



Wykorzystanie georadarów w praktyce geodezyjnej

# Sięgaj, gdzie wzrok nie sięga

Geodeci na całym świecie z coraz większym zainteresowaniem patrzą na georadary. Z jednej strony instrumenty te pozwalają zaoferować zupełnie nowe usługi, ale z drugiej ich profesjonalne użycie wymaga specjalistycznej wiedzy i sporego doświadczenia. Czy inwestycja w georadar jest więc warta świeczki?

**Jerzy Królikowski**

**B**ranża geodezyjna od lat interesuje się tym, co znajduje się pod ziemią, głównie uzbrojeniem terenu. Potwierdza to nasz „Raport sprzętowy”

(GEODETA 10/2016), z którego wynika, że aż 58% przebadanych firm geodezyjnych posiada wykrywacz urządzeń podziemnych. Możliwości tego sprzętu są jednak mocno ograniczone, przede wszystkim dlatego, że zapewniają jedynie informację zerojedynkową – przewód jest albo go nie

ma (a jeśli jest, to na jakiej głębokości). Ponadto wykrywanie i śledzenie niektórych instalacji jest niemożliwie lub utrudnione – np. rur PCW czy gęsto ułożonych przewodów. Poza tym instrumenty te mierzą punktowo, co utrudnia kartowanie większych obszarów.

Tymczasem przzerzucenie się na pracę z georadarem (określanym także skrótem GPR, od *Ground Penetrating Radar*) to jak przesiadka z roweru do samolotu. Jego kluczową zaletą jest to, że zapewnia znacznie większą głębię informacji. Na podstawie wskazań georadarowych można bowiem stwierdzić nie tylko obecność przewodu, ale także jego wymiary czy materiał, z którego jest zbudowany. Zresztą inwentaryzacja urządzeń podziemnych to tylko wycinek potencjalnych zastosowań georadarów. Za ich pomocą można badać glebę i budowę geologiczną, mierzyć grubość pokrywy śnieżnej czy lodowej bądź przewidywać poszukiwania archeologiczne – oczywiście wszystkie te badania są całkowicie nieinwazyjne. Nie mniej istotną zaletą GPR jest to, że sprzęt ten dostarcza danych nie punktowych,



Pomiar georadarowy na lotnisku Olsztyn-Dajtki przeprowadzony przez UWM w celu zidentyfikowania przyczyn osiadania drogi startowej

Fot. Dariusz Tomajewski



Fot. Gispro

Georadary zintegrowane z mobilnym systemem skanowania użytym przez szczecińską firmę Gispro

ale wzdłuż profili, które można przetworzyć do modelu 3D gruntu. Krótko mówiąc, georadary łatwo i szybko zapewniają ogromną ilość przydatnych informacji o tym, co znajduje się pod ziemią. Wszystko to brzmi jednak zbyt pięknie, by było prawdziwe. Gdzie więc tkwi haczyk, który sprawia, że geodetów z georadarem można zliczyć na palcach jednej ręki?

### • Jak z radarem, tylko że zupełnie inaczej

W dużym uproszczeniu GRP działa tak jak radary znane nam choćby z lotnisk. Antena nadawcza wysyła sygnał, który odbija się od badanego obiektu i powraca do anteny odbiorczej. Następnie wyliczany jest czas lotu impulsu i na tej podstawie wyznaczana jest odległość od obiektu.

W GPR sprawy znacznie się jednak komplikują. W zwykłym radarze sygnał porusza się w stosunkowo jednorodnym środowisku (tj. powietrzu), w którym prędkość rozchodzenia się impulsu jest stała. Tymczasem w przypadku georadarów prędkość fali zależy od lokalnej charakterystyki gruntu i na przykład w suchym piasku będzie większa (0,13-0,17 m/ns) niż choćby w glinie (0,05-0,13 m/ns). Sam GPR nie wyznaczy więc głębokości położenia obiektu. By ją poznać, należy wiedzieć, w jakim

gruncie mierzymy i przyjąć z podręcznikowych tabel właściwą stałą. Można też zastosować bardziej zaawansowane techniki, które nieco poprawią dokładność pomiaru.

