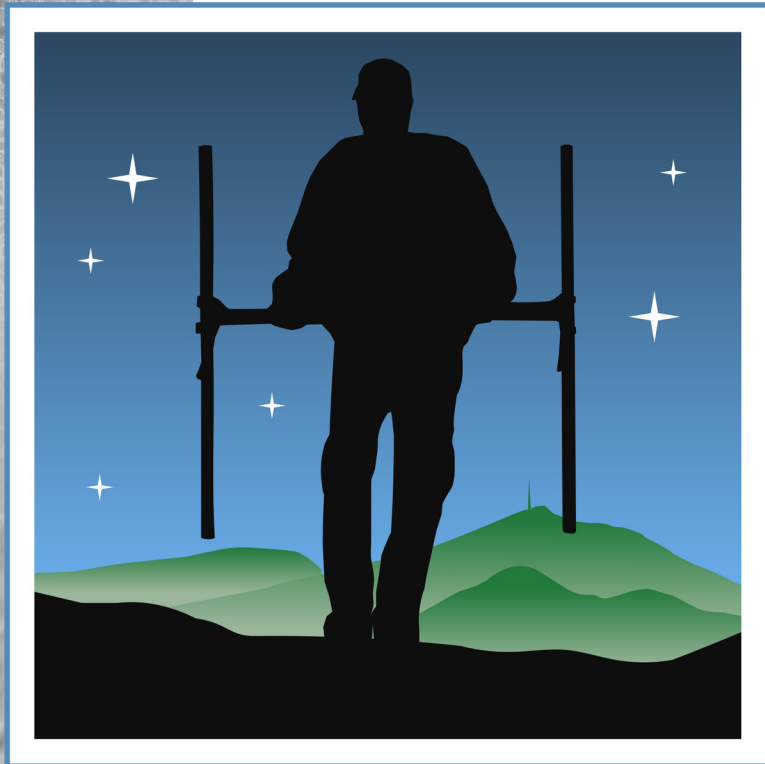


Instytut Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego
Fundacja Nauki „Archaeologia Silesiae”



METODY GEOFIZYCZNE W ARCHEOLOGII POLSKIEJ 2016

Wrocław 2016

Instytut Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego

Fundacja Nauki „Archaeologia Silesiae”

Metody geofizyczne w archeologii polskiej 2016

Redakcja

Mirosław Furmanek

Tomasz Herbich

Maksym Mackiewicz

Wrocław 2016

Metody geofizyczne w archeologii polskiej 2016

Instytut Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego

Fundacja Nauki „Archaeologia Silesiae”

Redakcja tomu: Mirosław Furmanek, Tomasz Herbich, Maksym Mackiewicz

Recenzent: prof. dr hab. Jerzy Piekalski

Projekt okładki: Maksym Mackiewicz

ISBN 978-83-61416-73-9

Druk: Avertdruk, ul. Krakowska 21, 41-503 Chorzów

SPIS TREŚCI

Zapomniany zamek Ciołków w Żelechowie, <i>Wojciech Bis, Tomasz Herbich, Robert Ryndziejewicz</i>	5
Rowy małe i duże. Interpretacja czworokątnych struktur rejestrowanych na zobrazowaniach danych nieinwazyjnych, <i>Przemysław Dulęba, Mirosław Furmanek, Piotr Wroniecki</i>	9
Od porażki do zwycięstwa. Problem interpretacji badań nieinwazyjnych na przykładzie studiów nad osadnictwem lateńskim na Śląsku, <i>Przemysław Dulęba, Jacek Soida, Piotr Wroniecki</i>	15
Kurhany w Rozumickim Lesie (woj. opolskie), <i>Mirosław Furmanek, Artur Rapiński, Iwona Feier</i>	20
Zastosowanie analizy prędkości fal elektromagnetycznych w interpretacji danych georadarowych, <i>Tomisław Gołębiowski, Tomasz Małyś</i>	23
Analiza możliwości i ograniczeń zastosowania metody GPR i ERT w archeologii z wykorzystaniem wyników modelowania numerycznego, <i>Tomisław Gołębiowski, Bernadetta Pasierb</i>	26
Badania „Wzgórza Marii”, czyli odkrycie reliktów pałacu Sobieskich na Marymoncie w Warszawie, <i>Michał Grabowski, Radosław Mieszkowski</i>	29
Geofizyczna prospekcja grodzisk w Santoku i Miliczu, <i>Anna Groffik, Justyna Kolenda, Kinga Zamelska-Monczak</i>	31
Badania nieinwazyjne wybranych wczesnośredniowiecznych grodów w woj. lubuskim, <i>Bartłomiej Gruszka, Łukasz Pospieszny</i>	34
Prospekcja w skali mikro. Tomografia komputerowa urn kultury łużyckiej ze stanowiska we Wtórku (pow. ostrowski, woj. wielkopolskie), <i>Agata Halusko, Grzegorz Gmyrek</i>	36
Słój słojowi nierówny. Nieinwazyjne badania stanowiska Plain of Jars 1 w prowincji Xieng Khoung (Laotańska Republika Ludowo-Demokratyczna), <i>Kasper Hanus, Jamie Speer, Louise Shewan, Dougland O'Really</i>	39
Metody geofizyczne w badaniu miast starożytnego Egiptu, <i>Tomasz Herbich</i>	42
Kakucs-Turján (centralne Węgry) – osada obronna z środkowej epoki brązu w świetle wyników badań nieinwazyjnych i geoarcheologicznych, <i>Mateusz Jaeger, Jakub Niebieszczański</i>	45
Ograniczenia i niejednoznaczności w metodzie georadarowej podczas badań warstw przypowierzchniowych, <i>Jerzy Karczewski, Ewelina Mazurkiewicz</i>	47
Problematyka archeologicznych badań nieinwazyjnych w ujęciu konserwatorskim, <i>Agata Karwecka, Agnieszka Krawczewska</i>	50
Rozpoznanie geofizyczne płytkiego podłoża geologicznego oraz analiza przestrzenna znalezisk na stanowiskach późnopaleolitycznych w okolicach Sowina, woj. opolskie, <i>Marek Kasprzak, Andrzej Wiśniewski, Mirosław Furmanek</i>	53
Nieinwazyjne metody badawcze. Nowy wspaniały świat archeologii? <i>Grzegorz Kierszys</i>	55
Problemowość badań geofizycznych dziedzictwa archeologicznego lasów nizinnych. Studium Puszczy Zgorzeleckiej, <i>Paweł Konczewski, Piotr Wroniecki, Magdalena Konczewska, Jacek Szczurowski</i>	57
Letecká prospekce a magnetometrická měření rondelů a rondeloidů z neolitu a doby bronzové na Moravě a v Čechách, <i>Jaromír Kovárník</i>	61
Analiza badań magnetycznych na przykładzie cmentarzyska ciepłopalnego, <i>Monika Łój, Sławomir Porzucek, Piotr Janczewski</i>	67
W poszukiwaniu średniowiecznych fos Krakowa. Geofizyczno-geochemiczne studium przypadku, <i>Mikołaj Łyskowski, Bernadetta Pasierb, Maria Wardas-Lasoń</i>	70
Badania geomagnetyczne w obrębie późnoneolitycznego kompleksu sepulkralno-obrzędowego w Sadowiu, <i>Maksym Mackiewicz, Wojciech Pasterkiewicz, Bartosz Myślecki</i>	73

Archaeogeophysical prospection at the Department of Archaeology and Museology, Masaryk University, <i>Peter Milo, Tomáš Tencer, Michal Vágner</i>	77
Kurhany z epoki brązu w dorzeczu Dniestru – badania geofizyczne i weryfikacja archeologiczna, <i>Przemysław Makarowicz, Mateusz Cwaliński, Jakub Niebieszczański et al.</i>	78
Analiza prędkości propagacji fali elektromagnetycznej podczas georadarowych poszukiwań miejsc pochówków w gruntach antropogenicznych, <i>Ewelina Mazurkiewicz, Jerzy Karczewski</i>	80
Mapowanie składu chemicznego w różnej skali: od badań geochemicznych po archeometrię, <i>Andrzej Michałowski, Przemysław Niedzielski, Karol Jakubowski et al.</i>	83
Badania nieinwazyjne w obrębie grodzisk stożkowatych w Starych Tarnowicach, pow. tarnogórski oraz Pniowie, pow. gliwicki, <i>Monika Michnik, Piotr Wroniecki, Radosław Zdaniewicz</i>	85
Badania archeologiczno-geofizyczne w miastach po 50 latach od pierwszych prób w Polsce, <i>Krzysztof Misiewicz</i> ...	89
Badania georadarem na Twierdzy Srebrna Góra, <i>Olga Nosal</i>	92
Rozpoznanie magnetyczne stanowisk badanych na trasie planowanej drogi S7 w zachodniej Małopolsce, <i>Marcin M. Przybyła</i>	93
Grodziska w okolicach Głogowa na Dolnym Śląsku w świetle wyników badań geofizycznych, <i>Sylvia Rodak, Piotr Wroniecki</i>	94
Niedestruktywne rozpoznanie dziedzictwa archeologicznego Kotliny Chodelskiej, <i>Robert Ryndziewicz, Łukasz Miechowicz</i>	96
The use of magnetic susceptibility and soil phosphate analyses to delineate space of settlement site in a forested area, Eastern Lithuania, <i>Andra Simniškytė-Strimaitienė</i>	99
Circular enclosures from Central Germany. Insights from aerial prospection, geophysics and excavation, <i>André Spatzier</i>	100
Na styku kryminalistyki i archeologii – poszukiwanie miejsca pochówku, <i>Joanna Stojer-Polańska</i>	101
Kurhany w świetle prospekcji geofizycznej. Przykład badań geomagnetycznych na obszarze Lasu Krotoszyn (pogranicze śląsko-wielkopolskie), <i>Mateusz Stróżyk</i>	102
Anomalie georadarowe (GPR) w poszukiwaniu tunelu oraz „Złotego Pociągu” na 65 km, <i>Adam Szynkiewicz</i>	103
Prospekcja geofizyczna vs badania wykopaliskowe na grodzisku w Węgielsztynie, gm. Węgorzewo, <i>Sławomir Wadyl, Wiesław Małkowski</i>	106
<i>Castra Terrae Culmensis</i> – wyniki nieinwazyjnych badań zamków krzyżackich ziemi chełmińskiej, <i>Marcin Wiewióra, Krzysztof Misiewicz, Wiesław Małkowski et al.</i>	109
Badania nienwazyjne przedzamcza zachodniego zamku w Kowalewie Pomorskim i ich weryfikacja archeologiczna, <i>Marcin Wiewióra, Krzysztof Misiewicz, Wiesław Małkowski et al.</i>	112
Stanowisko 2 w Książnicach, woj. świętokrzyskie. Badania geofizyczne kompleksu sepulkralno-osadniczego z neolitu i wczesnej epoki brązu, <i>Stanisław Wilk, Piotr Wroniecki</i>	115
Odkrywanie tajemnic Szydłowa - zastosowanie georadaru w archeologii, <i>Artur Zieliński, Mikołaj Łyskowski, Ewelina Mazurkiewicz</i>	118

Zapomniany zamek Ciołków w Żelechowie

Wojciech Bis - Tomasz Herbich - Robert Ryndziewicz

¹ Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, Al. Solidarności 105, 00-140 Warszawa

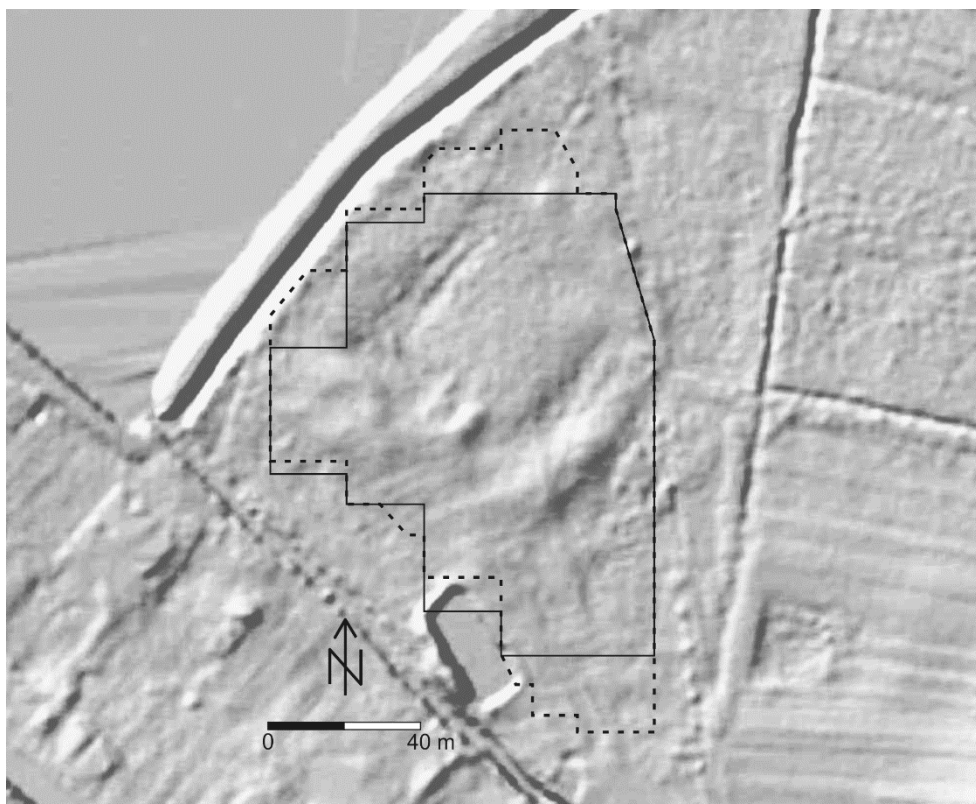
Prezentowany obiekt znajduje się w powiecie garwolińskim w woj. mazowieckim, na północny-zachód od rynku miejskiego i kościoła parafialnego w Żelechowie, po południowej stronie stawu rybnego i w zakolu cieków wodnych zwanego Żelechówką. Przy użyciu danych LIDAR dostępnych na publicznej domenie geoportal.gov.pl opracowano numeryczny model terenu miasta i jego okolicy oraz stworzono mapę obrazującą rzeźbę powierzchni interesującego nas terenu. Na mapie wyraźnie widoczny jest obiekt o regularnym kształcie, przypominającym czworoboczne założenie obronne. Stan zachowania założenia jest dobry, lepszy od strony południowo-zachodniej. Poza wywiadem środowiskowym wśród mieszkańców miasteczka przeprowadzono wstępną kwerendę źródeł historycznych. Uzyskane dane pozwoliły ustalić, że w miejscu tym najprawdopodobniej znajdowała się siedziba (i rodowe gniazdo) Ciołków, właścicieli Żelechowa. Badania powierzchniowe potwierdziły przypuszczenia o istnieniu, wymienianego w źródłach pisanych, foralicium nazywanego też zamkiem. W literaturze pojawiała się informacja o istnieniu w Żelechowie takiego założenia, ale umiejscawiano je w północnej części miasta, w miejscu istniejącego, murowanego dworu z końca XVIII wieku.

Pierwsze wzmianki o budowlu znajdujemy w Liber Beneficiorum Długosza. Autor określa je jako praedium militare, które zapewne było na początku folwarkiem rycerskim, być może obwarowanym palisadą. Nie jest to jednak pewne, tym bardziej, że termin ten używany jest przez Długosza bardzo często w opisie innych miejscowości, bez informacji na temat jakichkolwiek fortyfikacji. Można przypuszczać, że sytuacja polityczna za wschodnią granicą Królestwa pod koniec XV i na początku XVI wieku, konflikty sąsiedzkie lub podążanie za modą związaną z posiadaniem okazałych siedzib mieszkalno-obronnych wymusiły jej ufortyfikowanie. Późniejsza wzmianka dotycząca obiektu pochodzi z 22 stycznia 1515 r. Wtedy Andrzej Ciołek de Zelechow et Borzec darowuje swemu bratu przyrodniemu Feliksowi de Zelanka, staroście łukowskiemu połowę miasta i foralicji wraz z przedmieściem i wsiami Lumnycza, Wola Zelechowska i żrebem Ostrozinye, Borzec i Borowe prawem dziedzicznym. Drugą połowę zastawił temuż Feliksowi za 1000 grzywien długu (Wierzbowski 1910, 2380). Jest to pierwsza znana dotychczas informacja o foralicji. Ponownie o obiekcie tym dowiadujemy się osiem lat później. 11 kwietnia 1523 roku król Zygmunt Stary wystawia mandat do Mikołaja z Szydłowca, kasztelana sandomierskiego, skarbnika królestwa i starosty radomskiego, aby ten Jana Czołek de Zelechow wwiązał w dobra Feliksa de Zyelyanka, kasztelana chełmskiego i starosty łukowskiego, to jest do miasta Zelechow cum fortalitio i wsi Vola Zelechowska, Ostrozenye i Lomnycza nawet siłą (Wierzbowski 1910, 4208). Zapiszę tę można łączyć ze sporem rodzinnym pomiędzy braćmi przyrodnimi Janem i Andrzejem, synami Andrzeja i wnukami kolejnego Andrzeja podkomorzego sandomierskiego. Zapewne Feliks z Zielanki nie chciał dopuścić Jana do części Andrzeja i sprawę przekazano do rozstrzygnięcia królowi.

Nie znaleziono dotychczas informacji na temat foralicji po roku 1523. Została ona zniszczona zapewne podczas „potopu” szwedzkiego, być może jeszcze pod koniec 1655 r., podobnie jak zamek w niedalekiej Stężycy zrujnowany przez wojska szwedzkie w nocy z 24 na 25 grudnia tegoż roku (Nagielski i in. 2015, 440).

W celu potwierdzenia istnienia obiektu przeprowadzono badania nieinwazyjne z zastosowaniem dwu metod geofizycznych – magnetycznej i elektrooporowej, w obrębie poligonów o wymiarach 20 x 20 m. Poligony zostały dowiązane do Państwowego Układu Współrzędnych przy użyciu technologii GPS RTK.

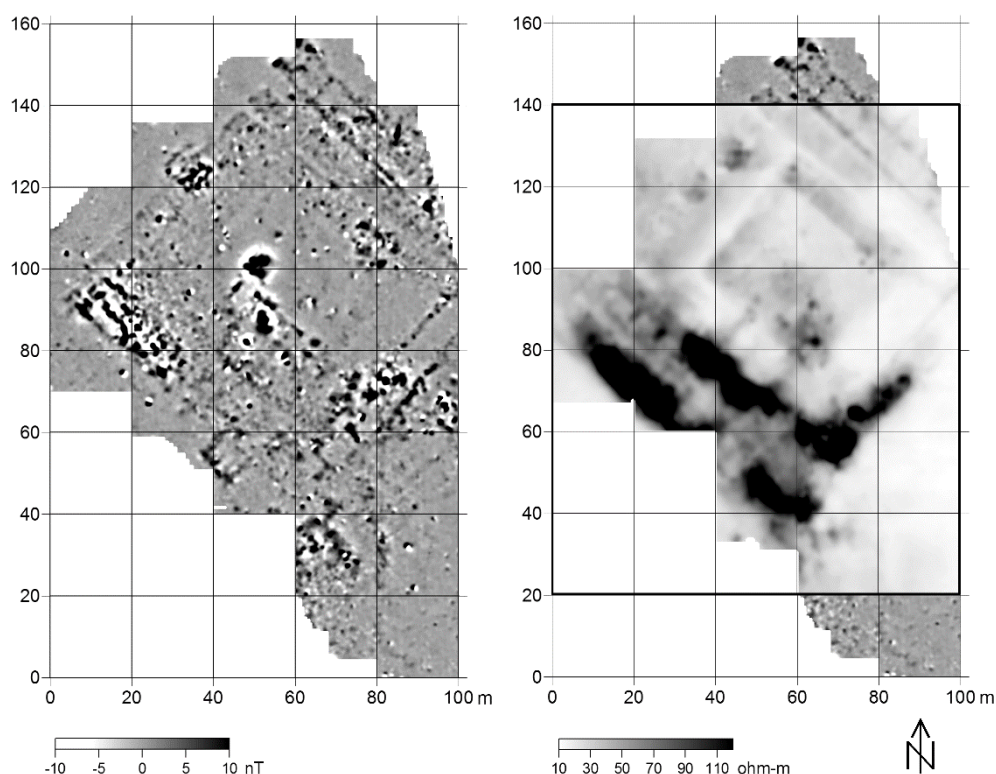
Badania magnetyczne wykonano z użyciem gradientometru transduktorowego (fluxgate) Geoscan Research FM256. Pomiary wykonywane były w trybie równoległym, w siatce o boku 0,25 x 0,50 m. Pomiary metodą elektrooporową przeprowadzono równolegle do badań magnetycznych w obrębie tej samej siatki. Wykonywano je z użyciem instrumentu Geoscan Research RM15 stosując układ dwuelektrodowy (twin-probe) o rozstawie elektrod ruchomych $AM=0,5$ m. Krok pomiarowy wynosił 0,5 m wzdłuż profili odległych o siebie o 1 m. W obu przypadkach wyniki opracowane zostały przy użyciu oprogramowania Geoplot 3.0 i Surfer 8.0.



Ryc. 1. Numeryczny model terenu z obiektem zinterpretowanym jako czworoboczne założenie obronne. Linia przerywaną obwiedziono obszar zbadany przy użyciu metody magnetycznej, linią ciągłą - obszar przebadany przy użyciu metody elektrooporowej

Na mapach magnetycznych wyraźnie czytelna jest struktura na planie zbliżonym do kwadratu, której wierzchołki zorientowane są zgodnie z kierunkami świata. Zarejestrowany układ równolegle przebiegających liniowych anomalii o dużej amplitudzie wartości (lub przewadze wartości dodatnich) można interpretować jako relikty fundamentów murów obwodowych zewnętrznych i wewnętrznych wykonanych z cegły palonej. Przy takiej interpretacji długość zewnętrznych boków założenia zamkowego wynosiłaby około 80-85 m. Odległość pomiędzy opisywanymi liniami wynosi około 11 (skrzydła północno i południowo-zachodnie) i około 9 m (skrzydła północno i południowo-wschodnie). Widoczne są także anomalie odzwierciedlające podziały wewnętrzne (odpowiadające zapewne murom działowym). Ich nieregularne rozlokowanie świadczy o zróżnicowanej wielkości pomieszczeń. Nieregularnie rozmieszczone anomalie mogą być związane z ceglanym materiałem rozbiórkowym (warstwami gruzu o zróżnicowanej miąższości). Ponadto przy zewnętrznej krawędzi skrzydeł południowo-zachodniego i północno-zachodniego na mapie magnetycznej widoczne są dwie prostokątne struktury wykraczające poza obrys linii odpowiadających zewnętrznym murom założenia. Na obszarze związanym z dziedzińcem zamkowym w rejonie narożnika południowego, przy wewnętrznej linii skrzydła północno-wschodniego

oraz w części centralnej, pomiary magnetyczne ujawniają istnienie struktur wysoko namagnetyzowanych, które można również łączyć z reliktnami zabudowy.



Ryc. 2. Po lewej: mapa magnetyczna. Gradientometr transduktorowy Geoscan Research FM256. Pomiary w siatce 0,25 x 0,50 m, tryb równoległy. Po prawej: mapa zmian oporności gruntu, nałożona na mapę magnetyczną. Układ twin-probe AM=0,5 m. Pomiary w siatce 0,5 x 1 m

W przypadku badań elektrooporowych pomiary wykazały, iż obszar jest mocno zróżnicowany pod względem oporności gruntu (mierzone wartości mieszczą się w przedziale od 10 do 300 ohm-m). Układ anomalii na mapie oporności koresponduje z wynikami pomiarów magnetycznych i pozwala wykreślić zarys struktury na planie kwadratu o boku 80 m; liniowe anomalie o podwyższonych opornościach wskazują pozycje murów obwodowych – w miejscach zgodnych z obrazem magnetycznym. Zewnętrzny skraj obiektu po stronach południowo-wschodniej, północno-wschodniej i północno-zachodniej pokrywa się z pozycją uzyskaną metodą magnetyczną. Niezgodność widoczna jest w przypadku strony południowo-zachodniej: linowym anomaliiom odpowiadającym murom obwodowym oraz ścianom działowym towarzyszą po stronie wewnętrznej i zewnętrznej podłużne anomalie o maksymalnych wartościach oporności (do 300 ohm-m). Anomalie te mogą odpowiadać warstwom bruków pokrywającą znaczną powierzchnię lub zwaliska materiału rozbiórkowego o dużej miąższości. Ten rejon założenia zamkowego jest najwyżej wyniesiony ponad poziom pozostałej części obiektu i zapewne kryje najlepiej zachowane relikty zabudowy murowanej.

Pomiar oporności gruntu dał lepsze rezultaty niż w przypadku badań magnetycznych w rejonie dziedzińca zamkowego. Wzdłuż wewnętrznych murów obwodowych zarejestrowano anomalię tworzącą pas o szerokości około 7-8 m. Może być ona wiązana z pozostałością fosi okalającej wyraźnie czytelną kwadratową strukturę o wymiarach 40 x 40 m. Od strony południowo-zachodniej, w centralnej części czytelną jest prostopadła konstrukcja połączona z murami obwodowymi, którą można wstępnie wiązać z przejazdem bramnym.

Mapy stworzone na podstawie pomiarów geofizycznych pozwalają na postawienie hipotezy o funkcjonowaniu dwóch zamków w Żelechowie. Pierwszy, mniejszy pochodzący z okresu późnego

średniowiecza otoczony fosą, z wjazdem prowadzącym w kierunku dziedzińca i wieżą bramną od strony południowo-zachodniej. W skrzydle północno-wschodnim znajdowała się natomiast zabudowa mieszkalno-gospodarcza. W drugiej fazie powstał znacznie większy, rozbudowany zamek nowożytny, o regularnym kształcie z zabudową zapewne we wszystkich skrzydłach. Pomiary nie ujawniły obecności fosy wokół murów. Miał on nieznacznie inną orientację w porównaniu do założenia wcześniejszego. Kąt przesunięcia wynosił około 4-5 stopni w kierunku zachodnim.

Wykonane dotychczas pomiary nieinwazyjne pozwalają stwierdzić, że w Żelechowie istniał zamek Ciołków i zapewne został rozbudowany. Z całą pewnością można na podstawie przeprowadzonych badań wskazać jego lokalizację, czego nie precyzują nieliczne źródła pisane. Planowane prace wykopaliskowe umożliwią nie tylko potwierdzenie istnienia założenia zamkowego, ale również zweryfikują wyniki uzyskane w toku nieinwazyjnych badań archeologicznych.

Podziękowania

Za przygotowanie wstępnej kwerendy źródłowej dziękujemy historykowi Michałowi Zbieranowskiemu z Instytutu Historii PAN w Warszawie.

Literatura

Nagielski M., Kossarzecki K., Przybyłek Ł., Haratym A. 2015. Zniszczenia szwedzkie na terenie Korony w okresie potopu 1655-1660. Warszawa.

Wierzbowski T. (red.). 1910. *Metricularum Regni Poloniae Summaria* 4. Warszawa.

Rowy małe i duże. Interpretacja czworokątnych struktur rejestrowanych na obrazowaniach danych nieinwazyjnych

Przemysław Dulęba – Mirosław Furmanek - Piotr Wroniecki

Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

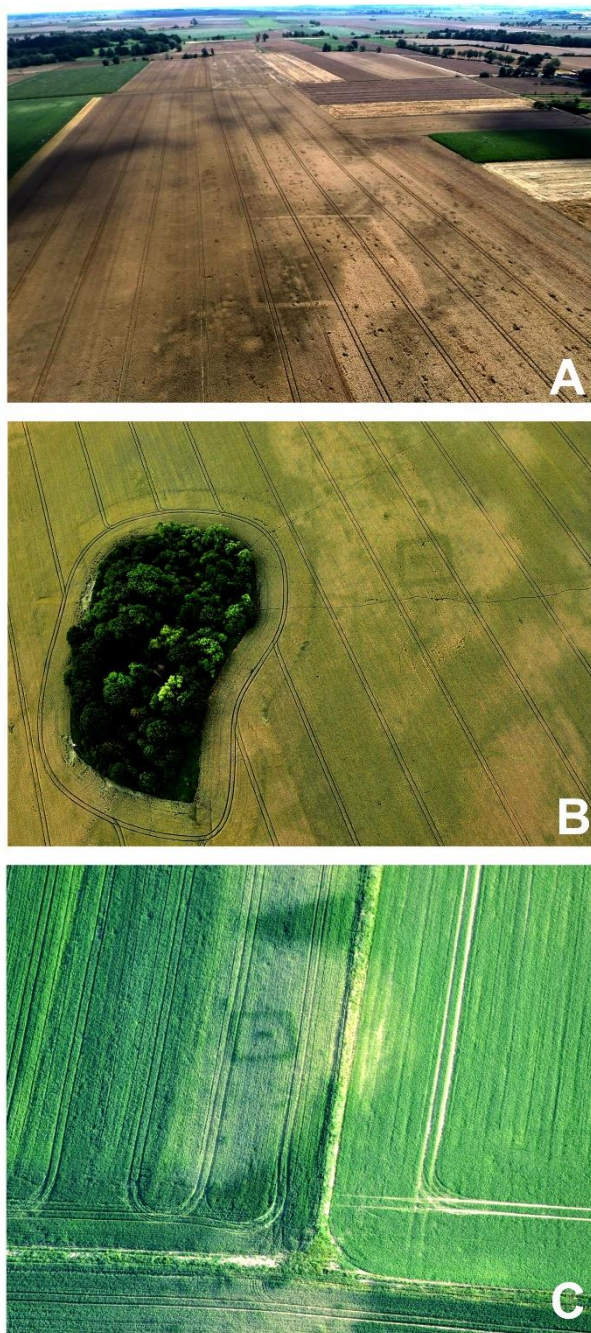
Prospekcja nieinwazyjna pomaga lokalizować różnorodne typy obiektów archeologicznych, spośród których wyraźnie wydzielającą się grupą są tzw. obiekty rowkowe. Tym nieco enigmatycznym terminem określa się w literaturze archeologicznej założenia w postaci zagłębionych w podłoże rowów, przybierających zazwyczaj kształt kwadratu lub zbliżonego rozmiarami czworokąta. Wspomniana forma konstrukcji jest stosunkowo prosta i występuje w wielu okresach pradziejów, jednak w epoce żelaza miała swoje specyficzne zastosowanie, dlatego od dawna budzi spore zainteresowanie badawcze. Generalnie należy wyróżnić dwie zasadnicze grupy wspomnianych struktur rejestrowanych na stanowiskach kultur epoki żelaza. Jedną to obiekty interpretowane jako relikty świątyń i sanktuariów, druga zaś związane jest ze stanowiskami sepulkralnymi, gdzie obiekty rowkowe towarzyszą pochówkom lub same stanowią specyficzną formę grobów.

Cmentarzyska kultury lateńskiej na obszarze ziem polskich nadal stanowią rzadkość. Zdecydowana większość tego typu założeń z obszaru Śląska została zarejestrowana w XIX i na początku XX w., najczęściej w wyniku przypadkowych odkryć związanych z eksploatacją piasek i żwiru. Warto podkreślić, iż po 1945 r. na obszarze całego Śląska natrafiono jedynie na sześć stanowisk z grobami kultury lateńskiej. Na dwóch stanowiskach, w Kietrzu i Nowej Cerekwi, pochówkom ciałopalnym i szkieletowym towarzyszyły specyficzne konstrukcje w formie płytkich rowów, w kształcie koła lub czworokąta zbliżonego do kwadratu (Gedl 1984). Czworokątne rowy, znacznie większe od tych, które rejestrowano na cmentarzyskach, znane są ze współczesnych odkryć na wielkich centrach rzemieślniczo-handlowych, między innymi w austriackim Roseldorf (Holzer 2014) i morawskich Němčicach nad Hanou (Křivánek 2014), gdzie stanowiły część konstrukcji założeń świątynnych. Lokalizacja celtyckich cmentarzysk i obiektów kultu na podstawie tradycyjnej prospekcji powierzchniowej jest zadaniem niemal niemożliwym, dlatego jednym ze sposobów identyfikacji takich miejsc może być rejestracja obiektów rowkowych. Pozytywne przykłady tego typu akcji badawczych znane są z obszaru Czech i Moraw. Jeden z ciekawszych tego typu obiektów został ostatnio przebadany w morawskiej miejscowości Žatčany (okr. Beno-venkov), gdzie dzięki ukośnym zdjęciom lotniczym zlokalizowano pochówek szkieletowy otoczony czworokątnym rowem o wymiarach ok. 15 x 15 m (Čižmářová 2011: 160-161, tabl. 63). Podstawą do przeprowadzenia prac terenowych na trzech niżej prezentowanych stanowiskach z obszaru Dolnego Śląska była prospekcja lotnicza, podczas której dzięki obserwacji wyróżników roślinnych zarejestrowano specyficzne anomalie, które przypominały konstrukcje znane ze stanowisk kultury lateńskiej. Głównym celem badań nieinwazyjnych było udowodnienie w sposób empiryczny, które z odkrytych można interpretować jako sepulkralne lub świątynne konstrukcje z epoki żelaza.

Strachów, pow. wrocławski, st. 8

Pierwszy z badanych obiektów zlokalizowany jest w miejscowości Strachów, pow. wrocławski, gdzie zarejestrowano ślady osadnictwa pradziejowego oznaczone jako stanowisko 8. Miejsce to znajduje się na niewielkim garbie, w widłach dwóch dolin rzek: Czarnej Wody i Potoku Sulistrowickiego. Pokrywę glebową stanowią tu gleby brunatne wytworzone z lessów, które zalegają na glinach zwałowych i ich

zwietrzelinach oraz na piaskach i żwirach lodowcowych. Warstwa gleb brunatnych jest tu relatywnie płytka i nie przekracza 40-50 cm.



Rycina 1. Zdjęcia lotnicze z zarejestrowanymi wyróżnikami roślinnymi. A. Strachów, pow. wrocławski. B. Kondratowice, pow. wrocławski. C. Gębice, pow. strzeliński (fot. P. Wroniecki)

Uchwycone pozytywne wyróżniki miały formę dużych regularnego czworoboku, zbliżonego do kwadratu o wymiarach ok. 55 x 54 m (ryc. 1A). Szerokość czworokątnego założenia, które jest wstępnie interpretowane jako relikt rowu, wynosi ok. 2,3-2,5 m. Ramiona obiektu zorientowane są zgodnie z kardynalnymi kierunkami geograficznymi z niewielkim przesunięciem na wschód. W południowo – zachodnim narożniku prezentowanego obiektu dzięki pozytywnym wyróżnikom wegetacyjnym widoczny jest wyraźnie wydzielony, regularny, kwadratowy obszar o wymiarach ok. 25 x 25 m. W pobliżu czworobocznego obiektu, a zwłaszcza nieopodal jego północno – zachodniego narożnika zlokalizowano skupisko punktowych wyróżników roślinnych, niekiedy dosyć dużych rozmiarów. Zdjęcia lotnicze

wykonywane były kilka razy, o różnych porach roku. Warto podkreślić, że wyraźny zarys czworobocznego rowu widoczny był także mimo niesprzyjających warunków wegetacyjnych, np. na polu obsadzonym burakami cukrowymi.

W miejscu zlokalizowania najciekawszych wyróżników roślinnych wykonano pomiary magnetyczne, które objęły obszar ok. 1,9 ha. Zarys czworokątnego rowu, który był tak wyraźny na zdjęciach lotniczych, w trakcie prospekcji magnetycznej został uchwycony tylko w kilku miejscach. Jego południowa część, uchwycona została pomiarami magnetycznymi jako zaburzenie liniowe o bardzo niskim podwyższeniu pola magnetycznego. Przebieg anomalii i wyróżnika pokrywa się, świadcząc o tym, iż powoduje je struktura o formie przekopu lub obwarowania. Biegnie ona na planie czworoboku, od którego na wschodnim boku i południowo – wschodnim narożniku odchodzą kolejne linearne zaburzenia pola. Wskazuje to na przypuszczalną obecność pozostałości struktur wiodących od zewnątrz obwarowania i pozostających z nim w bezpośrednim związku. W środkowej części wschodniego ramienia zarejestrowano bardzo gęste, drobne, dipolowe anomalie układające się w niezwykle regularny czworobok o wymiarach ok. 18 x 16 m. Południowo – zachodni narożnik nie został zarejestrowany, natomiast w części północnej i wschodniej, zlokalizowano wiele punktowych anomalii podwyższeń pola magnetycznego, które mogą być interpretowane jako relikty wkopanych w podłoże obiektów archeologicznych, najprawdopodobniej gospodarczych jam. Badania powierzchniowe, które niestety były przeprowadzane w okresach utrudnionej obserwacji, dostarczyły relatywnie niewielkiej liczby fragmentów ceramiki naczyniowej, która poświadcza użytkowanie tego miejsca w pradziejach (epoka brązu – epoka żelaza) i średniowieczu.

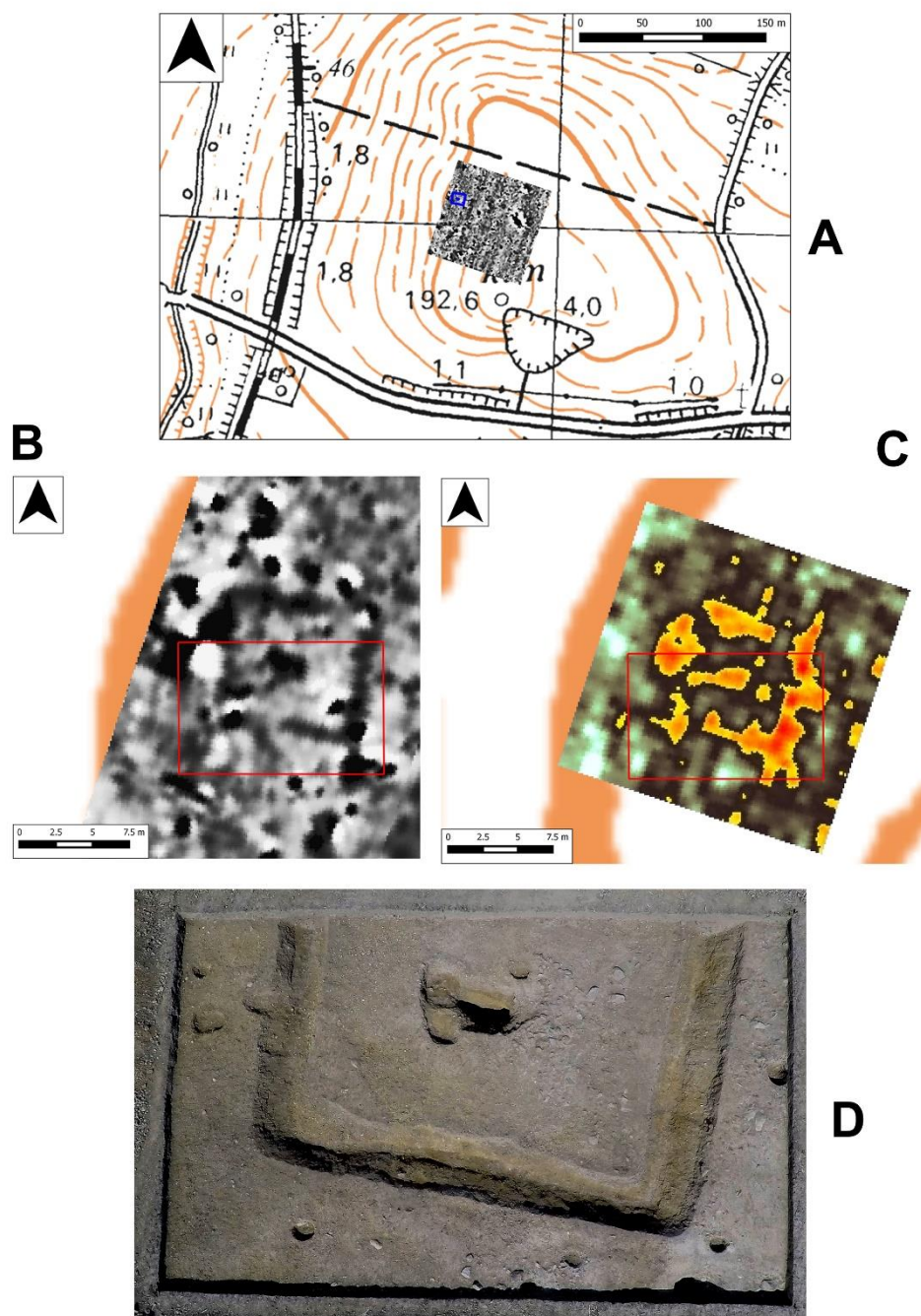
Zarejestrowane szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne prezentowanego obiektu nie są znane dla podobnych obiektów kultury lateńskiej. Z tej przyczyny należy hipotetycznie zakładać, że czworokątny rów, który odkryto w Strachowie może być obiektem chronologicznie młodszym. Jego lokalizacja w miejscu dogodnym ze względów strategicznych – na szczycie wyraźnie wydzielonego, niewielkiego garbu, w widłach rzek i towarzyszących im podmokłych łąk, przywodzi na myśl obiekty militarne z okresu średniowiecza i nowożytności. Regularne, czworoboczne skupisko drobnych dipolowych anomalii „przecinające” wschodnie ramię czworoboku może być z dużą ostrożnością interpretowane jako relikty fundamentów murowanej budowli (np. wieży lub bramy). Rozmiary samego założenia sugerują także skojarzenia z obozami marszowymi z okresu późnego średniowiecza lub doby nowożytnej.

Kondratowice, pow. wrocławski

W przeciwieństwie do pozostałych przypadków, czworokątna obiekt znaleziony w Kondratowicach, pow. wrocławski nie znajduje się bezpośrednio w pobliżu stanowiska zarejestrowanego w trakcie badań AZP. Prospekcja powierzchniowa przeprowadzono równocześnie z pomiarami magnetycznymi, dostarczyła jedynie trudnych do jednoznacznej interpretacji śladów użytkowania tego miejsca w okresie nowożytnym. Miejsce to jest rozległą, niemal zupełnie płaską równiną. Pokrywa glebowa jest tu identyczna jak w przypadku wyżej przedstawianego stanowiska w Strachowie, przy czym gleby brunatne wytworzone z lessów mają tu znacznie większą miąższość. Ok. 800 – 900 m na południe od opisywanego miejsca, w dolinie Małej Ślęzy, znajduje się rozległa wielokulturowa osada (st. 10 w Kondratowicach), na której zarejestrowano także ślady osadnictwa kultury lateńskiej.

Dzięki wyróżnikom wegetacyjnym zlokalizowano czworoboczny rów, z wyraźnie widocznym zarysem kolejnego czworokątnego obiektu znajdującego się w środku (ryc. 1B). Rów zorientowany jest do kardynalnych kierunków geograficznych. W jego bezpośrednim otoczeniu natrafiono na szereg różnorodnych liniowych wyróżników roślinnych, niekiedy układających się w regularnie zarysowany podział przestrzeni.

Prospekcja magnetyczna w Kondratowicach objęła obszar ok. 1,5 ha. Zarys obiektu zarejestrowany w trakcie prospekcji lotniczej jest bardzo dobrze widoczny na wizualizacjach pomiarów magnetycznych. Na podstawie badań geofizycznych ustalono, że badany obiekt to prostokąt o bokach ok. 28 x 26 m, dłuższą ośią zorientowany na linii wschód – zachód. Wyraźnie wydzielająca się czworokątna anomalia o niespotykanie wysokim podwyższeniu pola magnetycznego zarejestrowana w centrum obiektu rowkowego ma rozmiary ok. 10 x 7 m. Szerokość domniemanego rowu wynosi ok. 2,3-2,6 m. Na obrazowaniach danych z prospekcji magnetycznej w zachodnim ramieniu obiektu jest widoczna wyraźna przerwa. Dokoła czworokątnego rowu, a zwłaszcza od strony północnej i wschodniej zarejestrowano liczne i dosyć nieregularne w kształcie anomalie, które mogą być interpretowane jako obiekty zagłębione.



Rycina 2. Gębice, pow. strzeliński. A. Lokalizacja w terenie obszaru badań. B. Wyniki prospekcji magnetycznej.
C. Wyniki prospekcji georadarowej. D. Wykop sondażowy

Wyniki prospekcji nieinwazyjnej nie są całkowicie jednoznaczne, ale wiele argumentów przemawia za inną niż pradziejowa chronologią zarejestrowanych struktur. Anomalia zarejestrowana wewnątrz rowu jest najprawdopodobniej związana z jakąś specyficzną konstrukcją, na którą działała bardzo wysoka temperatura. Być może jest to relikw jakiegoś nowożytnego obiektu gospodarczego (np. pieca), a otaczający ją czworoboczny rów jest elementem ograniczenia jego konstrukcji.

Gębice, pow. strzeliński, st. 15

Kolejny czworokątny obiekt zarejestrowany dzięki zdjęciom lotniczym w Gębicach, wyróżniał się od pozostałych mniejszymi rozmiarami ok. 10 x 10 m oraz wyraźnie widocznym w jego środku,

owalnym zarysem jamy, której rozmiary i kształt sugerował istnienie wewnętrznego pochówku szkieletowego (ryc. 1C). Ponadto obiekt ten znajdował się w najwyższym punkcie wzgórza, wyraźnie wydzielającego się z wysoczyzny górującej nad doliną Oławy (ryc. 2A). Takie miejsca w epoce żelaza były szczególnie preferowane dla lokalizacji cmentarzysk. Pokrywą glebową stanowią tu silnie wylugowane gleby brunatne wytworzone z lessów, zalegające na podłożu piasków i żwirów sandrowych.

Badania geofizyczne przeprowadzone dwoma metodami: prospekcją magnetyczną i georadarową dały pozytywne wyniki. Prospekcja magnetyczna objęła obszar ok. 0,6 ha, przy czym dla miejsca gdzie zlokalizowano obiekt rowkowy, powtórzono ją z dokładniejszym niż poprzednio próbkowaniem (gęstość pomiaru 0,5 x 0,25 m). Zarys obu wyróżników, rowu i wewnętrznej jamy, znalezionych dzięki zdjęciom lotniczym, został dokładnie odwzorowany w wizualizacjach danych z pomiarów magnetycznych (ryc. 2B). Ponadto w pobliżu czworobocznego obiektu zlokalizowano anomalie, które mogą być interpretowane jako relikty pradziejowych obiektów, zagłębionych w podłoże, które świadczą o istnieniu w tym miejscu wielofazowego osadnictwa pradziejowego. W miejscu najbardziej interesującej nas anomalii (obszar 4 arów) wykonano również pomiary metodą georadarową. Na zobrazowaniach danych georadarowych zarys obu interesujących nas obiektów również został wyraźnie zarejestrowany (ryc. 2C). Prospekcja georadarowa na stanowiskach pradziejowych bardzo rzadko daje pozytywne wyniki, lecz w tym przypadku relikty badanych obiektów były dobrze widoczne przez kontrast jaki tworzyły ich negatywy, wkopane w kamieniste podłoże.

Wyniki badań nieinwazyjnych w Gębicach bardzo wyraźnie sugerowały istnienie konstrukcji zbliżonej do obiektów grobowych kultury lateńskiej, dlatego zdecydowano się na sondażowe badania wykopaliskowe, które objęły $\frac{3}{4}$ powierzchni całego czworobocznego założenia (ryc. 2D). Wykop badawczy o wymiarach 14 x 9 m wytyczono tak, aby w całości odsłonić i wyeksplorować zarys jamy znajdującej się w środku. Badaniami wykopaliskowymi nie objęto jedynie północnego ramienia rowu. Zarys czworobocznego rowu (oznaczony jako ob. 1) był bardzo dobrze widoczny w wykopie. Dokładna długość odsłoniętego w całości ramienia południowego rowu wynosiła 10,2 m. Szerokość rowu wahała się między 1,2 a 1,5 m, a jego narożniki były lekko zaokrąglone. W przekroju rów miał kształt trójkątny, a jego maksymalna głębokość sięgała ok. 70 cm. Anomalia znaleziona wewnątrz ob. 1 okazała się reliktem dwóch przecinających się jam (ob. 2 i 3), których łączny rozmiar wynosił ok. 2,90 x 2 m. W jamach tych nie natrafiono na żaden pochówek, ale na materiał typowy dla obiektów osadniczych. Podobnie w zasypisku rowka również nie natrafiono na jednoznaczne ślady które mogłyby sugerować grobową funkcję wspomnianego założenia. Poza wspomnianymi obiektami w wykopie zarejestrowano jeszcze dwie, częściowo odsłonięte, niewielkie jamy neolityczne, dwie kolejne pozbawione materiału datującego oraz siedem dołków posłupowych, z których sześć otaczało rów od zewnątrz, a siódmy znajdował się wewnątrz i przecinał ob. 2. Kwestia datowania rowka oraz obiektów 2 i 3 nadal nie została całkowicie rozstrzygnięta, ale najprawdopodobniej są to obiekty starsze niż kultura lateńska, związane z okresem halsztackim, na co wskazuje materiał z warstw tworzących ich wypełniska. Pośrednio potwierdzają to analogiczne znaleziska zarejestrowane na cmentarzysku w Domasławiu, pow. wrocławski (Żygadło i in. 2012: 485-486, ryc. 4-5), gdzie zbliżone czworokątne rowki, również mylnie uznane za obiekty kultury lateńskiej, związane są raczej młodszymi stadiami okresu halsztackiego. Funkcja ob. 1 z Gębic jest trudna do jednoznacznego wyjaśnienia, ale wydaje się, że mógł być on związany z jakąś formą działalności symbolicznej. Istnienie słupów okalających rów może sugerować istnienie konstrukcji zadaszenia tego założenia.

Przedstawione powyżej przykłady dobitnie udowadniają, że interpretacja nawet tak charakterystycznych założeń jakimi są tzw. obiekty rowkowe, które zazwyczaj były datowane na okres lateński i rzymski, nie jest sprawą prostą. Intensyfikacja prospekcji lotniczej jest w tym przypadku jedynym skutecznym sposobem ich rejestracji. Metody geofizyczne również dały pozytywne wyniki, albowiem dostarczyły szczegółowych danych, które pozwoliły na uściślenie interpretacji funkcji badanych obiektów. Warto dodać, także, iż w interpretacji takich założeń istotną kwestią może być lokalizacja w terenie, ponieważ ona bardzo często powodowana jest ich funkcją

Podziękowania

Prezentowane badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu: „Kultura lateńska na Śląsku. Chronologia, zasięg i ponadregionalne powiązania” (2013/08/S/HS3/00278) oraz środków przyznanych przez Narodowe Centrum Nauki na podstawie decyzji numer DEC-2013/10/E/HS3/00141

Literatura

- Čižmařová J. 2011. Keltská pohřebiště na Moravě. Okresy Brno-město a Brno-venkov, Brno.
- Gedl M. 1984. Obiekty rowkowe na cmentarzyskach z okresu lateńskiego i wczesnego okresu wpływów rzymskich w południowej Polsce I, *Przegląd Archeologiczny* 32, 157-186.
- Holzer V. 2014. Roseldorf – An Enclosed Central Settlement of the Early and Middle La Tène Period in Lower Austria (Roseldorf/Němčice Centre), (w:) M. Fernández-Götz, H. Wendling, K. Winge (red.), *Paths to Complexity. Centralisation and Urbanisation in Iron Age Europe*. Oxford, 122-131.
- Křivánek R. 2014. Shrnutí výsledků dosavadních geofyzikálních měření v areálu laténského sídliště v Němčicích nad Hanou [w:] J. Čižmařová, N. Venclova, G. Březinova (red.), *Moravske křižovatky. Střední Podunají mezi pravěkem a historií*, Brno, 785-799.
- Żygadło L., Kamyszek L., Marciniak M., Suchan G. 2012. Osadnictwo kultury lateńskiej i przeworskiej na stanowisku 10-12 w Domasławiu, gm. Kobierzyce, woj. dolnośląskie, (w:) S. Kadrow (red.), *Raport 2007-2008*, t. 1, Warszawa, 483-508.

