tepla. Ve většině případů pyrotechnické slože hoří či deflagrují.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osvětlovací</li> <li>• signální</li> <li>• zábleskové</li> <li>• dýmové <ul style="list-style-type: none"> <li>• zastírací</li> <li>• barevné</li> </ul> </li> <li>• zápalné</li> <li>• plynové generátory</li> <li>• zážehové</li> <li>• termity</li> </ul>										

[16 str. 50]; [20 stránky 35-38]



Další obvyklé způsoby dělení výbušnin podle různých kritérií:

Tabulka 3 Další časté způsoby rozdělení výbušnin

podle způsobu výroby	průmyslově vyráběné			
	improvizované			
podle množství komponent	individuální			
	směsné			
podle konzistence	sypké			
	poloplastické a plastické			
	tuhé			
	kapalné			
	emulzní			
podle využití	vojenské			
	průmyslové	povrchové		
		důlní	skalní	
			bezpečné	protiprachové
				protiplýnové
		pro zvláštní použití		

Výbušniny můžeme posuzovat z mnoha úhlů pohledu. Účinky výbušniny závisí zejména na jejím chemickém složení a hustotě, ale také na tvaru a velikosti nálože, jejím utěsnění aj. Posuzované parametry je možné rozdělit do skupin:

- fyzikální a chemické vlastnosti,
- výbuchové parametry,
- parametry charakterizující účinek,
- citlivostní parametry,
- fyzikální a chemická stabilita.

Z hlediska zaměření této práce je důležité zmínit alespoň poslední dvě uvedené, tj. citlivostní parametry a fyzikální a chemickou stabilitu.

### 2.3.1.4 Citlivost výbušnin na iniciační podněty

Citlivostí výbušnin rozumíme jejich citlivost k vnějším podnětům, které mohou způsobit iniciaci jejich výbušné přeměny. Podle způsobů dodání iniciační energie rozlišujeme citlivost výbušnin na:

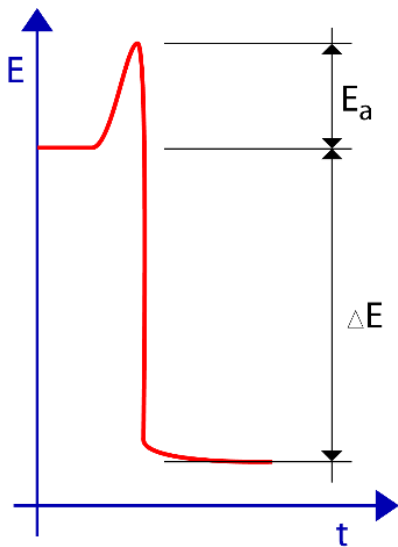
- náraz,
  - tření,
  - jiskru,
  - plamen,
  - teplo,
  - rázovou vlnu (vyvolanou např. detonací jiné výbušniny).
- } jednoduché iniciační podněty



Obrázek 8 Schéma poměru citlivosti a bezpečnosti

Obrázek 8 [21]

Některé výbušniny jsou citlivější na náraz, jiné k plamenu apod. Obecně vyšší citlivost je charakteristická zejména pro třaskaviny:



Obrázek 9 Schéma energetických poměrů výbušné přeměny

Aby mohlo dojít k výbušné přeměně, a tedy k uvolnění energie výbušniny, je třeba výbušnině nejdříve vhodným způsobem určitě množství energie dodat.

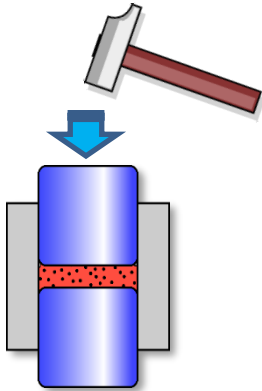
Iniciační (aktivační) energie  $E_a$  je energie dodaná vhodným iniciačním impulzem. Energie  $\Delta E$  je uvolněná výbušnou přeměnou. [20 str. 38] Zjednodušeně lze říci, že výbušniny, které pro svoji výbušnou přeměnu vyžadují nízkou aktivační energii  $E_a$ , uvolní relativně nižší energii  $\Delta E$  než výbušniny méně citlivé.

Citlivost výbušnin na konkrétní iniciační podnět se liší, tj. některé výbušniny jsou citlivější než jiné. Citlivost výbušniny je ovlivněna jejím chemickým složením, krystalickou strukturou, postupem výroby i chemickou čistotou výsledného produktu. [20 str. 39] Stanovení citlivosti výbušniny ke konkrétním podnětům je velmi důležité jednak pro zajištění spolehlivé požadované funkčnosti a také z hlediska bezpečnosti. Proto jsou zkušební postupy pro stanovení citlivosti standardizovány buď vyhláškami Českého báňského úřadu nebo Českými obrannými standardy, které vydává Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti.

Dále je popsána citlivost výbušnin k nárazu a ke tření. Tyto citlivosti jsou měřeny u všech průmyslově vyráběných výbušnin (také vojenské výbušniny jsou vyráběny průmyslovým způsobem), neboť jsou důležité pro stanovení jejich manipulační a přepravní bezpečnosti a souvisí i s riziky sanace pyrotechnické zátěže.

## Citlivost na náraz

U výbušnin se vyjadřuje citlivost k nárazu velikostí dopadové energie  $E$  vyjádřené v joulech [J]. Zkouška spočívá ve výpočtu energie předané pádem závaží o standardní hmotnosti 1, 2, 5 nebo 10 kg samovolně z výšky 10–50 cm na vzorek výbušniny o hmotnosti řádově jednotek gramů, který je umístěn mezi dvěma kovovými plochami.



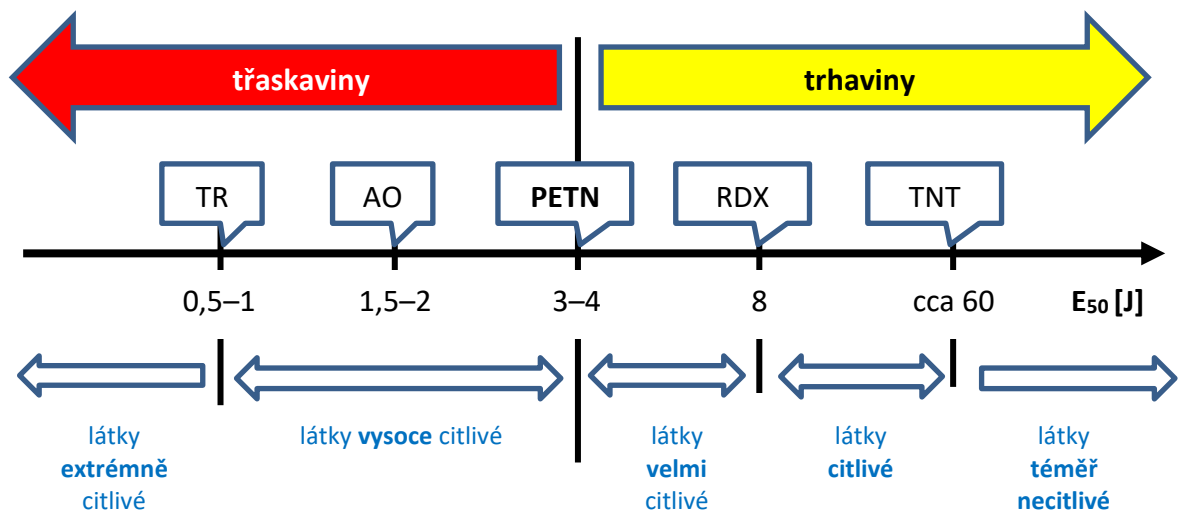
Obrázek 10 Schéma zkoušky citlivosti na náraz

Dopadová energie se vypočítá jako součin hmotnosti závaží, gravitační konstanty a pádové výšky:

$$E = m * g * h$$

Zkouškou se stanoví jednak nejmenší dopadová energie potřebná pro iniciaci výbušniny, a dále dopadová energie pro 50 % pravděpodobnost iniciace výbušniny, označovaná jako  $E_{50}$ . [22 stránky 70-74]

Podle citlivosti k nárazu prakticky rozdělujeme výbušniny na třaskaviny a trhaviny. Na stupnici (Obrázek 11) [21] je uvedena citlivost vybraných výbušnin:

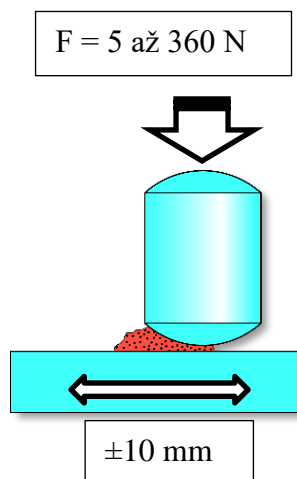


Obrázek 11 Stupnice citlivosti výbušnin na náraz

Jako hraniční z hlediska citlivosti na náraz se pro praktické rozdělení výbušnin na třaskaviny a trhaviny udává citlivost pentritu.

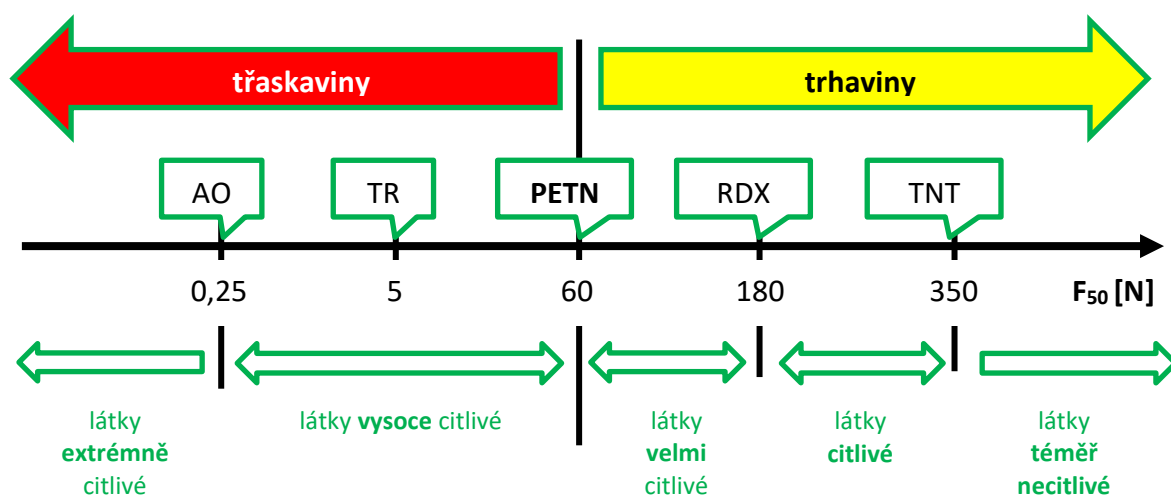
## Citlivost na tření

Při měření citlivosti na tření se vzorek výbušniny umístí na keramickou destičku pod keramický třecí kolík, na který se postupně působí silou v rozsahu 5–360 N. Destičkou se opakovaně pohybuje vpřed a vzad o 10 mm.



Obrázek 12 Schéma zkoušky citlivosti na tření

Citlivost je pak určena silou  $F$  [N] stlačující třecí kolík, při jejímž působení dojde s 50 % pravděpodobností k iniciaci výbušniny, umístěné mezi keramickými třecími plochami; tato síla je označována jako  $F_{50}$ . [22 stránky 77-79]



Obrázek 13 Stupnice citlivosti výbušnin na tření

Pro rozdělení výbušnin na třaskaviny a trhaviny z hlediska citlivosti na tření se, stejně jako z hlediska citlivosti na náraz, udává citlivost pentritu.

Podobnými i podstatně složitějšími postupy se u výbušnin měří řada dalších parametrů, např. termická stabilita, chemická snášenlivost, teplota vzbuchu, vliv stárnutí na vlastnosti výbušnin, měření detonační rychlosti a mnohé další. Výsledky těchto měření jsou standardizovaným způsobem zpracovány a jsou podkladem pro proces schvalování, který musí být proveden vždy před zavedením výbušniny např. do výzbroje armády, nebo do výroby a distribuce v případě průmyslových výbušnin. [22 str. 12]

## Ovlivňování citlivosti

Citlivost výbušnin se dá v určité míře ovlivňovat. Faktory, které hodnotu citlivosti dané výbušniny ke konkrétním podnětům ovlivňují, závisí na krystalické modifikaci látky, velikosti a tvaru částic nebo na přítomnosti dalších látek, např. vody nebo písku. Citlivost ovlivňuje také teplota.

Citlivost výbušnin posuzujeme ze dvou hledisek:

Tabulka 4 Posuzování citlivosti výbušnin

hledisko	posuzovaná problematika	možnost ovlivnění
bezpečnosti	odolnost	flegmatizace
spolehlivosti	spolehlivost iniciace	senzibilace

Z hlediska bezpečnosti požadujeme vysokou odolnost výbušniny proti nežádoucím způsobům iniciace. Citlivé výbušniny lze vhodným způsobem flegmatizovat, tj. snížit jejich citlivost ke konkrétním iniciačním podnětům. Z hlediska spolehlivosti požadujeme spolehlivost iniciace požadovaným způsobem. Citlivost některých výbušnin k požadovaným iniciačním podnětům lze zvýšit.

### Příklady flegmatizace

- Citlivost třaskavé rtuti (TR) na náraz i tření je vysoká a pro její reálné využití je flegmatizace potřebná. Provádí se např. přidáním vody nebo parafinu. Při obsahu 5 % vody detonuje již jen částečně; 20 % parafinu se třaskavá rtuť flegmatizovala např. pro výrobu bleskovice v Rakousku. [23 str. 66]
- Flegmatizace hexogenu (RDX) se provádí přidáním 5–10 % montánního vosku (vosk získávaný z hnědého uhlí) do taveniny hexogenu při teplotě cca 80–88°C.
- Přidáním montánního vosku o obsahu okolo 5 % se provádí flegmatizace tritolu (TNT), pentritu (PETN) nebo jiných tavitelných výbušnin.
- Kyselina pikrová, která se jako trhavina dříve používala pro náplň dělostřeleckých granátů a byla citlivá k nárazu více, než bylo pro vojenské použití vhodné, se standardně flegmatizovala přidávkem 12 % parafinu. [23 str. 98]

Po přidání vosků vzniká v podstatě disperze, ve které jsou krystaly výbušniny obaleny tenkou vrstvou flegmatizátoru. Flegmatizátor snižuje vzájemné tření mezi krystaly a pomáhá rovnoměrně rozložit vnitřní pnutí do celého objemu výbušniny. [20 str. 43] Do flegmatizačních vosků je možné přidávat různá barviva, která pak opticky odlišují flegmatizovanou výbušninu od původní krystalické. [16 str. 74]; [23 str. 88]

Parafin se používal i jako součást obalového materiálu náložek. Náložky se máčely v parafinu, avšak u některých výbušnin s obsahem dusičnanu amonného bylo zjištěno, že parafin působí změnu jejich krystalické formy a dochází k tvrdnutí hmoty. Parafin se ukázal jako obecně méně vhodný flegmatizátor než montánní vosk. Flegmatizace použitím montánních vosků je obecně výhodnější, protože vosku postačí menší množství

a nesnižuje tak výkonnost výbušniny. Dále se k flegmatizaci používají i jiné sloučeniny, které v zahřátém a tekutém stavu mají schopnost výbušninu rozpouštět. K flegmatizaci se dají používat ve speciálních případech také chlorečnanové a chloristanové směsi výbušnin, které jsou však zároveň hořlavou složkou a nejsou proto vhodné pro použití v dolech kvůli riziku iniciace metanu nebo uhelného prachu.

Flegmatizaci lze provádět nejen u třaskavin a trhavin, ale také u hnacích hmot. Potřeba flegmatizace střelivin se projevila zřejmě poprvé v období let 1855-1862, kdy se v rakouském dělostřelectvu začala používat místo střelného prachu jako hnací hmota nitrocelulóza a docházelo k poškození i roztržení hlavní, neboť nitrocelulóza byla cca třikrát výkonnější. Proto se flegmatizovala přidávkem klišu, vosku nebo tuků. Později se k flegmatizaci používala rozpouštědla nitrocelulózy i různé náhrady surovin a nové technologické postupy, které během let vývoje vedly ke vzniku nových druhů střelivin. [23 stránky 88-334] Flegmatizace hnacích hmot se provádí nikoli kvůli snížení citlivosti na iniciační impulzy, ale pro snížení rychlosti hoření.

Používání flegmatizátorů je důležité nejen pro zajištění bezpečnosti při manipulaci a přepravě výbušnin, ale již při jejich výrobě, kdy umožňují bezpečné zpracování výbušnin i ve velkých objemech např. technologií lisování. [16 str. 73]. Pro flegmatizaci je možné využít látky z hlediska schopnosti výbušné přeměny **pasivní**, jako výše zmíněný vosk, parafin nebo vodu a také látky **aktivní**, kdy např. hexogen, výkonnou ale citlivou trhavinu, flegmatizujeme méně citlivým tritolem. [20 str. 44]

**Zvyšování citlivosti**, senzibilaci výbušnin, lze rovněž provádět více způsoby:

- změnou krystalické struktury látky,
- přidáním látek z hlediska schopnosti výbušné přeměny **pasivních**, např. práškových kovů, písku nebo drceného skla, které díky tvrdosti, ostrým hranám a vysoké teplotě tání umožní při iniciačním impulzu koncentraci energie a vznik tzv. horkých jader, tj. míst ve hmotě výbušniny, kde započne výbušná přeměna,
- nebo přidáním látek z hlediska schopnosti výbušné přeměny **aktivních**, kdy např. třaskavinu lze přidáním jiné třaskaviny zcitlivět na konkrétní vnější podnět. [20 str. 43]

Otázku ovlivňování citlivosti a dalších požadovaných vlastností výbušnin je nutné řešit komplexně – jako příklad flegmatizace třaskavé rtuti byla výše uvedena možnost jejího zvlhčení vodou, je však třeba vést v patrnosti, že v takové úpravě prudce reaguje s hliníkem a teplo vzniklé při silné exotermické reakci může vést až k iniciaci takto upravené třaskaviny. [20 str. 42]

### 2.3.1.5 Chemická a fyzikální stabilita výbušnin

Stabilitou výbušnin rozumíme jejich schopnost dlouhodobě si uchovat své původní vlastnosti. Výbušniny podléhají procesu stárnutí, který se projevuje nežádoucími fyzikálními a chemickými změnami. Z hlediska vojenského můžeme kromě fyzikální a chemické stability rozlišit také stabilitu balistickou, tj. schopnost výbušniny uchovat si požadované parametry, např. detonační rychlost u trhavin nebo rychlost hoření u střelivin. Balistická stabilita však přímo vychází ze stability fyzikální a chemické. [20 str. 41]

**Fyzikální stabilitou** rozumíme schopnost uchování si požadovaných fyzikálních vlastností, zejména objemu, tvaru, homogenity, plasticity a pružnosti. Změny teploty způsobují díky tepelné roztažnosti změny tvaru a objemu výbušniny. Vyšší teploty způsobují i tzv. vypocování. Vypocování je oddělování kapalných složek z výbušniny, a jsou k němu náchylné zejména plastické trhaviny na bázi nitroesterů za vyšších teplot, např. poloplastické důlní skalní trhaviny dynamitového typu, např. PERMONEX.

Poznámka: Netýká se známé plastické trhaviny Semtex, která obsahuje krystalický pentrit v kaučukovém plastifikátoru – neobsahuje nitroestery.

K vypocování, přesněji vylisování kapalných složek na povrch náložek může docházet i vlivem vysokého stálého zatížení při nesprávném skladování. Takové výbušniny jsou pak manipulačně nebezpečné, zvláště dojde-li k jejich zmrznutí, neboť jsou citlivější. Dále může docházet ke změnám pružnosti a plasticity, tedy ke ztvrdnutí, např. u trhavin s obsahem dusičnanu amonného při náhlém střídání teplot, nebo teplot přes 32°C.

**Chemická stabilita** představuje schopnost výbušniny nepodléhat chemickým reakcím. Chemickou stabilitu výbušnin ovlivňuje teplo, vlhkost, ionizující i neionizující záření a chemické i biologické vlivy. Vyšší teplota urychluje degradační chemické reakce probíhající mezi složkami výbušniny. Vlhkost prostředí urychluje proces hydrolyzy, kdy složky výbušniny reagují s vodou a dochází k jejich rozkladu. Vlhkost ovlivňuje i reakci výbušnin s kovy, např. suchý pentrit, který je ke kovům netečný, reaguje za vlhka se zinkem nebo mosazí. Chemickou stabilitu ovlivňují i biologické faktory, např. výskyt plísní a hub.

Stabilita výbušnin souvisí s jejich životností, kterou můžeme posuzovat z hlediska:

- **funkčnosti**, která představuje časové období kdy si výbušniny uchovávají své požadované vlastnosti a jsou plně funkční,
- dále z hlediska **možnosti spotřeby**, kdy je výbušniny možné použít z hlediska jejich funkčnosti, ale již nesplňují požadované parametry,
- a z hlediska **bezpečnosti**, což je období, po které je možné zaručit jejich bezpečnost, ne již však plnou funkčnost.

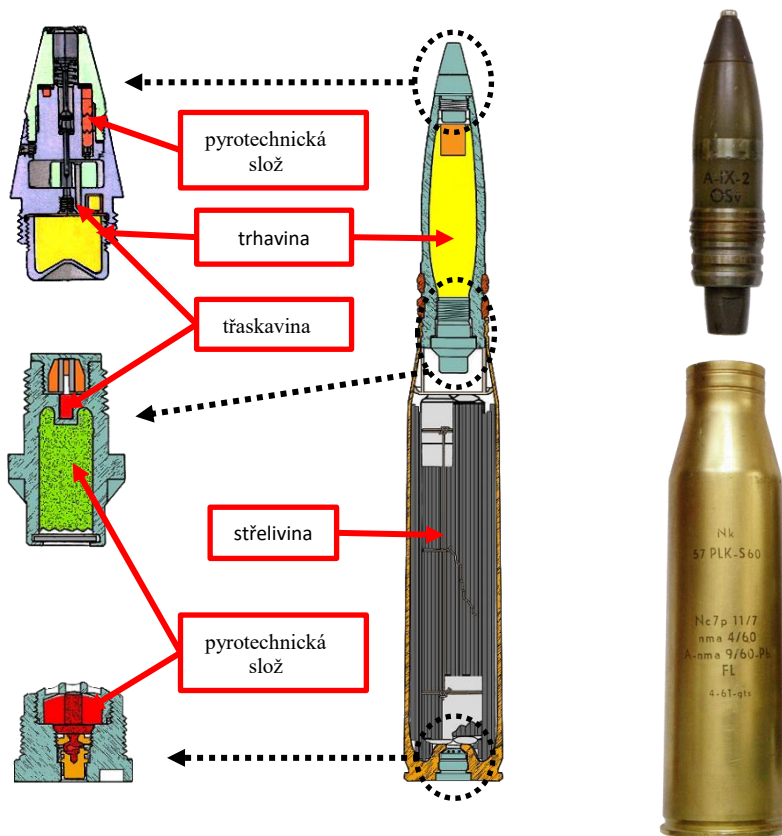
Stabilita výbušnin je již před výrobou projektována s ohledem na jejich zamýšlené použití. Zatímco u výbušnin vojenských je jejich funkční životnost zaručována po dobu cca 10-15 let a bezpečnost v řádu desítek let, u výbušnin pro průmyslové použití je životnost projektována jen v řádu měsíců. Již při vývoji jsou výbušniny v laboratořích podrobovány testům tzv. umělého stárnutí. [20 stránky 40-42]. Metodika testů pro předpověď životnosti vojenských výbušnin je podrobně zpracována v rámci Českého obranného standardu. [22 stránky 16, 35-62, 126-145]

### 2.3.2 Využití výbušnin

Výhodné výbušné vlastnosti některých chemických látek se dříve využívaly v civilním sektoru převážně při těžbě nerostných surovin a k zemním pracím. V dnešní době se výbušniny hojně využívají také v průmyslu např. při speciálním tváření a sváření kovů a v nezanedbatelném množství se využívají v leteckém a automobilovém průmyslu zejména jako aktivní prvky airbagů, předpínačů bezpečnostních pásů i dalších bezpečnostních prvků, a obecně tam, kde je potřebné pro správnou funkčnost systému spolehlivě dodat přesná (i velká) množství energie v přesném a extrémně krátkém čase v řádu milisekund.

Výhody využití výbušnin jako zdroje energie pro různé systémy spočívají jednak v tom, že výbušniny již obsahují veškeré reakční látky potřebné pro výbušnou reakci a jsou tedy nezávislé na svém okolí a dále, že průmyslově vyráběné výbušniny lze vyrobit jako dlouhodobě stabilní. Systémy, které takové výbušniny využívají tak mohou být připraveny spolehlivě plnit svoji funkci po řadu let, i desítek let, bez nutnosti provádění zdlouhavé nebo nákladné údržby, výměny zdrojů energie apod. Veškeré tyto výhodné vlastnosti výbušnin však využívali a stále využívají zejména výrobci munice a její uživatelé, zpravidla armády.

Munice z hlediska bojového použití je bojovým prostředkem, který využívá energie výbušnin k vyvolání požadovaného účinku v cíli, většinou destrukci hmoty, a její užitná hodnota je určena rozsahem ničivého účinku. Toto kritérium je rozhodující zejména pro munici základního určení, která je určena k ničení živé síly, bojové techniky nebo staveb [20 stránky 6-9]. K munici jako pyrotechnické zátěži je tedy třeba přistupovat s vědomím, že účelem, pro který byla vyrobena, je převážně zraňovat, zabít a ničit.



Obrázek 14 Příklad použití výbušnin v munici



Schematický řez protiletadlovým tříštivým dělostřelečným nábojem ráže 57 mm [24 str. 10]; [25 str. 481] názorně zobrazuje objem i umístění výbušnin. Z řezu je patrné, že běžný dělostřelečný náboj obsahuje všechny základní typy výbušnin, tj. třaskaviny, trhaviny, střeliviny i pyrotechnické složky. Obdobně je tomu i u dalších druhů munice. Tento konkrétní granát obsahuje v těle střely 0,268 kg trhaviny TNT a v nábojnici 2,41 kg střeliviny, ale do dělostřelečných granátů větších ráží se běžně laborují trhaviny o hmotnosti i 8 a více kg.

## **2.4 Rizika vyplývající z nebezpečných vlastností výbušnin, způsoby jejich omezení a ověřené způsoby likvidace pyrotechnické zátěže**

Výbušniny byly charakterizovány v kapitole Výbušniny a jejich charakteristické vlastnosti mj. jako látky, jejichž požadovanou vlastností, pro kterou jsou vyráběny, je výbušná přeměna ve formě explozivního hoření, deflagrace nebo detonace.

Nebezpečných vlastností výbušnin v obecné rovině je možné najít několik: jedná se o chemické látky, které mohou být jedovaté, obdobně mohou být jedovaté i zplodiny vzniklé při výbušné přeměně, při hoření výbušnin může dojít k zapálení předmětů v okolí apod. Tyto a další nebezpečné vlastnosti má ovšem také celá řada jiných chemických látek. Nebezpečné vlastnosti typické pro výbušniny spočívají v jejich schopnosti výbušné přeměny formou explozivního hoření, deflagrace a zejména detonace, které jsou charakteristické vysokou rychlostí svého průběhu a vysokými tlaky, kterých dosahují vznikající zplodiny (viz. Tabulka 1); v případě detonace se do blízkého okolí místa výbuchu šíří také seizmická vlna.

Nebezpečné vlastnosti výbušnin tedy spočívají ve fyzikálním účinku na okolí místa výbuchu. Z tohoto úhlu pohledu jsou nebezpečné vlastnosti výbušnin obecně posuzovány a takto jsou vnímány odbornou i laickou veřejností.

Posuzování účinků výbuchu výbušnin a munice a jejich stanovení pomocí výpočtů za využití měření a empirických poznatků se zabývají vojenské předpisy i civilní normy, např. ČSN 73 0040. Za nežádoucí jevy při výbuchu munice a výbušnin jsou považovány:

- otřesení okolní půdy otřesnou (seizmickou) vlnou,
- vznik tlakové vlny,
- rozdrčení a vymrštění zeminy,
- rozlet střepin,
- vznik zvukové vlny. [26 str. 64]

Z hlediska ohrožení zdraví a životů osob a materiálních hodnot, je možné spojit problematiku tlakové (rázové) a zvukové vlny. V blízkosti výbuchu vzniká rázová vlna s přetlakem okolo 150 MPa, který však rychle klesá [20 str. 167]. Od vzdálenosti, kde rychlost čela rázové vlny klesne pod rychlost zvuku, se šíří vlna zvuková. Dále je možné spojit problematiku rozletu střepin z těla munice s problematikou rozdrčení a vymrštění zeminy. Při výbuchu je třeba počítat také s tepelnými účinky. Teploty při výbuchu se pohybují přibližně okolo 3 000 °C, ale výrazně se různí podle druhu použité výbušniny.

Tepelné účinky se mohou projevit na snadno zápalném materiálu, který je v kontaktu s výbušninou, nebo který je v dosahu rozletu zahřátých střepin. Některé druhy munice jsou pro zápalný účinek přímo konstruovány. Z hlediska bezpečnosti jsou však zásadní tyto charakteristické účinky výbuchu:

- rozlet střepin,
- rázová vlna,
- seismická vlna.

Z pohledu vojenského, případně průmyslového využití výbušnin jsou tyto projevy žádoucí, ovšem z pohledu sanace pyrotechnické zátěže jsou tyto projevy nežádoucí, a proto se používají při ničení munice a výbušnin postupy, kterými lze účinky výbuchu omezit.

## 2.4.1 Rozlet střepin

Schopnost tříštit se na střepiny je základní charakteristikou tříštivých střel, které jsou určeny proti živé síle, slabě pancéřované technice nebo proti vzdušným cílům. Bojová hodnota střel je dána počtem střepin vzniklých rozkladem těla střely při výbuchu trhavinové náplně. Počet, velikost, tvar a prostor rozletu střepin je určen materiálem, tvarem nebo tloušťkou stěn střely i druhem trhavinové náplně, její hmotností, tvarem a umístěním ve střele. Rizika spočívají v možnosti poškození zdraví a životů osob a vzniku hmotných škod způsobených letícími střepinami. Běžná tříštivo-trhavá střela ráže 100 mm se při explozi roztrhne na cca 4 000 střepin o následujících parametrech: [20 stránky 151-152]

Tabulka 5 Počet a hmotnost střepin střely OF 100 mm

hmotnost střepiny [g]	počet střepin	% z celkového počtu střepin
0,5 – 5	1800 – 2200	50
5 – 10	600 – 700	10 – 15
10 – 50	350 – 400	5 – 10
50 – 100	15 – 20	0,5 – 1
více než 100	1	0,02 – 1

Rychlost střepin při výbuchu dosahuje cca 1 500 m\*s<sup>-1</sup>. Účinek střepiny je dán její kinetickou energií podle vztahu

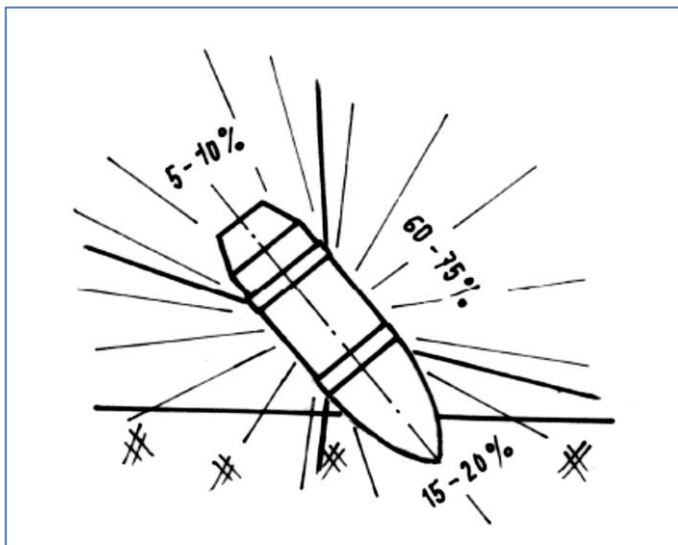
$$Ek = \frac{1}{2} * m * v^2, \quad \text{kde } m \text{ je hmotnost a } v \text{ rychlost střepiny.}$$

Tabulka 6 Bezpečná vzdálenost při ničení munice

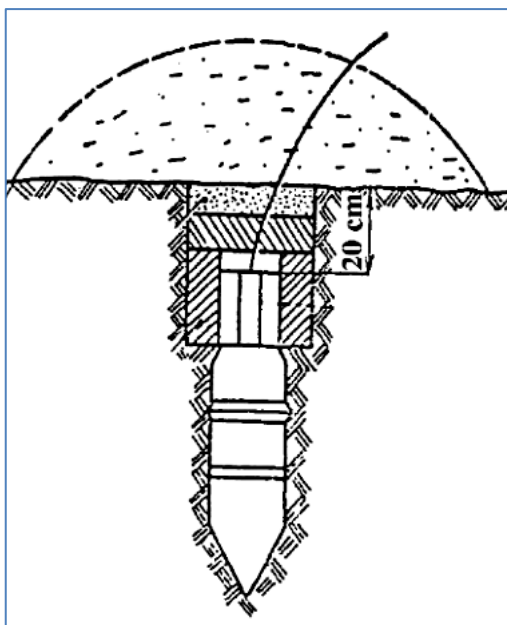
Munice o hmotnosti zalaborované trhaviny do [kg]	uložení munice	
	na povrchu	v jámě hluboké 1 m, nakryté zeminou
1 kg	500 m	250 m
10 kg	1 000 m	500 m
100 kg	1 500 m	1 000 m
250 kg	2 000 m	1 500 m
500 kg	3 500 m	2 000 m

Výpočet prostoru rozletu střepin je obtížný, a ne zcela přesný, a proto byly na základě výpočtů a empirických testů stanoveny bezpečné vzdálenosti z hlediska rozletu střepin, viz Tabulka 6. [26 stránky 72-73]

Z obrázku (Obrázek 15) [20 str. 153] je patrné, že převážná část střepin se tříští ve směru prakticky kolmém na podélnou osu střely. Tohoto efektu se využívá při ničení munice, kdy je třeba rozlet střepin omezit. Na obrázku (Obrázek 16) [26 str. 138] je zobrazena střela určená ke zničení, uložená ve svislé poloze, kdy většinu střepin pojme okolní zemina. Další výhodou tohoto způsobu uložení je, že jámku pro střelu je možné připravit zemním vrtákem a není nutné kopat jámku pro vodorovné uložení střely.



Obrázek 15 Prostorové rozložení rozletu střepin



Obrázek 16 Uložení ničené munice

## 2.4.2 Rázová vlna

V blízkosti výbuchu se šíří rázová vlna, která vzniká rychlým nárůstem tlaku zplodin (viz Tabulka 1). Přetlak, směr a rychlost šíření vlny je ovlivněn hmotností a druhem výbušniny a jejím umístěním. Počáteční rychlost vlny dosahuje až  $600 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ale se vzdáleností rychle klesá. [26 str. 67]. Rizika související s rázovou vlnou spočívají jednak v možnosti poškození zdraví a životů osob a dále vzniku materiálních škod, zejména poškozením nadzemních objektů a staveb.

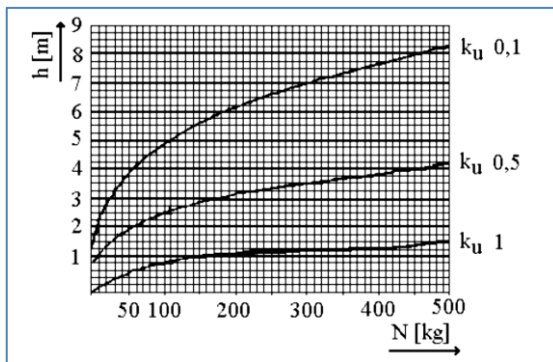
**Bezpečná vzdálenost objektů z hlediska účinků rázové vlny se dá určit výpočtem:**

$$r_b = k_b * k_u * \sqrt{N}$$

kde:  $r_b$  – bezpečná vzdálenost [m],

$k_b$  – součinitel druhu objektu,

$k_u$  – součinitel množství a umístění výbušniny,



Obrázek 17 Hodnoty součinitele  $k_u$

[26 str. 68]

Legenda: **h** výška nakrytí [m]  
**N** hmotnost výbušniny [kg]  
 **$k_u$  0,1** koeficient pro utlumení účinku tlakové vlny  
 **$k_u$  0,5** koeficient pro zmenšení účinku tlakové vlny o 50 %  
 **$k_u$  1** koeficient pro uložení munice na povrchu

Tabulka 7 Hodnoty součinitele  $k_b$

součinitel $k_b$	druh rozrušení objektu
1,5	Prolomení silných zdí z cihel, úplné zničení průmyslových staveb, poškození mostů a železničních těles.
1,5 – 2	Povalení dřevěných budov, převrácení železničních vozů, poškození elektrické sítě.
2 – 5	Poškození vnitřních dveřních příček, dveří budov.
5 – 10	Úplné rozbití skel, částečné poškození dveří, omítky krytiny.
10 – 50	Částečné poškození skel oken.

