ARCHEOLOGIA TECHNICA 32/2021

ISSN 1805-7241 http://archeologiatechnica.cz

VYUŽITÍ MAGNETOMETRU K HLEDÁNÍ VRAKU PONORKY U-206 REICHENBERG

Ivan Rous

Dostupné online:
http://archeologiatechnica.cz/node/366

Citace článku:
Rous, I. 2021: Využití magnetometru k hledání vraku ponorky U-206 Reichenberg. Archeologia technica 32, 100-106.

© TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ, 2021
Technické muzeum v Brně / Purkyňova 105, 612 00 Brno, Czech Republic
Tel.: 541 421 426 / www.tmbrno.cz

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

Archeologia technica

Archeologia technica je odborným recenzovaným periodikem předkládajícím příspěvky spojené se „zkoumáním výrobních objektů a technologií archeologickými metodami", průmyslovou archeologií i praktickými experimenty. Rádi bychom poskytovali prostor pro publikování a diskusi problematiky spjaté s archeologickými výzkumy technických a technologických zařízení, dokumentací a záchranou průmyslového dědictví a seznamování s výsledky praktických experimentů prováděných v rekonstrukcích starých výrobních zařízení. Kromě obsáhlejších příspěvků jsou přijímány též kratší zprávy o vybraných výrobních objektech, výrobních technologiích z nejrůznějších časových období, ale i dalších tematicky souvisejících aktivitách.

První text dvaatřicátého čísla AT navazuje na problematiku raně středověkých železářských dyzen zmíněnou i v minulém čísle. Tentokráte ne z prostředí střední části Moravského krasu, ale severněji ležícího Kunštátska. Praktickým experimentům se budeme věnovat v článcích pojednávajících o experimentální ražbě replik pražských grošů Aleny Selucké a Jaroslava Jelínka, o výrobě jednoho z halštatských vozů nalezených v Býčí skále v Moravském krase Zdeňka Čermáka a grafitových zásobnic, provedeným Pavlem Macků.

Dvojici příspěvků s tématikou výroby dřevěného uhlí z minulého čísla doplňuje práce širokého autorského kolektivu představující převážně rukou Mirka Dejmala archeologicko-historickou část grantového projektu věnovaného rozličným aspektům působení starých uhlířů v pěti různých regionech českých zemí.

I Hynek Zbranek a Jiří Zubalík navazují na texty o nových nálezech barvíren (z předminulého čísla), tvořících nedílnou součást kdysi významného brněnského textilnického centra, představením třetí archeologicky zkoumané lokality.

Dokumentaci dokladů výroby stavebních materiálů tentokráte zastupuje práce Petera Nagyho přibližující výzkum novověké cihelny v okrese Nitra.

Ne zcela obvyklé jsou poslední dva články nořící se do hlubin. V prvním případě prostřednictvím autorů pod vedením Michala Zezuly do ostravského sklepa za dobře dochovaným parovodním kotlem, v případě druhém nám Ivan Rous přibližuje hledání ponorky nesoucí jméno jeho působiště – Liberce, resp. Reichenbergu ztracené v Biskajském zálivu v letech druhé světové války a možné další využití v souvislosti s tímto pro nás suchozemce neobvyklým tématem vyvinutého průzkumného zařízení.

Obsah čísla doplňuje zpráva o experimentálních i ukázkových tavbách v železářských pecích a dalších bohulibých činnostech ve Staré huti u Adamova v roce 2021.

Archeologia technica je odborným recenzovaným periodikem předkládajícím příspěvky spojené se „zkoumáním výrobních objektů a technologií archeologickými metodami", průmyslovou archeologií i praktickými experimenty. Rádi bychom poskytovali prostor pro publikování a diskusi problematiky spjaté s archeologickými výzkumy technických a technologických zařízení, dokumentací a záchranou průmyslového dědictví a seznamování s výsledky praktických experimentů prováděných v rekonstrukcích starých výrobních zařízení.

Kromě obsáhlejších příspěvků jsou přijímány též kratší zprávy o vybraných výrobních objektech, výrobních technologiích z nejrůznějších časových období, ale i dalších tematicky souvisejících aktivitách.

Další informace pro autory jsou uvedeny na webu Technického muzea v Brně www.tmbrno.cz. Doporučili bychom Vaší pozornosti i stránky www.starahut.com, kde je možné nalézt jak starší publikace Archeologia technica ve formátu pdf, tak informace o akcích pořádaných Technickým muzeem v Brně na poli starého železářství. A v neposlední řadě web tohoto periodika i tradiční stejnojmenné odborné konference, jehož adresa zní archeologiatechnica.cz.

Za redakční radu Ondřej Merta

Obsah

Stopy přímé výroby železa v lese Nevěrný severně Rudky u Kunštátu 3
Ondřej Merta

Experimentální ražba repliky pražského groše 11
Jaroslav Jelínek – Alena Selucká

Konfrontace výroby halštatského vozu ze závěru 6. stol. př. Kr. z Býčí skály a středověkých platnéřských technik 22
Zdeněk Čermák

Uhlířství a jeho archeologické doklady – historicko-archeologický pohled na provozování řemesla 31
Přemysl Bobek– Roman Brejcha – Miroslav Dejmal – Jakub Houška – Hana Johanis – Jan John –Michala Přibylová
Lenka Sedláčková – Silvie Suchánková– Péter Szabó – Jakub Šimík

Výsledky archeologického výskumu zaniknutej tehelne v Lehote (okres Nitra) 57
Peter Nagy

Výroba a výpal grafitových keramických nádob se zaměřením na zásobnice pohledem experimentu 65
Pavel Macků

Schwarzova barvírna v areálu bývalé Vlněny v Brně 80
Hynek Zbranek – Jiří Zubalík

Nález kombinovaného parovodního kotle typu Strebel při archeologickém výzkumu tzv. Laubů v Moravské Ostravě 88
Michal Zezula – Marek Kiecoň – Radek Míšanec – Romana Rosová

Využití magnetometru k hledání vraku ponorky U-206 Reichenberg 100
Ivan Rous

Stará huť u Adamova v roce 2021 – experimentální a ukázkové tavby 107
Ondřej Merta

VYUŽITÍ MAGNETOMETRU K HLEDÁNÍ VRAKU PONORKY U-206 REICHENBERG

Ivan Rous

V roce 2021 proběhla v Biskajském zálivu Atlantického oceánu první etapa výzkumu zaměřeného na lokalizaci vraku ponorky U-206 Reichenberg. Aby bylo možné hledání na oceánu, pomocí magnetometru, byl upraven starší přístroj Geometrics G 816, který byl kompletně digitalizován a doplněn moduly GPS a wi-fi. Výzkum potvrdil možnost vyhledávat vraky lodí na vzdálenost až stovek metrů.

