



STAV PYROTECHNICKÉHO PRŮZKUMU V ČR A MAGNETICKÝ PRŮZKUM JAKO JEHO SOUČÁST ZA POUŽITÍ MAGNETOMETRU ZAVĚŠENÉHO POD DRONEM, JAKO REPORTÁŽ

Michal Tesař¹, Ing. Tomáš Pokorný²

1 Pyrotechnický průzkum jako důležitá součást stavební přípravy

Pyrotechnická zátěž představuje aktuální a výrazné bezpečnostní riziko regionálního významu, které má potenciál přímo ohrožit životy a zdraví osob a zároveň způsobit značné materiální škody. Z preventivního hlediska lze konstatovat, že největším problémem je neznalost jejího výskytu na daném území.

2 Historické souvislosti

S termínem „pyrotechnická zátěž“ se začalo mezi odbornou i laickou veřejností pracovat ve větším měřítku v rámci procesů navazujících na společenské změny po roce 1989. Významným mezníkem byl odsun sovětských vojsk z našeho území, díky čemuž byly postupně pod správu vojenských újezdů a následně pak pod správu civilní předávány některé dlouholeté vojenské výcvikové prostory. Nejznámějšími příklady jsou bývalé vojenské újezdy Mladá a Ralsko. Vzhledem ke stavu munice, působení času, klimatických vlivů a také vzhledem k absenci hodnověrné dokumentace musí být veškerá nalezená munice při manipulaci považována za municí ostrou. Význam diskutované problematiky nakonec plně podtrhuje usnesení vlády ČR č. 140 ze dne 24. března 1993, ve kterém se konstatuje, že na území bývalých vojenských újezdů jsou ohroženy životy a zdraví občanů a značné majetkové hodnoty.

3 Vymezení pojmu zátěže životního prostředí

Pyrotechnickou zátěží životního prostředí se rozumí povrchová nebo podpovrchová kontaminace životního prostředí nevybuchlou municí, výbušninami, zbraněmi nebo jejich částmi či jinými výbušnými předměty. Zátěž tohoto typu je nutné považovat nejen za ekologické riziko, ale zejména za výrazné riziko bezpečnostního charakteru, a to jak v případě náhodné či samovolné iniciace s následným výbuchem (např. v důsledku lidské činnosti při terénních úpravách a zemních pracích nebo důsledkem dlouhodobých zemních pohybů

apod.), tak pouhým stárnutím za působení klimatických vlivů (např. v důsledku vzdušné koroze, omýváním vodním proudem, působením mrazu či slunečního svitu apod.). Při výbuchu pyrotechnické zátěže může dojít k přímému ohrožení zdraví a života osob nebo ke značné materiální škodě. Tyto negativní následky vznikají jak přímým působením tlakovzdušné vlny a rozletem střepin z vybuchující munice, z jejího podloží a případně okolních konstrukcí; tak nepřímým působením seismické a tlakovzdušné vlny na blízké i vzdálené nadzemní i podzemní objekty a inženýrské sítě. I nevybuchlá munice sama o sobě však může být nebezpečná, nejenom manipulačně, ale i z ekologického hlediska. Prostřednictvím dlouhodobého postupného vyluhování chemických látek z korodující munice může dále docházet k narušení environmentální bezpečnosti přilehlých ekosystémů nacházejících se v blízkosti pyrotechnické zátěže. V žádném případě proto není možné uvedené aspekty pyrotechnické zátěže a z ní vyplývající rizika podceňovat nebo dokonce přímo bagatelizovat.