[26 str. 67]

**Účinek rázové vlny na lidský organismus** je dán hodnotou přetlaku v čele rázové vlny a lze ji vypočítat. Existuje více metodologických postupů, které pro výpočet používají tzv. redukovanou vzdálenost od místa výbuchu. Vychází se z teoretického modelu, kde detonace dvou náloží stejného tvaru, ze stejného materiálu, ve stejném prostředí, avšak různých hmotností, vytváří podobnou rázovou vlnu ve stejné měřené vzdálenosti.

$$Z = \frac{R}{\sqrt[3]{W}}$$

kde:

**Z** redukovaná vzdálenost od místa výbuchu [m],

**R** skutečná vzdálenost od místa výbuchu [m],

**W** hmotnost nálože [kg].

Sovětský geofyzik Michail Alexandrovič **Sadovskij** uvádí postupy výpočtu přetlaku pro výbuch ve vzduchu (ve volném prostoru):

$$\Delta p = \frac{1,07}{Z^3} - 0,1 \text{ [MPa]} \quad \text{pro redukovanou vzdálenost } Z \leq 1$$

$$\Delta p = \frac{0,076}{Z} + \frac{0,255}{Z^2} + \frac{0,650}{Z^3} \text{ [MPa]} \quad \text{pro redukovanou vzdálenost } 1 < Z \leq 15$$

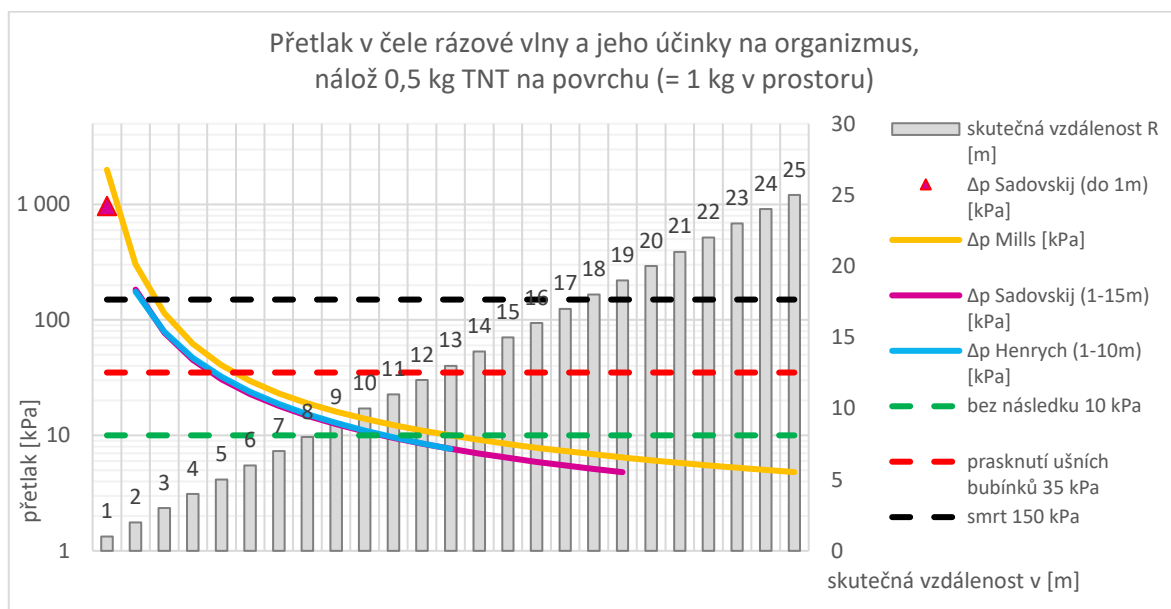
Britský vědec Carl **Mills** uvádí postup založený na starších výzkumech:

$$\Delta p = \frac{108}{Z} + \frac{114}{Z^2} + \frac{1772}{Z^3} + 0,19 \text{ [kPa]}$$

Český vědec Josef **Henrych** uvádí vztah pro výpočet:

$$\Delta p = \frac{0,0662}{Z} + \frac{0,405}{Z^2} + \frac{0,3288}{Z^3} \text{ [MPa]} \quad \text{pro redukovanou vzdálenost } 1 < Z \leq 10$$

Pro výpočet při výbuchu na povrchu je třeba počítat s dvojnásobnou hmotností nálože. Srovnání výsledků podle uvedených vzorců je prezentováno v grafu. (Obrázek 18)



Obrázek 18 Přetlak v čele rázové vlny a jeho účinky na organismus, nálož TNT 1 kg

Pro výpočty byl uvažován výbuch nálože TNT o hmotnosti 0,5 kg na povrchu. Výsledky výpočtů přetlaku v čele rázové vlny podle výše uvedených vzorců jsou velmi podobné. Z výsledků je patrné, že ve vzdálenosti do cca 2 až 3 m od epicentra dojde k úmrtí,

do vzdálenosti cca 4 až 5 m dojde k protržení ušních bubínků a od vzdálenosti cca 10 až 13 m nezanechá rázová vlna na osobách trvalé následky. Při interpretaci výsledků výpočtů prezentovaných v grafu (Obrázek 18) je třeba si uvědomit následující:

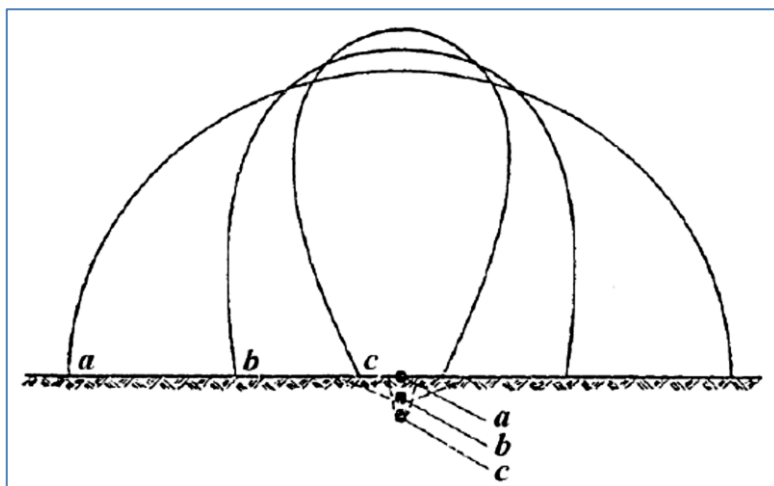
- Jedná se o výpočty výbuchu čisté výbušniny. Při použití kovového obalu, který by se tříštil na střepiny, např. při umístění výbušniny v munici, jsou bezpečné vzdálenosti uvedeny v tabulce (Tabulka 6).
- Jedná se o výpočty výbuchu ve volném prostoru. Při umístění výbušniny na zemi, je třeba pro výpočet uvažovat dvojnásobnou hmotnost výbušniny.
- Kontrolní testy s použitím TNT a Semtex 10 ukázaly, že při stejných hodnotách tlaků se vzdálenosti liší až o 10 m(!) [27 stránky 301-302].
- Zdravotní následky jsou uvedeny s určitou mírou pravděpodobnosti, která je blíže specifikována v tabulce (Tabulka 8).

Orientační hodnoty přetlaku v čele rázové vlny při výbuchu a jejich obvyklé účinky na lidský organismus jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 8) [28 str. 8].

**Tabulka 8 Orientační účinky přetlaku na organismus**

přetlak $\Delta p$ [kPa]	účinky na lidský organismus
16,5	poškození ušních bubínků 1 %
19,3	poškození ušních bubínků 10 %
34,5	poškození ušních bubínků 50 %
43,5	poškození plic
100	smrt 1 %
121	smrt 10 %
141	smrt 50 %
176	smrt 90 %
200	smrt 100 %

Nežádoucí účinky tlakové vlny lze omezit nebo usměrnit například uložením ničené munice nebo výbušniny pod úroveň terénu, viz Obrázek 19 [26 str. 69]:



**Obrázek 19 Omezení účinku tlakové vlny**

Legenda: **a** – při náloži na povrchu ( $k_u = 1,0$ )  
**b** – při náloži nakryté podle koeficientu ( $k_u = 0,5$ )  
**c** – při náloži nakryté podle koeficientu ( $k_u = 0,1$ )  
koeficienty  $k_u$  viz Obrázek 17

Při určování bezpečné vzdálenosti je nutné mít na zřeteli vlnový charakter šíření rázové vlny a brát v úvahu možnost odrazu rázové vlny od terénních překážek nebo nízké těžké oblačnosti.

Při výbuchu v husté zástavbě nebo uvnitř objektu, je výpočet účinků rázové vlny velmi komplikovaný, neboť rázová vlna se odráží od stěn objektů. Při interferenci pak dochází k vzájemnému ovlivňování materiálu objektu a vlnění. V důsledku odrazů a prolínání vlnění dochází v některých místech k výraznému zesílení vlnění a v některých místech k zeslabení. Výsledným efektem interference rázové vlny ve specifických podmínkách může být její zraňující nebo ničivý účinek i ve větších vzdálenostech od epicentra, kde by podle výpočtu pro volné prostranství měly být projevy tlakové vlny nižší. [20 stránky 173-174]

### 2.4.3 Seismická vlna

Rozlet střepin i rozsah a směr tlakové vlny je možné účinně omezit nebo usměrnit uložení ničené munice nebo výbušnin do země. Následkem výbuchu však vzniká také seismická vlna, která dosahuje nejmenších hodnot při výbuchu na povrchu, a naopak nejvyšších hodnot právě při výbuchu pod úrovní terénu.

Rizika související se vznikem seismické vlny spočívají v možnosti vzniku materiálních škod, zejména poškozením např. inženýrských sítí a různých potrubních produktovodů a kanalizace uložené v zemi nebo poškozením základů a podzemních částí staveb, které se pak mohou projevit poškozením staveb i nad úrovní terénu.

Rozsah účinků seismické vlny je dán více okolnostmi:

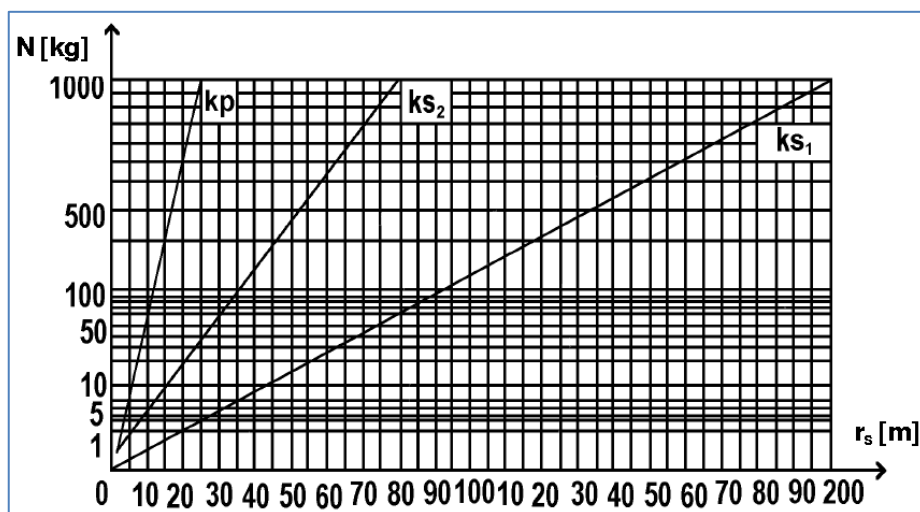
- hmotnost a druh výbušniny ovlivňuje nejen velikost kmitů ale také jejich frekvenci,
- složení půdy ovlivňuje šíření seismické vlny,
- charakter objektu ovlivňuje druh a rozsah poškození způsobených seismickou vlnou.

Výpočtem lze stanovit bezpečnou vzdálenost, za kterou již není seismický otřes pro objekt nebezpečný [26 str. 63]:

$$r_s = k_s * \sqrt[3]{N}$$

kde:  $r_s$  poloměr otřesu [m]  
 $k_s$  součinitel složení půdy a druhu objektu  
 $N$  hmotnost výbušniny [kg]

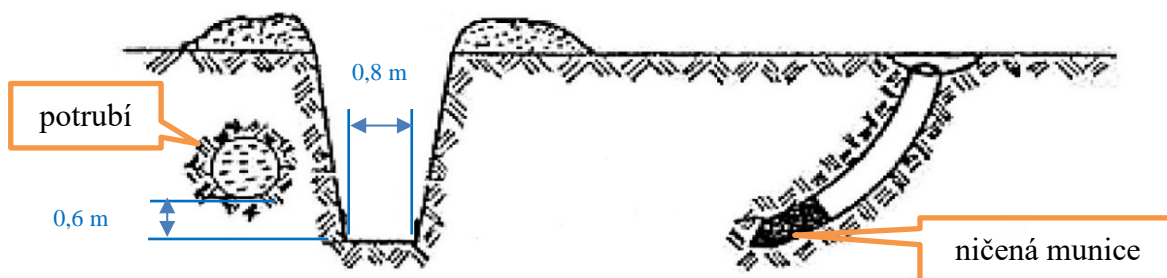
Přehled hodnot proměnných a bezpečné vzdálenosti znázorňuje Obrázek 20:



Obrázek 20 Diagram účinku a minimální vzdálenost ochranného příkopu,

Legenda: **kp** koeficient pro stanovení nejmenší vzdálenosti ochranného příkopu  
**ks<sub>1</sub>** koeficient pro stanovení bezpečné vzdálenosti lehkých staveb a potrubí  
**ks<sub>2</sub>** koeficient bezpečné vzdálenosti ostatních staveb  
**r<sub>s</sub>** minimální vzdálenost ochranného příkopu [m]  
**N** hmotnost zalaborované trhaviny [kg]

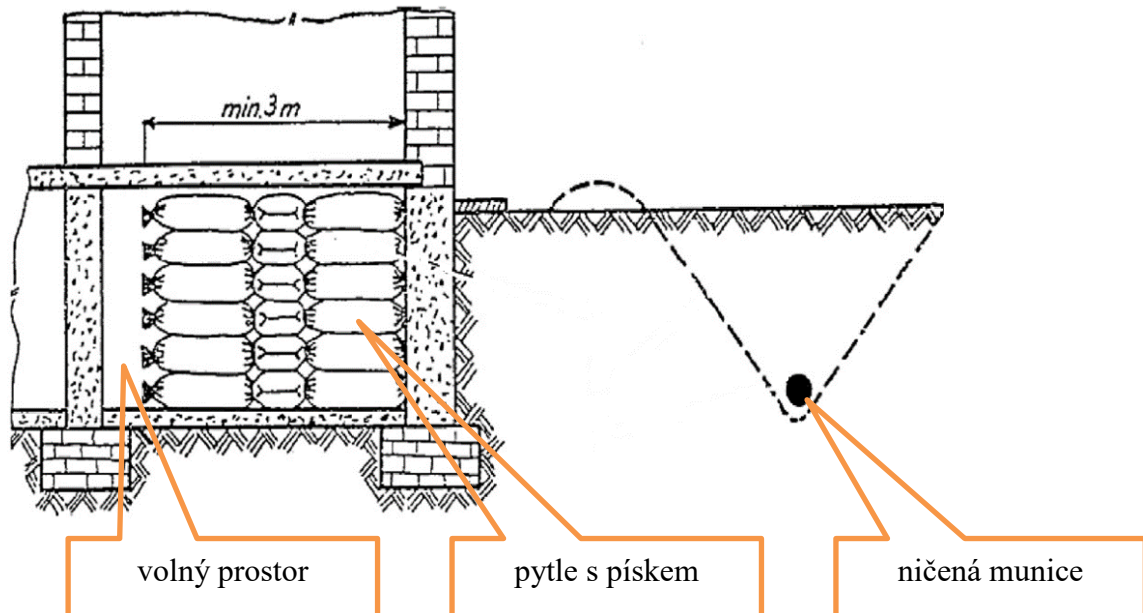
Účinky seizmické vlny se dají účinným způsobem omezit, například pomocí ochranného příkopu, jak schematicky znázorňuje Obrázek 21 [26 str. 65]:



Obrázek 21 Ochranný příkop



V případě, že nelze vytvořit ochranný příkop a existuje riziko poškození např. základů stavby nebo podzemních prostor, je možné zpevnit volnou zeď pomocí pytlů s pískem. Od další zdi je třeba ponechat odstup, aby došlo k přerušení seizmické vlny, viz Obrázek 22. [26 str. 67]



Obrázek 22 Zpevnění objektu

Problematika účinků otřesů na stavby je podrobně zpracována také v **ČSN 73 0040** Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva. [29] Norma zařazuje otřesy způsobené seizmickou vlnou v případě výbuchu výbušniny pod pojem seizmické otřesy a dále do nadřazené skupiny technická seizmicitá. [29 str. 3] Charakteristika, způsoby šíření i jejich účinky s ohledem na výbuch výbušniny jsou v normě podrobně pojednány v kapitolách věnovaných trhacím pracím a posuzování seizmických sil od velkých výbuchů.

Při výpočtech **při provádění trhacích prací** je dán důraz na kmitání, které je v případě exploze trhaviny charakteristické neperiodickým průběhem s velkou amplitudou a energií. Pro stanovení účinků v případě exploze více časovaných náloží je důležitý časový odstup jednotlivých výbuchů; hraniční čas pro rozdílné postupy výpočtu je 250 ms mezi jednotlivými výbuchy. Frekvence kmitů obvyklé pro trhací práce se pohybuje v rozmezí od 5 Hz do 50 Hz, přitom frekvence nižší než 10 Hz jsou charakteristické pro exploze náloží o hmotnosti vyšší než 2 000 kg a frekvence vyšší než 50 Hz odpovídají explozím náloží o hmotnosti nižší než 5 kg. Pro stanovení výsledných účinků na podzemí a nadzemní objekty se výpočtem stanoví rychlost kmitání podloží vyjádřená v  $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ .

V případě výpočtů seizmických sil **od velkých výbuchů** se používají náhradní statické síly pro vodorovný a svislý směr, stanovuje se seizmický součinitel, který je závislý na frekvenci kmitů a velikosti přetlaku v čele rázové vlny. Dále se pro výpočet využívá součinitel útlumu a součinitel polohy.

Při výpočtech podle ČSN 73 0040 se využívá řada tabulkových konstant, součinitelů, nebo např. tříd zeminy, které se odkazují na další normu ČSN 73 1001. Norma stanovuje

také **třídy odolnosti** objektů počínaje třídou A, do které jsou zařazeny chatrné stavby neodpovídající stavebním předpisům, nebo objekty s cihelnými klenbami, až po třídu F, do které jsou zařazeny železobetonové a ocelové ostění tunelů metra a kolektorů nebo ocelová potrubí. Pro stanovení třídy významnosti objektů se norma odkazuje na normu ČSN 73 0031.

Tabulkově jsou popsány **stupně poškození objektů** počínaje stupněm 0, kdy nevznikají žádná viditelná poškození, až po stupeň 5, kdy dochází k úplnému rozrušení objektů a jejich destrukci. Informativně norma uvádí také tabulku závislosti stupně poškození na maximální rychlosti kmitání a na druhu objektu a základové půdě.

Pro zjištění skutečné rychlosti kmitání v případě potřeby přesných výpočtů norma doporučuje **provedení zkušebního odstřelu** s měřením kmitání. Hmotnost nálože pro zkušební odstřel má dosahovat alespoň 0,1 hmotnosti hlavní nálože, která bude výsledně použita. [29 stránky 3-25]

Obecně lze říci, že v odůvodněných případech a při dostatku času a odborných kapacit na provedení výpočtů a měření, je norma ČSN 73 0040 vhodnou metodickou a odbornou pomůckou pro stanovení optimálního postupu při nutnosti zničit munici a výbušniny na místě nálezu. Pro praktické využití při provádění pyrotechnických prací policejními pyrotechniky při zásahu lze využít orientační tabulky v normě uvedené. V rámci odborné přípravy by norma mohla být využita pro vypočtení modelových situací a stanovení podrobné metodiky zásahu.

## 2.5 Legislativa

Z hlediska základních právních předpisů, které se dotýkají výkonu pyrotechnických činností, jsou důležitými právními předpisy:

Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky, který opravňuje policisty k držení a používání nebezpečných látek a věcí, zejména v souvislosti s likvidací nálezu munice nebo výbušnin a opravňuje policisty za určitých podmínek ničit munici a výbušniny. [30 § 37, odst. 2.]

Zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), a Zákon č. 229/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony, které Policii ČR ukládají povinnost za určitých okolností ničit munici a výbušniny a ukládá jí plnění některých úkolů státní správy na úseku munice. [31]; [32]

Zákon č. 206/2015 Sb., o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice), který Policii ČR ukládá plnění některých úkolů státní správy zejména v oblasti evidencí a kontrol. [33 § 34, odst. 6, § 70 odst. 3]

Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, který Policii ČR opravňuje k dohledu, kontrolám i případnému zajištění výbušnin. [34 §§ 25g, 25h, 25i]

Výraznou změnou v oblasti problematiky munice a výbušnin za posledních několik let byla úprava zákona č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), a dalších právních předpisů upravujících některé aspekty nakládání s municí. K této změně vedly bohužel tragické události výbuchů dvou muničních skladů v areálu VTÚ s. p. ve Vlachovicích – Vrběticích v říjnu a v prosinci 2014 a útok střelce v Uherském Brodě v únoru 2015.

Cílem změn bylo stanovit jednoznačný právní režim nakládání s municí civilními subjekty na území České republiky, zefektivnit systém prověřování a vymáhání požadavků na zdravotní způsobilost držitelů zbrojních průkazů a odstranit některé další nedostatky právní úpravy nakládání se zbraněmi, střelivem a municí. Změny byly provedeny tak, aby odstranily nedostatky dosavadní právní úpravy, které mohly k uvedeným mimořádným událostem přispět tím, že zejména neexistoval dostatečný zákonný prostor pro včasný a účinný preventivní zásah veřejné moci.

Došlo k rozšíření systému Centrálního registru zbraní o modul pro municí a byl nově upraven systém zkoušek odborné způsobilosti držitele vyššího muničního průkazu a muničního průkazu pro provádění pyrotechnického průzkumu.

Na podnikatele v oblasti nakládání s municí má tento zákon dopad zejména v problematice skladování munice, neboť podmínky skladování u některých subjektů se výrazně odlišovaly (nebyly dodržovány) od podmínek stanovených vojenskými předpisy nebo výrobcí munice. Lze předpokládat, že v důsledku zákonné úpravy dojde v průběhu času ke snížení počtu subjektů, které s municí v civilním sektoru nakládají, ale nově zavedené povinnosti zásadním způsobem zvyšují úroveň ochrany obyvatelstva i životního prostředí před riziky, která jsou spojena s nakládáním s municí.

Důležitá ustanovení zákona č. 229/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu:

a) Policie ČR, jako bezpečnostní sbor, je oprávněna provádět pyrotechnický průzkum:

*„(2) Zákon se nevztahuje, není-li dále stanoveno jinak, na ...*

*f) provádění pyrotechnického průzkumu ozbrojenými silami České republiky, Vojenskou policií, bezpečnostními sbory, Vojenským zpravodajstvím nebo ozbrojenými silami nebo sbory jiných států při jejich pobytu na území České republiky podle zvláštního právního předpisu nebo mezinárodní smlouvy, která je součástí právního řádu.“ [32 § 1 odst.2 písm. f)],*

b) munice již není vedena jako zbraň kategorie A [32 § 4],

c) zrušuje se skupina zbrojních průkazů F, která držitele dříve opravňovala k provádění pyrotechnického průzkumu [32 § 16],

d) nově se zavádí Muniční průkaz, rozlišený podle rozsahu oprávnění:

*„Muniční průkaz § 70b*

*(1) Muniční průkaz je veřejná listina, která fyzickou osobu v rozsahu podle druhu muničního průkazu opravňuje k provádění činností při nakládání s municí a k provádění pyrotechnického průzkumu, a to pouze v rámci pracovního, členského*

nebo obdobného poměru k držiteli muniční licence. Doba platnosti muničního průkazu je 10 let.

(2) Muniční průkaz se rozlišuje podle rozsahu oprávnění na

- a) základní muniční průkaz,
- b) vyšší muniční průkaz a
- c) průkaz pro provádění pyrotechnického průzkumu.

(3) Držitel základního muničního průkazu je za podmínek stanovených tímto zákonem nebo zvláštním právním předpisem<sup>29)</sup> při nakládání s municí oprávněn zajišťovat manipulaci s municí a provádět činnosti při skladování munice.

(4) Držitel vyššího muničního průkazu je oprávněn

- a) provádět činnosti při nakládání s municí jako držitel základního muničního průkazu,
- b) odpalovat a střílet munici a
- c) vykonávat činnost muničáře; muničářem je fyzická osoba, která je k držiteli obecné muniční licence v pracovním, členském nebo obdobném poměru a ve stanoveném rozsahu zabezpečuje plnění povinností při nakládání s municí.

(5) Držitel průkazu pro provádění pyrotechnického průzkumu je za podmínek stanovených tímto zákonem oprávněn

- a) provádět činnosti při nakládání s municí jako držitel vyššího muničního průkazu a
- b) provádět pyrotechnický průzkum. “ [32 § 70b],

e) dále se nově zavádí Muniční licence, opravňující k nakládání s municí nebo k zajišťování provádění pyrotechnického průzkumu:

„Muniční licence § 70i

(1) Muniční licence je veřejná listina, která právnickou osobu nebo podnikající fyzickou osobu v rozsahu podle druhu muniční licence opravňuje k nakládání s municí nebo k zajišťování provádění pyrotechnického průzkumu.

(2) Nabývat do vlastnictví, držet, přechovávat, skladovat munici a jinak nakládat s municí je oprávněn pouze držitel obecné muniční licence.

(3) Provádění pyrotechnického průzkumu je oprávněn zajišťovat pouze držitel muniční licence pro provádění pyrotechnického průzkumu. “ [32 § 70i],

f) definuje se pyrotechnický průzkum:

„Pyrotechnický průzkum představuje soubor odborných činností při

- a) vyhledávání munice, střeliva nebo výbušnin, jejich identifikaci stanoveným postupem a zajištění, popřípadě jejich vyzvednutí, nebo
- b) dohledu při zemních pracích, při nichž se očekává nález munice, střeliva nebo výbušnin, a identifikaci nalezené munice, střeliva nebo výbušnin. “ [32 § 70s],

g) upravuje nakládání s municí, střelivem a výbušninami, které jsou nalezeny, nebo které jejich vlastník opustil:

„(3) Nalezená munice, střelivo nebo výbušnina, jakož i munice, střelivo nebo výbušnina, které jejich vlastník opustil, připadá do vlastnictví státu. Představuje-li nalezená munice, střelivo nebo výbušnina bezprostřední nebezpečí pro život, zdraví nebo majetek osob, zajistí policie neprodleně jejich zničení. “ [32 § 70t, odst. 3],

- h) k plnění úkolů státní správy na úseku munice policie využívá informační systémy obsahující údaje mj. o municích, střelivu nebo výbušninách:

*„(3) Policie při plnění úkolů státní správy na úseku munice vede informační systémy obsahující údaje o ...*

- f) ztracené nebo odcizené munice, muničních průkazech a muničních licencích,*
- g) zajištěné, zadržené, odebrané, odevzdané, propadlé nebo zabrané munice,*
- h) střelnicích pro munice, trhacích jámách pro ničení munice a zvláštních zařízeních pro odpalování, střelbu nebo ničení munice a*
- i) nalezené munice, střelivu nebo výbušninách.“ [32 § 71, odst. 3],*

- i) příloha č. 2 zákona o zbraních stanovuje 15 skupin munice a definuje pojmy delaborované, znehodnocené a nalezené munice, řezu a makety munice. [32 příloha 2, odst.1].

Policie ČR vede informační systémy ve smyslu ust. § 71 odst. 3 zák. č. 229/2016 Sb., kterým se mění zákon o zbraních, nicméně neexistuje (a zákon ani nevyžaduje) žádný informační systém, který by se na celostátní úrovni zabýval systematickým mapováním pyrotechnické zátěže, a který by umožňoval poskytnutí informací o pyrotechnické zátěži nebo jejich nálezech v konkrétní lokalitě. Pyrotechnická služba PČR vede evidenci výjezdů k oznámeným nálezům munice a výbušnin, včetně výjezdů k nálezům v rámci provádění pyrotechnického průzkumu. Tato činnost je však vzhledem k předchozím koncepčním a organizačním změnám v policii centrálně evidována až od roku 2010.

## 3 Cíl práce a hypotéza

### 3.1 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je prozkoumat a navrhnout **možnosti systematického popisu pyrotechnické zátěže území ČR**. Tohoto cíle bude dosaženo shromážděním, analýzou a vyhodnocením spolehlivých dostupných dat o jejích nálezech. Výsledky hlavního cíle budou prezentovány v kapitole Hypotéza vzniku pyrotechnické zátěže.

Jako optimální způsob publikování systematického popisu území je **promítnutí výsledných dat do mapového modelu**. S ohledem na důvody, které budou uvedeny v kapitole Etické aspekty práce, budou použity pouze jednoduché barevné mapy s různou intenzitou barevné výplně s rozlišením na úrovni krajů a na úrovni okresů. V rámci širšího projektu, jehož výsledky budou zpřístupněny poskytovateli dat, budou využity také interaktivní poroční symbolické mapy a interaktivní bodové mapy, viz Obrázek 46.

Součástí naplnění hlavního cíle je několik dílčích cílů, které, stejně jako hlavní cíl, vychází ze zadání práce: Prvním z dílčích cílů je popsat **rozdělení pyrotechnické zátěže s ohledem na původ jejího vzniku**. V kapitole Využití výbušnin byly popsány různé způsoby využití výbušnin a podcílem práce je tedy stanovit míru zastoupení pyrotechnické zátěže s ohledem na její původní zamýšlené využití buď v oblasti vojenské nebo průmyslové. Výsledky v této oblasti budou prezentovány v kapitole Relace počtu výjezdů k druhu nálezu a objektu výjezdu. Stanovení tohoto poměrného zastoupení je důležité pro predikci druhů nálezů pyrotechnické zátěže.

Další dílčí cíl se tematicky věnuje stanovení a **popisu typických míst a okolností výskytu pyrotechnické zátěže**. V kapitole Přehled současného stavu řešení pyrotechnické zátěže byly uvedeny příklady těchto míst i okolností vzniku zátěže jednak v bývalých vojenských výcvikových prostorech a dále na civilním území. Výsledky, které budou zjištěny v rámci plnění tohoto cíle budou prezentovány v kapitolách Relace počtu výjezdů k druhu nálezu a objektu výjezdu a Relace počtu výjezdů k zeměpisným a demografickým údajům. Splnění tohoto podcíle je důležité pro možnost predikce typů lokalit v souvislosti s okolnostmi vzniku zátěže.

Kapitola Rizika vyplývající z nebezpečných vlastností výbušnin, způsoby jejich omezení a ověřené způsoby likvidace pyrotechnické zátěže pojednala o tématech která se týkají zejména **rizik spojených s nálezem výbušnin nebo munice** pro civilní obyvatelstvo i zasahující pyrotechniky. Tato rizika představují velmi závažná ohrožení životů a zdraví osob a majetkových hodnot nežádoucími účinky výbuchu, které reprezentuje zejména rozlet střepin, rázová vlna a seizmické otřesy. Dílčím cílem, který byl v této kapitole naplněn, je také příklad **likvidace výbušnin a munice** a použití jednoduchých, ale účinných **způsobů minimalizace případných škod**.

Dalším dílčím cílem práce je stručně pojednat o aktuálních **právních aspektech** spojených s problematikou výbušnin a munice, které byly popsány v kapitole Legislativa.

## 3.2 Hypotézy

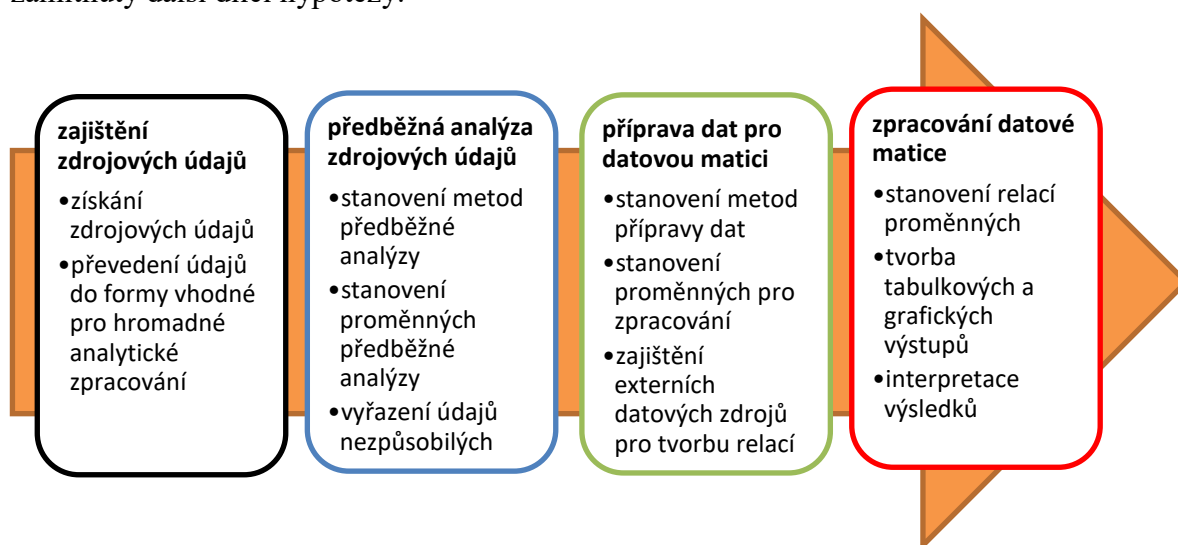
Zpracování a vyhodnocení dat nemusí vždy vycházet z předem stanovené hypotézy, kterou bychom se snažili např. podpořit nebo zamítnout. Pracovat s hypotézami lze různými způsoby:

- explorace:** používáme indukci, formulujeme nové hypotézy a teorie tím, že sbíráme data a odhalujeme podstatu jevů a vztahů,
- demonstrace:** používáme dedukci, získanými daty podporujeme nebo demonstrujeme platnost nějaké hypotézy,
- opakování:** opakujeme výzkum, abychom získali přesnější a spolehlivější výsledky, anebo snížili zkreslení,
- zamítnutí:** hypotézu nemůžeme dokázat, ale někdy ji můžeme zamítnout. [35 str. 29]

Při práci s hypotézami je nutno mít na vědomí, že hypotézu obecně nelze nikdy dokázat. Pro příklad lze uvést hypotézu, která tvrdí, že všechny labutě jsou bílé. Mnoho pozorování může odpovídat znění této hypotézy, stačí však zpozorovat jedinou černou labuť a hypotéza bude zamítnuta. Z tohoto důvodu není možné hypotézu obecně dokázat, je možné ji pouze podpořit.

V první fázi tohoto výzkumu není stanovena žádná hypotéza. Těžiště první fáze praktické části spočívá v explorativním způsobu práce s daty, při kterém bude používána indukce a pro zpracování dat budou využívány tabulky, výpočetní a grafické metody a logické operace. Budou zjišťovány podstaty vztahů a jevů a výsledkem explorace bude formulování hypotézy o rozložení pyrotechnické zátěže na území ČR.

Druhá fáze praktické části bude spočívat v demonstraci stanovené hypotézy s cílem podpořit její platnost, případně hypotézu zamítnout. V této fázi bude používána dedukce, pro zpracování dat budou využívány rovněž výpočetní a grafické metody, logické operace a relevantní literatura. V průběhu zpracování mohou být stanoveny a dále podpořeny nebo zamítnuty další dílčí hypotézy.



Obrázek 23 Systém práce s daty

## 4 Metodika

### 4.1 Návrh projektu

Při návrhu projektu stála na začátku idea popisu pyrotechnické zátěže území ČR. Tato idea vychází ze skutečnosti, že pyrotechnická zátěž se na území ČR běžně nachází, což dokládá počet výjezdů policejních pyrotechniků k nálezům v civilních prostorech (tj. mimo vojenské újezdy), které představují 98,96 % rozlohy republiky. Počet výjezdů se pohybuje okolo 1 600 ročně. Tyto výjezdy nejsou žádným způsobem předem plánovány, neboť policejní pyrotechnici z kapacitních důvodů neprovádí systematickou sanaci pyrotechnické zátěže a v současné době neexistuje systém, který by umožňoval predikci pravděpodobnosti nálezů vzhledem k území. Výjezdy jsou uskutečňovány *ad hoc* na základě oznámení občanů o nálezů Policii ČR, která je odpovědná za prověření oznámení a spolehlivou a bezpečnou likvidaci pozitivního nálezů. Údaje o výjezdech jsou evidovány.

Na začátku výzkumného plánu tedy stála jasně formulovaná otázka:

**Je možné vytvořit popis pyrotechnické zátěže území ČR, umožňující stanovit její lokaci a další statisticky významné okolnosti jejích nálezů?**

Řešení této otázky by bylo přínosné z následujících důvodů:

- bylo by možné predikovat pravděpodobnost nálezů pyrotechnické zátěže v závislosti na zeměpisné poloze lokality,
- bylo by možné predikovat pravděpodobnost nálezů pyrotechnické zátěže v závislosti na dalších, dosud nezjištěných, statisticky významných okolnostech,
- v důsledku výše uvedeného stanovení lokalit a okolností nálezů pyrotechnické zátěže by bylo možné efektivně plánovat provádění systematické sanace,
- krajské úřady, krajské hasičské záchranné sbory a např. provozovatelé objektů ve smyslu zákona o prevenci závažných havárií by mohli zvýšit připravenost na řešení mimořádných událostí a zvýšit kvalitu zpracování dokumentace při stanovování zón havarijního plánování, zpracování vnějších a vnitřních havarijních plánů a další dokumentace,
- bylo by možné efektivněji cílit preventivní a osvětovou činnost u obyvatelstva.

V konečném důsledku by řešení této otázky přineslo zvýšení bezpečnosti obyvatel ČR s ohledem na rizika vyplývající z nebezpečných vlastností výbušnin, ohrožujících životy, zdraví i materiální hodnoty.

Na základě formulace výzkumné otázky a zdůvodnění důležitosti jejího zodpovězení byla prozkoumána oblast relevantní odborné literatury za účelem nalezení řešení této otázky. Provedeným průzkumem nebyla zjištěna žádná relevantní publikace, nebo jiný pramen, který by na základě ověřených záznamů a uceleným způsobem popisoval pyrotechnickou zátěž území ČR tak, aby řešil výzkumnou otázku.



Na základě tohoto zjištění bylo přikročeno k návrhu projektu, který by položenou výzkumnou otázku řešil. Základním předpokladem relevance výsledků výzkumu bylo použití údajů, které by pocházely z důvěryhodného zdroje. Za důvěryhodný zdroj lze považovat odbornou literaturu, jejíž autor popisuje danou problematiku tak, aby bylo možné uvedené skutečnosti ověřit, tj. uvádí zdroje, ze kterých čerpal. Důvěryhodným zdrojem mohou být také úřední záznamy státních institucí, které danou problematiku popisují, zejména záznamy armády a policie. Cenným a využitelným zdrojem informací mohou být také městské a obecní kroniky, letecké snímky, zprávy z oblasti muzejnictví aj.

Při zpracování návrhu projektu bylo zohledněno také kritérium časové náročnosti získání a zpracování informací z výše popsáných zdrojů. Na jedné straně je relevance výsledků výzkumu daná mj. množstvím zahrnutých spolehlivých údajů, a tedy závisí i na množství využitých zdrojů, na straně druhé vysoký počet zdrojů násobně zvyšuje pracnost, a tedy i časovou náročnost s ohledem na potřebu jednotné struktury dat pro vytvoření datové matice.

Po pečlivém zvážení uvedených kritérií byly jako optimální zdroj informací pro zpracování zvoleny záznamy o výjezdech policejních pyrotechniků k oznámeným nálezům pyrotechnické zátěže. Důvody pro volbu tohoto zdroje byly následující:

- záznamy byly pořízeny policisty s pyrotechnickou odborností, a jsou tedy zárukou relevantnosti,
- záznamy jsou dostupné o více než 12 000 výjezdech po souvislé časové období 8 let; je tedy předpoklad vytvoření datové matice, jejíž analýzou bude možné stanovit statisticky významné hodnoty,
- záznamy zahrnují území celé České republiky,
- záznamy obsahují údaje o místě nálezu,
- záznamy obsahují popis nálezu,
- záznamy obsahují některé okolnosti nálezu.

Výše uvedené důvody dávají předpoklad k dosažení hlavního cíle práce, tj. vytvořit popis pyrotechnické zátěže území ČR a promítnout jej do mapového modelu.

Způsob návrhu a tvorby projektu, postup analýzy, vyhodnocení a interpretace dat vychází z metodiky pro zpracování kvantitativních dat [35]. Promítnutí dat do grafů a geografických dat do mapového modelu vychází z metodiky pro zpracování statistických dat ve výpočetních aplikacích [36 stránky 33-77].

## 4.2 Etické aspekty práce

Otázka etického postupu při zpracování této práce je významná. Nejedná se pouze o základní podmínku autorství práce a využití informačních zdrojů uvedenou v prohlášení. Jedná se zejména o etiku práce s daty. Při zpracování veškerých údajů bude postupováno s maximální pečlivostí a bude prováděna zpětná kontrola. V případech, kdy nebude z jakýchkoliv důvodů možné získat relevantní data, nedojde k jejich intuitivnímu doplňování ani umělé tvorbě dat. V případě modifikace nebo imputace dat bude uveden důvod a použitý postup. Obdobně bude dodrženo pravidlo zpracování všech relevantních záznamů. Nebude docházet k proškrtávání dat, která vykazují odlehlé hodnoty, nebo která by neodpovídala intuitivně očekávaným závěrům. V případě, že některé záznamy budou ze zpracování vyřazeny, bude vždy uveden důvod jejich vyřazení.

Velmi důležitou etickou otázkou je také publikování výsledků ve formě identifikace konkrétních lokalit s vysokou pyrotechnickou zátěží s ohledem na bezpečnost osob. Rizika plynoucí z nebezpečných vlastností výbušnin jsou vysoká a mohla by ohrozit např. amatérské hledače s detektory kovů – „detektoráře“, kteří by se na takové lokality mohli zaměřit v očekávání zajímavých nálezů. Nelze podceňovat ani možnost zneužití nalezené munice k páchání protiprávní činnosti. Dále není vyloučeno, že některé výstupy této práce by mohly mít také ekonomické následky, zejména v souvislosti s jejich neodbornou interpretací. Bude-li zjištěna statisticky významná pyrotechnická zátěž v konkrétní obci, je reálné, že publikování takové skutečnosti bez uvedení správného kontextu a významu, může ovlivnit například ceny pozemků a nemovitostí.