Klíčová slova: *magnetometrie – magnetometr – sonar – vrak – Biskajský záliv*

USING A MAGNETOMETER TO FIND THE WRECK OF THE U-206 REICHENBERG SUBMARINE

The first phase of research aimed at localising the wreck of the U-206 Reichenberg submarine took place in 2021 in the Bay of Biscay in the Atlantic Ocean. An older Geometrics G 816 device was modified, completely digitalised and fitted with GPS and Wi-Fi modules to search the ocean. The research confirmed it was possible to look for the shipwreck at distances of up to hundreds of metres.

Keywords: *magnetometry – magnetometer – sonar – wreck – Bay of Biscay*

Od roku 2017 Severočeské muzeum v Liberci administrativně vede projekt U-206 Reichenberg, jehož cílem je zmapování historie ponorky U-206 (typ VIIC), včetně osudů posádky a posádek ponorkou potopených lodí. Partnery projektu jsou dále Jizerskohorské technické muzeum a firmy Nautico a Texxar. Dílčím úkolem je výzkum zaměřený na lokalizaci vraku ponorky U-206, o němž se předpokládá, že leží na dně Biskajského zálivu v ose ústí řeky Loiry. Tato část projektu byla v roce 2021 povolena organizací Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM), složkou ministerstva kultury Francie a jednalo se formálně o podmořský archeologický výzkum, včetně pracovního potápění.

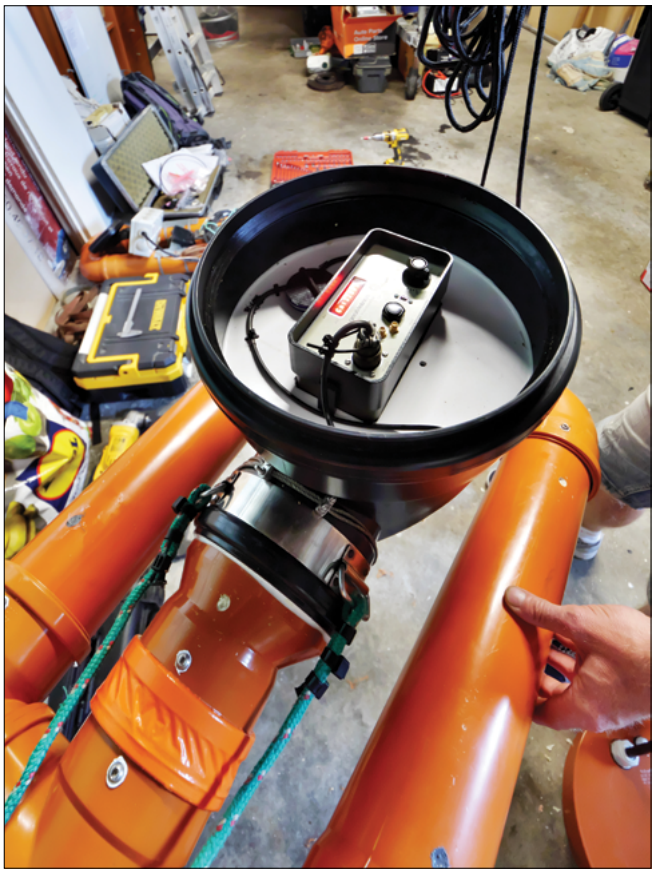
Ponorka U-206 byla spuštěna na vodu 4. dubna 1941 v loděnicích F. Krupp Germaniawerft AG a 17. května byla, pod patronátem města Liberec,[1] uvedena slavnostně do služby.[2] Zkoušky plavidla se odehrávaly v Norsku u města Trondheim, odkud 5. srpna 1941 vyplula U-206 na první bojovou plavbu. V jejím závěru se dostala až do svého přechodného domovského přístavu St. Nazaire ve Francii. Druhé operační nasazení ponorky probíhalo mezi 30. 9. a 28. 10. 1941, kdy ponorka hlídkovala v Atlantiku a v Gibraltarské úžině.

Pro nalezení vraku U-206 je zásadní třetí operační nasazení, které začalo 29. listopadu 1941. Přibližně do roku 2010 se předpokládalo, že U-206 byla potopena leteckým útokem, ale jednalo se o záměnu s U-71, která vyrážela ze St. Nazaire společně s U-206.[3] Poslední kontakt ponorky U-206 proběhl 29. prosince v 18:00, kdy se ponorky odpoutaly od doprovodných lodí poskytujících protiletadlovou ochranu a čekal je takzvaný trimovací ponor. Při trimovacím ponoru šlo o nastavení základního předozadního a levopravého vyvážení a proti normálnímu provozu se jednalo o částečně nebezpečný soubor zkoušek. Dále, již při operačním nasazení, měly ponorky komunikovat s velitelstvím Kriegsmarine pomocí kódovaných zpráv skrze přístroj Enigma. Veškerá komunikace byla zachycena odposlechem britských zpravodajců a v nám neznámý čas dekódována. Ve složce odposlechů[4] ponorky U-206 se tak nachází kompletní přepis komunikace velitelství, ze kterého vyplývá, že ponorka U-206 nepodala od vyplutí jediné hlášení, a to i přes opakované výzvy, které 4. prosince 1941 ustaly.