4 Současný stav na území ČR

V současné době na území České republiky nejsou otázky týkající se pyrotechnické zátěže a z ní vyplývajících rizik pro své okolí koncepčním a jednotným způsobem řešeny. Existuje zde sice institut legálního pyrotechnického průzkumu, kterým se rozumí vyhledávání munice, střeliva, nebo výbušnin a jejich identifikace stanoveným postupem, případně jejich vyzvednutí, nebo dohled při zemních pracích, při nichž se očekává nález munice, střeliva, nebo výbušnin a identifikace nalezené munice, střeliva nebo výbušnin. Tento průzkum představuje koncesovanou živnost, kterou mohou provádět pouze kvalifikované osoby, v souladu s živnostenským zákonem. Ovšem až na malé výjimky typu bývalých vojenských výcvikových prostorů nebo těžce bombardovaného území se tento institut využívá pouze na základě případného požadavku stavebníka, resp. investora. Stavební úřady v podobě pořizovatele územně analytických podkladů, které by mohly provedení průzkumu nařídit, však nemají potřebné kvalifikované odborníky či vhodnou znalostní databázi na zajištění těchto činností. Bohužel neexistuje žádný právní nástroj, který by vyžadoval povinné provedení pyrotechnického průzkumu po investorovi. Jedná se tedy pouze o dobrovolný projev vůle a odpovědnosti příslušného subjektu. Běžně se potom bohužel stává, že nevybuchlá munice je nacházena až v průběhu zemních prací. Zejména při fyzickém kontaktu pracovního nástroje stavební mechanizace s takovou municí může dojít k iniciaci munice, jejíž výbuch může mít tragické následky. Ačkoli v takovémto případě bývá na konkrétním stanovišti pyrotechnický průzkum dodatečně proveden, na sousední parcele, kde se teoreticky může nacházet další nevybuchlá munice, už proveden (resp. nařízen) zpravidla nebývá. Přitom Pyrotechnická služba Policie ČR řeší ročně desítky případů nálezů nevybuchlé munice, z nichž některé jsou velmi nebezpečné a musí být bezpečně zlikvidovány přímo na místě nálezů. Na území České republiky patří mezi nejčastější nálezy ruční a dělostřelecké granáty, dělostřelecké miny, pěchotní munice, ale i letecké pumy. Tato munice má svůj původ zejména v období druhé světové války. Výjimkou však nejsou ani nálezy z dob první světové války či z války prusko-rakouské. Další významnou skupinou nálezů je i munice z dob, kdy na našem území cvičila naše armáda a vojska Varšavské smlouvy. Právě historické události se odrážejí na typu nálezů v různých částech České republiky. Liší se region od regionu. Vždy záleží na tom, co se na daném území dělo v minulosti. Někde byly situovány muniční sklady, které se koncem válečného období likvidovaly výbuchem. V jejím okolí mohou být rozhozené například dělostřelecké granáty a dělostřelecké miny. Jiné prostředí představují města a jejich okolí. Zde je pravděpodobnější nález leteckých pum, jelikož některé městské a/nebo průmyslové aglomerace byly cílem spojeneckých náletů. V době druhé světové války spojenecké letectvo

bombardovalo cca 52 měst na území dnešní České republiky. Z toho 10 měst více než třikrát. Dle anglických údajů nevybuchlo cca 6 % svržených pum, a to z různých příčin (např. měkký terén, špatný úhel dopadu, závada v časovači apod.). Současné poznatky z každodenní praxe německých pyrotechniků však vedou k číslu cca 15–20 % nevybuchlých svržených anglo-amerických bomb.

5 Praxe

Velmi často se v praxi také setkáváme se situací, kdy investor zamítá požadavek na provedení pyrotechnického průzkumu před zahájením zemních prací v lokalitách, které byly na konci 2. světové války bombardovány s tím, že je to přece už „daleko“ od cíle náletu. Stanovit hranici, kde by měl průzkum jednoznačně proběhnout a kde už je riziko nálezů nevybuchlé munice nižší je objektivně velmi složité. Ovšem vzhledem k tomu, že se v tomto případě jedná o jasné ohrožení života, zdraví a majetku, mělo by být nahlíženo na problém konzervativně, tzv. na straně bezpečnosti. Nemluvě o tom, že náklady na pyrotechnický průzkum jsou ve srovnání s rozpočtem stavby v podstatě zanedbatelné. Jasným a v praxi jednoznačně potvrzeným příkladem nezanedbatelného rozptylu dopadu pum nad bombardovaným územím je areál současné rafinérie Unipetrol v Záluží u Litvínova. Nevybuchlé letecké pumy z opakovaných náletů na tento chemický provoz (dříve STW AG – Sudetenländische Treibstoff Werke AG) se dnes nacházejí během skrývky na předpolí lomu Bílina, což je cca 5–10 km vzdušnou čarou. Obdobně při bombardování současné rafinérie Paramo v Kolíně (dříve Fanto Werke AG) dopadaly bomby v podobném rozptylu do oblastí Sendražic a Pražského Předměstí. Současně se mohou na těchto místech vyskytovat i nevybuchlé dělostřelecké granáty z protiletadlových děl.