Uvedené etické aspekty byly pečlivě konzultovány s poskytovatelem záznamů o výjezdech, tj. s Pyrotechnickou službou PČR, která je za jejich vedení odpovědná. Vzhledem k tomu, že se jedná o počáteční fázi výzkumu pyrotechnické zátěže území ČR jako celku a dále k tomu, že do výzkumu budou zahrnuty záznamy z jednoho zdroje, bylo konsenzuálně rozhodnuto, že výsledky budou v této práci publikovány v redukované formě. Naopak výsledky v plné šíři budou k dispozici Pyrotechnické službě PČR, k jejich dalšímu zpracování a využití.

V zájmu ochrany dat před neautorizovaným užitím byly pro jejich zobrazení do mapových podkladů zvoleny softwarové prostředky a postupy, při kterých nedochází k odesílání ucelených datových souborů mimo výpočetní techniku zpracovatele.

Aby výsledky tohoto výzkumu byly maximálně relevantní, bude při zpracování postupováno důsledně systematicky. Plán výzkumu byl sestaven s cílem vyhnout se chybám, zejména chybám neopravitelným, spočívajícím obvykle ve volbě špatných metod, nereprezentativnímu výběru, nebo opomenutí měření relevantních proměnných. Autor si je vědom důležitosti relevance závěrů, a proto se zaměří zejména na volbu metod předběžné analýzy, přípravu zdrojových záznamů do datové matice, volbu správné metody analýzy datové matice, nastavení relací proměnných, rozlišení podstatných výsledků a na jejich správnou interpretaci. [35 stránky 33-34, 660-663]

## 4.3 Popis zdrojových dat

Zdrojová data představují záznamy o výjezdech policejních pyrotechniků, muničních specialistů, k oznámeným nálezům pyrotechnické zátěže. Záznamy jsou vedeny v digitální podobě, v datových souborech formátu xls, případně xlsx a byly vytvořeny v programovém prostředí Microsoft Excel, na počítačích s operačním systémem Windows. Záznamy jsou vedeny ve více souborech. Každé pracoviště zapisovalo záznamy o výjezdech za kalendářní rok do nového souboru.

Zde je třeba uvést informace o době vzniku záznamů, která souvisí se změnami v systému výkonu pyrotechnických činností v rámci Policie ČR. Pyrotechnická služba PČR vznikla v roce 2009, ale celorepublikovou působnost získala až 1. července 2011. Před tímto datem vyjízděli k nálezům pyrotechnické zátěže i policisté – pyrotechnici z jiných útvarů.

Pyrotechnická služba PČR postupně zřizovala jednotlivá pracoviště zajišťující výjezdy k nálezům pyrotechnické zátěže a se zvyšující se kapacitou přebírala aktivitu a odpovědnost za větší území republiky. Rozhodným datem, od kterého záznamy pokrývají území celé České republiky je 1. července 2011. Tato skutečnost bude důležitá pro správné nastavení rozsahu vstupních dat při použití některých metod pro získání relevantních výsledků. Záznamy existují o celkem 12 052 výjezdech a byly vytvořeny těmi policisty – pyrotechniky, kteří se účastnili konkrétního výjezdu.

## 4.4 Předběžná analýza dat

### 4.4.1 Metody použité při předběžné analýze

Pro předběžnou analýzu dat budou použity kontingenční tabulky a grafy a standardní logické, matematické a vyhledávací funkce a funkce filtrování a třídění v programovém prostředí MS Excel. Zejména kontingenční tabulky a kontingenční grafy jsou silným nástrojem, který umožňuje analyzovat rozsáhlé datové soubory a provádět filtrování, porovnávání nebo výběr smysluplných informací z velkých objemů dat.

Při předběžné analýze dat bude postupováno standardním exploračním způsobem. tj. základním způsobem budou analyzována dostupná data s cílem zjistit jejich strukturu a základní vztahy a jevy.

V první fázi bude zkoumána struktura dat. Po vytvoření souboru s jednotnou strukturou dat budou stanoveny proměnné, jejichž hodnoty se budou zkoumat následujícím způsobem:

- vytvoření kontingenční tabulky,
- zjištění četnosti hodnot zkoumané proměnné,
- seřazení hodnot dle četnosti,
- zkoumání validity hodnot, tj. zda hodnoty vyjadřují vlastnost, která je od proměnné očekávána,
- s ohledem na počet hodnot, kterých proměnná bude nabývat, budou data zkoumána buď přímo, položku po položce, nebo budou určeny metody, které umožní vyčlenění množin hodnot s takovou charakteristikou, která poskytne

odpověď na výzkumnou otázku: Jakým způsobem je možné vytvořit popis pyrotechnické zátěže území ČR, umožňující stanovit její lokaci a další statisticky významné okolnosti nálezů?

- stanovení možností úpravy dat pro vytvoření datové matice.

#### 4.4.2 Data zahrnutá do předběžné analýzy

Při předběžné analýze bude použit census, tj. metoda v níž se do zkoumání zahrnují všechny položky. Tento způsob výběru se nazývá totální výběr. [35 str. 56] Do předběžné analýzy bylo zahrnuto celkem 38 souborů formátu xls nebo xlsx. Každý soubor obsahuje záznamy jednoho pracoviště za jeden kalendářní rok. Předběžná analýza záznamů byla započata v lednu 2017 a proto záznamy za rok 2017 nebyly do předběžné analýzy zahrnuty. Do předběžné analýzy bylo zahrnuto celkem 10 573 záznamů.

Tabulka 9 Záznamy zahrnuté do předběžné analýzy

rok pracoviště	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Frýdek-Místek	1	1	1	1	1	1	1
Milovice	1	1	1	1	1	1	1
Ralsko		1	1	1	1	1	1
České Budějovice		1	1	1	1	1	1
Teplice		1	1	1	1	1	1
Brno		1	1	1	1	1	1

Záznamy v datových souborech jsou organizovány do řádků a sloupců, kde každý řádek představuje záznam o konkrétním výjezdu; ve sloupcích jsou pak popsány jednotlivé charakteristiky konkrétních výjezdů.

Charakteristické údaje můžeme rozdělit na:

1. pořadové číslo – pořadové číslo výjezdu z konkrétního pracoviště v kalendářním roce,
2. skupinu časových údajů – datum a čas oznámení, výjezdu, příjezdu na místo, ukončení a návratu,
3. údaj o autoritě, která výjezd nařídila,
4. skupinu geografických údajů – okres, obec a souřadnice GPS,
5. typ místa (objektu) – les, pole, výkop, budova, břeh potoka aj.
6. důvod výjezdu,
7. popis nálezu – text popisující nález,
8. jména zasahujících pyrotechniků,
9. další pomocné údaje – počet odpracovaných hodin, počet ujetých kilometrů, a jiné pomocné údaje.

Při předběžné analýze byl identifikován problém, který bylo nutné vyřešit před provedením předběžné analýzy a tvorbou datové matice. Problém se týkal nejednotné struktury organizace sloupců v různých souborech. Proto bylo rozhodnuto o parametrech, které budou použity pro další zpracování:

1. pořadové číslo výjezdu v daném kalendářním roce,
2. datum
3. okres
4. místo
5. důvod výjezdu
6. typ místa
7. popis nálezu
8. jména pyrotechniků
9. souřadnice GPS

Původních 38 souborů uvedených v tabulce (Tabulka 9), bylo uloženo do samostatné složky za účelem uchování původních údajů a pro možnost kontroly. Struktura souborů pak byla upravena tak, aby parametry odpovídaly uvedeným požadavkům.

Byl vytvořen nový soubor formátu xlsx, do kterého byly shromážděny údaje ze všech 38 upravených souborů. Tento soubor představuje záznamy se sjednocenou strukturou s požadovanými parametry, shromážděné do jednoho organizačního celku, ale stále se nejedná o datovou matici. V tomto souboru byly doplněny parametry (sloupce) pro jednoznačný identifikátor výjezdu a označení pracoviště, který záznam vytvořilo.

### 4.4.3 Stanovení proměnných pro předběžnou analýzu

Při návrhu proměnných bylo vycházeno z předpokladu využití souřadnic GPS jako nezávislé proměnné, která bude ovlivňovat skupinu závislých místopisných proměnných *místo, obec, okres a kraj*. Proměnné *obec* a *kraj* byly doplněny pro možnost stanovení pyrotechnické zátěže na úrovni krajů a obcí. Návrh datového formátu proměnných byl stanoven s ohledem na programové prostředí MS Excel. Názvy proměnných budou v textu pro lepší orientaci uváděny *kurzívou* a příklady hodnot budou v textu mimo tabulky ohraničeny složenými závorkami: { }. Proměnné pro předběžnou analýzu byly stanoveny takto:

Tabulka 10 Proměnné pro předběžnou analýzu

název proměnné	typ		popis a formát	příklad
	závislost	podle typu použitého měřítka		
<b>identifikátor</b>	nezávislá	metrický	jednoznačný identifikátor výjezdu, celé kladné číslo	1, 2, 3, 4
<b>pracoviště</b>	nezávislá	nominální polytomický	zkratka označující pracoviště, které pořídilo záznam, textová hodnota	BRN, STJ, FMI, MIL
<b>pořadové</b>	nezávislá	metrický	pořadové číslo výjezdu pracoviště v kalendářním roce, celé kladné číslo	1, 2, 3, 4
<b>datum</b>	nezávislá	metrický intervalový	datum výjezdu, dd.mm.rrrr	13. 07. 2015
<b>kraj</b>	závislá	nominální polytomický	název kraje, text	Moravskoslezský kraj
<b>okres</b>	závislá		název okresu, text	Opava
<b>obec</b>	závislá		název obce text	Háj ve Slezsku
<b>místo</b>	závislá	---	název obce s upřesněním, text	Háj ve Slezsku – Jilešovice
<b>skutek</b>	nezávislá	nominální polytomický	okolnosti nálezu, text	nález, domovní prohlídka, předmět připomínající municí aj.
<b>objekt</b>	nezávislá		charakteristika objektu nebo místa, text	byt, služebna policie, les, pole, břeh potoka, příkop aj.
<b>popis</b>	nezávislá	nominální	popis nálezu, možná identifikace a množství text	1 ks 7,5 cm Sprgr., 3 ks dělostřelecký zapalovač
<b>jména</b>	nezávislá	nominální polytomický	jména zúčastněných pyrotechniků, text	Novák
<b>GPS</b>	nezávislá	metrický poměrový	zeměpisné souřadnice, ve formátu WGS 84	N 50°08'02"/ E 14°52'34"

U proměnných *kraj* a *okres* bylo použito číselníku CZ-NUTS ke klasifikaci územních statistických jednotek Českého statistického úřadu [37]. U proměnné *obec* bylo použito členění podle číselníku Obec a vojenský újezd Českého statistického úřadu [38], který obsahuje 6 258 názvů.

## 4.4.4 Výsledky předběžné analýzy

### 4.4.4.1 Proměnná identifikátor

Proměnná *identifikátor* byla přiřazena pro jednoznačnou identifikaci záznamu o výjezdu. Proměnná identifikátor nabývá kladných celočíselných hodnot v rozsahu {1} až {10 573}.

### 4.4.4.2 Proměnná pracoviště

Proměnná *pracoviště* byla přiřazena pro jednoznačnou identifikaci pracoviště, které záznam o výjezdu pořídilo. Proměnná pracoviště je textová o rozsahu tří znaků a nabývá pouze šesti možných hodnot:

Tabulka 11 Význam hodnot proměnné pracoviště

hodnota	význam
BRN	pracoviště v Brně
BUD	pracoviště v Českých Budějovicích
TEP	pracoviště v Teplicích
STJ	pracoviště Stálá trhačí jáma v Ralsku
FMI	pracoviště ve Frýdku-Místku
MIL	pracoviště v Milovicích

### 4.4.4.3 Proměnná pořadové

Proměnná *pořadové* vyjadřuje pořadové číslo výjezdu konkrétního pracoviště v daném roce. Proměnná nabývá kladných celočíselných hodnot počínaje číslem {1}.

### 4.4.4.4 Proměnná datum

Proměnná *datum* vyjadřuje datum uskutečnění výjezdu. Bylo zjištěno, že 67,2 % hodnot v proměnné *datum* je v programovém prostředí MS Excel vyhodnoceno jako údaj vyjadřující datum a je možné je bez dalších úprav použít pro datovou matici. Bližším zkoumáním ostatních hodnot bylo zjištěno, že obsahují překlepy, spočívající v použití nevhodných separátorů pro rozlišení dnů, měsíců a roků, např. čárek nebo mezer, případně ve vynechání separátoru. Jedná se o chyby, které bude možné spolehlivě opravit a stanovit pro proměnnou *datum* správné hodnoty. Dále bylo zjištěno, že všechny hodnoty leží v intervalu {1. 1. 2010} až {31. 12. 2016}. Byly zjištěny rozdíly v rozsazích intervalů závislé na proměnné *pracoviště*:

Tabulka 12 Intervaly hodnot proměnné datum

hodnota proměnné pracoviště	interval hodnot proměnné datum	
	počáteční hodnota	koncová hodnota
BRN	1.7.2011	31.12.2016
BUD	28.6.2011	26.12.2016
TEP	1.5.2011	31.12.2016
STJ	4.1.2011	14.12.2016
FMI	3.1.2010	29.12.2016
MIL	11.1.2010	28.12.2016

Dotazem k poskytovateli dat bylo zjištěno, že počáteční hodnoty intervalů odpovídají zahájení vykazovaných činností na jednotlivých pracovištích po jejich zřízení.

#### 4.4.4.5 Proměnná kraj

Hodnoty proměnné *kraj* budou v rámci přípravy dat pro datovou matici stanoveny na základě hodnot proměnné *okres*.

#### 4.4.4.6 Proměnná okres

U proměnné *okres* bylo v souboru zjištěno rozlišení 317 různých hodnot, včetně prázdných. Vzhledem k tomu, že okresů v ČR je dle číselníku CZ-NUTS pouze 77, je zřejmé, že proměnná *okres* obsahuje v některých položkách jiné hodnoty.

Porovnáním zdrojových hodnot bylo zjištěno, že 33,4 % položek obsahuje přípustný název okresu. Zbývající hodnoty nemusí být zadány chybně, neobjektivně ve smyslu subjektivního nebo objektivního zkreslení. Ze zjištění vyplývá, že proměnná obsahuje hodnoty jiné, než stanovené jako možné. Hodnoty tedy budou zkontrolovány a projdou úpravou, která umožní jejich zařazení do datové matice a následné zpracování. Nebude-li jejich přesné stanovení možné, budou z výběru pro další zpracování vyřazeny. Bližším zkoumáním bylo zjištěno, že nepřipustné hodnoty byly zapisovány zejména z následujících příčin:

Tabulka 13 Příčiny chyb v proměnné okres

příčina chyby		chybná hodnota (příklady)	správná hodnota	možný význam
krácení názvů		Žďár n. Sáz.	Žďár nad Sázavou	
		Č. Bud.	České Budějovice	
		Havl. Brod	Havlíčkův Brod	
používání zkratk	synonymie	KV	Karlovy Vary	
		BO BV	?	Brno-okres ve smyslu Brno-venkov
	homonymie	BE	?	Benešov Beroun
		BV	?	Brno-venkov Břeclav
přepisy		Ceska Lipa	Česká Lípa	

Nepřipustné hodnoty spočívaly v použití výrazů mnohoznačných – homonymie, kdy jeden výraz je použit ve dvou nebo více významech a použití výrazů stejnoznačných – synonymie, kdy je použito více výrazů se stejným významem. Hodnoty proměnné *obec* budou v rámci přípravy dat pro datovou matici stanoveny na základě hodnot proměnné *místo*.

#### 4.4.4.7 Proměnná místo

U proměnné *místo* bylo v souboru zjištěno rozlišení 3 973 různých hodnot, včetně prázdných. Hodnoty v proměnné *místo* byly intuitivně v mnoha případech shodné s názvy obcí. Proto bylo v rámci předběžné analýzy zkoumáno, zda tyto hodnoty mohou být použity pro stanovení hodnot proměnné *obec*. Dle číselníku ČSU Obec a vojenský újezd je v ČR evidováno 6 258 obcí. Porovnáním zdrojových hodnot, tj. textu uvedeného v proměnné *místo* s hodnotami, kterých může nabývat proměnná *obec* (dle číselníku ČSU Obec a vojenský újezd) bylo zjištěno, že 68,0 % položek obsahuje přípustný název obce.



Obdobně jako u proměnné okres toto zjištění neznamená, že zbývající položky obsahují neobjektivní údaj, nebo údaj, který není možno využít pro stanovení hodnoty proměnné *obec*. Při přípravě datové matice bude provedena kontrola hodnoty proměnné *místo* a na základě jejího obsahu bude stanovena hodnota proměnné *obec* a zpětně upřesněna proměnná *místo*. Způsob stanovení hodnot bude blíže popsán v kapitole Metody pro stanovení hodnot proměnných pro datovou matici.

#### 4.4.4.8 Proměnná skutek

U proměnné *skutek* bylo pomocí kontingenční tabulky zjištěno rozlišení 117 různých hodnot, včetně prázdných. Každé hodnotě ze 117 zjištěných bylo vypočteno procentuální zastoupení ve zkoumaném souboru. Blížším zkoumáním hodnot byly identifikovány skupiny hodnot, které vyjadřují konkrétní charakteristiku nálezu:

Tabulka 14 Charakteristika hodnot proměnné skutek

charakteristika	počet hodnot ve skupině	procentuální zastoupení počtu hodnot ve zkoumaném souboru
výjezd k nálezu municie nebo předmětu připomínajícího municie	26	96,89 %
výjezd v rámci zbraňové amnestie	10	1,57 %
charakteristika místa nebo objektu nálezů	33	0,56 %
ostatní	48	0,96 %
<b>součet</b>	<b>117</b>	<b>99,98 % (zaokrouhlování)</b>

Společným rysem hodnot, které byly identifikovány do společných skupin, bylo vyjádření shodného, nebo velmi podobného významu.

Skupina hodnot charakterizující místo nebo objekt v této proměnné měly být uvedeny v proměnné *místo* a hodnoty charakterizující objekt měly být uvedeny v proměnné *objekt*.

#### 4.4.4.9 Proměnná objekt

U proměnné *objekt* bylo pomocí kontingenční tabulky zjištěno rozlišení 979 různých hodnot, včetně prázdných. Každé hodnotě ze 979 zjištěných bylo vypočteno procentuální zastoupení ve zkoumaném souboru. Blížším zkoumáním hodnot byly identifikovány hodnoty, které lze seskupit tak, aby vypovídaly o obecnější charakteristice objektu:

Tabulka 15 Charakteristika hodnot proměnné objekt

charakteristika	počet hodnot ve skupině	procentuální zastoupení počtu hodnot ve zkoumaném souboru	typické hodnoty proměnné objekt
nález v přírodě	173	52,56 %	les, pole, louka
úřední předání nálezů	241	13,28 %	OOP, služebna, OSZBM
nález v obydlí a příslušenství	157	20,25 %	zahradka, rodinný dům, dům
nález v zástavbě	172	8,5 %	park, ulice, sídliště
nález v areálu podniku	160	3,65 %	sběrna, pískovna, železářny
nález v bývalých VVP nebo bývalých vojenských objektech	38	0,46 %	dopadová plocha, VVP, střelnice
ostatní	38	1,29 %	skládky, hřbitov, navážka
<b>součet</b>	<b>117</b>	<b>99,99 % (zaokrouhlování)</b>	

V případě hodnot proměnné *objekt* se zpravidla nejedná o použití výrazů stejnoznačných, ale o výrazy upřesňující charakter objektu; např. hodnoty: {rodinný dům}, {půda}, {sklep}, {předzahrádka} apod. byly zařazeny do společné skupiny {nález v obydlí a příslušenství}.

#### 4.4.4.10 Proměnná popis

U proměnné *popis* bylo zjištěno, že ve zkoumaném souboru obsahujícím 10 573 položek se vyskytuje 7 325 různých hodnot. Seřazením hodnot dle výskytu četnosti bylo zjištěno deset nejčastěji se vyskytujících hodnot:

Tabulka 16 Četnost výskytu hodnot proměnné popis

hodnota proměnné popis	četnost výskytu
1 ks PPM	457
1 ks DM 82 mm	213
1 ks RG F1	190
1 ks předmět připomínající munici	98
1 ks RG F-1	86
1 ks DG 7,5 cm Pzgr.	55
1ks PPM	55
Předmět připomínající munici	51
PPM	44
1 ks DG 122 mm OF	42

Bližším zkoumáním byl zjištěn výskyt dalších typů hodnot:

Tabulka 17 Příklady hodnot proměnné popis

hodnota proměnné popis - příklady
20 kg pěchotní munice
1 ks děl. mina 8 cm
1 ks LP FAB 100 kg
0,250kg průmyslové trhaviny, 2ks iniciatory
1 ks 7,5 cm Pzgr.39, 1 ks DG 45 mm BRZ 245, 1 ks 82 mm DM O 842
56 ks RG vz. 39, 2 ks 30 mm Pzgr, 2 ks RG vz. 42, 2 ks RG vz. 43, 4 ks RG vz. 24
1 ks Nb 57 mm- AMNESTIE
1,5 kg průmyslové trhaviny Permonex
11 ks torzo zbraní
1ks DM - 6cm (Rumunsko)
zrušeno během jízdy
výjezd zrušen

Na základě hodnot proměnné *popis*, jejichž příklady jsou uvedeny v tabulkách (Tabulka 16; Tabulka 17), byla popsána charakteristika hodnot proměnné *popis*:

- text obsahuje zpravidla popis nálezu s uvedením množství,
- text obsahuje výrazy stejnoznačné, např. {1 ks PPM}, {PPM}, {Předmět připomínající munici} nebo {zrušeno během jízdy}, {výjezd zrušen}, je tedy používáno více výrazů se stejným významem,
- text může obsahovat informaci jiného charakteru než popis nálezu, např. {výjezd zrušen},
- text obsahuje kromě popisu nálezu i informaci o okolnostech, která by měla být uvedena v proměnné skutek, např. text {AMNESTIE},

- jedna hodnota může obsahovat informaci o více druzích munice nebo výbušnin, např.: {56 ks RG vz. 39, 2 ks 30 mm Pzgr, 2 ks RG vz. 42, 2 ks RG vz. 43, 4 ks RG vz. 24},
- pro popis nálezu mohou být použita ustálená slovní spojení a ustálené zkratky: {DM} – dělostřelecká mina, {DG} – dělostřelecký granát, {RG} – ruční granát, {PPM} – předmět připomínající municí, {LP} – letecká puma a další, nicméně i zde se vyskytuje použití výrazů stejnoznačných, např. {DM} a {děl. mina}, {LP} a {letecká puma} aj.,
- popis nálezu obsahuje v některých případech zemi původu, např. {1ks DM – 6 cm (Rumunsko)}.

Úplná analýza hodnot v proměnné *popis* by vzhledem k jejich velkému počtu (10 573) a nestejnorodému obsahu byla extrémně časově náročná a pracná, neboť by velmi pravděpodobně musela probíhat manuálně, položku po položce. Proto bude provedena předběžná analýza hodnot proměnné *popis*, jejímž výsledkem by měla být informace:

1. o počtu výjezdů ke skutečné municí nebo výbušnině,
2. o základním charakteru této zátěže, tedy
  - zda se jedná o municí a vojenské výbušniny,
  - nebo se jedná o zátěž pocházející z civilního sektoru.

**ad 1.** Při stanovení metody zjištění počtu výjezdů ke skutečné municí nebo výbušnině se vycházelo z těchto skutečností:

- je znám celkový počet výjezdů uskutečněných na základě oznámení o nálezu,
- proměnná *popis* obsahuje textovou informaci o tom, zda nález představoval skutečnou municí nebo výbušninu,
- hodnota proměnné *popis* obsahuje slova nebo textové řetězce, jejichž výskyt je charakteristický pro nálezy, které nejsou municí ani výbušninou, nebo znamenají, že se výjezd neuskutečnil.

Pomocí kontingenční tabulky byl sestaven seznam hodnot s určením četnosti jejich výskytu. Byly stanoveny charakteristické textové řetězce pro vyhledávání v hodnotách proměnné *popis*: {PPM}, {atrap}, {kolo}, {negativ}, {nejedná}, {zruš}, {přip}. Tyto hodnoty byly zvoleny na základě používání ustálených zkratek a výrazů zjištěných z kontingenční tabulky.

Aplikací standardních vyhledávacích, rozhodovacích a logických funkcí na 7 325 hodnot získaných kontingenční tabulkou bylo zjištěno, že charakteristické textové řetězce jsou obsaženy v 301 hodnotách. Tyto hodnoty byly jednotlivě prověřeny a bylo zjištěno, že 79 hodnot z 301 obsahuje informaci o nálezu více položek, z nichž některé jsou skutečnou municí nebo výbušninami a některé představují předmět připomínající municí, např. {4 ks RG F-1, 1 ks PPM}. Tyto hodnoty byly z výběru vyřazeny. Zbývajících 222 hodnot podle četnosti jejich výskytu představuje 1 063 výjezdů z 10 573, při kterých nebyla nalezena skutečná municí nebo výbušnina. Z toho zjištění lze vyvodit závěr, že v 89,95 % výjezdů byla nalezena výbušnina nebo municí.

**ad 2.** Pro rozhodnutí o původu zátěže (vojenská – civilní) byla zvolena obdobná metoda. Pomocí kontingenční tabulky byl sestaven seznam hodnot s určením četnosti jejich výskytu. Byly stanoveny charakteristické textové řetězce, pro vyhledávání v hodnotách proměnné *popis*: {prum}, {prům}, {trhavin}, {výbušnin}. Tyto hodnoty byly zvoleny na základě používání ustálených zkratk a výrazů zjištěných z kontingenční tabulky.

Aplikací standardních vyhledávacích, rozhodovacích a logických funkcí na 7 325 hodnot získaných kontingenční tabulkou bylo zjištěno, že charakteristické textové řetězce jsou obsaženy v 223 hodnotách. Tyto hodnoty byly jednotlivě prověřeny a bylo zjištěno, že 178 hodnot z 223 obsahuje informaci o výbušnině obsažené v munici nebo výbušnině vojenské. Tyto hodnoty byly z výběru vyřazeny. Zbývajících 45 hodnot podle četnosti jejich výskytu představuje 45 výjezdů z 10 573, tj. 0,42 % výjezdů, při kterých byly nalezeny výbušniny pocházející z civilního sektoru.

#### 4.4.4.11 Proměnná jméno

U proměnné *jméno* bylo zjištěno, že obsahuje textové hodnoty, vyjadřující příjmení pyrotechnika nebo více pyrotechniků, kteří byli výjezdu přítomni. Vzhledem k tomu, že jednotlivé výjezdy jsou charakterizovány datem, je možné jednoznačně stanovit osobu, která se výjezdu zúčastnila. Toto stanovení je možné provést buď zcela objektivně za využití archivovaných pracovních výkazů a personálních záznamů, nebo na základě osobní znalosti výzkumníka, což by však mohlo vést k subjektivnímu úmyslnému nebo neúmyslnému zkreslení. V rámci celého projektu, jehož výsledky budou předány poskytovateli dat, budou hodnoty proměnné *jméno* přesně stanoveny pro další využití, avšak pro splnění cíle této práce, tj. vytvoření popisu pyrotechnické zátěže, nejsou tyto hodnoty významné a jejich zpracování nebude dále popisováno.

#### 4.4.4.12 Proměnná GPS

U proměnné *GPS* bylo zjištěno, že ve zkoumaném souboru obsahujícím 10 573 položek se vyskytuje 8 182 různých hodnot, včetně prázdných. Na základě výsledků kontingenční tabulky seřazené sestupně dle četností bylo zjištěno, že 1 144 hodnot je prázdných a 69 hodnot obsahuje informaci, která není souřadnicí GPS. Jednalo se o textové hodnoty {-}, {\_}, nebo {x}. Další četnosti, počty hodnot a z toho vyplývající počty výjezdů jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 18):

Tabulka 18 Četnost opakujících se hodnot GPS

četnost hodnot	počet hodnot proměnné GPS s danou četností	počet výjezdů
42	1	42
33	1	33
32	1	32
25	1	25
23	1	23
19	2	38
18	2	36
17	1	17
13	2	26
12	4	48
11	6	66

četnost hodnot	počet hodnot proměnné GPS s danou četností	počet výjezdů
10	3	30
9	2	18
8	4	32
7	1	7
6	5	30
5	15	75
4	37	148
3	82	246
2	380	760
	součet	1 732
1	7 628	7 628

Z tabulky vyplývá, že z celkového počtu 10 573 výjezdů bylo nejméně 1 732, tedy 16,4 % všech výjezdů provedeno do konkrétních lokalit opakovaně. Tato data naznačují, že pyrotechnická zátěž není na území ČR rozprostřena rovnoměrně.

Dále byl pomocí kontingenčních tabulek zjišťován vztah hodnot proměnné *GPS*, které nebyly validní (byly prázdné, nebo obsahovaly jinou hodnotu než souřadnice *GPS*), k hodnotám jiných proměnných. Byla zjištěna významná korelace s hodnotami proměnné *objekt*. Z celkového počtu 1 213 nevalidních hodnot proměnné *GPS* korelovalo v 917 případech s hodnotami proměnné *objekt*, která vyjadřovala úřední předání nálezu (viz Tabulka 15). Korelace obecně neznamena prokázání příčinné souvislosti, nicméně tato korelace je evidentní a významná, a proto závěry z ní plynoucí budou zohledněny. Absence validních hodnot zeměpisných souřadnic v případech úředního předání nálezu (předání na služebně policie, městské policie, obecního úřadu apod.) je věcně logická, nicméně absence těchto hodnot v 11,5 % z celkového počtu odůvodňuje pro stanovení lokace využití hodnot proměnných *obec* a *místo*. (Určení závislostí viz Tabulka 10.)

**Tabulka 19 Korelace nevalidních hodnot proměnné GPS**

počet nevalidních hodnot proměnné GPS	hodnota proměnné objekt	počet nevalidních hodnot proměnné GPS v %
917	hodnota vyjadřující úřední předání nálezu	75,6 %
73	les	6,0 %
27	paseka	2,2 %
24	zahrada	2,0 %
18	dům	1,5 %
18	pole	1,5 %
16	výkop	1,3 %
120	ostatní	9,9 %
<b>1213</b>	<b>součty</b>	<b>100 %</b>

Dále byla u hodnot proměnné *GPS* zjišťována validita pro zobrazení v mapovém podkladu. Dotazem u poskytovatele dat bylo zjištěno, že pro záznam zeměpisných souřadnic je využíván formát WGS 84. Systém WGS 84 je zákonem stanoven jako jeden z osmi geodetických referenčních systémů závazných na území ČR [39 § 2]. Způsob zápisu souřadnic vychází z rozdělení zemského kvadrantu na 90 stupňů, rozdělení stupně na 60 minut a rozdělení minuty na 60 sekund. Pro přesnější určení polohy je možné zadat sekundu jako desetinné číslo, kde se používá jako separátoru celých čísel desetinné tečky, namísto v ČR obvyklé desetinné čárky.

Standardní textový způsob zápisu souřadnic v systému WGS 84 vypadá takto: {49°06'15.33"N, 17°54'50.35"E}. Písmeno N vyjadřuje severní šířku, tj. souřadnice od rovníku k severnímu pólu a písmeno E vyjadřuje východní délku, tj. souřadnice od nultého poledníku k východu. Nicméně souřadnice je možné v systému WGS 84 zapsat dalšími způsoby, kdy sekundy jsou vyjádřeny v desetinách minuty, nebo sekundy i minuty jsou vyjádřeny v desetinách stupně.

Tabulka 20 Způsoby zápisu souřadnic v systému WGS 84

WGS 84	zápis	
	N	E
WGS 84 desítkový	49.1042586	17.9139873
WGS 84 minuty	49°6.255519'	17°54.839240'
WGS 84 minuty, sekundy	49°6'15.33"	17°54'50.35"
WGS textový	49°06'15.33"N, 17°54'50.35"E	

Přesnost určení zeměpisné polohy na základě souřadnic systému WGS 84 je zřejmá z tabulky (Tabulka 21):

Tabulka 21 Přesnost určení polohy v zápisu souřadnic systémem WGS 84

typ zápisu 49°6'15.33"				=	typ zápisu 49°6.004 3'				=	typ zápisu 49.104 259				
		kruh o průměru				kruh o průměru				stupeň		kruh o průměru		
1	stupeň	111 111	m	1	stupeň	111 111	m	1	stupeň	111 111	m	1	111 111	m
1	minuta	1 851,85	m	1	minuta	1 851,85	m	0,1	minuta	185,20	m	0,1	11 111	m
1	sekunda	30,87	m	0,1	minuta	185,20	m	0,01	minuta	18,52	m	0,01	1 111,11	m
0,1	sekunda	3,09	m	0,01	minuta	18,52	m	0,001	minuta	1,85	m	0,001	111,11	m
0,01	sekunda	0,31	m	0,001	minuta	1,85	m	0,000 1	minuta	0,19	m	0,000 1	11,11	m
				0,000 1	minuta	0,19	m	0,000 01				0,000 01	1,11	m
								0,000 001				0,000 001	0,11	m

Poznámka: Údaje platí pro zeměpisnou šířku. Délky stupňů a minut zeměpisné délky u pólů se samozřejmě budou blížit nule. Na území České republiky se tedy nebude jednat o přesný kruh. Při výpočtech se vychází z modelu, kde délka povrchu zemského kvadrantu od rovníku k pólu činí 10 000 km. Délka 1 minuty zemského poledníku odpovídá 1 námořní míli a je mezinárodně stanovena na přesně 1 852 metrů.

Zkoumáním hodnot proměnné *GPS* pomocí kontingenční tabulky bylo zjištěno, že se jedná o číselné hodnoty oddělené různými separátory. Obě souřadnice N i E jsou v textové podobě uloženy v jedné proměnné; v případě programového prostředí MS Excel v jedné buňce. Bližším zkoumáním hodnot v kontingenční tabulce pomocí standardních funkcí byly zjištěny různé způsoby zápisu hodnot. Hodnoty mají vyjadřovat zeměpisné souřadnice ve formátu WGS 84, avšak pro tvorbu datové matice je třeba hodnoty převést do jednoho stylu zápisu. V zápisu hodnot byly zjištěny obdobné přepisy jako u proměnné *datum*, tedy přepisy v použití separátorů. Použití proměnné *GPS* jako jediné nezávislé proměnné, pro určení hodnoty závislých proměnných *obec*, *okres* a *kraj*, bude změněno, a pro určení lokace budou jako nezávislé proměnné využity hodnoty dalších proměnných *místo* a *obec*.

#### 4.4.5 Souhrn výsledků předběžné analýzy

Proměnné *identifikátor*, *pracoviště* a *pořadové* byly buď přiděleny v jasně definovaném formátu, nebo byly vyhodnoceny jako konzistentní a způsobilé pro zahrnutí do dalšího zpracování v datové matici. Tyto proměnné jsou důležité, protože umožňují jednoznačnou identifikaci záznamu a kontrolu.

Proměnná *datum* vyjadřuje požadovaný význam, tj. datum výjezdu k nález. Hodnoty této proměnné obsahují nepřesnosti spočívající v použití nevhodných separátorů pro rozlišení dnů, měsíců a roků, např. čárek nebo mezer, nebo ve vynechání separátoru. Tyto nepřesnosti je možné spolehlivě opravit v rámci přípravy dat pro datovou matici. Hodnoty proměnné *datum* jsou důležité pro stanovení rozsahu výběru pro datovou matici, neboť rozsah hodnot v intervalu od {1.7.2011} do současnosti určuje souvislý časový úsek, v jehož rámci je možné vzájemné porovnávání hodnot ostatních proměnných.

Skupina původních proměnných vyjadřující zeměpisnou polohu, tj. *okres*, *místo* a *GPS*, obsahují informace, které nejsou homogenní, ale v rámci přípravy dat do datové matice bude možné stanovit přesnost lokalizace na úrovni obce, v některých případech na úrovni části obce. V rámci přípravy dat mohou být stanoveny hodnoty proměnné *obec*. Proměnné *okres*, *místo* a *GPS* budou stanoveny jako nezávislé proměnné, které budou ovlivňovat závislou proměnnou *obec*. Na základě určení hodnoty proměnné *obec* budou za využití číselníků Českého statistického úřadu stanoveny hodnoty proměnných *okres* a *kraj*.

Na základě textových hodnot proměnné *skutek* a proměnné *popis* bude v rámci přípravy dat pro datovou matici stanovena jednoznačná hodnota identifikátoru skutku, rozlišující, zda byl výjezd uskutečněn k nálezu skutečné výbušniny anebo municie, nebo se jednalo o předmět pouze připomínající municii či výbušninu, případně se jednalo o jiný typ výjezdu (např. byl výjezd zrušen).

Na základě textových hodnot proměnné *objekt* byly stanoveny charakteristické skupiny hodnot. V rámci přípravy dat pro datovou matici bude stanovena jednoznačná hodnota identifikátoru objektu rozlišující jeho charakter ve smyslu uvedeném v tabulce (Tabulka 15), nález v přírodě, v obydlí, v areálu podniku aj.

## 4.5 Příprava dat pro datovou matici

### 4.5.1 Stanovení proměnných pro datovou matici

Na základě předběžné analýzy byla stanovena data, která budou zpracována a jejichž výsledné hodnoty budou použity v proměnných pro datovou matici. V tabulce (Tabulka 22) je znázorněn systém proměnných a barevně jsou znázorněny změny oproti tabulce proměnných pro předběžnou analýzu (Tabulka 10). Žlutou barvou jsou vyznačeny změny závislostí, zelenou barvou nově ustanovené proměnné a modrou barvou proměnná, která nebude v rámci této práce zpracována.

Tabulka 22 Proměnné pro zpracování dat a datovou matici

název proměnné	zařazení do datové matice	typ		popis a formát	příklad
		závislost	podle typu použitého měřítka		
identifikátor	ANO	nezávislá	metrický	jednoznačný identifikátor výjezdu, celé kladné číslo	1, 2, 3, 4
pracoviště	ANO	nezávislá	nominální polytomický, změna rozsahu z 6 na 7 hodnot	zkratka označující pracoviště, které pořídilo záznam, textová hodnota	BRN, STJ, FMI, MIL
pořadové	ANO	nezávislá	metrický	pořadové číslo výjezdu pracoviště v kalendářním roce, celé kladné číslo	1, 2, 3, 4
datum	ANO	nezávislá	metrický intervalový	datum výjezdu, dd.mm.rrrr	13. 07. 2015
kraj	ANO	závislá	nominální polytomický	název kraje, text	Moravskoslezský kraj
okres		nezávislá		název okresu, text	Opava
okres-2	ANO	závislá		název obce, text	Háj ve Slezsku
obec	ANO	závislá		název obce s upřesněním, text	Háj ve Slezsku – Jilešovice
místo		nezávislá	nominální	okolnosti nálezu, text	nález, předmět připomínající municí
místo-2	ANO	závislá	nominální polytomický	okolnosti nálezu, text	
skutek	ANO	nezávislá	nominální polytomický	charakteristika objektu nebo místa, text	byt, služebna policie, les, pole, břeh potoka, příkop aj.
i-skutek	ANO	závislá	nominální polytomický		
objekt	ANO	nezávislá	nominální polytomický	popis nálezu, možná identifikace a množství, text	1 ks 7,5 cm Sprgr., 3 ks dělostřelecký zapalovač
i-objekt	ANO	závislá	nominální polytomický		
popis	ANO	nezávislá	nominální	jména zúčastněných pyrotechniků, text	Novák
jména	NE	nezávislá	nominální polytomický	zeměpisné souřadnice, formát WGS 84	N 50°08'02" / E 14°52'34"
GPS	ANO	nezávislá	metrický poměrový		



## 4.5.2 Metody pro stanovení hodnot proměnných pro datovou matici

Stanovení hodnot proměnných bude probíhat v aktuálním programovém prostředí MS Excel 365. Pro provedení změn bude využito standardních funkcí programu a algoritmů programovaných v prostředí VBA.