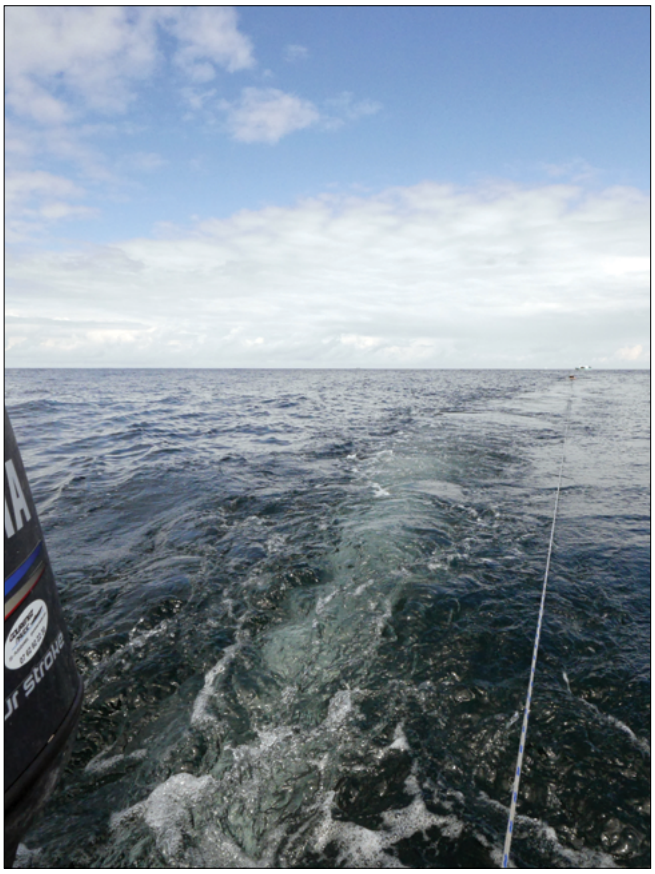
U-206 se pravděpodobně stala obětí námořní magnetické miny, které byly do zálivu shazovány britskými letci. Magnetické miny se shazovaly z letadel a spouštěly se na padácích do mělkých vod.

[1] Státní okresní archiv Liberec, fond Archiv města Liberec, Gd 138/1, kart. 867.
[2] Deutsches U-Boot-Museum (Stiftung Traditionsarchiv Unterseeboote e.V.), Archiv für Internationale Unterwasserfahrt, Cuxhaven Altenbruch, Složka U-206 Reichenberg.
[3] Tyto mylné informace uváděly různé zdroje, jako například: https://uboat.net/boats/u206.htm
[4] The National Archives, Londýn, skupina HW, třída 18, složka 306, inv. číslo 11132915.

Obr. 1: Ponorka U-206 Reichenberg nedlouho po spuštění na vodu v Kielu (1941)