Pyrotechnickým průzkumem se rozumí vyhledávání munice, střeliva nebo výbušnin a jejich identifikace stanoveným postupem, případně jejich vyzvednutí anebo dohled při zemních pracích, při nichž se očekává nález munice, střeliva nebo výbušniny, a to včetně identifikace. Pro každé pracoviště je ze zákona povinné vypracovat tzv. „Technologický postup pyrotechnického průzkumu a dohledu“ a nechat jej schválit příslušným správním orgánem Policie ČR. Nemá-li být pyrotechnický průzkum čistě formální záležitostí sloužící pouze k „odškrtnutí položky“ v technologickém rozboru, je potřeba plánovat operativní součinnosti se stavbou již ve fázi přípravy projektu zásad organizace výstavby. Zejména s přihlédnutím k nutnosti správně připravit plochu staveniště pro měření, tj. odstranit veškerý komunální, stavební a demoliční odpad, vysekat křoviny, posekat vzrostlou travu a urovnat plochu tak, aby byla vhodná pro bezpečnou chůzi nebo pojezd měřicí aparatury. Naprosto nevhodné je např. rozprostřít recyklát včetně zbytků výztuže po ploše staveniště! Optimální je nástup měření pro pyrotechnický průzkum až po sejmutí a odvezení ornice (pokud bude snímána a odvážena), nebo alespoň po hrubých terénních úpravách, např. sejmutí a odvezení svrchní vrstvy zeminy.

6 Metodika pyrotechnického průzkumu

Metodika pyrotechnického průzkumu záleží vždy na konkrétním zadání v konkrétní lokalitě. Nicméně obecně lze práce pyrotechnického průzkumu rozdělit do šesti základních skupin:

6.1) plošný pyrotechnický průzkum, provádí se prověření zájmového prostoru za použití vhodné detekční techniky a přednostně se používají detektory kovů;

6.2) dohled při zemních pracích a terénních úpravách, provádí se tam, kde není možné z důvodu velkého množství falešných signálů provést odpovídající prověření zájmového prostoru – např. skládky, navážky apod.;

6.3) vyhledávání munice pod vodní hladinou, speciální technologie, která se provádí pod vodní hladinou za použití vodotěsných přístrojů;

6.4) vyhledávání leteckých pum, speciální technologie pro vyhledávání munice s hlubokým uložením, přednostně se používá magnetometrie;

6.5) jiné technologie, podle konkrétního zadání na konkrétní lokalitě. Plošný pyrotechnický průzkum představuje vyhledání, odkrytí a odstranění nebezpečné munice ze souvislé volné nebo porostlé plochy do stanovené hloubky. Tato metoda je nejsložitější, ekonomicky a časově nejnáročnější. Tímto způsobem se asanují především plochy, na kterých byl potvrzen zvýšený výskyt nebezpečné munice na větší ploše. Jedná se zpravidla o cílové plochy dělostřeleckých, tankových, leteckých a součinnostních střelnic, ženíjných cvičišť a nejbližší okolí jejich ohrožených prostorů. Touto metodou se dále sanují plochy území, které jsou v příslušných územních plánech určeny pro stavební činnost anebo pro rekreaci s vysokou frekvencí pohybu osob.

6.6) Jedním z nejnáročnějších úkolů pyrotechnických prací je provedení pyrotechnického průzkumu se zaměřením na relativně hluboko uložené nevybuchlé letecké pumy v intravilánu (bombardované územím rybníkem nebo bažinou, zasypané navážkou s tzv. civilizačním odpadem, trakční vedení ČD či MHD, inženýrské sítě apod.) a navíc často na staveništi, kde zároveň probíhají demolice stávajících objektů.

6.7) Neřešitelné případy vyžadují pyrotechnický dohled, to je soubor opatření ke zvýšení bezpečnosti provádění zemních prací na území s předpokladem výskytu nevybuchlé munice. Pyrotechnický dohled vždy provádí kvalifikovaný pracovník – pyrotechnik. Pyrotechnický dohled zahrnuje: seznámení se s projektem zamýšlených zemních prací, vyhodnocení území, na kterém budou práce prováděny z hlediska výsledků pyrotechnického průzkumu a stanovení možné míry ohrožení při prováděných pracích, stanovení nezbytně nutných opatření pro zvýšení bezpečnosti prací a zúčastněných osob.