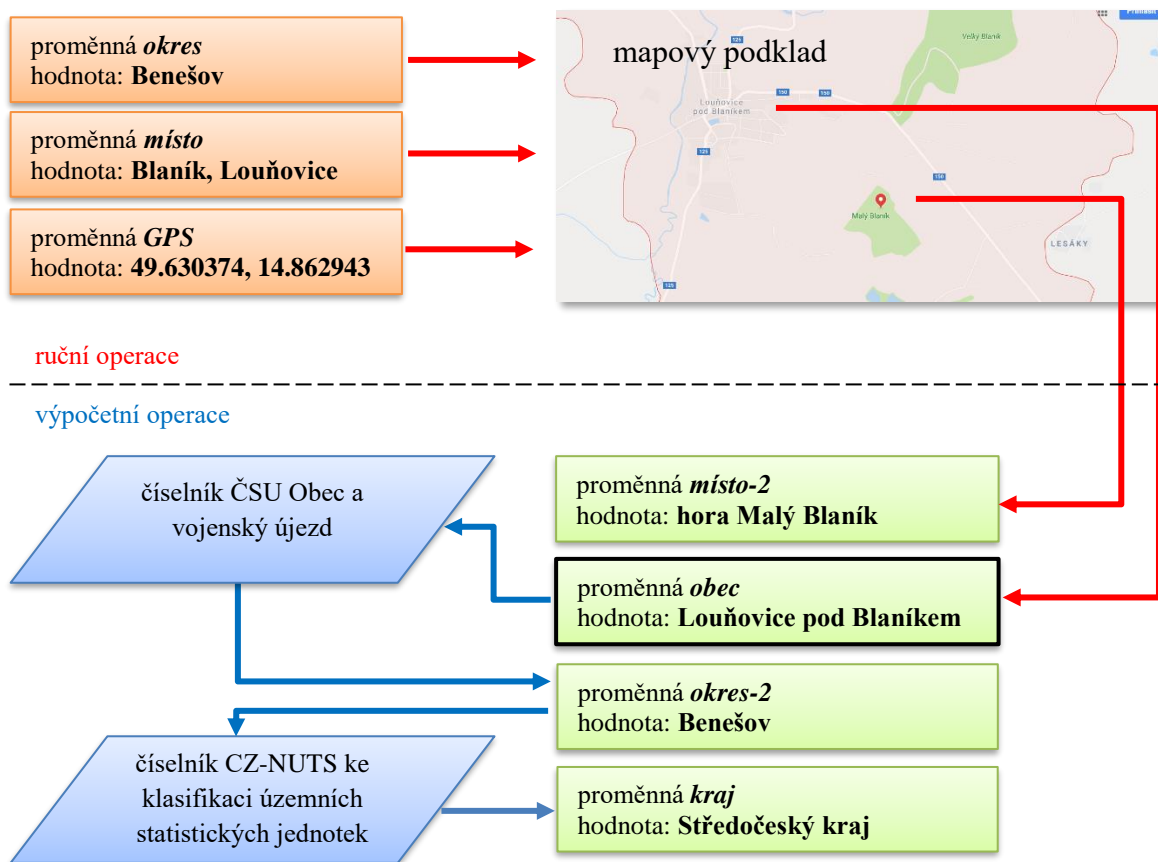
Na základě výsledků předběžné analýzy proměnných *identifikátor*, *pracoviště* a *pořadové* budou hodnoty proměnných vloženy přímo do datové matice bez provedení úprav.

Proměnná *datum* obsahuje některé nepřesné hodnoty zjištěné předběžnou analýzou. Hodnoty musí být před vložením do datové matice opraveny. Položky jsou ve výchozím uspořádání seřazeny podle hodnot proměnných *pracoviště* a *pořadové* a doplněny hodnotou proměnné *identifikátor*. Dotazem u poskytovatele dat bylo zjištěno, že výjezdy byly zapisovány chronologicky. Postup opravy dat bude následující:

1. hodnoty budou opraveny použitím správných separátorů dnů, měsíců a roků,
2. chybějící separátory budou doplněny a zřejmé přepisy budou opraveny,
3. nekonzistentní formátování bude změněno do formátu dd.mm.rrrr,
4. konzistence hodnot proměnné *datum* bude kontrolována také interpolací okolních hodnot proměnné *datum*,
5. hodnoty proměnných *pracoviště* a *pořadové* budou využity pro kontrolu a potvrzení konzistence časové posloupnosti,
6. hodnoty budou opravovány a kontrolovány jednotlivě, položku po položce,
7. nebude-li možné jednoznačně stanovit hodnotu proměnné *datum*, bude pro možnost výpočetního zpracování dat v rámci této práce vložena nejbližší správná hodnota (zástupná hodnota) a bude o tom proveden záznam.

Časová náročnost zpracování dat výše popsanou metodou byla stanovena na základě času potřebného pro zpracování 50 zkušebních záznamů. Při časové náročnosti cca 4 až 5 sekund na jednu položku byl celkový čas potřebný pro zpracování odhadnut na cca 15 hodin.

Určení hodnoty závislých proměnných *místo-2*, *obec*, *okres-2* a *kraj* bude provedeno na základě hodnot nezávislých proměnných *okres*, *místo* a *GPS*. Přehledné grafické znázornění postupu je uvedeno na obrázku (Obrázek 24). Schéma znázorňuje také závislost proměnných a využití externích zdrojů dat.



Obrázek 24 Metoda stanovení hodnot proměnných určujících polohu

Legenda: → ruční operace  nezávislá proměnná  
→ výpočetní operace  závislá proměnná  
 externí zdroj dat

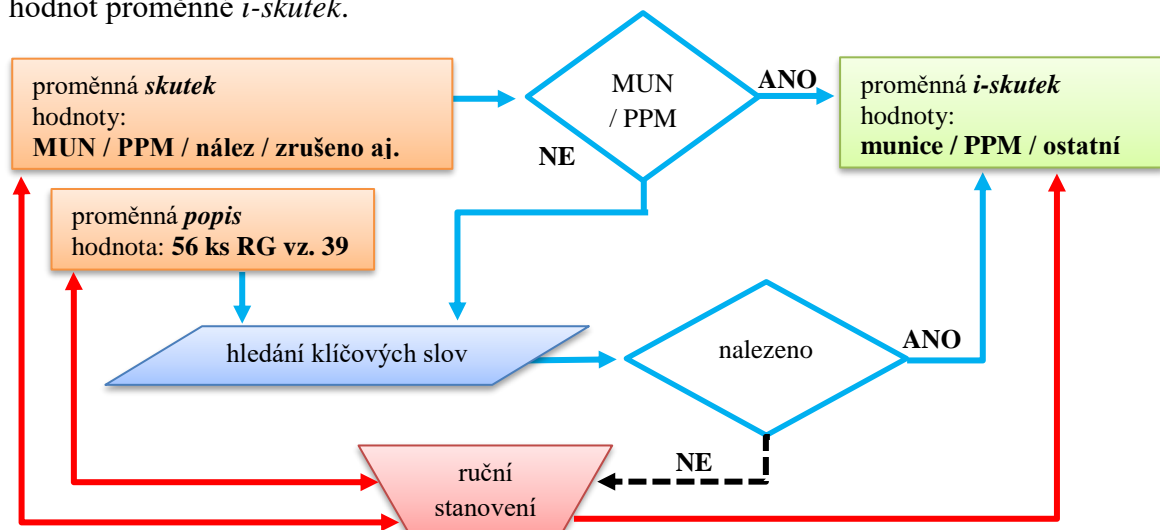
Metoda určení hodnot charakterizujících lokalitu vychází z výsledků předběžné analýzy. Z hlediska možnosti statistického vyhodnocení, promítnutí dat do mapových podkladů a vytvoření mapového modelu pyrotechnického zatížení území ČR je stěžejní určení hodnot proměnné *obec*. Proto byla navržena metoda vycházející z hodnot tří nezávislých proměnných: *okres*, *místo* a *GPS*.

Metoda spočívá v zanesení hodnot nezávislých proměnných do mapového podkladu a na základě nalezení shody alespoň dvou ze tří hodnot v lokaci, stanovení hodnoty proměnné *obec*. Pro zobrazení hodnot nezávislých proměnných do mapového podkladu byla vybrána on-line aplikace Mapy internetového serveru Google Maps. Výhodou této volby je zejména možnost zobrazení území konkrétní obce a možnost vyhledávání místa podle zeměpisných souřadnic ve všech formátech systému WGS 84. Nevýhodou této aplikace jsou relativně omezené možnosti vyhledávání a zobrazování míst podle místních názvů nebo názvů zaniklých obcí a jejich částí. V tomto směru nabízí širší možnosti aplikace internetového serveru Mapy.cz, která ovšem nedisponuje jinými potřebnými funkcemi,

např. interaktivitou zobrazené mapy. Proto budou využívány obě aplikace v závislosti na hodnotách proměnných, které bude třeba zobrazit v mapovém podkladu.

Výhoda této metody spočívá v přesnosti stanovení hodnoty proměnné *obec*, tedy v minimalizaci náhodných chyb. Tato metoda se jeví optimální také z hlediska správnosti použití metody, při které budou využity hodnoty všech proměnných, které nesou informaci o lokalitě. Správnost použití metody souvisí s minimalizací chyb systematických. Nevýhoda navržené metody spočívá v posouzení a ověření konkrétních hodnot nezávislých proměnných a stanovení hodnot závislé proměnné položku po položce. Vzhledem k tomu, že celkový předpokládaný počet položek bude 11 270 (viz kapitola Zpracování dat), bude tato metoda extrémně časově náročná a pracná. V rámci návrhu byla metoda vyzkoušena na vzorku 50 záznamů. Čas potřebný na zpracování a ověření jedné položky (lokaci jednoho výjezdu) se pohyboval okolo 50 až 60 sekund. Pro zpracování záznamů způsobem cenzu, tedy totálního výběru, lze proto předpokládat potřebný čistý čas v délce cca 187 hodin. Skutečný potřebný čas bude delší, neboť metoda vyžaduje soustředění, a práci proto není možné vykonávat bez přestávek. Navýšení předpokládaného času o čas potřebný na přestávky a organizační záležitosti bylo odhadnuto na 30 %, Předpokládaný celkový čas na zpracování se tedy pohybuje okolo 243 hodin.

Hodnoty proměnné *i-skutek* budou stanoveny zejména na základě hodnot proměnné *skutek*. Smyslem stanovení hodnoty proměnné *i-skutek* je rozlišení účelu výjezdu na výjezdy k nálezům munice, výjezdy k nálezům předmětů připomínající munici a ostatní výjezdy. Proměnná *i-skutek* bude nabývat tří hodnot, jedná se tedy o proměnnou nominální polytomickou. Informace o charakteru nálezu se nachází také v hodnotách proměnné *popis*. Schéma znázorňuje způsob vyhodnocení hodnot proměnných *skutek* a *popis* a stanovení hodnot proměnné *i-skutek*.



Obrázek 25 Metoda stanovení hodnot proměnné *i-skutek*

- Legenda:
- ruční operace
  - výpočetní operace
  - nezávislá proměnná
  - závislá proměnná
  - externí zdroj dat

Hodnoty proměnné *i-objekt* budou stanoveny zejména na základě hodnot nezávislé proměnné *objekt*. Proměnná bude nabývat sedmi hodnot stanovených v rámci předběžné analýzy v tabulce (Tabulka 15). Z výsledků předběžné analýzy vyplývá, že charakter objektu je v 0,56 % výjezdů popsán také hodnotou proměnné *skutek*. Proto bude při stanovení hodnot proměnné *i-objekt* zohledněna také hodnota proměnné *skutek*. Pro stanovení hodnot proměnné *i-objekt* byla navržena obdobná metoda jako pro stanovení hodnot proměnné *i-skutek*. Jedná se o metodu spočívající ve vyhodnocení konkrétních hodnot nezávislých proměnných výpočetní operací a stanovení hodnot závislé proměnné. V případě, že není možné stanovit hodnotu výpočetní operací, bude hodnota závislé proměnné stanovena ruční operací. Výhody spočívající v přesnosti a správnosti metody, a tedy minimalizaci náhodných i systémových chyb, jsou obdobné jako v případě proměnné *i-skutek* a proměnných charakterizujících lokalitu. Avšak obdobné jsou i nevýhody této metody, spočívající v časové náročnosti a pracnosti.

### 4.5.3 Metoda zpracování dat

Pro vytvoření výsledků zpracování dat byly použity metody explorační analýzy EDA, které představují statistické techniky a určitý přístup k analýze dat, zdůrazňující grafické a tabulkové znázorňování dat. Tyto metody umožňují v datech odhalit nápadné konfigurace a korelace a navrhnout deskriptivní modely dat. Ideově EDA vychází z práce amerického matematika Johna Turkeye z roku 1977, který EDA přirovnal k práci nezaujatého detektiva, vyhledávajícího důkazy o vině i nevině podezřelého. Smyslem explorační analýzy je klást si otázky a navrhnout odpovědi.

Jedním ze základních prvků EDA je **vizualizace dat**. Výhodou využití tabulek a grafů je, že jsou úsporné a vyjadřují podstatu více a přesněji než dlouhé slovní popisy. Pomocí vhodných druhů grafů snadněji zjistíme datovou strukturu i korelace dat. Grafickými metodami rozeznáme shluky dat, zkontrolujeme jejich rozdělení, zjistíme vztahy mezi proměnnými a prozkoumáme data v závislosti na čase. Dalším základním prvkem EDA je **analýza reziduálních hodnot**, která je důležitá pro predikci očekávané hodnoty sledované proměnné pomocí modelu:  $\text{data} = \text{predikce modelem} + \text{reziduální hodnota}$ . Analýza za využití reziduálních hodnot slouží jednak k ověření validity modelu a dále pomáhá odhalit aspekty vztahů, které model nezohledňuje a přispívá tak k jeho vylepšování. Dalším prvkem EDA je nelineární transformace dat, která v této práci nebude využita, neboť zpracování dat proběhne formou cenzu, totálního výběru. Budou však využity **rezistentní metody** využívající modus nebo procentuální průměr.

EDA je pro tento typ studie, která zahrnuje mnoho proměnných, optimální, neboť na začátku nebyla uvažována žádná zpracovaná teorie, která by zahrnutí mnoha proměnných vyžadovala. Autor pouze intuitivně cítil, že proměnné by bylo dobré sledovat, neboť data byla získána *ad hoc* za neopakovatelných podmínek, bez konkrétního vztahu proměnných k teorii. Cílem této studie je v první řadě objevovat, nikoliv hodnotit. EDA umožňuje formulování hypotéz na základě empirických dat, a umožňuje získat hlubší vhled do zkoumané problematiky. [35 stránky 113-118]

Výsledky budou prezentovány ve čtyřech oblastech relací:

- |                                |   |               |
|--------------------------------|---|---------------|
| • časové údaje                 |  | počet výjezdů |
| • klimatické údaje             |   | počet výjezdů |
| • zeměpisné údaje              |   | počet výjezdů |
| • druh nálezů a objekt výjezdu |   | počet výjezdů |

Na základě tohoto výzkumu bude jako součást výsledků navržena hypotéza o rozložení pyrotechnické zátěže a deduktivním způsobem bude provedena demonstrace hypotézy s cílem hypotézu podpořit, případně zamítnout.

Pro zpracování dat bylo vybráno prostředí MS Excel 365. Jedná se o programové prostředí umožňující zpracování požadovaných dat nejen obvyklými vestavěnými funkcemi, ale umožňuje také programování v jazyce Visual Basic for Applications, VBA. Programováním lze efektivně řešit výpočetní operace, které byly stanoveny v rámci metod pro vyhodnocení a stanovení hodnot proměnných. V kapitole Etické aspekty práce byla zmíněna otázka ochrany dat a zejména výsledků před široce pojatým zveřejněním. Z toho důvodu byla zvolena verze MS Excel 365, která umožňuje zobrazení dat v mapových podkladech, aniž by při zpracování dat docházelo k jejich odesílání mimo počítač, na kterém jsou data zpracovávána. Další okolností, která byla pro výběr aplikace rozhodující, spočívala v tom, že MS Excel 365 v mapě zobrazí nejen lokalitu podle hodnot proměnných charakterizujících zeměpisnou polohu, ale také další data z datové matice formou popisné datové karty mapového bodu. Zeměpisné údaje lze zobrazit v bublinovém grafu se zmíněnou datovou kartou, i v tzv. „heat“ mapě (teplotní mapě), která umožňuje zobrazit počet nálezů v dané lokalitě změnou odstínu barvy grafu.

Vhodnost metody založené na využití výše popsaných funkcí aplikace MS Excel 365 byla prakticky vyzkoušena a ověřena. V průběhu ověřování bylo zjištěno, že pro relevantní zobrazení dat v mapových podkladech aplikace vyžaduje buď zadání zeměpisných souřadnic ve formátu WGS 84 v desítkovém formátu s desetinnou čárkou (viz. Tabulka 20), nebo vyžaduje zadání obce a země (státu). Tento požadavek je logický, neboť některé názvy jsou shodné ve více lokalitách na Zemi, např. „Jerusalem“ je městem ve státě Izrael i menší obcí v ČR, která je součástí města Příbram. Proto byla do datové matice zařazena proměnná *stát*, a její hodnoty byly u všech položek explicitně zadány jako {Česká republika}.

## 5 Výsledky

### 5.1 Zpracování dat

Předběžnou analýzou byla zpracována data v časovém intervalu od 1.1.2010 do 31.12.2016. Do výsledného zpracování v rámci této práce budou zařazena data v časovém intervalu od 1.7.2011 do 31.12.2017, tj. oproti předběžné analýze budou zahrnuta poslední data za rok 2017 a nebudou zahrnuta data před 1.7.2011. Do zpracování budou zahrnuta data i z nově vzniklého pracoviště Brdy.

Tabulka 23 Soubory zařazené do zpracování dat

rok pracoviště	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Frýdek-Místek	1	1	1	1	1	1	1	1
Milovice	1	1	1	1	1	1	1	1
Ralsko		1	1	1	1	1	1	1
České Budějovice		1	1	1	1	1	1	1
Teplice		1	1	1	1	1	1	1
Brno		1	1	1	1	1	1	1
Brdy								1

S ohledem na stanovený časový interval bylo do zpracování zařazeno 43 souborů které obsahovaly 11 270 záznamů. Data za rok 2017 byla upravena obdobně jako data pro předběžnou analýzu, tedy byla sjednocena struktura dat.

Byla provedena oprava hodnot v proměnné *datum*. Při provádění oprav byly spolehlivě a jednoznačně určeny hodnoty v celém rozsahu. Interpolace okolních hodnot nebyly potřebné a nebyly využity. Nebyly vloženy žádné zástupné hodnoty.

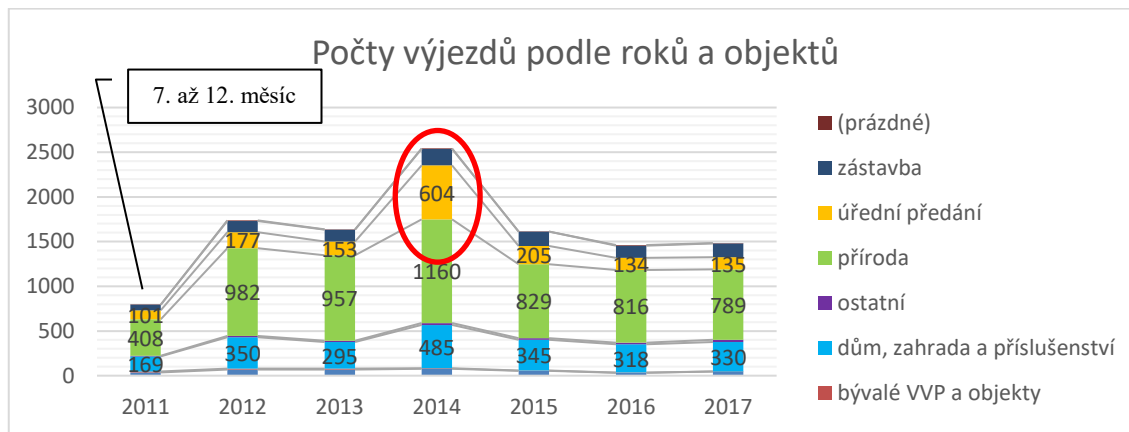
Tabulka 24 Příklady chybných hodnot proměnné datum

datum původní hodnota	popis chyby	datum opravená hodnota
25.11.2015	chybný separátor	25.11.2015
27.11.2015	chybějící separátor	27.11.2015
01.XII.15	změna formátu	01.12.2015
212.15	chybějící separátor	02.12.2015
3.12.20015	přepis	03.12.2015
05.12..15	nadbytečný separátor	05.12.2015

Byly stanoveny hodnoty proměnné *obec* metodou popsanou v kapitole Metody pro stanovení hodnot proměnných pro datovou matici. Z celkového počtu 11 270 záznamů se podařilo spolehlivě stanovit proměnnou *obec* v 11 266 záznamech. Hodnoty byly určeny na základě shody zeměpisné polohy významu proměnných *okres*, *místo* a *GPS*., kdy alespoň dvě hodnoty nezávislých proměnných určovaly shodnou zeměpisnou polohu. Ve čtyřech případech se nepodařilo požadovanou shodu zjistit, a proto byly záznamy z dalšího zpracování vyřazeny. Z toho ve dvou případech se jednalo o nález náložky výbušniny a ručního granátu, obojí z období 2. světové války, v jednom případě o nález muničního elementu bez obsahu výbušniny a v jednom případě o nález předmětu připomínajícího municí. Z celkového počtu záznamů se nepodařilo stanovit zeměpisnou polohu v 0,03 % záznamů.

Stanovení hodnot závislých proměnných *i-skutek* a *i-objekt* proběhlo výše popsanou metodou. Hodnoty byly stanoveny v celém plánovaném rozsahu. Během zpracování se nevyskytly žádné okolnosti, které by znemožňovaly stanovit hodnoty proměnných v požadované kvalitě.

## 5.2 Relace počtu výjezdů k časovým údajům



Obrázek 26 Počty výjezdů podle roků a objektů

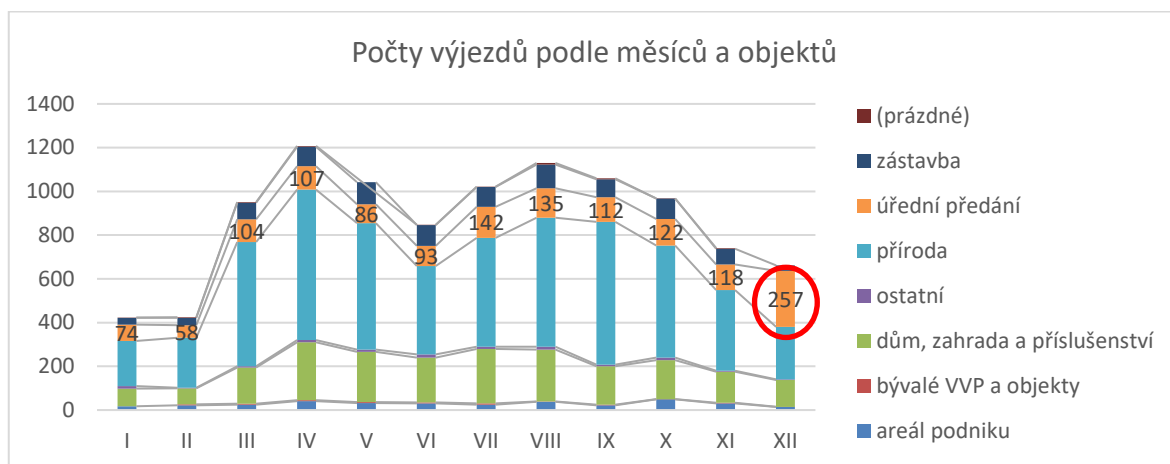
**Popis dat:** Vodorovná osa představuje časovou osu období od 1.7.2011 do 31.12.2017, tedy období, ve kterém výjezdy k oznámeným nálezům munice a výbušnin zajišťovala Pyrotechnická služba PČR na území celé republiky. Celková výška skládaných sloupců na svislé ose vyjadřuje celkové počty výjezdů v kalendářním roce, vyjma roku 2011. Data nebyla filtrována, počty zahrnují výjezdy k nálezům skutečné munice nebo výbušnin, k předmětům připomínajícím municí i výjezdy ostatní.

**Odlehlou hodnotu** vykazuje počet výjezdů za rok 2014 (zvýrazněno červenou barvou); proto bylo provedeno zkoumání struktury této odlehlé hodnoty. Ze skladby sloupců a popisů hodnot bylo zjištěno, že nejvýraznější podíl 61 % (oproti průměru za roky 2012 až 2017) na zvýšení počtu vzhledem k okolním hodnotám patří výjezdům z titulu úředního předání. Zkoumáním dat o výjezdech k úřednímu předání v roce 2014 bylo zjištěno, že z 604 výjezdů bylo 282 výjezdů vykázáno v souvislosti se zbraňovou amnestií v roce 2014. Zbraňová amnestie představuje okolnost, kterou lze zohlednit v datovém modelu pro predikci hodnot počtu výjezdů z titulu úředního předání. Avšak počet ostatních výjezdů z titulu úředního předání dosahuje odlehlé hodnoty 322 (= 604 – 282). Zřejmá korelace s hodnotami jiných proměnných nebyla zjištěna, a proto tuto hodnotu nelze do datového modelu pro predikci zařadit. Dalších 30 výjezdů v souvislosti se zbraňovou amnestií je vykázáno v roce 2015, což vysvětluje mírně zvýšený počet úředních předání v roce 2015 vzhledem k hodnotám vykazovaným v letech 2012, 2013, 2016 a 2017.

Další položkou zvyšující celkový počet výjezdů v roce 2014 s procentuálním nárůstem 27 % jsou výjezdy k nálezům v domech, na zahradách a příslušenství (kůlny, garáže aj.) Oproti průměrným hodnotám za období 2012 až 2017 vzrostl počet uvedených výjezdů o 131. Položkou, která zvýšila celkový počet výjezdů v roce 2014 s procentuálním nárůstem 21 % a v absolutních číslech o 238 oproti průměru za období 2012 až 2017 jsou výjezdy k nálezům v přírodě. Nárůst počtu výjezdů k nálezům v přírodě, domech

a zahradách může souviset s klimatickými podmínkami, což bude předmětem další kapitoly, nicméně zde je třeba tyto hodnoty vyhodnotit jako odlehlé, které není možné zahrnout do datového modelu pro predikci.

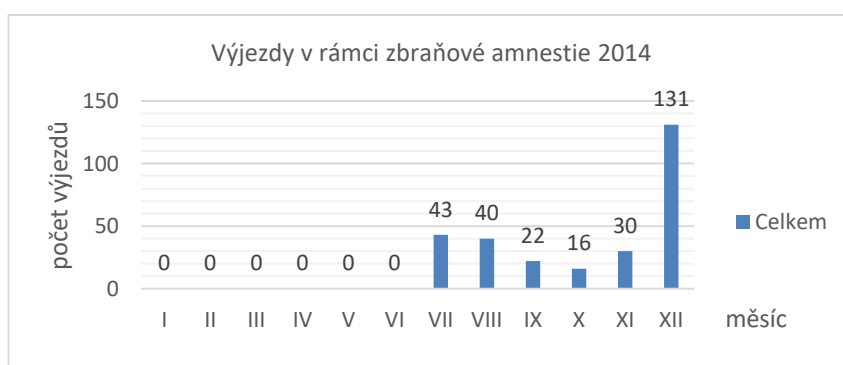
Korelace měsíčních počtů výjezdů v průběhu roku zobrazuje následující graf.



Obrázek 27 Počty výjezdů podle měsíců a objektů

**Popis dat:** Vodorovná osa představuje časovou osu kalendářního roku. Grafické zobrazení vychází z údajů za období od 1.1.2012 do 31.12.2017, ve kterém výjezdy k oznámeným nálezům munice a výbušnin zajišťovala Pyrotechnická služba PČR na území celé republiky a představuje ucelené období, ve kterém je možné vzájemně porovnávat hodnoty v jednotlivých měsících. Celková výška skládaných sloupců na svislé ose vyjadřuje celkové počty výjezdů v měsíci. Sloupce jsou svisle členěny podle objektu výjezdu. Data nebyla filtrována, počty zahrnují výjezdy k nálezům skutečné munice nebo výbušnin, k předmětům připomínajícím municí i výjezdy ostatní.

Zvýšené hodnoty počtu výjezdů z titulu úředního předání nálezů jsou patrné v období červenec až listopad, odlehlá hodnota je patrná v měsíci prosinci. Bližším zkoumáním byla zjištěna silná korelace počtu uvedených výjezdů k počtu výjezdů souvisejících se zbraňovou amnestií v roce 2014. Zbraňová amnestie v roce 2014 byla realizována na základě zákona č. 170/2013 Sb. [40 článek II, odst. 1] kterým na přechodnou dobu 6 měsíců od nabytí účinnosti tohoto zákona tedy v období od 1.7.2014 do 31.12.2014, zaniká trestnost nedovoleného ozbrojování u osob, které bez povolení přechovávají zbraně kategorie A, B, C nebo D v případě, že jej předají policii do úschovy nebo přenechají ve prospěch státu.

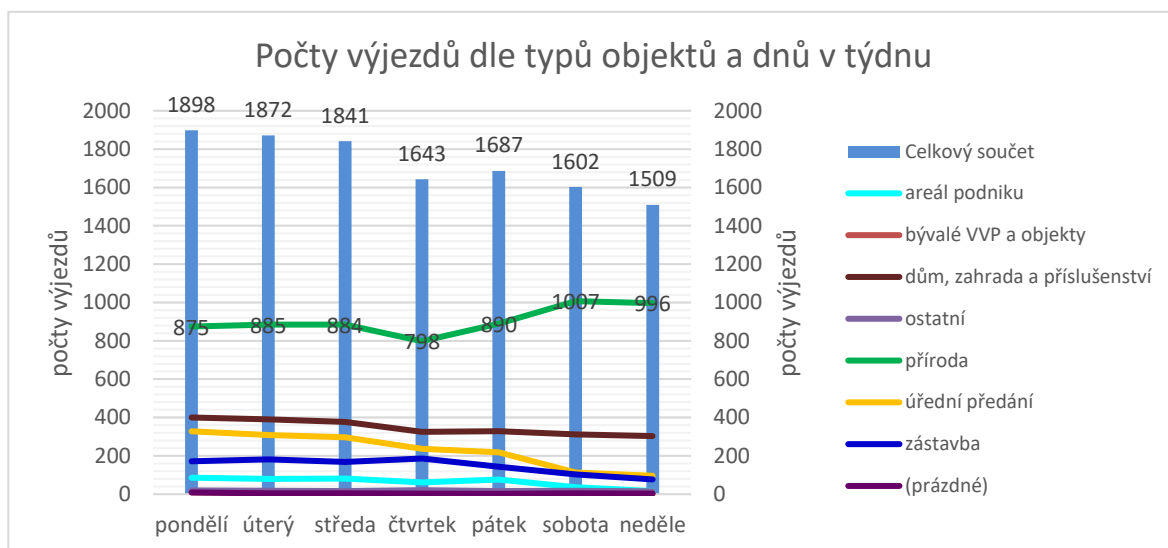


Obrázek 28 Výjezdy v rámci zbraňové amnestie 2014



Grafické zobrazení hodnot v grafu (Obrázek 28) názorně prezentuje aktivitu osob, které využily zbraňové amnestie, v jejímž rámci odevzdávaly kromě palných zbraní a střeliva také munici a výbušniny. Osoby uvedené předměty odevzdávaly zpravidla na obvodních oddělení Policie ČR, na služebnách městské a obecní policie nebo na obecních úřadech. Smyslem zbraňové amnestie bylo umožnit občanům legální způsob, jak se bez hrozby sankce zbavit nelegálně držených zbraní. Zobrazené hodnoty je možné prezentovat tak, že podstatná část osob využila amnestie již v prvních dvou měsících a dále je patrný pokles. Ovšem hodnoty za poslední měsíc trvání amnestie představují více než 46 % výjezdů v rámci zbraňové amnestie. Po odečtení výjezdů v rámci zbraňové amnestie se průměrný měsíční počet výjezdů k úřednímu předání za rok 2014 dostává na hodnotu 26,8 výjezdu měsíčně, což je oproti dlouhodobé průměrné hodnotě 19,6 výjezdů za období 2012 až 2017, hodnota vyšší o 27 %. Tuto hodnotu je nutné považovat za odlehlou.

Další zkoumanou korelací byl vztah mezi dnem v kalendářním týdnu a počtem výjezdů k nálezům podle typů objektu výjezdu.



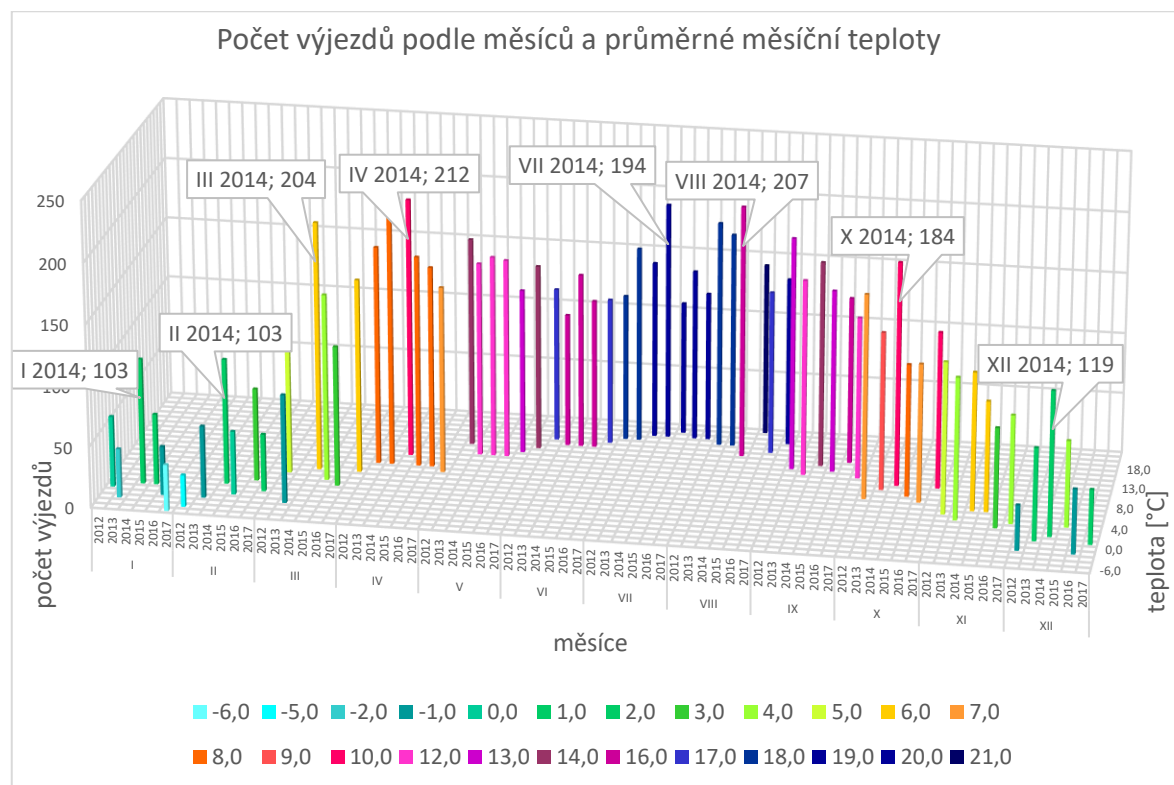
Obrázek 29 Počty výjezdů dle typů objektů a dnů v týdnu

**Popis dat:** Vodorovná osa grafu představuje časovou osu kalendářního týdne. Grafické zobrazení vychází z údajů za období od 1.1.2010 do 31.12.2017, a zahrnuje tedy veškeré dostupné údaje o výjezdech. Z pohledu rozložení počtu výjezdů podle dnů v týdnu není podstatné, zda údaje zahrnují souvislé území celé republiky; avšak důležitá podmínka, aby data zahrnovala souvislá časová období, je splněna. Výška sloupců představuje celkový počet výjezdů. Spojnice v grafu pak představují počty výjezdů podle objektů výjezdu. Obě zobrazení jsou ve stejném měřítku a lze je vzájemně porovnávat. Data nebyla filtrována a zahrnují výjezdy ke skutečným nálezům munice a výbušnin, k předmětům munici pouze připomínajícím i výjezdy ostatní.

**Interpretace dat:** Dny pondělí, úterý a středa jsou charakteristické nejvyšším a vyrovnaným počtem výjezdů s průměrnou hodnotou 1 870 výjezdů; ve čtvrtek je patrný náhlý pokles o cca 12 % oproti předchozímu průměru a druhá polovina týdne je charakteristická sestupnou tendencí počtu výjezdů. Z hlediska struktury výjezdů

je u všech objektů vyjma nálezů v přírodě patrná sestupná tendence. V případě výjezdů k nálezům v přírodě je naopak patrný nárůst počtu výjezdů v sobotu a neděli, kdy průměrný počet výjezdů dosahuje počtu 1 001 oproti průměrné hodnotě 866 v době od pondělí do pátku. Data prezentovaná na obrázku (Obrázek 29) lze interpretovat tak, že počet i objekty výjezdů souvisí s rozdělením týdne na pracovní a volné dny, a tedy s převažujícími pracovními nebo volnočasovými aktivitami občanů.

### 5.3 Relace počtu výjezdů ke klimatickým podmínkám

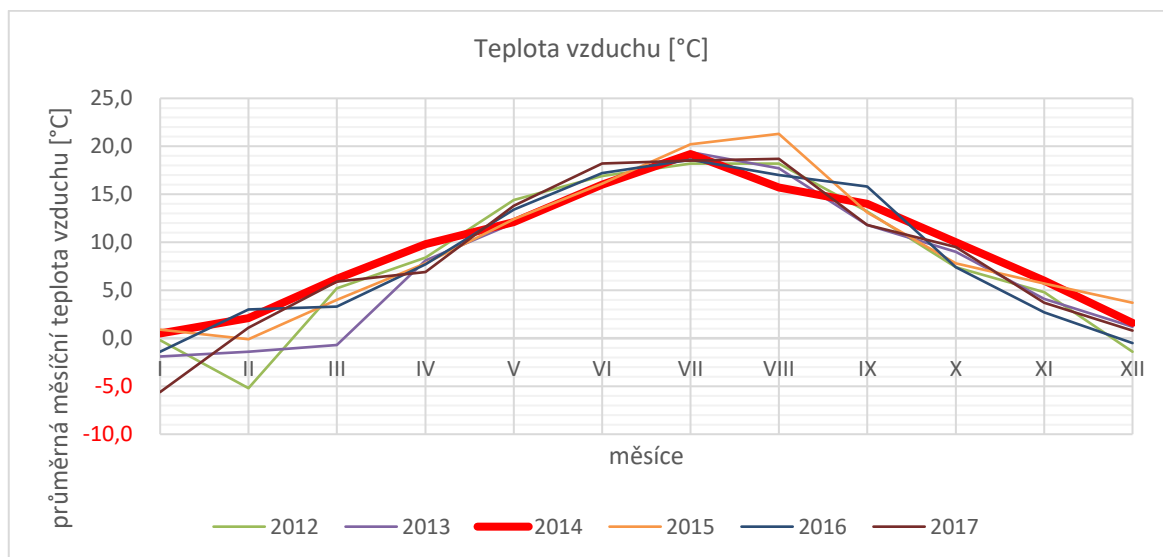


Obrázek 30 Počet výjezdů podle měsíců a průměrné měsíční teploty

**Popis dat:** Vodorovná osa grafu představuje časovou osu, která v první úrovni zobrazuje měsíce a v druhé úrovni roky příslušející k měsícům. Zobrazení zahrnuje údaje za souvislé časové období od 1.1.2012 do 31.12.2017. Údaje jsou filtrovány a zahrnují počty všech výjezdů kromě úředních předání, vzhledem k tomu, že v předchozích výsledcích bylo zjištěno, že počty výjezdů z titulu úředního předání nálezu jsou značně ovlivněny zbraňovou amnestií, která proběhla v druhé polovině roku 2014. Počty výjezdů za konkrétní měsíce jsou vyneseny na svislé ose v levé části grafu. Hloubková osa v pravé části grafu umožňuje prostorové rozložení a názornou prezentaci průměrných teplot ve sledovaných měsících a letech. Data o teplotě byla získána z archivu Českého hydrometeorologického institutu. [41] Vzhledem k relativně velkému počtu teplotních hodnot získaných s přesností na desetinu °C byly hodnoty, pro zvýšení přehlednosti grafu, zaokrouhleny na celá čísla. Pro další zvýšení přehlednosti zobrazených dat v malém prostoru grafu byly sloupce barevně odlišeny podle teploty.