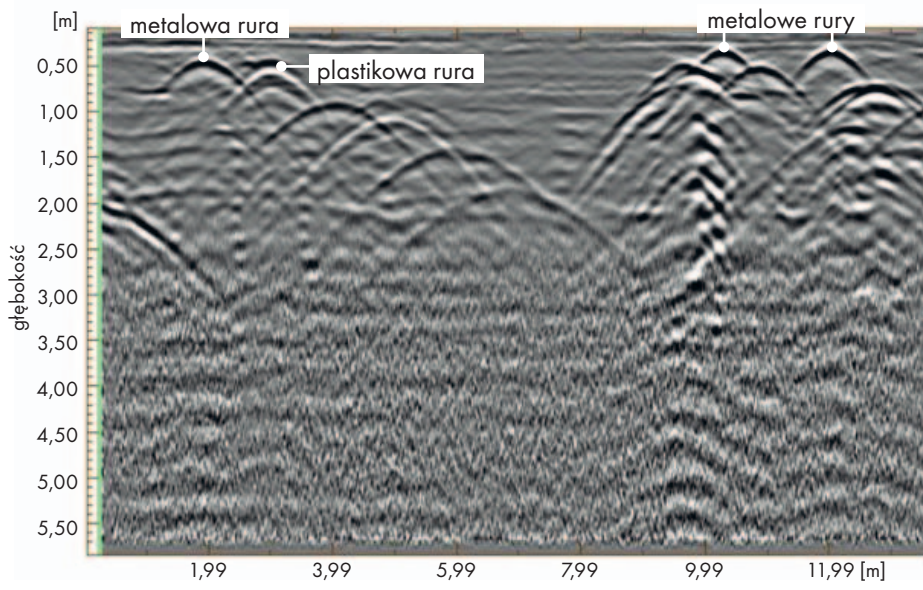
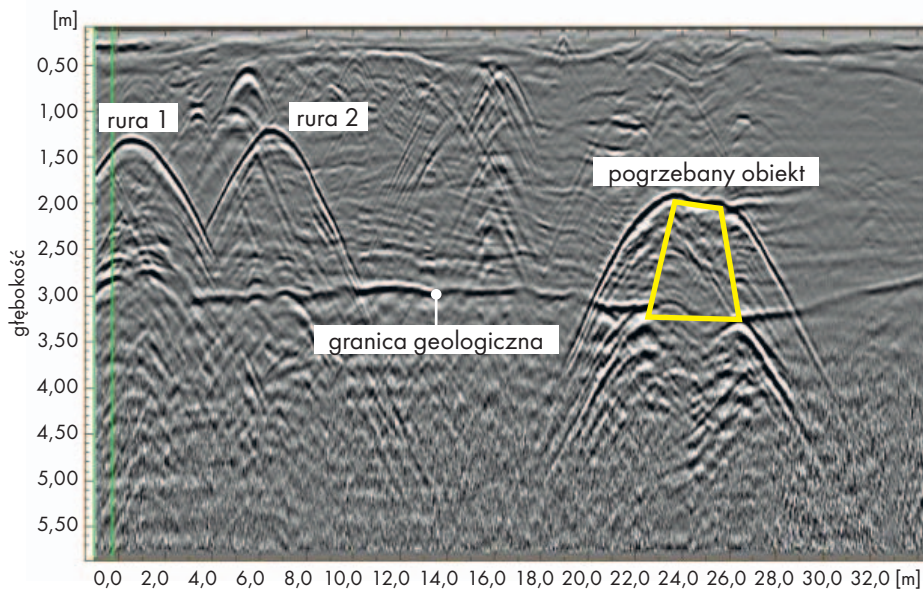
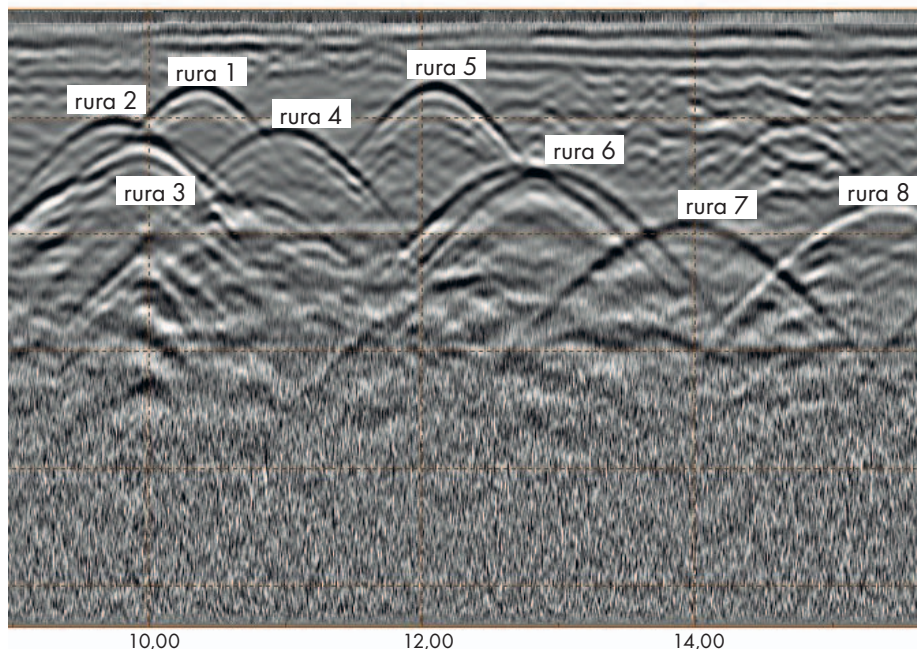
Kolejnym problemem związanym z sondowaniem gruntu jest to, że tłumioną fale elektromagnetyczne zdecydowanie silniej niż powietrze. O ile zasięg zwykłych radarów mierzony jest w dziesiątkach, a nawet setkach kilometrów, o tyle w georadarach są to raczej metry, a w niesprzyjających warunkach decymetry. Mierząc zatem tym samym instrumentem, będziemy mieli różny zasięg. Im większa przewodność gruntu, tym większe tłumienie. Przewodność zależna jest zaś od takich czynników, jak: wilgotność, porowatość, zasolenie czy temperatura. Dla przykładu: w suchym piasku tłumienie będzie zdecydowanie mniejsze niż w wilgotnym ile. To właśnie z tego powodu w specyfikacji georadarów trudno znaleźć ich zasięg bądź też podawany jest jego szeroki przedział. Bywa i tak, że wartość tę znajdziemy, ale może się znacznie różnić z rzeczywistością