7 Technologie pyrotechnického průzkumu

Detektory kovů, coby dlouholetý pracovní nástroj pyrotechniků, začínají být pomalu nahrazovány speciálními magnetometry, zejména u průzkumu bombardovaných oblastí a v intravilánu, tj. tam, kde je potřebný hluboký dosah a kde lze zároveň očekávat silné zarušení podloží konstrukcemi, inženýrskými sítěmi a tzv. antropogenním odpadem. Svoje uplatnění však mají i nadále v rámci přesného dohledávání a během provádění dohledu při kontrolním měření. Moderní magnetometr pro efektivní nasazení na zakázce velkoplošného průzkumu (revitalizace brownfieldů, průzkum pro trasy produktovodů nebo komunikací) by měl být ideálně vícekanálový, tzn. se šířkovým záběrem měřeného pásu 1–4 m a také s přiděleným číslem NSN (NATO Stock Number), které garantuje, že se jedná o profesionální přístroj navržený pro práci s municí. Samozřejmostí je také propojení s diferenciálním GPS systémem, který zaručuje přesnost lokalizace jednotlivých nálezů až ± 1 cm. Vyzkoušený hloubkový dosah detekce pumy 500 lb v závislosti na podloží bývá cca 8–12 m. Výhodou této metody je relativně jednoduchá a rychlá práce přímo z povrchu terénu, nejsou potřeba žádné vývrty ani předběžné vytyčování, poloha je

jednoznačně určena pomocí GPS a není vázána na pravoúhlé síť, překrývající všechny nepravidelné tvary stavenišť. Nevýhodou této metody je naprosto jednoznačný požadavek na důkladnou přípravu a vyčištění terénu před vlastním měřením, tj. odstranění veškerého stavebního a demoličního odpadu, odsunutí plotů, stavebních strojů, objektů zařízení stavenišť a dalších zdrojů rušení; a navíc utážení plochy měření ideálně radlicí dozeru pro umožnění hladkého a bezpečného pojezdu měřicí soupravy. Podstatnou nevýhodou je relativně malá průkaznost měření při relativně silném zarušení podloží a/nebo okolí, a to i při případném nasazení doplňkové geofyzikální technologie (elektromagnetické měření, zemní radar apod.).

V případě, kdy není možné použít vhodné plošné měření z povrchu – typicky v průmyslových provozech (bombardované rafinerie, strojírna atd.) nebo v lokalitách, kde je mocná vrstva znečištěné navážky, se používají speciální magnetometry vybavené akcelerometrem, měřící ve třech osách, určené pro měření v maloprůměrových vrtech až do hloubky 100 m, díky čemuž je možné „odstínit“ vliv rušení ve svrchních vrstvách a smysluplně detekovat případné anomálie v podloží, které by jinak byly z povrchu prakticky nezjistitelné. Tato technika je optimální pro stavenišť s vysokým podílem zarušení a je pro hloubkové zakládání jednoznačně nejbezpečnější a nejprůkaznější. Výhodou této metody je jasná identifikace případné nevybuchlé letecké bomby v podloží bez ohledu na vliv rušení svrchních vrstev, inženýrských sítí, produktovodů apod. Dále není potřeba nijak precizní vyčištění plochy stavenišť. Nevýhodou je pak nutnost realizace sítě maloprůměrových vývrtů (cca 40 mm čistý průměr v plastové pažnici) v síti cca (3 x 3 m²) pro spuštění měřicí sondy (směrového magnetometru) do země.

8 Nové postupy

Poslední novinkou v detekci na těžko přístupných místech (mokřady, rybníky, terénní nerovnosti, které budou odtěženy a které se zároveň investorovi nevyplatí upravovat výhradně pro účely pyrotechnického průzkumu apod.) je nasazení speciálních 3D X, Y, Z směrových magnetometrů v podvěsu pod dronem. Kromě „standardní“ funkce spojení s GPS základnovou stanicí je vybaven i nástrojem propojení s magnetickou základnovou stanicí, což umožňuje v průběhu měření eliminovat variace zemského magnetického pole a rušivá data od projíždějících vozidel nebo síťových vedení. Zůstaneme-li tematicky u „velké“ stavařiny, tzn. pyrotechnického průzkumu velkých ploch v řádech jednotek hektarů a více, pak už více méně standardně předpokládáme měření vícekanálovým magnetometrem, detektory kovů slouží až v dalších fázích k dohledávání zájmových anomálií na lokalitě. Podle výměry plochy a stavu terénu volíme buď ručně tlačení, vozidlem tažený anebo pod dronem podvěsný systém, se šířkou měřeného pásu 1, 2 nebo 4 m. Technickým základem jsou magnetometrické sondy osazené v přesných pozicích, dále pak GPS anténa, řídicí jednotka spolu s tabletem nebo počítačem, radiomodemem a radiovou anténou pro přenos korekčního signálu k dosažení centimetrové přesnosti a speciální kabeláž. Obsluhu tvoří operátor magnetometru, v případě nasazení vozidlem, taženého systému ještě řidič vozidla, v případě dronu pak pilot dronu.