**Odlehlé hodnoty,** které představují výrazně vyšší počet výjezdů vzhledem k okolním hodnotám, jsou v grafu jasně patrné a jsou vyznačeny popisky. Z hodnot

uvedených v popiscích je zřejmé, že v roce 2014 bylo ve většině měsíců vykázáno výrazně více výjezdů. Proto byla data o průměrných měsíčních teplotách blíže zkoumána. Po vynesení hodnot průměrných měsíčních teplot (Obrázek 31) bylo zjištěno, že hodnoty za rok 2014 zvýrazněné červenou spojnici, na rozdíl od hodnot okolních let, nikdy neklesly pod 0°C.



Obrázek 31 Průměrné měsíční teploty vzduchu

Hodnoty průměrných teplot zobrazených na obrázcích (Obrázek 30; Obrázek 31) jsou samostatně uvedeny v tabulce (Tabulka 25).

Tabulka 25 Průměrné měsíční teploty vzduchu 2010 - 2017

teplota vzduchu [°C]													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	průměr rok
2010	-5,0	-1,8	2,7	8,1	11,5	16,6	20,0	17,0	11,3	6,1	5,0	-4,9	7,2
2011	-1,2	-2,0	3,9	10,5	13,3	16,9	16,3	17,9	14,6	7,8	2,5	1,9	8,5
2012	-0,2	-5,2	5,2	8,4	14,4	16,9	18,2	18,2	13,2	7,4	4,8	-1,4	8,3
2013	-1,9	-1,4	-0,7	8,1	12,0	15,8	19,4	17,7	11,8	9,0	4,1	1,2	7,9
2014	0,5	2,1	6,2	9,8	12,1	16,0	19,2	15,7	14,0	10,0	6,0	1,6	9,4
2015	0,9	-0,1	4,0	7,8	12,4	16,1	20,2	21,3	13,1	7,8	5,7	3,7	9,4
2016	-1,4	3,0	3,3	7,7	13,4	17,2	18,6	17,0	15,8	7,4	2,7	-0,5	8,7
2017	-5,6	1,1	5,9	6,9	13,8	18,2	18,5	18,7	11,8	9,5	3,7	0,8	8,6
průměr měsíc	-1,7	-0,5	3,8	8,4	12,9	16,7	18,8	17,9	13,2	8,1	4,3	0,3	

Průměrná roční teplota v roce 2014 činila 9,4 °C; tím však nelze zdůvodnit korelaci vysokého nárůstu počtu výjezdů na 2 542 v tomto roce, neboť průměrná roční teplota v roce 2015 byla shodná 9,4 °C, a přitom počet výjezdů v roce 2015 dosáhl pouze dlouhodobě průměrného počtu 1 613 výjezdů.

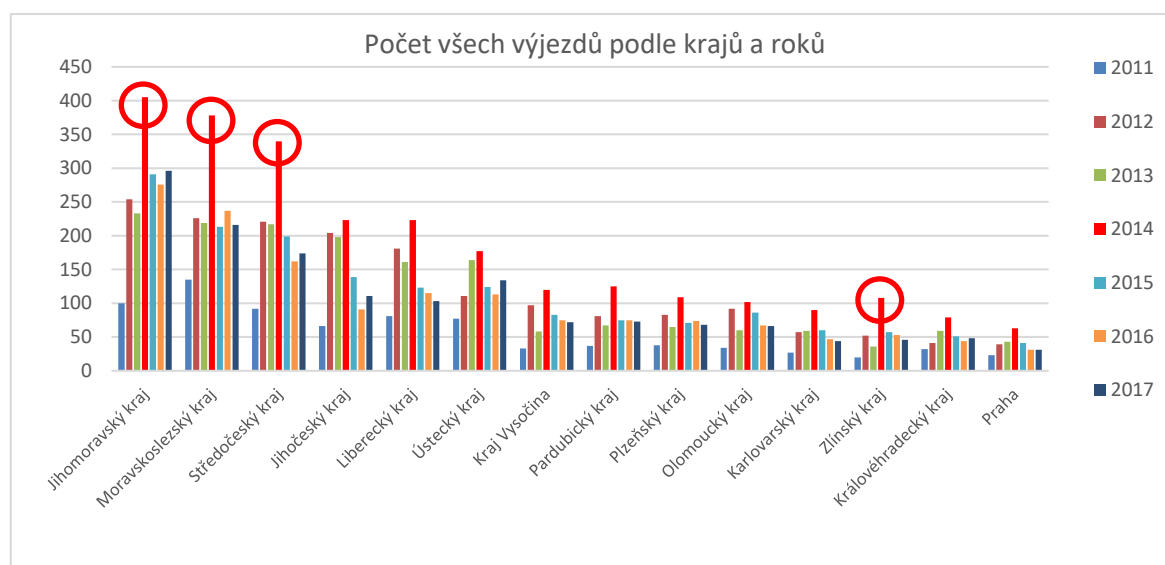
**Interpretace dat:** Vyšší počty výjezdů jsou charakteristické pro jarní a podzimní měsíce, kdy lze předpokládat vyšší počet nálezů v souvislosti se sezónními polními pracemi, vyšším pohybem osob v přírodě a optimálními podmínkami pro provádění zemních a stavebních prací. Naopak nízké počty výjezdů, korelující s nízkými průměrnými teplotami,

jsou vykazovány v zimních měsících prosinci, lednu a únoru, kdy lze předpokládat podmínky pro výše popsané aktivity méně vyhovující. V letním období charakteristickým vysokými průměrnými teplotami počty výjezdů klesají. Tento pokles může souviset s obdobím letních prázdnin a dovolených, kdy pracovní aktivity obyvatel jsou vystřídány odpočinkem nebo cestováním a k nálezům dochází v menším množství.

Data lze interpretovat tak, že klimatické podmínky, reprezentované v této relaci hodnotami průměrných měsíčních teplot vzduchu, korelují s hodnotami počtu výjezdů v průběhu roku. Ovšem nelze říci, že s rostoucí teplotou roste počet výjezdů. Je nutno uvažovat nejméně dvě hlediska: jednak teplotu optimální pro aktivity, při kterých dochází k nálezům, zejména teploty nikoli nízké, kdy není možné efektivně provádět zemědělské, zemní nebo stavební práce, a dalším hlediskem jsou aktivity spojené s ustálenými sociálními a místními zvyklostmi, jako jsou termíny hlavních školních prázdnin a s tím související cestování spíše po turisticky atraktivních lokalitách, do zahraničí, k moři apod. Aktivity, při kterých jsou nálezy obvyklé, jsou v tomto období spíše utlumeny.

Nicméně i po zohlednění vlivu vyšších průměrných teplot v zimních měsících a vlivu zbraňové amnestie, v jejímž rámci bylo v druhé polovině roku 2014 vykázáno 282 výjezdů, je počet výjezdů v roce 2014 vysoký ve všech měsících. Lze tedy předpokládat vliv dalších okolností, avšak v rámci zkoumaných hodnot proměnných nebyla zjištěna žádná korelace, která by umožňovala formulovat hypotézu o příčině takto zvýšeného počtu výjezdů.

## 5.4 Relace počtu výjezdů k zeměpisným a demografickým údajům



Obrázek 32 Počet všech výjezdů podle krajů a roků

**Popis dat:** Na vodorovné ose jsou vyneseny hodnoty polytomické proměnné *kraj*, které jsou seřazeny sestupně podle celkového počtu výjezdů; na svislé ose jsou vyneseny počty všech výjezdů za období od 1.7.2011 do 31.12.2017. Data nejsou žádným způsobem filtrována, tj. zahrnují veškeré vykázané výjezdy.

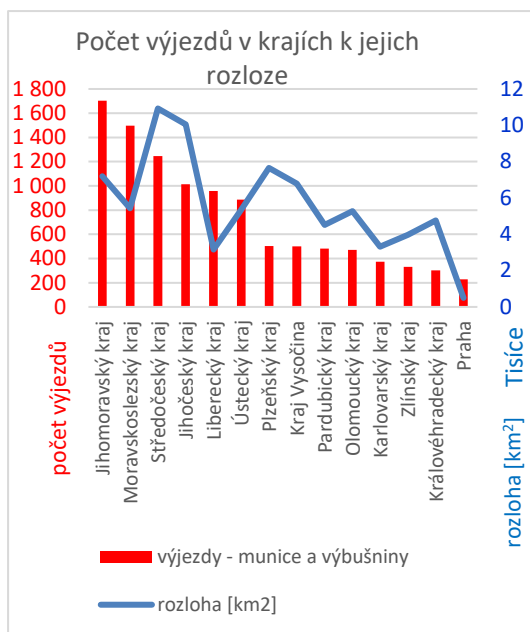
**Odlehlé hodnoty** lze pozorovat výrazně ve 4 z 14 krajů. Tyto hodnoty prezentují počet výjezdů v roce 2014 a v grafu jsou zvýrazněny červenou barvou. Z grafu je patrné, že odlehlé nebo zvýšené hodnoty v tomto roce byly vykázány na území celé ČR. Důvody zvýšeného počtu byly částečně objasněny v předchozích výsledcích korelací s vyšší průměrnou teplotou v zimních měsících a výjezdy souvisejícími se zbraňovou amnestií. Korelace s jinými zkoumanými hodnotami, které by objasnily příčinu odlehlých a zvýšených hodnot počtu výjezdů v roce 2014, nebyly zjištěny.

**Tabulka 26 Počet výjezdů podle krajů**

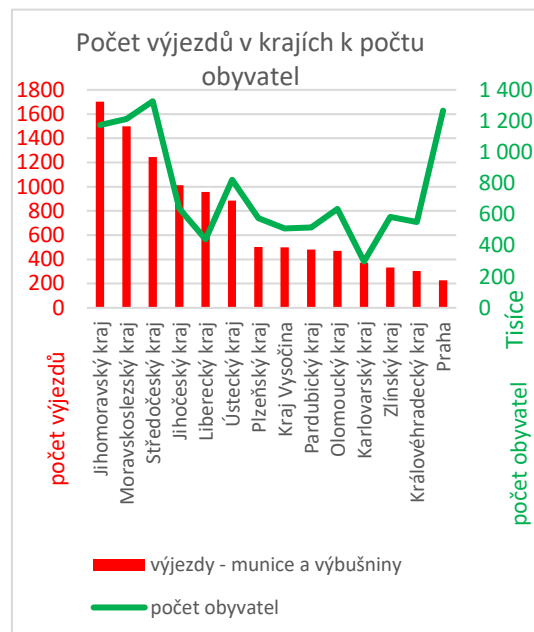
kraj	počet výjezdů	
	celkem	munice a výbušniny
Jihomoravský kraj	1855	1703
Moravskoslezský kraj	1624	1498
Středočeský kraj	1405	1245
Jihočeský kraj	1032	1012
Liberecký kraj	987	957
Ústecký kraj	900	886
Plzeňský kraj	508	502
Kraj Vysočina	538	501
Pardubický kraj	533	482
Olomoucký kraj	507	472
Karlovarský kraj	384	374
Zlínský kraj	372	332
Královéhradecký kraj	354	303
Praha	271	228

**Interpretace dat:** Z grafického zobrazení je zřejmý dlouhodobý a vysoký počet výjezdů v Jihomoravském, Moravskoslezském a Středočeském kraji. Počet výjezdů v jednotlivých krajích se výrazně liší. Z hodnot uvedených v tabulce (Tabulka 26) je zřejmé, že počet výjezdů v Jihomoravském kraji činí 562 % počtu výjezdů v kraji Královéhradeckém. Nejnižší počet výjezdů vykazuje Hl. m. Praha; které je však nutno uvažovat z hlediska krajů jako kraj velmi specifický a u hodnot vztahujících se k Praze není vhodné hledat korelace s hodnotami krajů ostatních. Vysoké rozdíly mezi počty výjezdů v jednotlivých krajích naznačují, že pyrotechnická zátěž není na území ČR rozložena rovnoměrně.

Na základě předchozího zjištění byla dále zkoumána možnost korelace počtu výjezdů v jednotlivých krajích k jejich rozloze a k počtu obyvatel. [42]



Obrázek 34 Počet výjezdů v krajích k jejich rozloze

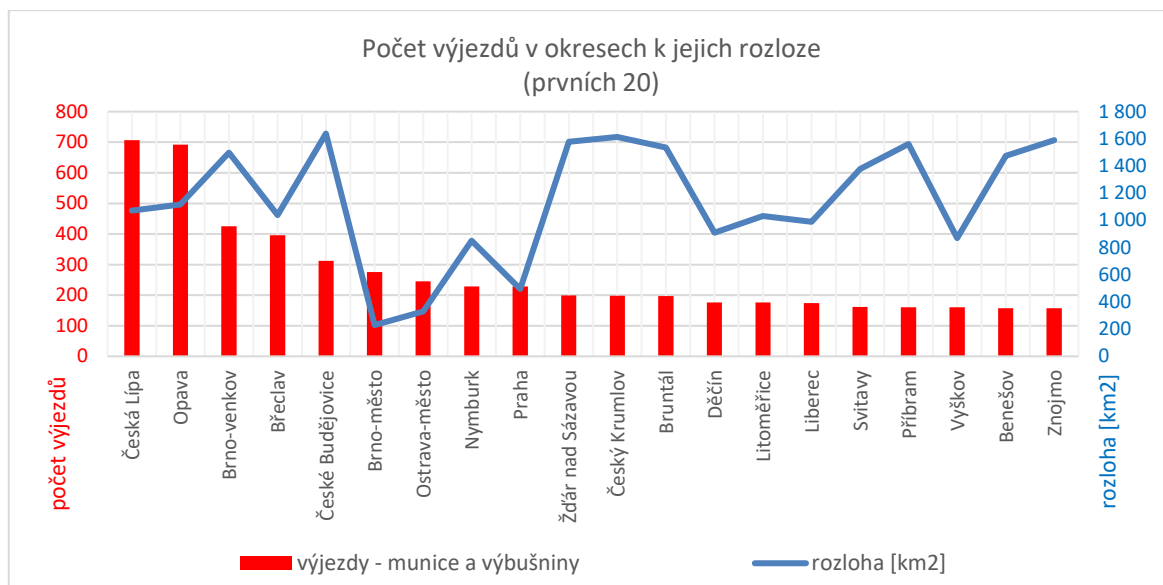


Obrázek 33 Počet výjezdů v krajích k počtu obyvatel

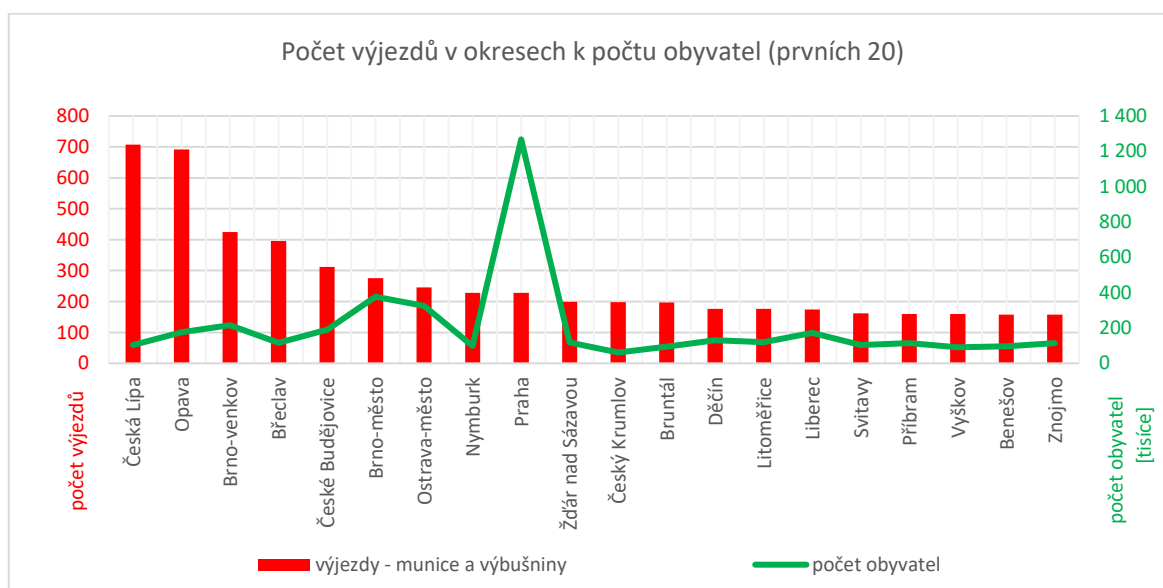
**Popis dat:** Na vodorovné osách grafů jsou vyneseny hodnoty polytomické proměnné *kraj*, které jsou seřazeny sestupně podle celkového počtu výjezdů. Na hlavních svislých osách obou grafů jsou vyneseny počty výjezdů za období od 1.7.2011 do 31.12.2017 a je možné je vzájemně porovnávat. Data jsou filtrována, zahrnují pouze výjezdy k nálezům munice a výbušnin. Na vedlejší svislé ose grafu (Obrázek 34) je vynesena rozloha jednotlivých krajů vyjádřená v tisících km<sup>2</sup>; v případě grafu (Obrázek 33) je na vedlejší svislé ose vynesena počet obyvatel kraje vyjádřený v tisících. Hodnoty byly rozděleny do dvou samostatných grafů, neboť počet obyvatel dosahuje řádově 100krát větších hodnot než rozloha. Prezentované zobrazení lépe vystihuje realitu než např. logaritmické měřítko.

**Odlehlá hodnota** je patrná pouze v počtu obyvatel Prahy (Obrázek 34), což je zapříčiněno postavením Prahy jako hlavního města a s tím související koncentrací osob. Patrný je dále zřetelný pokles počtu výjezdů v obou grafech mezi Ústeckým a Plzeňským krajem.

**Interpretace dat:** Smyslem vytvoření relací počtu výjezdů k rozloze a počtu obyvatel v krajích bylo zjištění existence korelací jejich hodnot. Případná významná korelace by totiž vyvracela dosavadní zjištění o nerovnoměrném rozložení pyrotechnické zátěže na území ČR, buď s odůvodněním vyššího počtu nálezů v geograficky větším prostoru, nebo vyššího počtu nálezů vzhledem k vyššímu počtu osob, které mohou nález oznámit. Hodnoty vynesené na křivkách v grafech vyjadřující rozlohu a počet obyvatel, sice v celém rozsahu s hodnotami počtu výjezdů nekorelují, ale náznaky korelace v některých částech grafu nelze opomenout. Vzhledem k tomuto zjištění bylo rozhodnuto aplikovat stejnou metodu na územní statistickou jednotku zmenšenou na úroveň okresu, aby byla korelace podpořena, případně aby bylo zjištěno, že se jedná o korelaci falešnou.



Obrázek 35 Počet výjezdů v okresech k jejich rozloze



Obrázek 36 Počet výjezdů v okresech k počtu obyvatel

**Popis dat:** Na vodorovných osách grafů (Obrázek 35; Obrázek 36) jsou vyneseny hodnoty polytomické proměnné *okres*, které jsou sestupně seřazeny podle počtu výjezdů k nálezům munice a výbušnin vnesených na vedlejších svislých osách obou grafů. Na vedlejší ose prvního grafu (Obrázek 35) je vynesena rozloha okresu v km<sup>2</sup>, v případě druhého grafu (Obrázek 36) je vynesena počet obyvatel daného okresu. Hodnoty počtu výjezdů jsou započítány za období od 1.7.2011 do 31.12.2017 a je možné je vzájemně porovnávat. Obdobně jako v předchozí relaci jsou data filtrována a zahrnují pouze výjezdy k nálezům munice a výbušnin.

**Odlehlé hodnoty** lze v grafech pozorovat u počtu výjezdů v okresech Česká Lípa a Opava. Tyto hodnoty budou podrobeny bližšímu zkoumání. Dále v prvním grafu (Obrázek 35) lze pozorovat odlehlé hodnoty v hodnotách rozlohy okresů Brno-město,

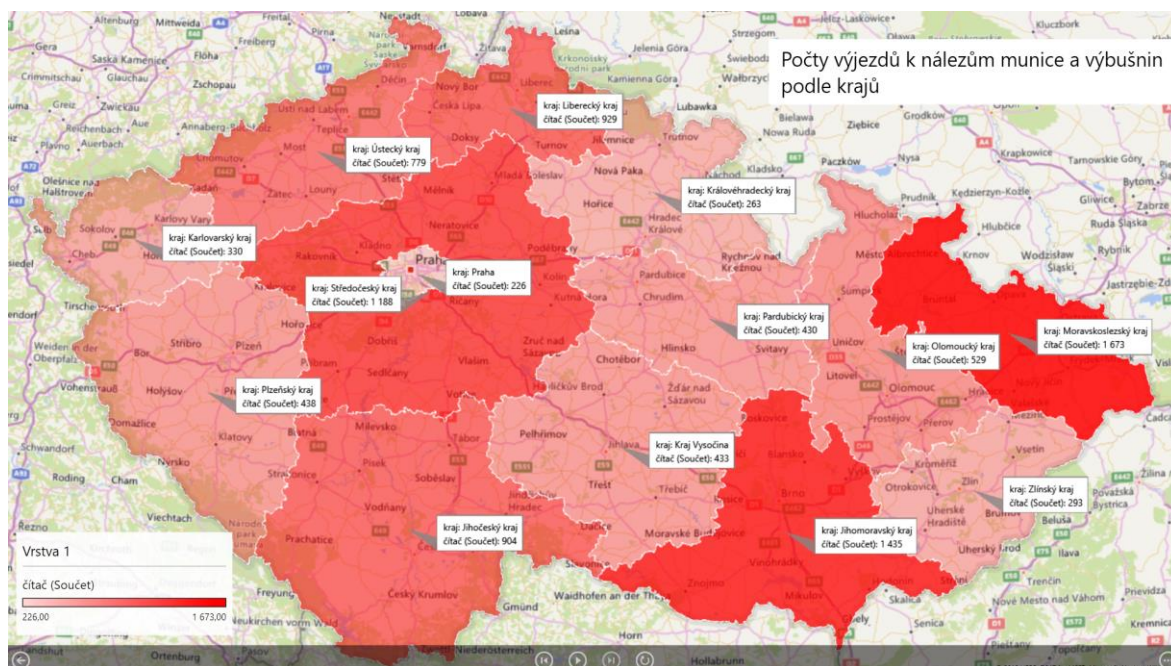


Ostrava-město a Praha, což je dáno tím, že rozlohou se jedná pouze o velká města. V druhém grafu (Obrázek 36) je odlehlou hodnotou počet obyvatel Prahy.

**Interpretace dat:** Průměrná hodnota počtu výjezdů za sledované období k nálezům munice a výbušnin na okres je 136,3; nejnižší hodnota 27 výjezdů byla vykázána v okrese Jičín. V okresech Česká Lípa a Opava dosahuje počet výjezdů 518 % a 507 % oproti průměrné hodnotě. Počty výjezdů v jednotlivých okresech se tedy velmi významně liší.

Tyto relace počtu výjezdů v okresech k rozloze a počtu obyvatel krajů byly zpracovány za účelem podpoření nebo zamítnutí dílčí hypotézy formulované na základě předchozích výsledků, totiž že pyrotechnická zátěž, reprezentovaná počtem výjezdů k nálezům, je na území ČR rozložena nerovnoměrně. Vzhledem k tomu, že v žádném z grafů nebyla zjištěna žádná korelace počtu výjezdů k nálezům munice a výbušnin k zeměpisným nebo demografickým hodnotám, je možné tuto hypotézu podpořit (jednoznačné potvrzení hypotézy není obecně možné).

Promítnutím dat do mapového podkladu je možné názorně prezentovat zpracované údaje např. na úrovni krajů.



Obrázek 37 Mapa výjezdů k nálezům munice a výbušnin podle krajů

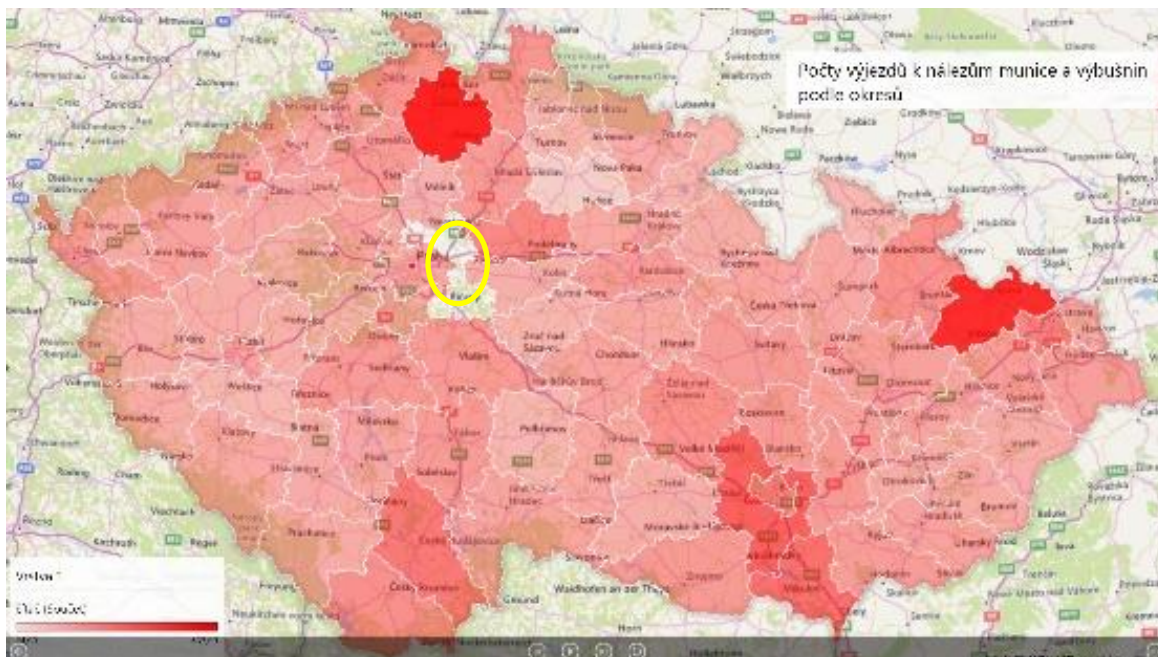
**Popis dat:** Hodnoty polytomické proměnné *kraj* jsou v mapě vyneseny ve formě hranic krajů na mapě ČR. Hodnoty počtu výjezdů jsou v mapě vyneseny odstínem červené barvy. Hodnoty jsou zahrnuty za období od 1.7.2011 do 31.12.2017, tedy za období, ve kterém je možné hodnoty počtu výjezdů vzájemně porovnávat. Hodnoty jsou filtrovány a zahrnují pouze výjezdy k nálezům munice a výbušnin. Mapa je opatřena barevnou stupnicí s vyznačením hodnot odpovídajících sytosti barvy.

**Odlehlé hodnoty** jsou jasně patrné v Moravskoslezském a Jihomoravském kraji. Zvýšené hodnoty jsou patrné v krajích Středočeském, Ústeckém, Libereckém a Jihočeském.

**Interpretace dat:** Zobrazená data vyjadřují počet výjezdů v daném kraji a z těchto údajů lze usuzovat na rozložení pyrotechnické zátěže na území ČR. Pro správnou



interpretaci dat je třeba mít na zřeteli, že mapy slouží pouze k demonstračním účelům, a ne jako zdroj datových údajů pro tvorbu závěrů. Grafická data je vždy třeba doplnit číselnými údaji, např. v tabulkách. Bylo by chybou data zobrazená v mapě (Obrázek 37) vnímat tak, že celé kraje jsou souvisle pyrotechnicky zatíženy. Zobrazená data jsou zejména vodítkem pro další analýzu, neboť je pravděpodobné, že zátěž v konkrétním kraji je dále koncentrována do menších lokalit. Prezentace dat v mapě na úrovni krajů (Obrázek 37) je příliš hrubá a závěry učiněné na jejím základě by nebyly relevantní. Proto je nutné zvýšit rozlišení statistické jednotky na úroveň okresů, jak ukazuje následující mapa (Obrázek 38).



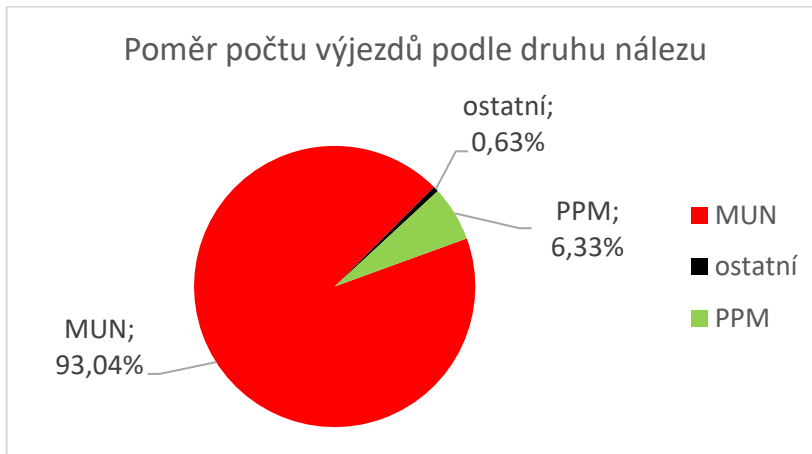
**Obrázek 38** Mapa výjezdů k nálezům munice a výbušnin podle okresů

Z podrobnějšího zobrazení je patrné, že počet výjezdů je koncentrován do okresů Opava, Česká Lípa, Brno-venkov a Břeclav, což odpovídá interpretaci grafů v předcházející kapitole (Obrázek 35; Obrázek 36).

V mapě je žlutou barvou vyznačena oblast okresu Praha-východ, kde došlo k chybnému vykreslení hodnot datové matice v mapovém modulu. Příčinu této chyby se v průběhu zpracování nepodařilo odstranit, nicméně díky důsledné kontrole byla tato chyba zjištěna, popsána a nedošlo tak k zavádějící interpretaci.

Obdobným způsobem je v rámci širšího projektu zvýšeno rozlišení počtu výjezdů na úroveň jednotlivých obcí, ale s ohledem na důvody uvedené v kapitole Etické aspekty práce není možné tyto podrobné informace publikovat. Data v plném rozsahu budou k dispozici výhradně Pyrotechnické službě PČR.

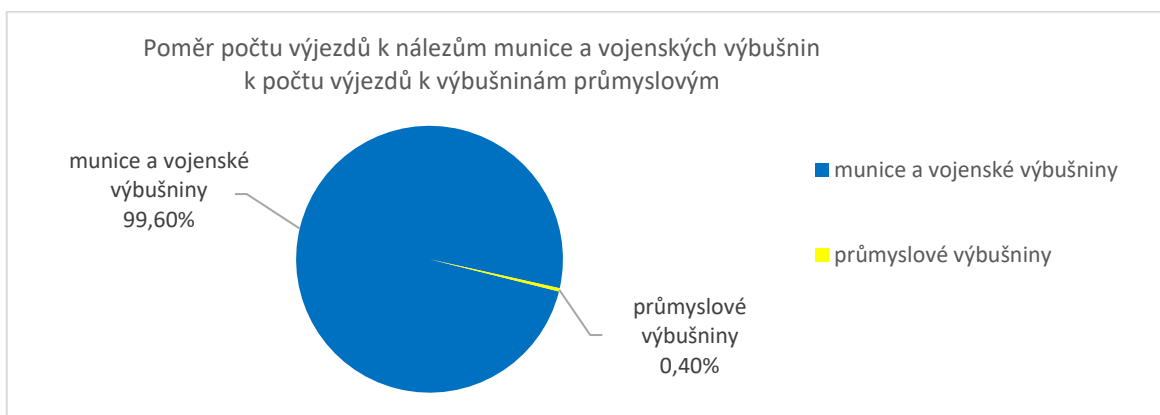
## 5.5 Relace počtu výjezdů k druhu nálezu a objektu výjezdu



Obrázek 39 Poměr počtu výjezdů podle druhu nálezu

**Popis dat:** Výšečový graf prezentuje hodnoty polytomické proměnné *i-skutek*. Velikost výsečí odpovídá % počtu výjezdů podle druhu nálezu. Data nejsou filtrována a zahrnují údaje za celé sledované období od 1.1.2010 do 31.12.2017. Červenou barvou jsou v grafu vyneseny % počtu výjezdů k nálezům skutečné munice a výbušnin {MUN}, zelenou barvou pak hodnoty % počtu výjezdů k předmětům pouze připomínajícím municí nebo výbušniny {PPM}, ostatní výjezdy jsou vyneseny černou barvou.

**Interpretace dat:** Zobrazená data dokládají, že převážná většina nálezů, které jsou oznámeny policii, se týkají skutečné munice a výbušnin. Počet nálezů, kdy občané oznamují nálezh domnělé munice nebo výbušnin, lze interpretovat jako zcela přijatelnou míru opatrnosti a odpovědnosti, neboť některé předměty lze velmi snadno zaměnit s municí nebo výbušninami; V příloze (Příloha C) jsou uvedeny příklady těchto záměn. Poměrný počet výjezdů ostatních, tj. výjezdů, při kterých nebyla nalezena munice nebo výbušnin ani předměty je připomínající, je zcela marginální. Zpravidla se jedná o preventivní výjezdy provedené na základě pravděpodobnosti nálezů munice, např. při čištění starých studní v příhraničních oblastech; může se také jednat o výjezd, který byl sice vykázán, ale v průběhu jízdy pyrotechnika na místo byl výjezd zrušen. Pro možnost stanovení hypotézy o hlavním zdroji pyrotechnické zátěže je důležité zobrazení dat v následujícím grafu.

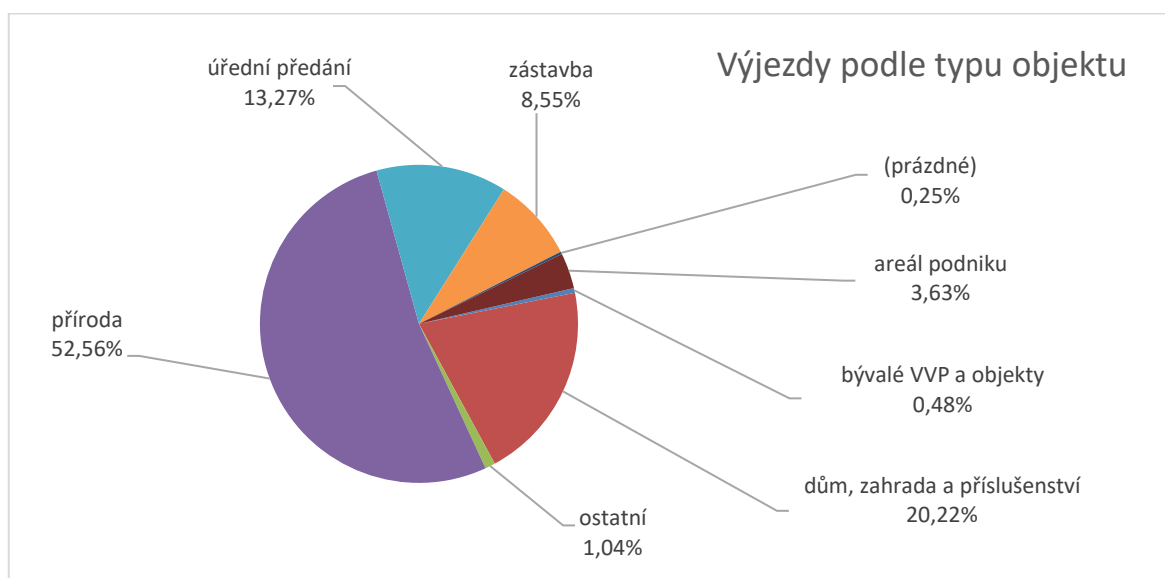


Obrázek 40 Poměr počtu výjezdů k nálezům dle vojenského a civilního hlediska

**Popis dat:** Výšečový graf zobrazuje data o poměru počtu výjezdů k nálezům munice a vojenských výbušnin k počtu výjezdů k nálezům průmyslových výbušnin. Data nejsou filtrována a zahrnují údaje za celé sledované období od 1.1.2010 do 31.12.2017.

**Interpretace dat:** V kapitole Výbušniny a jejich charakteristické vlastnosti je mj. uvedeno rozdělení výbušnin podle využití na výbušniny vojenské a průmyslové. V předchozím grafu (Obrázek 39) bylo prezentováno, že 93,04 % výjezdů bylo uskutečněno k nálezům skutečné munice nebo výbušnin a data prezentovaná v tomto grafu (Obrázek 40) dále upřesňují rozdělení počtu nálezů podle výrobcem zamýšleného využití výbušniny. Z prezentovaných dat je zřejmé, že téměř veškeré výjezdy, při kterých je nalezena munice nebo výbušnina, jsou uskutečňovány k pyrotechnické zátěži pocházející z vojenského sektoru.

Pro stanovení hypotézy o pyrotechnické zátěži je také podstatné zjištění rozložení výjezdů podle typu objektu výjezdu.



Obrázek 41 Výjezdy podle typu objektu

**Popis dat:** Výšečový graf (Obrázek 41) zobrazuje hodnoty polytomické proměnné *i-objekt*. Velikost výsečí odpovídá procentuálnímu poměru počtu výjezdů podle druhu objektu za období od 1.1.2010 do 31.12.2017.

**Interpretace dat:** Více než polovina výjezdů je realizována k nálezům v přírodě. Druhou největší poměrnou hodnotu tvoří výjezdy k nálezům do domů, zahrad a příslušenství (garáže, kůlny apod.) Dále následují výjezdy z titulu úředního předání nálezu, které byly převzaty na služebnách PČR, městské policie, obecních úřadech aj. Objekt zástavba s hodnotou 8,55 % představuje parky, ulice, obecně obydlená území v městech a obcích. Nálezy v areálech podniků s hodnotou 3,63 % představují objekty typu pískovna, lom, sběrna druhotných surovin (kovošrot) apod. Kategorie nálezů v bývalých vojenských prostorech nabývá proti očekávání velmi nízké hodnoty 0,48 %. Bližším zkoumáním bylo zjištěno, že velká část nálezů v těchto prostorech bylo označeno jako nálezy v lese nebo na loukách a byly podle klíče zařazeny do kategorie příroda. Kategorie ostatní s hodnotou 1,04 % zahrnuje výjezdy k nálezům v jiných objektech, např. nálezy na hřbitovech

nebo skládkách apod. V případě, že zdrojové informace neobsahovaly informaci o objektu výjezdu, byla hodnota ponechána prázdná; taková situace nastala v 0,25 % výjezdů.

Způsob zařazení objektů do zobrazených kategorií byl blíže popsán v kapitolách Výsledky předběžné analýzy a Proměnná objekt.

## 5.6 Hypotéza vzniku pyrotechnické zátěže

Výsledky popsané v předchozích kapitolách lze shrnout do několika bodů:

1. nálezy pyrotechnické zátěže na území ČR byly oznamovány v celém sledovaném období,
2. z dlouhodobého hlediska je počet nálezů stabilní s výjimkou nárůstu v roce 2014, který byl částečně odůvodněn vyšší průměrnou teplotou v zimních měsících a také výjezdy v rámci zbraňové amnestie v druhé polovině roku,
3. v průběhu kalendářního roku počet výjezdů výrazně kolísá, nejméně výjezdů je vykazováno v měsících lednu a únoru, naopak v jarních a podzimních měsících vzrůstá počet výjezdů až trojnásobně,
4. v průběhu kalendářního týdne počty výjezdů mírně klesají; nejvíce výjezdů je vyžádáno v pondělí, naopak počet nedělních výjezdů je nejnižší, s poklesem o cca 20 % oproti pondělnímu maximu,
5. klimatické podmínky ovlivňují počet výjezdů zejména v zimních měsících, kdy počet výjezdů stoupá v obdobích s vyššími průměrnými teplotami,
6. nálezy pyrotechnické zátěže jsou na území ČR rozloženy nerovnoměrně a nezávisí na hustotě osídlení, ani rozloze statistické jednotky,
7. pyrotechnická zátěž je až na výjimky tvořena municí a vojenskými výbušninami,
8. nejčastěji se zátěž nachází ve volné přírodě a dále v domech a zahradách.