Od porażki do zwycięstwa. Problem interpretacji badań nieinwazyjnych na przykładzie studiów nad osadnictwem lateńskim na Śląsku

Przemysław Dulęba¹ – Jacek Soida² - Piotr Wroniecki¹

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

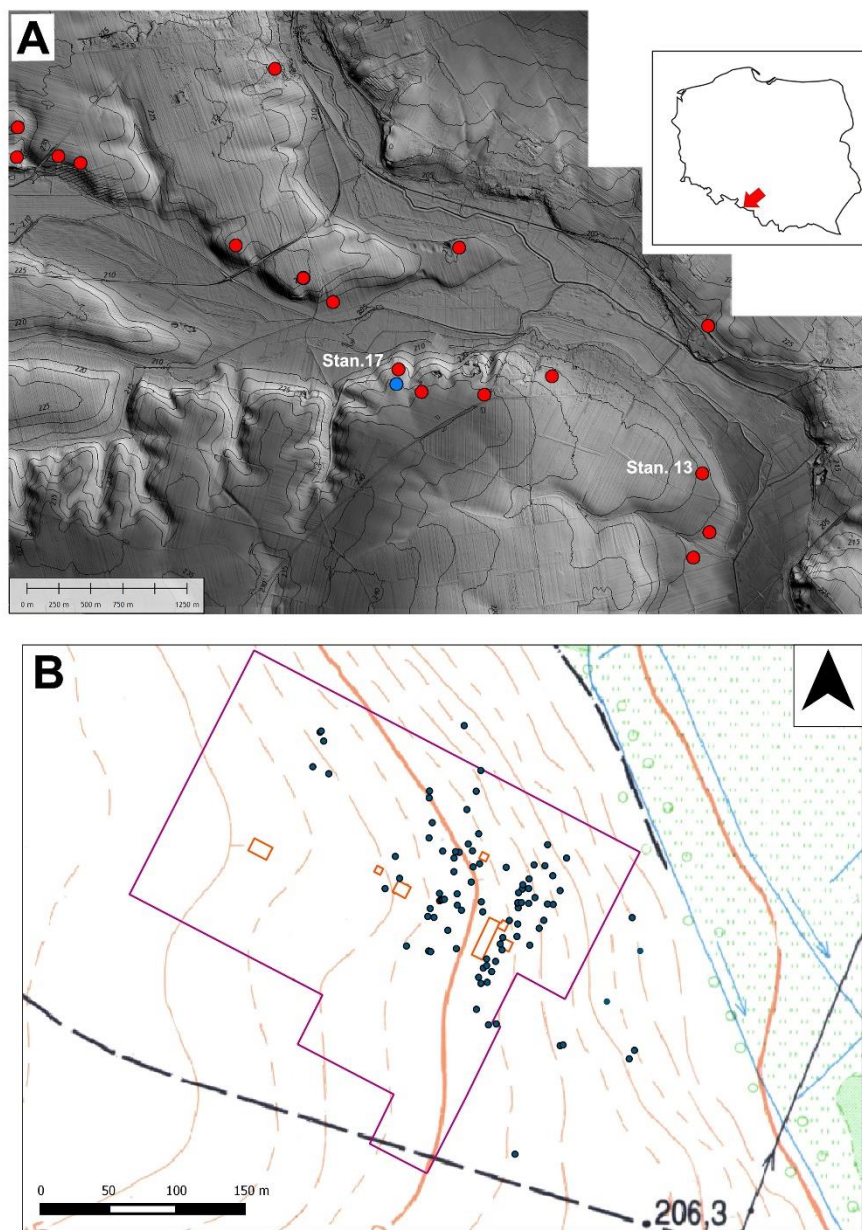
² Muzeum Śląskie w Katowicach, ul. Dobrowolskiego 1, 40-205 Katowice

Osadnictwo kultury lateńskiej na obszarze współczesnej Polski należy do wąskiej grupy zagadnień, które pomimo znacznego przyrostu źródeł w ciągu ostatnich dwudziestu lat intensywnych badań osadniczych, nie zostały dostatecznie wyjaśnione. Wynika to z wielu czynników, z których najistotniejszym jest ogólna słaba znajomość źródeł dotyczących wspomnianej kultury, które dla wielu polskich badaczy nadal są niezwykle enigmatyczne. Wśród regionów współczesnych ziem polskich zasiedlonych przez starożytnych Celtów zdecydowanie wyróżniają się dwie doliny górnośląskich rzek – Psiny i Troi (ryc. 1A), co w połączeniu z ich bardzo korzystnymi warunkami komunikacyjnymi powoduje, iż są one niezwykle istotne w procesie rekonstrukcji stosunków osadniczych w epoce żelaza. Te przyczyny skłoniły nas do szczegółowego rozpoznania sieci stanowisk znajdujących się w miejscowości Samborowice (pow. raciborski, woj. śląskie), która położona jest w pobliżu ujścia Troi do Psiny¹. Miejsce to niemal przez wszystkie okresy rozwoju kultur pradziejowych stanowiło bardzo dogodną ekumenę osadniczą, czego przyczyną jest jego korzystna dla rozwoju rolnictwa pokrywa glebowa, na którą składają się gleby brunatne utworzone z lessów.

Studia nad osadnictwem lateńskim są także bardzo dobrym „poligonem badawczym”, dla procesu rozwijania interpretacji danych pochodzących z badań nieinwazyjnych, w których ważną rolę odgrywają badania geofizyczne. Nadrzędnym celem badań prezentowanych nieinwazyjnych była rekonstrukcja struktury osadniczej mikroregionu w okresie lateńskim, co implikowało przede wszystkim rejestrowanie takich anomalii, które mogły być potencjalnie związane z osadnictwem kultury lateńskiej. Nie było to sprawą prostą, albowiem wspomniany obszar charakteryzuje się stanowiskami wielokulturowymi z kilkoma lub nawet kilkunastoma fazami zasiedlenia. Największym problemem w trakcie tego typu studiów na obszarze południowej Polski jest rozróżnienie między osadnictwem z okresu lateńskiego i rzymskiego. Obiekty osadnicze kultury lateńskiej i kultury przeworskiej są do siebie mocno zbliżone pod względem ogólnej formy i rozmiarów. Również rozplanowanie osad w przypadku obu wspomnianych kultur wykazuje wiele podobieństw. Na obu prezentowanych poniżej stanowiskach nie natrafiono na wyraźne ślady osadnictwa kultury przeworskiej w okresie wpływów rzymskich, a kultura lateńska stanowi na nich ostatni wyraźny, pradziejowy horyzont osadniczy.

Do szczegółowych studiów osadniczych, spośród kilkunastu zarejestrowanych w bazie AZP na gruntach Samborowic, zostały wybrane dwa stanowiska kultury lateńskiej: 13 – znajdujące się w południowo – wschodniej części wsi, położone na wąskim garbie górującym nad doliną Psiny oraz 17 – położone we wschodniej części wsi, na niewielkim cyplu wyraźnie wyodrębnionym z wysokiej terasy nadzalewowej doliny Troi. Oba stanowiska figurują w danych AZP i były wielokrotnie badane metodą tradycyjnej prospekcji powierzchniowej (por. Dulęba, Soida 2016, w druku – tam dalsza literatura). Stanowisko 13 jest osadą dużych rozmiarów, której całkowity zasięg dla wszystkich rejestrowanych na nim faz zasiedlenia można określić na co najmniej 11 ha. W przypadku stanowiska 17 ślady osadnictwa

pradziejowego są bardziej skoncentrowane i naturalnie ograniczone stokami niewielkiego cypla do obszaru ok. 3,5-4 ha. Pierwszym etapem badań terenowych była dokładna prospekcja powierzchniowa, w tym także z użyciem wykrywaczy metalu. Wszystkie zabytki metalowe i szklane kultury lateńskiej, a także fragmenty naczyń ceramicznych, których technologia (np. ceramika warsztatowa, naczynia grafitowe) lub forma wskazywała na związek z kulturą lateńską były mapowane za pomocą mobilnego odbiornika GPS. Powstała w ten sposób planigrafia była podstawą do wytyczenia obszaru przeznaczonego do dalszych prac badawczych.



Ryc. 1. A - Mikroregion dorzecza Psiny i Troi w rejonie Samborowic. Stanowiska osadnicze (punkty czerwone) i sepulkralne (punkty niebieskie) kultury lateńskiej. B – Stanowisko 13 w Samborowicach. Zasięg prospekcji magnetycznej (fioletowa linia), wykopy badawcze (czerwona linia), planigrafia zabytków kultury lateńskiej (niebieskie punkty). Oprac. P. Dulęba i J. Soida

Kolejny etap zakładał badania geofizyczne, w których zastosowano metodę prospekcji magnetycznej, która przeprowadzone w kilku etapach, objęła łącznie obszar ok. 6,8 ha dla stanowiska 13 (ryc. 1B) oraz 2,8 ha dla stanowiska 17. Teren badań, współcześnie wykorzystywany rolniczo, był ograniczony przez uprawy oraz drogi gruntowe. Ze względu na drobną parcelację pól, skutkującą gęstym przebiegiem równoległych miedź, nierzadko oddalonych jedynie o 15 metrów wynik prospekcji odznacza

się uchwyceniem oddziaływań podziału katastralnego. Na stanowisku 17 teren objęty pomiarami magnetycznymi wyróżniał się gęstym występowaniem drobnych anomalii dipolowych. Tego typu zaburzenia zazwyczaj związane są z występowaniem drobnych współczesnych przedmiotów metalowych, trafiających do warstw przypowierzchniowych wraz z działalnością rolniczą. Potwierdziła to także prospekcja z użyciem wykrywaczy metalu, podczas której zarejestrowano ponadprzeciętny stopień zaśmiecenia gruntu współczesnymi metalowymi przedmiotami. Sytuacja ta była prawdopodobnie spowodowana praktyką deponowania różnorodnych, współczesnych odpadów, którymi niwelowano powstałe w okresie międzywojennym piasznice i żwirownie, które obecnie są całkowicie zrehabilitowane.



Ryc. 2. Wizualizacja obiektów archeologicznych zarejestrowanych metodą magnetyczną na stanowisku 13 w Samborowicach. A – wykop 1/15. B – wykop 3/13. C – Wykop1/16. Fot. J. Soida

Na zobrazowaniach pomiarów magnetycznych wyróżniono relatywnie dużą liczbę zróżnicowanych anomalii. Główną ich grupę stanowią generowane przez struktury antropogeniczne naruszenia stratygrafii i oraz warstwy powstałe w wyniku działalności człowieka. Stanowią one zazwyczaj punktowe anomalie podwyższenia pola magnetycznego. Struktury tego typu zarejestrowano niemalże na całym przebadanym obszarze. Ogólny kształt większości z wspomnianych anomalii był bardzo sugestywny w wielu przypadkach można z dużą dozą prawdopodobieństwa łączyć z konkretnymi typami obiektów pradziejowych. Warto również zaznaczyć, że wszystkie weryfikowane metodami wykopaliskowymi anomalie punktowe doskonale pokrywały się z zarysami wkopanych w lessowe podłoże obiektów.

Na stanowisku 13 w ciągu czterech sezonów badawczych wytyczono siedem wykopów o łącznej powierzchni ok. 645 m². Pierwszy sezon badań z punktu widzenia studiów nad kulturą lateńską był

kompletnym rozczerowaniem. Wszystkie weryfikowane anomalie były obiektami z neolitu i epoki brązu, przy czym część z nich pełniła specyficzne funkcje gospodarcze (Dulęba, Soida 2016a: ryc. 1-2). W drugim sezonie badań postanowiono przesunąć obszar badań w kierunku wschodnim, bliżej wyraźnego skupiska ceramiki kultury lateńskiej zarejestrowanej na powierzchni. Wytyczono trzy wykopy na anomaliami różnego typu. W pierwszym wykopie weryfikowano bardzo dużą (ok. 4,7 x 3,5 m) i wyraźną anomalię punktową, która okazała się jamą z wypełniskiem nasyconym bardzo dużą ilością przepalanej polepy, zachowanej w relatywnie dużych fragmentach (Dulęba, Soida, Wroniecki 2015: ryc. 2). Obiekt ten, którego głębokość sięgała niemal 2 metrów, również pełnił prawdopodobnie funkcję gospodarczą, a bogaty materiał pozyskany z warstw wypełniska wskazuje na jego związek z kulturą lendzielską. W drugim wykopie natrafiono na ślady bardzo ciekawej konstrukcji, z której zachowały się regularne rowki fundamentowe i bardzo czytelny układ dołków posłupowych (Dulęba, Soida, Wroniecki 2015: ryc. 3A). Konstrukcja ta, którą na podstawie artefaktów i datowania radiowęglowego, należy łączyć z kulturą lendzielską, była zapewne częściowo odsłoniętym w wykopie reliktem tzw. długiego domu. Na zobrazowaniach prospekcji magnetycznej widoczna jest w również mało wyraźna, długa liniowa anomalia przecinająca wspomnianą konstrukcję, która z kolei nie została zarejestrowana w wykopie badawczym. Na stanowisku 13 zarejestrowano kilka podobnych anomalii zlokalizowanych prostopadle do osi garbu górującego nad doliną Psiny. Negatywny wynik weryfikacji anomalii tego typu wskazuje, że mogą to być ślady po tzw. rynnach burzowych, które przecinają przede wszystkim warstwę współczesnego humusu. W trzecim wykopie (3/14) odsłonięto zupełnie inną anomalię, większą, zbliżoną kształtem do owalu lub prostokąta, charakteryzującą się relatywnie niewielkim podwyższeniem pola magnetycznego (ok. 1-2 nT). Dopiero w tym przypadku natrafiono na obiekt kultury lateńskiej. Była to dobrze zachowana półziemianka (ryc. 2B), o rozmiarach ok. 5,5 x 4,3 m, zagłębiona w podłoże na ok. 0,4 m (Dulęba, Soida, Wroniecki 2015: ryc. 3B). Wspomniany obiekt posłużył jako reper dla poszukiwań dalszych pozostałości osadnictwa lateńskiego. Przede wszystkim od tej pory rozpoczęliśmy analizę wizualizacji uszeregowanych według różnych częstotliwości podwyższenia pola magnetycznego, tak aby wyróżnić anomalie o słabszym sygnale, które odpowiadałyby nie tylko kształtem, ale także orientacją według kierunków geograficznych. W trzecim sezonie badań wytyczono jeden duży wykop (ryc. 2A), ułożony w pobliżu wykopu 3/14, którym objęto cztery zbliżone kształtem anomalie. Trzy z nich okazały się rzeczywiście kolejnymi półziemiankami kultury lateńskiej, natomiast czwarta, najbardziej nieregularna i nieco inaczej zorientowana w stosunku do pozostałych, okazała się przystającymi do siebie relikdami dwóch kolejnych obiektów neolitycznych, tym razem płytszych. W czwartym sezonie badań wytypowano już tylko jedną anomalię, znajdującą się w pobliżu pozostałych, która wyróżniała się tak jak obiekt z wykopu 3/14 zdecydowanie mniejszym natężeniem pola magnetycznego. W tym sezonie również natrafiono na reliktdo dobrze zachowanej półziemianki, nieco nietypowej w kształcie, z wyraźnie widocznym przedsionkiem od strony południowo – wschodniej (ryc. 2C). Warto również dodać, że i w tym przypadku zarys obiektu był dosyć dokładnie odwzorowany na wizualizacjach badań geofizycznych. Wszystkie opisane wyżej obiekty były dosyć dobrze zachowane i tworzyły jedno wyraźne skupisko, które możemy interpretować jako pozostałość zagrody. Najciekawszym jest fakt, iż kres ich użytkowania przypada na jedną, precyzyjnie określone stadium chronologiczne (LT C1b czyli ok. 220/210 – 175/165 przed Chrystusem), co możemy wiarygodnie określić na podstawie dużej serii artefaktów.

W czwartym sezonie badań w Samborowicach rozpoczęto również badania wykopaliskowe na stanowisku 17. Głównym ich celem było sprawdzenie skuteczności zastosowanej na stanowisku 13 metody lokalizacji obiektów kultury lateńskiej. W tym przypadku posiłkowaliśmy się także serią ukośnych zdjęć lotniczych, na których zlokalizowano kilkanaście potencjalnych obiektów osadniczych manifestujących się poprzez wyróżniki wegetacyjne. Wizualizacje pomiarów magnetycznych w przypadku tego stanowiska są znacznie mniej czytelne, co najprawdopodobniej spowodowane jest nieco innym podłożem. Duża część stanowiska 17 podlega niezwykle silnej erozji stokowej i dlatego pod cienką warstwą gleb lessowych zalegają piaski i żwiry. Mimo mniej sprzyjających warunków udało się skutecznie wytypować anomalię zbliżoną do zarejestrowanych na stanowisku 13, która również została odsłonięta w wykopie sondażowym i także okazała się reliktem półziemianki kultury lateńskiej.

W przypadku obu stanowisk zaobserwowano, iż planigrafia materiału masowego (ceramiki) nie manifestowała wyraźnie śladów istnienia obiektów kultury lateńskiej. Jest to o tyle dziwne, iż w tym okresie działalność celtyckich garncarzy miała znamiona produkcji masowej i w takiej proporcji była

rejestrowana w obiektach. Na stanowisku 13 w miejscu największego skupiska celtyckiej ceramiki warsztatowej znajdują się anomalie, które z dużym prawdopodobieństwem należy łączyć z osadnictwem neolitycznym (ryc. 1B). Sytuacja ta może być efektem działań postdepozycyjnych związanych z niezwykle intensywną eksploatacją rolniczą, trwającą przez bardzo długi okres czasu.

Niezbędny w procesie poznawczym obiektywizm tworzony jest przede wszystkim przez komplementarność metod badawczych. Studia przypadków przeprowadzone w Samborowicach pokazują, że cały proces dochodzenia do wiedzy na temat struktury osadniczej badanej epoki musi być elastyczny. Zakłada także nieustanną weryfikację wcześniejszych ustaleń, które budowane są w oparciu, zarówno o ujęcie krajobrazowe, jak i kulturowo-historyczne. Bardzo cennym doświadczeniem wynikającym z prezentowanego powyżej procesu poznawczego było uzyskanie podstawowej wiedzy pozwalającej na interpretację danych geofizycznych. Prostą metodą prób i błędów uzyskano wiedzę jak interpretować wyniki prospekcji magnetycznej, aby zlokalizować obiekty z interesującego nas odcinka chronologicznego. Dane te uzyskane relatywnie małym nakładem czasu i środków materialnych są solidną podstawą w procesie rekonstrukcji modelu zasiedlenia badanego obszaru. Metody nieinwazyjne znacznie usprawniają proces samej prospekcji, jednak nie możemy na ich podstawie określić datowania i przynależności kulturowej rejestrowanych reliktyw osadnictwa. Wytypowane dzięki wspomnianej prospekcji obiekty, które następnie zostały zarejestrowane w trakcie badań wykopaliskowych są rodzajem „reperów”, do dalszych interpretacji. To one sprawiają, że dane uzyskane wyłącznie za pomocą prospekcji nieinwazyjnej zwielokrotniają swoją wiarygodność. Jest to bardzo istotne zwłaszcza w przypadku tych momentów dziejowych, takich jak okres lateński, który na obszarze południowej Polski, nadal jest relatywnie słabo rozpoznany. Wybitnie ekstensywny model osadnictwa celtyckiego, jest źródłem wielu problemów interpretacyjnych, które badania nieinwazyjne mogą, przynajmniej częściowo, skutecznie rozwiązać.

Podziękowania

Badania w Samborowicach były finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu „Kultura lateńska na Śląsku. Chronologia, zasięg i ponadregionalne powiązania” (2013/08/S/HS3/00278) oraz w ramach inicjatywy „Projekt Celt” realizowanej przez Muzeum Śląskie we współpracy z Uniwersytetem Wrocławskim, której głównym celem są interdyscyplinarne studia nad osadnictwem z epoki żelaza na obszarze Płaskowyżu Głubczyckiego.

Literatura

- Dulęba P., Soida J. 2016. Osadnictwo kultury lateńskiej w rejonie Samborowic, pow. raciborski. Wyniki badań powierzchniowych z lat 2013-2015, Śląskie Prace Prahisteryczne 8 (w druku).
- Dulęba P., Soida J., Wroniecki P. 2015. Searching for Celts in Upper Silesia. Verification by excavation of a geophysical survey in Samborowice, *Archaeologia Polona* 53, 202-206.

Kurhany w Rozumickim Lesie (woj. opolskie)

Mirosław Furmanek¹ – Artur Rapiński² – Iwona Feier¹

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

² Wojewódzki Urząd Ochrony Zabytków w Opolu, ul. Piastowska 14, 45-081 Opole

Cmentarzysko kurhanowe w Rozumicach, pow. głubczycki, woj. opolskie od wielu lat funkcjonuje w literaturze przedmiotu (np. Dąbrowska 1964; 1969; 1970; Kaźmierczyk, Macewicz, Wuszkán 1977; Foltyn, Foltyn 2012; Jaworski 2013). Badania wykopaliskowe jednego z kurhanów przeprowadziła E. Dąbrowska. W ich efekcie stwierdzono, że są to relikty wczesnośredniowiecznych grobowców z pochówkami ciało palnymi, datowanymi na okres od przełomu VI i VII w. do końca VIII w. Według nowszych ustaleń nie jest wykluczone, że groby te można datować na 2. poł. IX wieku. Oprócz materiałów wczesnośredniowiecznych odkryto fragmenty naczyń oraz wyroby krzemienne, które można wiązać z młodszymi fazami kultury pucharów lejkowatych (ceramika w stylistyce bolesławskiej) i wczesną epoką brązu oraz być może kulturą lendzielską.

W 2015 r. na zlecenie i przy wsparciu finansowym Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Opolu podjęto prace o charakterze pilotażowym, których celem było uzyskanie nowych danych przydatnych przede wszystkim w ochronie archeologicznego dziedzictwa kulturowego na terenie woj. opolskiego. Podczas jego realizacji wykorzystano analizy danych lotniczego skanowania laserowego oraz prospekcję geomagnetyczną. W ich efekcie udało się wykonać precyzyjną dokumentację pomiarową cmentarzyska i pojedynczych kurhanów, jak również odkryć nowe, wcześniej nieznanne kurhany oraz relikty prostokątnych założeń składających się z rowów i wałów, otaczających najprawdopodobniej dwa spośród od dawna znanych kurhanów.

Dotychczasowe dane na temat stanowiska wskazywały istnienie dwóch skupisk kurhanów: południowego z trzema kopcami (kurhany I-III) oraz północnego z 6 kopcami (kurhany 1-6). Analiza danych pomiarowych wykazała obecność przynajmniej sześciu nowych, wcześniej niezarejestrowanych kopców. Szczególnie interesującym efektem analiz jest stwierdzenie wokół kurhanu I, skupienia południowego, prostokątnego założenia o wymiarach ok. 28-30 x 34-36 m, składającego się z rowu o szerokości około 1 m i nasypu (wału) zlokalizowanego po wewnętrznej stronie rowu. Do wnętrza założenia prowadzi wejście tworzące przerwę w przebiegu wału i rowu znajdujące się w jego południowej części. Tworzy ono wraz z kurhanem zlokalizowanym w jego północno-wschodnim narożniku unikatowy kompleks o charakterze funeralnym. Nie można wykluczyć, że podobne założenie istniało również wokół kurhanu 4, a szczytkowo zachowany nasyp i rów zaobserwować można na południowy-zachód od tego kopca, gdzie tworzy wyraźny czytelny narożnik.

Badaniami geomagnetycznymi objęto prostokątne założenie otaczające kurhan nr I. Wykonano je przy wykorzystaniu gradientometru transdukturowego Bartington Grad 601-2. Rejestracja pomiarów odbywała się w systemie równoległym (z południa na północ), wzdłuż linii siatki pomiarowej o odległości 1 m i próbkowaniem co 0,125 m w obrębie 12 kwadratów o wymiarach 10 x 10 m. Do analizy danych wykorzystano oprogramowanie TerraSurveyor, firmy DW Consulting.

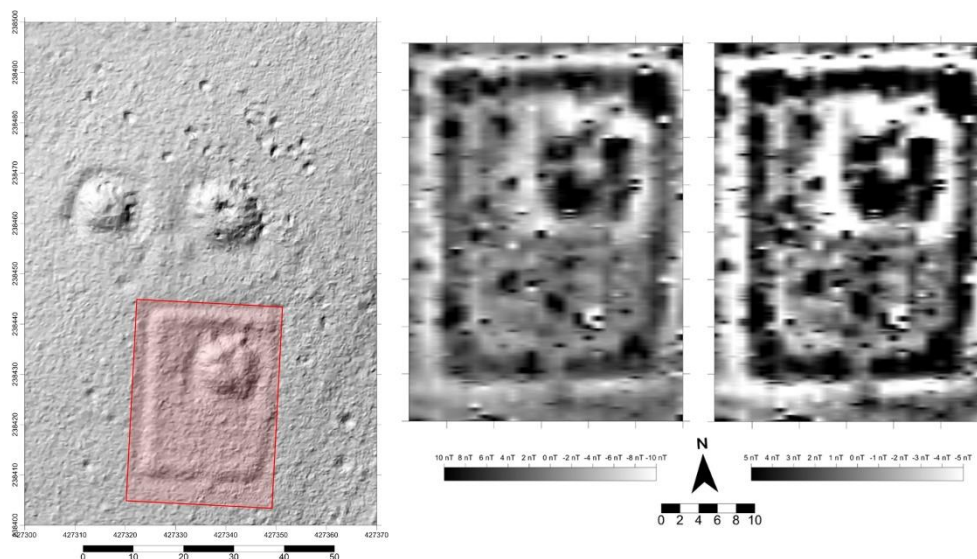


Ryc. 1. Rozumice, stan. 1, woj. opolskie. Numeryczny model terenu w strefie występowania kurhanów (numery I-III i 1-6 kurhany znane wcześniej, numery 7-12 nieznane wcześniej kurhany)

W efekcie uzyskano niezwykle interesujące wyniki potwierdzające istnienie wspomnianego założenia. Wśród zarejestrowanych elementów warto zwrócić uwagę na:

- rów wyznaczający prostokątne założenie, charakteryzujący się ujemnymi wartościami,
- znajdujący się po wewnętrznej jego stronie nasyp, charakteryzujący się dodatnimi wartościami,
- rów otaczający kurhan, charakteryzujący się ujemnymi wartościami,
- nasyp kurhanu o niejednorodnej budowie, ale najprawdopodobniej pozbawiony konstrukcji kamiennych (ew. wykonanych z surowca pozbawionego właściwości magnetycznych),
- grupę anomalii o podwyższonych, dodatnich wartościach, które są najprawdopodobniej świadectwem obecności obiektów o charakterze archeologicznym, anomalie te nie tworzą regularnego układu, zapewne niektóre z nich są związane z założeniem funeralnym, a niektóre mogą być związane z osadnictwem poprzedzającym założenie grobowca,

- nieliczne anomalie dipolowe świadczące o stosunkowo małej ilości przedmiotów żelaznych, co może być ewentualną przesłanką do określenia chronologii obiektu.



Ryc. 2. Rozumice, stan. 1, woj. opolskie. Zakres badań geomagnetycznych oraz ich wyniki

Dzięki wykorzystanym metodom prospekcji nieinwazyjnej uzyskano nowe dane do badań nad analizowanym cmentarzyskiem, zidentyfikowano nowe obiekty, które wcześniej nie były zarejestrowane, wykonano nowoczesną ich dokumentację, przede wszystkim plany warstwiczne i katalog obiektów. Ważne jest również stwierdzenie zróżnicowania morfologicznego kurhanów, co może świadczyć o ich niejednorodności chronologicznej. Zaobserwowano ślady niszczenia niektórych obiektów spowodowane również przez współczesnych detektorystów, przez co konieczne jest podjęcie stosownych działań o charakterze konserwatorskim. Wydaje się, że powinny one również objąć niezwykle dobrze zachowane ślady współczesnych działań wojennych.

Literatura

- Dąbrowska E. 1964. Sprawozdanie z wstępnych badań ratowniczych prowadzonych na cmentarzysku kurhanowym w Rozumicach, pow. Głubczyce, Terenowe badania archeologiczne na Opolszczyźnie, 32-35.
- Dąbrowska E. 1969. Sprawozdanie z badań wykopaliskowych cmentarzyska kurhanowego w Rozumicach, pow. Głubczyce w 1964 roku, Sprawozdania Archeologiczne 20, 269-276.
- Dąbrowska E. 1970. Sprawozdanie z badań wykopaliskowych prowadzonych na cmentarzysku kurhanowym w Rozumicach, pow. Głubczyce w roku 1970, Terenowe badania archeologiczne na Opolszczyźnie, 23-25.
- Foltyn E. M., Foltyn E. 2012. Ziemia Górnego Śląska od epoki kamienia do wczesnego średniowiecza. Katowice.
- Jaworski K. 2013. Wczesne średniowiecze, (w:) E. Tomczak (red.), Archeologia Górnego Śląska. Katowice, 165-192.
- Kaźmierczyk J., Macewicz K., Wuszkán S. 1977. Studia i materiały do osadnictwa Opolszczyzny wczesnośredniowiecznej, Opole.

Zastosowanie analizy prędkości fal elektromagnetycznych w interpretacji danych georadarowych

Tomisław Gołębiowski¹ - Tomasz Małysa²

¹ Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska, Instytut Geotechniki, Zakład Geodezji, Geofizyki i Geologii Inżynierskiej,
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

² Geo-Industrial Sp. z o. o., ul. Kopalniana 14, 41-208 Sosnowiec

Standardową, georadarową techniką pomiarową stosowaną w prospekcji archeologicznej jest krótko-offsetowe (rzadziej zero-offsetowe) profilowanie refleksyjne. Aby przeprowadzić konwersję czasowo-głębokościową radargramu (echogramu) zarejestrowanego podczas badań refleksyjnych należy posiadać informacje o prędkościach fali elektromagnetycznej w różnych fragmentach badanego ośrodka geologicznego. Obiekty archeologiczne znajdują się zazwyczaj na małych głębokościach i są ułożone w warstwach gruntu, dlatego podczas prezentacji konferencyjnej pominięta zostanie analiza prędkości dla skał, a autorzy skupili się na czynnikach wpływających na zmianę prędkości w gruntach. Grunt zbudowany jest ze szkieletu gruntowego, który najczęściej jest mieszaniną piaszczysto-ilastą (w przypadku Polski są to przede wszystkim czwartorzędowe utwory polodowcowe), z różnym udziałem procentowym obu składników. W wolnych przestrzeniach pomiędzy ziarnami kwarcu (piasek) i minerałami ilastymi znajduje się woda i powietrze w różnych stosunkach ilościowych. Zawartość w szkielecie gruntowym wody i powietrza zależy od porowatości gruntu, która zmienia się w bardzo dużym zakresie, od ok. 25% do ok. 50% (a niekiedy nawet do ok. 70%). Z opisu przedstawionego powyżej wynika, że duży udział procentowy wolnych przestrzeni w strukturze gruntu, będzie silnie wpływać na zmiany parametrów fizycznych grantów, ze względu na dużą zawartość w tych przestrzeniach wody lub powietrza; dla porównania warto w tym miejscu powiedzieć, że w przypadku skał porowatość rzędu 20% określa skałę o bardzo wysokiej porowatości i zdolności magazynowania np. węglowodorów (tj. ropy i gazu), które są eksploatowane na skałę przemysłową z przestrzeni porowej skały.

Przeanalizujmy dwa parametry fizyczne gruntów, istotne z punktu widzenia badań georadarowych. Wartości tabelaryczne przenikalność elektrycznej ϵ [F/m] oraz elektrycznej przewodności właściwej σ [mS/m], zamieszczane w literaturze odnoszą się najczęściej do szkieletu gruntowego i nie są tożsame z wartościami ekwiwalentnymi dla układu szkielet – woda – powietrze w miejscach badań archeologicznych. Wiadomym jest, że zmiana wartości gruntu wpływa na zmianę współczynnika odbicia fali elektromagnetycznej na granicy obiekt archeologiczny - otaczający grunt oraz wpływa na zmianę prędkości fali elektromagnetycznej w gruncie; wzrost wartości σ powoduje wzrost tłumienia fal elektromagnetycznych w ośrodku geologicznym.

Wzrost zawartości wody w przestrzeni międzyziarnowej będzie znacząco wpływać na wzrost wartości ϵ gruntu, co będzie skutkować spadkiem prędkości propagacji fali elektromagnetycznej w gruncie i w efekcie będzie powodować pozorne przegłębienie obiektów archeologicznych na radargramie. W przypadku, gdy grunt będzie przesuszony, pojawi się zjawisko odwrotne do opisanego powyżej i w efekcie na radargramie refleksy od obiekt archeologicznych zostaną zarejestrowane na mniejszej głębokości niż głębokość rzeczywista; pojawi się więc pozorne wypłylenie poszukiwanego obiektu.

Proste przykłady ilustrujące opisane zjawiska pokazano na Fig.1, lecz problem jest bardziej skomplikowany, ponieważ ośrodki gruntowe mogą cechować się dużą zmiennością porowatości, a więc i zawartości wody oraz powietrza, na relatywnie małych obszarach. Przy dużej zmienności przestrzennego rozkładu w przestrzeni międzyziarnowej wody i powietrza, mogą pojawiać się duże zniekształcenia

efektów rejestrowanych na radargramach od obiektów archeologicznych, co zostanie przeanalizowane podczas tegorocznej konferencji.

W praktyce pomiarowej często przyjmuje się stałą prędkość średnią dla badanego gruntu, równą 10 cm/ns, co odpowiada wartości względnej stałej dielektrycznej $\epsilon_r=9$; Na Fig.1, do konwersji czasowo-głębokościowej radargramów syntetycznych, przyjęto tą właśnie standardową prędkość 10 cm/ns. Analizując rzeczywiste położenie obiektów archeologicznych na Fig.1, w stosunku do ich pozornego położenia głębokościowego wynikającego z analizy radargramów, łatwo zauważyć jak ważnym jest w interpretacji georadarowej określenie poprawnej prędkości fali elektromagnetycznej.

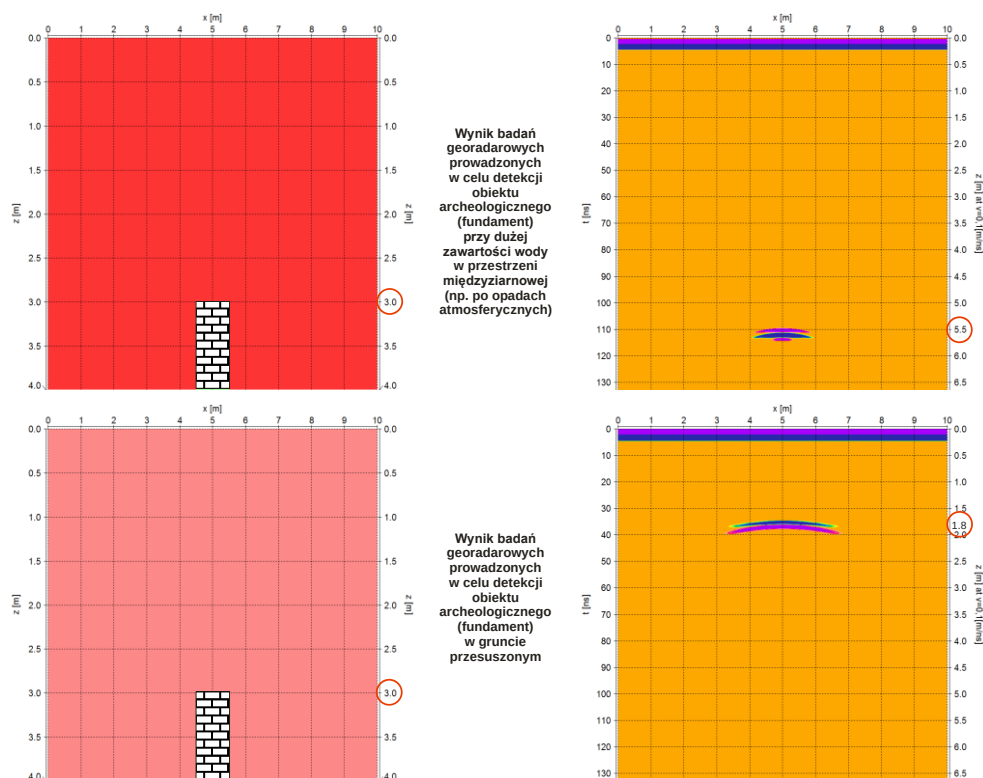
Warto również wspomnieć, że okresowe nasycenie gruntu wodami wsiąkowymi może powodować, że pojawi się chwilowy wzrost kontrastu przenikalności elektrycznej pomiędzy obiektem archeologicznym a otaczającym gruntem i w efekcie pojawi się możliwość detekcji takiego obiektu przy pomocy metoda georadarowej, podczas gdy jego detekcja w gruncie suchym byłaby bardzo utrudniona. Aspekt ten zostanie również dokładniej przeanalizowany podczas tegorocznej konferencji.

Prowadząc badania terenowe techniką krótko-offsetowego profilowania refleksyjnego jedyną metodą określania prędkości fali elektromagnetycznej w badanym ośrodku jest technika analizy krzywizn hiperbol dyfrakcyjnych. Niestety technika ta pozwala na oszacowanie prędkości tylko w przypadku zarejestrowania wielu, czytelnych hiperbol; praktyka pomiarowa pokazuje, że podczas badań georadarowych, rejestruje się co najwyżej kilka hiperbol, które można poddać takiej analizie i w efekcie bazujemy na bardzo przybliżonych informacjach o zmienności prędkości w gruncie. Jeśli w danym miejscu badań nie uda się oszacować prędkości chociażby z jednej hiperboli dyfrakcyjnej, to do konwersji czasowo-głębokościowej radargramów przyjmuje się pewną prędkość średnią, która (jak pokazano przykładowo na Fig.1) prowadzi do niepoprawnej interpretacji radargramów.

Do konwersji czasowo-głębokościowej radargramów zarejestrowanych podczas badań refleksyjnych można byłoby teoretycznie wykorzystać prędkość uzyskaną z, nazwijmy to „analizy odwrotnej”, tzn. znając rzeczywiste położenie obiektu w ośrodku oraz czas na jakim zarejestrowano na radargramie refleksy od tego obiektu, można określić prędkość fali elektromagnetycznej w badanym ośrodku. Technika ta jest standardowo wykorzystywana podczas badań georadarowych obiektów naziemnych (np. budynków, wałów, zapór i in.) lecz raczej trudno byłoby zastosować ją w prospekcji archeologicznej.

Rzadko, jak na razie, badań archeologicznych prowadzone są wspólnie z badaniami geologicznymi, które na podstawie odwiertów dostarczałyby punktowych co prawda, lecz pewnych informacji o parametrach elektromagnetycznych badanego ośrodka i pozwalałyby oszacować prędkość fali elektromagnetycznej. Równie rzadko pobiera się próbki z wkopów (odsłoneń) archeologicznych i wykonuje się badania laboratoryjne przenikalności elektrycznej próbek dla wyliczenia prędkości fali elektromagnetycznej.

Biorąc pod uwagę aspekty przedstawione powyżej, dotyczące braku lub ograniczonej informacji nt. zmienności prędkości w badanym ośrodku gruntowym, zasadnym wydaje się prowadzenie badań archeologicznych georadarami wielokanałowymi, przynajmniej dwukanałowymi. Przykładowo, najbardziej rozpowszechniony system georadarowy w Polsce, tj. system ProEx szwedzkiej firmy MALA GeoScience jest w podstawowej konfiguracji systemem dwukanałowym. W takim systemie na pierwszym kanale akwizycyjnym można prowadzić standardowy pomiar techniką refleksyjną, podczas gdy na drugim kanale akwizycyjnym wykonywane są pomiary prędkościowe techniką WARR (Wide Angle Reflection Refraction). W przypadku radarów jednokanałowych, należałoby wykonać standardowe pomiary refleksyjne, a następnie pomiary prędkościowe techniką WARR lub CMP (Common Mid Point). Więcej informacji na temat technik pomiarowych pozwalających oszacować prędkość fali elektromagnetycznej w badanym ośrodku, można znaleźć w opracowaniach Gołębiowski (2008, 2010, 2012), Reynolds (1999), Annan (2001), Karczewski i in. (2012); informacje te zostaną pokrótce przedstawione podczas tegorocznej konferencji.



Ryc.1. Pozorna zmiana głębokości położenia obiektu archeologicznego w zależności od niepoprawnie przyjętej prędkości do konwersji czasowo-głębokościowej radargramu

Informacje zamieszczone w artykule wpisują się w jeden z wiodących tematów tegorocznej konferencji, tzn. „Co z tą anomalią?”. Znanе powieǳienie „nie wszystko złoto co się świeci” - podsumowując dyskusję przedstawioną w artykule można byłoby powieǳieć „nie wszystko co widzimy na rejestracji geofizycznych wygląda tak samo w rzeczywistości”.

Literatura

- Annan A.P. 2001. Ground Penetrating Radar. Workshop Notes, Sensor and Software Inc., Canada.
- Gołębiowski T. 2012. Zastosowanie metody georadarowej do detekcji i monitoringu obiektów o stochastycznym rozkładzie w ośrodku geologicznym. Rozprawa habilitacyjna, Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Gołębiowski T. 2010. Velocity Analysis in the GPR Method for Loose Zones Detection in the River Embankments. Proceedings of International Conference “GPR 2010”, Org. International Association of GPR, Lecce, Italy.
- Gołębiowski T. 2008. Changeable-Offset GPR Profiling for Loose Zones Detection in the Levees. Proceedings of Conference “Near Surface 2008”, EAEG Org., Cracow, Poland.
- Karczewski J., Otryl Ł., Pasternak M. 2012. Zarys metody georadarowej. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków
- Reynolds J.M. 1999. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. John Wiley & Sons, UK.

Analiza możliwości i ograniczeń zastosowania metody GPR i ERT w archeologii z wykorzystaniem wyników modelowania numerycznego

Tomisław Gołębiowski¹ – Bernadetta Pasierb¹

¹ Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska, Instytut Geotechniki, Zakład Geodezji, Geofizyki i Geologii Inżynierskiej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

W geofizyce inżynierskiej coraz częściej stosuje się technikę modelowania numerycznego w celu określenia możliwości i ograniczeń zastosowania metod geofizycznych do rozwiązywania konkretnych problemów geologicznych, archeologicznych, sozologicznych i innych. Ogólnie wiadomym jest, jakiego typu obiekty podziemne (naturalne lub antropogeniczne) można z powodzeniem identyfikować przy pomocy konkretnych technik pomiarowych. Okazuje się jednak, że ogólne zasady definiujące możliwości i ograniczenia stosowalności metod geofizyki inżynierskiej nie zawsze określają czy detekcja konkretnego obiektu (np. archeologicznego) będzie możliwa czy też nie; co więcej, może okazać się, że konkretna metoda geofizyczna powinna teoretycznie dać pozytywne rezultaty podczas prospekcji archeologicznej, lecz w praktyce tak nie jest.

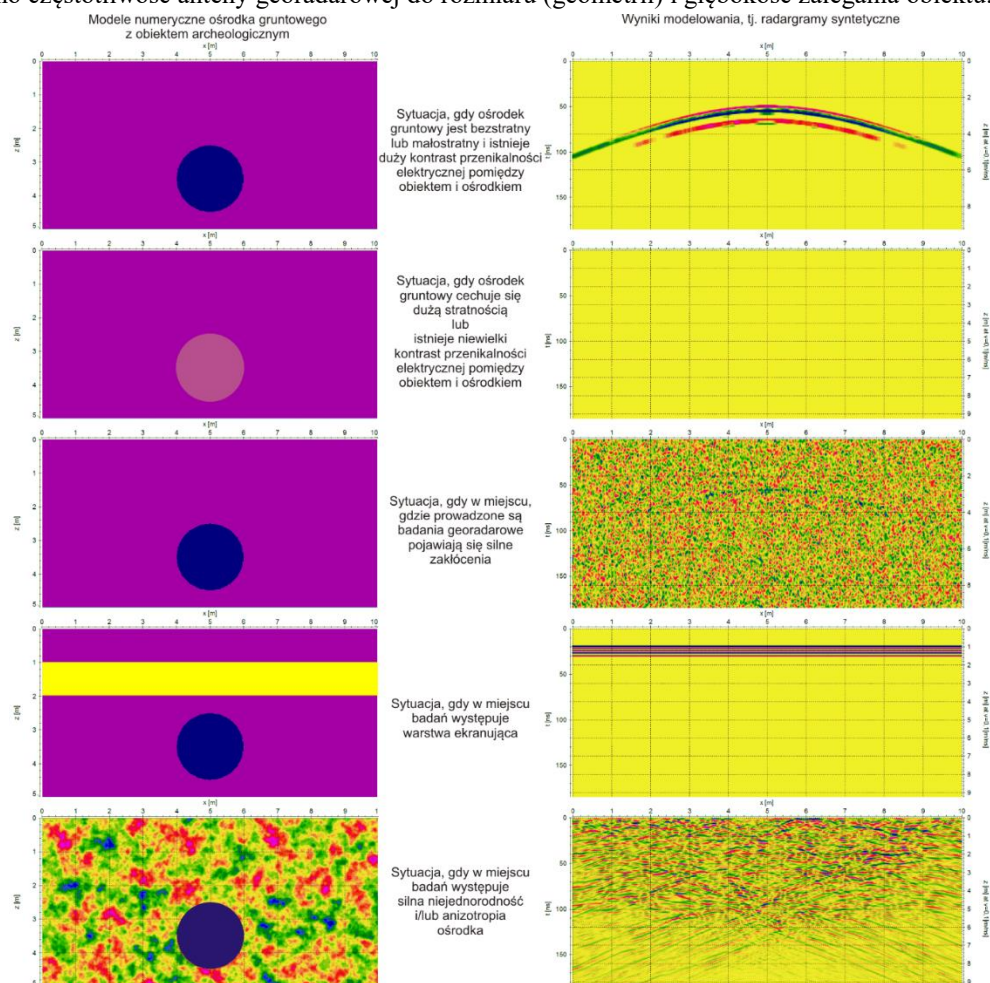
W artykule pokazano przykłady modelowania numerycznego dla dwóch często stosowanych w archeologii metod geofizycznych, tj. metody georadarowej (GPR) i tomografii elektrooporowej (ERT). Przykłady te pokazują, w jakich sytuacjach nie uzyskamy podczas badań terenowych interpretowalnych rejestracji pomimo, że w ośrodku gruntowym będą znajdowały się obiekty archeologiczne. Przykłady pokazują również, że brak czytelnych anomalii na rejestracjach uzyskanych z pomiarów GPR i ERT nie eliminuje jednoznacznie miejsca badań z dalszej prospekcji archeologicznej. Informacje zamieszczone w artykule wpisują się w jeden z wiodących tematów tegorocznej konferencji, tzn. *Dlaczego nie zawsze „wychodzi”?* Trudności i ograniczenia związane w zastosowaniu metod geofizycznych w archeologii.

Dla osób wykorzystujących metodę GPR i ERT w badaniach archeologicznych wiadomym jest, że możliwość uzyskania interpretowalnych rejestracji od podziemnych obiektów archeologicznych zależy od kilku czynników, tj. od kontrastu przenikalności elektrycznej (dla metody GPR) lub oporności elektrycznej (dla metody ERT) pomiędzy obiektem i otaczającym gruntem, od wartości współczynnika tłumienia gruntu (dla metody GPR), od rozmiarów (geometrii) obiektu, od głębokości na jakiej znajduje się obiekt archeologiczny, od poziomu zakłóceń oraz od stopnia niejednorodności i anizotropii ośrodka geologicznego. Projektując badania geofizyczne nie mamy wpływu na wymienione czynniki, możemy co najwyżej szacować (na podstawie informacji historycznych, geologicznych i innych) z jakiego materiału prawdopodobnie zbudowany jest obiekt archeologiczny, na jakiej głębokości powinien się znajdować oraz jaka jest jego przybliżona geometria. Na konferencji pokazane zostanie w jaki sposób modelowanie numeryczne pozwoli oszacować czy w konkretnych warunkach geologicznych i przy istnieniu znanej infrastruktury na-i podpowierzchniowej uzyskamy interpretowalne rejestracje podczas badań archeologicznych.

W prospekcji archeologicznej stosuje się standardowo technikę georadarową zwaną, krótko-offsetowym profilowaniem refleksyjnym; należy pamiętać, że nie jest to jedyna lecz jedna z wielu georadarowych technik pomiarowych. Ze względu na ograniczony czas prezentacji, podczas konferencji omówione zostaną wyniki modelowania numerycznego tylko dla wspomnianej techniki refleksyjnej. Szerszy opis różnych georadarowych technik pomiarowych można znaleźć m.in. w publikacji Gołębiowski (2012).

Modelowanie elektromagnetycznego pola falowego dla metody georadarowej prowadzi się najczęściej z wykorzystaniem metody różnic skończonych w opcji FDTD (*Finite Difference Time Domain Method*) opracowanej przez K.S. Yee (1966). W prezentacji pominięte zostaną podstawy matematyczno-fizyczne i algorytmiczne dla metody FDTD, natomiast podstawy teoretyczne wraz z opisem zastosowania modelowania numerycznego interpretacji badań georadarowych można znaleźć m.in. w publikacjach Gołębiowski (2004, 2005, 2006a, 2006b, 2012, 2015) oraz Gołębiowski i Karczewski (2003).

Na ryc. 1 przedstawiono przykładowe wyniki modelowania dla wybranych prostych sytuacji, które pokazują, że obiekt archeologiczny (aprosymowany kołem na ryc. 1) może istnieć, lecz w pewnych sytuacjach nie będzie możliwości zarejestrowania na radargramie (pomiarowym i syntetycznym) interpretowalnych refleksów od takiego obiektu. W modelowaniu przyjęto założenie, że poprawnie dobrano częstotliwość anteny georadarowej do rozmiaru (geometrii) i głębokość zalegania obiektu.



Ryc.1. Przykładowe modele numeryczne ośrodka gruntowego z obiektem archeologicznym aproksymowanym kołem oraz echogramy syntetyczne dla analizowanych sytuacji

Na ryc.1. przedstawiono wybrane, proste sytuacje, natomiast problemy bardziej skomplikowane i zaawansowane zostaną przedyskutowane podczas konferencji.

Podobnie do metody GPR (ryc.1) wygląda sytuacja w przypadku badań prowadzonych techniką ERT. Modelowanie numeryczne pola elektrycznego pozwala symulować badania polowe (Pasierb 2012) dla założonych parametrów modelu opornościowego ośrodka i uzyskać syntetyczny zbiór danych o pozornych wartościach oporności. Obszar, w którym konstruuje się opornościowy model ośrodka, dyskretyzowany jest siatką obliczeniową, a całkowity rozmiar siatki jest tak dobrany, aby jak najlepiej spełniać warunki graniczne brzegowe problemu. Dla zadanej konfiguracji elektrod (ilości i rodzaju układu pomiarowego), w oparciu o metodę różnic skończonych lub metodę elementów skończonych wyznacza się

wartości potencjału elektrycznego we wszystkich węzłach siatki, a następnie oblicza się wartości oporności pozornej dla założonego modelu (Pasierb 2015). Modelowanie numeryczne dla metody ERT, które zostanie przedstawione podczas konferencji, przeprowadzono w układzie 2D, pod kątem m.in.: a) analizy odwzorowania na mapach oporności rzeczywistych kształtów obiektów archeologicznych, b) położenia (przesunięcia) anomalii w zależności od geometrii i typu układu pomiarowego, c) analizy problemu rozdzielczości pionowej i poziomej, d) przeprowadzenia dyskusji nt. ekwiwalencji wyników badań ERT.

Literatura

- Gołębiowski T., 2015. Introduction to Numerical Modeling of Electromagnetic Wave Field on the Example of Georadar Data Recorded in River Dike. Technical Transactions - Environment Engineering, issue 2-Ś, PK Ed., Cracow, Poland, 39-53.
- Gołębiowski T. 2012. Zastosowanie metody georadarowej do detekcji i monitoringu obiektów o stochastycznym rozkładzie w ośrodku geologicznym. Rozprawa habilitacyjna, Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Gołębiowski T. 2006a. 3D GPR Measurements for Archaeological Application with Interpretation Aided by Numerical Modeling. Acta Geophysica 54 (4), 413-429.
- Gołębiowski T. 2006b. Numeryczne modelowanie pola georadarowego przy pomocy metody FDTD. Geoinformatica Polonica 8, 23-35.
- Gołębiowski T. 2005. Modelowanie numeryczne pola georadarowego w badaniach gruntów skażonych substancjami ropopochodnymi. Rozprawa doktorska, WGGiOŚ AGH, Kraków.
- Gołębiowski T. 2004. Wprowadzenie do metodyki interpretacji badań georadarowych przy użyciu procedury modelowania numerycznego. Przegląd Geologiczny 52(7), 563-568.
- Gołębiowski T., Karczewski J. 2003. Modelowanie numeryczne georadarowego pola falowego przy użyciu metody pseudospektralnej (PSFD). Geologia - Kwartalnik AGH 29 (1-2), 33-46.
- Pasierb B. 2012. Techniki pomiarowe metody elektrooporowej. Czasopismo Techniczne, zeszyt S-Ś 23, 191-199.
- Pasierb B. 2015. Numerical Evaluation of 2D Electrical Resistivity Tomography for Subsoil Investigations. Technical Transactions - Environment Engineering, issue 2-Ś, PK Ed., Cracow, Poland, 101-112.
- Yee K.S., 1966. Numerical Solution of Initial Boundary Value Problems Involving Maxwell's Equations in Isotropic Media. IEEE Trans. Antenna Propagation, no. 14, 302-307.

