

Prospekcja przedwykopaliskowa

Paweł Borycki

1 czerwca 2012

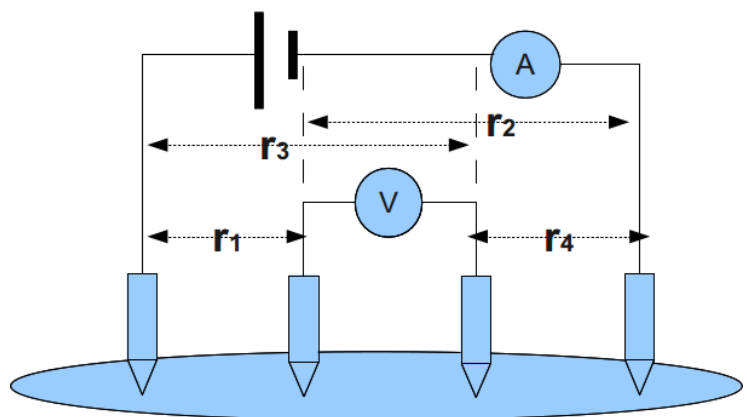
Metody prospekcji archeologicznej pozwalają na zlokalizowanie nowych stanowisk oraz ustalenie położenia artefaktów i obiektów w ich obrębie. Pod warunkiem zachowania odpowiednich procedur, możliwe jest niemal całkowite uniknięcie negatywnego wpływu na stan zachowania stanowiska, co pozwala zaliczyć je do grona niedestrukcyjnych metod badań archeologicznych.

Podstawowym założeniem stosowanym prospekcji jest założenie o występowaniu wyraźnych anomalii różnych parametrów fizycznych odróżniających artefakty i obiekty od naturalnego podłoża geologicznego. Dla uproszczenia podłoże można traktować jako jednolite tło, na którym wyróżniają się zabytki. Występujące anomalie mają różny charakter – od obserwowalnych gołym okiem różnic wizualnych po zakłócenia lokalnego pola magnetycznego.

Jedną z najczęściej stosowanych metod prospekcji, ze względu na niski koszt, są **badania powierzchniowe**. Choć pod względem technologicznym można uznać je za metodę niezaawansowaną, to właśnie one pozwalają na zlokalizowanie największej liczby stanowisk, niezależnie od otaczającego stanowisko środowiska naturalnego. Podstawowym założeniem badań powierzchniowych jest zdolność uczestników do wizualnego rozpoznania znajdujących się na powierzchni ziemi śladów działalności ludzkiej i ich zaznaczenia na mapie.

Rosnącą popularność zdobywa **prospekcja lotnicza**, która również opiera się na dostrzegalnych gołym okiem wyróżnikach wizualnych. Zdjęcia wykonane ze znajdującego się na orbicie satelity lub z powietrza, aparatem znajdującym się na pokładzie samolotu lub podwieszonym pod latawcem, są ważnym źródłem informacji dla archeologów poszukujących nowych stanowisk. Powstające obecnie algorytmy geometrii obliczeniowej pozwalają na automatyczne lokalizowanie potencjalnych stanowisk na podstawie uzyskanego obrazu cyfrowego i przewidywań dotyczących form stanowisk przedstawionych przez archeologa. Widoczne na zdjęciach znamiona mogą być wykrywane automatycznie.

Kąt padania światła oraz istnienie powierzchni zacienionych stanowią dane wystarczające do odtworzenia ukształtowania powierzchni na fotografowanym obszarze. Niektóre formy terenu powstają naturalnie niezwykle rzadko, co pozwala przypuszczać, że zostały wytworzone przez człowieka. Znajdujące się pod ziemią obiekty pozytywnie utrudniają naturalną ekspansję roślinności, zaś obiekty negatywowe, jako miejsce gromadzenia się wilgoci, przyspieszają jej wzrost. Punktowe zakłócenie naturalnej szaty roślinnej jest więc kolejną przesłanką rozpatrywaną przez algorytmy wykrywające położenie stanowisk.



