

GEORADAR W SŁUŻBIE PRAWA

Ewelina Mazurek, Sylwia Tomecka-Suchoń (Kraków)

Zbrodnia zawsze fascynuje. Większość z nas z przyjemnością ogląda filmy i czytuje powieści kryminalne z tego zakresu. Ciekawi nas sposób rozwiązywania zagadki kryminalnej. Amatorzy kryminałów wiedzą, że przynajmniej w USA nie można postawić zarzutu morderstwa bez odkrycia zwłok, a i w innych prawodawstwach udowodnienie zabójstwa czy morderstwa bez takiego dowodu jest trudne. Dlatego też przestępcy zazwyczaj starają się ukryć nieboszczyka wykazując przy tym czasem niebywałą pomysłowość. Niejednokrotnie jednak postępują też w sposób banalny i po prostu zakopują ofiarę.

Poza ofiarami przestępstw jednostkowych, ludzie bywają zabijani też w sposób masowy, a ich zwłoki są zazwyczaj ukrywane. Najpopularniejszym sposobem są groby masowe, zazwyczaj pozostawione bez oznakowania i często zapomniane. Są to jednak ważne pamiątki historii i tragedii narodowych.

Najprostszym sposobem znalezienia zakopanych zwłok jest przekopanie terenu, w którym podejrzewamy, że ukryto szczątki ofiary. Tak często czyniły służby śledcze. Każdy zapewne słyszał historię pewnego pana, który po pijanemu zwierzył się w barze, że zamordował żonę i zakopał ją w ogródku. Wkrótce do czekał się wizyty przedstawicieli prawa, którzy przekopali mu ogródek i to kilkakrotnie po to by odjechać w końcu z kwitkiem. Jedynym pozytywnym efektem tych poszukiwań był radosny okrzyk żony wracającej z sanatorium: „Kochanie, jak pięknie przekopałeś ogródek!”

Ten pomyślny dla leniwych mężów czas zaczyna powoli odchodzić w przeszłość. Trudniej będzie wykorzystywać ramię prawa do tak pożytecznych czynności, gdyż pracownikom policji z pomocą przychodzą nowe metody naukowe w tym metoda georadarowa. Georadar stosowany powszechnie w naukach geofizycznych i geologicznych wkracza coraz bardziej jako narzędzie poszukiwawcze do badań naukowych z innych dziedzin, zwłaszcza takich, w których istotną sprawą jest odszukiwanie i opisywanie przedmiotów ukrytych przed ludzkim okiem pod powierzchnią ziemi. Stąd georadar znajduje zastosowanie w takich dziedzinach, jak w archeologii i kryminalistyce. Najważniejszą jego zaletą jest szybkie uzyskiwanie wyników, stosunkowo niewielki nakład pracy, niskie koszty oraz bezinwazyjność samego

badania. Dzięki tym cechom metoda georadarowa wypiera inne sposoby poszukiwań.

Jak wspomniano, metoda georadarowa (GPR) jest metodą poszukiwawczą, znajdującą zastosowanie w wielu dziedzinach. Wykorzystuje się ją zarówno do badań inżynierskich, jak i tych z zakresu geologii, a także archeologii. Coraz częściej stosuje się ją w badaniach kryminalistycznych, właśnie wówczas, kiedy aby wyjaśnić zagadkę trzeba sięgnąć pod ziemię. Istnieją wprawdzie inne metody geofizyczne, których stosowanie może przynieść zadowalające rezultaty, lecz stosowanie ich w warunkach terenowych wymaga zdecydowanie większego nakładu pracy i czasu. Wyniki np. badań grawimetrycznych, czy magnetometrycznych muszą zostać w odpowiedni sposób przetworzone oraz w celu zobrazowania naniesione na mapę.



Ryc. 1. Aparatura pomiarowa (od lewej: laptop/rejestратор, jednostka centralna, antena ekranowana 800 MHz z wyzwalaczem odległościowym).

Georadar jest urządzeniem służącym do lokalizacji obiektów znajdujących się np. pod powierzchnią ziemi za pomocą fal elektromagnetycznych. Typowy system GPR składa się z jednostki centralnej, anteny nadawczej, nadajnika, anteny odbiorczej, odbiornika i wyzwalacza odległościowego. Nieodłączną częścią systemu jest także komputer typu laptop. Poszczególne elementy aparatury przedstawia rycina 1. Widać z niej, że aparatura jest całkowicie przenośna i mieści się w niewielkim plecaku, jest więc idealna dla badań terenowych.

Po krótkim opisie działania systemu przedstawia się następująco: jednostka centralna ma za zadanie m.in.

sterowanie zapisem danych oraz synchronizację zegarów nadajnika i odbiornika. Nadajnik generuje impuls elektromagnetyczny, który zostaje wysłany przez antenę nadawczą w głąb ośrodka. Odbita od granicy obiektu zaburzającego fala wraca na powierzchnię ośrodka, gdzie jest przechwytywana przez antenę odbiorczą, po czym trafia do odbiornika. Podczas pomiaru długość profilu liczona jest za pomocą wyzwalacza odległościowego - kółka lub mechanizmu z nitką, który zliczając obroty przelicza je na długość wyrażoną w metrach bieżących. Rejestrowane dane konwertowane są z wersji analogowej na cyfrową i zapisywane w pamięci komputera. Obraz, jaki otrzymuje się w wyniku tych badań nazywa się echogramem. Jest to zbiór kolejno następujących po sobie pojedynczych tras, a więc zarejestrowanej wartości amplitudy fali elektromagnetycznej w pewnym, określonym czasie.