Badania „Wzgórza Marii”, czyli odkrycie reliktyw pałacu Sobieskich na Marymoncie w Warszawie

Michał Grabowski¹ – Radosław Mieszkowski²

¹ Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Archeologii, ul. Moniuszki 10, 35-015 Rzeszów

² Uniwersytet Warszawski, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

Marymont to miejsce magiczne, nie tylko ze względu na poprzecinane wzniesieniami zasypiane dziś kanały i starorzecza, rezerwat z wiekowymi dębami oraz zabytki architektury i archeologii to również niewielki obszar w Warszawie z, którym związane są postacie wielu wybitnych Polaków. Rozpoczynając pod koniec maja 2016 roku badania archeologiczne, związane z odkryciem reliktyw architektury dokonanych podczas prowadzonych przez parafię im Najświętszej Marii Panny Królowej Polski robót budowlanych, byliśmy z zespołem zadowoleni, że los umożliwił nam poznanie początków tego niezwykłego miejsca. Badania archeologiczno-architektoniczne polegały na oczyszczeniu, zadokumentowaniu oraz odczytaniu właściwych relacji przestrzennych odkrytego muru, wykonaniu kompletnej dokumentacji przestrzennej, pomiarowej i rysunkowej, oraz fotograficznej i ortofotograficznej. Zespół wykonał także wstępne badania geofizyczne wzgórza otaczającego kościół, użyto georadaru oraz tomografii elektrooporowej.

Analiza wyników dotychczasowych, niezakończonych jeszcze badań wskazuje, że odkryty został narożnik dolnego tarasu pałacu letniego należącego do kolejnych Władców Polski: Jana III Sobieskiego, Augusta II i Augusta III.

Pałac zaprojektował i wybudował w latach 1691 – 1696 wybitny architekt Tylman z Gamenen, z inicjatywy Jana III, a budowlę nazwaną *Marie Mont* (góra Marii), wkrótce spolszczono na Marymont. Ten malowniczy, położony wśród starych dębów, niewielki pałac, był rozciągającą się na wysokiej skarpie wiślanej, piętrową, centralnie położoną na planie kwadratu budowlą, nakrytą dachem namiotowym z ozdobną banią. Pałac marymoncki, służący prywatnej stronie życia rodziny królewskiej, pełnił zarazem funkcję pawilonu myśliwskiego Jana III Sobieskiego. W 1727 roku rezydencję odkupił od Sobieskich August II Mocny, który dokonał jej gruntownej przebudowy zakładając na Marymoncie zwierzyniec. Zarówno August II, jak i jego syn – August III – spędzali tu czas traktując Marymont jako pałac myśliwski w czasie organizowanych polowań w Lesie Bielańskim i w Puszczy Kampinoskiej.

W wyniku prowadzonych prac odkryto monety pochodzące z czasów saskich. W czasie istnienia Księstwa Warszawskiego z inicjatywy Stanisława Staszica na Marymoncie powstaje nowoczesny Instytut Agronomiczny, rozpoczyna się nowy etap w rozwoju tego terenu, powstają nasadzenia, folwarki i zakłady.

Niestety tuż po Powstaniu Styczniowym w latach 1863-1864 nowo powstałe budynki Instytutu oraz pałac zostają oddane wojsku rosyjskiemu na koszary konnicy, w „pałacu Marysieńki” urządzono magazyn wojskowy, a w dokumentach z tego okresu odnajdujemy opisy celowych zniszczeń architektury i zieleni.

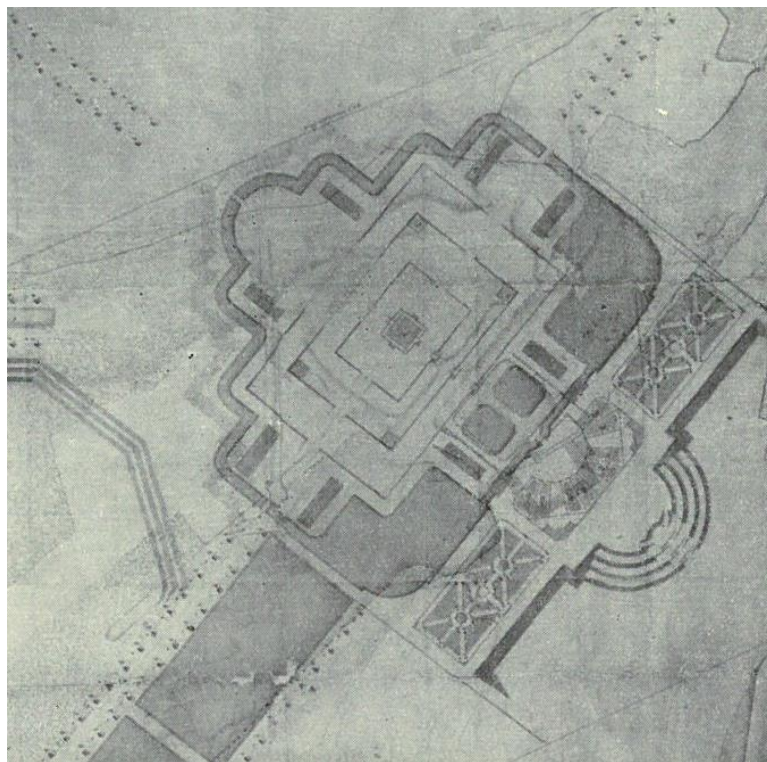
W okresie II Rzeczypospolitej w pałacyku pozbawionym cech stylowych i przebudowanym mieści się kaplica, w której kapłanem był błogosławiony ks. Michał Sopoćko - kapłan diecezji wileńskiej, przebywający w latach 1918-24 na studiach w Warszawie spowiednik bł. s. Faustyny Kowalskiej.

W czasie II wojny światowej proboszczem na Marymoncie był Zygmunt Trószczyński pseudonim „Alkazar” kapłan Żywiciela, działający po wojnie w komitetach ekshumacyjnych, skazany przez komunistyczne władze na wieloletnie więzienie, zwolniony w 1954 roku.

W wyniku badań prowadzonych na interesującym nas obszarze, pozyskano niewielki zbiór ruchomych zabytków archeologicznych: monety, fragmenty ceramiki oraz zabytki metalowe. Odkryto

także fragmenty murów oraz prawdopodobnie korytarzy z różnych okresów funkcjonowania założenia (w tym z czasu ostatniej wojny).

Badania prowadzone są zgodnie z pozwoleniem z dnia 25 maja 2016 roku, decyzja o numerze 138A/16, Prezydenta Miasta Stołecznego Warszawy, Biuro Stołecznego Konserwatora Zabytków.



Ryc. 1. Plan archiwalny



Ryc. 2. Ortofotografia odkrytych pozostałości architektury

Geofizyczna prospekcja grodzisk w Santoku i Miliczu

Anna Groffik¹ – Justyna Kolenda² – Kinga Zamelska-Monczak³

¹ Geo-Radar, ul. Malinowa 2c, 51-361 Wilczyce

² Polska Akademia Nauk, Instytut Archeologii i Etnologii, Ośrodek Badań nad Kulturą Późnego Antyku i Wczesnego Średniowiecza, ul. Więzienna 6, 50-118 Wrocław

³ Polska Akademia Nauk, Instytut Archeologii i Etnologii, Ośrodek Studiów Pradziejowych i Średniowiecznych, ul. Rubież 46, 61-612 Poznań

Od kilkunastu lat obserwujemy znaczny wzrost zainteresowania ochroną dziedzictwa archeologicznego na terenie Europy. Postulat ten jest szczególnie istotny w kontekście badań tak wyjątkowej pozostałości wczesnośredniowiecznego krajobrazu kulturowego jaką są grodziska. W ich rozpoznaniu i ochronie coraz większą rolę odgrywają bezinwazyjne metody badawcze, do których zaliczyć można – oprócz prospekcji powierzchniowej i lotniczej – również badania geofizyczne. Ostatnio tego typu prace zostały przeprowadzone na dwóch wczesnośredniowiecznych grodziskach w Santoku (stan. 1) i Miliczu (stan. 1). Ich celem była dokumentacja miąższości i charakteru nawarstwień obu stanowisk oraz próba interpretacji zarejestrowanych anomalii w kontekście rozpoznanych już metodą wykopaliskową układów stratygraficznych.

Magnetyczna prospekcja santockiego grodziska została wykonana w czerwcu 2012 roku przez zespół w składzie: Krzysztof Misiewicz, Wiesław Małkowski oraz Miron Bogacki. W badaniach zastosowano magnetometr cewowy Geometrics G858 Magmapper, który mierząc wartości natężenia całkowitego wektora pola magnetycznego, pracował w trybie poziomego ustawienia sond, umożliwiającym jednoczesną rejestrację tzw. pseudo gradientu horyzontalnego². Analiza zmian wartości pola magnetycznego pozwoliła wydzielić anomalie liniowe i punktowe, które poddano interpretacji w celu zdefiniowania ich pochodzenia i funkcji. Anomalie liniowe oddalone od siebie o 9-10 m, zarejestrowane w zachodniej części grodziska, można wyjaśnić jako ślady umocnień wałowych. Widoczne są także struktury będące najprawdopodobniej pozostałościami obiektów mieszkalnych lub gospodarczych, z których jeden charakteryzował się powierzchnią około 150 m². Bardziej skomplikowany obraz uwidocznił się w północnej części grodziska, w miejscu jego największego wyniesienia. Miejsce to rozpoznano siecią sondaży w trakcie przedwojennych badań archeologicznych. Ujawniono wtedy obecność reliktyw kamiennej architektury wraz z cmentarzem szkieletowym. Zarejestrowane w trakcie badań geofizycznych zmiany wartości pola magnetycznego miały charakter zmian liniowych, mogą więc odpowiadać granicom wykopów archeologicznych, co niewątpliwie ułatwi zlokalizowanie miejsca dawnych prac (Małkowski 2012).

Geofizyczna prospekcja milickiego grodziska ma nieco dłuższą historię. Po raz pierwszy badania nieinwazyjne zrealizowano tu w 2004 r.³ Ich celem było zlokalizowanie w obrębie dziedzica pozostałości kamiennej konstrukcji, odsłoniętych w trakcie dziewiętnastowiecznych prac wykopaliskowych. Na ówczesnym etapie badań uznano, że relikty te mogą być pozostałością kościoła pod wezwaniem św. Wojciecha, którego proboszcz Prawot był wzmiankowany w źródłach pisanych. Badania geofizyczne wykonano przy pomocy georadaru RAMAC/GPR, a monitoring prowadzono do głębokości 3 m. Na

² Równolegle z prospekcją magnetyczną prowadzony był pomiar sytuacyjno-wysokościowy z użyciem systemu GPS RTK. Połączenie w jednym urządzeniu funkcji GPS oraz magnetometru umożliwia dokładną lokalizację zmian wartości pola magnetycznego przy jednoczesnej rejestracji wysokości terenu badań.

³ Wykonał je A. Szynkiewicz z Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego, w ramach projektu pt. *Socjotopografia lokalnego ośrodka władzy w państwie piastowskim na przykładzie Milicza (Śląsk)*, którego kierownikiem był prof. Lech Leciejewicz.

podstawie danych pozyskanych z profilowań przeprowadzonych na liniach N-S i S-N (linie powrotne) stwierdzono funkcjonowanie dwóch faz konstrukcji obronnych o wczesnośredniowiecznej metryce (Kolenda 2008, ryc. 5).

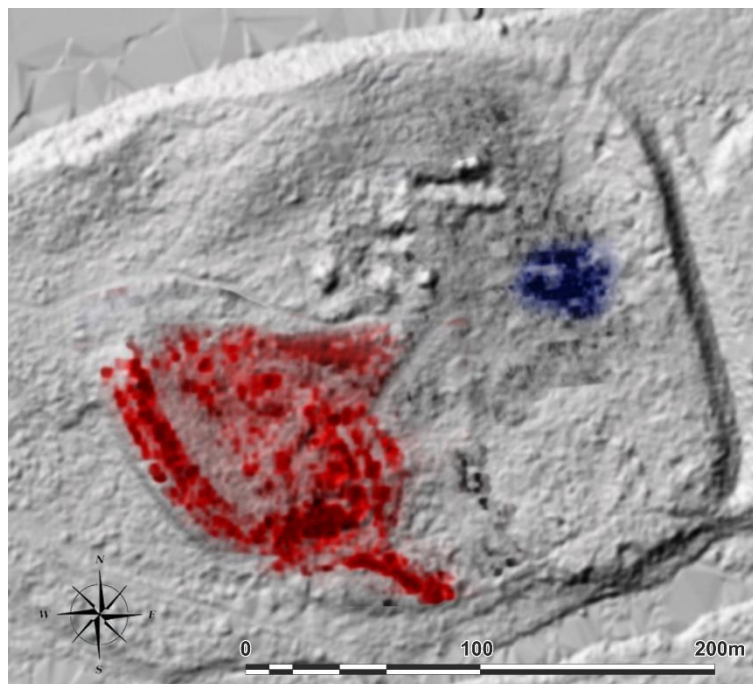
Szczegółowe badania prowadzone w środkowej części grodziska na osi W-E i E-W (linie powrotne) umożliwiły wyznaczenie miejsc koncentracji anomalii w obrębie poszczególnych poziomów głębokościowych. Rezultatem tych prac było wytyczenie 5 rejonów, w których anomaliami występującym na głębokościach zbliżonym do 2 m towarzyszą anomalie występujące na wyższych poziomach (Kolenda 2008, ryc. 6). Badaniami wykopaliskowymi objęto dwie z nich, oznaczone literami A i B. Na obszarze anomalii A odsłonięto fragment konstrukcji kamiennej, ponad którą zalegała warstwa spalenizny z licznymi zabytkami; natomiast w obrębie anomalii B – konstrukcje obwałowań z starszej fazy grodu oraz obiekt mieszkalny usytuowany na częściowo zniwelowanym wale.

Kolejne nieinwazyjne badania geofizyczne na grodzisku w Santoku i Miliczu wykonano metodą georadarową w ramach realizacji projektu *Regni custodiam et clavem – Santok i clavis regni Poloniae – Milicz, jako przykład dwóch grodów granicznych. Przygotowanie bazy źródłowej do przeprowadzenia archeologiczno-historycznego studium porównawczego*. Prace prowadzono nowoczesnym georadarem Ground Explorer firmy MALA GeoScience AB⁴, z wykorzystaniem anteny ekranowanej 450 MHz. Na obu stanowiskach pomiar prowadzono do głębokości 3 m, wielkość powierzchni objętej badaniami była różna, uwarunkowana potrzebami badawczymi i lokalną szatą roślinną: w Miliczu, ze względu na dostępność terenu, objęła ona całe grodzisko; w Santoku – trzy najbardziej kluczowe pod względem badawczym obszary.

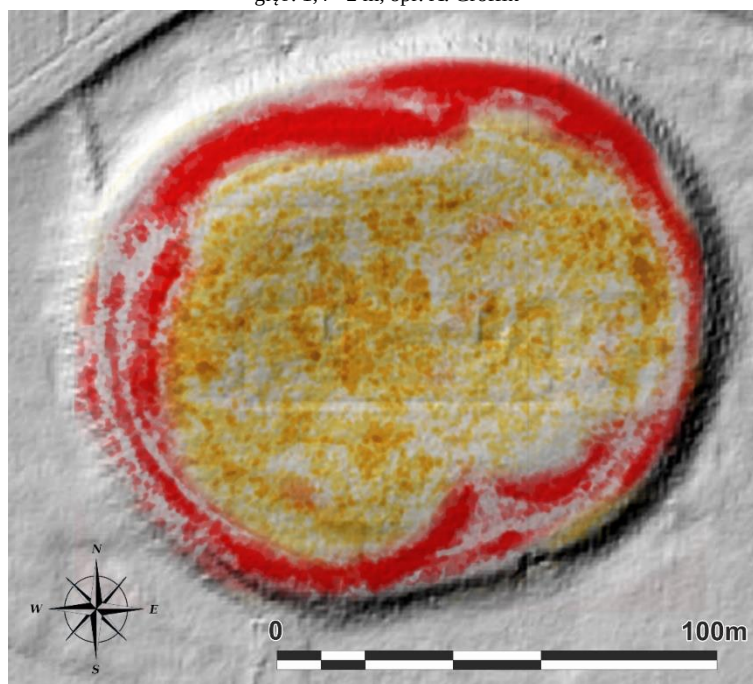
W pierwszej kolejności analizą objęto makrostruktury identyfikowane z konstrukcjami obronnymi. Na obu stanowiskach wyraźnie widoczna jest zmienność ich układu, wielkości oraz charakteru na poszczególnych poziomach głębokościowych. W przypadku Santoka (ryc. 1) prześledzenie układu podłużnych anomalii potwierdziło obecność umocnień obronnych w punktach wyraźnie rysujących się w terenie, a równocześnie umożliwiło określenie ich przebiegu w silnie zniwelowanej części grodziska. W efekcie rozpoznania zachodniej i południowej części podgrodzia możemy dziś potwierdzić, że gród santocki w pewnym okresie był założeniem trój-, a nie jak przypuszczano dwuczłonowym. Z kolei ponowne badania milickiego grodziska potwierdziły obecność reliktyw konstrukcji obronnych. Ich układ i wzajemne relacje odległościowe wskazują na przebudowę tego obiektu. Analiza zarejestrowanych danych umożliwiła wskazanie miejsc, w których mogły znajdować się bramy (ryc. 2). Kolejny etap analizy obejmował interpretację poszczególnych anomalii zlokalizowanych w obrębie majdanów omawianych stanowisk. I tak, w Santoku, we wschodniej części stanowiska, na podgrodziu, zarejestrowano wyraźnie rysującą się anomalię o regularnym, prostokątnym konturze, którą wstępnie uznano za pozostałość kamiennej lub drewnianej budowli. Anomalie o różnych parametrach wielkościowych i formalnych, które stwierdzono w obrębie milickiego grodziska, potwierdzają obecność zabudowań i konstrukcji usytuowanych w różnych częściach majdanu.

W wyniku przeprowadzonych badań na obu stanowiskach rozpoznano układ i wielkość pozostałości umocnień i zabudowań majdanów. Dodatkowo wytypowano obszary szczególnie istotne dla rekonstrukcji dziejów tych grodów. Wymagają one dalszych badań nieinwazyjnych z zastosowaniem innego sprzętu pomiarowego (np. anten o innej mocy). Wskazane byłaby również przeprowadzenie prac geofizycznych przy pomocy innej metody bezinwazyjnej np. elektrooporowej, a następnie porównanie obu rezultatów badawczych.

⁴ Ten model pracuje w nowoczesnej, opatentowanej przez producenta technologii HDR (High Dynamic Range), dzięki czemu: próbkowanie następuje w czasie rzeczywistym (bardzo szybka akwizycja danych w terenie), jest zwiększony zasięg głębokościowy i rozdzielczość danych w porównaniu z konwencjonalnym georadarem oraz wyraźniejszy kontrast między sygnałem rzeczywistym a szumem.



Ryc. 1. Santok, stan. 1. Wczesnośredniowieczne grodzisko, wyniki badań georadarowych. Kolorem czerwonymznaczono obwałowania – poziom głęb. 1,4 - 1,6 m, kolorem niebieskim oznaczono prostokątną anomalię na poz. głęb. 1,4 - 2 m, opr. A. Groffik



Ryc. 2. Milicz, stan. 1. Wczesnośredniowieczne grodzisko, wyniki badań georadarowych, głęb. od 1,5 do 3 m. Kolorem czerwonym zaznaczono obwałowania, żółtym anomalie usytuowane na majdanie, opr. A. Groffik

Literatura

- Kolenda J. 2008. Wczesnośredniowieczny Milicz w świetle wykopalisk, (w:) J. Kolenda (red.), Milcz. Clavis Regni Poloniae. Gród na pograniczu. Wrocław, 9-63.
- Małkowski W. 2012. Sprawozdanie z badań nieinwazyjnych na terenie grodziska wczesnośredniowiecznego w Santoku woj. lubuskie, maszynopis w Ośrodku Studiów Pradziejowych i Średniowiecznych IAE PAN w Poznaniu.

Badania nieinwazyjne wybranych wczesnośredniowiecznych grodów w woj. lubuskim

Bartłomiej Gruszka¹ – Łukasz Pospieszny¹

¹ Polska Akademia Nauk, Instytut Archeologii i Etnologii, Ośrodek Studiów Pradziejowych i Średniowiecznych, ul. Rubież 46, 61-612 Poznań

Zastosowanie metod geofizycznych w badaniach grodów wczesnośredniowiecznych w województwie lubuskim ma bardzo krótką historię, jednak dotychczasowe efekty tych prac są zaskakujące. Pierwsze badania z zastosowaniem metody magnetycznej zostały przeprowadzone w 2011 roku na grodzie w Datyniu koło Gubina (Kobyliński i in. 2012, 30-31, ryc. 19). Rozpoznano wówczas obszar północnej partii grodziska i przyległego do niego terenu o powierzchni 0,80 ha. Zarejestrowano wówczas anomalie charakterystyczne dla spalonych relikwów wału.

Od roku realizowane są badania mające na celu rozpoznanie metodami geofizycznymi (magnetyczną oraz elektrooporową) kolejnych warowni położonych w części środkowego dorzecza Odry. Dotychczas badania magnetyczne przeprowadzono na grodziskach w Grodziszczu, stan. 1, gm. Świebodzin, Klenicy, stan. 3, gm. Bojadła (tu także rozpoznano fragment osady przygodowej) oraz w Przytoku, stan. 1, gm. Jany. W przypadku Grodziszcza i Przytoku wyniki badań nieinwazyjnych zostały zweryfikowane niewielkimi pracami wykopaliskowymi, natomiast w przypadku Klenicy, obraz uzyskany dzięki zastosowaniu metody magnetycznej wyjaśnił wiele niewiadomych, które powstały podczas prowadzonych tu badań wykopaliskowych w 1936 i 2007 roku. W Grodziszczu na podstawie badań nieinwazyjnych, zweryfikowanych następnie badaniami wykopaliskowymi ustalono, że gród został rozbudowany (powiększony) co najmniej dwukrotnie w okresie około 200 lat. Określono powierzchnię zajmowaną przez poszczególnych faz grodu, ustalono położenie relikwów bramy (która przez badaczy prowadzących prace wykopaliskowe w latach 60. XX wieku była lokalizowana w zupełnie innym miejscu) i rowadzącej doń drogi.

Dzięki badaniom magnetycznym prowadzonym w Przytoku ustalono przebieg wykopów założonych w latach 60. XX wieku, co obecnie znacznie ułatwiło interpretację uzyskanych wówczas danych. Pozytywnie zweryfikowano także wcześniejsze przypuszczenia, że gród był w zasadzie niezamieszkały. Badania magnetyczne dostarczyły bowiem bardzo niewielu anomalii na majdanie założenia, dobrze zaś jest widoczna anomalia o kolistym kształcie wskazująca na pozostałości dookólnego wału.

Prowadzone w 1936 i w 2007 roku badania wykopaliskowe w Klenicy przyniosły odkrycie m.in. trzech obiektów w kształcie kopców, które wstępnie zinterpretowano jako hałdy odpadkowe zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie budynków mieszkalnych (Kieseler 2016) lub jako relikty niewielkiego wewnętrznego wału. Wyniki badań magnetycznych zweryfikowały te przypuszczenia, ponieważ na obrazie anomalii magnetycznych kopce te (około 20) rozmieszczone są regularnie po elipsie ograniczającej obszar o wymiarach 21 × 28 m. Najprawdopodobniej są miejsca wielokrotnego palenia ognisk (anomalie o charakterystyce typowej dla palenisk). Wyjaśnienie funkcja tych obiektów jest celem dalszych badań prowadzonych na tym stanowisku.

W najbliższych dwóch latach planowane są kolejne badania magnetyczne na obiektach w Skąpem, Radomicu, Świebodzinie i Myszęcinie, a na grodzisku w Grodziszczu planowane są dodatkowe badania z zastosowaniem metody elektrooporowej.

Podziękowania

Prace są finansowane w ramach grantu NCN pt. *Wczesnośredniowieczne osadnictwo grodowe w części dorzecza środkowej Odry do połowy XI wieku w studiach archeologicznych* (UMO-2015/16/S/HS3/00274).

Literatura

- Kobyliński Z., Borowski M., Budziszewski J., Herbich T., Kobyliński Ł., Sławik Ł., Wach D., Wysocki J., Jaszewska A. 2012. *Kompleksowe, niedestrukcyjne rozpoznanie zasobów archeologicznych Starego Kraju w województwie lubuskim*, Archeologia Środkowego Nadodrza 9, 11-41.
- Kieseler A. 2016. Der slawische Burgwall vom Kleinitz (Klenica) im nordlichen Niederschlesien, (w:) Biermann F., Kieseler A., Nowakowski D. (red.), *Burg, Herrschaft und Siedlung im imiialalterlichen Niederschlesien*, Studien zur Archaeologie Europas 27, Bonn, 211-466.

Prospekcja w skali mikro. Tomografia komputerowa urn kultury łużyckiej ze stanowiska we Wtórku (pow. ostrowski, woj. wielkopolskie)

Agata Hałuszko¹ – Grzegorz Gmyrek²

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-137 Wrocław
² Usługi Archeologiczne Grzegorz Gmyrek, ul. Korczak 8b.28, 62-800 Kalisz

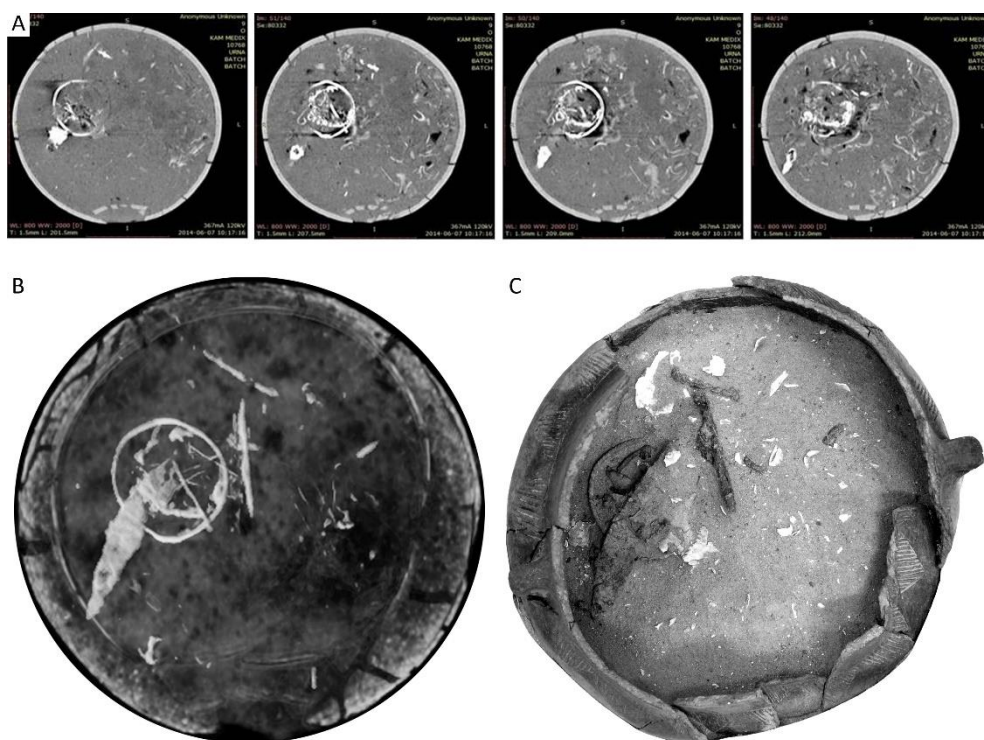
Rekonstrukcja ciałopalnego obrządku pogrzebowego jest jednym z obszarów badawczych, który stwarza możliwości do wykorzystania nieinwazyjnych metod prospekcyjnych. Eksploracja pradziejowych urn, zwykle obarczona jest brakiem dokładnej wiedzy dotyczącej budowy i struktury ich wnętrza. Z kolei badanie popielnic za pomocą usuwania kolejnych warstw mechanicznych nie pozwala często na opisanie warunków jakim podlegały kości na różnych etapach kształtowania wypełniska. Dlatego też wykorzystanie tomografii komputerowej podczas przed-eksploracyjnych analiz antropologicznych ma fundamentalne znaczenie, dostarczając informacji na temat układu kości oraz innych artefaktów w urnie, sekwencji stratygraficznej jego wypełniska, oraz stanu zachowania naczynia.

Posłużenie się tomografią komputerową w prezentowanych badaniach, jest rodzajem użycia prospekcji nieinwazyjnej w ograniczonej, zamkniętej przestrzeni. Wszelkie założenia dotyczące planowanej procedury badawczej, konstruowane są na podstawie wcześniej uzyskanych obrazów CT. Dostosowanie i różnorodność metod wykorzystywanych podczas mikro-eksploracji wypełnisk naczyń, ściśle korespondują z tomogramami w płaszczyźnie strzałkowej, na których dokonywane jest rozpoznanie warstw plastycznych, oraz czołowej, będącej w tym wypadku odzwierciedleniem rzutu warstwy mechanicznej.

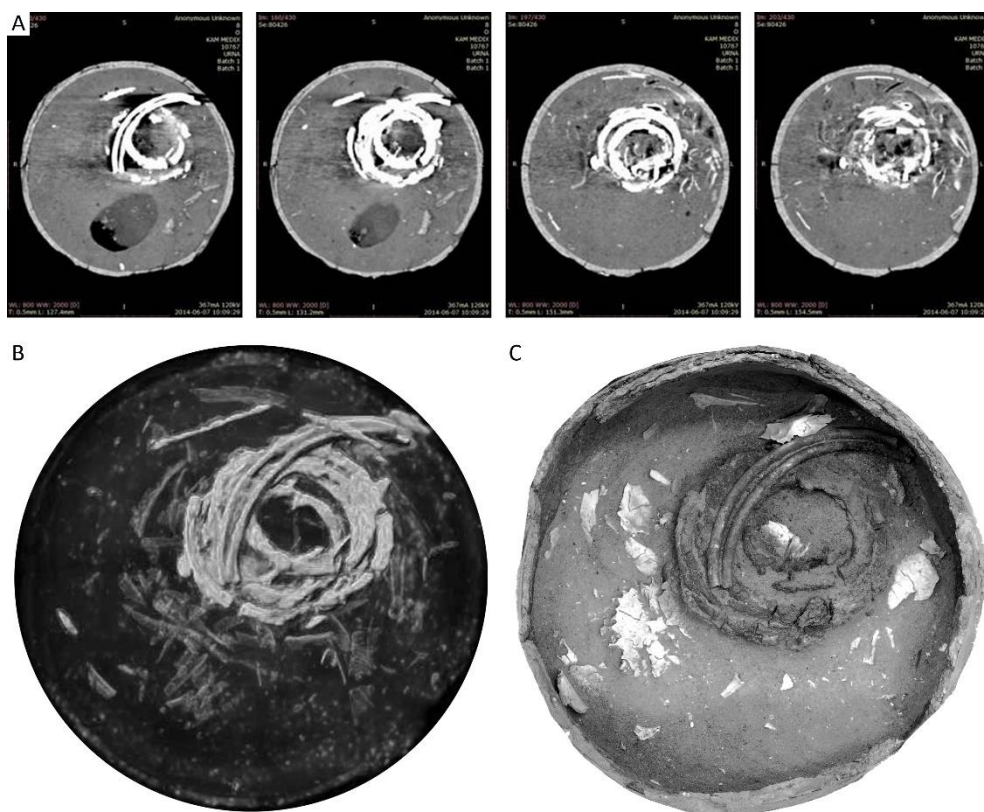
Skanowaniu CT poddano 15 urn z grobów pochodzących ze stanowiska we Wtórku (pow. ostrowski, woj. wielkopolskie). Na podstawie uzyskanych tomogramów (ryc. 1a, 2a) możliwe było wstępne rozpoznanie anatomiczne fragmentów kostnych oraz dokonanie rekonstrukcji 3D zachowanych artefaktów (ryc. 1b, 2b). Eksplorację warstwową dostosowano do poziomów plastycznych wynikających z rozlokowania kości i innych obiektów *in toto* (ryc. 1c, 2c).

Najbardziej rozpoznawalne podczas skanowania CT są artefakty brązowe i żelazne (ryc. 1a, 2a). Ze względu na wyraźnie wyższe wartości HU, podczas postprocessingu łatwo poddają się wyszczególnieniu (Hofer 2008, 16). Podobnie zachowuje się ceramika, czyli zarówno ścianki popielnicy, jak i inne naczynia wewnątrz. Rozpoznawalność kości już na poziomie dwuwymiarowych tomogramów jest znaczna. Czytelne są przede wszystkim elementy zawierające duży udział istoty gąbczastej w swojej strukturze: trzony kręgów, nasady kości długich, fragmenty kości miednicznych, kości stępu. Natomiast na podstawie przekrojów fragmentów trzonów kości długich można przyporządkować je do odpowiednich rodzajów kości (Hałuszko, Krupski, Grześkowiak 2015; Harvig 2015). Bardzo dobrze widoczne są części skaliste kości skroniowych. Ich oczywista przydatność podczas szacowania liczby osobników w urnie, na etapie planowania eksploracji, przyczynia się do zgłębienia zagadnienia praktyk składania do jednego naczynia kilku osobników (Dokładal 1999, 54).

Interesujące są też kwestie "anatomicznego" rozmieszczenia elementów szkieletu. Zauważalna jest tendencja układania fragmentów kości sklepienia czaszki ponad pozostałymi szczątkami. Tomogramy w płaszczyźnie strzałkowej jednoznacznie uwiadcniają ten poziom, jako nie pokrywający się z warstwami mechanicznymi. Pod wpływem warunków tafonomicznych dochodzi do zapadania się centralnej części wypełniska, przez co kości sklepienia czaszki występują w większej liczbie warstw.



Ryc. 1. Wtorek, pow. ostrowski. Uрна z grobu 507: A - tomogramy w płaszczyźnie czołowej, B - rekonstrukcja MIP warstwy zawierającej bransoletę brązową, żelazny nóż oraz szpile, C - warstwa plastyczna odpowiadająca rekonstrukcji MIP (oprac./fot. A. Hałaszkowski)



Ryc. 2. Wtorek, pow. ostrowski. Uрна z grobu 528: A - tomogramy w płaszczyźnie czołowej, B - rekonstrukcja MIP warstwy zawierającej brązowy naszyjnik, zwój żelaznych bransolet oraz szpile, C - warstwa plastyczna odpowiadająca rekonstrukcji MIP (oprac./fot. A. Hałaszkowski)

Jednym z badanych elementów był także stopień rozdrobnienia kości. Prezentuje się on zdecydowanie odmiennie na tomogramach i *ex situ*. Fragmentaryzacja kości, jako jeden z elementów badanych podczas rekonstrukcji praktyk pogrzebowych, jest niższa w porównaniu do parametrów metrycznych kości po ich wyeksplorowaniu.

Podobnie przedstawia się analiza masy kości. Zestawienie wyników przed i po eksploracji wykazuje tendencję do "gubienia" znacznej części masy kostnej. Uwarunkowane jest to przede wszystkim procesem podwyższenia stopnia rozdrobnienia materiałów osteologicznych i wiążących się z tym strat gramaturowych (Harvig, Lynnerup 2013).

Zaproponowanie innego spojrzenia na eksplorację wypełnisk naczyń pochodzących z zespołów grobowych kultury łużyckiej, to tylko jeden z aspektów możliwości wykorzystania prospekcji nieinwazyjnej, jaką niewątpliwie jest tomografia komputerowa. Oczywiście należy zaznaczyć, że wykorzystanie skanowania CT w przypadku obiektów archeologicznych ma wiele ograniczeń, głównie wynikających z ich rozmiarów, czy stanu zachowania. Istotne znaczenie proceduralne ma rodzaj oraz jakość wykorzystywanych naczyń. Przede wszystkim powinny one pochodzić z dobrze rozpoznanych zespołów grobowych. Kolejnym warunkiem i właściwie najważniejszym jest nienaruszona integralność wypełniska. Naczynia przekraczające średnicę 50 cm również powinny podlegać dyskwalifikacji, ze względu na pojawiający się w obrazach CT zbyt niski stosunek wytworzonego sygnału do poziomu szumu (SNR; Hofer 2008, 12; Holmes, Griffiths 2009).

W szerszym kontekście, zastosowanie prospekcji nieinwazyjnej, polepsza możliwości uchwycenia zmian rytuału pogrzebowego, szczególnie w przypadku cmentarzysk zróżnicowanych chronologicznie. Wykorzystanie tej procedury dla większej liczby grobów, stwarza także dodatkowe możliwości komparatystyczne.

Literatura

- Dokládal M. 1999. Morfologie spálených kostí. Význam pro identifikaci osob. Lékařská Fakulta Masarykovy Univerzity v Brně.
- Hałaszkó A., Krupski M., Grześkowiak M. 2015. Potencjał informacyjny tomografii komputerowej, mikromorfologii i chromatografii gazowej w badaniach pochówków ciałałpalnych na przykładzie materiałów ze stan. Rolantowice 2. Silesia Antiqua 50, 61-75.
- Harvig L. 2015. Past cremation practices from a bioarchaeological perspective – how new methods and techniques revealed conceptual changes in cremation practices during the late Bronze Age and early Iron Age in Denmark (w:) T. Thompson (red.) The Archaeology of Cremation. Burned Human Remains in Funerary Studies. Oxbow Books, 43-61.
- Harvig, L., Lynnerup N. 2013. On the volume of cremated remains: a comparative study of cremated bone volume measured manually and assessed by Computed Tomography. Journal of Archaeological Science 40, 2713-2722.
- Hofer M. 2008. Podręcznik tomografii komputerowej. Metodyczne podejście do interpretacji badań TK. MediPage, Warszawa.
- Holmes K., Griffiths M. 2009. Jakość obrazu (w:) S. Easton (red.) Radiografia. Podręcznik dla techników elektroradiologii. Elsevier Urban&Partner, Wrocław, 155-165.

Słój słojowi nierówny. Nieinwazyjne badania stanowiska Plain of Jars 1 w prowincji Xieng Khouang (Laotańska Republika Ludowo-Demokratyczna)

Kasper Hanus¹ – Jamie Speer² – Louise Shewan³ – Dougland O'Really⁴

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Historyczny, Instytut Archeologii, ul. Umultowska 89D, 61-614 Poznań

² GBG Australia, 18 Fennell St., Parramatta NSW 2150

³ Monash University, Monash-Warwick Alliance, Melbourne 3168

⁴ The Australian National University, School of Archaeology and Anthropology, Canberra 2601

Przedmiotem mojego referatu będzie próba odpowiedzi na zagadnienie w jak przypadku integracji danych uzyskanych z prospekcji geofizycznej z zobrazowaniami pozyskanymi z bezzałogowego statku powietrznego (ang. Unmanned Aerial Vehicle) pozwala na uzyskanie większej ilości informacji. Referat będzie oparty o moje doświadczenia z pracy na Równinie Dzbanów w Laosie.

Równina Dzbanów (fr. *Plaine des Jarres*) jest regionem w północno-wschodnim Laosie o ogromnym znaczeniu historycznym. Obszar ten jest szczególnie znany z powodu licznych stanowisk, do tej pory odkryto ich ponad pięćdziesiąt, na których występują monumentalne kamienne struktury. Nazywane są przez archeologów Dzbanami (niektóre starsze polskie tłumaczenia przywołują również słowo “amfory”) ze względu na ich charakterystyczny kształt (ryc. 1). Zagadką pozostaje powód, dla którego przeszłe społeczności tego regionu wykonywały te monumenty. Nasz zespół badawczy postawił tezę, że Dzbany były używane w rytuale pogrzebowym, a w obrębie skupisk tych obiektów powinny znajdować się pochówki. W lutym 2016 australijsko-laotańsko-polski zespół badawczy udał się w teren aby zweryfikować te przypuszczenia.

Równina Dzbanów jest płaskowyżem w północnej części Gór Ammańskich. Odkryte do tej pory skupiska Dzbanów (nazywane Plain of Jars site - 1, 2...) znajdują się zarówno na płaskowyżu, jak i w otaczających go górach. Do tej pory badanych archeologicznie było jedynie kilka z nich. Badania te miały miejsce w latach 30. XX wieku i prowadzone były przez Francuzkę Madeleine Colani. Zaproponowała ona ramowe datowanie fenomenu wykuwania Dzbanów na epokę żelaza (500 p.n.e. - 500 n.e.).

Aby zweryfikować postawioną hipotezę postanowiliśmy, jednocześnie nie niszcząc dziedzictwa archeologicznego, w możliwie jak największym stopniu użyć metod nieinwazyjnych. Według naszego założenia Dzbany były związane z pochówkami i rytuałem chowania zmarłego. Tak więc w obrębie “stanowiska” powinny znajdować się inne elementy krajobrazu kulturowego: groby, a być może i inne obiekty związane z pochówkiem.

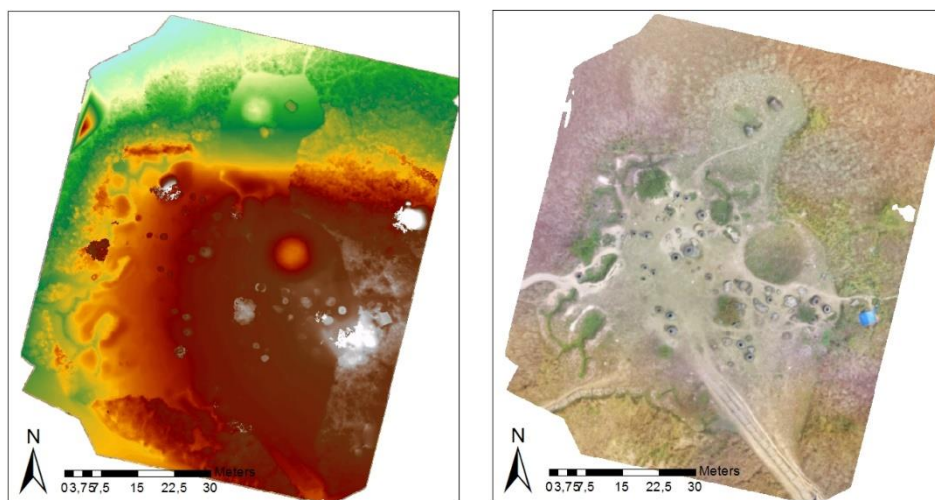
Aby znaleźć te niewidoczne w krajobrazie elementy zdecydowaliśmy użyć trzech technik: prospekcji z georadarem, badań elektrooporowych i analizy zdjęć wykonanych z bezzałogowego statku powietrznego (UAV). O ile dwie pierwsze metody prospekcji były “prostą odpowiedzią” na problem wyszukiwania podziemnych obiektów i struktur, tak zastosowanie UAV było eksperymentem, który miał sprawdzić, czy na tym terenie występują wyróżniki wegetacyjne bądź glebowe.

Prospekcja geofizyczna wykonana w lutym 2016 przez geofizyka z firmy GBG Australia na stanowisku Plain of Jars 1 była niezwykle owocna, zwłaszcza badania z użyciem georadaru pozwoliły na zidentyfikowanie licznych potencjalnych grobów. Następnie kilka z nich zostało pozytywnie zweryfikowanych przez sondażowe badania inwazyjne. Jednak zastosowanie bezzałogowego aparatu latającego okazało się mieć ograniczoną skuteczność. O ile była to świetna metoda dokumentacji struktur

na powierzchni, tak nie udało się wykorzystać “potencjału prospekcyjnego” z powodu braku widocznych wyróżników glebowych i wegetacyjnych, mogących sugerować obecność obiektów pod ziemią.



Ryc. 1. Dzbany na stanowisku Plain of Jars 1 (fot. Monash University)



Ryc. 2. Numeryczny model terenu i ortofotomapa grupy 1 stanowiska Plain of Jars 1 (oprac. K. Hanus)

Krytyczna refleksja nad uzyskanymi wynikami powinna otworzyć pole do dyskusji nad celowością zastosowania UAV w badaniach tego typu. Niewątpliwie w przypadku badań na Równinie Dzbanów nie udało się osiągnąć, ze względu na uwarunkowania terenowe, korelacji pomiędzy prospekcją geofizyczną i z użyciem zdjęć lotniczych z niskiego pułapu. O ile badania geofizyczne pozwoliły na rozpoznanie wielu nowych struktur znajdujących się pod ziemią, tak aparat latający okazał się całkowicie nieprzydatny. Niemniej jednak nie uważam, że użycie UAV było bezcelowe. Oprócz zasygnalizowanych wcześniej korzyści, jak dużo szybsza dokumentacja zabytków znajdujących się na powierzchni ziemi (w porównaniu z pomiarami z DGPS czy Total Station) ortofotomapy i numeryczne modele terenu pozwoliły na lepsze osadzenie zobrazowań z prospekcji georadarem i elektrooporowej “w kontekście” stanowiska.

Przez kontekst rozumiem zarówno osadzenie ich w przestrzennej bazie danych, jak również pomoc w interpretacji wyników i budowanie narracji nad przeszłością interesującego nas fragmentu krajobrazu.

Podsumowując, uważam, że integracja danych z UAV i geofizyki ma potencjał na stanowiskach gdzie występują warunki pozwalające na prospekcję obiektów znajdujących się pod powierzchnią ziemi. Niemniej jednak nawet na takich terenach, jak Równina Dzbanów, można osiągnąć inne wymierne korzyści z połączenia tych dwóch metod. Dlatego też, co chyba nie będzie dla nikogo żadną nowością, każde studium przypadku powinno być rozpatrywane indywidualnie.

Metody geofizyczne w badaniu miast starożytnego Egiptu

Tomasz Herbich

Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, Al. Solidarności 105, 00-140 Warszawa

Na nikłe poznanie antycznych miast egipskich złożyło się kilka czynników, wśród których najistotniejsze to:

- **stopień zachowania:** miasta z okresu farańskiego (pocz. III tys. przed Chr. – IV w przed Chr.) wznoszone z suszonej cegły mułowej, w wyniku erozji uległy całkowitej niwelacji i zachowane są bądź w postaci wzniesień utworzonych z nawarstwień niszczonej zabudowy bądź pokryte są uprawami. Czytelne na powierzchni są jedynie plany miast z okresu hellenistyczno-rzymskiego, zależnie od regionu, wznoszone przynajmniej w części z trwalszych materiałów niż cegła suszona (z kamienia i cegły palonej);

- **preferencje badawcze:** w archeologii Egiptu dominowały badania zespołów świątynnych i grobowych, w odpowiedzi na oczekiwania muzeów i kolekcjonerów, zainteresowanych pozyskiwaniem dobrze zachowanych artefaktów (z grobowców) lub fragmentów dekoracji grobowej i świątynnej;

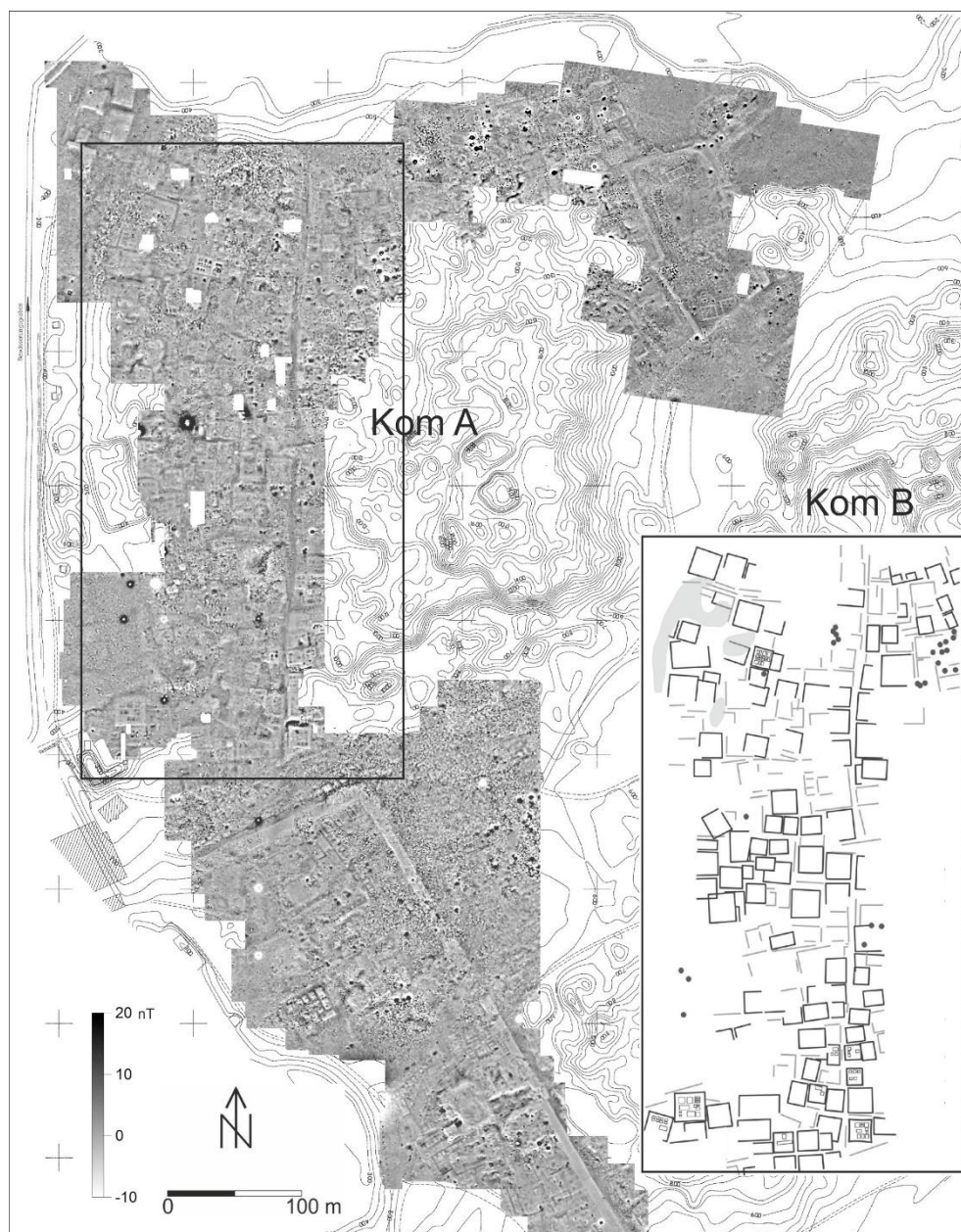
- **ograniczenia metodyczne:** przy zastosowaniu czasochłonnych i kosztownych klasycznych metod wykopaliskowych, daleko łatwiej jest przebadać świątynię czy pozwalający na uogólnienia fragment nekropoli, niż obszar miejski, pokrywający nierzadko powierzchnię liczoną w setkach hektarów;

- **ograniczenia warsztatowe:** badanie nawarstwień zabudowy mułowej (w odróżnieniu od przykrytej piaskiem nekropoli lub zabudowy świątynnej, zwykle wznoszonej z kamienia) stawiało wysokie wymagania warsztatowe.

W wyniku działania wyliczonych wyżej czynników, do ostatniej dekady 20 wieku wiedza o procesach urbanizacyjnych Egiptu okresu farańskiego bazowała na wynikach badań zaledwie kilku stanowisk, wśród których dominowały nie zespoły miejskie podlegające zmianom zachodzącym w dużej przestrzeni czasowej, lecz zespoły tworzone w przeciągu krótkiego okresu czasu, często o wyraźnie określonej funkcji (np. osiedla robotników). Sytuacja taka zaowocowała skrajnym stanowiskiem zajmowanym przez niektórych badaczy, iż Egipt – w przeciwieństwie do Mezopotamii – nie był cywilizacją zainteresowaną tworzeniem ośrodków miejskich. Stanowisku temu przeczyły w sposób oczywisty pozostałości zespołów miejskich w Delfie, te jednakże nie budziły zainteresowania badaczy, także z racji trudnych warunków pracy (klimat, wysoki poziom wód podskórnych).