Na základě souhrnu výsledků, zejména bodů 6 a 7, a dále na základě hodnot proměnné *popis*, jejíž příklady jsou uvedeny v rámci výsledků předběžné analýzy v tabulkách (Tabulka 16; Tabulka 17), byla formulována hypotéza, která tvrdí, že:

**Pyrotechnická zátěž území ČR vznikla zejména v souvislosti s aktivitami vojsk ve válečných konfliktech a aktivitami souvisejícími s výcvikem vojsk mimo válečné období.**

Zde nutno zmínit, že ačkoliv hypotéza odpovídá intuitivnímu předpokladu autora, je formulace hypotézy podložena výsledky zpracování relevantních údajů, které proběhlo popsáním způsobem a veškerá data byla přesně identifikována a označena. Zpětná kontrola je možná v každém kroku, neboť původní data byla archivována právě pro možnost kontroly a revize výsledků. Tedy i když formulovaná hypotéza souhlasí s intuitivním předpokladem, její důležitost spočívá v tom, že je postavena na podložených výsledcích. S touto hypotézou je možné dále pracovat, zamítnout ji nebo podpořit, případně celý výzkumný proces opakovat.

## 5.7 Podpoření hypotézy vzniku pyrotechnické zátěže

Konstrukt podpoření (případně zamítnutí) hypotézy stanovené v předchozí kapitole vychází z předpokladu potvrzení nálezů pyrotechnické zátěže v místech, kde prokazatelně probíhaly vojenské válečné nebo výcvikové aktivity.

Potvrzení nálezů vojenské munice a výbušnin v prostorech bývalých vojenských výcvikových prostorů by bylo velmi snadné a lze předpokládat, že by tímto způsobem byla platnost hypotézy podpořena. Ovšem pro podpoření hypotézy z hlediska možnosti její aplikace na celé území ČR je nutné provést zamýšlený konstrukt v rámci jiného území.

Ve výsledcích prezentovaných v kapitole Relace počtu výjezdů k zeměpisným a demografickým údajům byly stanoveny lokality s vyšším počtem výjezdů a z toho vyplývajícím vyšším počtem nálezů vojenské munice a výbušnin.

Jestliže platí stanovená hypotéza, pak by charakter nálezů v konkrétní lokalitě měl odpovídat výzbroji, kterou používaly armády v této lokalitě při svých aktivitách.

Charakter nálezu je v textové podobě popsán v hodnotách proměnné *popis*. Příklady hodnot jsou uvedeny v tabulkách (Tabulka 16; Tabulka 17). Bylo provedeno opětovné prozkoumání těchto hodnot v datové matici, při kterém bylo zjištěno, že u většiny nálezů není uvedena země, v jejíž armádní výzbroji byla nalezená munice zařazena. Na armádu, která v dané lokalitě municí užívala, lze usuzovat pouze podle typu munice. Munice ruské a německé armády se vyskytuje ve většině lokalit, a proto je tato munice k provedení konstruktu nevhodná. Výzbroj a munice západních spojenců je pro provedení konstruktu také nevhodná, neboť za 2. světové války, v rámci smlouvy o půjčce a pronájmu (Lend-Lease Act), byla z USA, Británie a Kanady dodávána také do SSSR. Proto je možné např. na Moravě najít i municí západní provenience.

Po důkladné rozvaze byla vybrána munice Rumunské armády; pro tuto volbu svědčilo několik okolností:

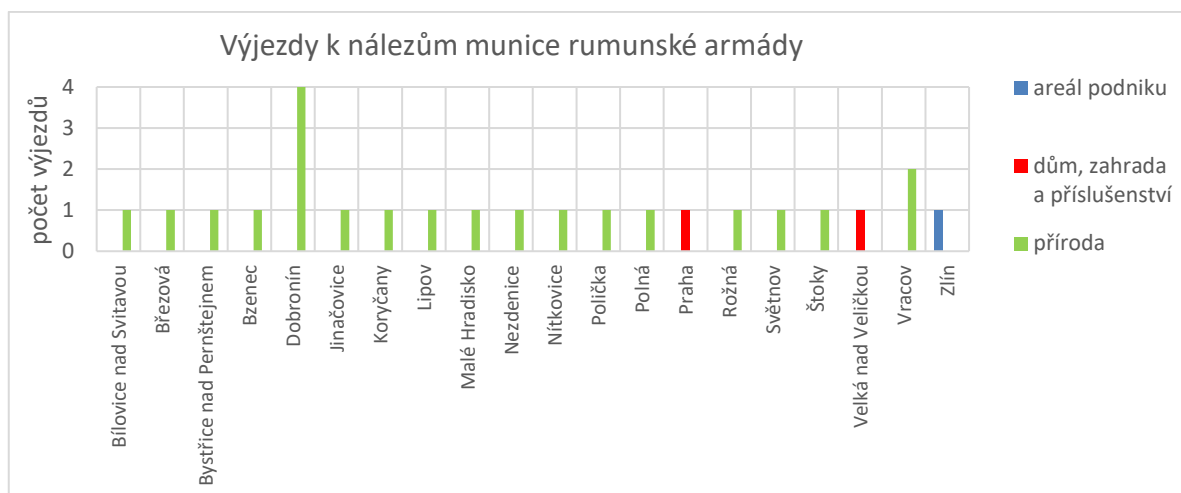
- nálezy rumunské munice jsou v hodnotách proměnné *popis* označeny,
- Rumunská armáda nebyla v průběhu 2. světové války aktivní na celém území ČR, ale pouze v některých lokalitách,
- pohyb Rumunské armády na území ČR je poměrně dobře zmapován.

Realizace konstruktů podpory hypotézy proběhne v následujících krocích:

1. stanovení výjezdů, při kterých byla nalezena rumunská munice,
2. zpracování seznamu lokalit nálezů rumunské munice,
3. ověření pohybu Rumunské armády v těchto lokalitách.

### 5.7.1 Stanovení výjezdů, při kterých byla nalezena rumunská munice

Použitím standardních vyhledávacích a filtrovacích funkcí bylo v datové matici identifikováno 24 výjezdů, při kterých byla prokazatelně nalezena munice rumunské armády z období 2. světové války. Pomocí kontingenčních funkcí byl zpracován přehled výjezdů zobrazený v grafu (Obrázek 42)



Obrázek 42 Výjezdy k nálezům munice rumunské armády

**Popis dat:** Na svislé ose pruhového grafu jsou vyneseny hodnoty proměnné *obec*. Počet výjezdů v dané obci je vyneseno na vodorovné ose. Barevně jsou rozlišeny objekty výjezdu.

**Interpretace dat:** Celkem bylo zjištěno 24 výjezdů do 20 různých lokalit ve kterých byla nalezena prokazatelně rumunská munice. Vzhledem k nízkému počtu nálezů byl každý jednotlivě podroben zkoumání, zejména k místu a okolnostem nálezů. Z nálezů v přírodě vyznačených v grafu zelenou barvou bylo uskutečněno:

- 7 nálezů v lese,
- 9 nálezů na poli
- 1 nález v rybníku,
- 1 nález na stráni,
- 1 nález na mýtině
- 1 nález ve vinohradu.

Červeně označený výjezd do obce Velká nad Veličkou představoval nález rumunské dělostřelecké miny ráže 5 cm při zemních pracích na zahradě. Výše uvedené výjezdy byly zahrnuty do dalšího zpracování, neboť byl splněn předpoklad, že se jedná o nález v původních místech, aniž by s nálezem bylo dříve manipulováno a bylo přemístěno.

Modrou barvou označený výjezd do obce Zlín představoval nález rumunské dělostřelecké miny ráže 8 cm v areálu kovošrotu. Červenou barvou označený výjezd do obce Praha představoval výjezd k nálezům rumunské dělostřelecké miny ráže 6 cm ve sklepě domu. Nález uskutečněný v Praze a ve Zlíně nebyly do dalšího zpracování zařazeny, neboť vzhledem k okolnostem se s nálezem v minulosti manipulovalo a nejednalo se o původní místa, na kterých byla munice zanechána.

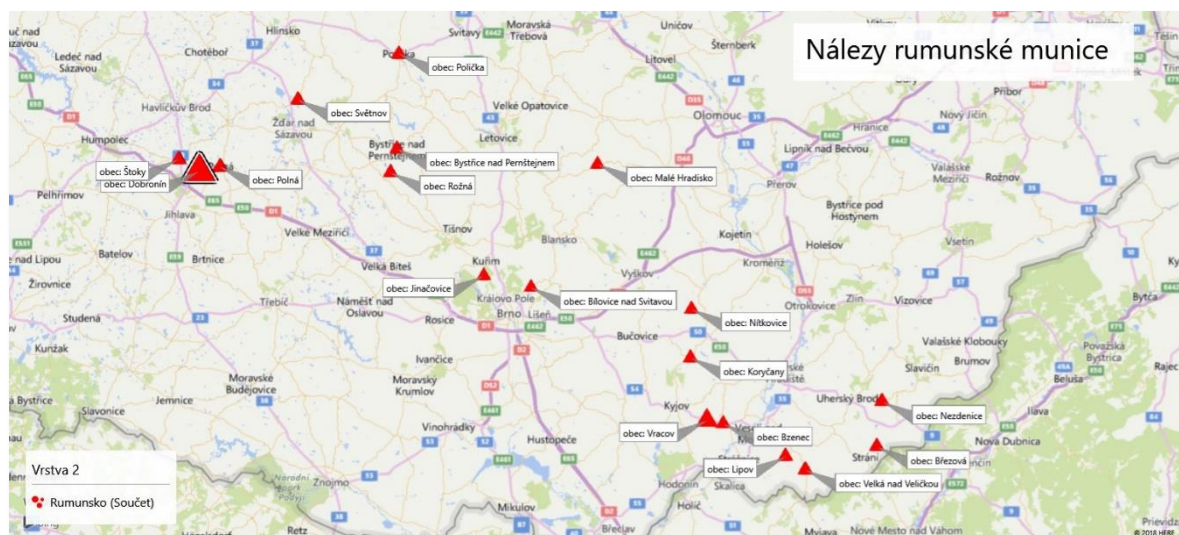


## 5.7.2 Seznam lokalit nálezů rumunské munice

Do dalšího zpracování bylo zařazeno 22 výjezdů, které byly uskutečněny do 18 lokalit. Přehled výjezdů s uvedením jednoznačného identifikátoru, charakteristiky místa a popisu nálezu je uveden v tabulce (Tabulka 27) a zobrazeny v mapě (Obrázek 43).

Tabulka 27 Nálezy rumunské munice

identifikátor	obec	objekt	popis
400	Bílovice nad Svitavou	les	3 ks DM 60 mm (Rumunsko)
5131	Březová	les	1 ks DM 60 mm (Rumunsko)
797	Bystřice nad Pernštejnem	pole	1ks DM 60 mm (Rumunsko)
1980	Bzenec	mýtina	1 ks DM 60 mm (Rumunsko)
274	Dobronín	pole	1 ks DM 80 mm (Rumunsko)
289		pole	2 ks DM 80 mm (Rumunsko)
795		pole	2ks DM 81 mm (Rumunsko)
10993		pole	2 ks DM ráže 81 mm (Rumunsko)
337	Jinačovice	les	0,1 kg Nb 7,92 Mauser – asistence při exhumaci ostatků Rumunského vojáka
802	Koryčany	les	1ks DM 81 mm (Rumunsko)
10699	Lipov	pole	1 ks DG 75 mm tříštivý (Rumunsko)
5526	Malé Hradisko	les	DM O 8 cm (Rumunsko)
4935	Nezdenice	les	1ks DM – 6 cm (Rumunsko)
5672	Nítkovice	pole	1 ks DM 60 mm (Rumunsko)
10844	Polička	pole	1 ks DM 8 cm – Rumunsko
3461	Polná	louka	1 ks DM ráže 81 mm (Rumunsko)
970	Rožná	rybník	1 ks 50 mm DM O (5 cm Wgr. 36), 2 ks 60 mm DM (Rumunsko)
268	Světnov	les	1 ks DM 80 mm (Rumunsko)
10580	Štoky	stráž	3ks DG 75 mm PSv (Rum), 1ks DG (Rum), 1ks Nbc 75 mm, 1ks Panzerfaust (odpal. trubka)
10786	Velká nad Veličkou	zahrada RD	1 ks DM 5 cm Wgr. (rumunsko)
1028	Vracov	vinohrad	1ks DM 81 mm (rumunská)
10757		pole	1ks stabilizátor DM 80 mm (Rumun.)



Obrázek 43 Nálezy rumunské munice

### 5.7.3 Ověření pohybu Rumunské armády v těchto lokalitách

**Bílovice nad Svitavou:** V prostoru Bílovic nad Svitavou, Babic nad Svitavou, Mokré Hory a Soběšic bojovali vojáci I. rumunské armády. Jednalo se o boje v blízkosti lesnatých a kopcovitých severovýchodních brněnských předměstí, kam se rumunská vojska přesunula z oblasti Kroměříže a Kojetína. [43 str. 91] Dále jedna setnina 3. pluku železniční brigády rumunské armády po německé kapitulaci opravovala železniční trať Brno – Bílovice nad Svitavou. [43 str. 135] V blízkosti Bílovic nad Svitavou u Ochozu a Babic nad Svitavou se nacházela také 2. horská divize rumunské armády. [43 str. 91]

**Březová:** Obcí Březová procházela rumunská vojska 9. pěší divize, která v období od 15. dubna 1945 do 6. května 1945 bojovala ve směru Strání – Korytná – Popovice – Březová – Karlovice – Sazovice – Hulín. [43 str. 173]

**Bystřice nad Pernštejnem:** Obec Bystřice nad Pernštejnem se nacházela na trase postupu 9. pěší divize rumunské armády Doloplazy – Němčice na Hané – Koberčice – Vranov – Domanín – Bystřice nad Pernštejnem – Studenec – Nová Ves, na které rumunská vojska bojovala v období od 7. května 1945 do 12. května 1945. [43 str. 171]

**Bzenec:** Obcí Bzenec procházela vojska 7. rumunského armádního sboru v období od 17. dubna 1945 do 3. května 1945, která bojovala ve směru Rohatec – Moravský Písek a potom ve Chříbech a ve směru Bzenec – Otrokovice. [43 str. 172]

**Dobronín:** Obec Dobronín se nachází ve směru postupu 1. rumunské armády Humpolec – Štoky – Šlapanov, kde vojska sváděla poslední boje 2. světové války 12. května 1945. [43 str. 168]

**Jinačovice:** Obcí Jinačovice procházela 9. jezdecká divize rumunské armády při postupu ve směru z výšin severně od Brna na Jinačovice – Deblín – Pikárec – Humpolec, ve dnech 6. až 12. května 1945. [43 str. 176]

**Koryčany:** Obec Koryčany leží ve směru postupu vojsk 1. rumunské armády Kyjov – Koryčany – Kroměříž, kde vojska bojovala v období 28. dubna 1945 až 9. května 1945. [43 str. 168]

**Lipov:** Obec Lipov leží ve směru postupu 4. armádního sboru rumunské armády, z prostoru Stará Turá – Turá, Lúka – Myjava (Slovensko), směrem Vrbovce – Lipov – Veselí nad Moravou – Uherský Ostroh; boje zde probíhaly v období od 9. do 27. dubna 1945. [43 stránky 170, 176]

**Malé Hradisko:** Obec Malé Hradisko se nachází východně od Přerova a leží ve směru postupu 4. rumunské armády Rožňava – Dobšíná – Banská Bystrica – Hulín – Prostějov – Nové Město na Moravě, kde rumunská vojska bojovala v období od 18. prosince 1944 do 12. května 1945. [43 str. 95]

**Nezdenice:** Obcí Nezdenice procházela vojska 4. rumunské armády, 2. armádního sboru na přelomu dubna a května 1945. Obec byla důležitá a odpor německých vojsk byl zde silný, nad obcí se nacházela německá protiletadlová obrana, v blízkosti železniční zastávka a most. [43 stránky 64, 157]



**Nítkovice:** Dvě divize I. rumunské armády v noci z 30. dubna 1945 vystřídaly sovětské oddíly na čáře Koryčany – Brankovice – Nemochovice – Chvalkovice – Orlovice – Dětkovice. Následujícího dne již okolo 8 hodin ráno osvobodila tato rumunská vojska obce Kunkovice, Litenčice a Pačlavice. [43 stránky 74 – 75] Obec Nítkovice leží na silnici mezi obcemi Chvalkovicemi a Litenčicemi, tedy rumunská vojska osvobodila obec Nítkovice v noci z 30. dubna na 1. května 1945.

**Polička:** Obec Polička byla osvobozena sovětskými vojsky, nicméně leží pod žďárskými vrchy, přes které v období 6. – 12. května 1945 postupovala rumunská 4. armáda. Rumunská armáda často postupovala spolu s jednotkami sovětskými a nález rumunské munice je zde pravděpodobný. [43 str. 169]

**Polná:** Přeb obec Polná postupovala rumunská 3. horská divize ve směru Brno – Ořechov – Polná v období 9. až 12. května 1945. [43 str. 175]

**Rožná:** Obec Rožná leží ve směru postupu I. rumunské armády směrem od obce Chudčice do prostoru Bobrůvky – Strážek – Sklené; rumunské oddíly tímto prostorem postupovaly v období 9. – 11. května 1945. [43 str. 182]

**Světnov:** Obec Světnov leží severně od Žďáru nad Sázavou v prostoru vymezeném obcemi Cikháj – Vysoké – Vepřová, kam v období 7. – 12. května 1945 postoupila vojska rumunského 2. armádního sboru. V obci Světnov pak bylo umístěno velitelství rumunského 2. armádního sboru. [43 stránky 96, 168]

**Štoky:** Obec Štoky se nachází ve směru postupu 1. rumunské armády Humpolec – Štoky – Šlapanov, kde vojska sváděla poslední boje 12. května 1945. [43 str. 168]

**Velká nad Veličkou:** Obec Velká nad Veličkou leží na směru postupu 9. jezdecké divize: Stará Turá (Slovensko) – Vrbovce – Lipov. Rumunská vojska tímto prostorem postupovala v období 9. – 18. dubna 1945. [43 str. 176]

**Vracov:** Obec Vracov leží na směru postupu 9. jezdecké divize Vracov – Stupava – Roštín – Zdounky. Rumunská vojska tímto prostorem postupovala v období 19. dubna 1945 až 5. května 1945. [43 stránky 123, 176]

Poznámka k nálezům rumunské munice v Praze ve sklepě domu a ve Zlíně v kovošrotu, které byly ze zpracování vyřazeny:

- **Zlín:** Zlín byl osvobozen 4. rumunskou armádou společně s 40. sovětskou armádou, po osvobození bylo ve Zlíně zřízeno velitelství rumunského leteckého sboru. [43 str. 176]
- **Praha:** Některé rumunské jednotky, mezi nimi i 2. takový pluk, se v Praze účastnily slavnostní přehlídky. Rumunská munice se v Praze teoreticky vyskytnout mohla.

V příloze (Příloha A) jsou vloženy mapy postupu rumunských vojsk, které prezentují údaje odpovídající výše uvedeným skutečnostem.

## 5.8 Shrnutí a vysvětlení dosažených výsledků

Požadované výsledky zpracování dat byly definovány v kapitole Metoda zpracování dat a byly vytvořeny na základě relací počtu výjezdů k časovým, klimatickým a zeměpisným údajům a dále k druhu nálezů a objektu výjezdu. Konkrétní výsledky byly popsány zejména pomocí tabulek, grafů a map.

Z hlediska běhu času je možné říci, že počet oznámení o nálezech pyrotechnické zátěže je z dlouhodobého hlediska poměrně vyrovnaný a průměrný počet výjezdů dosahuje hodnoty 1 733 výjezdů za rok. Odlehlou hodnotu počtu výjezdů vykazuje rok 2014. Po zohlednění této odlehlé hodnoty lze stanovit průměrný počet výjezdů na hodnotu 1 505 výjezdů za rok a s tímto údajem je možné počítat pro predikci. Důvody vyššího počtu výjezdů v roce 2014 lze spatřovat v realizaci zbraňové amnestie a v optimálních klimatických podmínkách.

V průběhu kalendářního roku průměrné měsíční počty výjezdů k oznámeným nálezům nejsou vyrovnané. Dlouhodobě nejvyšší průměrný počet výjezdů vykazuje měsíc duben a to průměrně 34 výjezdů za měsíc. V zimních měsících zejména v lednu a únoru klesá počet výjezdů k oznámeným nálezům na cca 1/3 maximálního počtu. Kolísání počtu výjezdů v průběhu kalendářního roku je ovlivněno zejména dvěma faktory:

- Pokles počtu oznámení, a tedy i počtu výjezdů v zimních měsících, souvisí s nízkými průměrnými měsíčními teplotami, které nejsou vhodné pro provádění stavebních a zemních prací. Zimní měsíce jsou obdobím vegetačního klidu, a proto klesá počet nálezů v souvislosti s útlumem zemědělských prací na polích a loukách. Obvykle leží v zimních měsících na povrchu země sněhová pokrývka, která omezuje možnost nálezů ve volné krajině.
- Zvýšené počty nálezů v jarních a podzimních měsících souvisí s optimálními teplotami pro provádění stavebních prací a odpovídají vegetačním obdobím setí a sklizně a s tím souvisejícímu provádění polních prací.

Z hlediska průběhu kalendářního týdne lze pozorovat nejvyšší počty výjezdů ve dnech pondělí, úterý a středa. Ve čtvrtek klesá počet výjezdů o cca 12 % oproti průměru za první tři dny. Za období pondělí až čtvrtek je realizováno cca 60 % z týdenního počtu výjezdů. Víkendové dny vykazují celkově sestupnou tendenci s hodnotami: v pátek 14 %, v sobotu 13,3 % a v neděli 12,52 % týdenního počtu výjezdů ke všem oznámeným nálezům. Víkendové dny jsou, přes celkový pokles počtu výjezdů, charakteristické naopak vzestupem počtu nálezů v přírodě, kdy za pátek, sobotu a neděli je realizováno více než 45 % výjezdů k nálezům v přírodě.

Souvislost klimatických podmínek s počtem výjezdů lze pozorovat zejména v zimních měsících, ve kterých průměrné měsíční teploty neklesnou pod bod mrazu. Tento jev je patrný zejména v roce 2014.

Těžištěm provedených zkoumání byly relace počtu výjezdů k zeměpisným údajům. Údaje o výjezdech byly převedeny do dat s rozlišením statistické jednotky na úrovni obce a zahrnuty do příslušných okresů a krajů. Smyslem zkoumání bylo zjištění zeměpisných lokalit nebo oblastí, ve kterých je kontaminace pyrotechnickou zátěží vyšší než na ostatním území ČR. V rámci tohoto zkoumání bylo důležité stanovit, zda počet výjezdů k oznámeným nálezům lze vztáhnout k intenzitě kontaminace dané lokality. Proto byly údaje o počtu výjezdů na úrovni statistických jednotek krajů a okresů dány do relací k rozloze konkrétních statistických jednotek a k počtu jejich obyvatel. Výsledky prezentované v kapitole Relace počtu výjezdů k zeměpisným a demografickým údajům neukazují žádnou korelaci počtu výjezdů s rozlohou nebo počtem obyvatel statistických jednotek.

Z předchozího zjištění byl vyvozen závěr, že pro zjištění vztahu mezi konkrétní lokalitou a úrovní její kontaminace pyrotechnickou zátěží, je nutné hledat korelace hodnot jiných proměnných. Návazně byly vytvořeny relace počtu výjezdů k druhům nálezů a objektům výjezdů. Na základě výrazných korelací lze tvrdit, že více než 93 % výjezdů je realizováno k nálezům skutečných výbušnin a munice. Z toho ve více než 99,6 % výjezdů se jedná o nálezy vojenských výbušnin a munice a pouze v 0,4 % procenta se jedná o výbušniny pocházející z civilního sektoru. Výjezdy k předmětům, které municí nebo výbušniny svým vzhledem pouze připomínaly, tvořily 6 % z celkového počtu výjezdů. Více než 52 % nálezů bylo uskutečněno v přírodě, tj. v lokalitách typu louka, les, pole; přes 20 % z celkového počtu tvořily nálezy v domech, na pozemcích charakteru zahrad, nebo v kůlnách a domácích dílnách; nálezy v zástavbě se na celkovém počtu podílely přibližně 9 %; přibližně 4 až 5 % tvořily nálezy v areálech podniků, nejčastěji se jednalo o areály sběrných surovin – kovošrotu, dále o pískovny, lomy, ale také skládky zeminy nebo hřbitovy. Výjezdy realizované z titulu úředního předání, kdy pyrotechnici vyjížděli k převzetí munice a výbušnin zajištěných jinými orgány veřejné moci, se na celkovém počtu výjezdů podílely cca 13 %.

Na základě předchozích zjištění byla stanovena hypotéza, která tvrdí, že pyrotechnická zátěž území ČR vznikla zejména v souvislosti s aktivitami vojsk ve válečných konfliktech a aktivitami souvisejícími s výcvikem vojsk mimo válečné období. Pro podpoření, případně zamítnutí, této hypotézy bylo provedeno zkoumání dat v datové matici, vycházející z konstruktivního zpětného ověření. Byly vybrány údaje o nálezech, které v proměnné *popis* obsahovaly označení země původu munice. Jako optimální byla vybrána munice Rumunské armády, neboť Rumunská armáda se pohybovala pouze na části území ČR a jen v časově omezeném období závěrečných měsíců 2. světové války. Konstruktivní ověření stanovené hypotézy vychází z potvrzení výskytu rumunské munice pouze na území, na kterém se Rumunská armáda účastnila válečných operací. Výsledky prezentované v kapitole Podpoření hypotézy vzniku pyrotechnické zátěže vedou k závěru, že lze stanovit lokality, které jsou oproti ostatnímu území ČR více kontaminovány pyrotechnickou zátěží, a přitom druh zátěže koresponduje s výzbrojí armád, které v daných lokalitách prováděly válečné operace. Analogicky by bylo možné demonstrovat obdobnou kontaminaci v místech vojenských výcvikových prostorů.

Z výsledků prezentovaných v kapitole Relace počtu výjezdů k zeměpisným a demografickým údajům vyplývá, že největší počet nálezů pyrotechnické zátěže

byl evidován v okresech Česká Lípa a Opava, s odstupem následované okresy Brno-venkov a Břeclav. V okrese Česká Lípa souvisí vysoký počet nálezů s výcvikovými aktivitami vojsk v bývalých vojenských újezdech Ralsko a Mladá a v okrese Opava souvisí nálezy zejména s boji při Ostravsko-Opavské operaci v závěrečné fázi 2. světové války. O intenzitě bojů v okolí Ostravy a Opavy svědčí např. úryvek z knihy Karla Richtera Dobývání domova:

*„V takové situaci se ocitlo hitlerovské Německo, když se fronta přibližovala k hranicím severní Moravy. Nacisté si uvědomovali, co pro ně znamenají doły a hutě ostravské průmyslové pánve. Hitler v jednom ze svých obvyklých rozkazů prohlašoval: „Jestliže vydáte Moravskou Ostravu, vydáte Německo. Moravskou Ostravu je nutno udržet stůj co stůj.““ [44 str. 19]*

Průběh bojů vojsk 4. ukrajinského frontu při osvobození Ostravska a Opavska je zobrazen v příloze (Příloha B).

V kapitole Relace počtu výjezdů k zeměpisným a demografickým údajům byly vytvořeny tabulky s daty o nálezech na území jednotlivých krajů, prezentované v přehledové mapě. Statistická jednotka byla poté zmenšena na úroveň okresu. Porovnáním přesných tabulkových údajů nebo rychlým porovnáním map obou úrovní (Obrázek 37; Obrázek 38) zjistíme, že není možné činit závěry o úrovni zatížení např. celých území krajů pouze na základě porovnání tabulkových hodnot, nebo intenzity zbarvení území v mapě, neboť zátěž není rovnoměrně rozprostřena po celém území kraje. Obdobně nelze činit závěry o souvislé kontaminaci území celých okresů, neboť zátěž je v rámci okresu dále lokalizována na úroveň obcí. Analogicky ani na úrovni obcí není možné hovořit o souvislé kontaminaci jejich území.

## 6 Diskuse

Na počátku této práce stála myšlenka vytvoření popisu pyrotechnické zátěže území ČR. Autor pracuje jako pyrotechnik a analytik Pyrotechnické služby PČR a z profesního hlediska vnímá rizika plynoucí z nebezpečných vlastností pyrotechnické zátěže s potenciálem ohrozit nejen konkrétní jednotlivce z řad civilního obyvatelstva, kteří nachází munici a výbušniny při svých individuálních aktivitách. Sanaci pyrotechnické zátěže je třeba vnímat jako jeden ze základních předpokladů pro trvale udržitelný rozvoj společnosti. Ten spočívá v uspokojování potřeb současné společnosti, aniž by ohrožoval následující generace. Pro rozvoj společnosti je třeba obdělávat zemědělskou půdu, využívat lesní porosty, vodní toky a nádrže v souladu s jejich určením, je třeba stavět a rekonstruovat nové objekty nebo silnice. Při všech jmenovaných aktivitách hrozí riziko přítomnosti munice a výbušnin. Míra přijatelnosti rizika je subjektivní, nicméně pro zhodnocení rizika je nutné mít možnost jeho objektivního posouzení. V tomto směru je informovanost široké společnosti, alespoň v České republice, minimální a občané a podnikatelské subjekty dosud ani neměli reálnou možnost získat od státní správy nebo samosprávy relevantní informace, na jejichž základě by mohli rizika posoudit a o přijatelnosti rizik rozhodnout.

Problematicke životního prostředí a s ní spojené sanaci různých ekologických zátěží se v současné době věnuje stálá pozornost. Za ekologickou zátěž je považována kontaminace horninového prostředí a podzemních nebo povrchových vod, ke které došlo nevhodným nakládáním s nebezpečnými látkami. [45] Pyrotechnickou kontaminací území lze, vzhledem k nebezpečným vlastnostem výbušnin popsanych v teoretické části této práce, oprávněně pokládat za ekologickou zátěž. Podle kritérií Ministerstva životního prostředí ČR lze kontaminaci považovat za starou ekologickou zátěž v případě, že původce kontaminace neexistuje, nebo není znám [45]. Pyrotechnickou zátěž by tedy bylo možné pokládat i za starou ekologickou zátěž, neboť vznikla převážně v období válek nebo i v poválečném období činností mnoha různých, neznámých nebo již zaniklých subjektů a osob.

Odpovědnost za starou ekologickou zátěž stát v některých případech přenáší na nové vlastníky pozemků, a to buď částečně, např. v souvislosti s „velkou“ privatizací [46] nebo úplně, např. v případě restitucí, zátěže převedené v první vlně privatizace nebo černých skládek. Obecně problematika ekologických zátěží v rovině trestního, občanského i správního práva naráží na problémy jednak krátkých promlčecích lhůt, ale zejména na nemožnost dohledat osobu právně odpovědnou za vznik zátěže [47 str. 48].

Metodicky se problematikou sanace zátěží zabývá Oddělení sanace odboru environmentálních rizik a ekologických škod Ministerstva životního prostředí ČR, které mj. provozuje Systém evidence kontaminovaných míst (SEKM). Systém slouží k evidenci, sledování a posuzování priorit kontaminovaných nebo potenciálně kontaminovaných míst a lokalit s řešenou ekologickou újmou. Bohužel problematika pyrotechnické zátěže není v tomto systému zahrnuta, neboť systém funguje v rámci zákona č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů. Tento zákon sice výbušné látky (tj. látky schopné výbuchu, jejichž podmnožinou jsou také výbušniny, viz Obrázek 5) jednoznačně řadí do látek nebezpečných [48 § 2, odst. 2 písm. a)], nicméně přímo výbušniny jsou z působnosti tohoto zákona vyjmuty s tím, že tato oblast je upravena

zákonem č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů [48 § 1, odst. 4]. Zákon o hornické činnosti a výbušninách se však vztahuje pouze na volné výbušniny, nikoli na výbušniny zalaborované v munici. Problematika pyrotechnické zátěže se tímto tedy prakticky neřeší a na rozdíl od zátěží jiných druhů není nejen systematicky sanována, ale není ani systematicky mapována.

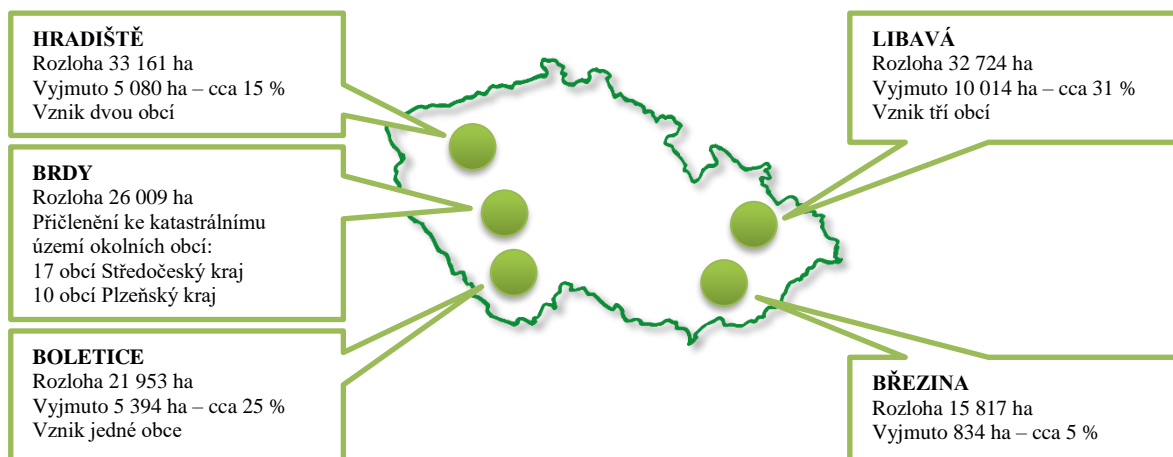
Je možné zabývat se otázkou, z jakého důvodu je pyrotechnická zátěž, respektive její nebezpečnost opomíjena. Vysvětlením může být již zmíněná nízká informovanost a s tím související názory, že od poslední války uplynulo již více než 70 let a munice, která se čas od času nalezne, je již zrezivělá a tedy nefunkční. Tento předpoklad je samozřejmě zcela mylný a nejednoho lehkomyšlného nálezce již stál život. Pyrotechnici z řad policie i armády mohou potvrdit, že při likvidaci nalezené munice, kdy před její přepravou na místo ničení často vyjímají iniciační prvky, je sice povrch munice zkorodovaný, ale vnitřní mechanismy jsou zcela nepoškozené a vypadají, jako by právě opustily výrobní linku muniční továrny. Iniciační prvky jsou plně funkční i po mnoha desetiletích. Mylný je i názor, že nalezená munice byla na místě prostě zanechána ustupujícími vojsky, a je tedy zajištěná a nebezpečí při manipulaci nehrozí. Velmi často se nachází munice, která již byla vystřelena nebo jinak bojově použita (např. odhozené ruční granáty) a skutečnost, že neexplodovala, naznačuje, že mohly selhat nejen její iniciační, ale také pojistné mechanismy. Případy, kdy je z tohoto důvodu nutné zničit municí přímo na místě nálezu, bez možnosti přemístit ji do vhodnějšího prostoru, nejsou ojedinělé. Důvodem nebezpečnosti munice nemusí být jen selhání mechanických prvků. V munici se běžně používaly a stále používají i elektrické systémy iniciace, využívající např. piezoelektrického principu. Taková munice neobsahuje zdroj elektrického proudu ve formě baterie nebo akumulátoru, který by již byl po dlouhé době nefunkční, ale obsahuje piezokrystal, při jehož mechanickém namáhání vznikne el. napětí schopné municí iniciovat. U tohoto typu munice nelze vyloučit ani iniciaci statickou elektřinou při dotyku. Statická elektřina o napětí několika tisíc voltů vzniká i při běžném používání oblečení ze syntetických vláken a její projevy ve formě elektrické jiskry a rány při dotyku vodivého předmětu, např. kliky dveří, jsou obecně známé. Některé druhy výbušnin při dlouhodobém styku s kovy chemicky reagují a mění se i jejich fyzikální vlastnosti. Kyselina pikrová, která je mírně necitlivou výbušninou, byla v munici používána jako nálož zesilující účinek iniciačního impulzu a byla proto umístěována přímo pod iniciační ústrojí. Takto byly vybaveny nejen všechny tříštivé a trhavé německé letecké pumy vyrobené za 2. světové války, ale i další druhy munice. Dlouhodobým stykem kyseliny pikrové s železnými a některými neželeznými kovy vznikají tzv. pikráty, které jsou, na rozdíl od původní výbušniny, podstatně citlivější na mechanické podněty. Proto vyšroubování iniciačního mechanismu z takové letecké pumy je velmi rizikové a zpravidla je nutné municí zničit na místě nálezu. Při nálezu munice nelze vyloučit ani její záměrné nastražení k výbuchu při manipulaci. Takto nastražené mohou být např. protipěchotní nebo protitankové miny. Nástražným mechanismům pak stačí i minimální změna polohy munice ke spuštění iniciačního řetězce. Neobvyklé nejsou ani nálezy náloží při opravách mostních konstrukcí, které byly za 2. světové války připraveny pro zničení mostů ustupující armádou. Některé méně známé typy munice byly a jsou záměrně vyráběny z plastických hmot, skla a jiných nekovových materiálů pro znemožnění jejich vyhledání pomocí detektorů kovů.

Nelze se tedy spoléhat ani na laické úsudky ve smyslu „není-li to kovové, munice to být nemůže“.

Účelem předchozího odstavce není vyvolat pocit obav a panického strachu. Podstatné je zprostředkovat objektivní informaci o možných hrozbách, které jsou spojeny s municí a výbušninami a o rizicích, která podstupuje osoba v případě neodborné manipulace s jejich nálezem.

Problematiku pyrotechnické zátěže je tedy nutné řešit výhradně na odborné úrovni, a to ze dvou úhlů pohledu: jednak nevytvářet novou pyrotechnickou zátěž, tedy nevytvářet nové lokality, ve kterých bude zátěž nekontrolovatelným způsobem vznikat, a dále aktivně sanovat zátěž stávající. Za předpokladu udržení současného mírového stavu, přesněji stavu bez použití silových prostředků v podobě munice a výbušnin, je omezení vzniku nových lokalit s pyrotechnickou zátěží převážně v gesci AČR a Ministerstva obrany ČR, neboť používání munice a výbušnin je prakticky omezeno na stávající vojenské výcvikové prostory.

Problém přesunu odpovědnosti za sanaci pyrotechnické zátěže z Ministerstva obrany ČR do civilního sektoru v gesci Ministerstva vnitra ČR, souvisí s uvolňováním bývalých vojenských újezdů do civilní správy. Zákon o hranicích vojenských újezdů [3] se týká nejen území zrušeného újezdu Brdy, ale také čtyř zbývajících újezdů Boletice, Březina, Libavá a Hradiště. Území těchto újezdů bylo zmenšeno a vyjmutá území přešla do civilní správy. [49 stránky 6-7]



Obrázek 44 Optimalizace vojenských újezdů

Celková rozloha uvolněného území činí 47 331 ha, tj. 473 km<sup>2</sup>. Mapy s vyznačeným územím čtyř zbývajících újezdů, které přešlo do civilní správy, jsou uvedeny v příloze (Příloha D). Lze předpokládat, že postupně s rozvojem na uvolněných územích bude přibývat oznámení o nálezech pyrotechnické zátěže od občanů zde žijících i od turistů toužících poznat dosud nepřístupné části této krajiny.