Zaletą metody GPR jest jej nieinwazyjność, oraz stosunkowo niedługi czas, jaki trzeba poświęcić na wstępną wizualizację oraz analizę wyników. Anteny przesuwane są po podłożu lub znajdują się na specjalnym wózku. Wyniki w czasie rzeczywistym trafiają do komputera, są wstępnie przetwarzane w programie i trafiają na ekran komputera.

Omawiane cechy metody GPR czynią z niej dobre narzędzie do znajdowania ukrytych zwłok. Ze względu na specyfikę pomiarów, mających na celu poszukiwanie szczątków ludzkich, należy już podczas wstępnych prac w terenie wytypować pewne obszary, które mogą potencjalnie być miejscem ukrycia ciała. Obszar ten określamy na podstawie wyników działań organów śledczych, w szczególności zeznań świadków, zapisów z monitoringu, informacji stosownych służb, itp. W przypadku wykonywania tego typu badań bardzo ważne jest odpowiednie ich zaplanowanie. Należy zapoznać się z miejscem potencjalnego pochówku oraz w miarę możliwości ustalić, czy na danym terenie można spodziewać się podziemnych elementów infrastruktury, oraz czy nie miały tam miejsca pochówki dużych zwierząt domowych, których szczątki łatwo pomylić z ludzkimi. Co ważne, trzeba zadbać o odpowiednie zabezpieczenie ewentualnych śladów oraz dowodów zbrodni, a także powziąć wiedzę na temat stanu, w jakim obecnie znajdują się szczątki (znajomość stopnia rozkładu może w znacznym stopniu ułatwić interpretację danych georadarowych).

Gdy operator georadaru posiada już wystarczająco dużo danych na temat terenu oraz obiektu badań, musi zaplanować przebieg samych profili pomiarowych. Najlepsze efekty uzyskuje się zwykle w przypadku, gdy wykonywana jest siatka profili prostopadłych. Wówczas istnieje możliwość odtworzenia pełnego

obrazu ośrodka pod badaną powierzchnią. Na etapie planowania należy zdecydować o doborze anten i parametrów pomiarowych. W przypadku anten, jest możliwość wyboru wersji ekranowanej oraz nieekranowanej, a także dobór odpowiedniej częstotliwości. Jeśli chodzi o parametry pomiarowe, to operator musi dobrać odpowiednią wielkość okna czasowego, ustalić ilość złożeń sygnału, określić krok pomiarowy, oraz próbkowanie sygnału. Już na etapie planowania zarówno wiedza jak i doświadczenie operatora odgrywa bardzo ważną rolę.

Zwłoki najczęściej chowane są w gruncie, czasami jednak umieszcza się je w innych ośrodkach np. betonie, stąd przy prowadzeniu badań należy uwzględnić specyfikę wspomnianych ośrodków. W przypadku pochówków w gruncie, trzeba zwrócić uwagę, że anomalie obrazu georadarowego, sugerującą obecność obiektu podziemnego, np. zaburzenie ciągłości widocznej warstwy, wywołują nie tylko szczątki, ale również samo istnienie wykopu. Szczątki, a raczej ich stan też znacząco wpływa na czytelność anomalii. Na stopień ich rozkładu poza czasem, wpływającym od pochówku, wpływ mają czynniki zewnętrzne takie jak rodzaj ośrodka, w którym zwłoki się znajdują, stopień zawilgocenia, oraz temperatura. Inny będzie również czas rozkładu szczątków nagich niż owiniętych np. w folię lub materiał. Szybszy rozkład następuje w przypadku ciał poćwiartowanych. Poszukiwanie takich ciał może być dodatkowo utrudnione, ze względu na możliwość pochówku różnych części w osobnych grobach.

W krajach wysokorozwiniętych metoda georadaru jest już na co dzień stosowana do badań z zakresu kryminalistyki. Także w Polsce coraz częściej ekipy poszukujące zwłok korzystają z georadaru. Wraz ze wzrostem popularności zastosowania GPR do tychże badań, nastąpił wzrost zainteresowania nią naukowców – archeologów i historyków.