W 20 wieku podjęto mniej lub bardziej intensywne badania na szeregu rozległych miast na obszarze delty (np. Mendes, Sais, Tell el-Dab^a, Qantir) oraz w dolinie Nilu (Memfis, Tell el-Amarna), jednakże obszary odsłonięte w wyniku wykopalisk nie przekraczały 2-3% powierzchni stanowiska. Sytuacja zaczęła ulegać zmianie dopiero po wdrażaniu metod nieinwazyjnych, w tym przede wszystkim metod geofizycznych. Pierwsze szerokopowierzchniowe badania geofizyczne (przy użyciu metody magnetycznej) w badaniu terenu miejskiego podjęła na przełomie lat 80' i 90' misja kanadyjska w Mendes. Badanie te za racji niskiej rozdzielczości instrumentu (użyto magnetometr protonowy) i rzadkiej siatki pomiarowej efektywne były jedynie w rejestracji skupisk pieców. Przełom w poznaniu potencjału metody magnetycznej dokonał się w wyniku prac Helmuta Beckera i Joerga Fassbindera w 1996 r. w Qantir, stolicy Egiptu w okresie schyłku Nowego Państwa. Pomiary magnetometrem czołowym o wysokiej czułości (0,01 nT) na obszarze pokrytym obecnie uprawami rolniczymi, bez jakichkolwiek śladów zabudowy widocznych na powierzchni, doprowadziły już w fazie testu metody do stworzenia czytelnej mapy zespołu pałacowego, z wyodrębnieniem dziedzińców, poszczególnych pomieszczeń, pozycji kolumn. W dalszych sezonach badań zmapowano obszar o powierzchni przekraczającej 2 km², wydzielając obszary o funkcjach

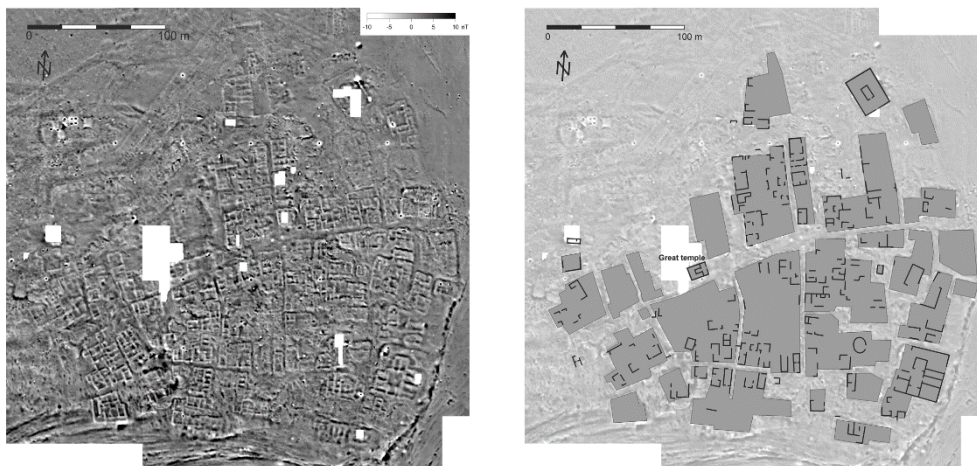
mieszkalnych, rezydencyjnych, sakralnych i produkcyjnych, a także precyzyjny obraz nadbrzeża odnogi peluzyjskiej Nilu.



Ryc. 1. Buto (Tell el-Farain). Mapa magnetyczna. W ramce po lewej obszar mapy, na podstawie którego wykonano rekonstrukcję zabudowy przedstawionej w ramce po prawej. Owalne anomalie o dużej amplitudzie wartości odpowiadają piecom do produkcji ceramiki.

Zagadnienie badań zespołów miejskich podjęte zostało przez autora pod koniec lat 90'. W ramach prac misji Austriackiego Instytutu Archeologicznego w Kairze, rozpoczęto badania w Tell el-Dab'a – stanowisku łączącym się w jeden zespół osadniczy z Qantir, ale o wcześniejszej dacie, bo zasiedlonym już od okresu Średniego Państwa. W wyniku badań metodą magnetyczną (gradientometrami turboprzepływowymi i magnetometrem cezowym mierzącym całkowite natężenie pola magnetycznego – tym ostatnim badania realizował w ramach wspólnego projektu Christian Schweitzer) uzyskano dokładny plan zespołów pałacowych, zabudowy mieszkalnej, obrazu nadbrzeży (z wyróżnieniem nadbrzeży użytkowanych jako przystanie), zabudowy świątynnej i nekropoli. Połączenie metody magnetycznej i

elektrooporowej (w wersji sondowań geoelektrycznych) pozwoliło uściślić zasięg obszarów zabudowanych oraz maksymalny zasięg obszarów zalewanych podczas wylewów Nilu.



Ryc. 2. Berenike. Po lewej: mapa magnetyczna miasta z okresu rzymskiego. Po prawej: mapa magnetyczna z nałożoną pozycją murów zlokalizowanych podczas badań topograficznych w 1994. W kolorze szarym hipotetyczne bloki zabudowy.

W 1999 r. podjęte zostały także badania na terenie miast zachowanych w postaci telli. Badania w Buto w delcie Nilu doprowadziły do odtworzenia planu zabudowy z Okresu Późnego, odkrycia dwóch okręgów (zapewne o charakterze świątynnym), wydzielenia obszarów o charakterze produkcyjnym oraz określenia zasięgów nekropoli. Badania w Tell el-Farkha, także w delcie Nilu doprowadziły do odtworzenia planu zabudowy z okresu Starego Państwa i nekropoli wczesnodynastycznej.

W wyniku wykazania efektywności metod geofizycznych w śledzeniu procesów urbanizacyjnych podczas powyższych badań, prace geofizyczne zaczęły być coraz częściej uwzględniane w programach misji badających osady i zespoły miejskie, a podczas ostatniej dekady – stały się już obowiązujące.

W okresie od 2000 r. autor prowadził badania w obrębie 50 zespołów miejskich i osad we wszystkich regionach Egiptu: w delcie i dolinie Nilu, w oazach Pustyni Zachodniej, na wybrzeżu Morza Śródziemnego i Czerwonego oraz na Synaju. Podczas wykładu zaprezentowane zostaną wyniki badań przeprowadzonych przez autora w Tell el-Dab^a, Buto, Tell el-Balamun, Berenike, Pelusium, Tell el-Ghaba, Kom el-Gir, Kom el-Dahab, Dahshur i Bawit. Badania na tych stanowiskach prowadzone były w ramach projektów Centrum Archeologii Śródziemnomorskiej UW, Uniwersytetu Jagiellońskiego, Muzeum Archeologicznego w Poznaniu, Austriackiego Instytutu Archeologicznego, Niemieckiego Instytutu Archeologicznego, Muzeum Brytyjskiego, Muzeum Luwru, Instytutu Historii i Nauk Społecznych Argentyńskiej Rady Badań Naukowych, Francuskiego Instytutu Studiów Orientalnych, Instytutu Orientalnego Uniwersytetu w Chicago.

Kakucs-Turján (centralne Węgry) – osada obronna z środkowej epoki brązu w świetle wyników badań nieinwazyjnych i geoarcheologicznych

Mateusz Jaeger¹ – Jakub Niebieszczanski²

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Kultury Europejskiej, ul. Kostrzewskiego 5-7, 62-200 Gniezno

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Archeologii, ul. Umultowska 89D, 61-614 Poznań

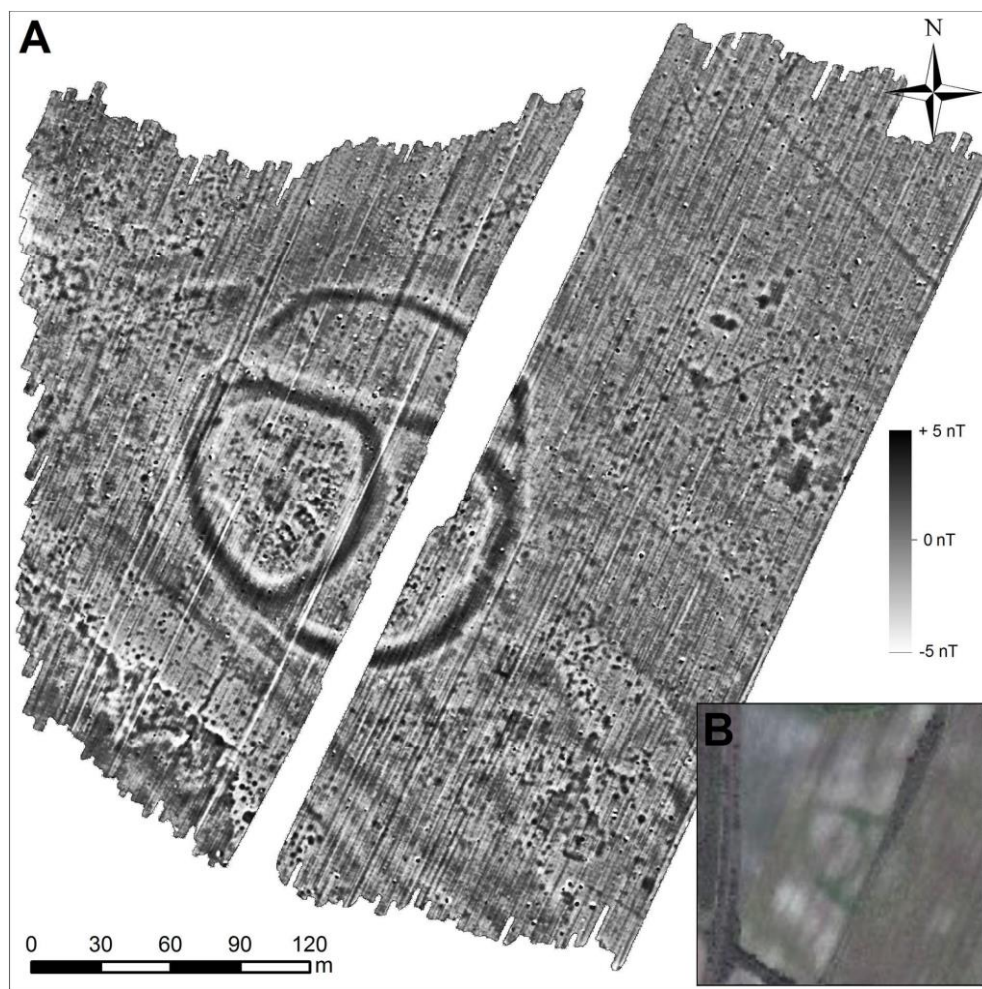
Stanowisko w Kakucs-Turján jest jednym z wielu przykładów osad obronnych kultury Váta, datowanych na I poł. II tys. przed Chr., zlokalizowanych w środkowym dorzeczu Dunaju (Jaeger 2016:20). Osada ta charakteryzuje się specyficznym i unikalnym podziałem wnętrza na trzy części (Jaeger 2016:82-83) (Ryc.1). Hipotetyczne funkcjonalne znaczenie tego podziału, wiek i dynamika osadnictwa na stanowisku stanowią aktualnie obiekt polsko-niemieckowęgierskiego projektu badań archeologicznych. W ich ramach, obok prac wykopaliskowych, realizowany jest program prospekcji nieinwazyjnych oraz badań geoarcheologicznych (Pető et al. 2015). Integracja różnorodnych metod i rodzajów prospekcji jest jednym z proponowanych przez autorów wystąpienia sposobów na pokonanie trudności organizacyjnych i logistycznych związanych z badaniem rozległych stanowisk archeologicznych o znacznej miąższości nawarstwień kulturowych (telli oraz osad wielowarstwowych).

W ramach interdyscyplinarnych badań nieinwazyjnych i geoarcheologicznych zastosowano szereg metod mających charakter prospekcyjny i weryfikacyjny. W ramach prospekcji nieinwazyjnej użyto analizy obrazów satelitarnych oraz metody magnetometrycznej na powierzchni całości stanowiska archeologicznego oraz jego otoczenia. Etap weryfikacyjny bazował na badaniach wykopaliskowych wybranego odcinka osady oraz na przeprowadzeniu serii sondowań geologicznych, następnie analizowanych sedymentologicznie i geochemicznie. W ten sposób udało się zweryfikować hipotezę o wewnętrznym zróżnicowaniu funkcjonalnym osady oraz wydzielić trzy charakterystyczne grupy obiektów widocznych na obrazie magnetometrycznym.

Literatura

Jaeger M. 2016. Bronze Age Fortified Settlements in Central Europe, Poznań-Bonn

Pető A., Serlegi G., Krausz E., Jaeger M., Kulcsár G. 2015, Régészeti talájtani megfigyelések „Kakucs-Turján mögött” bronzkori lelőhelyen I. *Agrokémia és Talajtan* 64c(2015), 219-237.



Ryc. 1. Osada w Kakucs-Turján: A - obraz anomalii magnetycznych; B - zdjęcie satelitarne stanowiska

Ograniczenia i niejednoznaczności w metodzie georadarowej podczas badań warstw przypowierzchniowych

Jerzy Karczewski – Ewelina Mazurkiewicz

*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Jak wiadomo, propagacją fal elektromagnetycznych w ośrodku geologicznym rządzą równania Maxwella. W równaniach tych występują pewne stałe – parametry ośrodka geologicznego mające bezpośredni wpływ na rejestrowany obraz georadarowy. Dwie najważniejsze z tych wielkości to przewodność i przenikalność elektryczna (dawniej zwana stałą dielektryczną). Przewodność ma bezpośredni wpływ na współczynnik tłumienia fali elektromagnetycznej w ośrodku. Stosowne zależności można znaleźć m.in. w Karczewski i in. (2011); Morawski i Gwarek (1985). Najwyższymi wartościami przewodności, a zarazem współczynnika tłumienia charakteryzują się gliny (tłumienie nawet 300dB/m), muły, iły, łupki, pyły, lessy (m.in. Fisher i in., 1994) – jednym słowem – materiał drobnziarnisty. W takich właśnie utworach metoda georadarowa (GPR - Ground Penetrating Radar) jest najmniej przydatna - jej zasięg głębokościowy jest znikomy.

Najniższymi wartościami przewodności i współczynnika tłumienia charakteryzują się suche piaski (współczynnik tłumienia 0.01dB/m), wapienie, lód. Oczywiście, rzeczywisty ośrodek geologiczny jest zwykle niejednorodny, warstwy przypowierzchniowe są silnie zaburzone, gleba charakteryzuje się różną domieszką gliny, iłu, itp. Wszystko to bezpośrednio wpływa na zasięg głębokościowy metody GPR. Na przewodność ośrodka wpływa też zawodnienie – im większa zawartość wody, tym większy współczynnik tłumienia.

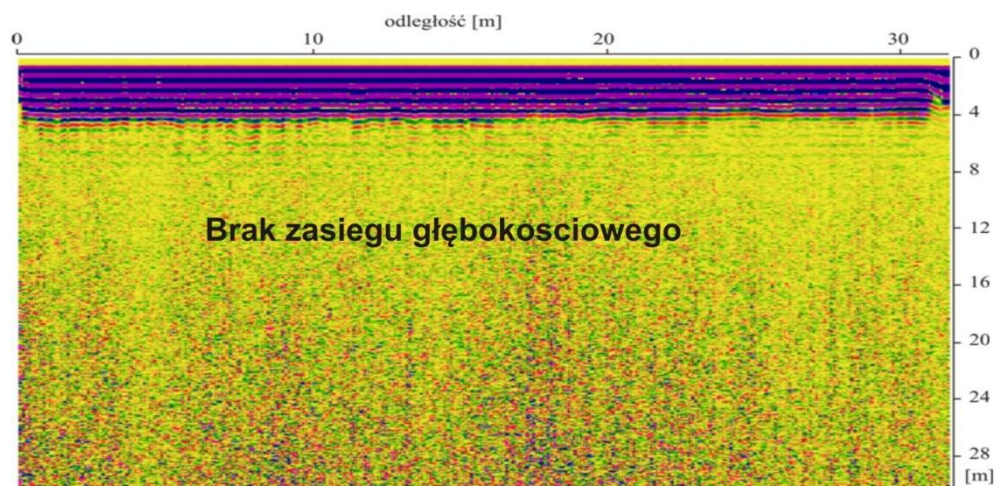
Bardzo istotnym parametrem, mającym wpływ na zasięg głębokościowy georadaru, jest częstotliwość anten. W geofizyce, w metodzie sejsmicznej i metodzie georadarowej wprowadza się tzw. współczynnik dobroci (Kjartansson 1993). Z prostych zależności wynika, że im wyższa częstotliwość anten, tym mniejszy zasięg głębokościowy i odwrotnie.

Z drugiej strony, definiuje się tzw. podstawowe równanie metody georadarowej (Noon 1996). Jest to zależność wiążąca parametry anten (nadawczej i odbiorczej), nadajnika i odbiornika georadaru z maksymalnym zasięgiem głębokościowym. W pewnym uproszczeniu można przyjąć, że chcąc dwukrotnie zwiększyć zasięg głębokościowy należy czterokrotnie zwiększyć moc nadajnika. Niestety producenci komercyjnych konstrukcji radarowych nie podają parametrów anten, nadajnika i odbiornika, praktycznie niemożliwe jest więc oszacowanie zasięgu głębokościowego na podstawie równania metody georadarowej. Bardzo trudne jest szacowanie a priori zasięgu głębokościowego metody na podstawie fragmentarycznej niekiedy informacji o budowie ośrodka geologicznego.

W niniejszej pracy przedstawiono przykłady rejestracji georadarowych charakteryzujących się znikomym zasięgiem głębokościowym. Pokazano m.in. wyniki rejestracji uzyskanych podczas badań w kamieniołomie w Tomaszowicach k/Krakowa. W rejonie tym na głębokości 4 m p.p.t. zalegają wapienie. Są one nakryte warstwą gleby o dużej domieszce gliny o miąższości 3-4 m. Niezależnie od użytej anteny (200 i 50 MHz) nie zarejestrowano żadnej informacji użytecznej.

Jak wspomniano na początku, drugim parametrem ośrodka mającym bezpośredni wpływ na metodę georadarową jest przenikalność elektryczna. Metoda georadarowa jest metodą falową, definiuje się więc w niej tzw. współczynnik odbicia fali elektromagnetycznej na granicy dwóch ośrodków (Annan 2001). Wartość tego współczynnika zależy od kontrastu pomiędzy przenikalnościami w obu ośrodkach.

Amplituda fali odbitej jest wprost proporcjonalna do współczynnika odbicia. Wynika stąd bardzo istotny wniosek - do zarejestrowania anomalii georadarowej wymagany jest kontrast przenikalności elektrycznej pomiędzy dwoma granicami. Przykładowo, profilowanie georadarowe nad piwnicą wypełnioną powietrzem powinno dać o wiele lepsze rezultaty niż profilowanie nad tą samą piwnicą wypełnioną gruzem.



Ryc. 1. Echogram zarejestrowany w kamieniołomie w Tomaszowicach k/Krakowa. Anteny nieekranowane 50MHz



Ryc. 2. Echogram zarejestrowany w miejscowości Piwniczna-Zdrój, na drodze wzdłuż Popradu. Anteny nieekranowane 200MHz

W metodzie georadarowej używa się anten o różnej konstrukcji. Jednym z kryteriów może być podział na anteny ekranowane (ang. shielded) i nieekranowane (ang. unshielded). Z reguły anteny o niskich częstotliwościach są nieekranowane, a anteny o wysokich częstotliwościach ekranowane. Tak więc można w pewnym uproszczeniu powiedzieć, że anteny georadarowe stosowane w archeologii to głównie anteny ekranowane. Niestety ekranowanie anten georadarowych nie jest perfekcyjne, antena taka w dalszym ciągu rejestruje szereg odbić od obiektów na powierzchni. Mogą to być odbicia od stropu pomieszczeń, odbicia od ścian budynków, przy których zaczyna się (lub kończy) profil georadarowy, metalowych powierzchni wzdłuż profilu (np. ogrodzeń), słupów, pojedynczych drzew, przewodów energetycznych, pod którymi poprowadzono profil, itp. Zakłócenia takie są zazwyczaj łatwe do zidentyfikowania, choć bywają niejednokrotnie niewłaściwie interpretowane.

W pracy przedstawiono profil zarejestrowany w Piwnicznej-Zdroju na drodze wzdłuż Popradu. Na echogramie w równych odstępach widoczne są charakterystyczne anomalie, które mogłyby być interpretowane jako rozluźnienia wewnątrz gruntu. Tymczasem rzeczywistą przyczyną rejestracji tych anomalii, są wysokie latarnie stojące w regularnych odstępach wzdłuż ulicy. Profil został co prawda zarejestrowany przy pomocy anten nieekranowanych, ale podobne rezultaty otrzymuje się niekiedy wykonując profilowania antenami ekranowanymi.

Na koniec, należy podkreślić, że wszystkie echogramy przedstawione w niniejszej pracy zostały zarejestrowane przy użyciu optymalnych parametrów pomiarowych. Należy sobie zdawać sprawę, że nie zawsze jest to możliwe, bowiem niektóre georadary, obecne na rynkach komercyjnych, nie umożliwiają wyboru pełnego spektrum parametrów pomiarowych w dowolny sposób. Równie istotną sprawą, obok doboru parametrów pomiarowych, jest przetwarzanie zarejestrowanego materiału pomiarowego. Zarejestrowany materiał pomiarowy każdorazowo powinien być w optymalny sposób przetworzony. W pewnych sytuacjach (np. ośrodku silnie tłumiącym) stosowanie złożonych algorytmów wzmocnienia sygnału może się jednak okazać nieskuteczne.

Podziękowania

Publikacja została wykonana w ramach prac statutowych Katedry Geofizyki Akademii Górniczo-Hutniczej AGH im. Stanisława Staszica w Krakowie, na podstawie umowy nr 11.11.140.645.

Literatura

- Annan A. P. 2001, Ground Penetrating Radar. Workshop Notes, Sensors & Software.
- Fisher S. C., Stewart R. R., Jol H. M. 1994. Processing ground penetrating radar. Proc. of the Vth Intern. Conf. on Ground Penetrating Radar, Kitchener, Ontario.
- Kjartansson E. 1979. Constant Q-wave propagation and attenuation. Journal of Geophysical Research 84.
- Karczewski J., Ortyl Ł., Pasternak M. 2011. Zarys metody georadarowej. Kraków.
- Morawski T., Gwarek W. 1985. Teoria pola elektromagnetycznego. Warszawa.
- Noon D. 1996. Stepped-frequency radar design and signal processing enhances ground penetrating radar performance. Ph. Thesis, Queensland, Australia.

Problematyka archeologicznych badań nieinwazyjnych w ujęciu konserwatorskim

Agata Karwecka – Agnieszka Krawczewska

Starostwo Powiatowe w Poznaniu, Wydział Powiatowy Konserwator Zabytków, ul. Słowackiego 8, 60-823 Poznań

W 2014 roku powiat poznański zainicjował projekt digitalizacji dziedzictwa archeologicznego obiektów o własnej formie krajobrazowej. Nieinwazyjnymi metodami badań objęto relikty zamku zwanego "Pańska Góra" w Stęszewie w gminie Stęszew, trójczłonowy zespół osadniczy na półwyspie Jeziora Bnińskiego "Szyja" w gminie Kórnik oraz grodzisko pierścieniowate w Kociałkowej Górcie w gminie Pobiedziska.

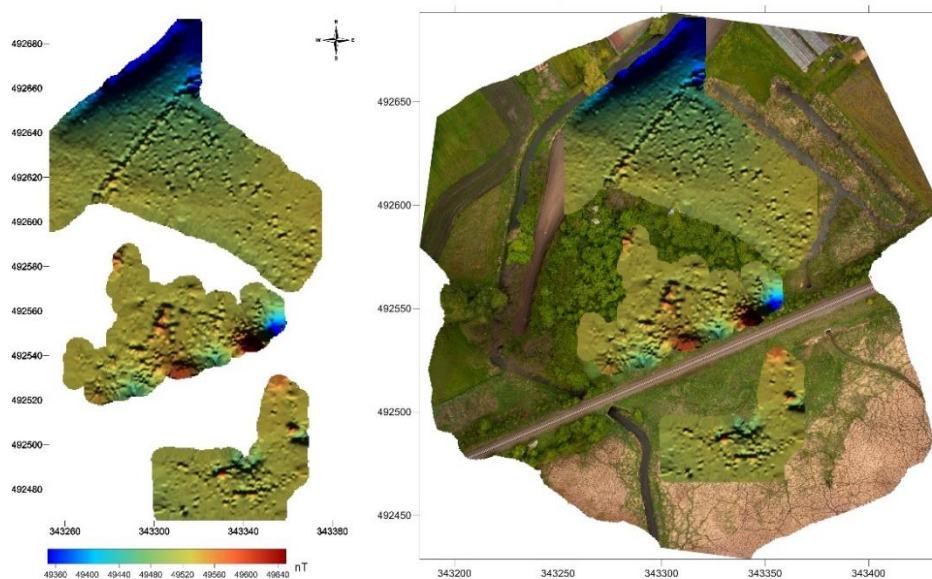
Każde z prezentowanych stanowisk archeologicznych skłania do podjęcia działań badawczo-konserwatorskich i udzielenia odpowiedzi na zróżnicowany zakres pytań z uwagi na odmienną specyfikę obiektów, sytuację topograficzną (choć wszystkie stanowią wybrane przykłady obiektów o własnej formie krajobrazowej), metodologiczną (rodzaj i możliwości zastosowanych metod badawczych) oraz zagadnienia ochrony dziedzictwa kulturowego.

W zakresie nieinwazyjnego rozpoznania terenu na reliktach zamku tzw. "Pańska Góra" w Stęszewie, wiosną 2014 roku zespół specjalistów z Warszawy w składzie prof. PAN Krzysztof Misiewicz, mgr Wiesław Małkowski i mgr Miron Bogacki, przeprowadził geofizyczną prospekcję metodami elektrooporową i magnetyczną, pomiary sytuacyjno-wysokościowe GPS, fotografie lotnicze oraz opracował ortofotomapę wraz z numerycznym modelem powierzchni terenu. Obszar stanowiska „zamkowego” tworzy znacznych rozmiarów wyniesienie silnie zaanektowane przez roślinność, zniszczone przez przebiegającą linię kolejową w południowej części stoku. Dotychczas wzgórze zamkowe nie było objęte dostatecznym zakresem badań archeologicznych, których rezultaty mogły dostarczyć odpowiedniego zasobu informacji o architekturze obiektu.

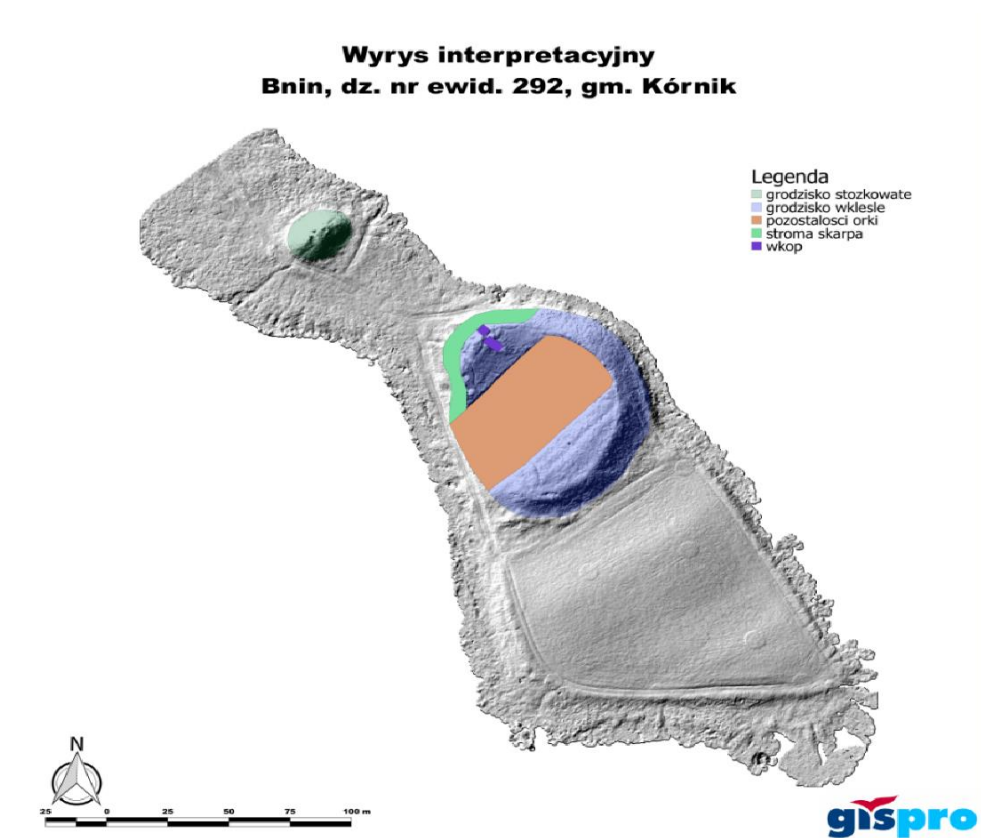
W 2015 roku firma Gispro Sp. z o.o. ze Szczecina zadokumentowała bniński trójczłonowy zespół osadniczy: grodzisko wklęsłe, grodzisko stożkowate oraz podgrodzie. W celu dokładnego zweryfikowania archeologicznego terenu wykonano nieinwazyjną prospekcję obszaru półwyspu "Szyja" wykorzystując naziemny skanowanie laserowe, który umożliwił zadokumentowanie zróżnicowanej topograficznie przestrzeni. Formy grodzisk są czytelne w przestrzeni półwyspu w postaci stożka porośniętego niską roślinnością oraz częściowo zachowanych wałów grodziska wklęsłego.

Jesienią 2016 r. firma Gispro Sp. z o.o. ze Szczecina wykonała lotniczy skanowanie laserowe grodziska pierścieniowatego w Kociałkowej Górcie w oparciu o dane ISOK. Stanowisko archeologiczne zlokalizowane jest w terenie leśnym, silnie pagórkowatym co znacznie utrudnia precyzyjne zdefiniowanie przestrzeni reliktovej grodziska.

Konserwator zawsze stoi przed trudnym zadaniem oceny przydatności i zastosowania techniki, która powinna najlepiej odpowiadać na konkretne zapotrzebowanie. Co stanowi o wyborze konkretnej metody badawczej i która z nich jest efektywniejsza? Czy o wyborze optymalnej metody decyduje ukształtowanie terenu, zasięg obszaru badań, historia miejsca, charakter zagospodarowania terenu, koncentracja źródeł archeologicznych, stan rozpoznania archeologicznego czy jeszcze inne czynniki?



Ryc. 1. Wynik prospekcji magnetycznej nałożony na ortofotografię lotniczą (wg Małkowski 2014)



Ryc. 2. Wyrys interpretacyjny. Gispro Sp. z o.o. Szczecin, „Digitalizacja dziedzictwa archeologicznego Powiatu Poznańskiego: Bnin, dz. nr ewid.292, gm. Kórnik

Wyniki projektów stanowią przede wszystkim zbiór danych pomiarowych. Czy oprócz wizualnego stwierdzenia, że obszar stanowiska archeologicznego ulega zmianie, ponieważ jest silniej anektowany przez roślinność, pomiary skaningu laserowego mogą przynieść nowe dane o zabytkowej przestrzeni? Czy współczesne zarządzanie dziedzictwem archeologicznym polega na monitorowaniu zmian kształtu przestrzeni stanowisk i reliktyw obiektów zabytkowych a prawidłowa inwentaryzacja przy pomocy nowych technik dokumentacyjnych jest jedynie skutecznym wyparciem niedoskonałości ręcznych pomiarów oraz tylko lepszym wizualnie i jakościowo zapisem? W ocenie środowiska konserwatorskiego badania nieinwazyjne nie mają być spektakularnym pokazem technologii wykorzystujących najnowsze zdobycze nauki, swego rodzaju typologią metod nieinwazyjnych. Zdarza się, że koncepcja projektu badań nieinwazyjnych wykracza poza praktyczną korzyść przekładającą się na późniejsze działania służb konserwatorskich. Sens specjalistycznych dokonań jest często niezrozumiały lub tak naprawdę niewiele z niego wynika. Konserwator patrzy na zagadnienie często z zupełnie innej perspektywy niż naukowiec. Oczekuje szczegółowych wyjaśnień, zakłada, że temat zostanie odpowiednio opracowany i przedstawiony. Konserwatorom nie zależy na gromadzeniu tylko i wyłącznie informacji przestrzennych, ale o ich analizę pod kątem uzyskanych wyników oraz o ich opis. W konserwatorstwie nie chodzi tylko o sprawne, efektywne zarządzanie posiadanymi materiałami czy tworzenie trójwymiarowych wizualizacji stanowisk. Problem tkwi nie w tym co może dana informacja oznaczać tylko czym ona jest! Zdaniem konserwatorów słabym elementem współczesnej archeologii jest kwestia przekazu i wykorzystania technik nieinwazyjnych na poziomie przydatności tych współczesnych, nowatorskich, ekscytujących metod na grunt prac gabinetowych i archeologicznej praktyki terenowej.

Na obecnym etapie postępujących umiejętności wykorzystania badań nieinwazyjnych nie jest możliwa szczegółowa analiza w zakresie rozwoju poszczególnych metod. Zasób doświadczeń nie jest ugruntowany a dane, którymi dysponujemy są jednostkowymi przykładami efektów określonych realizacji projektów. Powyższe zarysowane, wybrane problemy stawiają przed środowiskiem naukowo-badawczym i konserwatorskim potrzebę wymiany informacji i współpracy w działaniach na rzecz rozwoju wiedzy o archeologicznym dziedzictwie kulturowym.

Literatura:

- Małkowski W. Sprawozdanie z badań nieinwazyjnych na stanowisku archeologicznym nr 3/19, AZP 55-25, rej. zabytków 1972/A Stęszew „Pańska Góra” gm. Stęszew, pow. poznański, woj. wielkopolskie 2014 r.”, Archiwum Powiatowego Konserwatora Zabytków w Poznaniu
- Gispro Sp. z o. o. Szczecin, „Digitalizacja dziedzictwa archeologicznego Powiatu Poznańskiego: Bnin, dz. nr ewid.292, gm. Kórnik”, 2015 r., Archiwum Powiatowego Konserwatora Zabytków w Poznaniu
- Gispro Sp. z o. o. Szczecin, „Digitalizacja dziedzictwa archeologicznego Powiatu Poznańskiego: Kociałkowa Górka, gm. Pobiedziska”, 2016 r., Archiwum Powiatowego Konserwatora Zabytków w Poznaniu

Rozpoznanie geofizyczne płytkiego podłoża geologicznego oraz analiza przestrzenna znalezisk na stanowiskach późnopaleolitycznych w okolicach Sowina, woj. opolskie

Marek Kasprzak¹ – Andrzej Wiśniewski² – Mirosław Furmanek²

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław

² Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

W niniejszym referacie przedstawiamy próbę integracji wyników badań archeologicznych i geofizycznych, skupionych wokół rekonstrukcji sposobów zasiedlenia obszarów wyżynnych przez łowców i zbieraczy późnego paleolitu w oparciu o serie stanowisk z rejonu Sowina, woj. opolskie. Celem pracy jest próba odpowiedzi na pytania związane z chęcią poznania przyczyn stojących u podłoża dystrybucji materiałów archeologicznych oraz wskazania obszarów dla dalszych poszukiwań archeologicznych metodami wykopaliskowymi. Obszar badań znajduje się między dolinami Nysy Kłodzkiej i Ścinawy Niemodlińskiej. W środkowym plejstocenie teren ten znajdował się zasięgu lądolodów skandynawskich (MIS 6). Podczas późniejszych ochłódzeń klimatu jego powierzchnię modelowały procesy odpowiednie dla warunków peryglacjalnych. Od schyłku plejstocenu jest ona areną procesów klimatu umiarkowanego. Powierzchnia terenu jest również modyfikowana przez gospodarkę rolną.

Badania prowadziliśmy w latach 2015 i 2016 na obszarze o powierzchni około 7 km². Odnacza się on rzadko spotykanym na terenie Polski południowo-zachodniej nasyceniem zabytkami kamiennymi. Znaleziska reprezentują kilka jednostek taksonomicznych późnego paleolitu, które rozwijały się na przestrzeni około 5 tysięcy lat (m.in. kultura epigrawecka, magdaleńska i zespoły kompleksu z tylczakami łukowymi) i mezolitu.

Analizując przyczyny rozprzestrzenienia materiałów archeologicznych dokonaliśmy prospekcji powierzchniowej z użyciem odbiorników GPS, zebraliśmy informacje uzyskane z punktowego testowania obszaru za pomocą prac wykopaliskowych oraz dane wynikające z zastosowania i tomografii elektrooporowej, a także zbiór informacji geostatystycznych w oparciu o analizę numerycznego modelu terenu (NMT) LiDAR. Wykonaliśmy również pomiary magnetyczne celem wskazania obszarów, zawierających struktury mogące się wiązać z osadnictwem paleolitycznym.

W efekcie prac powierzchniowych uzyskano informację o ponad 20 stanowiskach archeologicznych. Analiza gęstości położenia zabytków pozwoliła stwierdzić, że materiały znajdują się w układzie nieprzypadkowym, a co ważniejsze, koncentrują się w obrębie niewielkich kulminacji terenowych, prawie nie występując w lokalnych obniżeniach.

Zastosowanie tomografii elektrooporowej dostarczyło informacji na temat budowy podłoża geologicznego w rejonie dwóch największych skupień artefaktów (stanowiska 7 i 9). Pomiary wykonano z mniejszą (do głębokości 50–80 m) i większą rozdzielczością (do głębokości ok. 15 m). Uzyskane modele oporności podłoża dowodzą silnego zróżnicowania w najniższych partiach profili oraz pionowych struktur, prawdopodobnie o neotektonicznym pochodzeniu.

Analiza morfometryczna NMT oraz prace wykopaliskowe doprowadziły nas do wniosku, że obecny obraz rozprzestrzenienia zabytków na powierzchni jest jedynie „cieniem” tego, który pierwotnie występował u schyłku plejstocenu i na początku holocenu. Na redystrybucję artefaktów największy wpływ miały procesy stokowe wywołane spływem wody oraz intensywna uprawa roli.

Kolejnym krokiem w naszych dociekaniach było wskazanie obszarów w obrębie już zarejestrowanych skupisk materiałów kamiennych, gdzie mogłyby występować niewidoczne na

powierzchni struktury. Zakładano, że dotychczasowe obserwacje stanu zachowania zinwentaryzowanego w rejonie Sowina późnoplejstoczeńskiego kompleksu osadniczego, który charakteryzuje się przeważnie płytkim zaleganiem artefaktów kamiennych umożliwi także rejestrację innych śladów aktywności łowców i zbieraczy, tj. pozostałości palenisk, śladów eksploatacji surowców, ewentualnych pozostałości obiektów mieszkalnych. Z tej perspektywy równie ważne okazało się, że podczas poszukiwań powierzchniowych wystąpiły wyłącznie ślady osadnictwa paleolitycznego i mezolitycznego, natomiast nie stwierdzono śladów osadnictwa z późniejszych okresów, które mogłyby utrudnić interpretację wyników pomiarów magnetometrycznych.

Prospekcją objęto fragmenty trzech stanowisk: Sowin 7, Sowin 7a i Sowin 9. Pomiary wykonano przy użyciu instrumentu Grad 601-2 firmy Bartington. Rejestracja gradientu natężenia pola magnetycznego odbywała się w systemie naprzemiennym. Pomiar wykonywano z dokładnością 0,1 nT, z pomiarami co 0,125 m wzdłuż linii pomiarowych o odległości 1 m. Analizę rozkładu zmian pola magnetycznego przeprowadzono z wykorzystaniem programu TerraSurveyor, firmy DW Consulting. W obrębie stanowiska Sowin 7 przebadano obszar w kształcie kwadratu o powierzchni 3600 m², natomiast w obrębie stanowisk Sowin 7a i Sowin 9 kwadraty o powierzchni 900 m².

Otrzymane wyniki pomiarów wskazują na wystąpienie szeregu anomalii, z których część może mieć charakter archeologiczny. Wśród zaobserwowanych anomalii najbardziej czytelne są anomalie dipolowe. Ich wystąpienie w obrębie badanej przestrzeni należy wiązać z obecnością, przede wszystkim współczesnych, związanych z gospodarką rolną, przedmiotów żelaznych oraz kamieni. Niektóre z anomalii mogą być związane z obecnością obiektów o charakterze archeologicznym, najprawdopodobniej jam zagłębionych w ziemi, ale nie można wykluczać, że również obiektów o innych charakterze (pozostałości palenisk, skupisk wyrobów krzemiennych?). Anomalie te mają w większości przypadków kształt okrągły lub lekko owalny o wymiarach od ok. 1-2 m do 3-4 m. Identyfikacja tych anomalii wymaga dalszych badań, w tym weryfikacji wykopaliskowej, dotąd przeprowadzonej jedynie w przypadku stanowiska Sowin 7 i 7a. Wyniki w rejonie stanowiska 7a wskazują na możliwość identyfikacji paleolitycznych obiektów archeologicznych za pomocą prospekcji magnetycznej. Podczas prac wykopaliskowych w 2015 roku we wskazanym rejonie występowania anomalii odkryto ślady ogniska. Wstępne datowania OSL wskazują na jego paleolityczną proveniencję. Badania są wspierane finansowo przez Narodowe Centrum Nauki (nr projektu UMO-2014/13/B/HS3/04906).

Nieinwazyjne metody badawcze. Nowy wspaniały świat archeologii?

Grzegorz Kiarszys

Uniwersytet Szczeciński, Instytut Historii i Stosunków Międzynarodowych, Katedra Archeologii, ul. Krakowska 71-79, 71-017 Szczecin

Od pewnego czasu na gruncie polskiej archeologii wzrasta popularność nieinwazyjnych metod badawczych. Dane uzyskiwane za ich pomocą dzięki analizom komputerowym mogą być wydajnie przetwarzane oraz prezentowane w sposób bardzo perswazyjny i efektowny. Coraz częściej podczas badań archeologicznych standardem staje się wykorzystanie metod geofizycznych, fotografii lotniczej, lotniczego skanowania laserowego, a nieco rzadziej także obrazów satelitarnych. Przyglądając się jednak sposobowi, w jaki archeolodzy korzystają z tych metod, oraz ich miejscu w procesie badawczym, można odnieść wrażenie, że niemal całkowicie zaniedbano krytyczną refleksję nad strategiami ich zastosowania i interpretacji. Wizualna atrakcyjność uzyskiwanych wyników ugruntowuje błędny, choć rzadko wypowiedziany wprost, pogląd o tym, że wiedza teoretyczna nie jest potrzebna do zrozumienia cyfrowych obrazów oglądanych na ekranie monitora.

Brak refleksji metodologicznej wpływa jednak przede wszystkim na charakter stawianych pytań badawczych oraz postrzeganie potencjału informacyjnego metod nieinwazyjnych. Powoduje to, że pomimo szerokiej dostępności nowoczesnych technologii i ich ciągłego postępu, model uprawiania archeologii prawie wcale się nie zmienia. Pozytywistyczny schemat wnioskowania i cele pozostają te same, a główna różnica polega jedynie na zastosowaniu nowych narzędzi do ich realizacji. Dlatego w powszechnej praktyce metody nieinwazyjne są przede wszystkim wykorzystywane jako "skuteczne narzędzia" do odnajdywania i identyfikowania (kolekcjonowania) potencjalnych obiektów archeologicznych oraz ich precyzyjnego odwzorowania. Pokutuje także często pogląd, że służą one jedynie wskazywaniu atrakcyjnych archeologicznie stanowisk, które następnie należy poddać badaniom inwazyjnym.

Przykłady analiz zaprezentowanych w referacie będą odwoływały się do wyników badań uzyskanych w ramach projektu pt. "Osady obronne w krajobrazie kulturowym powiatu górowskiego" dofinansowanego przez MKiDN (ze środków przyznanych przez NID) oraz częściowo w ramach europejskiego projektu ArcLand. Projekt został zrealizowany przez Katedrę Archeologii Uniwersytetu Szczecińskiego. Jego głównym celem była ocena potencjału współczesnych nieinwazyjnych metod w archeologicznych studiach krajobrazowych oraz problematyka ich interpretacji i krytyki. Ponadto, jednym z zadań projektu była popularyzacja wiedzy o zabytkach archeologicznych regionu na przykładzie różnorodnych form średniowiecznych grodzisk.

Podczas realizacji prac badawczych wykorzystano lotnicze skanowanie laserowe, metodę magnetyczną, współczesne i archiwalne przykłady fotografii lotniczej, badania powierzchniowe, rezultaty wcześniejszych badań wykopaliskowych, przykłady historycznej kartografii oraz dostępne źródła historyczne. Zaprezentowane interpretacje będą odwoływały się do nurtu związanego z archeologią krajobrazu i myśli inspirowanej przez fenomenologię.

Projekt badań nad średniowiecznymi grodziskami pow. górowskiego, pozwolił na zademonstrowanie możliwości, jakie tkwią we współczesnych nieinwazyjnych metodach archeologicznych. Oferują one duży potencjał nie tylko w zakresie dokumentowania i identyfikowania ("odkrywania") stanowisk archeologicznych, lecz mogą stać się także postawą do sformułowania narracji o przeszłości.

Jednym z rezultatów projektu była wydana w 2015 roku publikacja "Trzy światy średniowiecza. Iuxta castrum Sandouel", która jest szczegółowym omówieniem wyników podjętych badań. Jej treść jest wzbogacona o ilustracje prezentujące hipotetyczne rekonstrukcje reliktyw analizowanych osad obronnych. By zrozumieć jednak rolę jaką owe budowle pełniły w przeszłości nie wystarczy jedynie precyzyjnie odtworzyć ich wygląd. Nawet zaawansowane techniki prospekcji terenowej nie umożliwiają bezpośredniego wglądu w przeszłą rzeczywistość. Za ich pomocą można jedynie zarejestrować to jak współcześnie manifestują się zabytki archeologiczne. W zebranych w ten sposób informacjach nie ma wiedzy na temat roli jaką badane obiekty pełniły i znaczeń, które nadawali im ludzie. Wiedza ta powstaje dopiero na etapie interpretacji uzyskanych wyników. Jest to najtrudniejsza i najbardziej wymagająca część pracy badawczej archeologa, a sformułowane twierdzenia mają zawsze charakter hipotetyczny i niepewny.

Problemowość badań geofizycznych dziedzictwa archeologicznego lasów nizinnych. Studium Puszczy Zgorzeleckiej

Paweł Konczewski¹ – Piotr Wroniecki² – Magdalena Konczewska² – Jacek Szczurowski¹

¹ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Antropologii, ul. Kozuchowska 5, 51-631 Wrocław

² Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

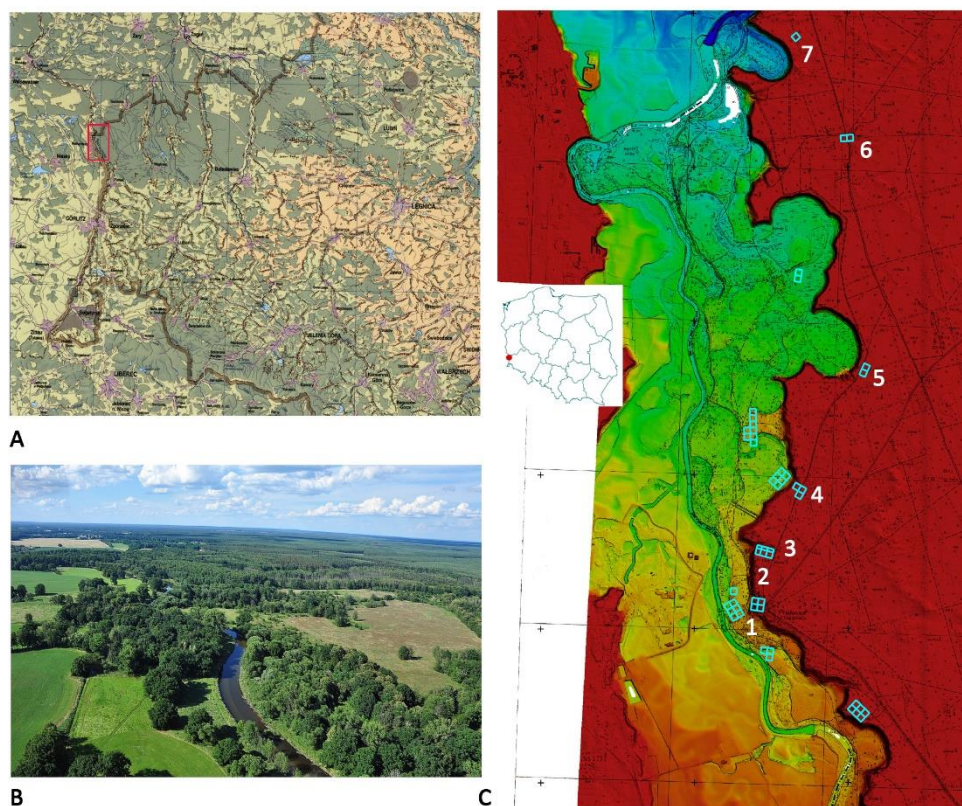
Lasy porastające w przeszłości prawie całą Europę Środkową przez tysiąclecia stanowiły środowisko życia ludzi, czego świadectwa odnajdujemy w ich krajobrazach i ekosystemach. Jednym z największych lasów Niżu Środkowoeuropejskiego są Bory Dolnośląskie, zlokalizowane w Polsce południowo-zachodniej. Ich zachodnią częścią jest Puszcza Zgorzelecka, rozciągająca się pomiędzy rzekami Nysą Łużycką i Czarną Wielką. Jej granice są reliktem średniowiecznych podziałów własnościowych, a nazwa pochodzi od miasta Zgorzelec (*Görlitz*). Już w XIV w. miasto było właścicielem *Lasu Przewóz* położonego prawdopodobnie na północny-wschód od Pieńska. W latach 1491-1492 rada miejska Zgorzelca kupiła od rodu Penzigów Puszcę Pieńską (*Penziger Heide*) położoną pomiędzy Nysą Łużycką i Czarną Małą. W 1499 r. nabyło zaś od króla Czech i Węgier Władysława Jagiellończyka Puszcę Królewską, zlokalizowaną pomiędzy Czarną Małą a Czarną Wielką. Od tego czasu cały ten kompleks lasów (o pow. ok. 300 km²) zaczęto nazywać Puszcą Zgorzelecką.

Puszcza Zgorzelecka posiada znaczne walory przyrodnicze, chronione w ramach europejskiej sieci *Natura 2000*. Jej partia zachodnia to fragment *Pieńskiej Doliny Nysy Łużyckiej*, chronionej ze względu na zróżnicowanie przyrodnicze i ekosystemy zbliżone do naturalnych. Lasy położone na wschód od Nysy Łużyckiej to obszar specjalnej ochrony ptaków *Bory Dolnośląskie*. Puszcza jest również miejscem, gdzie od schyłku paleolitu po współczesność zachodziły różnorakie interakcje człowiek-środowisko. Świadectwem tego jest transformacja jej ekosystemów i unikatowe, a prawie nieznanego dziedzictwo archeologiczne ukryte w lasach. Poznawaniu przemian środowiskowych i osadnictwa ludzkiego w Puszczy Zgorzeleckiej służą multidyscyplinarne badania realizowane od 2014 r. przez naukowców skupionych przy Katedrze Antropologii Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Ich miejscem jest ekumena zanikłej wsi Prędocię (Tormersdorf), znajdująca się w leśnictwie Toporów. Początkowo wieś ta była własnością rodu Penzigów. W latach 1491-1492 jej część kupili Nostizowie z Rothenburga, a pozostały fragment wraz z *Puszcą Pieńską* stał się własnością Zgorzelca. Kres jej istnienia wyznacza bitwa stoczona w kwietniu 1945 r. nad Nysą Łużycką pomiędzy Niemcami a 2 armią Wojska Polskiego. Walki doprowadziły do ruiny wsi i ucieczki jej mieszkańców. Po wojnie nie została ona odbudowana, a jej areal wchłonęła puszcza (ryc. 1, 2).

Obszar badań zajmuje powierzchnię około 8 km². Partia zachodnia to dolina Nysy Łużyckiej, którą charakteryzuje znaczne zróżnicowanie fitocenotyczne. Na podłożu piasków, żwirów rzecznych oraz ilów i mułków przykrytych marami rosną tam olsy i łągi olszowo-jesionowe, występują łąki oraz starorzecza porośnięte szuwarami i moczary z torfowiskami, a także zbiorowiska roślinności synantropijnej. Na wschód od Nysy rozciąga się równina uformowana z plejstoceńskich piasków, przykryta miejscami holocenijskimi piaskami eolicznymi tworzącymi wydmy. Równinę pokrywają głównie gleby biellicowe i rdzawe, a dominującą formacją leśną są tam bory.

W trakcie dotychczasowych badań zlokalizowano 26 stanowisk archeologicznych o chronologii od epoki kamienia po II wojnę światową, z których 19 porasta las. Gęsta szata roślinna oraz przyjęte zasady konserwacji zapobiegawczej środowiska (gdzie priorytetem jest minimalizacja ingerencji w dziedzictwo

kulturowo-przyrodnicze celem zachowania jego oryginalności) ukierunkowały badania na wykorzystanie metod archeologii niedestrukcyjnej, uzupełnionych o zredukowane do minimum wykopaliska i poszerzonych o analizy przyrodnicze i informacje historyczne.