Maksymalna głębokość pomiaru GPR zależna jest również od częstotliwości pracy anteny. Im niższa, tym zasięg większy – w skrajnych przypadkach może osiągać nawet kilkaset metrów. Praca

na niskich częstotliwościach ma jednak swoje wady, przede wszystkim niską rozdzielczość. Urządzenia dalekiego zasięgu są więc wykorzystywane raczej do wykrywania dużych obiektów, np. jaskiń czy tuneli. Te o wysokiej częstotliwości mogą natomiast wykrywać nawet pojedyncze elementy zbrojenia czy poszczególne warstwy drogi.

### • Co georadar miał na myśli?

Jeśli chodzi o satelitarne zobrażenia radarowe, ich podstawowa interpretacja nie powinna przysporzyć problemów nawet laikowi. Jednak profile georadarowe (zwane radargramami lub falogramami) będą dla niego już tylko niezrozumiałymi hieroglifami. O tym, jak trudno interpretować wskazania GPR, mogliśmy przekonać się podczas gorączki wokół „złotego pociągu”. Na opublikowanych przez rzekomych odkrywców zobrażeniach ów pociąg widziała cała Polska, w tym liczne grono naukowców z renomowanych uczelni. Jak jednak skończyła się ta historia, wszyscy pamiętamy. Można więc śmiało powiedzieć, że trudność w interpretacji wskazań georadaru jest główną barierą hamującą popularyzację tych instrumentów. Żeby nie być gołosłownym, w artykule zamieszczamy kilka przykładowych profili (udostępnionych dzięki uprzejmości firmy Sejscom



z Krakowa) wraz z oznaczeniem widocznych na nich obiektów.

Skąd biorą się trudności w interpretacji radargramów? W uproszczeniu fale radarowe odbijają się na granicy ośrodków o różnych właściwościach (przede wszystkim o różnej stałej dielektrycznej). Im większy kontrast, tym silniejsze odbicie. W przypadku wspomnianych wcześniej radarów kontroli ruchu lotniczego ten kontrast na granicy powietrze-samolot jest wysoki, interpretacja nie jest więc trudna. Natomiast w przypadku sondowania gruntu różnice są zdecydowanie mniejsze, a poza tym są zależne od typu gruntu.