Vlastní měření probíhá v pásech stanovené šířky tzv. na dotek, tj. bez překryvu, který vzhledem k přesné GPS pozici, není nezbytně nutný. Na displeji obslužného počítače se zobrazuje barevně odlišně již zaměřená plocha, navigace operátora/řidiče tedy probíhá jednak podle obslužného displeje, jednak velmi pomáhají viditelné stopy v terénu. Při nasazení dronu je využíván systém plánování dráhy letu, který na základě požadovaných výstupních parametrů (počet sond, rozteč sond, rozteč měřených pásů, letová výška nad zemí, rychlost

měření atd.) vygeneruje trasu letu, stanoví hraniční body, otočky a směry letu. Naměřená data z magnetometru jsou po ukončení měření kopírována do zpracovatelského počítače a s pomocí specializovaného software numericky zpracována do formy bitmapy reziduálního magnetického pole $\Delta T/m$, v jednotkách nanotesla/m (nT/m). Stanovení normálního T pole je součástí zpracovatelského programu statistikou naměřených dat. Jeho uplatnění se vždy nerealizuje. Data z Chebu byla poslána do Německa a zpět jsme obdrželi výsledek ve formě izolinií. Opakovaná měření se provedla na závěr měření a nejsou v tomto článku prezentována. S využitím optimalizace hraničních hodnot a modelových typů anomálií (etalonů) je možné do jisté míry vyseparovat pouze anomálie, které by mohly být hledanými objekty, tj. munice typu a velikosti dle konkrétního území, resp. bojové činnosti na něm probíhající. Všechna naměřená data procházejí vstupní kontrolou na konzistenci a kompletnost, aby bylo zajištěno správné umístění dat do souřadného systému WGS 84 nebo do Křovákova systému X, Y, Z. Následuje kompenzace pomocí matematického software, odstranění nereálných dat a dat s očividně chybnými hodnotami. Protože měření neprobíhá s přímou viditelností na zájmové objekty, není možné naprosto jednoznačně určit, které anomálie jsou a které nejsou případnými muničními nálezy. Proto se výsledná tabulka nálezů vždy připraví výhradně jako soupis objektů (je vždy důvěrná), které mohou být jasně identifikovány a jejich parametry vypočítány a u kterých nelze vyloučit podobný průběh anomálií.

9 Interpretace získaných dat

Interpretace všech naměřených dat je prováděna bez jakýchkoli omezení v souvislosti s vlastnostmi objektů, jako je velikost, objem, sklon atd. Vyhledávání objektů je založeno na principu, že každý konečný magnetický objekt může být detekován pomocí minimální a maximální hodnoty magnetického pole (dipól), kterými se odchyluje od okolního prostředí. S cílem zajistit nejvyšší kvalitu výstupu a úplnost detekovaných magnetických anomálií je vyhodnocování prováděno zásadně ručně, tj. bez využití automatizovaných algoritmů. Přesná poloha naměřených anomálií, které jsou z pohledu parametrů považovány za zájmové, je následně přenesena pomocí GPS roveru do terénu a označena terénní značkou. Zviditelnění potom probíhá většinou s podporou ručně drženého detektoru kovů a ženíjního nářadí, u velkých a hlubokých anomálií ve svrchních fázích i s podporou techniky stavby. Za její bezpečnost odpovídá pyrotechnik, který řídí práce na ověřování (zviditelňování) magnetických anomálií.

10 Jak dál v pyrotechnických průzkumech

Základním předpokladem je nepodceňování rizika. I když území ČR není tak zasažené pyrotechnickou zátěží jako třeba sousední Německo, rizika trvají a jsou nezpochybnitelná. Rozhodně není zodpovědným řešením konstatování „My jsme pojištěni, a pokud se objeví nějaká komplikace, zavoláme Policii.“ Naštěstí se s tímto přístupem v praxi setkáváme stále méně a méně, ale na druhou stranu také není ojedinělý. Zejména tuzemští investoři mají/měli podobné tendence, zahraniční jsou zvyklí ze svých zemí a pyrotechnický průzkum v rizikové oblasti považují za naprosto samozřejmý. Je třeba neustále si připomínat, že munice nestárne, zabíjí, a navíc představuje též environmentální zátěž. Požadavek na pyrotechnický průzkum nebo dohled je dobré zahrnout již do přípravy investiční činnosti – pokud si investor není jistý nebo potřebuje „odůvodnění“ provedení pyrotechnického průzkumu na svém staveništi, není problém zadat si znalecký posudek. Zároveň je potřeba plánovat včas, práce pyrotechnického průzkumu v terénu je možné zahájit až po schválení technologického