Ryc. 1. Puszcza Zgorzelecka i ekumena opuszczonej wsi Tormersdorf/Prędocie: A – lokalizacja obszaru badań na mapie krajobrazowej południowo-zachodniej części województwa dolnośląskiego (opr. P. Konczewski); B – Widok na dolinę Nysy Łużyckiej i Puszcę Zgorzelecką na wysokości Prędocie (fot. P. Wroniecki); C – Numeryczny model terenu obszaru badań z lokalizacją poligonów badań geofizycznych, w tym omawianych w tekście: 1 – centralna część Prędocie, 2 – polana z pomnikiem WP i osadą z okresu wpływów rzymskich, 3 – nowożytny cmentarz ewangelicki, 4 – domniemane kurhany pradziejowe; 5, 6 – domniemane cmentarzyska kultury pól popielnicowych, 7 – kopiec/mielerz (opr. M. Mackiewicz, P. Wroniecki, P. Konczewski)

W rozpoznaniu dziedzictwa archeologicznego puszczy, na powierzchni ponad 8 ha prowadzono badania geofizyczne metodami: magnetyczną, geoelektryczną (elektrooporową), georadarową, które dublowano celem uzupełnienia i weryfikacji wyników. Wśród badanych stanowisk były:

- centralna partia Prędocie
- nowożytny cmentarz
- kopce ziemne uznawane za pradziejowe kurhany
- dwa domniemane cmentarzyska kultury łużyckiej
- polana, gdzie miała znajdować się mogiła wojenna z 1945 r.
- kopiec ziemny będący reliktem mielerza

W efekcie prospekcji magnetycznej i geoelektrycznej zanikłej wsi uzupełniono wiedzę o jej topografii, rozpoznając ciągi komunikacyjne i lokalizację budynków murowanych oraz zweryfikowano negatywnie podejrzenie o istnieniu w jej centrum średniowiecznego dworu na kopcu (ryc. 2). Prospekcje magnetyczna i elektrooporowa cmentarza pomogły w poznaniu jego zasięgu i struktury przestrzennej, a badania georadarowe po części ukazały lokalizację pojedynczych pochówków. Prospekcja magnetyczna domniemanych kurhanów wykluczyła ich sepulkralną funkcję i ujawniła pokład rudy bagiennej. Prawdopodobnie kopce te usypano w efekcie hańdowania nadkładu gruntu w trakcie eksploatacji rudy. Podobny wynik uzyskano w miejscach obu domniemanych cmentarzysk kultury łużyckiej, gdzie tło

magnetyczne wskazywało obecność rudy darniowej, a brak było anomalii poświadczających funkcję sepulkralną, co zweryfikowano sondażowo. Zaskakujący wynik przyniosły badania georadarowe polany, gdzie spodziewano się odkryć mogiłę masową z II wojny św. Odkryte anomalie po weryfikacji wykopaliskowej okazały się być obiektami osadowymi z późnego okresu wpływów rzymskich, wiązanymi wstępnie z kulturą luboszycką. Pozytywne efekty przyniosły badania metodą magnetyczną i geoelektryczną kopca, który interpretowano jako relikty nowożytnego mielorza. Badania geofizyczne pozwoliły nie tylko na zrozumienie szczegółów jego konstrukcji, ale ujawniły istnienie tuż obok reliktywów dwóch starszych mielerszy nie widocznych w krajobrazie lasu (ryc. 3).

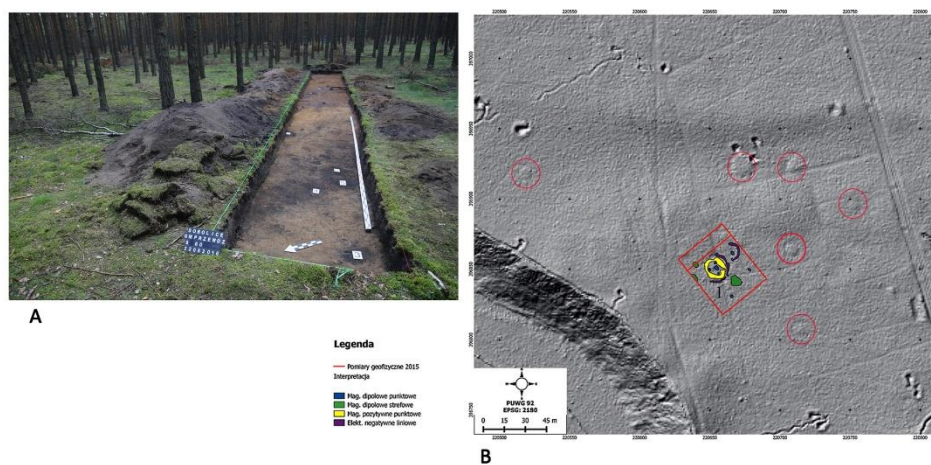


Ryc. 2. Wieś Tormersdorf/Prędocie: A – widok na pocztówce sprzed 1940 r. (ze zbioru P. Konczewskiego); B – anomalie magnetyczne obrazujące układ zabudowy, lokalizację fortyfikacji polowych z 1945 r. oraz dróg, na podkładzie mapy topograficznej z 1940 r. Zwraca uwagę rozbieżność lokalizacyjna reliktywów budynków w stosunku do odwzorowania na mapie (opr. P. Wroniecki); C – sukcesja wtórna lasu na centralną część opuszczonej wsi (fot. P. Wroniecki)

W trakcie prospekcji geofizycznych pokonywano rozliczne problemy. Poważnym utrudnieniem była ograniczona dostępność terenu spowodowana gęstą szatą roślinną lasów. Wymuszało to wyszukiwanie enklaw o jej niewielkim udziale oraz prowadzenie badań w okresie wczesnowiosennym, zanim rozpoczął się cykl wegetacyjny roślin oraz usunięcia z poligonów badawczych powalonych drzew i konarów. Brak zimowych opadów śniegu powodował, że wczesną wiosną grunt był przesuszony, co negatywnie wpływało na efektywność badań geoelektrycznych. Przy prospekcji magnetycznej utrudnieniem było „zaśmiecenie” lasów przedmiotami żelaznymi i gruzem, co „maskowało” słabsze sygnały anomalii pochodzących od obiektów archeologicznych. Częściowym rozwiązaniem tego problemu była wyprzedzająca prospekcja z użyciem wykrywaczy metali, w efekcie której odnaleziono liczne zabytki metalowe. Problemów dostarczała też morfologia gruntu, jak pokłady rud żelaza i niska retencja wodna piaszczystego podłoża. Nie notowano natomiast negatywnego wpływu systemów korzeniowych drzew lub nor zwierząt.

Reasumując, należy stwierdzić, że środowisko lasu Niżu Środkowoeuropejskiego utrudnia lecz nie wyklucza prowadzenia badań geofizycznych. Powoduje też ponad dwukrotnie większą czaso- i kosztochłonność w stosunku do obszarów rolnych. Wyniki badań geofizycznych prowadzonych w Puszczy Zgorzeleckiej jednoznacznie wskazały na ich dużą przydatność w poznawaniu jej przeszłości kulturowo-

przyrodniczej. Tym samym, powinny one na stałe wejść do kanonu metod badawczych paleoekologii i archeologii lasów.



Ryc. 3. Stanowisko kopiec/mielarz. Porównanie możliwości i efektywności stosowania archeologicznych metod badawczych w obszarze boru nizinnego: A – wykop sondażowy (fot. P. Konczewski); B – wyniki rozpoznania magnetycznego i geoelektrycznego nałożone na numeryczny model terenu. Zwracają uwagę anomalie pochodzące od reliktyw mielerzy nie widocznych na powierzchni gruntu i liczne dalsze ich pozostałości o zachowanej własnej formie terenowej (opr. M. Mackiewicz, P. Wroniecki, P. Konczewski)

Projekt jest finansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki, przyznanych na podstawie decyzji nr DEC-2013/10/E/HS3/00368.

Letecká prospekce a magnetometrická měření rondelů a rondeloidů z neolitu a doby bronzové na Moravě a v Čechách

Jaromír Kovárník

Univerzita Hradec Králové, Filozofická fakulta, Katedra archeologie, Náměstí Svobody 331, 500 03 Hradec Králové

V našem příspěvku bilancujeme výsledky kombinace metod letecké a geofyzikální archeologické prospekce. Geofyzikální měření archeologických lokalit v bývalém Československu probíhala ve zvýšené míře již od počátku 70. let 20. století. Impulsem pro intenzivní nárůst počtu geofyzikálních měření však přinesla letecká archeologie, kterou jsme systematicky uplatnili od r. 1982 (Kovárník, Holouš 1984; Kovárník 1985; etc).

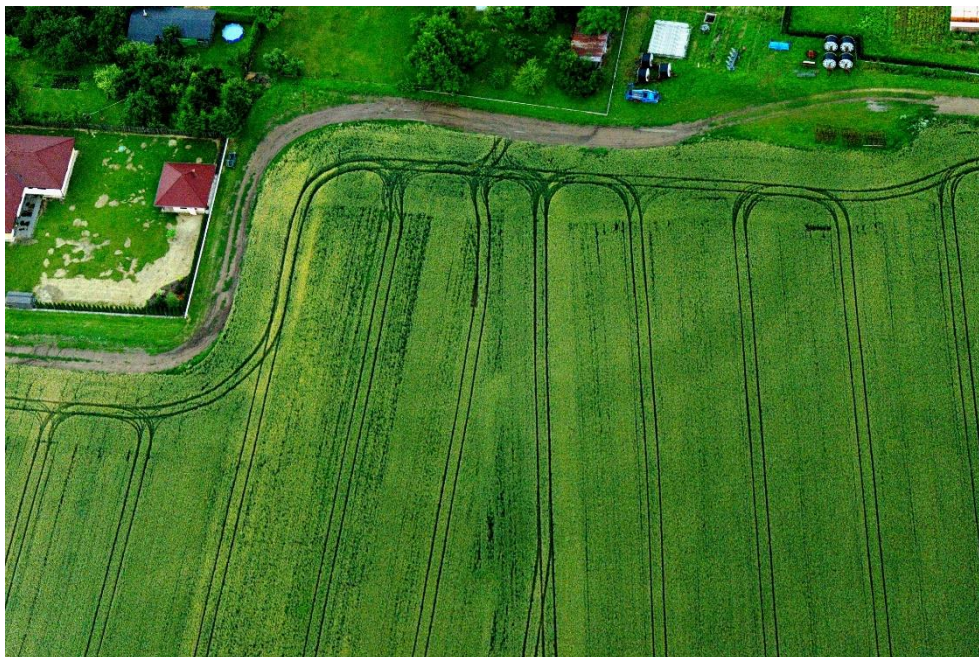
Geofyzikální měření jsme uskutečňovali od r. 1984 ve spolupráci s V. Haškem⁵ a jeho kolegy (cf. Hašek, Kovárník 1999). K vlastní prospekci se používaly například protonové magnetometry G-816 Geometrics, MP-2 Scintrex nebo PM-2 (výrobek firmy Geofyzika). Později byl používán kontinuálně pracující gradiometr Overhauser GSM – 19 Systems (Kanada) s přesností $\pm 0,01$ nT/m. Výška senzorů 0,6 a 1,8 m, krok měření v síti 1 x 0,5 m. Výsledné zpracování naměřených dat bylo provedeno na PC a barevném plotru jednak ve formě izonomál a jednak stínových map gradientu T_z při zachování a odseparování negativních anomálií T_z dle programu. Od r. 2013 spolupracujeme s J. Tirpákem⁶ (Kovárník, Tirpák, in the print). Magnetometrická měření uskutečňujeme s hustotou bodů 0,5 x 0,05 m. Využíván je fluxgate magnetometr s dvěma sondami od firmy Sensys (Německo), a to k spojitému měření vertikálního gradientu magnetického pole. Naměřené údaje se zpracovávají softwarem Magneto (Sensys GmbH, Německo).

Během letecké prospekce jsme objevili a následně magnetometricky proměřili již celou řadu archeologických lokalit. Jde jednak o oválné ohrazení s plochým dnem příkopu sídliště mladšího stupně kultury s lineární keramikou (LBK) v katastrálním území (k. ú.) Vedrovice, okr. Znojmo, a dále o kruhová, někdy několikanásobná ohrazení s hrotitým profilem příkopů, někdy doplněná palisádami a se čtyřmi orientovanými vstupy, tzv. rondely, z mladšího neolitu. Podařilo se nám je zjistit jak na území jižní Moravy osídlené moravsko-východorakouskou skupinou fáze MOG Ia (označována také jako moravská malovaná keramika, MMK), a to již od roku 1983 (jednoduché rondely: Běhařovice a Vedrovice, okr. Znojmo; Rašovice, okr. Vyškov; Kovárník 1985: 104; 1986: 154-155; dvojitý příkop: Milovice, okr. Břeclav; Kovárník 2014b; 2014c), tak na území Čech s kulturou s vypíchanou keramikou (SBK) subfáze SBK IVa od r. 2012 (jednoduchý příkop: Chlum; dvojitý příkop: Ločenice II, okr. Hradec Králové; trojitý příkop: Semonice, okr. Náchod; Kovárník 2012, 13-14, Fig. 16-20; 2014a: 16-20, Fig. 1-10). Zcela unikátní je dvojitý rondel subfáze SBK IVa v k. ú. Třebovětice, okr. Jičín (Kovárník 2012: 9-13, Fig. 1-15; 2014a: 17-18, Fig. 11-15), u něhož se částečně zachovaly v reliéfní podobě valy a příkopy.

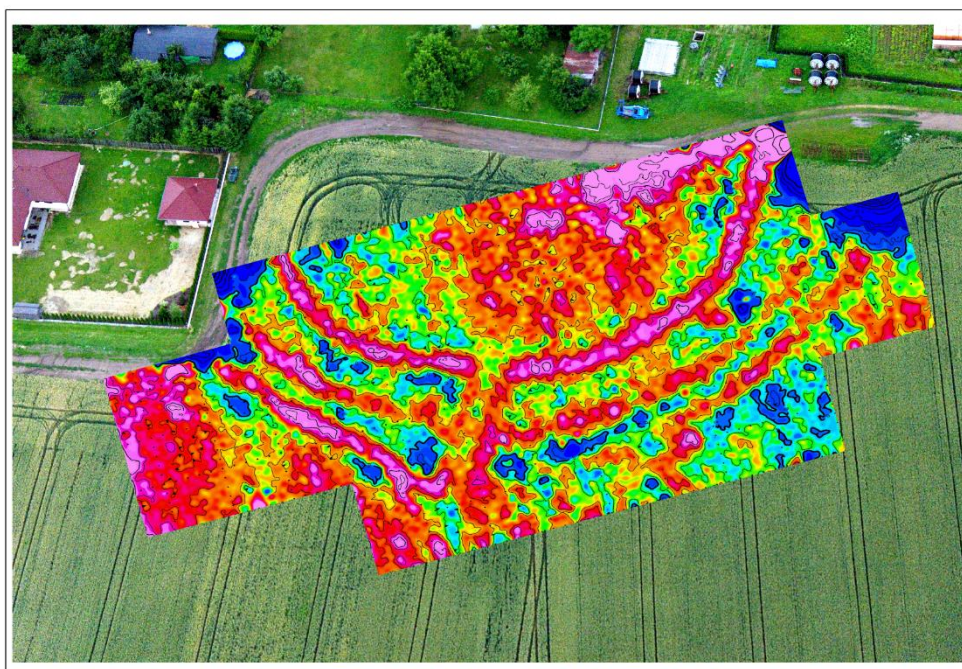
Příkopové ohrazení v k. ú. Ledce, okr. Brno-venkov, nemáme prozatím datováno, stejně jako kruhové příkopové ohrazení v k. ú. Borkovany, okr. Břeclav (Kovárník 1998: 153), nebo v k. ú. Mladějovice, okr. Olomouc (Kovárník 2014c: 146, Fig. 30).

⁵ Byl vědeckým pracovníkem podniku Geofyzika, dále Archeologického ústavu AV ČR v Brně a firem Geodrill a Geopek Brno.

⁶ Je vědecký a akademický pracovník Ústavu gemologie Fakulty Přírodních věd Univerzity Konštantína Filozofa Nitra.



Ryc. 1. Plotiště nad Labem, okr. Hradec Králové. Pohled na vegetační příznaky trojitého rondelu kultury s vypíchanou keramikou, pohled od severozápadu (foto autor)



Ryc. 2. Plotiště nad Labem, okr. Hradec Králové. Stínová mapa trojitého rondelu (after Tirpák 2013)

Dále jsme zjistili nepravidelně kruhová ohrazení (Lanžhot, okr. Břeclav, Vranovice, okr. Brno-venkov) s téměř kolmými nebo mírně kónickými stěnami a plochým dnem příkopů, tzv. rondeloidy, okrouhlá a oválná příkopová ohrazení (Kyjov a Šardice, okr. Hodonín), jednoduchá obloukovitá ohrazení (Mušov IV, okr. Břeclav, Holešov, okr. Kroměříž, Vážany nad Litavou, okr. Vyškov) a pravděpodobně dvojitý obloukovitý příkopový systém Karlín, okr. Hodonín (Kovárník 2015). Některé z těchto příkopových ohrazení jsme uskutečnili badatelské archeologické objevy.

Pomocí letecké archeologie a magnetometrického výzkumu kruhových, nepravidelně kruhových a obloukovitých příkopových ohrazení jsme dospěli k dílčím teoretickým závěrům. Patří k nim následující poznatky.

Rondely MOG Ia se vyskytují na území středního Podunají s nejvyšší koncentrací bezprostředně severně od Dunaje v oblasti Weinviertel v Dolním Rakousku.

Menší počet asi 12 rondelů, sedmi jednoduchých a pěti dvojitých, známe z jižní Moravy (povodí řek Dyje, Jevišovka, Rokytná, Jihlava, Litava a jejich přítoky). Snížení frekvence výskytu těchto monumentů mladšího neolitu vysvětlujeme tím, že jižní Morava tvoří severní okraj území středního Podunají (Kovárník 2014b, 146; 2016a, 358). Ze současného stavu poznání je zřejmé, že s rostoucí vzdáleností od Dunaje klesala intenzita výskytu sídlišť s rondely. S velkou pravděpodobností z toho vyplývá, že osídlení s MOG Ia postupně pronikalo právě v tomto směru od řeky Dunaj na sever. Domníváme se proto, že budování rondelů se mohlo objevit nejdříve v širším území středního toku Dunaje v kulturním komplexu mladoneolitické malované keramiky (PPC), jmenovitě v lengyelské kultuře (LGC I) a v MOG Ia. Myšlenkový proud budování rondelů se šířil západním směrem proti toku Dunaje jako významné pravěké akulturační a komunikační tepny přes dnešní Horní Rakousko do Dolního Bavorska a dále na západ do Středních Frank, severozápadním a severním směrem z Moravy do Čech, Polska, Saska a do Saska-Anhaltska (cf. Engelhardt, Schmotz 1983-1984: 41; Kovárník 1986: 156; Podborský 1988: 174, 209, 238-239; 1993, 130; Trnka 2005: 14; Zápotocká 2004: 35; Kovárník 2016b). Je nutné podotknout, že to bylo území osídlené jinou mladoneolitickou kulturou s vypíchanou keramikou (SBK) a jejími skupinami.

Nevylučujeme, že v oblasti střední a severní Moravy se mohou vyskytovat rondely fáze SBK IVa (?Tučapy, okr. Olomouc), protože oikumena MOG Ia sem nezasahovala.

Leteckou prospekci jsme zjistili nový poznatek, že rondely subfáze SBK IVa ve východních Čechách mezi městy Jaroměř a Hradec Králové, jako jsou Semonice, okr. Náchod, Holohlavy, Lochenice I, Lochenice II, Předměřice nad Labem, Plotičtět nad Labem I (palisádový rondel), Plotičtět n/L II, Kukleny, všechny okr. Hradec Králové, využívaly strategie umístování na sprašových návěších pokrývajících třetihorní štěrkopísčité sedimenty pravobřežní terasy řeky Labe, která se vyvyšuje 7-30 m nad inundaci Labe. Stejnou situaci jsme doložili v úseku dolního toku řeky Dyje na jižní Moravě, kdy byly vyhloubeny příkopy dvojitých rondelů fáze MOG Ia u obcí Bulhary a Milovice, okr. Břeclav, rovněž ve sprašovém podloží na pravé říční terase (Kovárník 2014b: 13; 2014c: 125, Fig. 4). Dříve se předpokládalo výskyt rondelů jen na jihovýchodních svazích a plošinách v pahorkatinách v místech pramenišť potoků a řek (Podborský 1988: 12, 14, 16, 215; etc.).

Mezi naše další důležitá zjištění patří, že rondely v Čechách se nacházejí v místech soutoků Labe s přítoky jako na předpokládaných křižovatkách mladoneolitických stezek (Kovárník 2012: 13-14; 2014a: 23; 2016a: 354-355, Fig. 29, 42-46). Podobná umístění měly rondely v k. ú. Bulhary (soutok řeky Dyje a Trkmanka), Milovice, okr. Břeclav (soutok řeky Dyje a Štinkovka) a Nové Bránice, okr. Brno-venkov (soutok řeky Jihlava a Rokytná).

Využitím letecké prospekce a následného magnetometrického měření (Tirpák 2013a) jsme rovněž zjistili, že rondel u Plotičtět n/L vykazuje dosud neznámý typ vstupů (**Fig. 1-2**) v SBK. Během archeologického výzkumu jsme ověřili, že hlavní vnitřní příkop P1 měl jednoduchý kruhový průběh. Prostřední příkop P2 však vykazuje konce zatažené směrem dovnitř rondelu. Oba konce v místech severozápadního vstupu tak ohraničují vchod do rondelu. Analogické typy vchodů (typ 71; Řídký 2011: 60, Fig. III:12) nacházíme u trojitých rondelů, avšak ve fázi MOG Ia v Dolním Rakousku, jako na lokalitách Hornsburg a Immendorf (Hinterleiner, Löcker, Neubauer, 2010: 210-216, 224-229). Nový typ trojitého rondelu jsme zjistili také v k. ú. Semonice (Tirpák 2015a). Jde o kombinaci dvou příkopů spojených v místech severního, východního a západního vstupu (vnější a prostřední příkop nejsou v místech jižního vstupu spojené) a třetího vnitřního příkopu. Trojitý rondel v k. ú. Vitiněves, okr. Jičín (Ulrychová 2001: 61, Fig. 7) má obdobně spojený vnější a prostřední příkop v místech jihozápadního vstupu. Ostatní vstupy se nedochovaly. Vnitřní příkop má ven vyhnuté konce v místech severozápadního vstupu (Tirpák 2016b). Dvojité rondel v k. ú. Hradec Králové-Kukleny má čtyři vstupy orientované přibližně ve směrech S-SV-JV-Z (Tirpák 2016a). Severní a západní vstupy jsou patrné na leteckých snímcích vegetačních příznaků, ale jsou málo výrazné na stínové mapě gradientu T_z . U východní poloviny rondelu je tomu naopak. Stínová mapa gradientu T_z zobrazuje severovýchodní a jihovýchodní vstup (pouze ve vnějším příkopu), zatímco vegetační příznaky příkopů nejsou na leteckých snímcích tak přesvědčivé.

U kruhového příkopu v k. ú. Chlum jsme nezjistili žádné vstupy (Tirpák 2015b). Mohly zde ale existovat dřevěné mosty.

Dále jsme zjistili, že nepravidelně kruhové příkopy s nepravidelným počtem vstupů, tzv. rondeloidy, mají příkopy téměř s kolmými nebo kónickými stěnami a s plochým dnem (na rozdíl od rondelů s hrotitým tvarem dna příkopu). Mohou pocházet z eneolitu (Uherský Brod-Kyčkov, Vlčnov, okr. Uherské Hradiště; Vlasatice, okr. Břeclav) a ze starší doby bronzové (Lanžhot, Vranovice, okr. Břeclav), z únětické kultury (Troskotovice; Kovárník 1999) z věteřovské skupiny (Šumice; Stuchlík, Stuchlíková 1999), případně i z následujícího období (střední až pozdní doba bronzová).

Jsou rozšířené od jižní Moravy prozatím po střední Moravu, případně i severněji, obdobně jako osídlení únětické a věteřovské kultury.

Novým typem jsou okrouhlá příkopová ohrazení na temenech kopců a návrší, která jsou kombinována ještě s dalšími oválnými nebo obloukovitými příkopy (Kyjov a Šardice, okr. Hodonín).

Stejně tomu bylo i s fortifikačními systémy okrouhlých příkopů a valů (Kyjov; Hašek, Kovárník, Tomešek 2005), obloukovitých příkopů (Kovárník 2015), které byly vybudovány buďto na strategických místech na okrajích říčních teras (Hrušovany nad Jevišovkou, Šatov, okr. Znojmo; Mušov IV, okr. Břeclav; Nová Hradečná, okr. Olomouc), nebo na výšinných polohách (Čejč, Karlín, okr. Hodonín, Mušov I, okr. Břeclav; Vážany nad Litavou, okr. Vyškov).

Trojité obloukovité příkopové ohrazení v k. ú. Hrušovany n/J bylo vybudováno na soutoku řek Dyje a Jevišovky. Datovali jsme je do staršího období únětické kultury. Jde o první nález tohoto druhu (Kovárník 2007). Jednoduché obloukovité ohrazení Mušov I-Burgstadt opět z klasického období únětické kultury se nachází na návrší nad soutokem Dyje se Svratkou a nedaleko ležící další jednoduché obloukovité příkopové ohrazení Mušov IV je umístěno u soutoku řek Svratky a Jihlavy (Kovárník 2015: 115-116, Fig. 18).

Na závěr zdůrazňujeme význam kombinace letecké prospekce a geofyzikálních měření, která nám ve výrazné míře upřesní důležité údaje o velikosti a tvaru zjištěných příkopových ohrazení.

References

- Daňhel, M. 2014, Kyjov (k. ú. Bohuslavice u Kyjova, okr. Hodonín) „Šotnery“. MMK. Rondel. Povrchový průzkum, Přehled Výzkumů 55/1, 2013, 164.
- Engelhardt, B., Schmotz, K. 1983-1984, Grabenwerke des älteren und mittleren Neolithikums in Niederbayern, in: Symposium Mittelneolithische Grabenanlagen (Kult-/Befestigungsanlagen) in Zentraleuropa, Mitteilungen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte 33-34, 27-63.
- Hašek, V., Kovárník, J. 1999, Aerial and Geophysical Prospection in Archaeological Research of Prehistoric Circular Ditches in Moravia, Archaeological Prospection 6, 187-209.
- Hašek, V., Kovárník, J., Tomešek, J. 2005, Archeogeofyzikální výzkum příkopových ohrazení Kyjov I, in: Hašek, V., Nekuda, R., Ruttkay, M. 2005, Ve službách archeologie VI. Sborník věnovaný 70. narozeninám PhDr. Dariny Bialekové, CSc., 60. narozeninám Prof. PhDr. Josefa Ungera, CSc., Brno, 113-128.
- Hašek, V., Kovárník, J., Peška, J. 2006, Příkopová ohrazení starší doby bronzové na Moravě. Ditch enclosures of the Earlier Bronze Age in Moravia. In: Hašek, V. – Nekuda, R. – Ruttkay, M., eds.: Ve službách archeologie VII. Sborník věnovaný 85. narozeninám Doc. PhDr. Karla Valocha, DrSc., Brno, 64-76.
- Hinterleitner, A., Löcker, K., Neubauer, W. 2010, 6. Katalog. 6.1 Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen, in: Melichar, P., Neubauer, W. eds., Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion – ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, Wien, 168-376.
- Kovárník, J., Holouš, K., 1984, Letecká prospekce archeologických lokalit na jižní Moravě, Letectví a kosmonautika 60/16, 10/610.
- Kovárník, J. 1985, Dosavadní výsledky leteckého archeologického průzkumu na jižní Moravě. Přehled Výzkumů (1983), 102-105, tab. 17, 18:1.
- Kovárník, J. 1986, Zur Frage der Verbreitung der Kreisgräben in der Kultur mit mährischer bemalter Keramik im Kreise Znojmo, in: Chropovský, B., Friesinger, H., Hrsg., II. Internationales

- Symposium über die Lengyel-Kultur. Nitra – Nové Vozokany, 5.- 9. November 1984, Nitra – Wien, 151-161.
- Kovárník, J. 1998, Pravěké kruhové příkopy na Moravě. Letecká prospekce, geofyzikální měření, archeologický výzkum a interpretace, in: Kouřil, P., Nekuda, R. Unger, J. eds., *Ve službách archeologie. Sborník k 60. narozeninám RNDr. Vladimíra Haška, DrSc. Spisy Archeologického ústavu AV ČR Brno 10*, 145-161.
- Kovárník, J. 1999, II.10 Troskotovice okr. Znojmo, in: V. Podborský a kol.: *Pravěká sociokultovní architektura na Moravě. Primeval Socio-ritual Architecture in Moravia*, Brno, 139-165.
- Kovárník, J. 2007, Eine dreigliedrige Grabenumzäunung der Úněticer (Aunjetitzer) Kultur bei Hrušovany nad Jevišovkou, Bezirk Znojmo, in: Mattern, M., Ostritz, S., Küssner, M., Stock, M, Hrsg., *Terra Praehistorica. Festschrift für Klaus-Dieter Jäger zum 70. Geburtstag, Neue Ausgrabungen und Funde in Thüringen – Sonderband 2007, Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 48*, Langenweissbach – Weimar, 294-320.
- Kovárník, J. 2012, Měly mladoneolitické rondely také valy? Aneb je rondel s valy u Třebovetic, okr. Jičín, klíčem k řešení? *Živá archeologie. (Re)konstrukce a experiment v archeologii 14/2012*, 9-15.
- Kovárník, J. 2014a, Nové objevy kruhových příkopů ve východních Čechách. Poznámka k mladoneolitickým rondelům, *Archeologie západních Čech 8*, Plzeň, 16-33.
- Kovárník, J. 2014b, Die Entdeckung der verdoppelten Kreisgrabenanlage der Mährischen Bemalten Keramik in Milovice, Bez. Břeclav, in: Lauermaun, E., Trebsche, P., Hrsg., *Beiträge zum Tag der Niederösterreichischen Landesarchäologie 2014, Katalog des Niederösterreichischen Landesmuseums N. F. 516*, Asparn/Zaya, 13-18.
- Kovárník, J. 2014c, Objev dvojitého rondelu MMK/MOG Ia u Milovic, okr. Břeclav, a jeho obdoby, in: Popelka, M., Šmidtová, M., eds., *Neolitizace aneb setkání generací, Filozofická fakulta Univerzity Karlovy v Praze (13. – 14. 3. 2014)*, Praha, 123-164.
- Kovárník, J. 2015: Opevňovací příkop ze starší doby bronzové u Šatova, okr. Znojmo. Další případy obloukovitých příkopů zjištěných leteckým výzkumem, in: Batora, J., Tóth, P., eds., *Keď bronz vystriedal meď. Zborník príspevkov z XXIII. medzinárodného sympózia „Staršia doba bronzová v Čechách, na Morave a na Slovensku“, Levice 8.–11. októbra 2013, Archaeologica Slovaca Monographiae, Communicationes, Tomus XVIII Bratislava – Nitra, 2015*, 105-122.
- Kovárník, J. 2016a: Das dreifache Rondell der Stichbandkeramischen Kultur (SBK) in Plotišť nad Labem II bei Hradec Králové und analoge Funde, in: Kovárník, J. et al., *Centenary of Jaroslav Palliardi's Neolithic and Aeneolithic Relative Chronology (1914-2014)*, Hradec Králové – Ústí nad Orlicí, 337-376.
- Kovárník, J. 2016b, A Note to the Origins of the Idea of Rondels, in: Nowak, P. Valde-Nowak, K. Sobczyk, J. Żrałka, eds., *Jubilee in Professor Janusz Krzysztow Kozłowski's Stone Age, Kraków (in the print)*.
- Kovárník, J., Tirpák, J., The results of aerial archaeology and magnetometric measurements of rondels in eastern Bohemia and south Moravia (in the print).
- Podborský, V. 1988, Těšetice-Kyjovice 4. Rondel osady lidu s moravskou malovanou keramikou, Brno.
- Podborský, V. 1993, 2.3.4 Lid s moravskou malovanou keramikou, in: Podborský, V. a kol. *Pravěké dějiny Moravy, Vlastivěda moravská, Země a lid, Nová řada, svazek 3*, Brno, 108-145.
- Řídký, J. 2011, Rondely a struktura sídelních areálů v mladoneolitickém období, in: Klápště, J. , Měřínský, Z., eds., *Dissertationes Archaeologicae Brunenses/Pragensesque 10*, Praha – Brno 2011.
- Stuchlík, S., Stuchlíková, J. 1999, Šumice, okr. Znojmo, in: Podborský, V. a kol., 1999, *Pravěká sociokultovní architektura na Moravě*, Brno, 95-114.
- Tirpák, J. 2013a, Geofyzikálny prieskum neolitického rondelu Plotišť nad Labem, okr. Hradec Králové, Nitra (manuscript).
- Tirpák, J. 2013b, Geofyzikálny prieskum neolitického rondelu Milovice, okr. Břeclav, Nitra (manuscript).
- Tirpák, J. 2015a, Geofyzikálny prieskum neolitického rondelu Semonice, okr. Náchod, Nitra (manuscript).
- Tirpák, J. 2015b, Geofyzikálny prieskum Chlum, okr. Hradec Králové, Nitra (manuscript).
- Tirpák, J. 2016a, Geofyzikálny prieskum neolitického rondelu Hradec Králové-Kukleny, okr. Hradec Králové, Nitra (manuscript)
- Tirpák, J. 2016b, Geofyzikálny prieskum neolitického rondelu Vitiněves, okr. Jičín, Nitra (manuscript).

- Trnka, G. 2005, Kreise und Kulturen – Kreisgrabenanlagen in Mitteleuropa, in: Daim, F., Neubauer, W., Hrsg., „Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben“. Niederösterreichische Landesausstellung 2005, Heldenberg in Kleinwetzdorf, Katalog zur Niederösterreichischen Landesausstellung, Horn – Wien, 10–18.
- Ulrychová, E. 2001: Sídlištní areály s kruhovými objekty na Jičínsku, in: Metlička, M., ed., Sborník příspěvků z 19. pracovního setkání badatelů zaměřených na výzkum neolitu a eneolitu České a Slovenské republiky, Plzeň 9. – 12. 10. 2000, Plzeň, 56-62.
- Zápotocká M. 2004. Chrudim. Příspěvek ke vztahu české skupiny kultury s vypíchanou keramikou k malopolské skupině Samborzec-Opatów, Archeologické Rozhledy 56, 2004, 3–55.

Analiza badań magnetycznych na przykładzie cmentarzyska ciałopalnego

Monika Łój¹ – Sławomir Porzucek¹ – Piotr Janczewski²

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

² ARCHGEO Piotr Janczewski, Prace archeologiczne i geologiczne, ul. Gen Karola Kniaziewicza 18/1, 50-455 Wrocław

Praca przedstawia wyniki badań magnetycznych prowadzonych celem określenia stref występowania obiektów archeologicznych w ramach archeologicznych badań ratunkowych na obszarze budowy drogi ekspresowej S-3 w rejonie miasta Jawor.

Badania archeologiczne na stanowisku podjęto w związku z planowaną budową drogi ekspresowej S3 na odcinku Legnica – Bolków. Stanowisko Paszowice 23, zgodnie z wynikami prac powierzchniowych zostało określone jako osada z okresu obecności ludności kultury łużyckiej i okresu wpływów rzymskich oraz ślad osadniczy z okresu średniowiecza (Limisiewicz i in. 2013). W trakcie badań archeologicznych, rozpoczętych w marcu 2016 roku, odkryto rozległe i bogate cmentarzysko ludności kultury łużyckiej. Jest to jedno z nielicznych, tak bogatych stanowisk odkrytych w rejonie Jawora. Wcześniej znane stanowiska tego typu z m.in. okolic Zębowic i Starego Jawora, stanowiły ciekawy aczkolwiek dużo skromniejszy przykład nekropolii ludności kultury łużyckiej rejonu Równiny Jaworskiej (Bohr i in. 2010).

Dotychczas w trakcie badań odkryto przeszło 900 zespołów grobowych, datowanych wstępnie na okres II EB – HaC. Wyeksplorowano przeszło dwa tysiące naczyń ceramicznych oraz liczne przedmioty brązowe i żelazne

Ze względu na skomplikowaną sytuację stratygraficzną oraz duże nagromadzenie pochówków, często wkopanych jeden w drugi lub warstwowo na sobie, trudne warunki glebowe i słabą rozpoznawalność zasypisk obiektów, jedną z możliwości doprecyzowania planigrafii obiektów były badania geofizyczne.

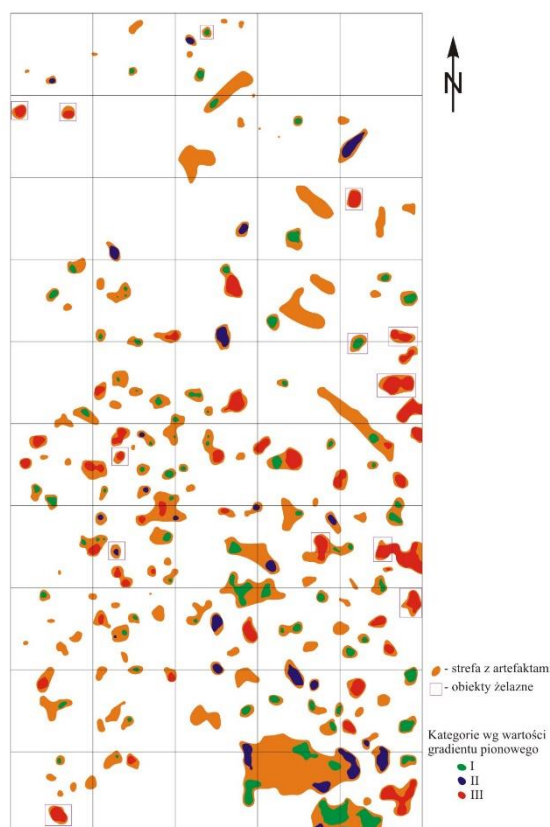
Metoda magnetyczna należy do grupy geofizycznych metod pasywnych. Oznacza to, iż wykorzystuje naturalne pole magnetyczne Ziemi oraz jego oddziaływanie na ośrodek geologiczny (Blakely, 1996). Badania polegają na rejestrowaniu niewielkich odchyleń natężenia i kierunku pola magnetycznego. Obszary, w których kierunek pola magnetycznego wyraźnie odbiega od średniego dla danej szerokości geograficznej nazywa się obszarem anomalii magnetycznej. Wielkość tych anomalii zależy od podatności magnetycznej materii, czyli od parametru, który określa w jakim stopniu dana materia poddaje się działaniu pola magnetycznego.

Obserwacje magnetyczne mogą być prowadzone na dwa sposoby, z zastosowaniem tylko jednej sondy pomiarowej rejestrującej zmiany całkowitej wartości pola magnetycznego, lub z wykorzystaniem dwóch sond ułożonych w jednej osi pionowej lub poziomej, w zadanej odległości od siebie, pozwalające na obliczanie gradientu pola magnetycznego.

Terenowe badania magnetyczne wykonane zostały na obszarze 50x100 m, w profilach oddalonych od siebie o 1 m w obu wzajemnie prostopadłych kierunkach, o przebiegu południe-północ i zachód-wschód. Na każdym z badanych profili założono tymczasowe punkty orientacyjne położone w odległości od siebie co 5 m. Przy pseudociągłym pomiarze magnetycznym umożliwiło to określenie położenia magnetometru co 5 m na każdym badanym profilu, co znacznie ograniczyło wpływ błędu lokalizacji na uzyskane wyniki.

Pomiary terenowe wykonano magnetometrem z częstotliwością pomiaru 0,2 s, co daje dokładność pomiaru 0,03 nT. Wybrana częstotliwość umożliwiła, przy średniej prędkości poruszania się

operatora ok. 2 km/h, pomiar co ok. 10 cm wzdłuż profilu. Obserwacje magnetyczne wykonano dwoma sondami ułożonymi pionowo na jednej osi, w odległości 1 m od siebie.



Ryc. 1 Wyniki badań magnetycznych na stanowisku Paszowice 23

Pomiary prowadzone były w oparciu o magnetometr bazowy, umieszczonym poza polem pomiarowym w miejscu poza oddziaływaniem pola anomalnego

Przeprowadzenie obserwacji przy użyciu dwóch sond pozwoliło na analizę wyników pomiarów z pojedynczych sond oraz wyliczenie magnetycznego gradientu pionowego. Celem przyszłej analizy pomiarów z poszczególnych sond uwzględniono wpływ zmian dobowych pola magnetycznego, a następnie wyliczono anomalie magnetyczne przy założeniu wartości normalnej pola magnetycznego jako średniej wartości bazowej.

W trakcie przetwarzania stworzono rozkłady dla każdej z sond, niezależnie dla obu kierunku profili pomiarowych, oraz dla sumy rozkładów w obu kierunkach. Rozkłady te poddano procedurze de-spiking celem wyeliminowania anomalii pikowych. Następnie wykonano micro-leveling pozwalający na usunięcie niskoamplitudowych szumów, wykorzystując do tego filtrację w domenie częstotliwości.

Po zastosowaniu powyższych procedur na wszystkich rozkładach można wydzielić dwa obszary różniące się wartością pola magnetycznego. Rozkład z sondy górnej odzwierciedla ogólny charakter pola magnetycznego w tym rejonie. Rozkładzie z sondy dolnej ukazuje ten sam charakter pola, ale uwidacznia liczne anomalie o niewielkim, powierzchniowym zasięgu. Na tej podstawie można wnioskować, że obszar o podwyższonej wartości pola magnetycznego należy utożsamiać z rejonem występowania namagnesowanych obiektów, w tym, przypadku pozostałości pochówków ciałopalnych.

W kolejnym etapie interpretacji wyliczono gradient pionowy, który uwypuklił magnetyczne oddziaływanie płytko zalegających obiektów. Analiza rozkładów pola magnetycznego z dolnej sondy oraz gradientu pionowego pozwoliła na wydzielenie stref o najbardziej prawdopodobnym występowaniu poszukiwanych artefaktów.

W wydzielonych strefach obserwuje się rejony o zróżnicowanej wartości gradientu pionowego. Zakładając poszukiwanie obiektów tego samego typu, wartość ta jest zależna od dwóch podstawowych

czynników: wielkości źródła oraz głębokości jego występowania. Niestety nie można jednoznacznie określić, który z czynników bardziej wpływa na pomierzoną wartość.

Na podstawie analizy wartości gradientu usystematyzowano uzyskane wyniki wydzielając trzy kategorie (I, II i III) rejonów o podwyższonym gradiencie pionowym, których położenie bezpośrednio odzwierciedla lokalizację źródła magnetycznego. Zakładając, że szukane obiekty są podobnego typu i o podobnym namagnesowaniu można wnioskować, że obiekty kategorii I są położone najgłębiej, a obiekty kategorii III najpłycej.

Wydzielono również anomalie o wysokiej amplitudzie i znacznie podwyższonym gradiencie, których źródłem są najprawdopodobniej obiekty żelazne.

Literatura

- Blakely R.J. 1996. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge.
- Bohr M. i in. 2010. Zębówice 22 – Osada i cmentarzysko kultury łużyckiej w powiecie jaworskim, woj. dolnośląskie., Wrocław (archiwum DWKZ we Wrocławiu, Delegatura WUOZ w Legnicy, archiwum NID, archiwum GDDKiA).
- Grabowska T. 2012. Magnetometria stosowana w badaniach środowiska. Tom I. Wydawnictwa AGH, Kraków.
- Limisiewicz A. i in. 2013. Opracowanie wyników badań powierzchniowych na trasie planowanej drogi ekspresowej S-3 na odcinku Legnica (A4) – Lubawka (z wyłączeniem trasy obwodnicy Jawora w km 15+500 – 23+600), Wrocław (archiwum DWKZ we Wrocławiu, Delegatura WUOZ w Legnicy, archiwum NID, archiwum GDDKiA).
- Telford W. M., Geldart L. P., Sheriff R. E. 1990. Applied Geophysics. Cambridge.

W poszukiwaniu średniowiecznych fos Krakowa. Geofizyczno-geochemiczne studium przypadku

Mikołaj Łyskowski¹ – Bernadetta Pasierb² – Marta Wardas-Lasoń¹

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

² Politechnika Krakowska, Instytut Geotechniki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

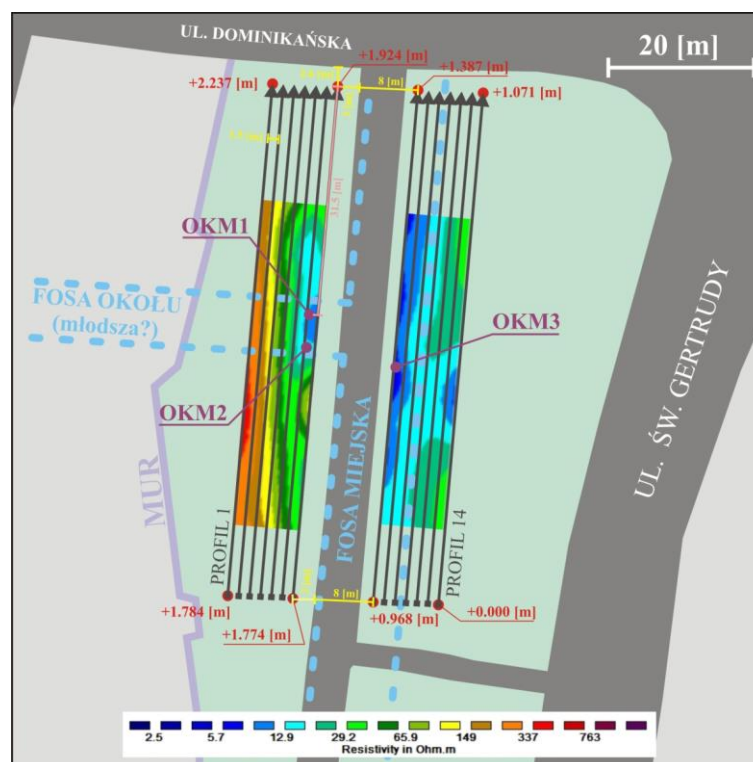
Badaniom poddano dwa obszary w rejonie Starego Miasta w Krakowie. Jako leżąca na ważnych szlakach komunikacyjnych ta licząca się metropolia centralnej Europy, swój rozwój zawdzięcza handlowi i rzemiośle. Wiązało się z tym znaczne zapotrzebowanie na wodę i z tych względów miasto wykorzystywało i rozwijało skomplikowaną sieć cieków wodnych, młynów i kolektorów ściekowych, których przebieg do dziś nie został dostatecznie rozpoznany (Sowina 2009). Obecność w podłożu historycznych kolektorów wodno-ściekowych zarówno naturalnych, jak i utworzonych przez człowieka nie tylko zagraża istniejącym zabytkowym budynkom, ale również z ich udziałem ma miejsce migracja zanieczyszczeń (Wardas, Such 2009). Najszybszymi, łatwymi do implementacji, nieobciążonymi dużymi wymaganiami dotyczącymi właściwości powierzchni terenu i często stosowanymi do rozpoznania struktury podłoża są metoda georadarowa (GPR) i tomografia elektrooporowa (ERT). Jako uzupełnienie pomiarów geofizycznych w badaniach wykorzystane są nieinwazyjne, powierzchniowe metody obrazowania litologii podłoża, z wykorzystywaniem małosrednicowych otworów wiertniczych i geochemiczne analizy właściwości uzyskanych w ten sposób próbek gruntów, szczególnie kumulacji metali.

Wykonywane na terenie Plant Krakowskich w latach 2010-2011 rekonesansowe pomiary metodą georadarową wykazały duże tłumienie fali w ośrodku wysokoprzewodzącym, jakim są nasypy gruntów i osady wodne związane z funkcjonowaniem fos, co spowodowało mniejszy zasięg głębokościowy i większe zaszumienie obrazu (Łyskowski, Wardas-Lasoń 2012). Prawdopodobnie było to spowodowane obecnością w gruntach podłoża licznych i nieregularnych przewarstwień w postaci namulów, będących pozostałościami historycznych powodzi i podtopień, a także efektem uzbrojeniem terenu. Z powyższych względów w rejonie Krakowa do badania podłoża zastosowano również pomiary metodą tomografii elektrooporowej, którą możliwe jest wykrywanie stref zawodnionych lub rozluźnień, rozpoznawanie budowy geologicznej ośrodka, czy wykrywanie koryt zasypanych cieków wodnych (Pasierb, Nawrocki 2015). Pozwoliło to na wyznaczenie przebiegu odcinków dawnych cieków wodnych, a dzięki zastosowaniu mało-inwazyjnych otworów wiertniczych i analizom geochemicznym próbek gruntów uzyskano niezbędne dane, uzupełniające pomiary powierzchniowe. W ten sposób udało się zweryfikować wyniki pomiarów geofizycznych i potwierdzić lokalizację w podłożu oraz przebieg fragmentów historycznych cieków wodnych (ryc. 1).

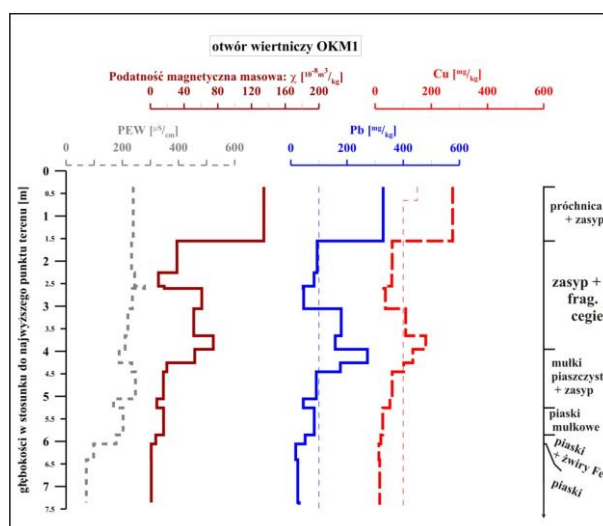
Można twierdzić, że mimo pewnej niedokładności i niejednoznaczności obrazów geofizycznych z ich pomocą możliwe jest trafne wskazanie miejsc przebiegu poszukiwanej infrastruktury wodno-ściekowej, która jest perspektywiczna dla prowadzenia eksploracji i badań geoarcheologicznych.

Makroskopowe obserwacje poszczególnych wydzielonych warstw historycznych umożliwiło określenie rodzaju układu i litologii gruntów podłoża. Z kolei pomiar podstawowych wskaźników fizykochemicznych (pH, potencjału Eh, przewodnictwa PEW) oraz oznaczenie koncentracji metali pozwoliło na ocenę stopnia przekształcenia środowiska (ryc. 2). W analizie geochemicznej próbek gruntu przeprowadzono także, nietypowe w tym zastosowaniu, badanie podatności magnetycznej. Pomiar ten

należy do puli metod badawczych geofizyki inżynierskiej i stosowany jest często do badania stanu zanieczyszczenia środowiska na terenach zurbanizowanych.



Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia profili tomografii elektrooporowej obszaru przy ul. Dominikańskiej z nałożonym obrazem geoelektrycznym ośrodka na głębokości 5.06-6.57 m oraz szacunkowym przebiegiem koryt fos. Rozkład niskooporowej anomalii na przekroju głębokościowym pozwolił na wyznaczenie przebiegu, w tym przypadku, fosy Okołu (młodszej?) wpadającej do równoległej do profilowania podłoża fosy miejskiej od strony wschodniej. Niskie wartości oporności do 20 Ωm wskazują na występowanie silnie zawodnionych utworów ilastych (oporności w przedziale 1-100 Ωm) i piasków ze żwirami (30-225 Ωm)



Ryc. 2. Wykres zmian właściwości fizykochemicznych oraz zawartości metali w historycznych warstwach antropogenicznych odwiertu OKM1 przy ul. Dominikańskiej. Cienkie przerywane linie na wykresie oznaczeń metali stanowi standard jakości wg Dz.U.2002.165.1359 dla grupy B gruntów. Wartości stężenia porównanie ze standardem pozwalają na wniosek, że w warstwach antropogenicznych są one przekroczone. Na wykresie widoczna jest korelacja pomiędzy zmianami wartości podatności magnetycznej oraz wartościami przewodnictwa [1], które wykazują charakterystyczny wzrost zasolenia wraz z głębokością oraz pojawieniem się zawodnionych osadów. Stwierdzono również istnienie mocnej zależności ze zmianami zawartości metali traktowanych jako zanieczyszczenie

Konkludując można stwierdzić, że metody geofizyczne i geochemiczne stanowią wzajemnie uzupełniające się narzędzia pomiarowe. Zasadne jest zatem interdyscyplinarne podejście do badań geoarcheologicznych, rozbudowane w sposób przedstawiony w pracy. Tylko kompleksowa analiza geofizyczno-geochemiczno-litologiczna pozwala na rozpoznanie układu i struktury historycznych warstw antropogenicznych oraz wskazanie położenia poziomów użytkowych i warstw zanieczyszczonych metalami o różnej genezie.

Prace realizowane były w ramach badań związanych z doktoratem mgr. inż. Mikołaja Łyskowskiego pt. „Rozpoznanie historycznych warstw antropogenicznych metodami geofizycznymi uzupełnione analizami geochemicznymi”, ich koszty zostały pokryte z funduszy na działalność naukową Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, na podstawie umowy nr 15.11.140.473 oraz z działalności statutowej Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej nr Ś-2/234/2015/DS.

Literatura

- Łyskowski M., Wardas-Lasoń M. 2012. Georadar investigations and geochemical analysis in contemporary archeological studies; *Geology, Geophysics and Environment* 38(3), 307-315.
- Pasierb B., Nawrocki W. 2015. Rozpoznanie budowy geologicznej podłoża obiektu ARENA w Krakowie-Czyżynach metodami geofizycznymi pod kątem występowania gruntów organicznych; *Przegląd Geologiczny* 63(5), 289-294.
- Sowina U. 2009. Woda i ludzie w mieście późnośredniowiecznym i wczesnośredniowiecznym. Warszawa.
- Wardas M., Such J. 2009. Analiza zawartości metali ciężkich w nawarstwieniach historycznych Krakowa i ich rola wskaźnikowa w badaniach archeologicznych; *Geologia* 35(1), 101-115.