Rysunek 1

Ważną grupą metod prospekcji są metody geofizyczne, które opierają się na założeniu o istnieniu lokalnych anomalii w składzie chemicznym podłoża, co skutkuje zakłóceniem jego własności fizycznych. Anomalie należące do tej rodziny najczęściej nie są zauważalne przy pomocy ludzkich zmysłów – konieczne staje się zastosowanie specjalistycznej aparatury pomiarowej.

Metody geofizyczne można podzielić na grupy metod pasywnych i aktywnych. Metody pasywne ograniczają się do pomiaru parametrów środowiska w zastanym stanie, zaś metody aktywne wymagają przeprowadzenia modyfikacji środowiska fizycznego w celu przeprowadzenia pomiaru jego

parametrów. Choć większość tego rodzaju modyfikacji ma charakter odwracalny, za każdym razem konieczne jest zwrócenie uwagi na ewentualne nieodwracalne lub długotrwałe skutki działania aparatury pomiarowej, których wystąpienie byłoby zaprzeczeniem przyjętego przez nas założenia o nieinwazyjnym charakterze prospekcji.

Jedną z metod, nazywaną **elektrooporową**, opiera się na pomiarze anomalii oporności właściwej gruntu. Jest to metoda aktywna wymagająca wymuszenia przepływu prądu w podłożu. Potencjalnym zagrożeniem jest wytworzenie przez przepływający prąd elektryczny pola magnetycznego, które może wpłynąć na naturalne namagnesowanie znajdujących się w podłożu artefaktów zawierających ferromagnetyki. W rzeczywistości jednak wytwarzany prąd elektryczny nie wytwarza na tyle silnego pola magnetycznego.

W skład układu pomiarowego wchodzi cztery elektrody. Dwie z nich, nazywane elektrodami prądowymi, są połączone za pomocą przewodu z szeregowo podłączonymi amperomierzem i źródłem prądu stałego albo zmiennego (Rysunek 1). Dwie pozostałe, nazywane elektrodami potencjałowymi, są łączone za pomocą przewodu z woltomierzem. Wszystkie cztery elektrody umieszczane są w podłożu w linii prostej, we wzajemnych odległościach zależnych od przyjętego modelu pomiarowego.

W modelu fizycznym zakładamy, że prąd elektryczny przepływa wyłącznie w podłożu oraz przewodzie łączącym elektrody prądowe, ale nie w przewodzie spinającym elektrody potencjałowe. Elektrody potencjałowe, umieszczone między elektrodami prądowymi, pozwalają zmierzyć spadek potencjału elektrycznego V między dwoma punktami ziemnego fragmentu obwodu elektrycznego. Dokonanie odczytu natężenia prądu I oraz ustalenie współczynnika geometrycznego układu elektrod K_G pozwala obliczyć oporność właściwą podłoża ρ jako

$$\rho = K_G \cdot \frac{V}{I}.$$

Wystąpienie lokalnej dodatniej anomalii oporności właściwej podłoża pozwala przypuszczać, że znajduje się w nim przestrzeń pusta lub obiekt pozytywny zbudowany z kamienia lub cegły o niskiej przewodności, a zatem wysokiej oporności właściwej. Ujemna anomalia oporności może być konsekwencją występowania obiektu negatywnego, w którym gromadzi się woda rozpuszczająca substancje jonowe i tworząca elektrolit o wysokiej przewodności i niskiej oporności elektrycznej.

Wykorzystywane obecnie aparatury pomiarowe pozwalają przeprowadzić jednocześnie pomiary oporności w różnych punktach i na różnych głębokościach, co umożliwia łatwe utworzenie profilu elektrooporowego. Metoda ta jest nazywana sondowaniem elektrooporowym.