postupu příslušným správním orgánem Policie ČR. A v neposlední řadě je třeba zdůraznit, že se v případě pyrotechnické zátěže jedná o lidské životy a potenciálně velké hmotné škody, takže ekonomické hledisko by nemělo být limitující (nemluvě o tom, že ve většině běžných případů je z hlediska celkových nákladů stavby pyrotechnický průzkum finančně zanedbatelný).

11 Závěrem

Na závěr je nutné opakovaně potvrdit, že pyrotechnická zátěž je bezpečnostním závažným problémem, ale přitom problémem řešitelným. Je třeba si uvědomovat veškerá rizika, pracovat s nimi a plánovat pyrotechnické činnosti již ve fázi projektu. Zároveň z širšího celostátního či společenského pohledu by bylo vhodné najít nějakou formu státní podpory, např. z fondů na podporu obnovy životního prostředí, protože na rozdíl od např. ropných produktů, zátěž nevybuchlou municí, která může (i samovolně) zabíjet, je mimo obecný zájem a nepochopitelně není považována za kontaminaci životního prostředí. Tým profesionálů s mnohaletou tuzemskou i zahraniční praxí v činnostech pyrotechnického průzkumu, očisty i dohledu a s nejmodernějším vybavením světových parametrů máme k dispozici samozřejmě i v rámci ČR. Při pyrotechnickém průzkumu na lokalitě Cheb bylo nutné použít měření plošné magnetometrie s dronem jako nosičem magnetometru, protože průzkumná plocha byla několik měsíců silně zabahněná, z části stále pokrytá výraznými kalužemi. Plošné měření in situ nebylo technicky možné. Požádali jsme tedy německé pyrotechniky o spolupráci při plošném měření magnetiky s dronem.

Z této spolupráce s dronem přinášíme malou obrazovou reportáž

Potřebovali jsme zaměřit cca 9 ha. Příprava dronu, rekognoskace území a programování letu zabralo 4 hod, samotné nalétání plochy pak trvalo 7 hod. Jediným „problémem“ nasazení bylo stálé vyměňování lithiových baterií a jejich dobíjení – na jedno nabití vydrží cca 20 min. letu. I tak je zřejmé, že aplikace měření/průzkumu s dronem je efektivnější a rychlejší než pozemní. Použití dronu je z tohoto hlediska velmi perspektivní; nemluvě o tom, že se stále nacházíme na začátku aplikace této technologie. Lze očekávat, že s postupem času dojde k dalšímu rozšíření a optimalizaci dronového měření pro pyrotechnické průzkumy.

Autoři

¹ RNDr. Michal Tesař – geofyzik, G IMPULS Praha spol. s r.o.

² Ing. Tomáš Pokorný – pyrotechnik, DESTRIX s.r.o.