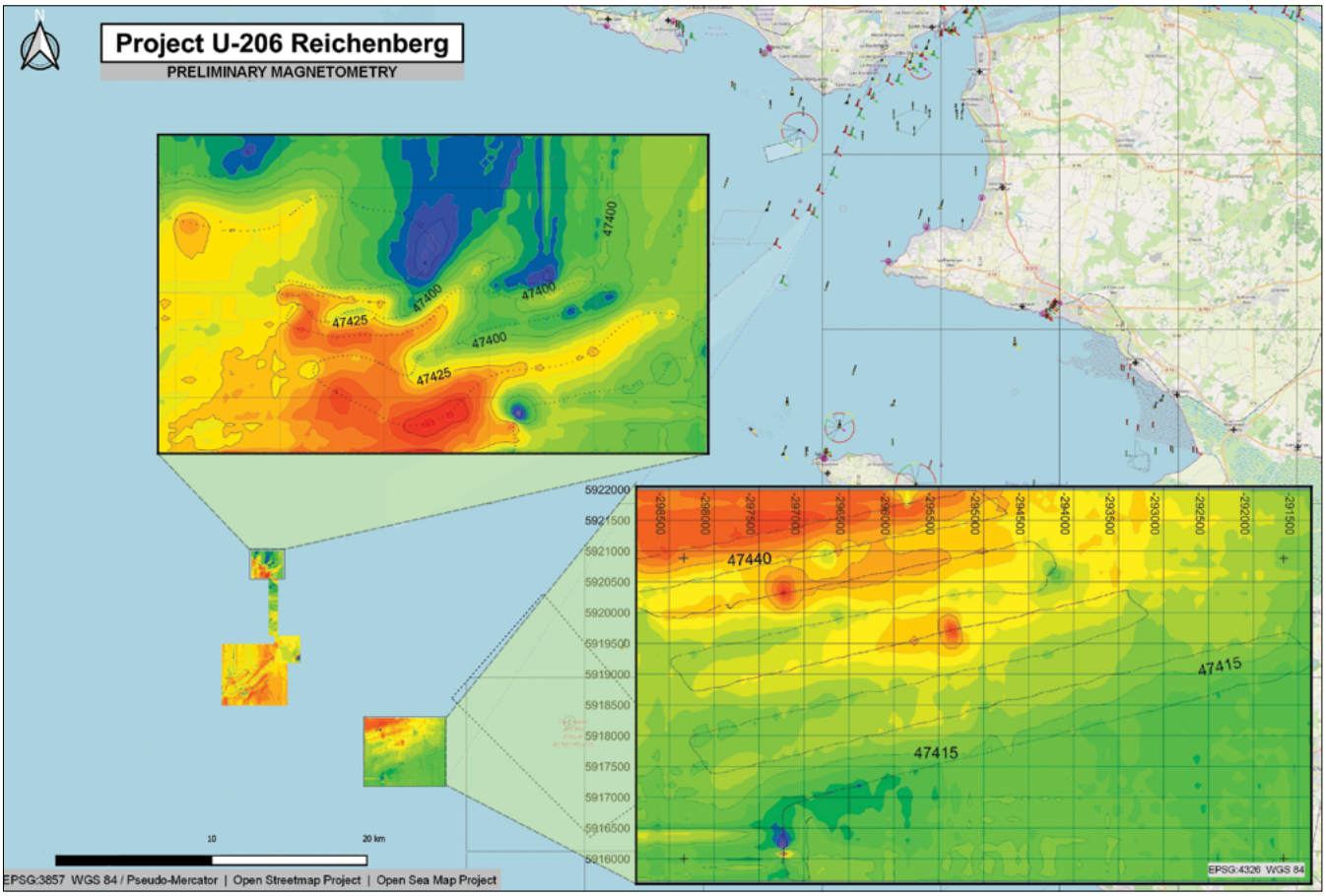


Obr. 2: Magnetometr zabudovaný do plováku z KGEM trubek

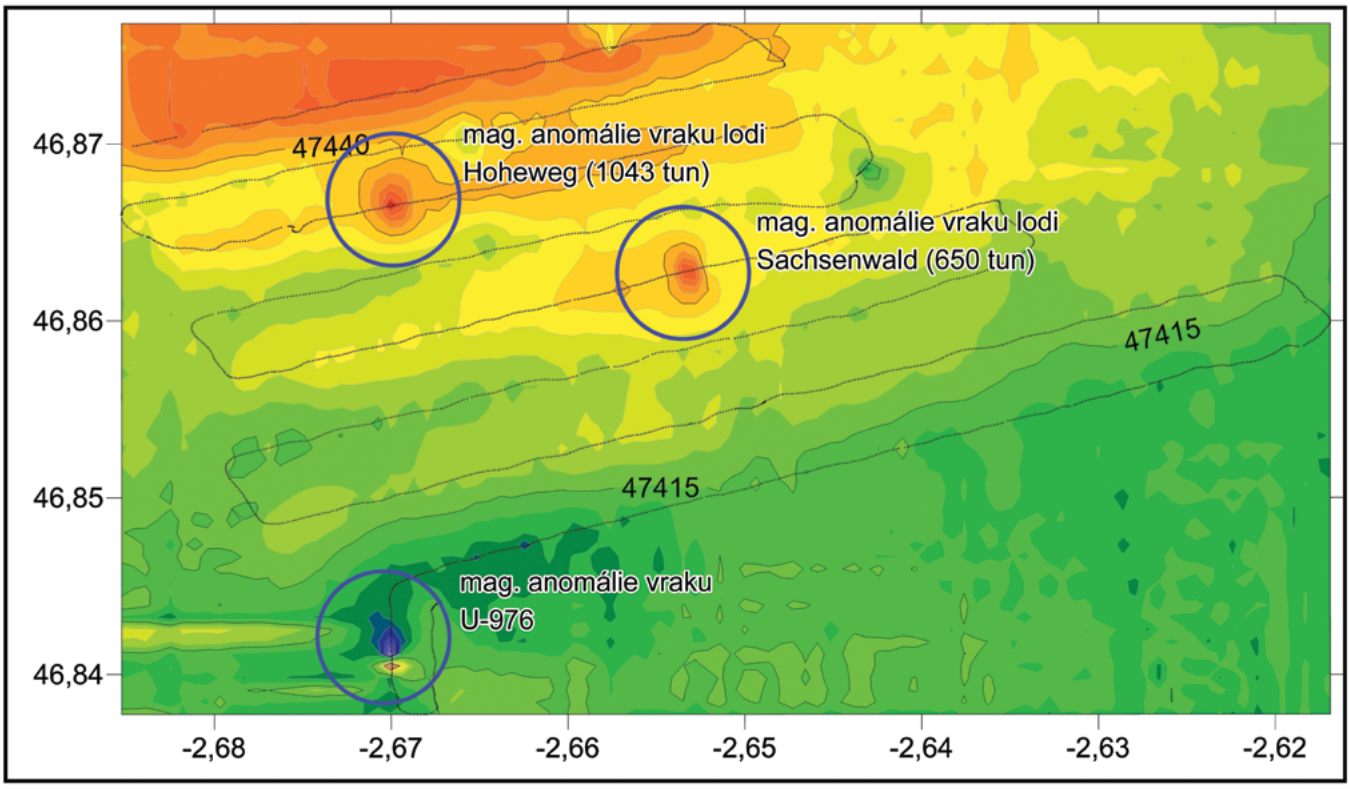


Obr. 3: Vlečení magnetometru ve velké vzdálenosti za lodí

Obr. 4: Převozní poloha magnetometru. Nejnáročnější operací, vzhledem k rychlosti přesunu a vlnám, byl převoz magnetometru do místa měření. Ke zdvihání z vody sloužil jednoduchý kladkostroj



Obr. 5: Ukázka části skenovaných oblastí ve vzdálenosti cca 50 km od pobřeží. Mřížka magnetometrických map má rastr 0,5 km



Obr. 6: Magnetické anomálie tří vraků zachycených 12. 8. 2021

Mina v odjištěném stavu spočívala na mořském dně a při narušení magnetického pole (proplouvající lodí či ponorkou), byla aktivována. Magnetická mina se pravděpodobně stala příčinnou potopení U-206, což dokládá i zpráva z velitelství Kriegsmarine, které nařizuje znovu odminovat přístupové koridory do přístavu a přikazuje ostatním ponorkám důsledně se držet předepsaných tras.[5] Z těchto indicií, založených na pravděpodobném scénáři, ke kterému došlo i vyšetřování Britské admirality,[6] byla zvolena oblast hledání v Biskajském zálivu. Biskajský záliv ve studované oblasti při ústí řeky Loiry má pozvolně se svažující dno s téměř konstantním velmi mírným svahem, kdy na jeden kilometr vzdálenosti od pobřeží přibývá jeden metr hloubky. Dno je z velké části písčité s podvodními dunami a skloněná rovina je narušena pouze skalisky při pobřeží a paleokorytem řeky Loira. Vrak se nachází s velkou mírou pravděpodobnosti ve vzdálenosti 40 až 90 kilometrů od pobřeží, čemuž odpovídá i rozptyl hloubek 35 až 100 metrů. Vzhledem k obrovskému území,[7] které má být v rámci projektu prozkoumáno, jsme byli nuceni použít kombinaci metod, jimiž bychom zúžili výběr oblastí hledání.