Cílem této studie bylo popsat pyrotechnickou zátěž na území celé republiky, neboť současné vojenské újezdy činí z celkové rozlohy republiky jen cca 1,4 %. Tento hlavní cíl, spolu se souvisejícími dílčími cíli, byly uvedeny v zadání práce a podrobně rozvinuty

v kapitole Cíle práce. Konkrétní výsledky byly popsány zejména pomocí tabulek, grafů a map v kapitole Výsledky. Cíl práce nebyl zvolen náhodně. Policejní pyrotechnici na území ČR, které se nachází v civilní správě, každoročně vyzvednou a zlikvidují přibližně 10 000 kg nejrůznějších druhů munice. Z legislativních důvodů policejní pyrotechnici nemohli provádět plošnou sanaci území až do roku 2016. Díky novelizaci zákona o zbraních již tuto možnost v obecné rovině mají, ovšem plošná systematická sanace vyžaduje zdroje na její provedení, nejen zdroje materiální, ale zejména personální. Problematika zdrojů pochopitelně souvisí s finančním zabezpečením. V případě pyrotechnického průzkumu prováděného plošně na celém území ČR by bylo možno odhadovat náklady v řádu mnoha set až tisíc miliard korun, tedy prakticky většinu ročního státního rozpočtu (odhad autora). Z těchto důvodů je nutné sanaci a její zabezpečení pečlivě plánovat a soustředit se prioritně na lokality, kde lze zvýšený výskyt pyrotechnické zátěže důvodně předpokládat. Tato práce vychází ze zpracování relevantních údajů a přináší první informaci o těchto lokalitách z pohledu území celé ČR. Kromě určení konkrétních oblastí přináší také návrh systému, kterým je možné na základě vyhodnocení válečných i poválečných vojenských aktivit predikovat, doplňovat a upřesňovat rozložení hlavní části pyrotechnické zátěže na území ČR.

Myšlenka popisu pyrotechnické zátěže a jeho promítnutí do mapových podkladů vychází z konzultací s pyrotechniky z jiných zemí, které byly válečnými konflikty v minulém století nejvíce zasaženy, zejména z konzultací s německými pyrotechniky. Území Německa bylo za 2. světové války velmi silně bombardováno spojeneckým letectvem a na jeho území se nachází velká pyrotechnická zátěž vzniklá také v souvislosti s intenzivními pozemními válečnými operacemi. Díky odlišnému poválečnému politickému vývoji si vlády spolkových zemí, dříve než v naší republice, uvědomily nutnost sanace pyrotechnické zátěže v zájmu zachování udržitelného rozvoje a snížení rizik pro vlastní obyvatelstvo. V Německu je při sanaci postupováno nikoli nahodile, ale podle mapových modelů, pro které, s důkladností Němcům vlastní, systematicky vyhledávají archivní zdroje informací o vzniku zátěže, vyhodnocují letecké snímky z průběhu válečného bombardování i z poválečného leteckého snímkování a odborníci komunikují vzájemně, i se zahraničními autoritami, které jsou schopné poskytnout relevantní informace.

Německé území bylo zasaženo municí, zejména leteckými pumami angloamerické provenience, které byly, kromě již výše zmíněných rizikových antidelaboračních konstrukčních prvků, často vybaveny iniciačními mechanismy s dlouhodobým zpožděním až několika dnů. Mnohé z těchto pum při dopadu z nejrůznějších důvodů neexplodovaly ani po uplynutí doby zpoždění a iniciátory pum jsou stále aktivní. Některé iniciátory pum se zpožděním fungují na chemicko-mechanickém principu postupného naleptávání celuloidového pojistného kroužku směsí acetonu a kafry, který způsobí změknutí hmoty kroužku a uvolnění úderníku. Úderník je pak vymršťen proti rozbušce silnou předepjatou pružinou. V případě tehdejšího selhání chemického způsobu iniciace, nyní po mnoha desetiletích, hrozí samovolná iniciace pum bez vnějšího podnětu, způsobená zestárnutím a rozpadem plastu. Tento druh iniciátorů se pro bombardování našich převážně průmyslových podniků, které zásobovaly válečnou okupační armádu, naštěstí běžně nepoužíval. Němečtí pyrotechnici tak mají bohaté zkušenosti s likvidací těch nejvíce



nebezpečných druhů munice a zároveň jsou velmi vstřícní při předávání know-how kolegům z ostatních zemí.

Německo je spolkovou zemí, a proto sanace samotná pak probíhá podle legislativy konkrétní spolkové země. V některých zemích sanaci provádí armádní pyrotechnici, v dalších zemích pak hasiči anebo je sanace svěřena soukromým společnostem. Z toho se odvíjí také odlišné způsoby financování sanace pyrotechnické zátěže v jednotlivých spolkových zemích. Návrh způsobu financování sanace v naší republice není předmětem této práce. Podstatné je uvědomit si, že pyrotechnická zátěž na území naší republiky existuje a rizika vyplývající z nebezpečných vlastností munice a výbušnin mají dlouhodobý a reálný potenciál ohrozit lidské životy a zdraví, způsobit materiální škody velkého rozsahu a omezit až inhibovat možnosti rozvoje některých oblastí.

Z pohledu běžných občanů je možné omezit hrozící rizika velmi snadno, dodržením základních pravidel chování při nálezů munice nebo výbušniny:

- nálezů se nedotýkat a jeho polohu neprodleně oznámit Policii ČR na tel. 158 nebo na tísňový tel. 112,
- místo nálezů viditelně označit, zejména v přírodě,
- vyčkat do příjezdu policie a dle možností zajistit, aby se k nálezů nikdo nepřiblížil.

V případě vážných pochybností, zda se jedná o municí nebo výbušninu, je bezpečným řešením zachovat se tak, jako by se o municí jednalo. Není třeba se obávat negativních připomínek pyrotechniků, kteří se na místo dostaví. Policejní pyrotechnici vyjíždí k předmětům municí pouze připomínajícím v 6 % případů a jsou si vědomi, že se nejedná o záměrné zneužívání jejich specializovaných služeb. Munice se na našem území nachází ve stovkách druhů a typů z různých zemí a časových období, počínaje Rakousko-Pruskou válkou v roce 1866 až po nálezů současné moderní municí. I zkušenému pyrotechnikovi v některých případech může chvíli trvat, než konkrétní nález posoudí a rozhodne, zda se jedná o municí či nikoliv. Příklady předmětů připomínajících municí, ke kterým byli přivoláni policejní pyrotechnici, jsou uvedeny v příloze (Příloha C).

Příslušníci složek IZS v případě nálezů munice nebo výbušniny postupují podle plánu typové činnosti STČ 03/IZS, který popisuje plánovaný postup složek IZS při záchranných a likvidačních pracích, kdy došlo k aktivaci alespoň dvou složek IZS. Plán postupu obsahuje věcně, časově a logicky uspořádaný sled činností jednotlivých složek IZS, zohledňující jejich určení při řešení mimořádné události. Plán je přímo zaměřen na minimalizaci hrozících rizik. Zde postačí pouze zmínit, že na místě zásahu je vždy jeden z příslušníků určen jako velitel zásahu, který rozhoduje o přijetí konkrétních opatření, mj. i k ochraně životů, zdraví a majetku. Velitelem zásahu je buď příslušník PČR nebo HZS podle druhu činností, které na místě zásahu převládají. Při většině nálezů však není nutný zásah více složek v rámci IZS, ale nález vyřeší zpravidla policejní pyrotechnik v součinnosti s policisty místně příslušného útvaru. Policisté základních útvarů mají k dispozici příručku pro identifikaci municí, kterou zpracovala Pyrotechnická služba PČR, a podle které mohou alespoň základním způsobem posoudit nalezený předmět podle vzhledu.

Z hlediska minimalizace rizik je nejdůležitější správná identifikace nálezu. Vzhledem k širokému spektru munice a výbušnin je proto nutné systematické vzdělávání a výcvik policejních pyrotechniků doplněný jejich aktivním samostudiem. Munice nalézaná na našem území bývá často zahraničního původu, a proto je potřebné systematicky rozvíjet spolupráci s pyrotechniky ze zahraničí, zejména z evropských zemí, jejichž území je kontaminováno obdobnými druhy pyrotechnické zátěže. Pro získání základní povědomosti o práci policejních pyrotechniků i zvýšení své osobní bezpečnosti může široká veřejnost čerpat užitečné a zajímavé informace na internetových stránkách Pyrotechnické služby Policie České republiky [www.policie.cz/pyro](http://www.policie.cz/pyro).

Z pohledu rezortů odpovědných za likvidaci pyrotechnické zátěže na území ČR, tj. Ministerstva vnitra ČR na civilním úseku a Ministerstva obrany ČR na úseku armádním, je možnost omezení rizik otázkou nepoměrně složitější než v případě civilního obyvatelstva. V kapitole Přehled současného stavu řešení pyrotechnické zátěže byly zmíněny příklady sanace bývalých vojenských újezdů Ralsko a Mladá. Zde sanace trvá již téměř tři desetiletí, nicméně pomalu a systematicky stále pokračuje a lze předpokládat, že příští generace budou moci již bez hrozícího nebezpečí objevovat krásy zdejší přírody. Obdobně i území Bořího lesa na Břeclavsku bude v dohledné době sanováno od většiny pyrotechnické zátěže. To jsou ovšem jedny z mála příkladů pozitivního přístupu k řešení problematice.

Je namístě uvést příklad vojenského výcvikového prostoru Dobrá voda, který se rozkládá v okolí obce Prášily, v blízkosti obcí Hartmanice a Srní. Na tomto území, ležícím u Německých hranic v národním parku Šumava, sváděly poslední boje 2. světové války vojáci americké armády, od roku 1947 zde sídlila 2. pěší a motostřelecká divize určená k ochraně západní hranice Československa a od roku 1957 zde byla zřízena výcviková základna. Od roku 1969 byl prostor podřízen Západnímu vojenskému okruhu. V prostoru dle potřeb armády vznikala a zanikala různá výcviková zařízení, a dochovaly se informace pouze o některých z nich: dělostřelecká střelnice Stodůlky, tanková střelnice Slunečná, součinnostní střelnice Vysoké Lávky, pěchotní střelnice Stará Huť, střelnice Hůrka, chemické cvičiště Zhůří, cvičiště pro řízení bojových vozidel Hadí Vrch a ženijní cvičiště Souš. Podle aktuálních potřeb se přesouvaly cíle a měnily směry střelby. Zabrané území bylo v roce 1952 nuceně vysídleno a mnohé opuštěné nemovitosti se při cvičeních využívaly jako palebné cíle. Vojenský újezd se rozkládal na území o rozloze cca 17 000 ha. V říjnu 1991 byl vojenský újezd rozhodnutím vlády zrušen. Zrušení předcházela sanace pyrotechnické zátěže (v tehdejších pojmech „průzkum a ženijní očista“), pro kterou armáda naplánovala dobu dvou měsíců. Zodpovědné provedení sanace v takto krátkém časovém úseku je zcela absurdní, zvláště přihlédneme-li k tomu, že v archivech se nedochovaly mapy ani záznamy o vojenských aktivitách z 50. a 60. let minulého století a v dochovaných materiálech se nachází informace často zcela zavádějící a mylné. Vzhledem k tomu, že v prostoru se i po průzkumu a ženijní očistě stále nacházela munice, rozhodlo MO ČR o zákazu zemědělské, lesnické a stavební činnosti v tomto prostoru na 100 let a byl zakázán vstup mimo vyhrazené cesty. Sanace již nepokračuje a prostor tak postupně zarůstá náletovými dřevinami. Vzhledem k tomu, že se jedná o území s členitým a nepřístupným terénem (nejvyšší hora Poledník sahá do výšky 1 315 m n. m.), bude případná sanace po technické

stránce velmi obtížná. Jedná se také o velmi cennou část národního parku, a proto případná sanace, při které by byla většina území zbavena porostu a probíhaly by zde výkopové práce, byla problematická i z hlediska zachování tohoto cenného území. Podle odborných odhadů se na tomto území nachází řádově tisíce vystřelených a nevybuchlých střel, raket a dalších druhů munice. Vzhledem ke zkušenostem pyrotechniků se stavem, ve kterém nachází munice z období 2. světové války, lze zcela spolehlivě říci, že i po uplynutí sta let bude munice stále funkční. Korozivní a degradační procesy však více poškodí její pojistné a iniciační mechanismy, bude docházet ke změnám chemických a fyzikálních vlastností výbušnin a likvidace munice tak bude podstatně nebezpečnější než dnes. Současná opatření ke snížení rizik souvisejících s pyrotechnickou zátěží, spočívající ve „stoletých“ zákazech vstupu nebo zákazech provádění stavebních prací, na které nenavazuje zodpovědné provedení sanace, jsou pouze neomluvitelným alibizmem. Řešení problému se tímto nejen odsouvá, ale významně ztěžuje provádění sanace v budoucnosti, zvyšuje všechna související rizika i náklady na její provedení a přímo odporuje základním požadavkům udržitelného rozvoje.

V rámci této práce byla řešena výzkumná otázka možnosti popisu pyrotechnické zátěže území ČR a jeho promítnutí do mapových podkladů. Otázka byla základním způsobem vyřešena, i když komplexní popis a zmapování zátěže je svým rozsahem téma pro dlouhodobou práci týmu odborníků. Nicméně přínosy dosavadního řešení jsou nesporné: nyní je možné predikovat pravděpodobnost výskytu zátěže v závislosti na zeměpisné poloze lokality, a na základě vyhodnocení informací o zejména vojenských aktivitách v dané lokalitě lze predikovat také charakter této zátěže. Získané výsledky je možné využít pro plánování systematického pyrotechnického průzkumu a následnou systematickou sanaci. Pyrotechnická služba PČR může výsledky využít pro plánování personálních a materiálních zdrojů a optimalizaci procesů při odstraňování pyrotechnické zátěže a v rámci prevence snižování rizik pro civilní obyvatelstvo může také efektivněji cílit preventivní a osvětovou činnost, kterou již v současné době provádí. Po zapracování výsledků do informačních systémů bude možné poskytovat potřebné informace ostatním složkám IZS, krajským úřadům nebo provozovatelům objektů ve smyslu zákona o prevenci závažných havárií. Tímto způsobem je možné podpořit kvalitu dokumentace pro stanovení zón havarijního plánování, zpracování vnějších i vnitřních havarijních plánů a celkově podpořit připravenost zodpovědných orgánů i právnických a fyzických osob na řešení mimořádných událostí. V konečném důsledku řešení této otázky přineslo možnost zvýšení bezpečnosti obyvatel ČR s ohledem na rizika vyplývající z nebezpečných vlastností munice a výbušnin, ohrožující lidské životy, zdraví i materiální hodnoty.

Pro dosažení maximální objektivity prezentovaných výsledků byla pro jejich tvorbu použita přesná, tzv. tvrdá data. Vstupní údaje poskytla Pyrotechnická služba Policie České republiky, která je gestorem výkonu policejních pyrotechnických činností. Vstupní údaje byly zaznamenány přímo policejními pyrotechniky, a proto je možné je považovat za relevantní. Výsledky byly zpracovány v zájmu dosažení co nejvyšší validity způsobem cenzu, tj. byly využity veškeré dostupné údaje.

Jako každá studie, i tato studie má určitá omezení. Omezení představují faktory, které mohly ovlivnit výsledek, ale nebyly (nemohly být) ovlivněny nebo kontrolovány.

První omezení vyplývá z časového období počínající dnem 1. 7. 2011, po které byly systematicky pořizovány záznamy o nálezech pyrotechnické zátěže na území celé ČR, a které mohly být zahrnuty do zpracování. Vzhledem k výslednému tvrzení, že pyrotechnická zátěž souvisí s válečnými aktivitami armád, se zdá být toto časové období relativně krátké a zejména nezahrnuje poválečné období, kdy lze předpokládat největší počet nálezů.

Druhé omezení vyplývá ze způsobu zápisu proměnné *popis*, která obsahuje informace o konkrétním nálezu (viz Tabulka 17). V mnoha případech se jedná o nález hromadný, při kterém je nalezeno více kusů munice různých druhů. Omezení spočívá v tom, že počet ani druh munice v konkrétním nálezu nebyl zohledněn a na kontaminaci území je usuzováno podle počtu výjezdů. Teoreticky by bylo možné provést analýzu všech hodnot položky *popis* a provést roztřídění konkrétních záznamů u každého z dosavadních více než 12 000 nálezů, a dohledání a dopočítání údajů o množství výbušniny v konkrétních kusech, tj. doplnění červeně ohraničených položek ilustrativní tabulky (Tabulka 28).

**Tabulka 28 Příklad roztřídění popisu nálezu**

nález	množství	m. j.	NEQ / m. j.	NEQ
RG vz. 39	56	ks		
30 mm Pzgr	2	ks		
RG vz. 42	2	ks		
RG vz. 43	2	ks		
RG vz. 24	4	ks		
pěchotní munice	20	kg		
			<b>součet</b>	

(NEQ, Netto Explosive Quantity, čistá hmotnost zalaborované výbušniny v municí.)

Důvody pro nutnost ručního třídění, položku po položce, jsou uvedeny v rámci předběžné analýzy v kapitole Proměnná popis. Manuální postup je sice velmi spolehlivý, ale extrémně časově náročný. Podle odhadu by potřebná časová dotace na zpracování představovala nejméně 1 500 hodin, což výrazně přesahovalo možnosti autora této práce.

Třetím omezením je latence některých nálezů. Stává se, že nález není policii oznámen a nezodpovědní nalezcí si municí ponechávají např. doma jako suvenýry. Počet takových případů lze odhadovat obtížně a statistika jimi může být mírně zkreslena.

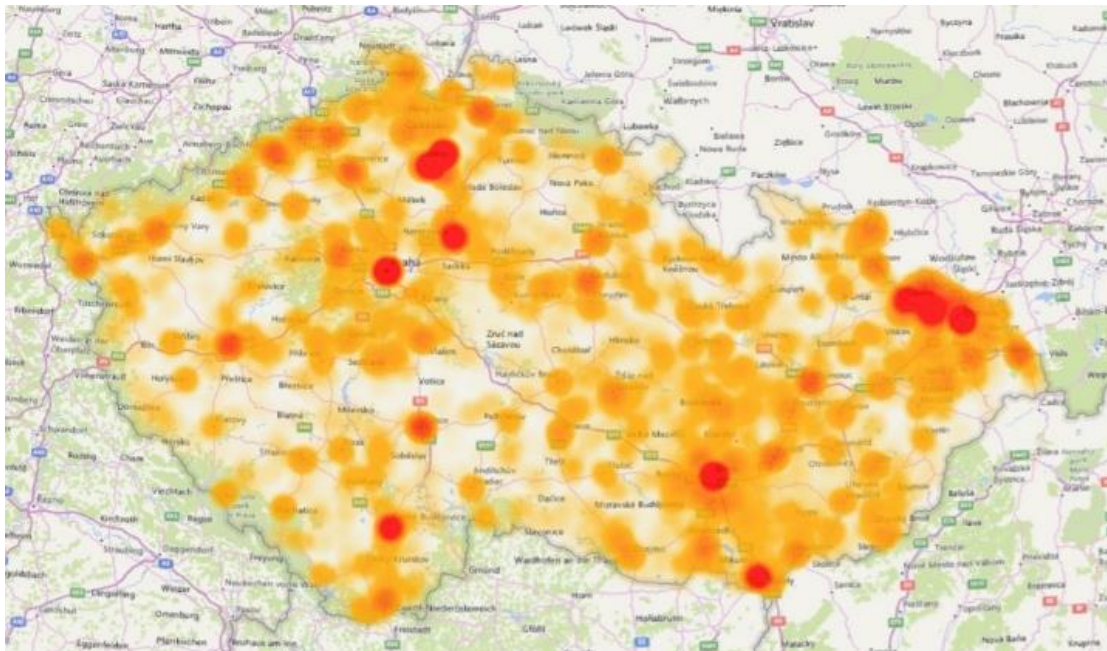
Dílčí omezení je uvedeno v komentáři k mapě výjezdů k nálezům munice a výbušnin podle okresů (Obrázek 38), kde byla chybně vykreslena data počtu výjezdů v okrese Praha – východ. Bylo zjištěno, že chyba spočívá pravděpodobně v mapových podkladech služby Microsoft Bing a bude opravena v závislosti na aktualizaci externích mapových podkladů.

Metodika použitá v průběhu výzkumu byla podrobně popsána v kapitolách:

- Metody použité při předběžné analýze
- Metody pro stanovení hodnot proměnných pro datovou matici
- Metoda zpracování dat

Ze statistického úhlu pohledu byla v průběhu práce využívána metoda explorační analýzy dat, EDA, která je vhodná pro zkoumání objemných datových souborů s cílem odhalit podstatu jevů a vztahů, které analyzovaná data popisují. Z technického hlediska byly metody postaveny na využití kontingenčních tabulek a kontingenčních grafů, které umožňují z velkých objemů dat vytvořit metadata, tzv. „data nad daty“, a tato metadata optimálními způsoby vizualizovat. Pravý význam výhody kontingenčních tabulek a kontingenčních grafů vystihuje jejich anglický termín „Pivot Tables, Pivot Charts“. „Pivot“ znamená centrální bod, střed otáčení, a právě kontingenční tabulky a kontingenční grafy umožňují podívat se na analyzovaná data z různých úhlů pohledu, v podstatě je „otáčet v prostoru“ a pozorovat z různých směrů. Díky tomuto přístupu lze v datech odhalit nápadné konfigurace, vztahy nebo korelace, které by v běžném zobrazení nebyly patrné. Z hlediska zobrazovacích metod byl využit systém 3D map, softwarový doplněk aplikace MS Excel 365 ze souboru aplikací MS Office 365, využívající GIS. Uvedený zobrazovací systém je plně kompatibilní s SW prostředím MS Excel a není tedy nutné data pro zobrazení převádět do jiných typů souborů. Výstupy zobrazovacího systému jsou snadno přenositelné do textového editoru MS Word nebo prezentačního prostředí MS PowerPoint a data je tak možné publikovat bez nutnosti dalších úprav s rizikem vzniku chyb.

Zobrazení výsledných dat do mapového podkladu je jistě velmi přínosné, ale je třeba si uvědomit, že standardní datové mapy jsou vhodné spíše pro demonstrační účely a pro zdůraznění některých geografických konfigurací, nikoli jako zdroj datových údajů pro další použití. Pro přesný popis dat jsou vhodnější tabulky. Výše zmíněný systém 3D map umožňuje promítnutí výsledků do mapových podkladů, jako v případě map (kartogramů) prezentovaných na obrázcích (Obrázek 37; Obrázek 38) nebo ve formě tzv. „Heat“ mapy, umožňující rychlý orientační přehled, viz Obrázek 45:

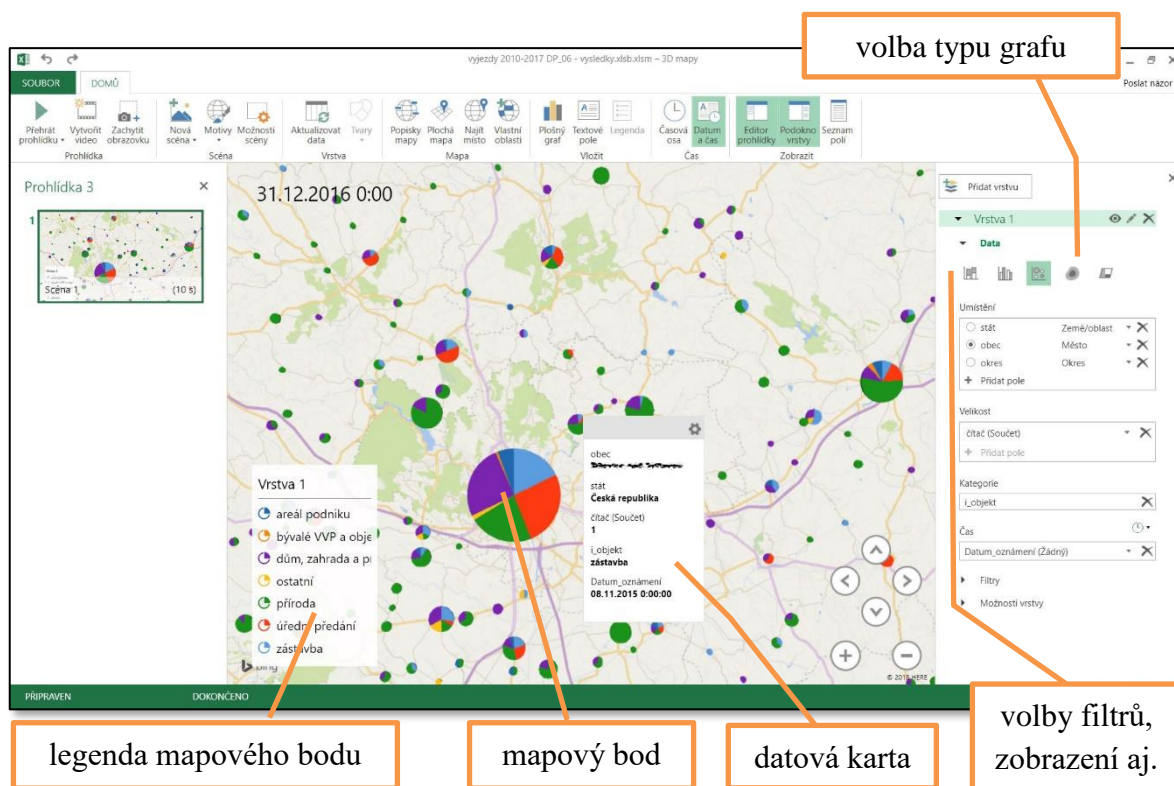


Obrázek 45 Ukázka Heat mapy

U správně zobrazených dat samozřejmě nesmí chybět popisek nebo legenda, upřesňující význam zobrazení (zde záměrně není uvedena).



Kromě statických mapových výstupů, kartogramů, bude v rámci celého projektu předán poskytovateli dat také návod, jak tato data optimálně využívat nástrojem 3D map, který umožňuje nejen zobrazení geografických dat do mapových podkladů, ale je také analytickým nástrojem.



**Obrázek 46 Pracovní prostředí analytického nástroje s mapovým modulem**

Systém umožňuje tvorbu analytických výstupů prostřednictvím interaktivních map, které podporují zobrazení ve formě map oblastí se sloupcovými nebo bodovými grafy. Pracovní prostředí systému s bodovým grafem je prezentováno na obrázku (Obrázek 46), který zobrazuje mapové body s výšečovým rozdělením podle kategorií objektu výjezdu. Průměr bodu (kruhu) představuje celkový poměrný počet výjezdů do dané lokality.

Systém umožňuje, kromě vykreslení hodnot podle počtu nebo kategoriálního zobrazení dat, také jejich animaci na časové ose s možností exportu do běžných datových formátů pro zpracování videa. Umožňuje také zobrazení datové karty mapového bodu s volitelnými údaji. Samozřejmostí je možnost filtrování dat a jejich zobrazení podle požadovaných úrovní zemí, krajů, okresů nebo obcí nebo přímo souřadnic GPS. Síla tohoto nástroje spočívá jednak v možnosti práce ve vrstvách a ve výše popsané modulárnosti, ale zejména v možnosti interaktivního přístupu k zobrazovaným datům. Výstupy tohoto nástroje lze využít nejen v rámci dlouhodobých analýz pro strategické úvahy, ale mohou např. při výjezdu zasahujícímu pyrotechnikovi rychle zprostředkovat důležité informace o charakteru a četnosti předchozích nálezů apod.

Nespornou výhodou systému je jeho implementace do aktuální verze MS Office 365, který lze považovat za cenově snadno dostupné vybavení počítačů a není tedy nutné pořizovat specializovaný a nákladný software. Data mohou být v některých případech využívána i „off line“, bez nutnosti stálého připojení k internetu. Další a nikoli

zanedbatelnou výhodou tohoto systému je skutečnost, že analyzovaná data nejsou odesílána mimo výpočetní techniku zpracovatele (např. pro cloudové zpracování na serverech) a jsou tak chráněna proti neoprávněnému využití a zásahu. Systém nevyžaduje ani zvláštní výkon hardwaru a výsledky prakticky v reálném čase poskytuje na dnes standardně vybavených počítačích. Zpracování dat proběhlo na notebooku HP s procesorem Intel Core i-5 5200, 2,2 GHz, RAM 8 GB, OS Win 10 64 bit, s grafickou kartou NVIDIA GeForce 940M. Z použitého softwarového vybavení bylo nejpodstatnější využití MS Office 365, jehož hlavní výhoda spočívá v možnosti využití veškerých aktuálně vyvinutých funkcí a doplňků a jejich stálé aktualizaci. Při zpracování podobných studií je důležité již v rámci přípravy se orientovat v dostupném vhodném softwaru, neboť např. v době, kdy byla započata předběžná analýza dat, tj. začátkem roku 2017, standardní aktuální edice MS Office 2016 neobsahovala doplněk 3D map a neumožňovala promítnutí geografických dat do mapových podkladů.

Základním předpokladem validních výstupů je kvalitní sběr dat, následovaný výběrem vhodných metod pro jejich zpracování. Některými systémovými úpravami při tvorbě prvotních záznamů o výjezdech policejních pyrotechniků by bylo možné dosáhnout nejen vyšší kvality vstupních údajů, ale také optimalizovat pracovní postupy a snížit časovou náročnost vytváření mapových modelů. Jedná se zejména o nepřesnosti a přepisy administrativního charakteru, které by bylo možné z převážné části eliminovat využitím moderní přenosné a odolné výpočetní a záznamové techniky spolu s vytvořením vhodných softwarových aplikací. Je nutno vnímat skutečnost, že nález munice nebo předmětu, který municí připomíná, je policii oznámen průměrně každých 5 až 6 hodin. V rámci policie je za řešení dané problematiky odpovědná výhradně Pyrotechnická služba PČR, která na základě oznámení vysílá na místo pyrotechnika, zodpovědného za správnou identifikaci předmětu, vydání pokynů k přijetí bezpečnostních opatření i za bezpečnou a spolehlivou likvidaci pozitivního nálezu. Přibližně 30 % výjezdů je realizováno k nálezům munice a výbušnin v zástavbě, rodinných domech nebo zahradách. Rozhodnutí o parametrech bezpečnostních opatření je proto velmi zodpovědné a provedení opatření bývá organizačně i časově náročné. Teprve poté, kdy jsou hrozící rizika snížena na přijatelnou míru, je možné přistoupit k hlavní pyrotechnické práci. Jedná se o práci náročnou nejen psychicky, ale také fyzicky. Nalezená munice se často nachází v zemi hluboko pod úrovní terénu a je třeba ji odkrýt velmi citlivě za použití pouze ručního nářadí. Pyrotechnické práce je potřebné provádět za různých klimatických podmínek (vždy s ohledem na bezpečnost všech zúčastněných). V období častých výjezdů není výjimkou, že pyrotechnik absolvuje v průběhu služby tři i více výjezdů a absolvuje jako řidič trasu v délce stovek kilometrů. Z tohoto úhlu pohledu je potřebné vytvořit pyrotechnikům vhodné technické zázemí a podporu, která umožní ostatní činnosti převážně administrativního charakteru zefektivnit, zjednodušit a automatizovat.

## 7 Závěr

Naplánované cíle práce byly zpracovány v příslušných kapitolách a byla stanovena a podpořena hypotéza o rozložení pyrotechnické zátěže na území ČR, tj. její souvislost zejména s válečnými a výcvikovými vojenskými aktivitami. Při zpracování výsledků byly použity metody, které umožnily predikovat místa a okolnosti nálezů pyrotechnické zátěže a predikovat také její charakter. Odborníci zejména z řad pyrotechniků jistě mohou vznést připomínku, že intuitivně by bylo možné učinit obdobné závěry, ke kterým dospěl časově velmi náročný výzkum. Připomínka tohoto typu by byla namístě, je však třeba mít na zřeteli, že tato práce má zpřístupnit problematiku pyrotechnické zátěže a souvisejících rizik odborníkům v jiných oblastech, zejména těm, kteří se aktuálně zabývají sanací nebezpečných látek a kteří ze své pozice odborně posuzují závažnost různých druhů kontaminace životního prostředí. Sanace pyrotechnické zátěže vyžaduje zdroje na její provedení a v tomto směru je třeba se opírat, kromě intuice, zejména o podložené výsledky výzkumu dané problematiky. Hlavním přínosem realizovaného výzkumu je zejména vytvoření popisu současné kontaminace území ČR pyrotechnickou zátěží na základě četnosti oznámených nálezů munice a výbušnin.

Kromě výše popsaných cílů byl vytvořen systém vhodný pro analytické zpracování údajů o výjezdech k nálezům pyrotechnické zátěže, využívající nejen standardních metod prezentace geografických údajů, ale také modulární interaktivní mapy a přináší tak moderní metody nejen pro tvorbu analytických výstupů, ale využitelné také pro rychlé informování pyrotechniků přímo při zásahu.

Hypotéza stanovená a podpořená v rámci této práce je samozřejmě otevřena dalšímu zkoumání, které může spočívat v demonstraci a podpoře, zpřesnění výsledků a pochopitelně i v případném zamítnutí hypotézy. Vítaný bude také inovativní přístup, který sběrem a ověřitelným vyhodnocením dat odhalí hlubší podstatu jevů a vztahů týkajících se pyrotechnické zátěže a umožní formulaci nových teorií a hypotéz. V kapitole Cíl práce a hypotéza je popsán také vyšší cíl práce, tedy umožnění systematické sanace území ČR od pyrotechnické zátěže. Proto v případě, že dalším zkoumáním bude platnost hypotézy podpořena a výsledky zpřesněny, je možné na základě vyhodnocení známých válečných a výcvikových vojenských aktivit zpřesnit predikci konkrétních míst a oblastí s vyšší mírou pravděpodobnosti výskytu pyrotechnické zátěže a jejího složení. Plánování finančních, materiálních i personálních zdrojů pro sanaci by pak bylo podložené a maximálně efektivní.

Prezentované výsledky mají vést k aktivnímu a detailnějšímu zkoumání konkrétních území s cílem identifikovat přímo jednotlivé lokality, ve kterých lze předpokládat vyšší kontaminaci s ohledem na místní geografické a historické souvislosti. Na základě seriózního vyhodnocení dostupných relevantních údajů je pak vhodné zjišťovat existenci reálné kontaminace prostřednictvím fyzického pyrotechnického průzkumu. Je dobré uvědomovat si reálná rizika plynoucí z nebezpečných vlastností výbušnin, tato rizika nepodceňovat a intenzivně pracovat na minimalizaci rizik v zájmu současných i budoucích generací.



## Seznam symbolů a zkratek

zkratka	význam
<b>PČR</b>	Policie České republiky
<b>MV ČR</b>	Ministerstvo vnitra České republiky
<b>MO ČR</b>	Ministerstvo obrany České republiky
<b>ČSLA</b>	Československá lidová armáda
<b>AČR</b>	Armáda České republiky
<b>VTÚ</b>	Vojenský technický ústav
<b>VLS ČR</b>	Vojenské lesy a statky ČR
<b>VVP</b>	vojenský výcvikový prostor
<b>ÚÚřVÚ</b>	Újezdni úřad vojenského újezdu
<b>TNT</b>	tritol, trinitrotoluen, výbušnina
<b>TR</b>	třaskavá rtuť, výbušnina
<b>AO</b>	azid olovnatý, výbušnina
<b>AS</b>	azid stříbrný, výbušnina
<b>TNRO</b>	tricinát olovnatý, výbušnina
<b>GNGT</b>	tetrazen, výbušnina
<b>DDNP</b>	dinol, výbušnina
<b>PETN</b>	pentrit, výbušnina
<b>RDX</b>	hexogen, cyclonit (v USA), T <sub>4</sub> (v Itálii), výbušnina
<b>HMX</b>	oktogen, výbušnina
<b>GIS</b>	Geografický informační systém
<b>VBA</b>	programovací prostředí Visual Basic for Applications
<b>xls, xlsx, xlsxm</b>	soubory formátu MS Excel
<b>EDA</b>	metoda explorační analýzy zdůrazňující grafické a tabulkové znázorňování dat
<b>NEQ</b>	čistá hmotnost výbušniny zalaborované v munici; ustálená zkratka pro angl. termín Netto Explosive Quantity
<b>VPŠ MV ČR</b>	Vyšší policejní škola Ministerstva vnitra České republiky
<b>ČSÚ</b>	Český statistický úřad
<b>CZ-NUTS</b>	označení normalizované klasifikace územních celků v Česku pro potřeby Eurostatu a ČSÚ. Zapadá do širší klasifikace NUTS (Nomenclature d'unités territoriales statistiques / Nomenclature of Units for Territorial Statistics, Nomenklatura územních statistických jednotek) Evropské unie
<b>UXO</b>	nevybuchlá munice; ustálená zkratka pro angl. termín Unexploded ammunition
<b>EOD</b>	odstraňování nevybuchlé munice; ustálená zkratka pro angl. termín Explosive Ordnance Disposal

## Seznam použité literatury

- [1] *Usnesení vlády ČR č. 350/1997 Sb., ke Zprávě o stavu plnění očisty bývalých vojenských újezdů Ralsko a Mladá od munice a upřesnění dalšího postupu v této věci.* [online databáze]. Úřad vlády ČR. [citace 10.10.2017]. Dostupné z: [https://albatros.odok.cz/usneseni/usneseni\\_webtest.nsf/0/1B4FC1351AD8677CC12571B6006E07C4](https://albatros.odok.cz/usneseni/usneseni_webtest.nsf/0/1B4FC1351AD8677CC12571B6006E07C4)
- [2] *Usnesení vlády ČR č. 64/2002 Sb., ke Zprávě o právní úpravě zaměřené na oblast výbušnin, o průběžném plnění úkolů vyplývajících z usnesení vlády a návrhy na změny právních předpisů k provádění pyrotechnických činností v civilních prostorách soukromých podnikatelskými subjekty.* [online databáze]. Úřad vlády ČR. [citace 20.04.2018]. Dostupné z: [https://albatros.odok.cz/usneseni/usneseni\\_webtest.nsf/0/1B4FC1351AD8677CC12571B6006E07C4](https://albatros.odok.cz/usneseni/usneseni_webtest.nsf/0/1B4FC1351AD8677CC12571B6006E07C4)
- [3] *Zákon č. 15/2015 Sb., o zrušení vojenského újezdu Brdy, o stanovení hranic vojenských újezdů, o změně hranic krajů a o změně souvisejících zákonů (zákon o hranicích vojenských újezdů).* [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 5.5.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=15/2015&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=15/2015&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [4] Újezdní úřad vojenského újezdu Brdy. *Územní rozhodnutí č. j. 59-102/1/2006/DP-1505.* [online]. Ministerstvo obrany ČR. Brdy: 2015. [citace 21.12.2017]. Dostupné z: <http://www.army.cz/assets/dokumenty-a-legislativa/dokumenty/opatreni-obecnepovahy/uzemni-rozhodnuti-o-ochrannem-pasmu-brdy.pdf>
- [5] *Výpis z obchodního rejstříku.* [online databáze]. Ministerstvo spravedlnosti ČR. [citace 14.12.2017]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=2783&typ=PLATNY&sp=H4sIAAAAAAAAAAAKtWykvMTU0JSCwCUiWpRcVKVtHVStmplUpWSpnJ%252BUo6SmWJOaWpQJ6ZoZm5kaG1%250D%250AgVKtDkxBVmpeQE5iSV4qkrKwYFdnD79IpdrYWgAgkys8XAAAAA%253D%253D%250D%250A>
- [6] *Informace o vojenských újezdech.* [online]. Ministerstvo obrany a Armáda České republiky. [citace 27.03.2018]. Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/scripts/detail.php?id=215>
- [7] HÝKEL, Jindřich a Vladimír KARLICKÝ. *Dějiny firmy Sellier & Bellot.* Praha: Naše vojsko, 2006. ISBN 80-206-0806-0.
- [8] KAVICKÝ, Vladimír. *Výbušniny v dejinách.* In: *Obrana: Měsíčník Ministerstva obrany SR.* Ročník XVII, č. 9/2009. [online]. Bratislava: Ministerstvo obrany SR, 2009. [vloženo 08.09.2009]. [citace 15.12.2017]. Dostupné z: <https://www.mod.gov.sk/obrana-2009/?pg=7>
- [9] *Picric acid.* [online databáze]. Encyclopaedia Britannica. [citace 12.03.2018]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/picric-acid>

- [10] *Trinitrotoluene CHEMICAL COMPOUND*. [online databáze]. Encyclopaedia Britannica. [citace 13.02.2018]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/trinitrotoluene>
- [11] *Tetryl*. [online databáze]. Scitoys. [citace 11.04.2018]. Dostupné z: <https://scitoys.com/tetryl.html>
- [12] *Lead azide*. [online databáze]. Encyclopaedia Britannica. [citace 12.02.2018]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/chemical-industry/Synthesis-gas#ref624482>
- [13] ZANARDI, Francesco. *Bombe a mano: Della seconda guerra mondiale: Sviluppo, Impiego, Evoluzione*. Milano: Albertelli, 2009. ISBN 978-88-87372-75-5.
- [14] *RDX Explosive*. [online databáze]. Encyclopaedia Britannica. [citace 11.04.2018]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/RDX>
- [15] NOVOTNÝ, Milan a Stanislav SEDLÁČEK. *Teorie hoření, výbuchu a iniciace*. Pardubice: Vysoká škola chemickotechnologická v Pardubicích, 1981.
- [16] PACHMÁŇ, Jiří. *Obecná teorie výbušin*. In: *Policejní pyrotechnika*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2014. s. 15-45. ISBN 978-80-7380-510-4.
- [17] VÁVRA, Pavel. *Teorie výbušnin*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 978-80-7395-119-0.
- [18] MAKOVIČKA, Daniel, Břetislav JANOVSÝ a Milan ČERNÍN. *Příručka protivýbuchové ochrany staveb*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT v Praze, 2008. ISBN 978-80-01-04090-4.
- [19] ORLENKO, L. P. *Fizika vzryva*. Izd. 3. Moskva: Fizmatlit, 2002. ISBN 5-9221-0219-2.
- [20] BEER, Stanislav, Jan KOMENDA a Luděk JEDLIČKA. *Munice*. Brno: Univerzita obrany, Fakulta vojenských technologií, Katedra zbraňových systémů, 2004.
- [21] MATYÁŠ, Robert. *Základy teorie výbušnin*. (přednáška). Čeperka: Vyšší policejní škola MV ČR v Pardubicích, 05. 02 2013.
- [22] Český obranný standard 137601. *Organizace a metody schvalování způsobilosti výbušnin pro vojenské účely*. Praha: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2010.
- [23] URBANSKI, Tadeusz, Zdeněk DOLEŽEL a Dušan JAKEŠ. *Chemie a technologie výbušnin*. 3. díl. Praha: SNTL, 1959.
- [24] LUDVÍK, Karel. *Konstrukce munice z poválečné výzbroje ČSLA a AČR: Dělostřelecká munice*. Pardubice: [pdf, výukový materiál]. Vyšší policejní škola MV pro kriminální policii, Oddělení speciálních příprav a pyrotechnického vzdělávání, 2009.