Obr. 1 Nevybuchlá letecká puma 500 lb ve výkopu



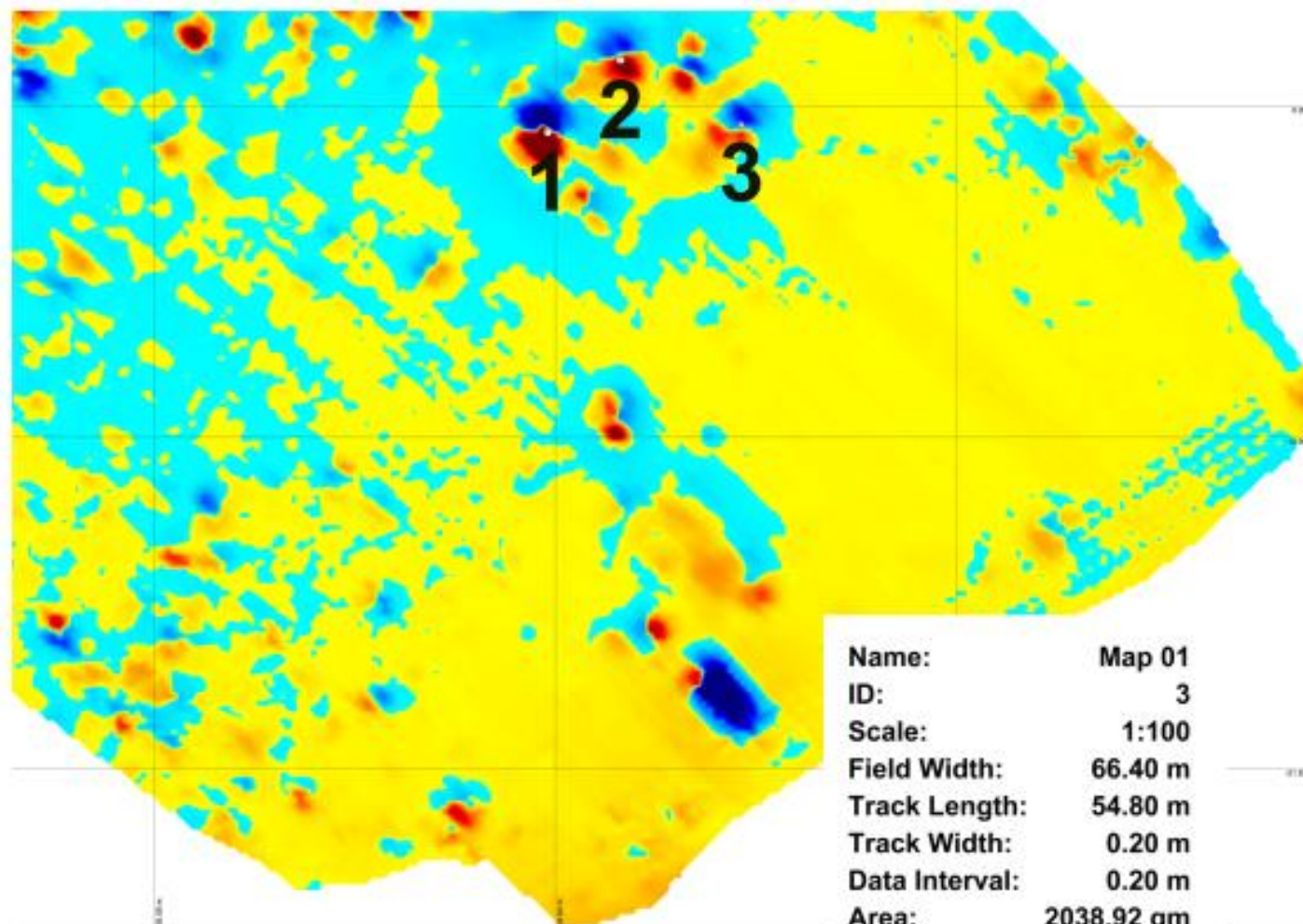
Obr. 2 Podvěsný 3D magnetometr, měřený záběr 1,0 m



Obr. 3 Podvěsný 3D magnetometr, měřený záběr 2,5 m



Obr. 4 Podvěsný 3D magnetometr, měřený záběr 2,5 m



Name: Map 01
 ID: 3
 Scale: 1:100
 Field Width: 66.40 m
 Track Length: 54.80 m
 Track Width: 0.20 m
 Data Interval: 0.20 m
 Area: 2038.92 qm
 Minimum: -1730.35 nT
 Maximum: 5555.59 nT

No.	Latitude WGS84	Longitude WGS84	Dia. [m]	Volume [l]	Depth [m]	Magnetic Moment [Am ²]
1	50° 3' 47.6638" N	12° 23' 29.1911" E	0.26	9.1	0.23	1.07
2	50° 3' 47.7410" N	12° 23' 29.3122" E	0.26	9.1	0.41	1.07
3	50° 3' 47.6726" N	12° 23' 29.5133" E	0.16	2.3	0.23	0.27

Popis a vysvětlivky k obr.5

Příklad vyhodnocení naměřených dat. Mapa izolinií magnetického pole s měřítkem vykreslení ± 250 nT a vybrané zájmové anomálie. V rámečkích základní textový popis měřené plochy a předpokládané parametry detekovaných anomálií – GPS poloha pro zpětné vynesení do terénu a parametry pro odhad typu a velikosti objektu. Ty jsou významné např. při filtrování pouze leteckých pum apod.