V Biskajském zálivu, hrubě vymezeném vzdáleností 200 km od pobřeží a na jihu omezeným městy Bordeaux a na severu Lorient se nachází několik tisíc vraků z různých dob. Ve vodách do vzdálenosti cca 100 km od pobřeží je většina těchto vraků známá místním rybářům, kteří sbírají a sdílí informace o vydatných lovištích ryb, které jsou nejvíce vázány právě na vraky lodí. To se týká i drobného „osobního" rybolovu. Tyto databáze se staly základem pro pátrání po vraku ponorky U-206 a cílem bylo ověřit dosud nepopsané vraky lodí. Databáze byla následně porovnána s databázemi vraků[8] a s prameny soukromníků.[9] Z výše uvedeného byla pro rok 2021 vybrána první oblast hledání ve vzdálenosti cca 58 km od St. Nazaire[10] o průměru cca 20 km.

[5] Cit.: „Ztráta U-206 způsobila značné znepokojení ohledně situace s minami. Mimo předepsané přibližovací trasy se mohou provádět pouze příležitostné průzkumné výjezdy a mimo vnější přibližovací body nelze provádět vůbec žádné průzkumy. Bylo proto požadováno navýšení obranných sil na západě (pozn. autora: jde pravděpodobně o flakové lodě a minolovky), ale není jisté, odkud mohou být vzaty." Zdroj: BdU, Befelshaber der U-Boote (ponorkové velitelství), 4. prosinec 1941. Zdroj: http://www.uboatarchive.net/BDU/BDUKTB30301A.htm

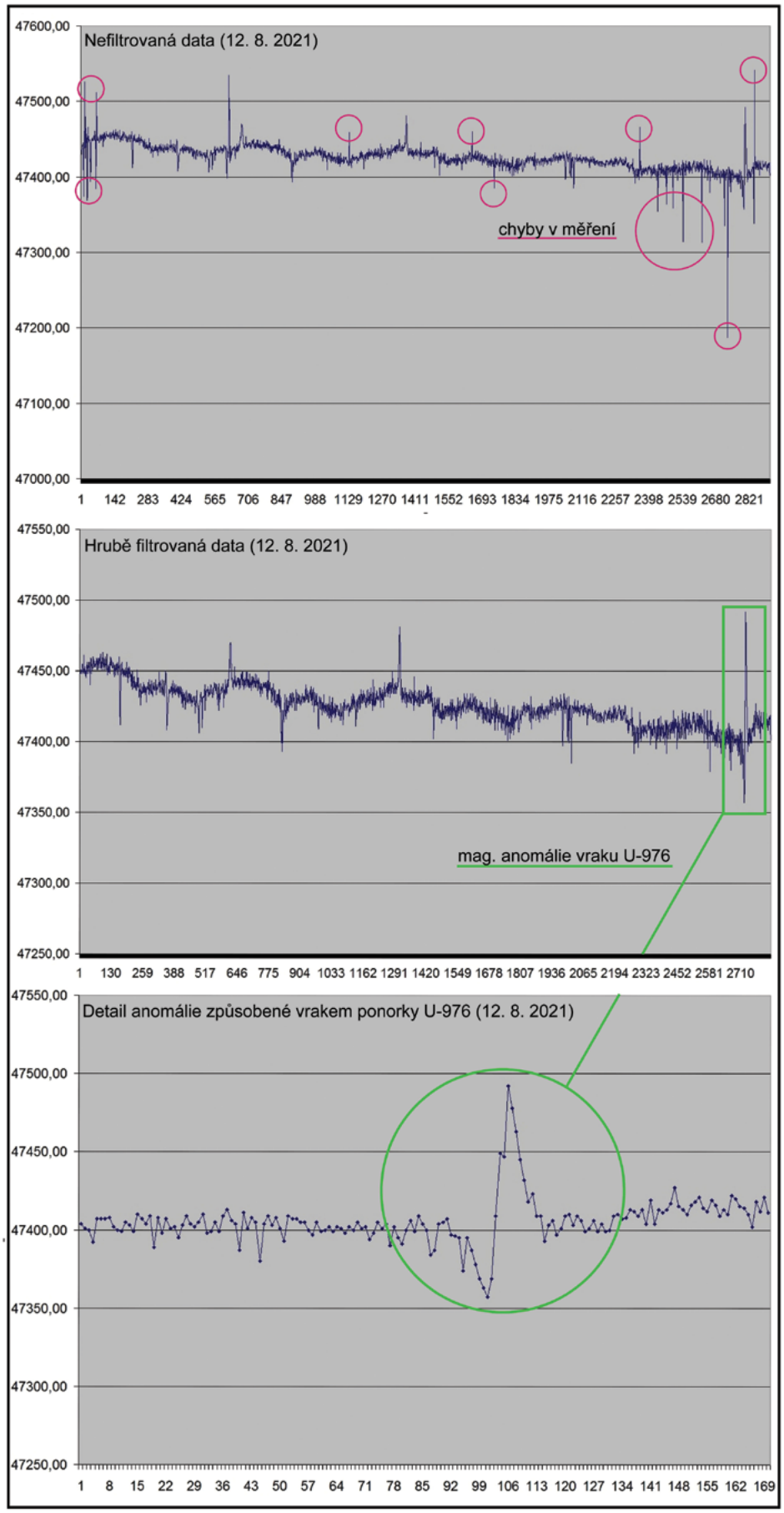
[6] Zvláštní zpráva od Axel Niestlé.

[7] Oblast tvaru úzkého vějíře zabírá plochu přes 1 200 km².