Badania geomagnetyczne w obrębie późnoneolitycznego kompleksu sepulkralno-obrzędowego w Sadowiu

Maksym Mackiewicz¹ – Wojciech Pasterkiewicz² – Bartosz Myślecki¹

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

² Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Archeologii, ul. Moniuszki, 35-015 Rzeszów

Jesienią 2015 przeprowadzono badania geomagnetyczne w obrębie późnoneolitycznego kompleksu sepulkralnego w Sadowiu (stan. 23, gm. Sadowie, pow. opatowski, woj. świętokrzyskie). Prace wykonano w obrębie stanowiska archeologicznego, na którym wiosną 2015 r. w trakcie prac rolnych przypadkowo odkryto pochówek w kamiennej komorze grobowej datowany na schyłek neolitu, wiązany z ludnością kultury amfor kulistych. Doniesienia gospodarzy działki o okruchach skały wydobywanych na powierzchnię podczas corocznej orki wskazywały na możliwość występowania kolejnych grobów o zbliżonej konstrukcji.

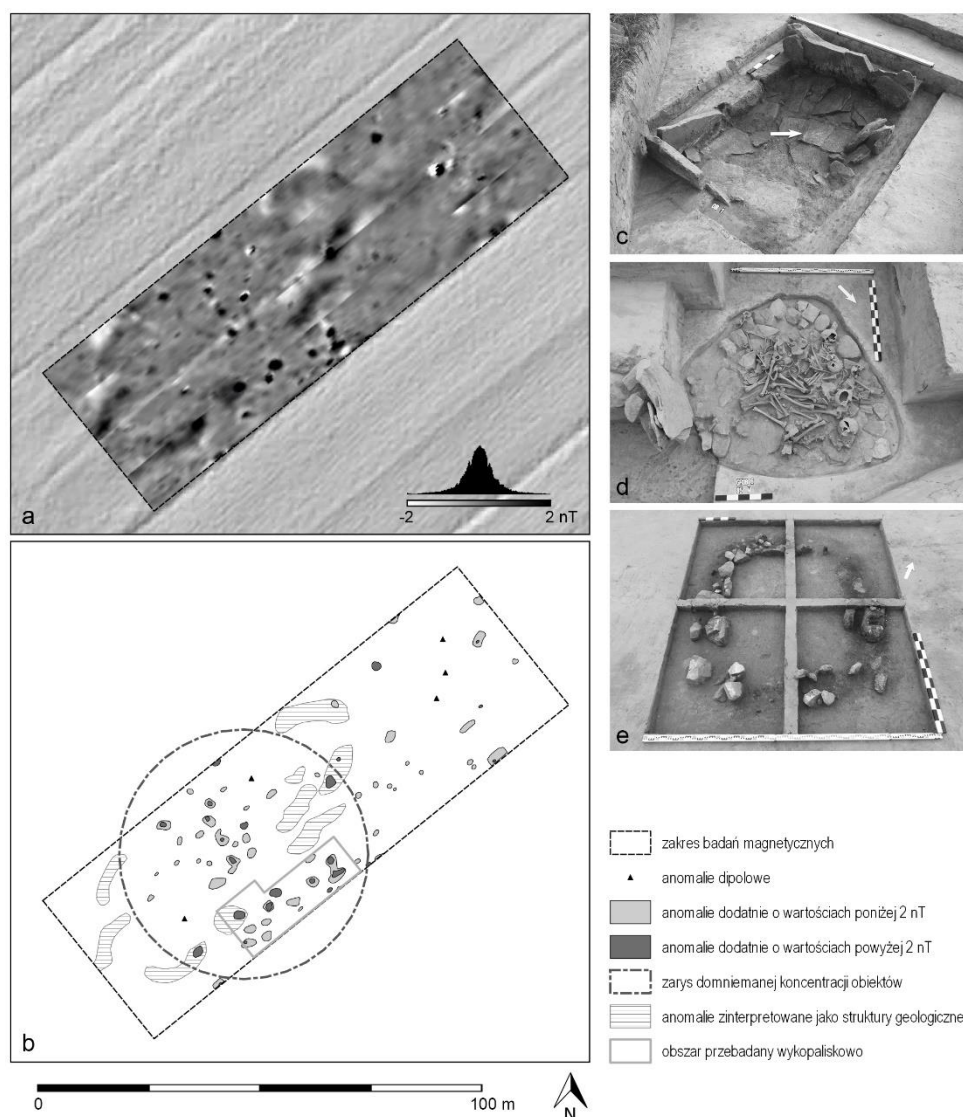
Prospekcja geomagnetyczna objęła relatywnie niewielki obszar o powierzchni ok. 0,5 ha, w ramach dostępnego terenu na jednej z wąskich działek (ryc. 1). Jej głównym celem było wskazanie lokalizacji nieruchomych zabytków archeologicznych – w szczególności grobów.

Badania miały przede wszystkim charakter pilotażowy, weryfikujący możliwości rejestracji poszukiwanych struktur za pomocą magnetometru. Chociaż skuteczność metody geomagnetycznej do odnajdywania pochówków szkieletowych oceniana jest relatywnie nisko (zagadnienie to od lat jest jednym z istotnych wątków współczesnej geofizyki archeologicznej zob. Sarris, Papadopoulos 2013; Schmidt, Linford, Linford, et al. 2015: 44-45), w opisywanym przypadku liczono na widoczność elementów konstrukcyjnych komór grobowych, wypełnisk jam, a także, w mniejszym stopniu darów grobowych, co pozwoliłoby wyróżnić te struktury na tle otaczającego tła niskopodatniej skały macierzystej.

Badania wykonano za pomocą magnetometru gradientowego Bartington Grad 601-2. Odległość linii pomiarowych wynosiła 0,5 m, przy 8 pomiarach na metr wzdłuż linii, co przekładało się na rozdzielczość 16 pomiarów na metr kwadratowy. Wyniki prospekcji zostały opracowane za pomocą dedykowanego oprogramowania TerraSurveyor 3.0.22.1 firmy DW Consulting i zobrazowane w formie map rozkładu anomalii magnetycznych (ryc. 1).

Teren badań był stosunkowo "czysty magnetycznie". Zarejestrowano nieliczne anomalie dipolowe, które w większości można interpretować jako ślad zalegających na polu śmieci – nawiezionych wraz z obornikiem odpadów metalowych lub elektronicznych, zagubionych elementów maszyn rolniczych, bądź odłamków. Obszar badań był miejscem działań wojennych – teren prospekcji przecinał drugowojenny rów łącznikowy, niszczący niektóre obiekty archeologiczne. Struktura ta została odkryta podczas badań wykopaliskowych, nie była uchwytana w topografii terenu, ani czytelna na magnetogramie. Zarejestrowane "tło" nie było jednorodne – badania magnetyczne uwidoczniły struktury o charakterze naturalnym, geologicznym, prawdopodobnie tzw. wymoki i kanały sufozyjne, typowe dla podłoża lessowego o nierównościarniejszej strukturze.

Najbardziej interesującą grupą odczytów są regularne, pojedyncze anomalie o dodatnich wartościach, które wskazywałyby na obecność jam o wysokopodatnym magnetycznie wypełnisku, zawierającym relatywnie większy udział próchnicy, spalenizny, ułamków wypalonych naczyń ceramicznych. Anomalie wykazywały dwie tendencje w skali odczytów. Zarejestrowano kilkanaście silnych sygnałów o maksymalnych wartościach powyżej 2-6 nT, wyraźnie odcinających się od tła i o czytelnej konturze. Drugą grupę stanowiły sygnały słabsze, bardziej subtelne, których maksymalne wartości nie przekraczały 1-2 nT, a ich kontur był mocno rozmyty.

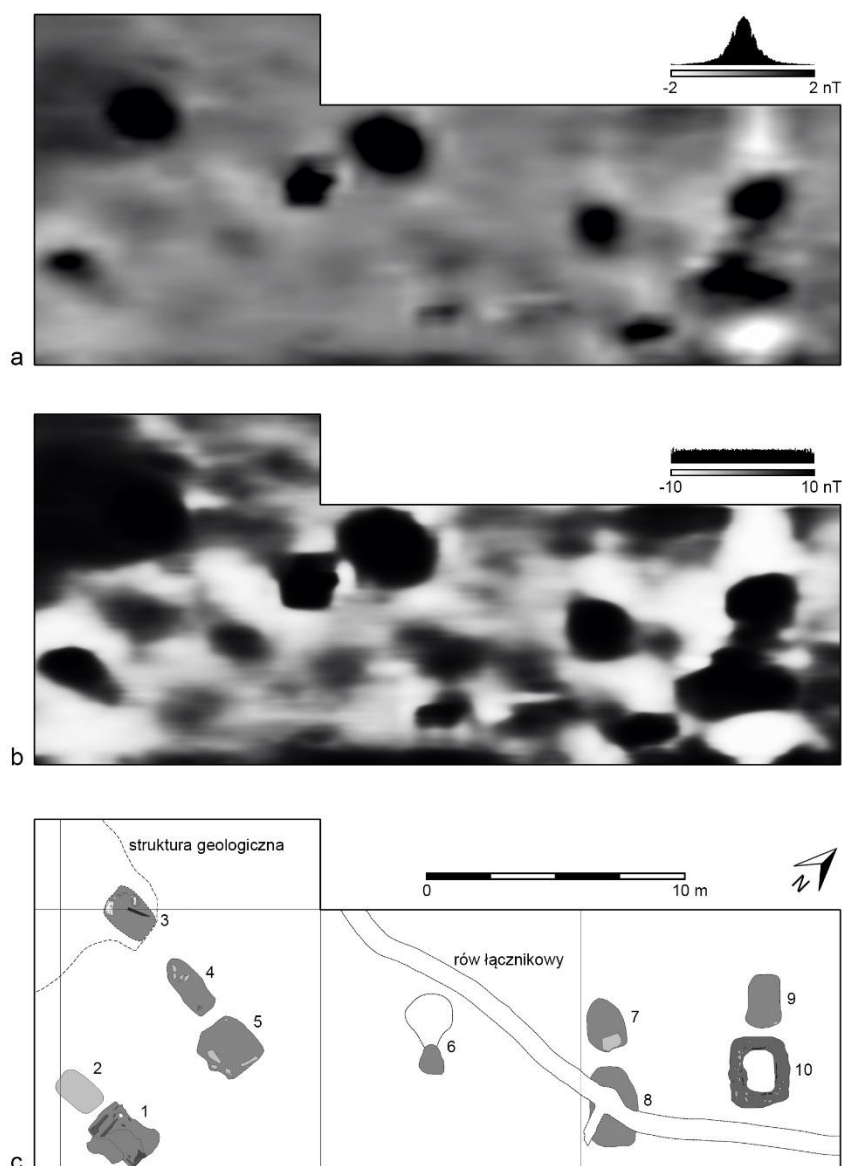


Ryc. 1. Sadowie, woj. świętokrzyskie, a - mapa rozkładu anomalii magnetycznych, b - interpretacja anomalii magnetycznych, c-e - przykładowe groby odkryte w trakcie badań wykopaliskowych

Bezpośrednio po zakończeniu badań geofizycznych przeprowadzono prace wykopaliskowe, kontynuowane również w 2016 r., co pozwoliło na ocenę jakości uzyskanych rezultatów, weryfikację zarejestrowanych anomalii i stworzenie niejakiemu "słownika" ułatwiającego zrozumienie ich źródeł. Efektem dwóch sezonów wykopaliskowych było odsłonięcie 2,5 ara powierzchni terenu oraz odkrycie i przebadanie 10 obiektów funeralnych i obrzędowych. Groby wykazywały duże zróżnicowanie konstrukcyjne. Znalazły się wśród nich m. in. pochówki w prostokątnych skrzyniach ułożonych z płyt lub bloków piaskowca (grób 1, ryc. 2c; grób 5), jamy z kamiennymi brukami lub obstawami (grób 2-4, 7-9), grób niszowy (grób 6, ryc. 2d) oraz grób z konstrukcją drewnianą w formie domku dla zmarłych (grób 10, ryc. 2e). Obstawy i skrzynie wykonano z lokalnego surowca z pobliskich wychodni w Czerwonej Górze (czerwone i -brązowe piaskowce, wapienie) oraz w Podolu (piaskowce), a także twardych skał krystalicznych pochodzenia polodowcowego. Groby zawierały rozczłonkowane szkielety ludzkie, bądź ofiarne pochówki zwierzęce. Wyposażenie stanowiły naczynia gliniane, kamienne i krzemienne narzędzia, ozdoby kościane.

Tylko część odkrytych podczas prac wykopaliskowych struktur była uchwytta w wynikach badań magnetycznych, co zapewne było podyktowane charakterem ich konstrukcji i rodzajem wypełniska (zob. ryc. 2). Grób 1 został wyeksplorowany jeszcze przed wykonaniem badań nieinwazyjnych i nie manifestował się w wynikach geofizyki. Najlepiej czytelne okazały się groby oznaczone numerami 2, 3, 5,

7, 9, 10, zawierające liczne elementy kamienne, zasypiskaz warstwami próchnicy i spalenizny, włącznie ze śladami spalonych żerdzi drewnianych. Być może w obrębie niektórych jam grobowych używano otwartego ognia, co mogłoby wpłynąć na podniesienie podatności magnetycznej otoczenia, a też miałyby liczne potwierdzenia w praktykach znanych z innych cmentarzysk późnoneolitycznych (m. in. Wilk et al. 2008). Grób niszowy (grób 6) zarejestrowano w postaci bardzo słabego odczytu, którego zarys stawał się czytelny po dość mocnym przycięciu zakresu wyświetlanych danych, co wynikało prawdopodobnie z dużej głębokości zalegania depozytu. Część grobów niestety słabo manifestowała się w wynikach geofizyki. Na wartości tych odczytów przekładały się prawdopodobnie stopień zachowania, a także niewielka ilość i miąższość substancji reaktywnej magnetycznie - sytuację tę być może pomogłyby wyjaśnić pomiary podatności magnetycznej wykonane in situ. Miały też miejsce sytuacje odwrotne - niektóre anomalie nie znalazły potwierdzenia w wynikach badań wykopaliskowych. Możliwe zatem, że resztki obiektów znajdowały się w warstwie ornej i nie zostały już uchwycone podczas prac wykopaliskowych.



Ryc. 2. Sadowie, woj. świętokrzyskie, a - mapa rozkładu anomalii magnetycznych w obrębie terenu przebadanego wykopaliskowo - zakres $-2/+2$ nT, b - mapa rozkładu anomalii magnetycznych w obrębie terenu przebadanego wykopaliskowo - zakres $-10/+10$ nT z zastosowaniem wyrównania histogramu, c - plan wykopu, lokalizacja odkrytych obiektów oraz ich numeracja

Uzyskany obraz nie pozwala na udzielenie odpowiedzi na temat zasięgu stanowiska archeologicznego. Przebadany obszar objął jedynie wycinek stanowiska, gdzie anomalie wskazujące na obecność nieruchomych zabytków archeologicznych występują z różnym zagęszczeniem na całej przebadanej powierzchni. W obrębie przebadanego terenu można nieśmiało zarysować główną koncentrację anomalii (ryc. 1b).

Wyniki badań geofizycznych pozwoliły na dość ogólną interpretację natury zarejestrowanych struktur i ich relacji przestrzennych. Zakładając, że pierwszemu rozpoznanemu wykopaliskowo pochówkowi mogły towarzyszyć kolejne, posiłkując się wiedzą o organizacji cmentarzysk późnoneolitycznych, szczególnie interesujące wydawały się liniowe układy anomalii, które mogły wskazywać na pewne podobieństwa do wzorców znanych z podobnych stanowisk obrzędowo-funeralnych, gdzie groby wraz z towarzyszącymi im jamami ofiarnymi, tworzyły linie składające się z 3-4 obiektów, a te składały się w większe, zwarte skupisko. Wstępne hipotezy potwierdziły badania wykopaliskowe, dostarczając także ogólnych informacji o chronologii poszczególnych obiektów i fazach użytkowania cmentarzyska. Za wyjątkiem grobu 4 i 6 wszystkie groby wiążą się z kulturą amfor kulistych, o czym świadczy inwentarz zabytkowy- głównie naczynia, konstrukcja grobu oraz rytuał pogrzebowy. Dwa z grobów zawierały natomiast materiał typowy do kultury złockiej. Położenie i orientacja grobu 4 w obrębie dobrze identyfikowalnego zespołu pozwala uznać za wspólny z kulturą amfor kulistych. Zdecydowanie odmienny charakter ma grób 6, który nie wpisuje się w regularny plan cmentarzyska a posiada za to liczne analogie w złockich zespołach grobowych (Krzak 1976, 160-179; Florek, Zakościelna 2005, ryc. 3:B; Wilk 2013, ryc. 17, 27, 33; Burchard, Włodarczak 2012, 304).

Cechą charakterystyczną wszystkich odkrytych obiektów jest zgrupowanie w zespoły, wśród których znajdował się jeden grób ludzki oraz towarzyszące mu groby ze zwierzętami składanymi jako ofiary. Jeden taki układ tworzyły groby 1 i 2 ułożone w kierunku E-W, kolejny podobne zorientowane groby 3-5 oraz 4 obiekty – 7 i 8 oraz 9 i 10 ułożone w dwóch równoległych rzędach, w kierunku NW-SE. Zjawisko grupowania grobów w zespoły jest typowe dla kultury amfor kulistych i czytelnie rysowało się np. na cmentarzysku w Złotej (Krzak 1977, 64-65).

Na cmentarzysku w Sadowiu z dużym prawdopodobieństwem możemy liczyć na obecność kolejnych grobów poza strefą przebadaną wykopaliskowo. Wskazywałyby na to konstelacje anomalii magnetycznych zdające się powielać rozpoznany wykopaliskowo wzorec organizacji przestrzeni.

Stanowisko archeologiczne w Sadowiu jest zabytkiem szczególnie cennym i obiecującym nie tylko dla poznania zwyczajów społeczności późnoneolitycznych, lecz także ze względu na różnorodność obiektów grobowych, dobrym poligonem doświadczalnym dla podejmowania dalszych prób nieinwazyjnego rozpoznania terenu, z szansą późniejszej weryfikacji uzyskanych rezultatów z wynikami prac wykopaliskowych.

Literatura

- Burchard B., Włodarczak P. 2012. Groby kultury złockiej ze stanowiska 1 w Samborcu, pow. sandomierski, Sprawozdania Archeologiczne 64, 311-332.
- Florek M., Zakościelna A. 2005. Cmentarzysko ze schyłku neolitu i początków epoki brązu w Wilczycach, pow. Sandomierz, Archeologia Polski Środkowowschodniej 7, 42-54.
- Krzak Z. 1976. The Złota Culture, Wrocław.
- Krzak Z. 1977. Cmentarzysko kultury amfor kulistych w Złotej Sandomierskiej, Wrocław.
- Sarris A., Papadopoulos N. 2013. Looking for Graves: Geophysical Prospection of Cemeteries, (w:) W. Börner, S. Uhlirz (ed.), Proceedings of the 17th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies 2012. Vienna.
- Schmidt A., Linford P., Linford N., David A., Gaffney C., Sarris A., Fassbinder J. 2015. EAC Guidelines for the use of Geophysics in Archaeology: Questions to Ask and Points to Consider. Namur.
- Wilk S., Haduch E., Szczepanek A., Koszkowska E., Trąbska J. 2008. Groby z nadpalonymi szkieletami z cmentarzyska kultury złockiej w Książnicach, woj. świętokrzyskie, (w:) A. Michalak, A. Jaszewska (red.), Ogień - Żywioł ujarzmiony. Zielona Góra, 23-54.
- Wilk S. 2013. Cmentarzysko kultury złockiej na stan. 2 w Książnicach, woj. świętokrzyskie, Sprawozdania Archeologiczne 65, 311-332.

Archaeogeophysical prospection at the Department of Archaeology and Museology, Masaryk University

Peter Milo – Tomáš Tencer – Michal Vágner

Masaryk University, Department of Archaeology and Museology, Arna Nováka 1, 602 00 Brno

Over the last decades geophysical prospection has become a vital part of the archaeological field practice. In combination with traditional excavation methods, geophysical prospection significantly increases the volume of new information about studied areas.

The Department of Archaeology and Museology at MU (Brno – Czech rep.) acquired first CS-magnetometer in 2006. Since then, hundreds of hectares have been surveyed and thousands of kilometres have been criss-crossed. In addition to magnetometry, geoelectrical methods (GPR and ER) have been applied and used to test a great number of archaeological sites. The use of non-destructive surveys at systematic as well as at rescue excavations conducted by the department created a paradigm worth following by other institutions. Currently, the geophysical unit (ArcheoGeofyzika Brno) at the Department of Archaeology and Museology cooperates with several cultural heritage management bodies, scientific institutions as well as contract archaeology companies. Apart from The Czech and Slovak Republic, the Department of Archaeology and Museology has conducted many geophysical prospections all over Europe as well as in the Middle East and Central America.

The focus of the geophysical unit is on large-scale prospection; we are involved in several projects ranging from studies on the Palaeolithic period and up to Modern times. E.g. Neolithic and Bronze age enclosures, Early Medieval settlements structure, deserted medieval villages, medieval and high medieval churches, castles and gardens. Every prospection is thoroughly interpreted in the GIS environment, which makes it comparable to excavation plans and understandable to the archaeologist. Since 2011, we have been conducting systematic geophysical prospection in cooperation with Bibracte EPCC - Centre Archéologique Européen at the Iron Age oppidum Bibracte. Here we employ magnetometry combined with GPR in the challenging conditions of the Burgundy forest.

Kurhany z epoki brązu w dorzeczu Dniestru – badania geofizyczne i weryfikacja archeologiczna

Przemysław Makarowicz – Mateusz Cwaliński – Jakub Niebieszczański – Jan Romaniszyn – Robert Staniuk – Cezary Bahyrycz – Hubert Lepionka – Rafał Skrzyniecki

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Archeologii, ul. Umultowska 89D, 61-614 Poznań

Od 2013 r. Instytut Prahistorii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu we współpracy z Instytutem Archeologii Narodowej Akademii Nauk Ukrainy oraz Katedrą Etnologii i Archeologii Narodowego Uniwersytetu Przykarpackiego im. V. Stefanika w Ivano-Frankivsku realizuje program badań geofizycznych metodą magnetometryczną na cmentarzyskach kurhanowych z epok neolitu oraz brązu, położonych w dorzeczu górnego Dniestru. Badania te prowadzone są w ramach dwóch projektów naukowych, których kierownikiem jest prof. UAM dr hab. Przemysław Makarowicz, finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki – „Bukivna – elitarna nekropola kultur komarowskiej nad Dniestrem” (nr 2011/03/B/HS3/00839) oraz Narodowy Program Rozwoju Humanistyki – „Catalogue of Barrow Cemeteries of the Komarów Culture in the Upper Dniester Drainage Basin (former Stanisławów province)” (nr 12H/12/0019/81). Ich celem jest m.in. udokumentowanie, przy pomocy technik nieinwazyjnych, rozmieszczenia oraz stanu zachowania kurhanów związanych z kulturami ceramiki sznurowej i komarowską.

W wyniku przeprowadzonych dotychczas prospekcji terenowych (każdorazowo w latach 2013-2016) udało się zbadać metodą geofizyczną 73 obiekty w typie mogił, położone na 17 stanowiskach. Obiekty te różnią się między sobą rozmiarami, charakterem magnetyzacji, czy też stopniem manifestacji w terenie – niektóre z nich wciąż posiadają dobrze widoczne nasypy, podczas gdy inne są ledwo widoczne, i tylko wykorzystanie pomiarów geodezyjnych oraz geofizycznych pozwoliło wyróżnić w tych miejscach pozostałości potencjalnych mogił. Znaczna część kurhanów, w momencie rozpoczęcia projektu, była już opisana w literaturze przedmiotu i posiadała ustaloną na podstawie badań wykopaliskowych przynależność kulturową oraz pozycję chronologiczną. Niemniej jednak, zespołowi badawczemu udało się odnaleźć wiele nieznanych dotąd archeologom obiektów, które można ze względu na ich cechy, w tym te ujawnione dzięki magnetometrii, zaklasyfikować jako pradziejowe mogiły.

W badaniach wykorzystano magnetometr transduktorowy (ang. *fluxgate*) z jedną sondą, który był przenoszony w trybie równoległym, w obrębie kwadratów pomiarowych (ang. *grid*) o boku długości 10 lub 20 m, w zależności od rozmiarów kurhanu oraz dostępności terenu. Fakt zlokalizowania większości stanowisk ujętych w projekcie na obszarach zalesionych wpłynął w znacznym stopniu na metodykę oraz przebieg prac, jak i nie pozostał bez znaczenia dla ich rezultatów. Również sama forma kurhanów, jako wzniesień o często stromych zboczach, powodowała utrudnienia, z jakimi musieli się liczyć prowadzący prospekcje. Doświadczenia zebrane w toku tych badań stanowią przyczynek do dyskusji nad zaletami oraz wadami zastosowania magnetometrii w kontekście obiektów wzniesionych, położonych w lasach, co w konsekwencji może pomóc w optymalizacji metodyki badań geofizycznych w tak złożonych warunkach.

Podstawową rolą magnetometrii w omawianym projekcie było sprecyzowanie rezultatów pomiarów geodezyjnych w odniesieniu do rzeczywistego zasięgu przestrzennego mogił oraz uzyskanie wglądu w wewnętrzną strukturę nasypów, co w przyszłości może ułatwić ocenę ich chronologii oraz atrybucji kulturowej. Powyższy aspekt zastosowania omawianej metody geofizycznej ma szczególne znaczenie w odniesieniu do kurhanów już wcześniej badanych wykopaliskowo przez archeologów, jak i kopców posiadających ślady ingerencji człowieka w postaci wkopów rabunkowych lub innych zmian

pierwotnej formy nasypów. W tych przypadkach prospekcja magnetometryczna niejednokrotnie dawała wgląd w zakres zniszczeń i ukazywała potencjalnie nienaruszone części obiektów. Natomiast tam, gdzie kurhany nie wykazywały oznak zniszczeń, magnetometria oferuje szansę na zobrazowanie podatnych magnetycznie elementów ich konstrukcji, które następnie można interpretować w kategoriach grobu, jam, nawarstwień materiałów, czy też wielorakich struktur kamiennych lub drewnianych. Spostrzeżono już, że wiele mogił ujawnia anomalie o podobnym rozkładzie przestrzennym oraz intensywności, co potencjalnie wskazuje na podobieństwa w ich budowie (a tym samym może świadczyć o ich jednoczasowości i tożsamości ich twórców).

Co więcej, magnetometria została zastosowana do rozpoznania wnętrza trzech kurhanów z cmentarzyska w Bukivnej, obwód ivano-frankivski, wyznaczonych następnie do badań wykopaliskowych. Wyniki prospekcji pozwoliły na bardziej dokładne zaplanowanie prac przed przystąpieniem do eksploracji, z kolei już w toku wykopalisk anomalie widziane na obrazach wynikowych geofizyki zostały skutecznie zweryfikowane pod kątem ich źródeł. Konfrontacja wyników magnetometrii oraz wykopalisk dała nie tylko porównanie struktury magnetyzacji wnętrza mogił z ich konstrukcją, ale też umożliwiła ocenę skuteczności aplikowanej metody w kontekście badań nad obiektami archeologicznymi o specyficznej formie krajobrazowej, jakimi są kurhany. Wzmiankowane kurhany są w niniejszej prezentacji traktowane jako studium przypadku, które daje asumpt do rozważań nad charakterystyką anomalii emitowanych przez elementy struktury wewnętrznej kurhanów o różnych budulcach, kształcie, rozmieszczeniu, czy wreszcie funkcji.

Analiza prędkości propagacji fali elektromagnetycznej podczas georadarowych poszukiwań miejsc pochówków w gruntach antropogenicznych

Ewelina Mazurkiewicz – Jerzy Karczewski

*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Badania z zastosowaniem technik georadarowych (GPR – ang. Ground Penetrating Radar) są od lat powszechnie stosowane przez archeologów, geologów, speleologów, specjalistów z zakresu budownictwa, drogownictwa i pokrewnych dziedzin. Każde z zadań postawionych przed wykonawcą pomiarów wymaga indywidualnego podejścia. Jednak poprawna realizacja samego pomiaru jest w całym procesie badań GPR najprostszym elementem – wymaga jedynie umiejętności obsługi urządzenia. Aby poprawnie zaprojektować oraz zinterpretować badania niezbędna jest znajomość podstawowych zagadnień z zakresu geologii oraz fizyki, a przede wszystkim geofizyki.

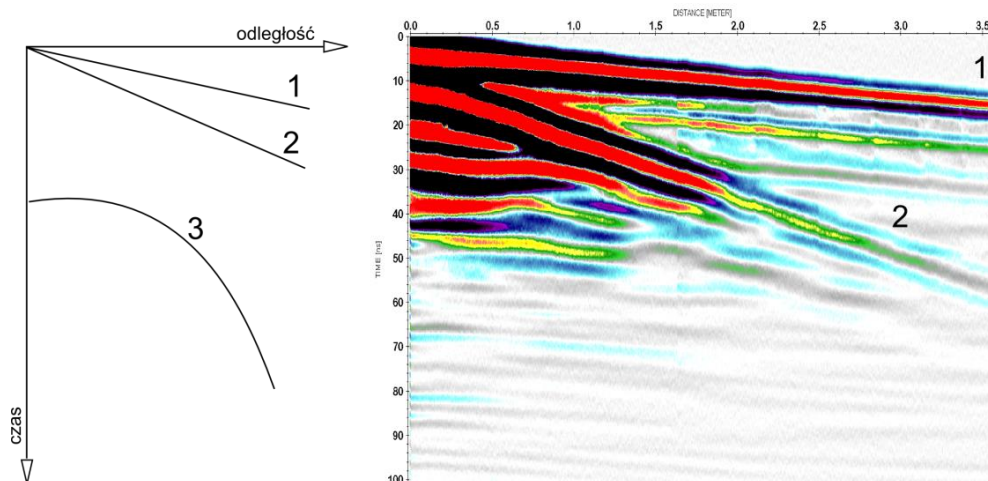
Badania mające na celu lokalizację miejsc pochówków w ośrodkach gruntowych są szczególnie trudnym zadaniem stawianym specjalistom zajmującym się metodą GPR, zwłaszcza, gdy szczątki umieszczone są bezpośrednio w gruncie (bez trumny/skrzyni), gdzie nie występują puste przestrzenie, a w wykopie brak elementów metalowych. Parametry fizyczne ośrodka bywają bowiem bardzo zbliżone do umieszczonych w nim szczątków (wraz z rozkładem ciała kontrast jest mniej wyraźny). Należy mieć również na uwadze, że nie tylko odbicie od granicy szczątki/grunt powoduje widoczną anomalię, ale obserwować można zwykle granice wykopu oraz zaburzenie warstw geologicznych w podłożu. Istnieją ośrodki, których budowa powoduje, że badania są szczególnie trudne – należą do nich z całą pewnością grunty o charakterze antropogenicznym. Są to zwykle ośrodki charakteryzujące się występowaniem materiałów o różnych frakcjach w różnych proporcjach. Znaczny udział stanowią w nich mogą grzyby, żwir, fragmenty skał i inne, których krawędzie powodują dyfrakcję fali elektromagnetycznej. Dodatkowo, duża niejednorodność uniemożliwia dostrzeżenie granic wykopu, a ponieważ w ośrodku nie zaznaczają się regularne warstwy, nie ma widocznych efektów ich naruszenia.

Na etapie planowania a po wykonaniu badania także interpretacji należy zwrócić uwagę na dwa parametry fizyczne badanego ośrodka, jakie mają wpływ na otrzymywane wyniki – przewodność oraz przenikalność elektryczna materiału.

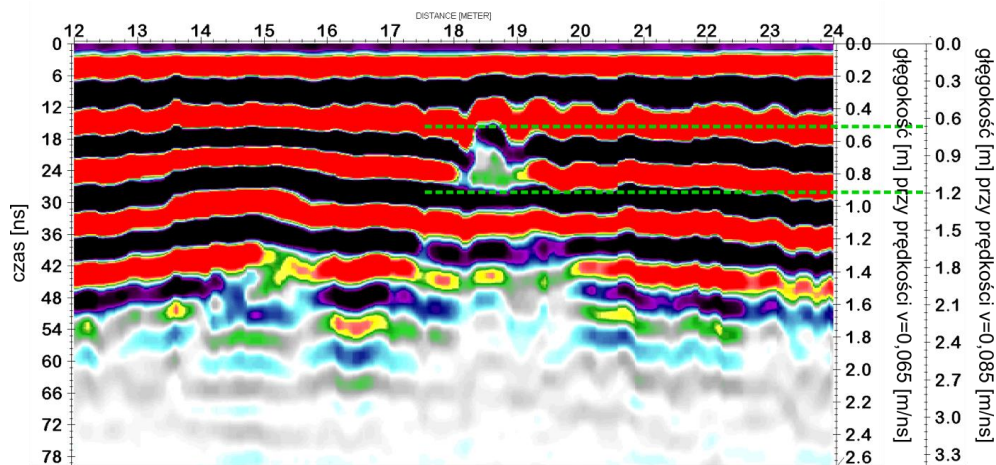
Podczas projektowania pomiaru GPR ustala się zwykle rodzaj aparatury (typ oraz częstotliwość anten), wyznacza się układ linii profilowych oraz parametry pomiarowe (krok pomiarowy, okno czasowe, liczbę próbek na trasie, częstotliwość próbkowania sygnału oraz ilość złożeń). Na tym etapie większość z tych parametrów związana jest z wielkością przenikalności elektrycznej, lub bezpośrednio od niej zależną prędkością propagacji fali elektromagnetycznej w badanym ośrodku. Znajomość wielkości prędkości propagacji fali elektromagnetycznej w materiale ma też bardzo duże znaczenie podczas interpretacji otrzymanych wyników, stanowi bowiem podstawę do konwersji czasowo-głębokościowej, czyli ustalenia skali głębokościowej na obrazie wynikowym.

Skala głębokości wyznaczana jest w oparciu o parametr prędkości propagacji fali elektromagnetycznej, która jest ilorazem prędkości propagacji fali elektromagnetycznej w próżni i pierwiastka kwadratowego względnej przenikalności elektrycznej. Wielkości te wyznacza się na podstawie danych tabelarycznych lub profilowań prędkości np. WARR (ang. Wide Angle Reflection and Refraction) (Annan 2001). Ze względu na dużą niejednorodność gruntów antropogenicznych, wskazanie zakresu

prędkości jest bardzo trudne (właściwie brak ich w literaturze). Zaleca się więc stosowanie profilowania WARR, do którego niezbędne jest wykorzystanie anteny nadawczej i odbiorczej w osobnych modułach bądź np. dwóch anten ekranowanych (w urządzeniach wyposażonych w co najmniej dwa kanały), w których jedna będzie występowała w roli nadajnika, a druga odbiornika. Podczas takiego pomiaru antena nadawcza pozostaje w pozycji nieruchomej, a odbiorcza jest od niej odsuwana (Karczewski i in. 2011). Rejestrowana jest m.in. fala przypowierzchniowa, z kąta nachylenia której oblicza się prędkość propagacji fali elektromagnetycznej w badanym ośrodku (ryc. 1).



Ryc. 1. Schemat przebiegu fal rejestrowanych podczas profilowania WARR, gdzie 1 – fala bezpośrednia, 2 – fala przypowierzchniowa, 3 – fala odbita od granicy refleksyjnej



Ryc. 2. Porównanie skali głębokościowej dla różnych prędkości propagacji fali elektromagnetycznej

W przypadku poszukiwania pochówków w gruntach o charakterze antropogenicznym określenie głębokości zalegania struktury, która potencjalnie może być poszukiwanym obiektem jest szczególnie ważna. Podczas weryfikacji miejsc na obszarach naturalnych zwyczajowo prowadzi się ekskawację do poziomu calca. W gruntach zmienionych przez człowieka głębokość zalegania naturalnego podłoża może wynosić nawet kilka metrów. Należy się zatem zastanowić, czy zasadna jest ingerencja na takich głębokościach. Dobór odpowiedniego parametru prędkości fali elektromagnetycznej pozwoli na dokładniejsze wskazanie głębokości zalegania struktury.

Aby lepiej poznać specyfikę pomiarów mających na celu lokalizację miejsc pochówków na terenach antropogenicznych, wykonano serię badań testowych. Analizy zostały wykonane na polu

doświadczalnym, na którym grunt określono jako nasypowy (Mazurkiewicz i Łyskowski 2016). Badanym obiektem była świnia domowa o wadze około 80 kg (imitująca ciało dorosłego człowieka). W gruncie antropogenicznym zrealizowano także profilowania WARR, dzięki którym wyznaczono prędkość propagacji fali elektromagnetycznej w ośrodku. Wykonano je w jednakowej lokalizacji, w odstępie czasowym wynoszącym miesiąc, w odmiennych warunkach pogodowych – w okresie dość suchym, oraz po kilkudniowych opadach. W przypadku pierwszego z pomiarów prędkość propagacji wyniosła 0,085 zaś drugiego 0,065 m/ns. Uzyskane obrazy posłużyły do porównania skali głębokości w obydwu przypadkach (ryc. 2).

Przedstawiona rycina 2 wizualizuje jedynie jak zmienia się skala głębokości w przypadku prędkości propagacji fali w tym samym miejscu i niewielkich odstępach czasu, a co za tym idzie, o analogicznym pokryciu terenu i składzie fizycznym gruntu. Należy zatem mieć na uwadze, że większe różnice mogą zapewne zostać zarejestrowane w różnej lokalizacji, w różnych warunkach atmosferycznych (np. lato/zima) a także na obszarach pokrytych różnymi materiałami.

Ze względu na charakter prac oraz specyfikę zarówno poszukiwanych obiektów a także penetrowanych gruntów, należy dokonać szczególnych starań, aby rezultat badań był jak najlepszy.

Podziękowania

Praca została zrealizowana dzięki funduszom przeznaczonym na cele badawcze przez Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na podstawie umowy nr 15.11.140.474.

Literatura:

Annan A. P. 2001. Ground Penetrating Radar Workshop Notes, Sensors & Software Inc., Ontario – Canada.

Karczewski J., Ortyl Ł. Pasternak M. 2007. Zarys metody georadarowej, Wydanie drugie poprawione i rozszerzone, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH Kraków, Kraków.

Mazurkiewicz E., Łyskowski M. 2016. Zastosowanie metody georadarowej do badania miejsc pochówków na terenach zurbanizowanych, (w:) Goc M., Tomaszewski T., Lewandowski R. (red.), Kryminalistyka – jedność nauki i praktyki: przegląd zagadnień z zakresu zwalczania przestępczości. Warszawa.

Mapowanie składu chemicznego w różnej skali: od badań geochemicznych po archeometrię

Andrzej Michałowski¹ – Przemysław Niedzielski² – Karol Jakubowski² – Marta Krzyżanowska¹ – Lidia Kozak²

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Historyczny, Instytut Archeologii, ul. Umultowska 89D, 61-614 Poznań

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Chemii Analitycznej, ul. Umultowska 89B, 61-614 Poznań

Prezentowane badania skupiają się na analizie zróżnicowania składu pierwiastkowego w badaniach geochemicznych i w badaniach obiektów archeologicznych.

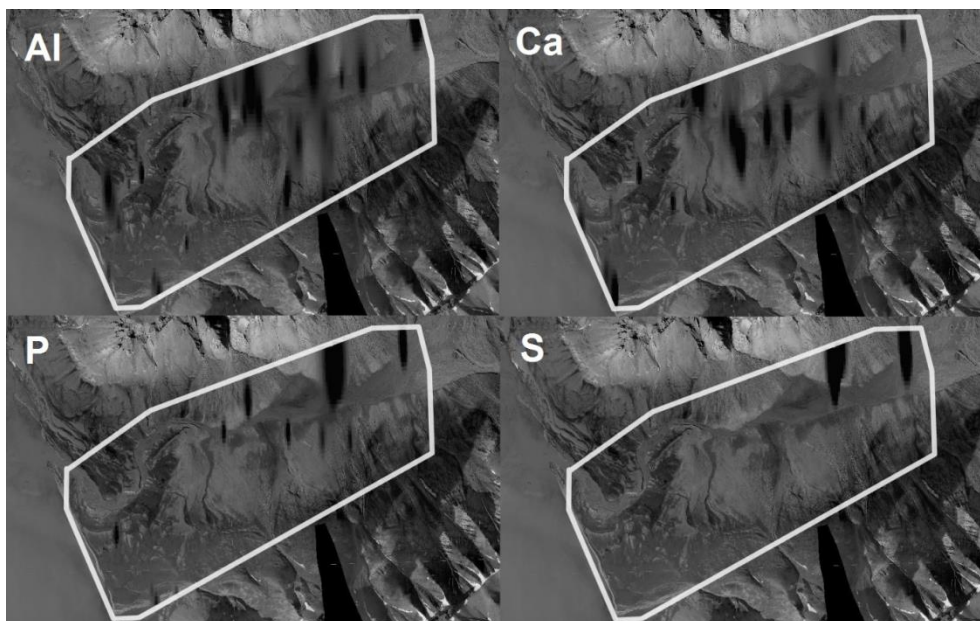
Przykładem badań geochemicznych są prace nad wykonaniem map zawartości wybranych pierwiastków w osadach doliny rzeki Ebby wpływającej do zatoki Petunia w środkowym Spitsbergenie. Teren badań to polodowcowa dolina rozciągająca się na obszarze ok. 2 km na ok. 5 km położona w znacznej odległości od obszarów zamieszkałych i przez to praktycznie wolna od wpływów związanych z działalnością człowieka. Bezpośrednio w terenie badań oznaczono zawartości 30 pierwiastków korzystając z techniki spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Uzyskane wyniki (ryc. 1) wskazują na procesy związane z erozją i depozycją osadów co może być cennym uzupełnieniem danych geomorfologicznych. Podobne prace prowadzone np. w obrębie stanowisk archeologicznych mogą wskazywać na potencjalne przemieszczenia gruntu.

Jako przykład badań archeometrycznych przedstawione zostaną badania składu chemicznego ornamentowanego koralika. Badania zostały wykonane według zaproponowanej oryginalnej strategii mapowania powierzchni obiektu z użyciem spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Badania płaszczyznowe składu chemicznego obiektu (mapowanie) wykonano poprzez zmianę położenia obiektu względem wiązki promieniowania rentgenowskiego i kolejne pomiary (ryc. 2). Dla każdego położenia obiektu wykonano trzy pomiary i obliczono wartość średnią oraz względne odchylenie standardowe wyników (RSD%). Ze względu na niewielkie wymiary obiektu (długość ok. 17 mm) zastosowano miedzaną (>99%) przesłonę zmniejszającą szerokość wiązki pomiarowej do ok. 1,5 mm. Wykonano oznaczenia zawartości 20 pierwiastków w 11 strefach koralika, osobno dla dwóch jego położen względem głowicy spektrometru, uzyskując wyniki ponad 1200 pojedynczych pomiarów, dla każdej strefy koralika obliczono z trzech powtórzeń wartość średnią stężeń pierwiastków.

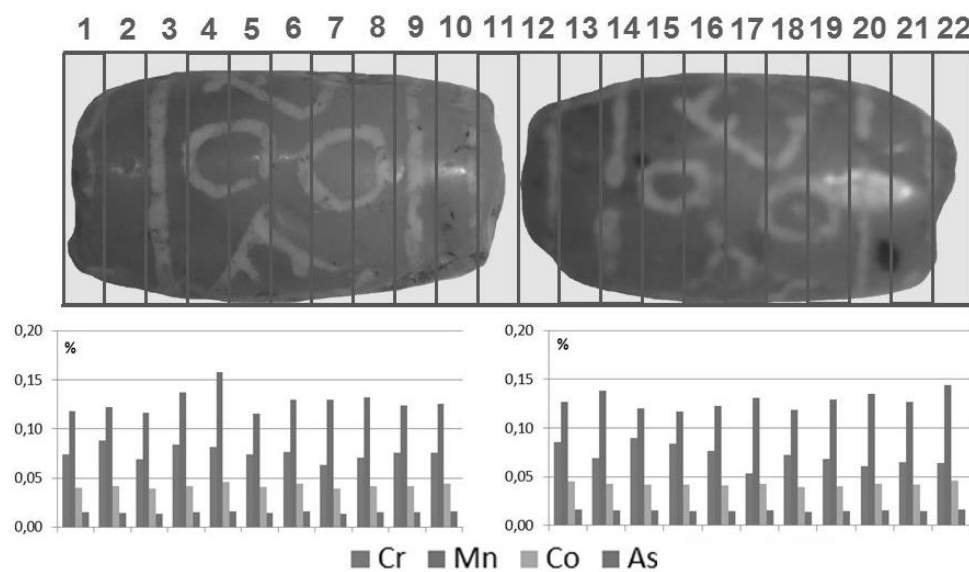
Nie stwierdzono statystycznie znaczącego (test Grubbsa) zróżnicowania wyników otrzymanych dla analiz poszczególnych stref koralika dla obu jego stron, ponadto w analizie korelacji Pearsona uzyskano bardzo silne związki kształtowania się zawartości pierwiastków dla wszystkich stref koralika. Zatem kształtowanie się zawartości wszystkich oznaczanych pierwiastków w poszczególnych strefach koralika było bardzo podobne. Powyższe zależności wskazują, że ornamenty na powierzchni koralika prawdopodobnie nie powstały poprzez naniesienie na jego powierzchnię obcej substancji (szkliwo, barwnik), co czyni prawdopodobnym wykonanie ich poprzez obróbkę mechaniczną lub chemiczną (wytrawianie) powierzchni koralika.

Przedstawione badania archeometryczne stanowią fragment artykułu: L. Kozak, P. Niedzielski, K. Jakubowski, A. Michałowski, M. Krzyżanowska, M. Teska, M. Wawrzyniak, K. Kot, M. Piotrowska, The XRF mapping of archaeological artefacts as the key to the understanding of the past, *Journal of X-Ray Science and Technology* 24, 2016, 427-436.

Prace prowadzone są jako uzupełnienie badań w projekcie finansowanym ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2014/15/B/HS3/02279.



Ryc. 1. Mapowanie zawartości glinu, wapnia, fosforu i siarki w dolinie rzeki Ebby w zatoce Petunia w środkowym Spitsbergenie. Ciemniejsze obszary wewnątrz zarysu doliny oznaczają najwyższe stężenia wskazanego pierwiastka.



Ryc. 2. Strategia mapowania składu chemicznego koralika oraz zawartości procentowe wybranych pierwiastków w kolejnych strefach koralika

Badania nieinwazyjne w obrębie grodzisk stożkowatych w Starych Tarnowicach, pow. tarnogórski oraz Pniowie, pow. gliwicki

Monika Michnik¹ – Piotr Wroniecki² – Radosław Zdaniewicz¹

¹ Muzeum w Gliwicach, ul. Dolnych Wałów 8a, 44-100 Gliwice

² Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

W krajobrazie naturalnym Górnego Śląska zachowała się duża ilość ziemnych kopców, na których wznoszono w przeszłości drewniane rezydencje rycerstwa śląskiego. Niestety wiele z nich nigdy nie było badanych wykopaliskowo, a jeśli już miało to miejsce, to prowadzone badania archeologiczne miały często jedynie ograniczony charakter sondażowy. W dalszym ciągu więc nieznane jest pierwotne rozplanowanie czy też wielkość tych założeń, co sprawia, że wiedza na ich temat pozostaje ograniczona. Upowszechnienie badań geofizycznych i możliwości poznawcze jakie one dają powinny jednak zmienić tą niekorzystną sytuację w ciągu najbliższych lat.

Jesienią 2015 roku, z inicjatywy pracowników Działu Archeologii Muzeum w Gliwicach, w ramach projektu „*Rozpoznania archeologicznego grodzisk średniowiecznych rejonu gliwickiego*” wytypowano dwa obiekty do badań geofizycznych (metodą magnetyczną): w Pniowie, pow. gliwicki oraz Starych Tarnowicach, pow. tarnogórski.

Kopiec stanowiący pozostałość grodziska stożkowatego w Pniowie jest nadal znakomicie czytelny terenowo (ryc. 1). Zlokalizowany jest on ok. 50 m na południe od cmentarza i ok. 50 m od przebiegu ul. Wiejskiej, w obrębie dosyć mocno zarośniętego drzewami parku. Mniej więcej owalny w rzucie kopiec ma u podstawy średnicę ok. 21 - 24 m, a części szczytowej ok. 8 - 9 m. Wysokość to obecnie ok. 6,5 - 7 m powyżej poziomu u podstawy. Od strony wschodniej, południowej i zachodniej stożek otacza wyraźne obniżenie terenu, stanowiące relikty fosy otaczającej pierwotnie założenie. Od strony północnej teren jest wypłaszczony, lekko nachylony ku niewielkiemu ciekowi wodnemu. Stożkowaty kopiec powstał zapewne w wyniku odcięcia przekopem od rozległej wysoczyzny górującej nad doliną wspomnianego cieku, a następnie pogłębienia terenu u jego podstawy w formę rowu otaczającego - fosy. O ewidentnym pogłębianiu terenu otaczającego stożek świadczyć może łukowaty nasyp czytelny szczególnie po zachodniej stronie założenia.

Ograniczone badania sondażowe przeprowadzono w obrębie stanowiska w 1970 r. W trakcie eksploracji wykopu sondażowego założonego na kulminacji stożka natrafiono na warstwę kulturową, w której odkryto pojedyncze fragmenty ceramiki, grudki polepy i ułamek cegły gotyckiej. Na podstawie badań sondażowych i prospekcji terenowej określono, iż kopiec pierwotnie stanowił grodzisko stożkowate z okresu XIII/XIV wieku.

Na obszarze objętym pomiarami geofizycznymi w Pniowie uchwycono szereg zaburzeń pola magnetycznego, które przypisać można strukturom archeologicznym (ryc.3b). Najbardziej czytelna anomalia tego typu przebiega po obwodzie nasypu w partii północno-zachodniej. Pozostała część obwodu pokryta jest przez strefy anomalii dipolowych o różnym zagęszczeniu. Zespół obu typów zaburzeń tworzy wyraźny liniowy zarys obiegający stożek grodowy, który w najmniejszym stopniu czytelny jest na odcinku północno-wschodnim (co wynika przypuszczalnie z erozji obiektu). Źródło anomalii interpretowane jest jako relikty fosy, otaczającej pierwotnie kopiec. Domniemane struktury archeologiczne zarejestrowane zostały również w rejonie szczytu wysoczyzny, od której odcięty został kopiec. W bezpośrednim sąsiedztwie obiektu zlokalizowane są również punktowe zaburzenia pola magnetycznych, których

jednoznaczna interpretacja na tym etapie nie jest możliwa. Mogą być one świadectwem istnienia obiektów archeologicznych, jednak taka interpretacja wymaga więcej danych (np. mikrosondaże wykopaliskowe, odwierty, inne metody geofizyczne).



Ryc. 1. Grodzisko w Pniowie, pow. gliwicki



Ryc. 2. Grodzisko w Starych Tarnowicach, pow. tamogórski

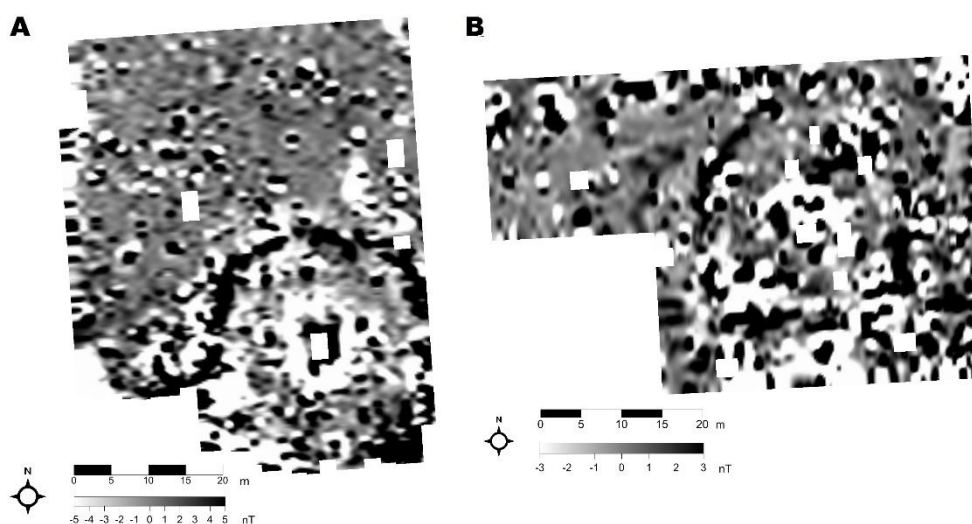
Kolejnym etapem badań w Pniowie były weryfikacyjne sondaże wykopaliskowe (wiosna 2016), w trakcie których potwierdzono istnienie nieckowatego fosy otaczającego gród w części zachodniej i południowej. Niestety z wyjątkiem grud polepy konstrukcyjnej (które zapewne były źródłem zarejestrowanej wcześniej anomalii magnetycznej) nie natrafiono na żadne ślady konstrukcji wieży mieszkalnej na kulminacji stożka. Do weryfikacji pozostają anomalie zlokalizowane poza obrębem kopca, być może świadczące o istnieniu innych struktur archeologicznych, np. umocnień czy zaplecza gospodarczego grodziska.