Inną grupą metod badań geofizycznych są badania **magnetyczne**. Istnieją dwa rodzaje badań magnetycznych – aktywne i pasywne. Metody należące do pierwszego rodzaju są podobne w swoich założeniach do badań elektrooporowych. Tym razem wytwarzamy zewnętrzne pole magnetyczne, a następnie badamy przebieg linii pola magnetycznego, które układają się różnie w zależności od lokalnego współczynnika podatności magnetycznej podłoża rozumianego jako stosunek momentu magnetycznego jednostki objętości substancji do natężenia zewnętrznego pola magnetycznego. Wielkość ta może być ujemna, jeśli wektory pól mają przeciwny zwrot.

Najsilniejsze dodatnie anomalie podatności magnetycznej możemy obserwować w przypadku występowania w podłożu ferromagnetyków, takich jak żelazo i jego tlenki, których współczynnik podatności magnetycznej znacznie przekracza zero. Ujemne anomalie będą występowały w przypadku diamagnetyków, których współczynnik podatności magnetycznej spada znacząco poniżej zera, takich jak konstrukcje kamienne i mury z zaprawy wapiennej.

Drugim rodzajem badań magnetycznych są badania pasywne polegające na pomiarze anomalii ziemskiego pola magnetycznego, których źródłem są znajdujące się w podłożu ferromagnetyki budujące niejednokrotnie artefakty. Ferromagnetyki ogrzane do temperatury przekraczającej punkt Curie wyznaczany dla każdego ferromagnetyka oddzielnie tracą swoje szczególne własności stając się paramagnetykami. W czasie ponownego ochładzania odzyskują strukturę ferromagnetyczną, zaś ich wektory namagnesowania wewnętrznego uzyskują na trwałe kierunek zgodny z wektorem ziemskiego pola magnetycznego w chwili schłodzenia. Choć w kolejnych latach ziemskie pole magnetyczne ulega zmianie, pole magnetyczne wokół ferromagnetyka pozostaje niezmiennie.

Możemy więc przypuszczać, że najsilniejsze anomalie ziemskiego pola magnetycznego znajdziemy w sąsiedztwie przedmiotów zawierających ferromagnetyki, które zostały w odległej przeszłości nagrzane do temperatury przekraczającej temperaturę punktu Curie, takich jak wypalone naczynia ceramiczne lub piece ceglane.

Podejmowane są próby zastosowania w archeologii innych metod, między innymi badających anomalie pola grawitacyjnego ziemi oraz prędkość rozchodzenia się fal drgań w podłożu. Metody te pozwalają wykryć obszary, których gęstość znacząco odbiega od gęstości podłoża. Ich zastosowanie w archeologii jest jednak trudne ze względu na zaniechydnie małą wartość anomalii gęstości wytwarzanych przez obiekty archeologiczne.

Metody prospekcji przedwykopaliskowej, dzięki różnorodności badanych własności fizycznych, pozwalają nie tylko na zlokalizowanie stanowiska archeologicznego, ale także, w miarę rozwoju technik pomiarowych, umożliwiając uzyskanie coraz dokładniejszego obrazu znajdujących się na stanowisku obiektów bez konieczności ich odsłaniania i nieodwracalnego niszczenia otaczającego je kontekstu.

Bibliografia

- T. HERBICH, *Metoda elektrooporowa w badaniach archeologicznych*, [in:] *Metody geoinformacyjne w badaniach archeologicznych. Tom 9*, ed. J. JASIEWICZ et alli, Poznań 2011, s.36-40.
- M.H. LOKE, *Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies*, Penang 1999. (<http://www.abem.se/files/res/2Dnotes.pdf>, dostęp 31 maja 2012)
- D. ŁAWECKA, *Wstęp do archeologii*, Warszawa 2011.
- C. RENFREW, P. BAHN, *Archeologia. Teoria, metody, praktyka*, Warszawa 2002.

Spis ilustracji

1. Przykładowy układ elektrod. Wykonanie: Paweł Borycki, 27 października 2011.