[8] Zdroj: https://www.wrecksite.eu/

[9] Jedná se o soukromé databáze potápěčských klubů, badatelů apod.

[10] 45.8795872N, 1.8097553W



Obr. 7: Ukázka postupného filtrování dat z měření v Biskajském zálivu. Anomálie způsobené vraky jsou k vidění až po odfiltrování chyb a případného šumu. Vzhledem k délce měření v řádech hodin je vidět i denní variace magnetického pole jako celková sestupná křivka

MAGNETOMETRIE

Pro základní detekci vraku na mořském dně byla jako primární metoda zvolena magnetometrie doplněná o dva typy sonarů. Principem magnetometrie v našem případě je měření totálního vektoru magnetického pole (T – jednotka magnetické indukce Tesla). Země má proměnné geomagnetické pole (GMP), které je ovlivněno přirozenými variacemi jako je například sluneční aktivita a pulzace, které mají ve složkách předpokládaného pole hodnotu maximálně desítek nT. Přirozené pole, dané přírodním prostředím oblasti, která je měřena, narušují magnetickými anomáliemi tělesa obsahující feromagnetické materiály.[11] Tato tělesa způsobují anomálie, jejichž velikost odpovídá množství feromagnetického materiálu a orientaci tělesa. Anomálie jsou nejčastěji měřeny protonovým magnetometrem, který je využíván běžně při geofyzikálním měření. V relativně homogenním magnetickém poli, v podložních horninách bez výraznějších anomálií, je možné detekovat feromagnetické objekty se značnou jistotou i přesností. Pokud budeme vnímat magnetickou anomálii jako křivku nebo sféru nad objektem a v jeho okolí v ploše, tak například tunový automobil vytvoří teoreticky měřitelnou anomálii 1 nT (rozlišení přístroje) jižna vzdálenosti 30 metrů, tisícitunová loď je pak detekovatelná na vzdálenost až 300 metrů.[12] Ponorka U-206 třídy VIIC má čistou hmotnost 769 tun a lze předpokládat teoreticky zachytitelnou anomálii již na vzdálenosti přibližně 200 metrů. Zároveň ferromagnetický předmět v GMP vytváří takzvaný dipól, tedy kladnou i zápornou magnetickou anomálii v přibližně severojižním směru s tím, že záporná část anomálie je na severní straně, pokud těleso není negativně magnetické.

ÚPRAVA MAGNETOMETRU

Pro výzkum na Atlantickém oceánu byl firmou Texxar upraven přístroj Geometrics G 816 z 80. let s přesností 1nT, u kterého byla ponechána původní analogová část zpracování signálu ze sondy[13] a zbytek byl kompletně digitalizován. Magnetometr byl doplněn počítačem, resp. základní deskou Arduino TTGO, deskou Neo-6M modulu GPS pro sekvenční měření a nosičem dat byla 32 GB karta. Zápis byl prováděn do souboru CSV. V konfiguraci 6x Lion 18650 3,9V byl magnetometr schopen měřit až 6 hodin nepřetržitě v intervalu 8 sekund. Dále byl magnetometr doplněn wi-fi modulem, který kontroloval data, a anténními výstupy.

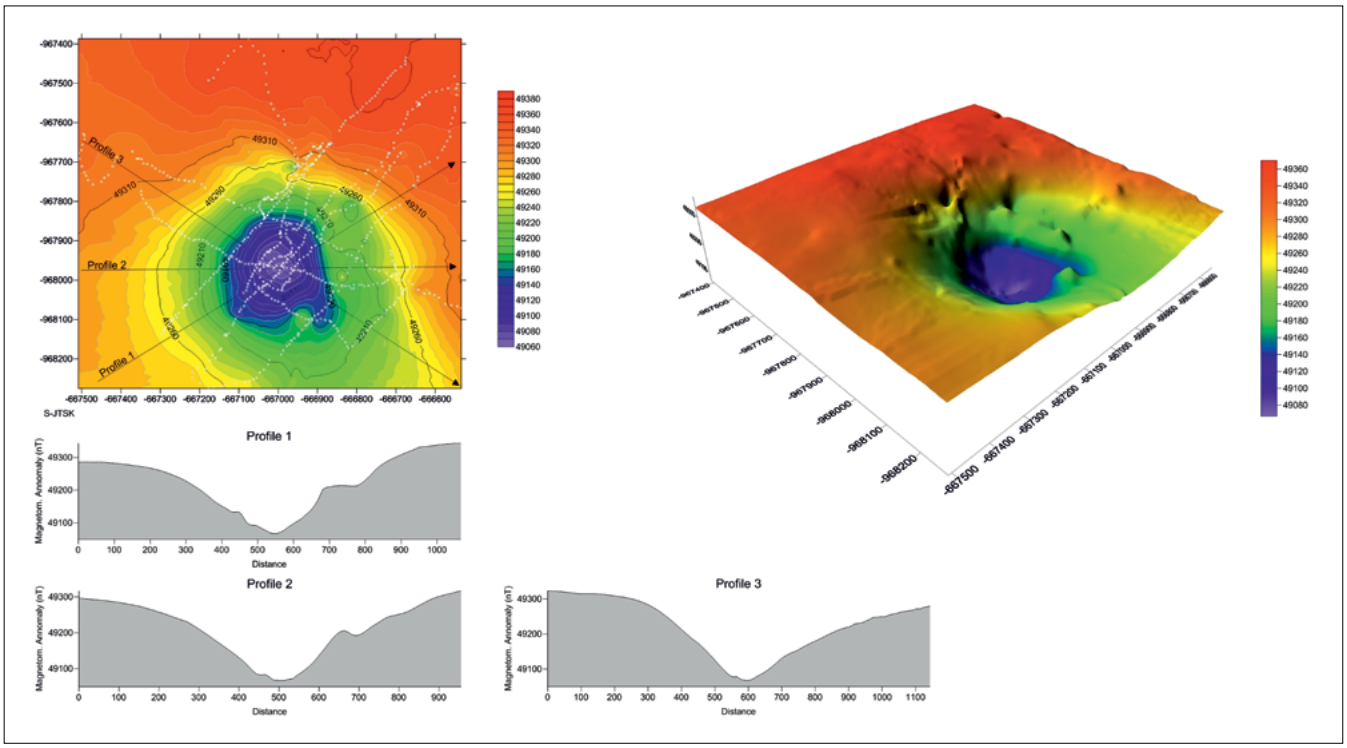
Přístroj, včetně sondy, dále byl umístěn do obalu složeného z KGEM[14] trubek. Jako závaží byla v části u sondy použita sádra, která vykázala nejnižší magnetickou susceptibilitu. Ve spojovacích částech obalu pak byla použita cementová směs, která vylitím volného prostoru zároveň celou konstrukci zpevnila. Dále byly provedeny plavební zkoušky tak, aby byl magnetometr ustálen ve správné poloze při vlečení za lodí. Tyto úpravy se týkaly montáže horizontální ploutve a plováku. Jejich účelem byla stabilizace magnetometru při vlečení ve vlnách.

MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ

Pro vlečení magnetometru byl vybrán výkonný člun typu zodiac, který vzhledem k nízké hmotnosti a malému podílu kovů zaručuje malý magnetický obraz. Pro vyšší kvalitu měření však byl magnetometr vlečen ve vzdálenosti 40 metrů za lodí z důvodu předpokladu ovlivnění měření magnetickým obrazem. Kontrolní spojení mezi magnetometrem a lodí se odehrávalo pomocí wi-fi, kdy v mobilním zařízení bylo možné sledovat křivku s měřenými hodnotami. Vzhledem k velikosti předpokládané anomálie byly zvoleny rozestupy mezi jednotlivými měřeními na cca 400 metrů, za předpokladu že podmínky umožnily křižování. Volba trasy lodi byla ovlivněna vlnami, větrem i vyhýbáním a míjením s rybářskými loděmi.

Zpracování dat probíhalo vždy po skončení měření a spočívalo v hrubé filtraci chyb v tabulkovém editoru. Dále byla data zpracována plošně v programu Surfer.[15] Měření vykazovalo jinou hodnotu magnetického pozadí při různé orientaci vlečení, což připisujeme slabému magnetickému obrazu obalu magnetometru. Rozdíl se však pohyboval do 10 nT. Naopak se prokázalo, že magnetometr je možné vléci i v kratší vzdálenosti od lodě už kolem 15 metrů, neboť magnetický obraz lodě byl již ve vzdálenosti 15 metrů zcela zanedbatelný. Pro referenci a ověření metody byla změřena magnetická anomálie vraku ponorky U-976, což bylo typově a velikostně zcela identické plavidlo v odpovídající hloubce 55 metrů. Vrak vytvořil anomálii skládající se z dipólu o celkovém zobrazeném průměru kolem 500 metrů. Anomálie vraku U-976 byla zaznamenána jednoznačně na minimálně 20 bodech měření v 8sekundovém intervalu. To při rychlosti 6 km/h vykazuje v severojižním směru minimální délku anomálie 256 m, což odpovídá teoretickým modelům. Magnetické anomálie lodí o tonáži více jak 1 000 tun vykazovaly oblasti o velikosti přibližně 400 metrů až 600 metrů při hloubce cca 40 metrů, ale v tomto případě jde o interpretační schéma, nikoliv o celkový rozsah faktické anomálie. Zároveň je možné připustit, že orientace vraků má vliv na celkový magnetický obraz, který v některých případech předčil rozměrem původní úvahy. Mezi detekovanými objekty byla i rybářská loď o výtlaku pouhých 42 tun, která se projevila na mapě výrazným dipólem. Tento vrak bude v roce 2022 znovu ověřen, neboť anomálie odpovídá podstatně hmotnějšímu feromagnetickému tělesu. Magnetometricky a následně kolmým pevným sonarem byla ověřena i anomálie staršího vraku, který se rozpadl na drobné kusy a v podstatě splynul s rovinou dna, přesto zanechal výraznou stopu na magnetometrické mapě.

[11] http://www.geology.cz/extranet/vav/zemska-kura/geofyzika/magnetometrie
[12] *Breiner, S. 1973*: Applications manual for portable magnetometers. Sunnyvale California: Geometrics.
[13] Sonda se skládá z nádoby na kapalinu (používá se voda, líh nebo kerosin) a cívky.
[14] Běžný potrubní stavebnicový systém, tzv. hladké potrubí.
[15] https://www.goldensoftware.com/products/surfer



Obr. 8: Magnetický obraz Pytlácké jámy – maarové diatrémy v Jizerských horách. Měření se v obtížně přístupném terénu provádělo celkem tři dny s původním typem magnetometru a čítá celkem 750 jednotlivých bodů. S vylepšeným magnetometrem je možné totožnou strukturu změřit během jediného odpoledne a s použitím dronu během 25 minut

VÝSLEDKY

Magnetometrickým měřením byla ověřena možnost detekce vraku ponorky, stejně jako menších lodních vraků. Při měření je nutné počítat s denními variacemi magnetického pole, magnetickým obrazem samotného zařízení i vlnami. Dlouhé i krátké mořské vlny, včetně následného naklápění plovoucího magnetometru, ovlivňují měření v rozsahu přibližně 20 nT. Tyto úchylky od stabilního homogenního pole jsou zanedbatelné, neboť jednotlivé sekvence obsahují přibližně 3 000 jednotlivých bodů měření. V rámci měření se pravidelně objevovaly i velmi výrazné odchylky v řádech prvních stovek nT, respektive anomálie, které byly zcela izolovány. Je možné, že se jednalo o chybu přístroje nebo o náhodnou kolizi procesů v motoru lodi a v magnetometru. Jejich původ nebyl odhalen, ale nepředstavovaly více jak 1 % všech měření a bylo je možné velmi rychle ručně filtrovat. Po hrubém vyhodnocení byla magnetometrie doplněna o výsledky ze sonaru s bočním scanem.[16] Ten byl používán jen v některých úsecích, neboť vyžadoval rychlost vyšší než 8 km/h. Data byla párována podle časového klíče i polohy, čímž byla eliminována možnost chybného spojení výsledků sonaru a magnetometru.