Drugie z grodzisk, w Starych Tarnowicach położone jest w południowo zachodniej części miasta Tarnowskie Góry, około 50 m na zachód od kościoła Św. Marcina. Obecnie teren ten jest porośnięty trawą

i częściowo drzewami (ryc. 2). Zachowany kopiec ziemny ma w rzucie kształt owalny i wymiary u podstawy ok. 14 - 17 m, a na szczycie ok. 5 - 8 m. Wysokość kopca to ok. 2 m. Kopiec został sztucznie usypany w obrębie płaskiego terenu, zapewne w większości ziemią wybraną z jego otoczenia.

Weryfikacyjne prace w obrębie stanowiska przeprowadzono w 1983 r. Założono wówczas dwa wykopy sondażowe w obrębie *plateau* górnego kopca oraz domniemanej fosy. Wykopy potwierdziły istnienie tu drewnianej wieży, której spalone drewniane relikty odkryto w trakcie prac. Potwierdzono również istnienie fosy otaczającej grodzisko. Na podstawie znalezisk obiekt datowany jest obecnie na XIV – początek XV wieku.

Badania magnetyczne wykonano w celu ogólnego rozpoznania obiektu, w tym określenia zasięgu oraz ewentualnych konstrukcji w obrębie domniemanego podgrodzia. Obszar, na którym przeprowadzono badania obejmował powierzchnię kopca wraz z terenem wokół niego (ryc. 3a). Największa dostępna przestrzeń zlokalizowana była po północnej stronie nasypu. W obrębie jego centralnej części zarejestrowano obecność strefy dipolowej skoncentrowanej wokół rosnącego na szczycie drzewa. Sugeruje ona istnienie tu reliktyw konstrukcji o kształcie zbliżonym do prostokąta, którą wiązać można z konstrukcją wieży. Granicę rozdzielającą strukturę kopca od otoczenia wyznacza liniowa anomalia obiegająca badany obiekt. Charakteryzuje się ona czytelnym zarysem w formie łuku po zachodniej stronie. Kształt ten sugeruje istnienie struktury o półokrągłej formie w warstwie podpowierzchniowej. Bezpośrednie sąsiedztwo z nasypem pozwala przypuszczać, iż anomalia ta ma charakter archeologiczny związany z dawną trwałą delimitacją obiektu i istnieniem fosy.



Rycina 3. Wyniki pomiarów geomagnetycznych grodzisk w Starych Tarnowicach (A) i Pniowie (B)

Ciekawą anomalię zaobserwowano po zachodniej stronie fosy. Zlokalizowano tu silne anomalie o kształcie zbliżonym do owalu. Jeżeli struktury, które generują te anomalie są związane z funkcjonowaniem grodziska, to wtedy można dopatrywać się w tym miejscu wejścia/bramy (?). Skupiska anomalii świadczące o strukturach archeologicznych natrafiono również na północ od grodziska. Trudno jednak potwierdzić czy są one świadectwem istnienia dodatkowych budynków gospodarczych związanych z funkcjonowaniem rezydencji rycerskiej.

Należy podkreślić, iż na obszarze samego kopca, a także jego otoczenia zarejestrowano szereg punktowych anomalii dipolowych. Zaburzenia tego typu generowane być mogą zarówno przez metalowe przedmioty o charakterze archeologicznym jak również przez współczesne śmieci. Ze względu na obecne rekreacyjne wykorzystanie tego terenu przez okoliczną ludność, przypuszczać można, że większość z anomalii tego typu ma źródło w wyrzuconych przedmiotach lub fragmentach przedmiotów metalowych.

Przebadane obiekty stanowią wyzwanie dla prospekcji geofizycznej. Położone są w terenie zadrzewionym, o zróżnicowanej topografii nieopodal zabudowań. Zadrzewienie i topografia są czynnikami

utrudniającymi znacznie działania terenowe. Współczesna obecność człowieka oraz zabudowania wprowadzają liczne czynniki zakłócające wyniki pomiarów. Metoda magnetyczna szczególnie wrażliwa jest np. na metalowe ogrodzenia czy śmieci. Obecność tych obiektów ma negatywny wpływ na pozyskane dane. Wiele zarejestrowanych anomalii magnetycznych pozostaje bez interpretacji, a zrozumienie ich pochodzenia wymaga dalszych badań. Mimo tych niesprzyjających czynników dane geofizyczne dostarczyły częściowych odpowiedzi na pytania odnośnie morfologii i zagospodarowania gródków oraz pomogły zaplanować dalsze sondażowe badania wykopaliskowe.

Literatura

- Bagniewski Z., Tomczak E. 1972. Z badań grodzisk średniowiecznych powiatu gliwickiego, Zeszyty Gliwickie 9, 201-209.
- Malinowska-Łazarczyk H. 1985. Sprawozdanie z działalności Działu Archeologii Muzeum Górnośląskiego za rok 1983, Silesia Antiqua 27, 159–161.
- Michnik M., Zdaniewicz R. 2016. Sprawozdanie z badań archeologicznych z badań archeologicznych reliktyw grodziska stożkowatego w Pniowie, pow. gliwicki (AZP 95-43/2). Gliwice (maszynopis archiwum WKZ w Katowicach).
- Kawka W. 2015. Materiały z grodzisk stożkowatych w Tarnowicach Starych i Woźnikach w zbiorach Muzeum Górnośląskiego w Bytomiu, Rocznik Muzeum Górnośląskiego w Bytomiu, Archeologia 20, 88-122.

Badania archeologiczno-geofizyczne w miastach po 50 latach od pierwszych prób w Polsce

Krzysztof Misiewicz

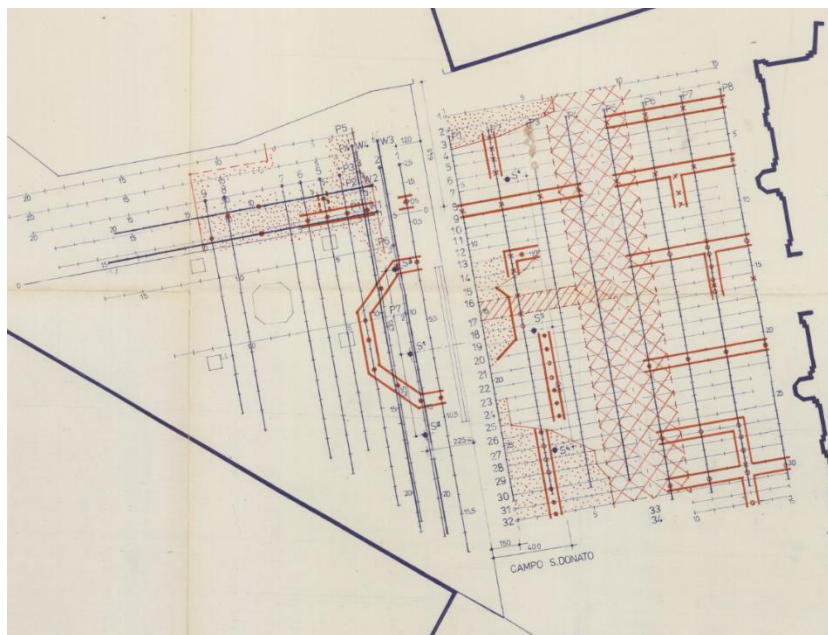
Uniwersytet Warszawski, Instytut Archeologii, ul. Krakowskie Przedmieście 26/28, 00-001 Warszawa

Prospekcja geofizyczna prowadzona w warunkach zabudowy miejskiej była jednym z pierwszych działań podejmowanych na szerszą skalę w Polsce już w latach 60-tych ubiegłego wieku. Jako jedna z pierwszych doczekała się również wskazówek metodologicznych dotyczących zarówno techniki wykonywania pomiarów, jak i sposobu graficznej prezentacji i interpretacji ich rezultatów (Lakiewicz, Stopiński 1969; Lemberger 1969). Działania prowadzone w obrębie miast, ograniczające się początkowo głównie do pomiarów elektrooporowych, analizowano pod kątem przydatności zastosowanej aparatury, wyznaczenia standardów przygotowywanej dokumentacji, konwencji opisu wyników i zasad prezentowania ich w sposób zrozumiały dla archeologów. Uznano, że pozytywne rezultaty uzyskiwane w najtrudniejszych warunkach – w obecności zakłóceń wywoływanych przez instalacje miejskie (sieci wodociągowe, kanalizacyjne, elektryczne, telefoniczne, trakcje tramwajowe), ale także utrudnionym wprowadzaniu prądu do gruntu i nie zawsze prawidłowym odczycie zmian wartości oporności pozornej przy realizacji pomiarów na utwardzonych powierzchniach mogą stanowić podstawę do opracowania optymalnych sposobów zastosowań metody elektrooporowej w mniej skomplikowanych pracach na otwartych terenach.

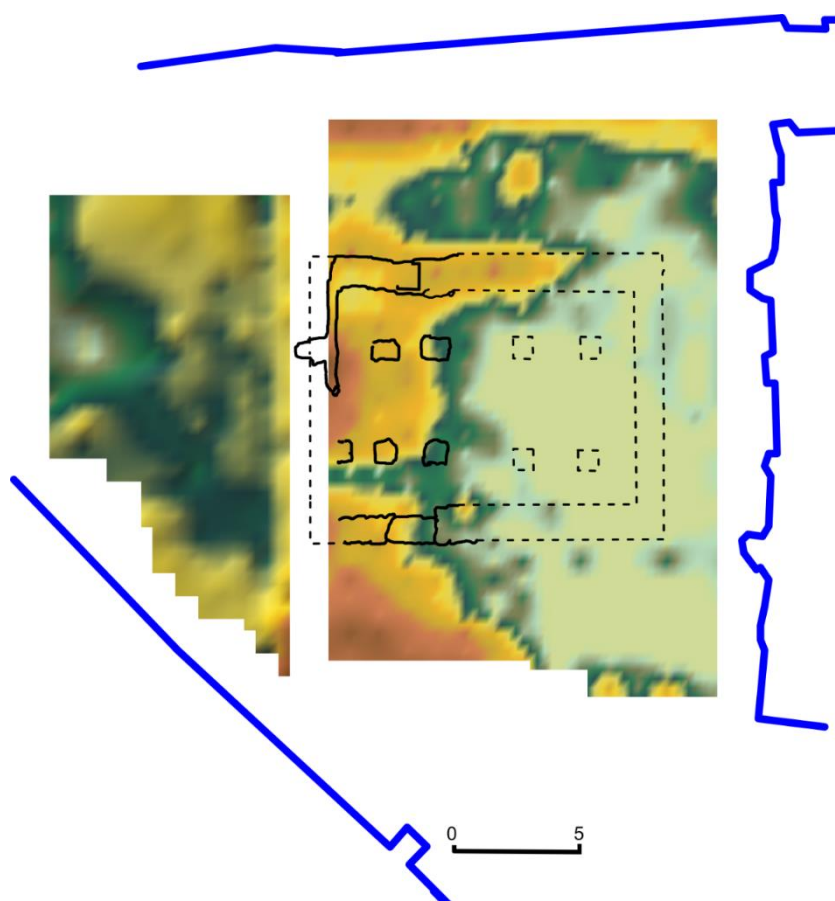
Wydaje się więc uzasadnione porównanie sposobu realizacji i rezultatów badań z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku z wynikami prospekcji prowadzonymi obecnie w podobnych warunkach. Wnioski płynące z takiego porównania dotyczą nie tylko możliwości aparaturowych, ale także sposobu graficznej prezentacji rezultatów badań z zastosowaniem technik komputerowych i rozszerzenia uzyskiwanych informacji poprzez zastosowanie nowych metod geofizycznych – elektromagnetycznej (w wersji pomiarów georadarowych) i ERT (tomografii elektrooporowej). Osobną kwestię stanowią również sposoby integracji uzyskiwanych danych (w tym archiwalnych materiałów kartograficznych) przy użyciu pakietów do opracowywania danych przestrzennych.

W przygotowanej prezentacji skupiono się na następujących zagadnieniach:

- porównanie aparatury i technik realizacji pomiarów;
- porównanie sposobów graficznej prezentacji rezultatów badań;
- opracowanie danych pomiarowych ze starszych prospekcji z zastosowaniem programów komputerowych i pakietów integracji danych (na przykładzie badań na Placu Zamkowym w Warszawie z 1975 roku i prospekcji w rejonie SS Maria e Donato na wyspie Murano na Lagunie Weneckiej z 1981 roku por. ryc. 1, 2);
- możliwości skutecznego zastosowania metody magnetycznej (na przykładzie badań w Kętrzynie);
- prezentacji rezultatów pomiarów współcześnie wykonywanych prospekcji na przykładzie badań wykonanych w 2015 roku w Bartoszycach i w 2016 w Bisztynku w woj. warmińsko-mazurskim;
- możliwości standaryzacji dokumentacji i wyznaczenia dalszego kierunku rozwoju technik geofizycznych w badaniach prowadzonych w warunkach zabudowy miejskiej.



Ryc. 1. Dokumentacja badań elektrooporowych prowadzonych w warunkach zabudowy miejskiej. Murano 1981. Campo S. Donato. Zestawienie profili pomiarowych z zaznaczonymi miejscami anomalii oraz strefami podwyższonych i obniżonych wartości oporności zlokalizowane na podkładzie geodezyjnym.



Ryc. 2. Mapy wykonane z zastosowaniem pakietu Surfer na podstawie danych z pomiarów z 1981 roku. Murano. Campo S. Donato. Górna część i dolna część placu z zaznaczeniem plany pozostałości odsłoniętych w wyniku wykopalisk. Mapy rozkładu oporności pozornej zarejestrowanej za pomocą układu symetrycznego Schlumbergera o rozstawie elektrod potencjałowych $MN=1$ i prądowych $AB/2=2$ m (w dolnej części) i 2.5 m (w części górnej)

Omówione zagadnienia nie wyczerpują oczywiście wszystkich problemów pojawiających się w przypadku badań archeologiczno-geofizycznych w miastach. Nie podjęto tu tematów związanych z zastosowaniem metod nieinwazyjnych w próbach rekonstrukcji krajobrazów archeologicznych, czy prospekcji w miastach w szerszej skali – traktujących jako przedmiot studiów cały obszar żywego organizmu miejskiego, a nie działań w obrębie wycinków zabudowy podejmowanych jako prospekcja przed wykopaliskowa.

Przedstawione powyżej problemy badawcze stanowią jedynie zasygnalizowanie zagadnień metodologicznych, nad którymi niewątpliwie należy podjąć dyskusję podczas opracowywania standardów dla współczesnej geofizyki archeologicznej.

Literatura

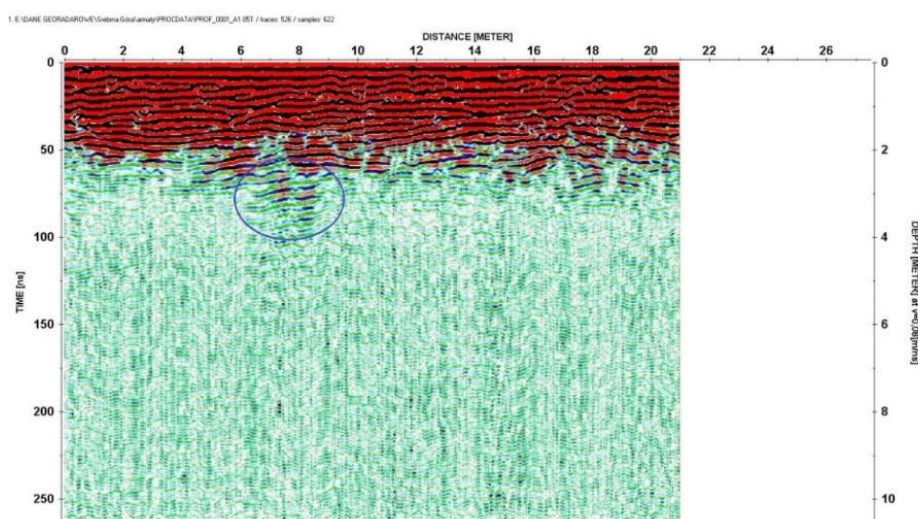
- Lenkiewicz T. Stopiński W., 1969. Zastosowanie metody elektryczno-oporowej do badań na obszarze miast, *Materiały archeologiczne* 10, 5-24.
- Lemberger M. 1969. O metodyce badań geofizycznych w archeologii, *Archeologia Polski* 14(2), 281-294.

Badania georadarem na Twierdzy Srebrna Góra

Olga Nosal

*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Planując pomiary geofizyczne, warto przed wyruszeniem w teren zastanowić się nad potencjalnymi trudnościami i przeszkodami, tak aby prawidłowo dobrać metodę badań i uzyskać zadowalające wyniki. Ograniczenia wynikające ze stosowania konkretnej metody geofizycznej są więc ważnym zagadnieniem na etapie planowania prac i akwizycji danych. Celem referatu jest omówienie problematyki związanej z zakłóceniami i rozpraszaniem sygnału georadarowego, jakie mogą wystąpić w badaniach obiektów archeologicznych. Powszechnie wiadomo, że głębokość penetracji ośrodka przez sygnał GPR zależy między innymi od częstotliwości anteny – im niższa częstotliwość, tym większa głębokość. Zasięg może być jednak obniżony przez szereg czynników rozpraszających sygnał, np. obecność wody w ośrodku, rodzaj gruntu czy bliską obecność innych obiektów. Problem został omówiony na podstawie badań przeprowadzonych w lipcu i wrześniu 2016 roku na twierdzy w Srebrnej Górze, gdzie zastosowano metodę georadarową w celu zlokalizowania nieudokumentowanych kanałów odwadniających oraz zasypanego wejścia do tunelu. Przeprowadzono też badania testowe zasięgu sygnału nad kazamatami o znanym położeniu. W pracy przedstawiono czynniki środowiskowe podawane przez literaturę, jakie wpływają na pogorszenie jakości rejestrowanego sygnału GPR. Następnie podjęto próbę odpowiedzi na pytanie, które z nich zadziałały w przypadku przeprowadzonych badań na Twierdzy oraz jakie dodatkowe mechanizmy mogły mieć wpływ na otrzymane rezultaty. Pomiary zrealizowano z użyciem anten o różnych częstotliwościach oraz zmieniając parametry akwizycji. Przedstawiono wyniki badań w postaci echogramów, zarówno w wersji „surowej” jak i po przetworzeniu oraz przeanalizowano ich przydatność w kontekście realizacji postawionego zagadnienia. Podstawowy wniosek wynikający z otrzymanych wyników jest taki, że zastosowana metoda georadarowa nie daje satysfakcjonujących wyników w poszukiwaniu podziemnych instalacji na Twierdzy z powodu zbyt licznych zakłóceń. Na koniec zestawiono wyniki georadaru z otrzymanymi rezultatami badań geoelektrycznych na tym samym obiekcie.



Rozpoznanie magnetyczne stanowisk badanych na trasie planowanej drogi S7 w zachodniej Małopolsce

Marcin M. Przybyła

Pryncypat Marcin Przybyła, Plac Serkowskiego 8/3, 30-512 Kraków

Badania archeologiczne związane z planowaną budową trasy S7 na terenie województwa małopolskiego są jedną z największych prowadzonych obecnie akcji wykopaliskowych prowadzonych w Polsce. Są one zlokalizowane na Wyżynie Miechowskiej, a więc w terenie wyjątkowo nasyconym stanowiskami archeologicznymi, często o wyjątkowym charakterze.

Przy okazji prowadzenia badań wykopaliskowych zdecydowano się przeprowadzić na kilku stanowiskach badania magnetyczne. Zostały one przeprowadzone w różnym momencie rozpoznania stanowisk i różny był cel ich wykonania. W kilku wypadkach badania magnetyczne przeprowadzono przed rozpoczęciem prac wykopaliskowych, co umożliwiło ich właściwe rozplanowanie. W jednym wypadku prospekcja magnetyczna została wykorzystana w celu dalszego rozpoznania osady obronnej częściowo uchwyconej w trakcie prac wykopaliskowych. Podjęto również badania magnetyczne interesującej formy terenowej znajdującej się w pasie drogi S7, nie preliminowanej jednak do badań z uwagi na brak znalezisk powierzchniowych zabytków ruchomych.

Przeprowadzone badania, poza dostarczeniem interesujących wyników (min. rozpoznanie osad obronnych z wczesnej epoki brązu i z okresu neolitu) pozwoliły również na kilka refleksji nad wykorzystaniem (a właściwie jego brakiem) metod nieinwazyjnych przy planowaniu ratowniczych badań archeologicznych w Polsce.

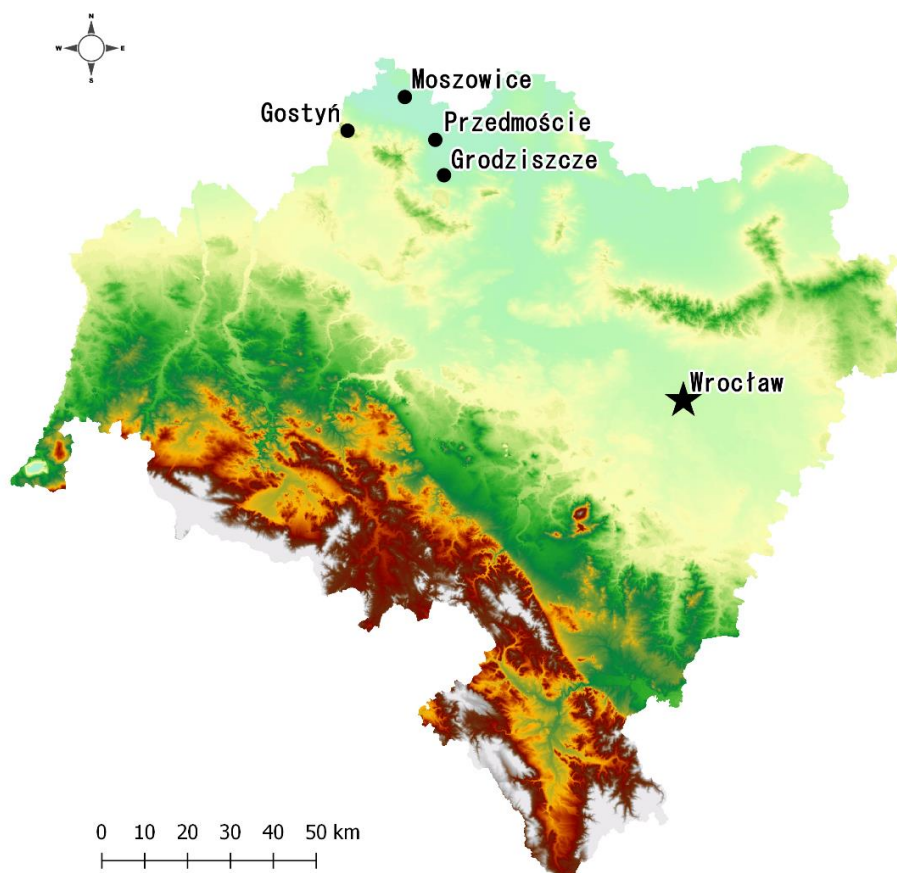
Grodziska w okolicach Głogowa na Dolnym Śląsku w świetle wyników badań geofizycznych

Sylvia Rodak¹ – Piotr Wroniecki²

¹ Polska Akademia Nauk, Instytut Archeologii i Etnologii, Ośrodek Badań nad Kulturą Późnego Antyku i Wczesnego Średniowiecza, ul. Więzienna 6, 50-118 Wrocław

² Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-137 Wrocław

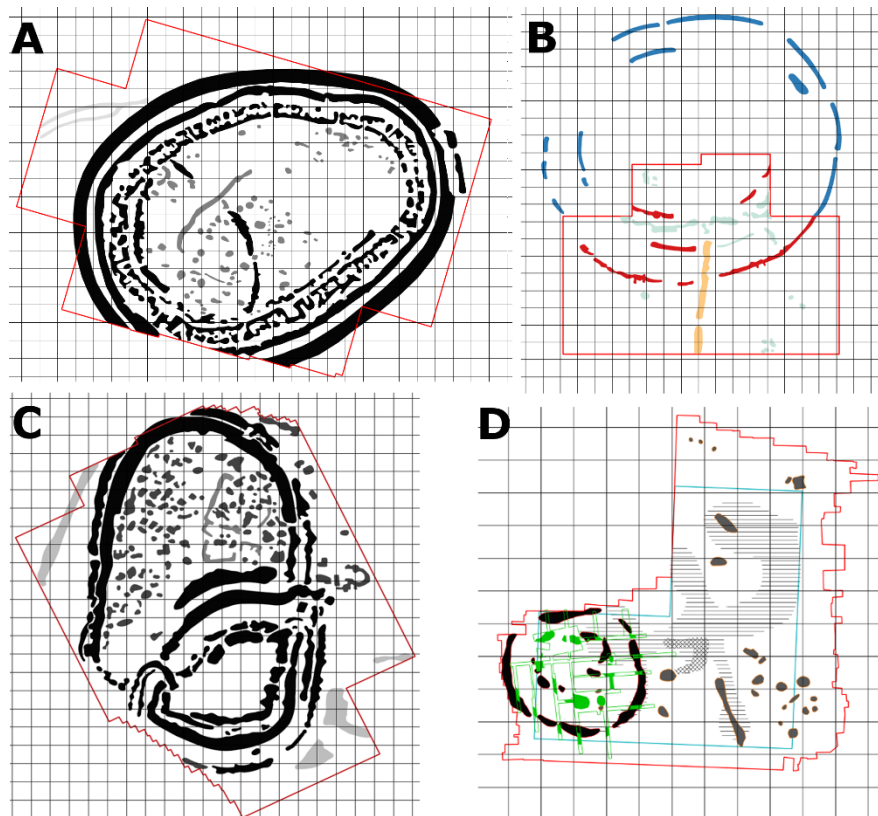
Wczesnośredniowieczne założenia obronne w okolicach Głogowa stanowią główny przedmiot badań naukowych Instytutu Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu, w ramach projektu „Atlas grodzisk wczesnośredniowiecznych z obszaru Polski” realizowanego we współpracy z Instytutem Archeologii UMK w Toruniu oraz Instytutem Archeologii UJ w latach 2013-2018. Głównym celem projektu jest inwentaryzacja grodów, w tym szczególnie obiektów północno-zachodniej części Dolnego Śląska, poprzez wykorzystanie najnowszych technik dokumentacyjnych, włącznie z badaniami nieinwazyjnymi (geofizycznymi i teledetekcyjnymi).



Ryc. 1. Mapa Dolnego Śląska przedstawiającą lokalizację stanowisk, na których przeprowadzono badania geofizyczne (oprac. P. Wroniecki)

Wybór stanowisk do pomiarów geofizycznych został podyktowany przede wszystkim dostępnością obiektów w terenie, jak i również stanem dotychczasowych badań archeologicznych. Są to przede wszystkim grodziska zlokalizowane w mikroregionie Wzgórz Dalkowskich (Gostyń stan. 2, Grodziszcz/Krzydlowice, pow. Polkowice) i Pradoliny Głogowskiej (Przedmoście stan. 2 oraz Moszowice, pow. Głogów). Pierwsze prace inwentaryzacyjne (w tym badania wykopaliskowe) na prezentowanych założeniach obronnych przeprowadzono jeszcze przed II wojną światową, a następnie w latach 60-tych XX w. Pozyskany wówczas materiał źródłowy pozwolił łączyć te obiekty zarówno z okresem wczesnego średniowiecza, jak i epoką brązu (Moszowice). Niestety do tej pory większa część zabytków archeologicznych nie doczekała się publikacji. Potrzeba ponownej weryfikacji stanowisk grodowych w rejonie Głogowa, wynikała przede wszystkim z przedatowania wielu innych założeń obronnych w Polsce, tzw. grodów w typie Tornow-Klenica, dotychczas określanych jako grodziska z VI-VII w. Podjęcie stacjonarnych badań na grodach i osadach (Obiszów, Gostyń, Chobienia, Przedmoście/Borek), zmieniło podejście do ich chronologii i w nowym świetle określiło funkcję grodów plemienia Dziadoszan w północno-zachodniej części Dolnego Śląska.

Pomiary geofizyczne z zastosowaniem metody magnetycznej i elektrooporowej miały na celu poszerzenie wiedzy o przestrzennym aspekcie funkcjonowania grodów. Dzięki przede wszystkim prospekcji magnetycznej, zadokumentowane zostały liczne anomalie, z których część przypisać można istnieniu w warstwach przypowierzchniowych obiektów archeologicznych, związanych z okresem funkcjonowania grodów. Interpretacja danych geofizycznych ukazała techniki budowy umocnień (licowania, konstrukcje skrzyniowe), ślady zabudowy wewnętrznej - mieszkalnej, wewnętrzny podział grodów (akropole i podgrodzia) czy ich infrastrukturę komunikacyjną (drogi, groble, wejścia - bramy czy mosty). Wyniki badań na prezentowanych założeniach obronnych w rejonie Głogowa, stanowią uzupełnienie dotychczasowych prac archeologicznych wykonanych na stanowiskach (w tym m.in.: prospekcja lotnicza, lotnicze skanowanie laserowe, badania powierzchniowe, odwierty, sondaże czy wykopaliska). Są kontynuacją oraz wstępem do dalszych prac nad budownictwem obronnym Dziadoszan we wczesnym średniowieczu.



Ryc. 2. Wybór wizualizacji wyników prospekcji magnetycznej na stanowiskach w północno-zachodniej części Dolnego Śląska: a - Moszowice, pow. Głogów; b - Grodziszcz/Krzydlowice, pow. Polkowice; c - Przedmoście/Borek, pow. Głogów; d - Gostyń stan. 2, pow. Polkowice (oprac. P. Wroniecki)

Niedestruktywne rozpoznanie dziedzictwa archeologicznego Kotliny Chodelskiej

Robert Ryndziewicz – Łukasz Miechowicz

Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, Al. Solidarności 105, 00-140 Warszawa

Kotlina Chodelska to region znany z reliktyw szczególnie bogatego osadnictwa pradziejowego oraz wczesnośredniowiecznego. Największe zagęszczenie stanowisk archeologicznych pochodzi z okresu epoki brązu oraz pierwszych faz wczesnego średniowiecza. W drugim przypadku, w okresie od VIII do X w. był to jeden z najgęściej zasiedlonych obszarów historycznej Małopolski. Na obszarze kotliny znajduje się przeszło pół tysiąca stanowisk archeologicznych datowanych od neolitu po nowożytność. W dolinie rzeki Chodelki, na przestrzeni kilkunastu kilometrów od jej ujścia do Wisły znajdujemy pozostałości czterech wczesnośredniowiecznych grodzisk, licznych osad oraz cmentarzysk kurhanowych. Możemy więc, co nie zdarza się często, badać całe kompleksy osadnicze z tego okresu i wzajemne powiązania pomiędzy ich poszczególnymi elementami, a nawet pokusić się o rekonstrukcję sieci drożnej i wyznaczenie zasięgu oraz granic osadnictwa.

W samym sercu Kotliny Chodelskiej, na gruntach wsi Chodlik, położone są relikty majestatycznego trójwałowego grodu – wyróżniającego się konstrukcją i rozmiarami, jednego z najstarszych i największych założeń obronnych w tej części Polski. W bezpośrednim sąsiedztwie założenia w Chodliku znajdujemy pozostałości rozciągających się na przestrzeni ponad 30 hektarów osad. Około trzy kilometry od Chodlika położone jest kolejne grodzisko w Żmijowiskach, zaś niecałe dwa kilometry dalej napotykamy pozostałości grodu w Kłodnicy, datowanego na IX/X w. Na wysokiej skarpcie u ujścia rzeki Chodelki do Wisły ulokowane jest ostatnie, wyżynne grodzisko w Podgórzu.

W br. roku podjęliśmy szeroko zakrojone badania nieinwazyjne, które objęły obszar o powierzchni 150 km². Celem projektu było kompleksowe rozpoznanie i zadokumentowanie archeologicznego dziedzictwa kulturowego Kotliny Chodelskiej z wykorzystaniem całego wachlarza zintegrowanych metod archeologii niedestruktywnej, zarówno tradycyjnych jak i opartych na nowych technologiach. Składają się nań szczegółowe, weryfikacyjne badania powierzchniowe danych obszarów AZP uzupełnione o skanowanie LiDAR, prospekcję lotniczą i podwodną wybranych odcinków rzek Chodelki i Wisły, a także badania geofizyczne. Na potrzeby przedsięwzięcia opracowano koncepcję siatki arowej opartej o układ 2000, wspólnej dla wszystkich stanowisk archeologicznych. Opracowano również aplikację opartą o system Android ułatwiającą lokalizację badanego obszaru w proponowanej siatce pomiarowej w terenie.

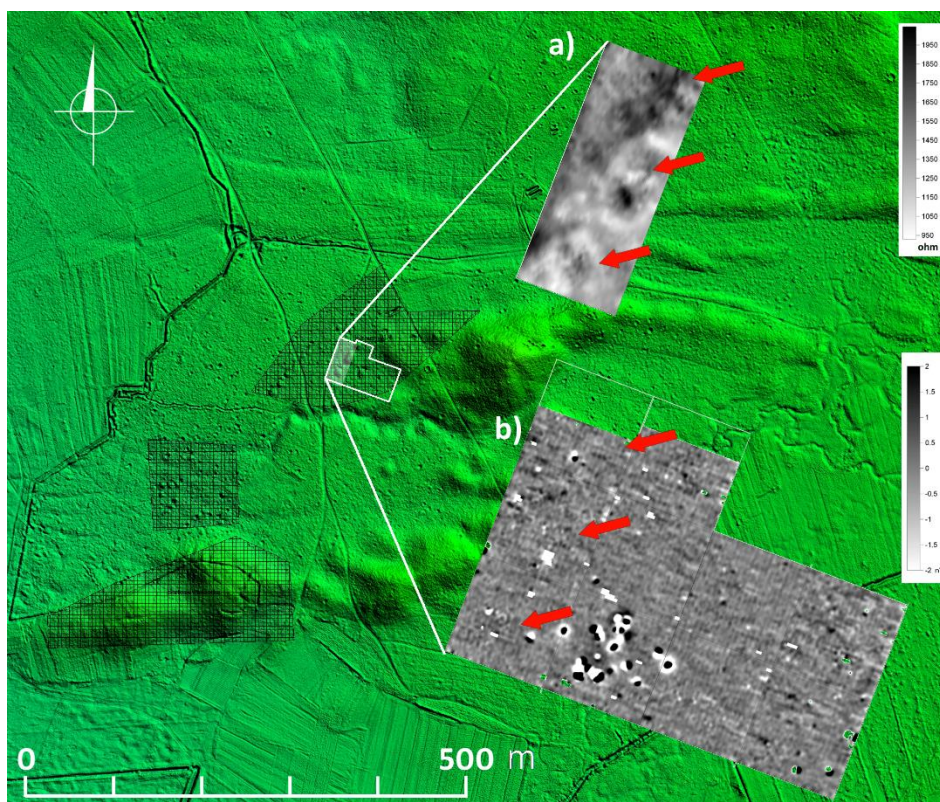
Badaniami geofizycznymi objęto wybrane stanowiska – w tym dwa wczesnośredniowieczne grodziska – w Chodliku i Kłodnicy oraz towarzyszące im osady, cmentarzyska ciałopalne w Chodliku oraz wał podłużny w Trzcińcu. Zastosowano dwie metody; magnetyczną oraz elektrooporową. Do badań wykorzystano gradientometrię *fluxgate*; Geoscan Research FM 256 i Bartington Grad 601-Dual oraz aparaturę do pomiarów oporności gruntu Geoscan Research RM 15.

Badania magnetyczne w Kłodnicy ujawniły wyraźny i czytelny obraz grodziska (ryc. 1). Zarejestrowany obraz wału, sugeruje że został on spalony w części południowej. Badania przyniosły informacje na temat nieznaną wcześniej fosy otaczającej założenie. Charakter anomalii w obrębie majdanu grodziska wskazuje na istnienie zachowanych reliktyw zabudowy. Przeprowadzone badania wykopaliskowe w pełni potwierdziły to przypuszczenie. Na południe od reliktyw grodu, w bezpośrednim

jego sąsiedztwie zarejestrowano pozostałości zabudowań osady i być może pomostu prowadzącego do grodu.



Ryc. 1. Kłodnica – grodzisko i osada. Mapa magnetyczna, gradientometr transduktorowy Geoscan Research FM256, Gęstość próbkowania 0,5 x 0,25m, interpolowana do 0,25 x 0,25m. Wartości w przedziale -6/+6nT. Ortofotomapa: www.geoportal.gov.pl



Ryc. 2. Chodlik. Numeryczny model terenu. Szrafurą zaznaczona lokalizacja cmentarzysk kurhanowych. Na białą zaznaczono obszar objęty pomiarami geofizycznymi. W powiększeniach rezultaty pomiarów a) metodą

elektrooporową – obszar o wymiarach 52x20m, b) metodą magnetyczną – obszar o wymiarach 80x56m. Czerwone strzałki wskazują na kurhany.

Badania geofizyczne (stosunkowo dobrze rozpoznanego wykopaliskowo) grodziska w Chodliku ujawniły relikty zabudowy wewnątrz majdanu oraz przyniosły nowe szczegóły dotyczące konstrukcji wałów. Niewielka amplituda zarejestrowanych anomalii w zestawieniu z licznie występującymi na powierzchni obiektami metalowymi utrudnia jednoznaczną interpretację wyników badań magnetycznych. Pomiaru oporności gruntu przyniosły dużo bardziej precyzyjne informacje. Po raz pierwszy przebadano wybrane fragmenty założenia usytuowane po zewnętrznej stronie wałów grodziska. Zarejestrowane w tych miejscach struktury być może należy łączyć z nieznanymi dotychczas systemami umocnień grodu. Interesujących wyników dostarczyły również badania obszarów pomiędzy wałami. Starano się wytypować miejsca nie badane dotychczas wykopaliskowo. Zestawienie rezultatów badań elektrooporowych, magnetycznych, fotografii lotniczych oraz numerycznego modelu terenu pozwoliło na wskazanie zarówno dobrze zachowanych, jak i silnie zniszczonych fragmentów stanowiska, ujawniając jednocześnie wciąż duży potencjał poznawczy założenia, nawet w częściach z pozoru całkowicie zniszczonych.

Cmentarzyska kurhanowe z racji trudno dostępnego terenu (kompleks leśny) badane były w fragmentach. Bardzo niewielka amplituda zarejestrowanych anomalii magnetycznych utrudnia jednoznaczną interpretację. W wybranych miejscach przeprowadzono również pomiary metodą elektrooporową. Przyniosły one informacje o szczegółach budowy kurhanów oraz bezpośrednim otoczeniu kopców (ryc. 2). Rowki przykurhanowe dały się zarejestrować jako obszary o wyraźnie obniżonych opornościach otaczające wyżej oporowe nasypy kurhanów.

Łącznie przebadano obszary o powierzchni 10 ha metodą magnetyczną oraz 3 ha metodą elektrooporową. W przypadku metody magnetycznej w większości przypadków pomiary przeprowadzono w trybie równoległym z gęstością próbkowania wynoszącą 8 pomiarów na metr kwadratowy (co 0,25 m wzdłuż linii odległych od siebie o 0,5m) i z rozdzielczością 0,1 nT. W przypadku pomiarów elektrooporowych stosowano głównie metodę profilowań w układzie dwuelektrodowym (twin probe) o rozstawie elektrod ruchomych AM=0,5 m i rozstawie elektrod stacjonarnych BN=3m. Krok pomiarowy wynosił 0,5 m wzdłuż profili odległych od siebie o 1 m (2 pomiary na 1m²). W przypadku obu metod dane opracowane zostały przy użyciu oprogramowania Geoplot 3.0 oraz Surfer 8.0.

Badania obejmowały stanowiska o różnym charakterze, usytuowane na glebach o różnych właściwościach. Znaczna część obszarów była trudno dostępna (obszary leśne, nieużytki porośnięte krzakami, tereny podmokłe, sad owocowy). Na większości stanowisk zastosowano wspólne siatki poligonów pomiarowych dla obu użytych metod, co pozwoliło na łatwe porównanie rezultatów. Przeprowadzone pomiary geofizyczne pozwoliły na uszczegółowienie informacji zarejestrowanych z użyciem innych metod. Dostarczyły także szeregu informacji nieuchwytnych innymi sposobami i okazały się skutecznym narzędziem do oceny stanu zachowania zalegających pod ziemią struktur.

The use of magnetic susceptibility and soil phosphate analyses to delineate space of settlement site in a forested area, Eastern Lithuania

Andra Simniškytė-Strimaitienė

Lietuvos Istorijos Institutas, Kražių g. 5, Vilnius 01108

The region of eastern Lithuania in the Iron Age is an area with very frequent occurrence of barrow cemeteries of different size, ranging from one to tens and hundreds of mounds. On the contrary, the number of known settlement sites is very low. At best, only the location of a settlement site can be identified approximately but without going into the nature of the site territory, interior layout or settlement development. Little is known not only how these settlements looked like during their existence, but even how they currently look like in the archaeological context. Extensive settlement investigations are performed randomly; they take a lot of time and cost a lot of money which implies that the search for alternative methods is up and coming.

This report presents an attempt to identify the size, possible spatial structure, and chronology of settlement site, which was recently discovered adjacent to one of the largest barrow cemetery in eastern Lithuania. The forested environment of the site limited the range of potential methods (e.g., surface survey or systematic magnetometry). Therefore, the strategy of manual augering across site was chosen and geo-archaeological research was carried out for over 700 collected samples from the area of 4 ha. Especially the magnetic susceptibility analyses have been vital on this stage of research, but measurement of phosphate and organic soil contents analyses have also been made. The samples were collected from different depth in soil profile, from topsoil and from humus soil horizon called cultural layer (A horizon), and subsoil (B horizon) was also sampled in order to collect information on the natural geochemical and geophysical field.

Based on the fluctuation of MS values the extent of settlement site was determined. It appeared that neither the thickness of the cultural layer, nor its very presence was the main cause for MS enhancements. Anomalous MS enhancements have been recorded at several spots of the habitation site and small trenches excavated at these spots revealed burning-related evidences which proved the efficiency of the MS method basically. Moreover, the excavations have shown that some anomalies depicted on the MS isoline layout were not contemporaneous with the adjacent cemetery, that suggests new perspective for interpretation of the data collected over a hundred years when correlations between the settlements and the respective burial monuments has been considered.

These results show the potential of noninvasive methods for archaeological purposes; not just for archaeological research, but also for cultural heritage management, for the development of future strategies to delineate and protect the sites.

Circular enclosures from Central Germany. Insights from aerial prospection, geophysics and excavation

André Spatzier

The central German circular enclosures, from a summarizing viewpoint, belong to four periods: the Middle Neolithic (4900–4600 BC), the Later Neolithic (3650–3350 BC), the Final Neolithic and Early Bronze Age (2300–1800 BC) and the Late Bronze Age (1300–950 BC). Those circular enclosures from the Later Neolithic up to the Late Bronze Age are the focus of the lecture.

Comparing the results of geophysical prospections and excavations time dependent similarities of the sites' layout can be observed from the 4th millennium BC to the 1st millennium BC. Generally speaking, in the LN the ring ditches are composed of several connected segments, the FN/EBA enclosures' layout equal exact circles and the LBA sites have overall circular shapes, but the ditch layout is slightly irregular. These differences suggest, the ways of building circular enclosures may have changed over time.

Secondly, I will argue that we have to be quite specific about what is a circular enclosure. The degree of circularity of the sites commonly put into this category may provide one argument for differentiation. On the one side are enclosures of exact or very near circle-shaped layout – proper circular enclosures or rondels. On the other side are enclosures deviating from this mathematically precise form with more or less oval-shaped layout – which may be termed ovaloids or, perhaps better, rondeloids. The latter, it can be suggested, were exceptional habitation sites or settlements of elevated rank combining socio-economic and socio-religious functions. Perhaps in constructing these enclosures a layout was adapted that may have been perceived as “exclusive” for rondels.

Rondels are the third topic I will address. The most advanced stage of research of Central German circular enclosures represent those dating to the Final Neolithic and Early Bronze Age. The site of Pömmelte has been extensively excavated and minutely analysed. There is sound evidence for ritual activities, a spacial structure to serve performative and social functions and nonarbitrary space-andmeaning associations. Integrating all evidence into a synthesis, the Pömmelte enclosure can be interpreted as a sanctuary that perhaps was a metaphor of the cosmos. Interestingly, at the interrelated Schönebeck enclosure most of the extraordinary features and finds suggesting this interpretation are absent. Though of similar layout, already now a different function of the Schönebeck enclosure is obvious. Assuming it was a sanctuary too, the evidence suggest a dialectic of meaning between the two monuments.

In future research the theses and hypotheses expressed above have to be verified or falsified on a Central European scale. In the last 20 decades about 60 circular enclosures have been detected in Germany, Austria, Poland, Czech Republic, Slovakia and Hungary. Preliminary reports of mostly small scale excavations may confirm at least some of the ideas put forward. Yet we need detailed analysis of the archaeological record to draw well substantiated conclusions.

Na styku kryminalistyki i archeologii – poszukiwanie miejsca pochówku

Joanna Stojer-Polańska

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Raciborzu, Instytut Studiów Społecznych, ul. Słowackiego 55, 47-400 Racibórz

Celem prezentacji jest wskazanie na zasadność współpracy interdyscyplinarnej podczas poszukiwania miejsca, w którym mogą być umiejscowione zwłoki ludzkie oraz podczas badania trudnych przypadków zgonów w wyniku przestępnego działania sprawcy. Archeolodzy dysponują metodami poszukiwań szczątków ludzkich, które mogą być zastosowane do poszukiwań kryminalnych, jak również w swojej pracy mają do czynienia ze szczątkami w różnym stanie rozkładu i sytuacjami, kiedy śmierć była spowodowana różnorodnymi przyczynami, takimi jak rany w wyniku urazu narzędziem ostrym lub tępym, śmierć w wyniku nieszczęśliwego wypadku lub dekapitacja. Dodatkowo archeolodzy wspólnie z antropologami badają sposób postępowania osób trzecich z ciałem, taki jak rozkawałkowanie bądź całopalenie. Podczas prac wykopaliskowych analizują także wpływ zwierząt oraz roślin na przemiany pośmiertne. Wiadomości te mogą być wykorzystane przez kryminalistów do badania nietypowych przypadków, czyli takich zdarzeń, kiedy sprawca zabójstwa ukrył ciało, charakteryzował się nietypowym *modus operandi* i w szczególny sposób postępował z ciałem ofiary. W sytuacji braku tzw. *farm śmierci* w Polsce, taka współpraca jawi się jako szczególnie potrzebna.

Kurhany w świetle prospekcji geofizycznej. Przykład badań geomagnetycznych na obszarze Lasu Krotoszyn (pogranicze śląsko-wielkopolskie)

Mateusz Stróżyk

Muzeum Archeologiczne, ul. Wodna 27, 61-781 Poznań

Od 2013 r. prowadzone są wieloaspektowe badania archeologiczne stanowisk archeologicznych o własnej formie krajobrazowej, zlokalizowanych na obszarze Dąbrów Krotoszyńskich w południowej Wielkopolsce. Wielowiekowe lasy przyczyniły się tam do uchronienia przed dewastacją fragmentów krajobrazu kulturowego, którego najbardziej spektakularnym elementem jest kompleks cmentarzysk kurhanowych ze środkowej epoki brązu, znajdujących się w obrębie Lasu Krotoszyn. W ramach projektu szczegółowo przebadano grupę 25 kurhanów. Prace te miały na celu określenie stanu zachowania oraz możliwie dokładnego rozpoznania struktury wewnętrznej, chronologii oraz przynależności kulturowej kurhanów. Dla osiągnięcia założonych celów stosowany był pakiet metod nieinwazyjnych i o ograniczonej destruktywności. Były to odpowiednio lotniczy skaningu laserowy ALS/LiDAR, prospekcja geofizyczna oraz odwierty.

Prospekcja geofizyczna zajmuje ważne miejsce w procesie badawczym, w którym podstawowe znaczenie ma nieustanne korelowanie wyników badań nieinwazyjnych ze współczesnymi i archiwalnymi rezultatami prac wykopaliskowych, sondowań geologicznych, analiz geochemicznych i datowań radiowęglowych.

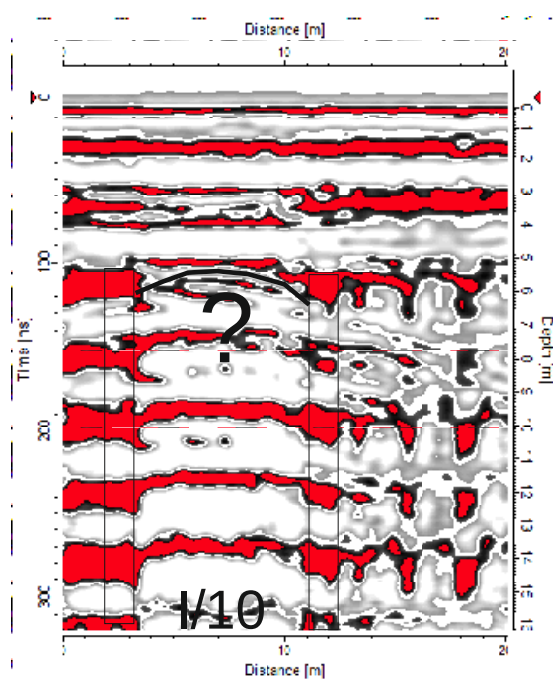
Anomalie georadarowe (GPR) w poszukiwaniu tunelu oraz „Złotego Pociągu” na 65 km

Adam Szyrkiewicz

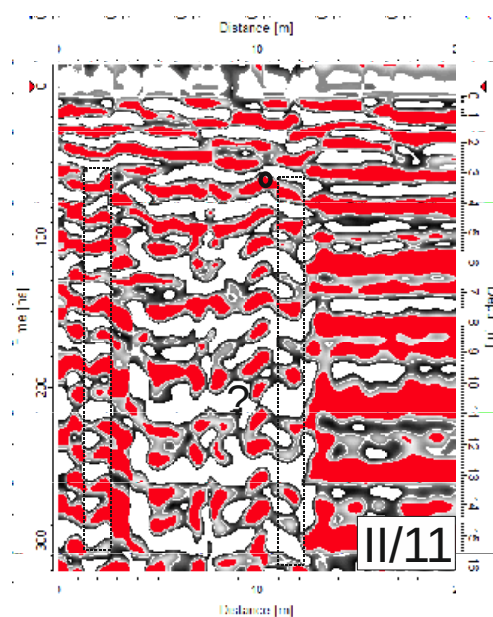
Kart-Geo Adam Szyrkiewicz, ul. Bacciarrellego 39/1, 51-649 Wrocław

Mit o „Złotym Pociągu”, ukrytym w tunelu gdzieś w pobliżu Wałbrzycha krąży od 1945 roku. W Wałbrzychu, na tzw. wale przy wiadukcie ul. Uczniowskiej, Spółka „XYZ” wykonała badania aparaturą KS-700. Na uzyskanych obrazach widoczne są anomalie, które zostały zinterpretowane jako ukryte w gruntach (w tunelu) konstrukcje przypominające urządzenia wojskowe typu pociąg pancerny, czołgi na platformach lub samobieżne działa. Sprawdzające badania zlecono zespołowi geofizyków z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Badania wykonane różnymi metodami wykluczyły istnienie w tym miejscu tunelu i pociągu pancernego. Jednakże informacje od świadków i istniejące dokumenty spowodowały, że Spółka „XYZ” dostała zgodę na przeprowadzenie rozpoznawczych prac wykopaliskowych, na tzw. wale w pobliżu 65 km linii kolejowej Wrocław – Wałbrzych. Przed rozpoczęciem prac wykopaliskowych zostałem poproszony o wykonanie kilku linii przekrojowych metodą georadarową (GPR), prostopadłe do osi tzw. wału. Wyniki były zastanawiające, gdyż wykazywały trójdzielną budowę wewnętrzną tzw. wału: inna po stronie północnej, inna w środku i inna po stronie południowej (ryc. 1 oraz ryc. 2). Ponadto na równoległych liniach przekrojowych wykryte anomalie układały się w sposób liniowy, co nie wykluczało istnienia w gruntach konstrukcji typu „mur” (? obudowa tunelu). Określono, że te liniowo układające się anomalie występują na głębokości poniżej 4 – 5 m od powierzchni tzw. wału. Wykopy wykonane do głębokości około 6 m, poprzecznie do osi tzw. wału nie potwierdziły występowania żadnych konstrukcji w gruntach, a tym bardziej konstrukcji typu tunel. Istnieją pytania: 1 – co oznaczają anomalie na przekrojach GPR; 2 – czy nie popełniono błędu przy kalibracji skali głębokości.