Obr. 5 - výstup z magnetometru, jednotlivé bodové anomálie

Magnetic Base Station MAGBASE



Applications

- Stationary monitoring of the Earth's magnetic field
- Reference sensor aside magnetic measurements (i.e. downhole, aerial or land)

Features

- Autarkic system with one sensor, GPS and battery
- Mass data storage on internal memory card
- Power concept with function for data loss prevention
- 200 Hz sampling rate
- USB download interface
- Serial live data output @ 2 Hz

The MagBase is a base station for magnetic measurements.

The system consists of a data logger, a FGM3D/75 Fluxgate magnetometer and a tripod.

The magnetometer is a tri-axial Fluxgate magnetometer, measuring all three components of the Earth's magnetic field. The sensor has a measurement range of $\pm 75,000\text{nT}$ and is mounted in a carbon fiber tube.

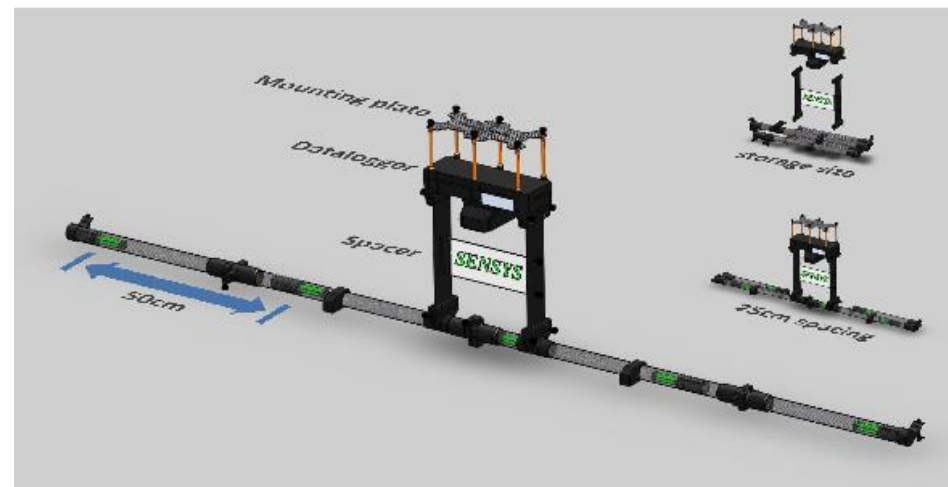
The data logger has a built-in GPS receiver, sending the position to the logger once per second. The device comes with its own power supply consisting

of one 12V, 7Ah Lead-Gel-Battery. An appropriate charger is part of the delivery.

The MagBase kit is designed for stationary monitoring of the Earth's magnetic field. The gathered data can be used in collaboration with other magnetic measurements (e.g. science related magnetic cartographies etc.) to correlate or correct survey data.

An associated software helps to export the data to further process the recorded values i.e. using the MAGNETO® software, GIS tools or Matlab with own scripting.

UAV / drone magnetometer survey kit MAGDRONE R4



Applications

- Survey & surveillance
- Mine exploration / tracking / monitoring at different heights
- Detection on unreachable, flooded or mined areas

Features

- Autarkic system with 5 FGM3D/75 Fluxgate sensors, GPS input, accelerometer and battery
- Attachable to any UAV / drone with 2+ kg payload
- 2GB internal memory card
- Data loss prevention
- 200 Hz recording rate
- 2 Hz live data output rate
- LAN download interface
- Data processing tool

The MagDrone R4 is an ultra portable magnetometer survey kit with 5 triaxial Fluxgates to be attached to any UAV / drone with a 2+kg payload.

Its unique folding mechanism allows a sensor spacing of either 25cm or 50cm providing a 2.5m swath width. Other solutions are available on request!

With 200Hz sampling rate the MagDrone series can easily filter out noise from net frequencies, infrastructure or the UAV / Drone motors. Hence, the MagDrone devices can be directly installed on the drone landing gear to enable a very compact setup.

The MagDrone R4 survey kit can be used for general purpose surveys, science related magnetic cartographies, mine exploration, as well as for safety relevant operations such as area scanning for bombs and ammunition, preventive check and surveillance of areas and camps against intrusion.

The MagDrone Data Tool helps to identify flown tracks, cut, filter and compensate the raw data, generates a preview and exports into various formats to further process the recorded values i.e. using the MAGNETO® software, GIS tools or Matlab with your own scripting.

Obr. 6. Prospekt magnetické stanice pro měření s dronem

Obr. 7. Prospekt magnetické sondy zavěšené pod dronem