- [25] KOLL, Christian. *Soviet cannon: a comprehensive study of Soviet guns and ammunition in calibers 12.7mm to 57mm*. Linz, Austria: Christian Koll, 2009. ISBN 978-3-200-01445-9.
- [26] Vševojsk 16-20. *Pyrotechnická činnost v armádě České republiky*. Ministerstvo obrany ČR, 2014.
- [27] KAVICKÝ, Vladimír et al. Analysis of the field test results of ammonium nitrate: fuel oil explosives as improvised explosive device charges. In: *Structures Under Shock and Impact XIII: 3 - 5 June 2014*. [online] The New Forest, UK: WITPRESS, 2014. s. 297-309. ISSN 1743-3509. [citace 10.10.2017]. Dostupné z: <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SUSI14/SUSI14026FU1.pdf>
- [28] SKŘEHOT, Petr. *Prevence nehod a havárií: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. 2. díl. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.
- [29] ČSN 73 0040. *Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- [30] *Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky*. [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 5.5.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=273/2008%20&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=273/2008%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [31] *Zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu a o změně zákona č. 156/2000 Sb., o ověřování střelných zbraní, střeliva a pyrotechnických předmětů a o změně zákona č. 288/1995 Sb., o střelných zbraních a střelivu*. [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 5.5.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=119/2002&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=119/2002&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [32] *Zákon č. 229/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony*. [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 18.6.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=229/2016%20&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=229/2016%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [33] *Zákon č. 206/2015 Sb., o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*. [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 19.6.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=206/2015&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=206/2015&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [34] *Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě*. [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 21.6.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=61/1988%20&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=61/1988%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)

- [35] HENDL, Jan. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 5. rozš. vyd. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0981-2.
- [36] HENDL, Jan. *Statistika v aplikacích*. Praha: Portál, 2014. ISBN 978-80-262-0700-9.
- [37] *Klasifikace územních statistických jednotek (CZ-NUTS)*. [online databáze]. Český statistický úřad. [citace 10. 01 2018.]. Dostupné z: <http://apl.czso.cz/iSMS/klasinfo.jsp?kodcis=80038>.
- [38] *Obec a vojenský újezd*. [online databáze]. Český statistický úřad. [citace 10.01.2018.] Dostupné z: <http://apl.czso.cz/iSMS/cisdata.jsp?kodcis=43>.
- [39] *Narizení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání*. [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 10.7.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=430/2006%20&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=430/2006%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [40] *Zákon č. 170/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu a o změně zákona č. 156/2000 Sb., o ověřování střelných zbraní, střeliva a pyrotechnických předmětů a o změně zákona č. 288/1995 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o střelných zbraních), ve znění zákona č. 13/1998 Sb., a zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, (zákon o zbraních), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony*. [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 21.6.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=170/2013&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=170/2013&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [41] *Územní teploty*. [online databáze]. Český hydrometeorologický ústav. [citace 08.01.2018]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/informace-pro-vas/rocnivyhodnoceni/meteorologicka-pozorovani>
- [42] *Počet obyvatel v obcích k 1. 1. 2017*. [pdf, online]. Český statistický úřad, Praha, 2017. [citace 05.08.2017]. ISBN 978-80-250-2770-7. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/45964084/13007217.pdf/16152f21-3984-4ada-8599-be35c0e31ad6?version=1.1>
- [43] MAINUŠ, František a Pavel BENEŠ. *Ve jménu přátelství: Rumunská armáda v bojích za osvobození Československa*. Brno: BLOK, 1975.
- [44] RICHTER, Karel. *Dobývání domova: osvobození Moravy a Čech bez cenzury a legend*. Praha: Noos, 2016. ISBN 978-80-88117-03-2.
- [45] *Staré ekologické zátěže, resp. kontaminovaná místa*. [online]. Ministerstvo životního prostředí ČR. [citace 15.04.2018]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/stare\\_ekologicke\\_zateze](https://www.mzp.cz/cz/stare_ekologicke_zateze)

- [46] *Zákon č. 92/1991 Sb., o podmínkách převodu majetku státu na jiné osoby.* [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 23.6.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=92/1991%20&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=92/1991%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [47] PÍREK, Čeněk. *Odpovědnost za staré ekologické zátěže.* [online]. Brno, 2007 [citace 10.04.2018]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/ycmo1>. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Právnická fakulta. Vedoucí práce Jana Dudová.
- [48] *Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů.* [online databáze]. Ministerstvo vnitra ČR. [citace 23.6.2017]. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=356/2003%20&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=356/2003%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- [49] *Optimalizace vojenských újezdů: Základní informace o realizaci zákona č. 15/2015 Sb., o zrušení vojenského újezdu Brdy, o stanovení hranic vojenských újezdů, o změně hranic krajů a o změně souvisejících zákonů (zákon o hranicích vojenských újezdů).* Praha: Ministerstvo obrany ČR – VHÚ Praha, 2015. ISBN 978-80-7278-673-2.
- [50] JAMNICKÝ, Branislav. *Osvobození Moravy.* Brno: Krajské nakladatelství v Brně, 1964.
- [51] LUDVÍK, Karel. *Ženijní munice nalézaná na území České a Slovenské republiky: Ženijní munice německé výroby 1939–1945.* Pardubice: Odbor vzdělávání a policejního školství MV ve spolupráci s Vyšší policejní školou MV v Pardubicích, 2011. Č.j.:MV-50082-3/VO-2011.
- [52] MITEV, Dimitar. *Bulgarian and German hand grenades – history, development, contemporary state.* 1. Vol. Sofia: Kamea, 2008. ISBN 978-954-629-012-0

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Území bývalého VVP – stav sanace k 18.9.2017 .....	4
Obrázek 2 Letecký snímek Záluží z roku 1946 .....	5
Obrázek 3 Letecký snímek oblasti Boří les z roku 1946 .....	6
Obrázek 4 Typy výbuchů a jejich projevy .....	10
Obrázek 5 Schéma zařazení výbušnin .....	11
Obrázek 6 Průběh tlaků při výbušných přeměnách .....	12
Obrázek 7 Typy výbušných přeměn .....	12
Obrázek 8 Schéma poměru citlivosti a bezpečnosti .....	15
Obrázek 9 Schéma energetických poměrů výbušné přeměny .....	16
Obrázek 10 Schéma zkoušky citlivosti na náraz .....	17
Obrázek 11 Stupnice citlivosti výbušnin na náraz .....	17
Obrázek 12 Schéma zkoušky citlivosti na tření .....	18
Obrázek 13 Stupnice citlivosti výbušnin na tření .....	18
Obrázek 14 Příklad použití výbušnin v munici .....	22
Obrázek 15 Prostorové rozložení rozletu střepin .....	25
Obrázek 16 Uložení ničené munice .....	25
Obrázek 17 Hodnoty součinitele ku .....	26
Obrázek 18 Přetlak v čele rázové vlny a jeho účinky na organismus, nálož TNT 1 kg .....	27
Obrázek 19 Omezení účinku tlakové vlny .....	28
Obrázek 20 Diagram účinku a minimální vzdálenost ochranného příkopu, .....	30
Obrázek 21 Ochranný příkop .....	30
Obrázek 22 Zpevnění objektu .....	31
Obrázek 23 Systém práce s daty .....	37
Obrázek 24 Metoda stanovení hodnot proměnných určujících polohu .....	56
Obrázek 25 Metoda stanovení hodnot proměnné i-skutek .....	57
Obrázek 26 Počty výjezdů podle roků a objektů .....	61
Obrázek 27 Počty výjezdů podle měsíců a objektů .....	62
Obrázek 28 Výjezdy v rámci zbraňové amnestie 2014 .....	62
Obrázek 29 Počty výjezdů dle typů objektů a dnů v týdnu .....	63
Obrázek 30 Počet výjezdů podle měsíců a průměrné měsíční teploty .....	64
Obrázek 31 Průměrné měsíční teploty vzduchu .....	65
Obrázek 32 Počet všech výjezdů podle krajů a roků .....	66
Obrázek 33 Počet výjezdů v krajích k počtu obyvatel .....	68
Obrázek 34 Počet výjezdů v krajích k jejich rozloze .....	68
Obrázek 35 Počet výjezdů v okresech k jejich rozloze .....	69
Obrázek 36 Počet výjezdů v okresech k počtu obyvatel .....	69
Obrázek 37 Mapa výjezdů k nálezům munice a výbušnin podle krajů .....	70
Obrázek 38 Mapa výjezdů k nálezům munice a výbušnin podle okresů .....	71
Obrázek 39 Poměr počtu výjezdů podle druhu nálezu .....	72
Obrázek 40 Poměr počtu výjezdů k nálezům dle vojenského a civilního hlediska .....	72
Obrázek 41 Výjezdy podle typu objektu .....	73
Obrázek 42 Výjezdy k nálezům munice rumunské armády .....	76

Obrázek 43 Nálezy rumunské munice .....	77
Obrázek 44 Optimalizace vojenských újezdů.....	85
Obrázek 45 Ukázka Heat mapy .....	91
Obrázek 46 Pracovní prostředí analytického nástroje s mapovým modulem.....	92
Obrázek 47 Útočné akce 1. rumunské armády mezi řekami Hronem a Moravou.....	I
Obrázek 48 Postup 4. rumunské armády od Banské Bystrice na východní Moravu.....	I
Obrázek 49 Operace rumunských armád na Moravě od konce dubna do 12. května 1945..	II
Obrázek 50 Průběh bojů vojsk 4. ukrajinského frontu při osvobození ostravského průmyslového prostoru (3. období ostravské operace).....	III
Obrázek 51 Předmět připomínající munici - tlaková nádoba z hasicího přístroje.....	IV
Obrázek 52 Předmět připomínající munici .....	IV
Obrázek 53 Španělský ruční obranný granát Ferrobelum – hlavice .....	IV
Obrázek 54 Místo nálezu .....	IV
Obrázek 55 Protipěchotní mina Schützendosenmine Kunststoff .....	IV
Obrázek 56 Předmět připomínající munici .....	IV
Obrázek 57 Předmět připomínající munici .....	V
Obrázek 58 Protilyžová mina Skimine .....	V
Obrázek 59 Předmět připomínající munici .....	V
Obrázek 60 Holandský ruční granát No.1 .....	V
Obrázek 61 Předmět připomínající munici .....	V
Obrázek 62 Belgický ruční granát M1924.....	V
Obrázek 63 Předmět připomínající munici – závaží z hodin.....	V
Obrázek 64 Německý kulový granát model 1913 .....	V
Obrázek 65 Předmět připomínající munici .....	VI
Obrázek 66 Protitanková mina T-Mine 35 Stahl .....	VI
Obrázek 67 Předmět připomínající munici .....	VI
Obrázek 68 Protitanková mina T-Mine 42 .....	VI
Obrázek 69 Místo nálezu .....	VI
Obrázek 70 Protipěchotní mina Schützenminenmine 44 .....	VI
Obrázek 71 Předmět připomínající munici .....	VI
Obrázek 72 Předmět připomínající munici .....	VII
Obrázek 73 Ruský ruční granát RG42 .....	VII
Obrázek 74 Předmět připomínající munici .....	VII
Obrázek 75 Německý dýmový granát Nebelhandgranate 42 .....	VII
Obrázek 76 Předmět připomínající munici .....	VII
Obrázek 77 Německý násadcový ruční granát StHgr 24 z roku 1937.....	VII
Obrázek 78 Optimalizace vojenského újezdu Libavá.....	VIII
Obrázek 79 Optimalizace vojenského újezdu Hradiště .....	VIII
Obrázek 80 Optimalizace vojenského újezdu Březina .....	IX
Obrázek 81 Optimalizace vojenského újezdu Boletice .....	IX



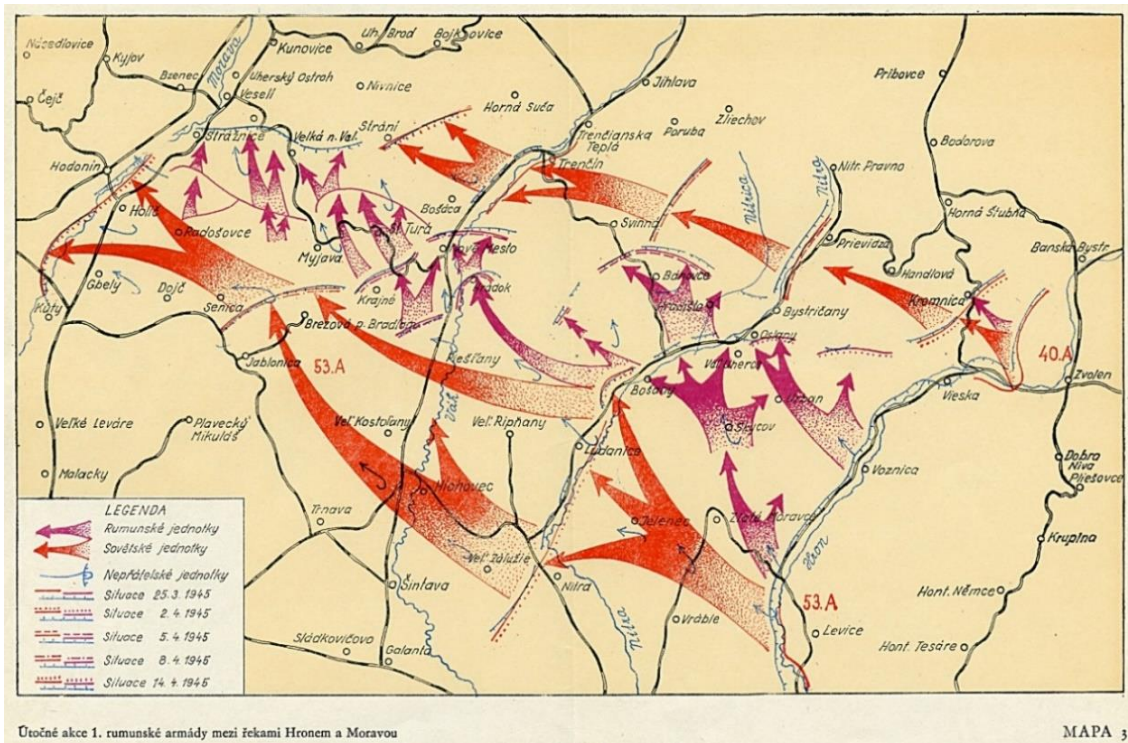
## Seznam tabulek

Tabulka 1 Děje výbušné přeměny .....	12
Tabulka 2 Rozdělení výbušnin a jejich základní charakteristiky .....	14
Tabulka 3 Další časté způsoby rozdělení výbušnin .....	15
Tabulka 4 Posuzování citlivosti výbušnin .....	19
Tabulka 5 Počet a hmotnost střepin střely OF 100 mm.....	24
Tabulka 6 Bezpečná vzdálenost při ničení munice.....	24
Tabulka 7 Hodnoty součinitele kb .....	26
Tabulka 8 Orientační účinky přetlaku na organismus .....	28
Tabulka 9 Záznamy zahrnuté do předběžné analýzy .....	42
Tabulka 10 Proměnné pro předběžnou analýzu.....	44
Tabulka 11 Význam hodnot proměnné pracoviště .....	45
Tabulka 12 Intervaly hodnot proměnné datum.....	45
Tabulka 13 Příčiny chyb v proměnné okres .....	46
Tabulka 14 Charakteristika hodnot proměnné skutek .....	47
Tabulka 15 Charakteristika hodnot proměnné objekt.....	47
Tabulka 16 Četnost výskytu hodnot proměnné popis.....	48
Tabulka 17 Příklady hodnot proměnné popis .....	48
Tabulka 18 Četnost opakujících se hodnot GPS.....	50
Tabulka 19 Korelace nevalidních hodnot proměnné GPS.....	51
Tabulka 20 Způsoby zápisu souřadnic v systému WGS 84.....	52
Tabulka 21 Přesnost určení polohy v zápisu souřadnic systémem WGS 84 .....	52
Tabulka 22 Proměnné pro zpracování dat a datovou matici.....	54
Tabulka 23 Soubory zařazené do zpracování dat .....	60
Tabulka 24 Příklady chybných hodnot proměnné datum .....	60
Tabulka 25 Průměrné měsíční teploty vzduchu 2010 - 2017 .....	65
Tabulka 26 Počet výjezdů podle krajů.....	67
Tabulka 27 Nálezy rumunské munice .....	77
Tabulka 28 Příklad rozřídění popisu nálezu .....	90

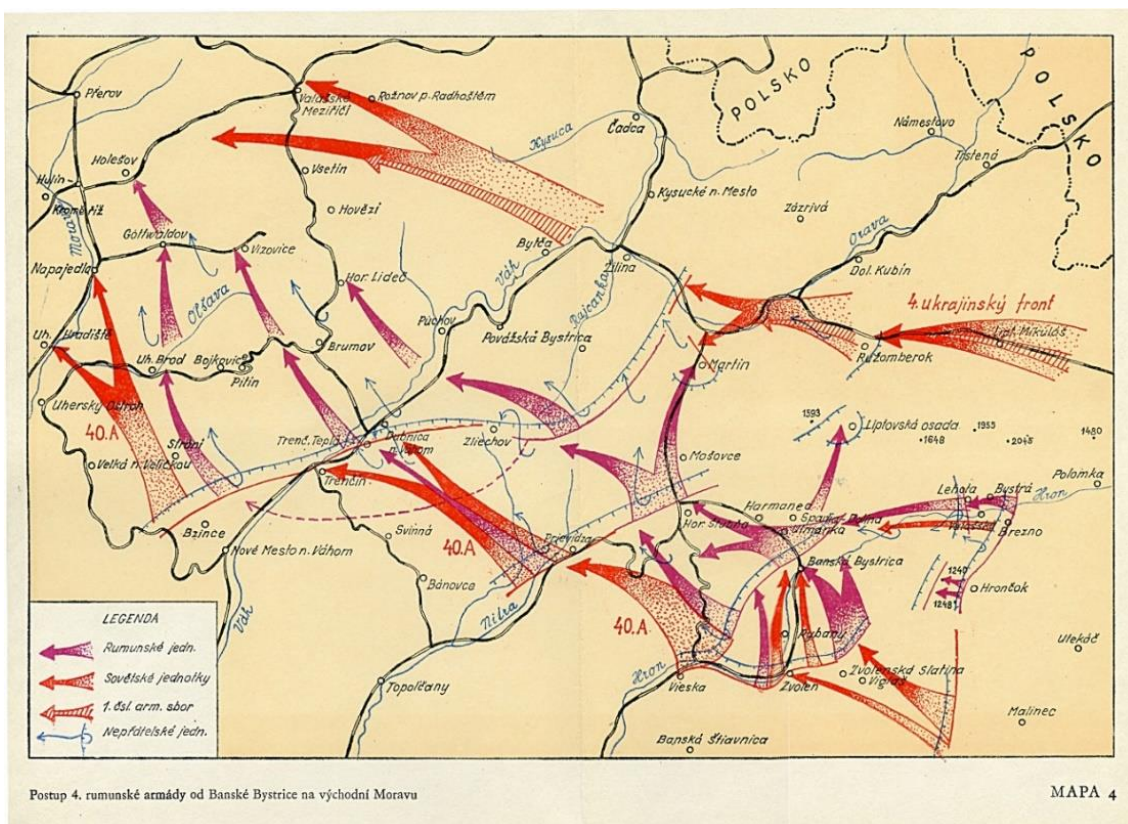
## Seznam příloh

Příloha A Mapy pohybu vojsk Rumunské armády .....	I
Příloha B Mapa pohybu vojsk 4. ukrajinského frontu při osvobození ostravského průmyslového prostoru .....	III
Příloha C Předměty připomínající munici a příklady munice .....	IV
Příloha D Mapy optimalizace vojenských újezdů .....	VIII

## Příloha A Mapy pohybu vojsk Rumunské armády

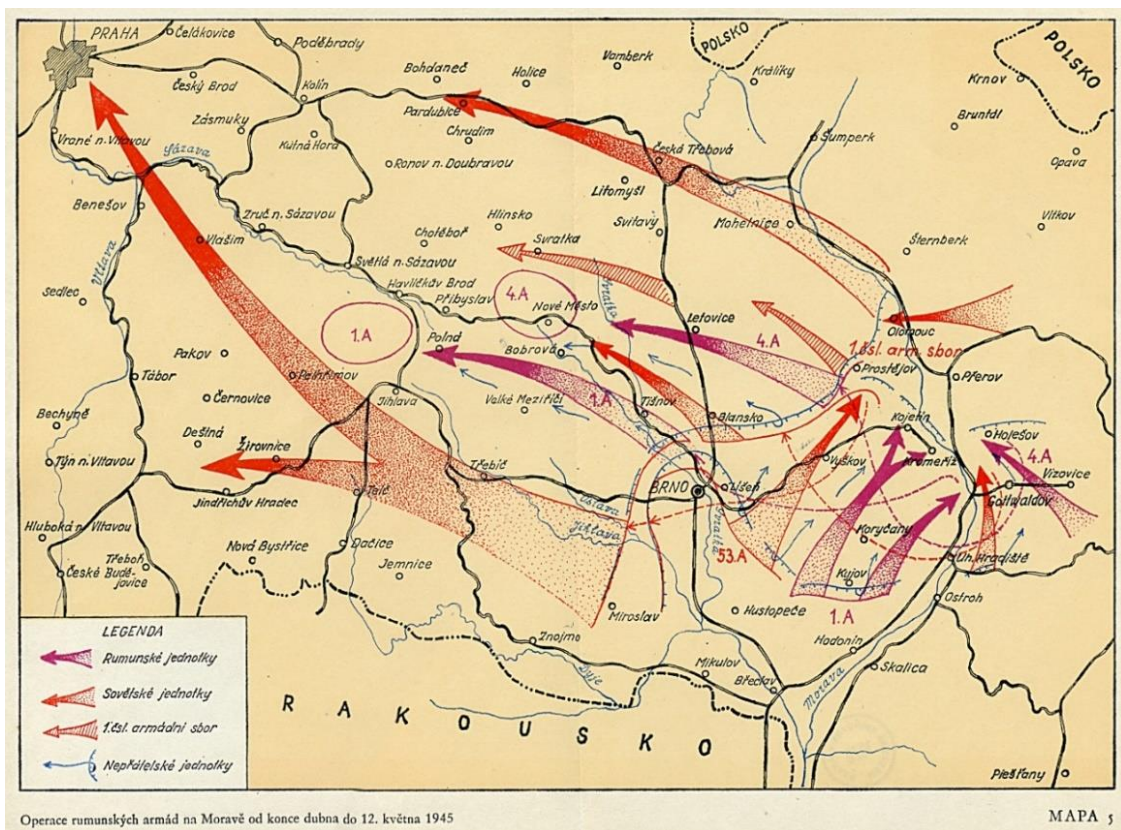


Obrázek 47 Útočné akce 1. rumunské armády mezi řekami Hronem a Moravou [43 příloha publikace]



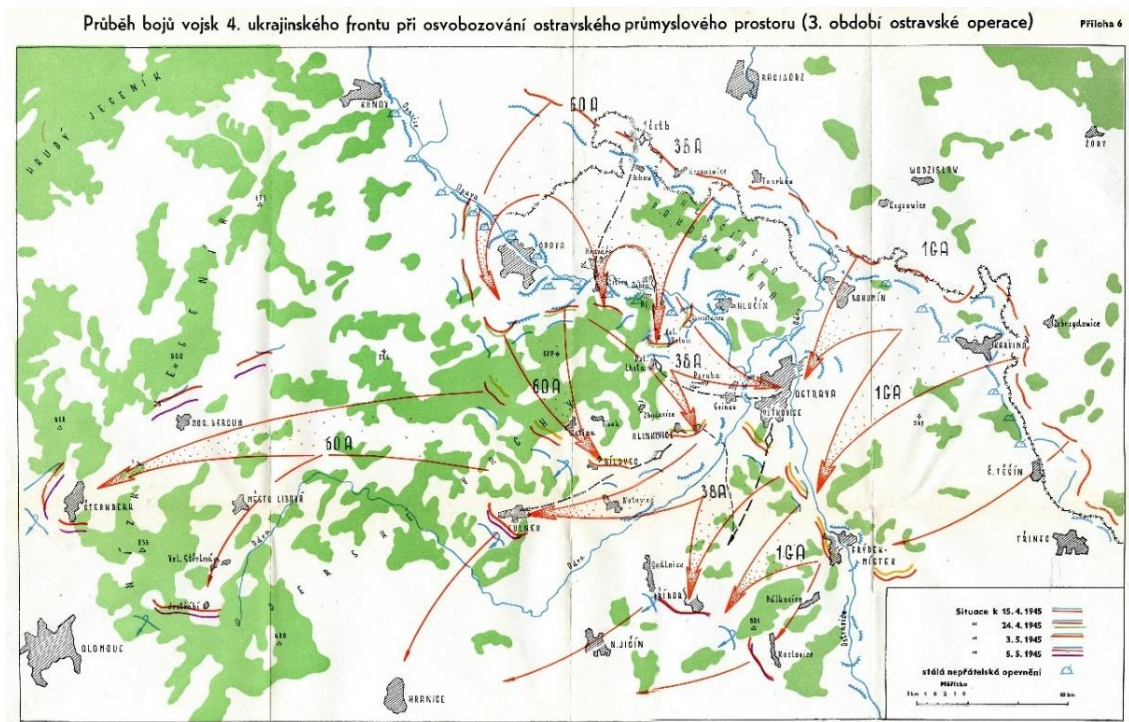
Obrázek 48 Postup 4. rumunské armády od Banské Bystrice na východní Moravu [43 příloha publikace]





Obrázek 49 Operace rumunských armád na Moravě od konce dubna do 12. května 1945  
[43 příloha publikace]

## Příloha B Mapa pohybu vojsk 4. ukrajinského frontu při osvobození ostravského průmyslového prostoru



Obrázek 50 Průběh bojů vojsk 4. ukrajinského frontu při osvobození ostravského průmyslového prostoru (3. období ostravské operace)

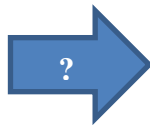
[50 příloha publikace]



## Příloha C Předměty připomínající munici a příklady munice



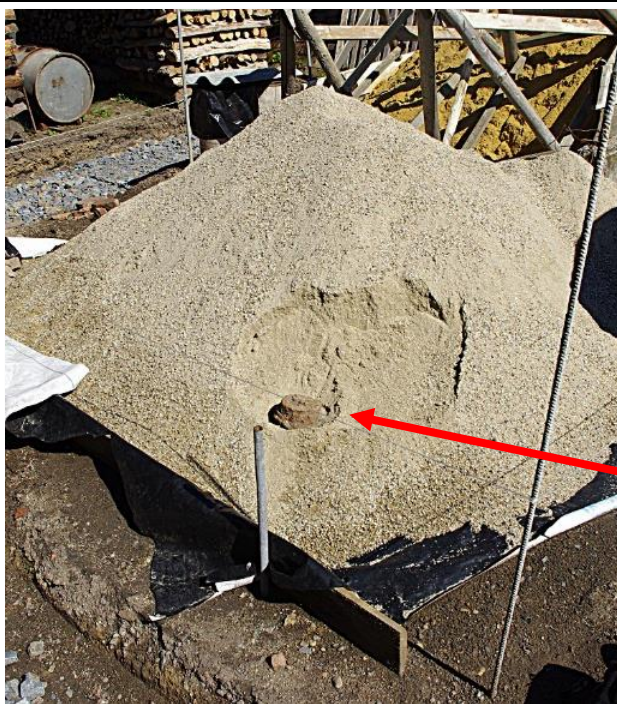
Obrázek 51 Předmět připomínající munici - tlaková nádoba z hasicího přístroje  
[vlastní]



Obrázek 53 Španělský ruční obranný granát  
Ferrobelum – hlavice

Obrázek 52 Předmět připomínající munici  
[vlastní]

[51 str. 251]



Obrázek 54 Místo nálezu  
[vlastní]

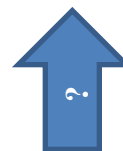


Obrázek 55 Protipěchotní mina  
Schützendosenmine Kunstoff

[51 str. 150]



Obrázek 56 Předmět připomínající munici  
[vlastní]





Obrázek 57 Předmět připomínající munici  
[vlastní]



Obrázek 58 Protilyžová mina Skimine  
[51 str. 162]



Obrázek 59 Předmět připomínající munici  
[vlastní]



Obrázek 60 Holandský ruční granát No.1  
[13 str. 228]



Obrázek 61 Předmět připomínající munici  
[vlastní]



Obrázek 62 Belgický ruční granát M1924  
[13 str. 46]



Obrázek 63 Předmět připomínající munici – závaží  
z hodin  
[vlastní]



Obrázek 64 Německý kulový granát model 1913  
[52 str. 84]





Obrázek 65 Předmět připomínající municí  
[vlastní]



Obrázek 66 Protitanková mina T-Mine 35 Stahl  
[51 str. 172]



Obrázek 67 Předmět připomínající municí  
[vlastní]



Obrázek 68 Protitanková mina T-Mine 42  
[51 str. 174]



Obrázek 69 Místo nálezu  
[vlastní]



Obrázek 70 Protipěchotní mina  
Schützendozenmine 44  
[51 str. 150]



Obrázek 71 Předmět připomínající municí  
[vlastní]





Obrázek 72 Předmět připomínající munici  
[vlastní]



Obrázek 73 Ruský ruční granát RG42  
[13 str. 337]



Obrázek 74 Předmět připomínající munici  
[vlastní]



Obrázek 75 Německý dýmový granát  
Nebelhandgranate 42

[13 str. 117]



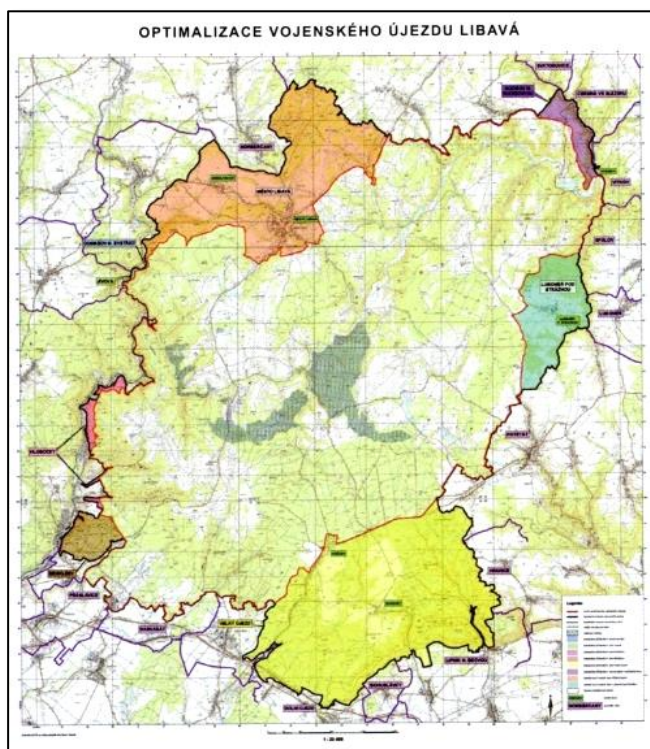
Obrázek 76 Předmět připomínající munici  
[vlastní]



Obrázek 77 Německý násadkový ruční granát StHgr 24  
z roku 1937

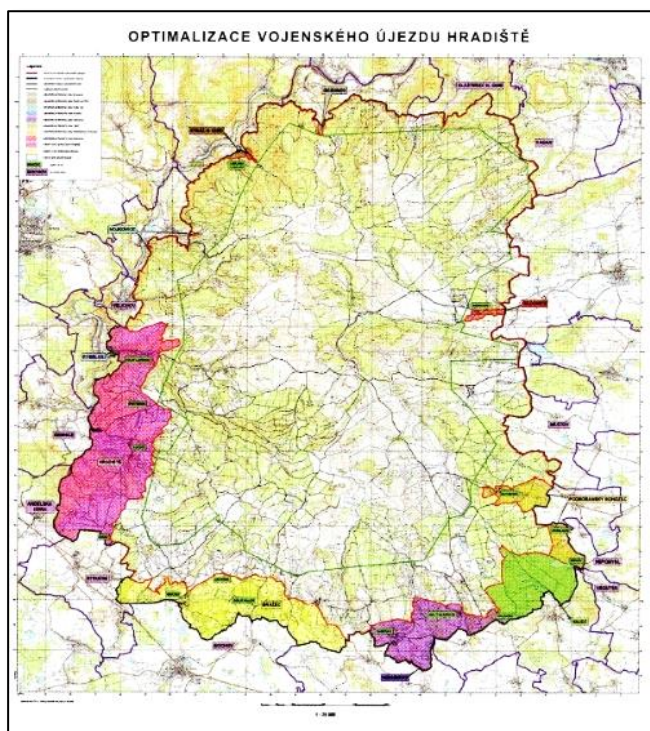
[13 str. 108]

## Příloha D Mapy optimalizace vojenských újezdů



Obrázek 78 Optimalizace vojenského újezdu Libavá

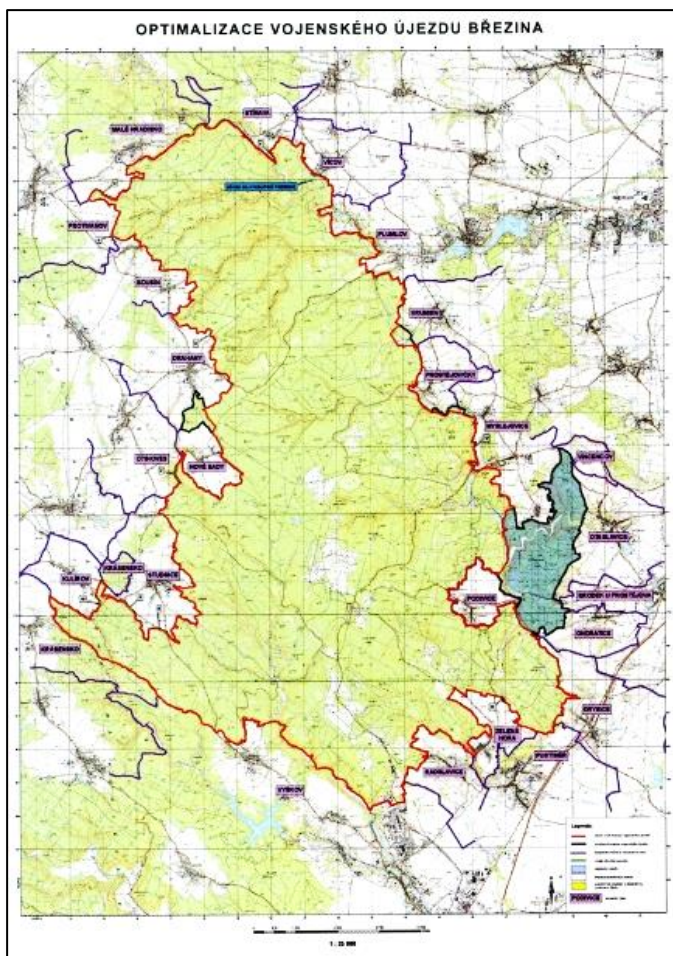
[49 str. 31]



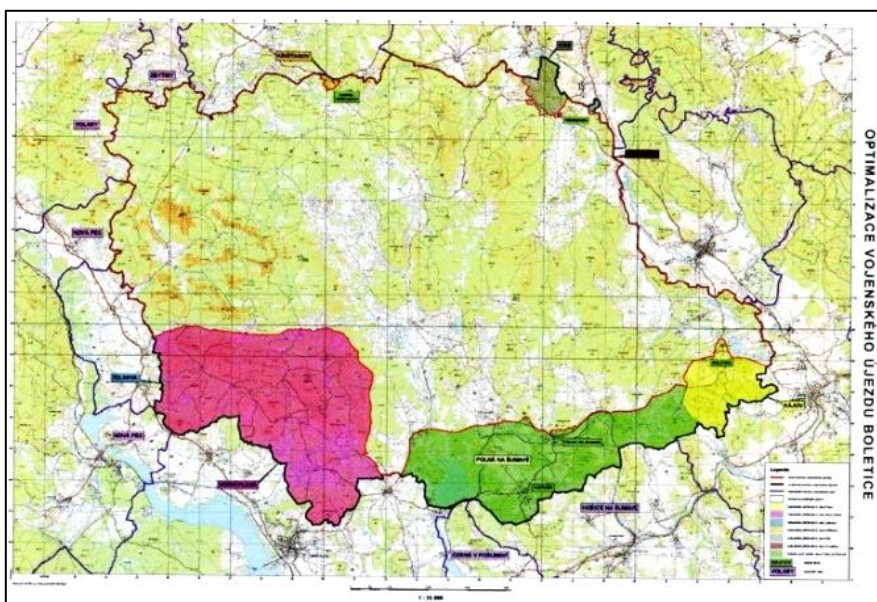
Obrázek 79 Optimalizace vojenského újezdu Hradiště

[49 str. 30]





Obrázek 80 Optimalizace vojenského újezdu Březina  
[49 str. 29]



Obrázek 81 Optimalizace vojenského újezdu Boletice  
[49 str. 28]