W celu uzyskania kompleksowych informacji dotyczących zmian, rejestrowanych na obrazie georadarowym, wykorzystywane są często groby testowe. Ze względów etycznych i prawnych nie umieszcza się w nich szczątków ludzkich, ale zwierzęce, najczęściej świń. Wybór tego zwierzęcia był nieprzypadkowy, przemawiały za nim stosunkowo duża dostępność (zwierzę hodowlane) i duże podobieństwo budowy tkanek świńskich i ludzkich (oba gatunki są wszystkożerne). Oczywiście w przypadku tych badań stosowane są zazwyczaj szczątki osobników o masie zbliżonej do średniej masy człowieka, zwykle ok. 80 kg. Aby zbadać wpływ samego wykopu na obraz georadarowy, wykonuje się często w pobliżu miejsca pochówków świń tak zwane puste groby, czyli

zwyczajne wykopy o parametrach bardzo zbliżonych do grobu wypełnionego. Ważne jest, aby umiejscowione były w takiej odległości od siebie, by wpływ jednego na drugi nie był rejestrowany przez georadar, ale także, aby środowisko w jakim się znajdują było jak najbardziej podobne. Innym aspektem, brany przez naukowców pod uwagę jest rodzaj okrycia zwłok. Zakopywane były zarówno zwierzęta określone przez autorów jako „nagie” jak i „zawinięte” w materiał, aby mogły imitować ciało ubrane. Po wnikliwej analizie uzyskanych wyników naukowcy stwierdzają, że najłatwiej metodą georadarową są wykrywane szczątki okryte materiałem. Pora roku jest również istotnym czynnikiem. Systematycznie

prowadzone badania dowodzą, iż najlepszych rezultatów można spodziewać się w miesiącach zimowych oraz wiosennych.

Wyniki badań wskazują, że zastosowanie badań georadarowych dla celów kryminalistycznych daje zadowalające rezultaty. Dzięki pomocy naukowców, którzy opracowali pewną metodykę prowadzenia tych specyficznych badań, poszukiwania bardzo często kończą się sukcesem. Nowym wyzwaniem dla tej metody będzie lokalizacja mogił zbiorowych, zwłaszcza miejsc pochówków ofiar ludobójstwa, których wiele znajduje się w różnych miejscach w naszym kraju, i wiele zostało całkowicie, albo prawie całkowicie zapomnianych.

Mgr Ewelina Mazurek rozpoczyna studia doktoranckie na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH.

E-mail: emazurek@geol.agh.edu.pl.

Dr hab. Sylwia Tomecka-Suchoń jest adiunktem w Katedrze Geofizyki tego Wydziału AGH. E-mail: tomecka@agh.edu.pl.

NARODZINY UKŁADU PLANETARNEGO WEDŁUG KLASYCZNYCH PODSTAW KOSMOGONII PLANETARNEJ

Marek S. Żbik (Brisbane, Australia)

Już od czasów Kopernika wiadomo, że Ziemia nie jest centrum Kosmosu ale stanowi raczej typową planetę mniej lub bardziej typowego układu planetarnego okalającego przeciętną pojedynczą gwiazdę która z kolei po orbicie okrąża centrum typowej galaktyki spiralnej jakich we wszechświecie jest prawie że nieskończenie wielka ilość. Zatem bez trudu domyślić się można że tak jak galaktyki przepelnione są dziesiątkami czy setkami miliardów gwiazd, tak i systemy planetarne powinny być bardzo często spotykanym tworem. I w istocie w ostatnich latach odkrywa się ich sporo i w chwili obecnej jest już znanych kilkaset pozasłonecznych układów planetarnych.



Ryc. 1. Obraz Galaktyki w której żyjemy pokazany z profilu wykonany w świetle 2 mikronowym. Widoczne jest wyraźne zgrubienie dysku w centralnej części i obfite ciemniejsze pasma obłoków pyłowo-gazowych w równikowej płaszczyźnie dysku Galaktyki.

Aby jednak zrozumieć mechanizmy powodujące powstanie systemów planetarnych niezwykle ważnym jest byśmy przyjrzeni się bliżej typowemu systemowi planet jakim jest nasz Układ Słoneczny, to jest

układ z pojedynczą gwiazdą centralną o średniej wielkości i masie. Jest to zatem klasyczny model układu planetarnego wypracowany w zespole Safronowa, w Instytucie Fizyki Ziemi im. Szmidta.

W jaki zatem sposób formują się układy planetarne można w skrócie przedstawić na podstawie modelu formowania się planet przedstawioną według klasycznej teorii Szmidta-Safronova.

Podstawowym pytaniem jest zatem z czego i gdzie tworzą się gwiazdy? Nie powstają one w otchłaniach przestrzeni międzygalaktycznej. Tam panuje pustkowie, brak jest budulca. Budulec, jakim są obłoki gazowo-pyłowe znajdują się wewnątrz galaktyk a ściślej mówiąc blisko płaszczyzny równika dysku galaktycznego. Obłoki te, kłębiące się w płaszczyźnie dysku galaktycznego widać wyraźnie na fotografii ukazujące naszą Galaktykę z profilu. Zatem aby mogły powstać układy planetarne potrzebne są galaktyki, potężne skupiska dziesiątek i setek miliardów gwiazd i innych rodzajów materii w tym wspomnianych obłoków gazu.

W Galaktyce, składającej się z około dwustu miliardów gwiazd takich obłoków jest pod dostatkiem. Najbardziej znanym miejscem gdzie obłoki takie można zobaczyć używając lornetki czy niewielkiego teleskopu amatorskiego, jest mgławica w konstelacji