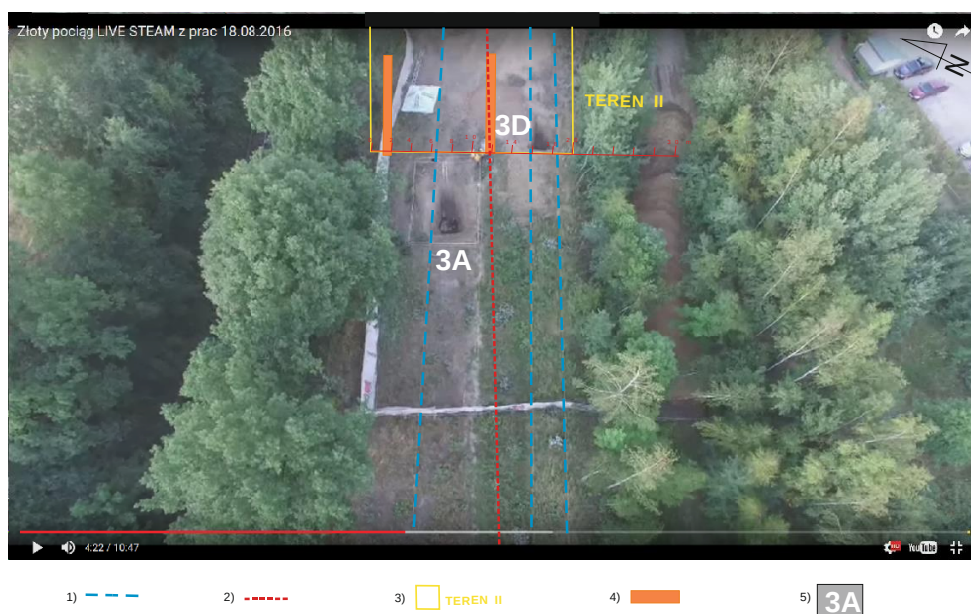
Anomalie georadarowe (GPR) układające się liniowo zostały naniesione na zdjęcie z drona (Fig. 3). Okazało się, że południowy układ liniowy anomalii (w środku tzw. wału), pokrywa się z przebiegiem kabli miedzianych w obudowie ołowianej przykrytych obudową ceramiczną (kable te miały znajdować się w zupełnie innym miejscu - po południowej stronie wału). Ale układ liniowy anomalii północnych nie pokrywał się z żadnym z elementów infrastruktury inżynierskich w gruntach i przebiegiem linii średniego napięcia wyżej. Skąd więc takie anomalie. Wykop 3A (ryc. 3) wykluczał istnienie tunelu do głębokości 6 m w tym miejscu. Więc zachodzi podejrzenie, że istnieje błąd w kalibracji skali głębokości i ewentualny tunel może być głębiej. Z tego powodu przystąpiono do uzupełniających badań metodami geofizycznymi. Złożono też wniosek o wykonanie linii kontrolnych wierceń do głębokości 15 – 20 m od powierzchni wału (tj. do wysokości główki szyn w wykopie kolejowym Wrocław – Wałbrzych).



Ryc. 1. Wałbrzych, 65 km. Przekrój GPR: I/10



Ryc. 2. Wałbrzych, 65 km. Przekrój GPR: II/11



Ryc. 3. Wałbrzych, 65 km - fotografia z drona. Położenie anomalii GPR oraz elementów infrastruktury. 1) napowietrzna linia średniego napięcia, 2) w gruntach kable miedziane w obudowie ołowianej przykryte obudowa ceramiczną, 3) teren badań GPR, 4) anomalie GPR zinterpretowane jako „mur”, 5) wykopy poszukiwawcze

Prospekcja geofizyczna vs badania wykopaliskowe na grodzisku w Węgielsztynie, gm. Węgorzewo

Sławomir Wadyl – Wiesław Małkowski

Uniwersytet Warszawski, Instytut Archeologii, ul. Krakowskie Przedmieście 26/28, 00-001 Warszawa

Grodzisko w Węgielsztynie jest jednym z bardziej interesujących grodzisk Pojezierza Mazurskiego. Pierwsze wykopaliska na grodzisku prowadził Jerzy Helwing jeszcze w XVIII w., jednak jedyne jak dotychczas naukowe badania prowadziła tam w 1970 r. Barbara Balke. W wyniku badań ustalono, że grodzisko było zasiedlone trzykrotnie – we wczesnej epoce żelaza i dwukrotnie we wczesnym średniowieczu (Balke 1970; 1989).

W 2016 r. w ramach projektu badawczego „Ziemie pruskie we wczesnym średniowieczu. Kształtowanie się nowej struktury terytorialno-osadniczej i społecznej w świetle źródeł archeologicznych” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki i realizowanego w Instytucie Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego przeprowadzono badania weryfikacyjne węgielsztyńskiego grodziska.

Pierwszym etapem prac były badania geofizyczne metodą geomagnetyczną, którymi objęto obszar blisko 1 ha znajdujący się w obrębie grodziska i domniemanej osady podgrodowej (Ryc. 1). Prospekcję geofizyczną, zrealizowano magnetometrem cezowym Geometrics G858 MagmaMapper skonfigurowanym w synchronicznym połączeniu z systemem GPS. W efekcie uzyskano dokładną lokalizację zmian wartości pola magnetycznego przy jednoczesnej rejestracji wysokości terenu badań. Zastosowanie metody zwiększa skuteczność prowadzonych analiz, a w efekcie pozwala wydzielić skupiska anomalii wywołanych m.in. przez obiekty archeologiczne, określać zasięg stanowisk czy nawet uzyskać informacje pozwalające na ocenę stanu zachowania weryfikowanych stanowisk archeologicznych (David, Linford, Linford 2008, s. 8).

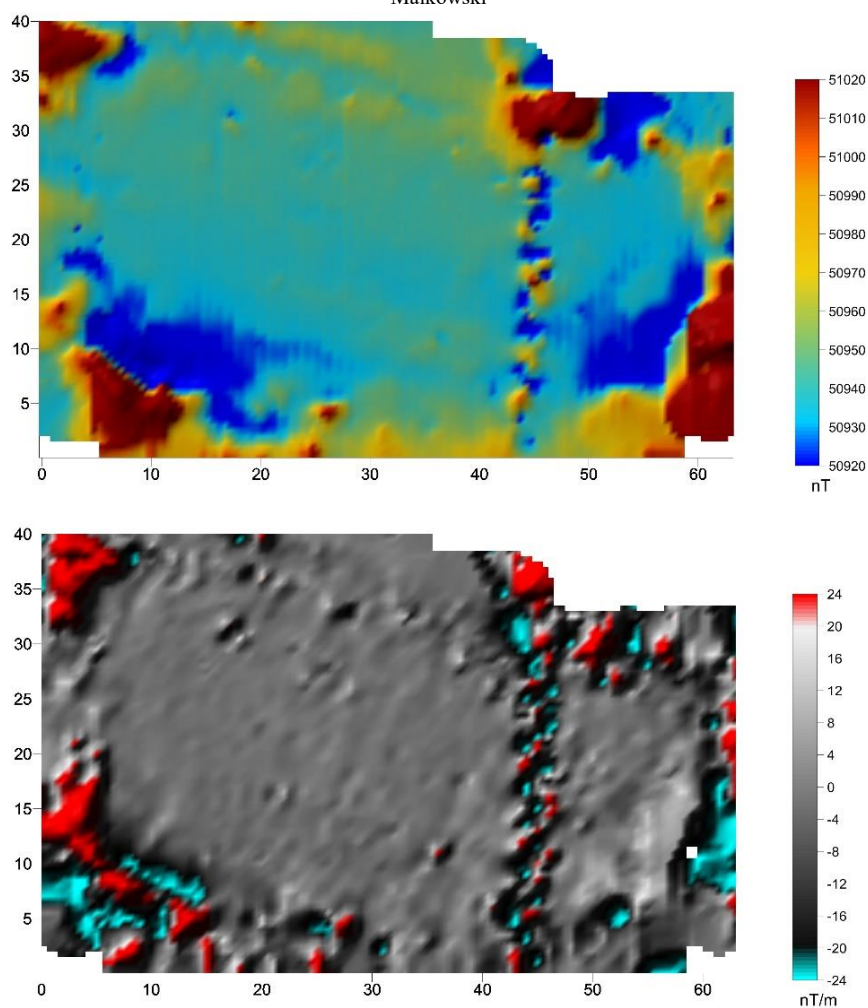
Rezultaty prospekcji nieinwazyjnej przedstawione zostały w postaci zestawienia map i modeli rozkładu wartości rejestrowanych zmian obserwowanych parametrów fizycznych gruntu tj. numerycznego modelu wysokości terenu, wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego (Ryc. 2) i pseudo-gradientu składowej poziomej tego wektora. Analizując mapy – graficzną prezentację wyników pomiarów, wyodrębniano miejsca występowania anomalii, których źródłem mogą być obiekty występujące zarówno na, jak i pod powierzchnią badanego terenu. Zarówno w obrębie grodziska, jak i domniemanej osady uzyskano szereg interesujących anomalii. Szczególnie czytelnie rysowały się na grodzisku. Rezultaty badań geomagnetycznych miały wpływ na wytyczenie wykopów.

W trakcie prac wytyczono i wyeksplorowano sześć wykopów badawczych (Ryc. 1), trzy z nich znajdowały się na grodzisku, trzy kolejne w miejscu, gdzie mogła znajdować się osada przygodowa. Łącznie przebadano areał o powierzchni 2,23 ara. Pomimo że głównym celem badań była weryfikacja chronologiczna i kulturowa stanowiska, uzyskano niezmiernie interesujące wyniki, które pozwalają ocenić rodzaj i pochodzenie anomalii geomagnetycznych.

W trakcie wystąpienia podejmiemy omówienie poszczególnych anomalii oraz wyniki ich weryfikacji wykopaliskowej. O ile w przypadku grodziska wszystkie anomalie poddane weryfikacji wykopaliskowej miały charakter antropogeniczny, to w przypadku otoczenia grodziska niektóre anomalie po sprawdzeniu przez założenie wykopu okazały się być strukturami geologicznymi. Chcemy podjąć problem interpretacji uzyskiwanych anomalii w badaniach geomagnetycznych – „co jest archeologią?”, „co zaś geologią?”. Niestety jak wykazuje przykład Węgielsztyna nie wszystkie, nawet wyglądające na pewne, struktury archeologiczne są pochodzenia antropogenicznego.



Ryc. 1. Węgielsztyn, gm. Węgorzewo. Obszar badań geofizycznych wraz z lokalizacją wykopów. Oprac. W. Małkowski



Ryc. 2. Węgielsztyn, gm. Węgorzewo. Zestawienie wyników prospekcji magnetycznej wykonanej na obszarze grodziska. Oprac. W. Małkowski

Literatura

- Balke B. 1970. Badania sondażowe na grodzisku pruskim w Węgielsztynie w pow. Węgorzewskim w 1970 r., *Komunikaty Mazursko-Warmińskie* 4, 656-658.
- Balke B. 1989. Wyniki badań sondażowych grodziska w Węgielsztynie, *Rocznik Olsztyński* 16, 75-90.
- David A., Linford N., Linford. P. 2008. *Geophysical survey in archaeological field evaluation*, Swindon.

***Castra Terrae Culmensis* – wyniki nieinwazyjnych badań zamek krzyżackich ziemi chełmińskiej**

***Marcin Wiewióra¹ – Krzysztof Misiewicz² – Wiesław Małkowski² – Bogusz Wasik¹ – Miron Bogacki² –
Krzysztof Cackowski¹ – Radosław Cisło¹***

¹ Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Instytut Archeologii, Zakład Archeologii Architektury, Szosa Bydgoska 44/48, 87-100 Toruń

² Uniwersytet Warszawski, Instytut Archeologii, ul. Krakowskie Przedmieście 26/28, 00-001 Warszawa

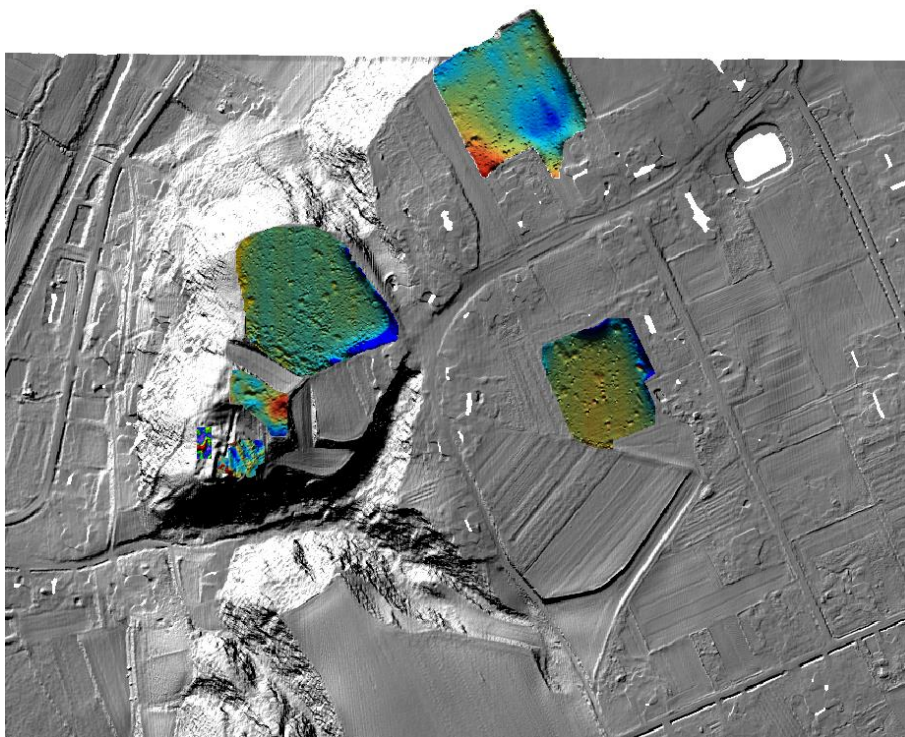
W czerwcu br. ruszył projekt badawczy realizowany w ramach grantu Narodowego Programu Rozwoju Humanistyki pt: *Castra Terrae Culmensis – na rubieży chrześcijańskiego świata*. Projekt zakłada przeprowadzenie w ciągu 3 lat interdyscyplinarnych badań pięciu zamków krzyżackich, do tej pory nie badanych, które mogą odpowiedzieć na kilka kluczowych pytań. Zamki wzniesione przez zakon krzyżacki na ziemi chełmińskiej w krótkim czasie, prawdopodobnie pomiędzy II połową XIII, a II połową XIV stulecia, stały się jednym z najbardziej charakterystycznych elementów krajobrazu. Pełniły one różną funkcję i rolę. Realizowały cele polityczne, militarne, gospodarcze i propagandowe. Stały się widomym świadectwem dobrze zorganizowanego państwa. Od wielu lat podejmowane są próby całościowego spojrzenia na tą problematykę. Jednak stan naszej wiedzy jest nierównomierny. W dalszym ciągu szereg istotnych kwestii nie jest dostatecznie udokumentowanych, czy rozpoznanych. Dotyczy to szczególnie takich problemów jak chronologia kolejnych etapów prac budowlanych, topografia i układ przestrzenny zamków, funkcja poszczególnych elementów zabudowy oraz obecność osadnictwa przedkrzyżackiego poprzedzającego prace budowlane. Także sam sposób wznoszenia zamków, mimo podejmowanych przez kilku uczonych prób jego rozpoznania, wymaga korekt i weryfikacji. Istotnym problemem są też kwestie dotyczące wzajemnych relacji pomiędzy efektem aktywności budowlanej, a środowiskiem przyrodniczym w skali lokalnej i ponadregionalnej.

Do tego etapu badań zakwalifikowano pięć obiektów:

Zamek w Lipienku – na tym obiekcie nie prowadzono dotąd większych prac archeologicznych. Wzmianki źródłowe wskazujące na obecność w Lipienku gródka krzyżackiego (dotąd nie zidentyfikowanego w okolicy) oraz charakterystyczne położenie zamku na półwyspie mogą wskazywać, że obiekt ten wzniesiono jednak w miejscu starszego założenia obronnego. Warownia ta była siedzibą komtura ziemi chełmińskiej, a następnie wójta lipieneckiego, Nie jest do dziś znany dokładny rozmiar domu konwentu.

Zamek w Starogrodzie – duży kompleks składający się z zamku wysokiego (ważnego miejsca pielgrzymek ze względu na relikwie św. Barbary przechowywane na nim w średniowieczu) i być może aż trzech przedzamczy, z których pierwsze było murowane, a pozostałe, zapewne drewniane (w obrębie ostatniego mieści się obecna wieś). Nie ma pewności, czy ostatnie należy traktować jako przedzamcze, czy było terenem przygotowanym pod lokację Chełmna, które zajęła następnie wieś. Mogło to być największe. Wg dziewiętnastowiecznych niemieckich badaczy nieregularny zamek wysoki miał być wraz z warownią w Toruniu najstarszym murowanym zamkiem ziemi chełmińskiej (nawet z poł. XIII w.?). W dawnej literaturze przedmiotu uznawano, że warownia ta powstała w miejscu grodu i tu (w jego sąsiedztwie) miało być lokowane pierwsze Chełmno. Przeprowadzone do tej pory badania archeologiczne nie potwierdziły tej tezy (w sąsiedztwie Starogrodu odkryto natomiast gród w Kałdusie).

Zamek w Unisławiu - z 4. ćw. XIII w. jest jednym z tych obiektów, o których nie wiemy praktycznie nic. Nie był on nigdy badany i nie jest rozpoznany, nie wiadomo, czy był murowany czy drewniany. Domniemane wzgórze zamkowe zajmuje pole i miejsce jest dogodne do przeprowadzenia badań geofizycznych.



Ryc. 1. Sarygród. Wyniki badań geofizycznych



Ryc 2. Zamek w Lipienku. Wyniki badań geofizycznych

Zamek w Zamku Bierzgłowskim nie był dotąd przedmiotem badań archeologicznych, mimo dobrego stanu zachowania. Ze wzmianek źródłowych wynika, że w 1236 roku Krzyżacy zdobyli pruski gród Pipinsburg. Zastąpili go własną warownią, w której, jak wynika ze wzmianki Dusburga, znajdowała się wieża. Nie można mieć jednak pewności, czy murowany zamek wzniesiono dokładnie w miejscu tych starszych obiektów. Nie znane są też etapy budowy murowanego zamku.

Do najważniejszych pytań na jakie chcemy odpowiedzieć należą:

- w jakim okresie należy umieszczać początki aktywności budowlanej?
- czy obiekty te powstawały według dotychczas przyjmowanego modelu: od układów drewnianych, potem murowanych - nieregularnych, do form regularnych (czworobocznych) charakterystycznych dla tzw. zamków konwentualnych?
- czy zamki zaliczane dziś do grupy najstarszych przykładów architektury obronnej (Starogród), które w literaturze przedmiotu datowane są stosunkowo wcześniej faktycznie można datować na połowę XIII wieku, czy też ich chronologię należy zweryfikować, jaka jest w związku z tym geneza i forma najstarszych zamków krzyżackich?
- czy wznoszenie regularnych zamków krzyżackich było poprzedzane jak sugerują niektóre przekazy źródłowe wcześniejszym osadnictwem obronnym (pruskim, słowiańskim) czy też, o czym z kolei świadczą wyniki badań archeologicznych przeprowadzonych już na części z tych obiektów (Papowo Biskupie, Kowalewo), zamki powstawały w miejscach do tej pory nie zasiedlonych?
- jaka była forma niektórych z tych budowli (Unisław)?

Rozpoczęto już pierwsze badania nieinwazyjne na zamkach i przedzamczach w Starogrodzie i Unisławiu. Wykonano pomiary magnetometryczne i geofizyczne oraz mapowanie terenu przy wykorzystaniu wielowirnikowca na zamkach w Bierzgłowie, Starogrodzie i Unisławiu. Dotychczasowe wyniki badań są bardzo intrygujące. Opracowane mapy interpretacyjne anomalii stwierdzonych podczas badań w Starogrodzie wykazały obecność struktur murowanych zamku wysokiego i zabudowy na przedzamczu. Najbardziej obiecujące są jednak wyniki badań zamku wysokiego w Unisławiu, które sugerują, że pozostałości zabudowy są jeszcze zachowane pod powierzchnią ziemi.

Badania nienwazyjne przedzamcza zachodniego zamku w Kowalewie Pomorskim i ich weryfikacja archeologiczna

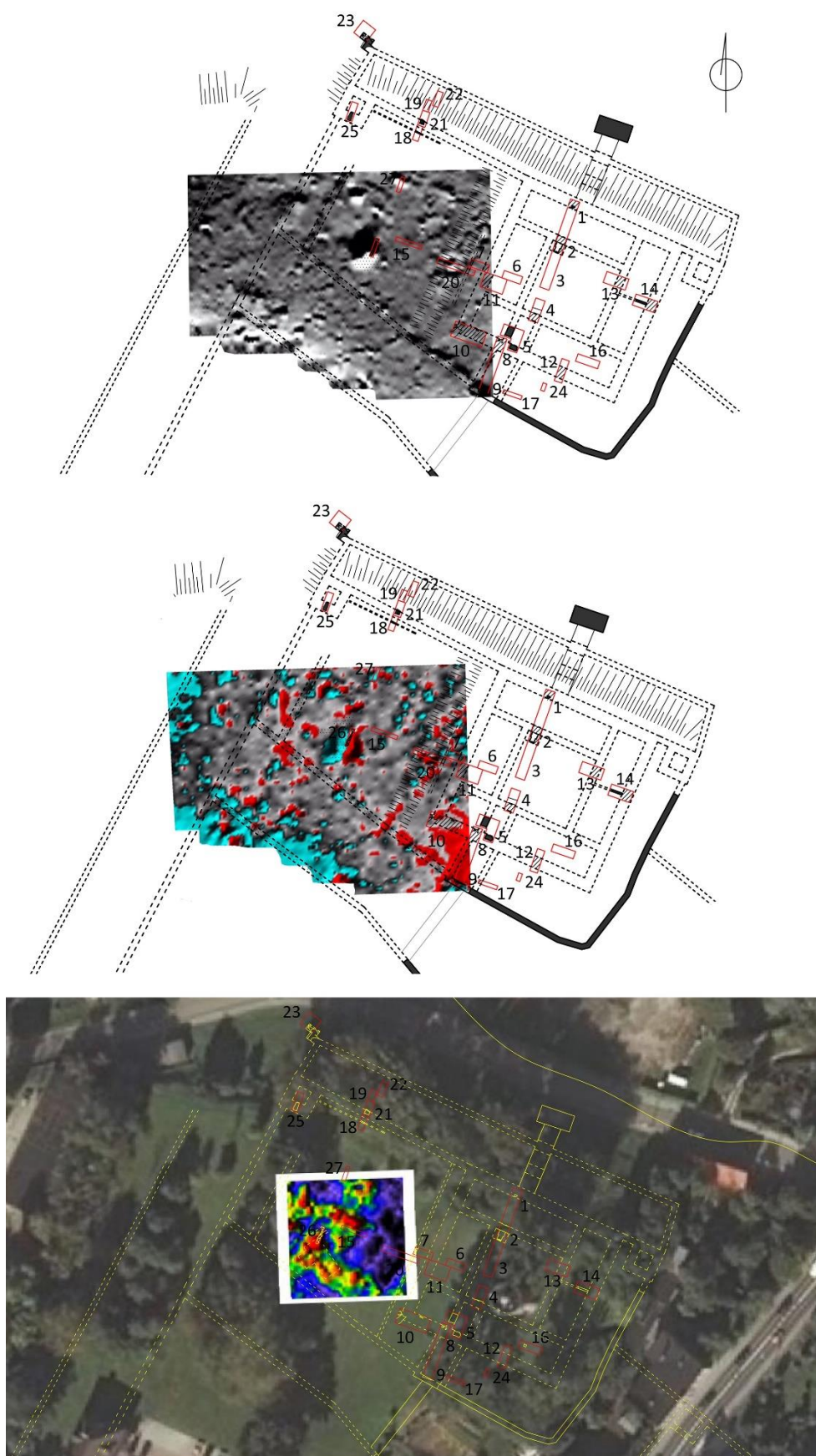
Marcin Wiewióra¹ – Krzysztof Misiewicz² – Wiesław Małkowski² – Bogusz Wasik¹ - Krzysztof Cackowski¹ – Radosław Cisko¹

¹ Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Instytut Archeologii, Zakład Archeologii Architektury, Szosa Bydgoska 44/48, 87-100 Toruń

² Uniwersytet Warszawski, Instytut Archeologii, ul. Krakowskie Przedmieście 26/28, 00-001 Warszawa

Program badawczy *Zamki ziemi chełmińskiej*, realizowany od 2005 r. przez Instytut Archeologii, Zakład Archeologii Architektury UMK w Toruniu, prowadzony był w celu rozpoznania kilku krzyżackich warowni, tak pod względem archeologicznym, historycznym jak również przyrodniczym. Jednym z zamków na temat którego do tej pory było wiadomo niewiele jest Kowalewo Pomorskie, położone około 30 km na północ od Torunia. Warownia ta nie była wcześniej przedmiotem badań archeologicznych, a dostępne źródła historyczne i ikonograficzne nie pozwalały na bliższą charakterystykę jej układu przestrzennego, czy rozmieszczenia pomieszczeń. W literaturze przedmiotu uważa się, że budowę zamku konwentualnego w Kowalewie rozpoczęto w miejscu wcześniejszego grodu. Analiza źródeł historycznych wskazuje, że komtura krzyżacka powstała pomiędzy 1272 a 1275 rokiem. Pierwsza osada miejska została zniszczona przez Tatarów w 1286 r., a po kolejnej lokacji prawa miejskie Kowalewu nadano w 1298 roku (Steinbrecht 1888, s. 26). Najazdy Prusów, Tatarów i Litwinów przyspieszyły decyzję o wzniesieniu w XIV w. wokół Kowalewa murów obronnych. W literaturze przedmiotu datę rozpoczęcia budowy murowanego zamku określono na lata 1290-1303 r. Dzieje murowanego zamku w Kowalewie są niepełne i w ograniczonym stopniu rozpoznane. Warownia była kilkakrotnie oblegana, m.in. w 1330 roku przez wojska polskie, a w latach 1410-1414 zamek przejmowali na przemian Krzyżacy i Polacy, ostatecznie został ponownie przejęty przez Zakon. Na temat samego zamku dysponujemy jednak w ograniczonym stopniu informacjami dotyczącymi liczebności załogi, ilości przechowywanego na zamku sprzętu, żywności itp. W 1457 r. w Kowalewie utworzono starostwo polskie. W 1618 r. był bardzo zniszczony, a szczególnie ucierpiał podczas wojny ze Szwedami. Po 1772 r. został opuszczony, a ruina zamku istniała jeszcze w 1820 r. Kilka lat później rozpoczęto planową rozbiórkę. Pochodzące z niej cegły i kamienie wykorzystano m.in., do budowy w 1857 r. kościoła ewangelickiego (rozebranego po II wojnie światowej), a 1911 r. w miejscu zamku wysokiego zbudowano wieżę wodociągową.

Badania archeologiczno-architektoniczne rozpoczęły się w 2013 roku. Celem pierwszego sezonu było uchwycenie położenia i zasięgu domu konwentu, oraz określenie stanu zachowania jego reliktów. Założono łącznie 7 wykopów badawczych. Podstawowym celem badań prowadzonych w 2014 roku było dalsze rozpoznanie obszaru domu konwentu. Pięć wykopów wytyczono w rejonie południowym, południowo-zachodnim i zachodnim zamku wysokiego. W 2015 roku kontynuowano rozpoznanie wschodniej i południowej części zamku wysokiego, rozpoczęto również badania obszaru zachodniego przedzamcza – poszukiwano odcinków murów wyznaczających północną granicę zasięgu zamku. W 2016 r., będącym ostatnim sezonem badań, kontynuowano badania północnego i północno-wschodniego muru przedzamcza. Rozpoczęto także badania nienwazyjne i archeologiczne zachodniego przedzamcza. Równolegle do prac w wykopach badawczych przeprowadzono odwierty, których celem było rozpoznanie stratygrafii na przedłużeniu przyjętych osi badawczych. Wyniki badań odwiertów określiły m.in., przybliżony zasięg zasypanej fosy zamkowej oraz wykazały obecność pasu gruzu ceglanego. Weryfikacja wyników tych badań, przeprowadzona w 2016 r. wykazała obecność zabudowy szachulcowej i ceglanej na przedzamczu zachodnim.



Ryc. 1. Kowalewo Pomorskie. Wyniki badań

Zachowane do dziś odcinki murów oraz informacje uzyskane w trakcie kwerendy historycznej wskazywały, że cały zespół zamkowy składał się z domu konwentu otoczonego parchamem, dwóch przedzamczy położonych od niego na południe oraz trzeciego zlokalizowanego na zachodzie. Całość otaczały fosy, częściowo czytelne do dziś, częściowo zasypane. Najmniej czytelny w terenie jest dawny układ zachodniego przedzamcza, oddzielonego od południa zasypaną dziś fosą.

Przeprowadzone w ciągu czterech lat badania archeologiczno-architektoniczne wykazały, że praktycznie żadne oryginalne mury kurtyn zewnętrznych zamku wysokiego, praktycznie nie zachowały się *in situ*. Wszystkie zostały rozebrane podczas prac rozbiórkowych prowadzonych od XVII wieku. Ustalenie układu przestrzennego murów zamku, długości kurtyn zewnętrznych i ścian działowych oraz rozkład pomieszczeń, w przybliżonym jednak zakresie, udało się odtworzyć dzięki analizie stratygrafii zachowanych i w wielu przypadkach dobrze czytelnych negatywów porozbiórkowych tych murów, które w kolejno eksplorowanych odkrywkach stały się podstawą do zaproponowanej rekonstrukcji zamku wysokiego w Kowalewie Pomorskim. W ten sposób udało się pozwolić określić wstępnie wymiary domu konwentu na rzucie kwadratu o boku około 45 czyli około 10,5 pręta nowej miary chełmińskiej. Jest więc zbliżona do wielkości innych warowni z tego okresu - czyli końca XIII i początków XIV np. w Papowie Biskupim, Golubiu i Brodnicy.

W 2015 i 2016 r. rozpoczęto również badania zachodniego przedzamcza, W odkrywce nr 26, założonej w miejscu anomalii magnetycznej zarejestrowanej w południowo-zachodnim narożniku zachodniego przedzamcza, odsłonięto prawdopodobnie fragment murowanego budynku gospodarczego (kuźnia?) z dużą ilością polepy i fragmentami żużli. Z uwagi na niewielkie wymiary sondażu udało się odkryć tylko fragment ceglanego muru i kamiennych stopni schodów. Badania nieinwazyjne przedzamcza zachodniego stały się również podstawą nowej rekonstrukcji układu południowej fosy zamkowej. W dotychczasowych rekonstrukcjach (C. Steinbrecht, B. Rogalski) linia południowej skarpy fosy oddzielającej zamek wysoki i przedzamcze zachodnie o przedzamcza południowego, rekonstruowana była niemal równoległe do układu południowej linii muru skrzydła południowego zamku, bądź pod lekkim kątem. Badania przeprowadzone z zastosowaniem magnetometru, wykazały jednoznacznie, że linia ta układała się pod wyraźnie większym kątem. Przedzamcze położone na zachód od zamku wysokiego miało w związku z tym kształt trapezowaty.

Stanowisko 2 w Książnicach, woj. świętokrzyskie. Badania geofizyczne kompleksu sepulkralno-osadniczego z neolitu i wczesnej epoki brązu

Stanisław Wilk¹ – Piotr Wroniecki²

¹ Uniwersytet Jagielloński, Instytut Archeologii, ul. Gołębia 11, 31-007 Kraków / Muzeum Karkonoskie, ul. Matejki 28, 58-500 Jelenia Góra

² Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii, ul. Szewska 48, 50-137 Wrocław

Stanowisko 2 w Książnicach, gm. Pacanów położone jest na wierzchołku jednego z przykrytych warstwą lessu niewielkich wzniesień, we wschodniej części Garbu Pińczowskiego (AZP 95-67: 100). Od południa i zachodu wzniesienie opływa bezimienny ciek, tworzący wyraźną dolinę. Od północy teren płynn timer opada w kierunku szosy relacji Kraków – Sandomierz.

Stanowisko zostało odkryte przez Jana Machnika i Leszka Gajewskiego w 1955 r. W roku 1993, Andrzej i Barbara Matogowie przeprowadzili badania powierzchniowe w obrębie wsi Książnice i założyli kartę AZP stanowiska. Kierowane przez Stanisława Wilka badania wykopaliskowe stanowiska trwają z niewielkimi przerwami od 2001 roku.

W ciągu trzynastu sezonów badawczych (2001/2002, 2003-2006, 2008, 2010-2016), odkryto wielokulturowy kompleks osadniczo-funeralny z eneolitu i wczesnej epoki brązu, na który składają się: cmentarzysko kultury lubelsko-wołyńskiej, rozległa osada kultury pucharów lejkowatych, cmentarzysko kultury złockiej, osada z mieszanymi materiałami amforowo-złockimi, nekropola kultury ceramiki sznurowej, cmentarzysko oraz osada z rowem kultury mierzanowickiej (Wilk 2013; 2014a; 2014b).

Rozpoznanie geofizyczne stanowiska 2 w Książnicach przeprowadzone zostało w latach 2008-2014. Pierwsze badania wykonał zespół pod kierownictwem Łukasza Porzuczka. We wrześniu 2008 roku wstępną prospekcją objęto kwadrat o powierzchni 2500 m². Następnie, w październiku 2009 roku, przebadano kolejne 10 000 m², zlokalizowane w centralnej części wzniesienia. Do badań magnetycznych użyto magnetometru cezowego z funkcją pomiaru gradientu (Porzuczek 2009).

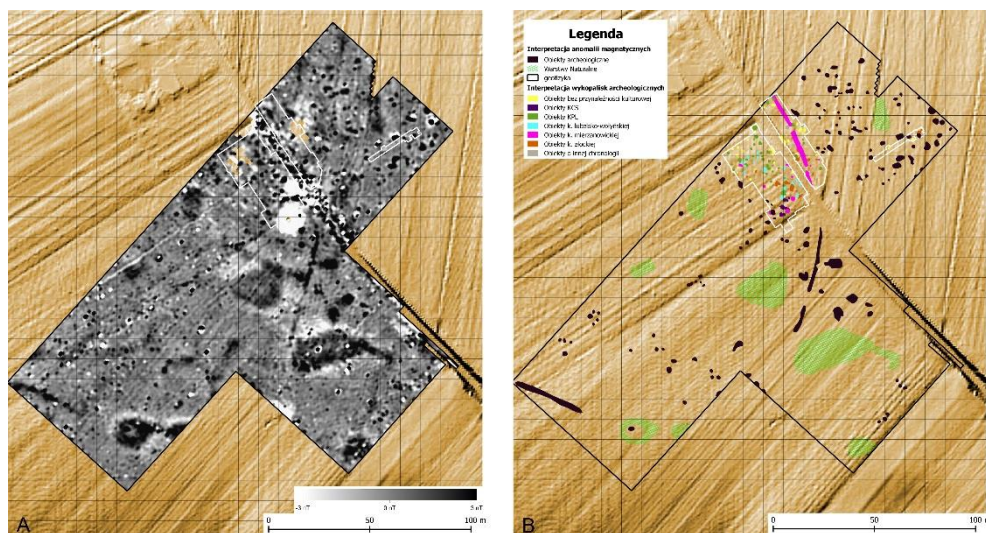
W latach 2011, 2012 oraz 2014 prospekcję geofizyczną na terenie stanowiska prowadził zespół pod kierownictwem Piotra Wronieckiego. W badaniach zastosowano metodę pomiarów magnetycznych. W ciągu trzech lat, pomiarami pokryto obszar 2,5 ha zlokalizowany na szczycie wzniesienia, które opada stopniowo w kierunku południowym.

Ostateczny zasięg przebadanego terenu ograniczony jest od północy sadami, a od południa i wschodu uprawami. Każdorazowo pomiary wykonywane były w trakcie trwania badań wykopaliskowych, co również miało wpływ na czytelność niektórych struktur podpowierzchniowych w rejonie, bezpośrednio sąsiadującym z miejscem badań (Wroniecki 2015). Wyniki badań poddano interpretacji opartej o doświadczenia stosowanie technik geofizycznych w podobnych warunkach glebowych (Wroniecki 2012) oraz wiedzę o kategoriach spodziewanych obiektów archeologicznych na podstawie prac wykopaliskowych.

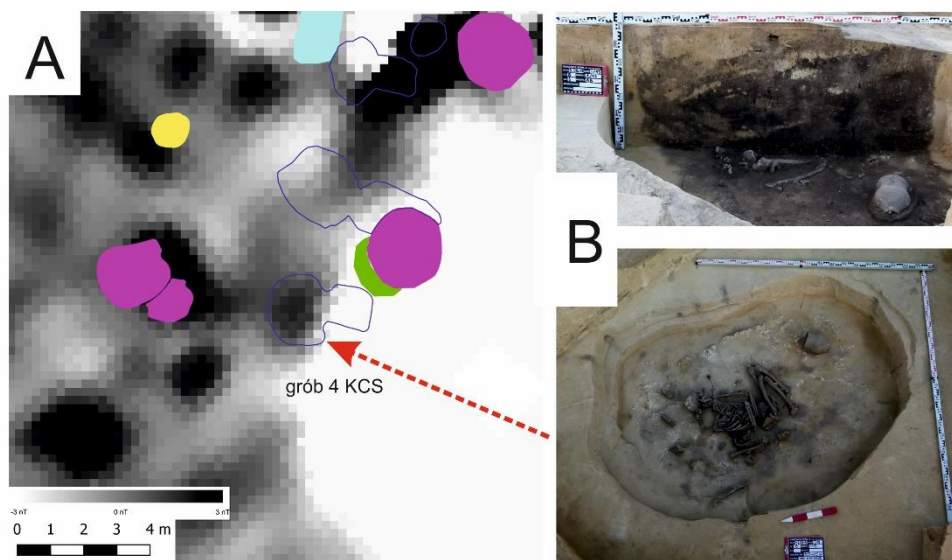
W efekcie odkryto dużą ilość różnorodnych anomalii (Ryc. 1: A), z których część udało się pozytywnie zweryfikować w toku prowadzonych badań wykopaliskowych. Do najciekawszych pozytywnie zweryfikowanych anomalii należą:

- groby kultury lubelsko-wołyńskiej tworzące zachodnie pole grzebalne cmentarzyska,
- groby niszowe kultury złockiej i kultury ceramiki sznurowej,
- rów kultury mierzanowickiej.

Pięć grobów wchodzących w skład zachodniego pola grzebalnego cmentarzyska kultury lubelsko-wołyńskiej zarysowało się na planie wykonanym przez Ł. Porzuczkę w 2009 roku, jako skupisko anomalii o kształtach przypominających wydłużone po kierunku północ-południe prostokąty bądź owale. Obiecujące wyniki prospekcji geofizycznej z 2009 roku skłoniły autora badań do przeprowadzenia na tym terenie prac wykopaliskowych w sezonach 2010 i 2012. W efekcie odkryto skupisko ośmiu grobów kultury lubelsko-wołyńskiej.



Ryc. 1. Książnice, stan. 2, woj. świętokrzyskie: A - wizualizacja pomiarów magnetycznych, $-3/+3$ nT, skala szarości nałożona na cieniowany model terenu, B - interpretacja danych magnetycznych i obiektów odkrytych podczas wykopalisk. Czarna linia - obszar badań magnetycznych, biała linia - obszar wykopalisk, czarne obrysy - anomalie magnetyczne generowane przez obiekty archeologiczne, zielone obrysy - anomalie magnetyczne generowane przez warstwy naturalne, rys. P. Wroniecki



Ryc. 2. Wizualizacja pomiarów magnetycznych (A) oraz dokumentacja pozytywnie zweryfikowanej w toku badań wykopaliskowych niszy grobu 4 KCS (B), rys. P. Wroniecki, foto S. Wilk

Konstrukcje niszowe kultury złockiej i kultury ceramiki sznurowej należą do bardzo trudnych do zinterpretowania obiektów. Na planach prezentujących wyniki badań geofizycznych najczęściej mogą być widoczne tylko szyby wejściowe do nisz, które podobnie jak większość klasycznych obiektów ziemnych na lessach, prezentują się jako niewielkie pozytywne anomalie magnetyczne. Przypuszczano natomiast, że nisze które zalegają głębiej pod ziemią nie powinny być źródłem anomalii. Tym większą

niespodzianką było pozytywne zweryfikowanie anomalii wstępnie interpretowanej jako nisza grobu 4 KCS, zlokalizowanej w południowej części przebadanego obszaru. Anomalia ta prezentowała się jako nieregularne, niewielkie podwyższenie pola magnetycznego (Ryc. 2). Niestety, wejście do niszy było nieczytelne w danych geofizycznych, ponieważ znajdowało się w zasięgu sygnału, który generował pobliski słup wysokiego napięcia.

Ponadto, w obrębie wykopów V/15 i I/16, zlokalizowanych kilkadziesiąt metrów na wschód od przebadanej partii stanowiska, w miejscu zarejestrowanych anomalii udało się odkryć następny grób niszowy KCS oraz dwie kolejne konstrukcje niszowe KZ.

Do najbardziej interesujących odkryć na stanowisku 2 w Książnicach należy rów o nieckowatym przekroju, miąższości 30-75 cm, datowany na w fazę wczesną KM, którego trzy odcinki o łącznej długości ok. 48 m (z dwoma przejściami) przebadano wykopaliskowo w latach 2006 i 2008 w N i E partii zbadanej części stanowiska (Wilk 2014a). Prospekcja magnetyczna przeprowadzona w sierpniu 2012 roku potwierdziła obecność rowu w południowej i zachodniej części stanowiska. Zarejestrowany fragment rowu składa się z trzech dobrze widocznych krzywoliniowych anomalii o łącznej długości ok. 53 m w części południowej i anomalii o długości ok. 40 m w części zachodniej (Ryc. 1: B). Na podstawie wyników badań wykopaliskowych i prospekcji geofizycznej można pokusić się o wstępną rekonstrukcję tego założenia, które ma kształt nieregularnego owalu, średnicę ok. 190 m i przechodzi przez środek wzniesienia, na którym położone jest stanowisko.

Przykład dobrego współdziałania metody magnetycznej i wykopaliskowej w celu rozpoznania struktur pradziejowych stanowiska 2 w Książnicach, stanowi ważny element oceny skuteczności badań nieinwazyjnych na terenach lessowych. Jednocześnie, przytoczone wyżej studia przypadków, potwierdzają potencjał poszczególnych kategorii obiektów (osadniczych, grobów płaskich, niszowych) do generowania zróżnicowanych anomalii magnetycznych, co może w przyszłości przyczynić się zbudowania powszechnego klucza interpretacyjnego na innych, analogicznych stanowiskach archeologicznych.

Literatura

- Porzuczek Ł. 2009. Sprawozdanie z badań geofizycznych na stan. 2 w Książnicach, woj. świętokrzyskie, maszynopis.
- Wilk S. 2013. A Złota Culture Cemetery at Książnice site 2, Świętokrzyskie Province. *Sprawozdania Archeologiczne* 65, 311–337.
- Wilk S. 2014a. Early Bronze burial materials from site 2 in Książnice, świętokrzyskie province. *Sprawozdania Archeologiczne* 66, 241–266.
- Wilk S. 2014b. An elite burial from the Copper Age: Grave 8 at the cemetery of the Lublin-Volhynian culture at Site 2 in Książnice, the Świętokrzyskie province. *Analecta Archaeologica Ressoviensia* 9, 209–243.
- Wroniecki P. 2012. Discovery of new Iron Age groove-type features from Michałowice in 2010. A geophysical case study, *Recherches Archeologiques NS* 4, 163–172.
- Wroniecki P. 2015. Sprawozdanie z badań geofizycznych na stan. 2 w Książnicach realizowanych w latach 2012–2014, maszynopis.

Odkrywanie tajemnic Szydłowa - zastosowanie georadaru w archeologii

Artur Zieliński¹ - Mikołaj Łyskowski² – Ewelina Mazurkiewicz²

¹ Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Geografii, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce

² Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Szydłów to obecnie niewielka miejscowość położona w pasie Wyżyn Środkowopolskich, na Wyżynie Małopolskiej (Kondracki 2002). Cechuje się unikatowym w skali Europy warownym krajobrazem (Myczkowski 2006). Osada powstała w regionie, w którym zazębiały się wpływy różnych grup plemiennych tworzących podwaliny państwa polskiego – Małopolskę. Lokalizacja tego ośrodka z jednej strony wykorzystywała istnienie nadwiślańskiego szlaku handlowego wiodącego z Krakowa i Wiślicy przez Sandomierz na Wschód Europy. Z drugiej jednak strony bazowała na peryferyjnym położeniu pomiędzy ziemią krakowską i ziemią sandomierską. Ponad to wykorzystywała korzystne lokalne walory środowiska przyrodniczego. Czynniki te przyczyniły się do szybkiego rozwoju osady należącej do książąt krakowskich i zaowocowały nadaniem najprawdopodobniej jeszcze w XIII wieku praw miejskich. Wiele z zabudowań dawnego Staszowa możemy podziwiać w miasteczku do dnia dzisiejszego.

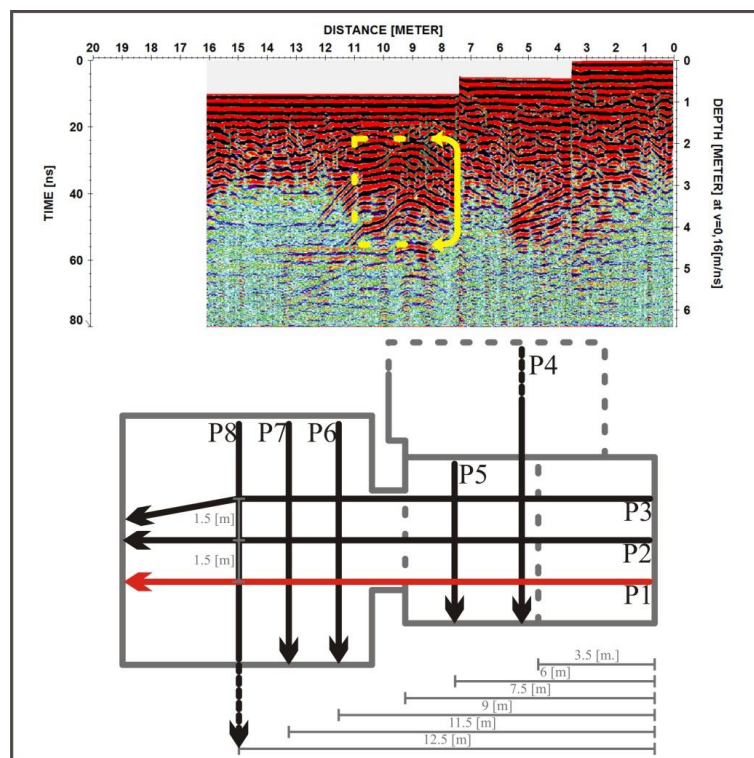
Celem podjętych przez autorów badań było pogłębienie stanu rozpoznania historycznych obiektów na terenie Szydłowa. Studiami objęto ruiny zamku oraz przylegający plac, synagogę, oraz najcenniejszy zabytek – kościół p.w. Wszystkich Świętych, w którym przeprowadzone badania geofizyczne przyczyniły się m.in. do zlokalizowania krypt, o istnieniu których nie było dotychczas żadnych przekazów (ryc. 1).

Podczas prac autorzy skupili się na rozpoznaniu nie tylko samych obiektów ale również podłoża (ryc. 2), w tym skalnego (Zieliński, Mazurkiewicz, Łyskowski 2016). Budowle usytuowane są na krasowiejących sarmackich wapieniach detrytycznych. Na obszarze objętym badaniami funkcjonuje szereg niewielkich jaskiń, w których na stropach i ścianach można dostrzec liczne pęknięcia i krasowe szczeliny. Ta specyficzna budowa geologiczna oraz liczne przeobrażenia terenu powstałe w wyniku procesów krasowych skłoniły autorów do podjęcia badań. Dokonano więc diagnozy zagrożenia uszkodzeniem obiektów historycznych w konsekwencji postępującego procesu krasowienia.

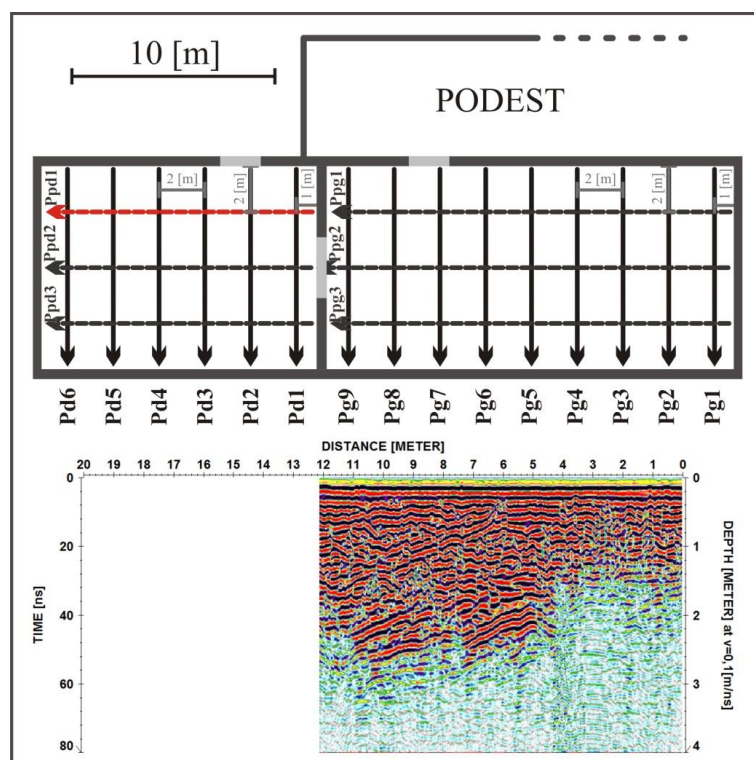
W żadnym z przebadanych obszarów nie stwierdzono istnienia pustek ani rozluźnieni górotworu, które mogłyby obecnie stanowić większe zagrożenie dla pobliskich budynków.

Ze względu na dynamiczną naturę zjawisk krasowych zaleca się wykonywać podobne badania systematycznie. Częstotliwość ich należy uzależnić od charakteru i przebiegu tych struktur.

Rezultatem badań w przypadku kościoła Wszystkich Świętych było wskazanie obszarów, pod którymi znajdują się krypty. Jednocześnie stwierdzono, że zasięg jaskiń u podnóża wzgórza nie obejmuje terenu bezpośrednio pod świątynią. Prace wykonane w synagodze miały na celu ujawnienie ewentualnych pomieszczeń pod podłogą, których istnienia nie potwierdzono. Pomiary wykonane wewnątrz ruin zamku zaowocowały ustaleniem zasięgu głębokościowego rumowiska powstałego na skutek zawalenia się części obiektu. Z kolei badania na placu zamkowym wskazały jedynie niewielkie zmiany w podłożu, których charakter może być związany ze zjawiskami krasowymi. Otrzymane wyniki potwierdziły przydatność wykorzystania metody georadarowej w zagadnieniach archeologicznych.



Ryc. 13. Schemat kościoła p.w. Wszystkich Świętych z naniesioną siatką profili pomiarowych. Prezentowany obraz georadarowy ukazuje anomalię, której źródłem prawdopodobnie jest krypta



Ryc. 2. Schemat ruin zamku w Szydłowie z naniesioną siatką profili pomiarowych. Prezentowany obraz georadarowy ukazuje wyraźną zmianę charakteru ośrodka gruntowego

Literatura

Kondracki J., 2002. Geografia regionalna Polski. Warszawa.

Myczkowski Z., 2006. Szydłów – niezwykley krajobraz warowny w skali Europy; Wiadomości Konserwatorskie 19, 38-44.

Zieliński A., Mazurkiewicz E., Łyskowski M., 2016. GPR mapping of karst formations under a historic building in Szydłów, Poland; Geofizika 33(1), 101–111.

ORGANIZATORZY



UNIwersYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU



Muzeum
Miejskie
Wrocławia



PATRONAT



NARODOWY INSTYTUT
DZIEDZICTWA
NATIONAL HERITAGE BOARD OF POLAND



OPOLSKI
WOJEWÓDZKI
KONSERWATOR
ZABYTKÓW

Dolnośląski Wojewódzki
Konserwator Zabytków

<http://mgap2016.archeolodzy.org>

ISBN 978-83-61416-73-9



9 788361 416739 >