Úprava magnetometru se osvědčila v předpokládaném rozsahu a pro rok 2022 plánujeme nasazení dvou protonových magnetometrů. První bude vlečen pod mořskou hladinou, což umožní monitorovací rychlost plavidla přes 7 km/h a tím pádem i nasazení sonaru a druhý magnetometr bude zavěšen pod dronem (UAV) s letovou výdrží cca 60 minut a startujícím z plovoucího pontonu. Dron, jenž v roce 2022 získá Severočeské muzeum, bude primárně určen pro archeologii a geofyzikální měření, čemuž odpovídá i výbava (Lidar OS2,[17] IR kamera,[18] duální fotogrammetrická kamera a magnetometr. Vývoj, který proběhl na magnetometru Geometrics G 816 bude zúročen právě při stavbě nových magnetometrů. Nově budou mít rozlišení 0,1 nT, sekvenční měření po 2 sekundách a online výstup do mapového podkladu. Tvorbu plošné magnetometrické mapy tak bude uživatel moci pozorovat v reálném čase a bude moci zajistit lepší rozložení následujících měření v ploše.

IVAN ROUS, Severočeské muzeum v Liberci, Masarykova 437/11, 460 01 Liberec 1, ivan.rous@muzeumlb.cz

[16] StarFish 450F
[17] Dálkové měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserového paprsku odraženého od snímaného objektu. Také se používá výraz Laserccan.
[18] Infračervená kamera Flir

Seznam autorů

Mgr. Přemysl Bobek, Ph.D.
Botanický ústav AV ČR
Zámek 1, 252 43 Průhonice
premysl.bobek@ibot.cas.cz

Mgr. Roman Brejcha
Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta - Katedra fyzické geografie a geoekologie
Albertov 6, 128 43 Praha 2
r.brejcha@centrum.cz

Mgr. Zdeněk Čermák
Palackého univerzita
Filozofická fakulta, Katedra historie, sekce archeologie
Na Hradě 5, 779 00 Olomouc
zdenek.cermak@centrum.cz

Mgr. Miroslav Dejmal, Ph.D.
Archaia Brno z.ú.
Bezručova 78/15, 602 00 Brno
mdejmal@archaiabrno.cz

Ing. Jakub Houška, Ph.D.
Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu
a okrasné zahradnictví, v.v.i.
Odbor ekologie krajiny
Lidická 25/27, Brno, 602 00
jakub.houska@vukoz.cz

Jaroslav Jelínek
Technické muzeum v Brně
Metodické centrum konzervace

Ing. Hana Johanis
Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra pedologie a ochrany půd
Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchdol
hurychova@af.czu.cz

PhDr. Jan John, Ph.D.
Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta - Katedra fyzické geografie a geoekologie
Albertov 6, 128 43 Praha 2
jjohn@jcu.cz

Mgr. Marek Kiecoň
Národní památkový ústav, Územní odborné pracoviště v Ostravě
Bezručovo nám. 1147/1, 746 01, Opava 1
kiecon.marek@npu.cz

Mgr. Pavel Macků
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Filozofická fakulta, Archeologický ústav
Branišovská 1645/31a, 370 05 České Budějovice
mackup01@ff.jcu.cz

Mgr. Ondřej Merta
Technické muzeum v Brně
Purkyňova 105, 612 00 Brno
merta@technicalmuseum.cz

Mgr. Radek Míšanec
Národní památkový ústav
Územní odborné pracoviště v Ostravě
Odboje 1941/1, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava
misanec.radek@npu.cz

Mgr. Peter Nagy
Slovenské národné múzeum – Archeologické múzeum
Žižkova 12, P.O.BOX 13, 810 06 Bratislava
p.nagy.engerau@gmail.com

Mgr. Michala Přibylová
Archaia Brno z.ú.
Bezručova 78/15, 602 00 Brno
pribylova@archaiabrno.cz

Mgr. Romana Rosová, Ph.D.
Národní památkový ústav
Územní odborné pracoviště v Ostravě
Odboje 1941/1, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava
rosova.romana@npu.cz

Ivan Rous
Severočeské muzeum v Liberci
Masarykova 437/11, 460 01 Liberec 1
ivan.rous@muzeumlb.cz

Mgr. Lenka Sedláčková, Ph.D.
Archaia Brno z.ú.
Bezručova 78/15, 602 00 Brno
lsedlackova@archaiabrno.cz

Ing. Alena Selucká
Technické muzeum v Brně
Metodické centrum konzervace
Purkyňova 105, 612 00 Brno
selucka@technicalmuseum.cz

Mgr. Silvie Suchánková
Botanický ústav AV ČR
Oddělení vegetační ekologie
Lidická 25/27, 602 00 Brno
silvie.suchankova@ibot.cas.cz

Mgr. Péter Szabó, Ph.D.
Botanický ústav AV ČR
Oddělení vegetační ekologie
Lidická 25/27, 602 00 Brno
peter.szabo@ibot.cas.cz

Mgr. Jakub Šimík
Archaia Brno z.ú.
Bezručova 78/15, 602 00 Brno
simik@archaiabrno.cz

Mgr. Hynek Zbranek
Archaia Brno z.ú.
Bezručova 78/15, 602 00 Brno
hzbranek@archaiabrno.cz

Mgr. Michal Zezula, Ph.D.
Národní památkový ústav
Územní odborné pracoviště v Ostravě
Odboje 1941/1, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava
zezula.michal@npu.cz

Mgr. Jiří Zubalík
Ústav archeologické památkové péče Brno
Kaloudova 1321/30, 614 00 Brno
zubalik@uapp.cz