Kolejna trudność związana z georadarą wynika z tego, że w ich przypadku musimy interpretować nie pojedynczy odbity impuls (np. od samolotu), ale cały profil, co przy niejednorodnym ośrodku propagacji fal jest kłopotliwe. W literaturze podawany jest m.in. przykład piasku, który świeżo po usypaniu może być widoczny na profilu jako jednolity ośrodek, jednak wraz z biegiem czasu będą się w nim tworzyć różne struktury (np. grudki czy warstwy). Tak więc początkowo zagrzebane w nim obiekty będą widoczne „jak na dłoni”, później jednak będą się coraz mniej odróżniać od otoczenia.

Kolejnym czynnikiem utrudniającym interpretację zobrażeń georadarowych jest to, że GPR rejestruje impulsy odbite od obiektów znajdujących się również z dala od osi anteny. To właśnie dlatego niektóre przedmioty odwzorowują się na profilach w formie hiperboli (tzw. dyfrakcyjnej), w wierzchołku której znajduje się badany obiekt.

## • Wędkowanie na USG

O doświadczenia związane z interpretacją radargramów zapytaliśmy użytkowników georadarów. – To trochę jak interpretowanie wskazań soplawika podczas wędkowania. Jego zanurzenie nie zawsze oznacza branie, i analogicznie: nie zawsze zakrzywienie linii na wykresie georadarowym oznacza anomalię – wyjaśnia Michał Rutkowski z firmy mrGeo, która własny GPR użytkuje od półtora roku. – Owszem, interpretacja nie jest łatwa, ale jeśli ktoś potrafi dostrzegać subtelne zmiany w tym, co obserwuje, zdecydowanie sobie poradzi. My pierwsze kroki stawialiśmy przy ekspercie, który dostarczył nam georadar i pokazał, o co w tym wszystkim chodzi. Potem było już z górki – mówi. Michał Rutkowski zwraca jednocześnie uwagę, że w przypadku jego firmy kluczem do wypracowania skutecznych metod użycia georadarów było przeprowadzenie licznych testowych

Źródło: Georadary.pl

Przykładowe profile georadarowe wraz z ich interpretacją

skanów, wykonanie w ich miejscu odkrywek, a następnie porównanie wyników. – Takie eksperymenty oczywiście oznaczały dla nas dodatkowe koszty, ale dzięki temu dziś jesteśmy w stanie spełnić wyśrubowane wymagania dokładnościowe naszych klientów – podkreśla.

– Interpretacja faktycznie jest trudna, ale wiele zależy od specyfiki pomiaru: poszukiwanych obiektów, ośrodka geologicznego, otoczenia terenu pomiaru oraz od doświadczenia operatora – mówi z kolei dr Grzegorz Grunwald, który na Wydziale Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa UWM w Olsztynie zajmuje się georadarami. – Jeśli przedmiotem pomiarów będzie rura o średnicy 1 m zakopana 15 lat temu w zwykłym piasku, sam proces interpretacji nie powinien przysporzyć problemów nawet początkującej osobie. Jednak im bardziej skomplikowany przypadek, tym większą rolę zaczynają odgrywać funkcje przetwarzające dane, doświadczenie operatora, zgromadzone wcześniej materiały, wywiad środowiskowy, odkrywka lub odwierty kontrolne. Z punktu widzenia pomiarów metrycznych istotne jest wyznaczenie prędkości fali w ośrodku z możliwie największą dokładnością, bowiem z nią będzie wiązał się błąd wyznaczenia głębokości – mówi. Jak dodaje, dla początkujących użytkowników odpowiedni kurs jest z pewnością dobrym punktem wyjścia, ale nic nie zastąpi doświadczenia zdobytego bezpośrednio w terenie.

Podobne zdanie ma Aleksander Cianciara z krakowskiej firmy Sejscom będącej krajowym dystrybutorem GPR. – Poprawna interpretacja radargramów nie wymaga szczególnie długich szkoleń, ale przede wszystkim dużego doświadczenia. To trochę jak z USG. Pacjent zobaczy na ekranie czarno-białe plamki, a doświadczony lekarz wątrobę czy nerki. Choć w sumie pomiary georadarowe są prostsze, bo pewne kategorie obiektów dają bardzo charakterystyczne odbicie – wyjaśnia. Podkreśla ponadto, że na rynku pojawiają się nowe kategorie sprzętu, które znacznie ułatwiają interpretację skanów. – W georadarach typu stream stosowane są wielokanałowe anteny. Nawiązując znów do terminologii medycznej, wykonują one swego rodzaju tomografię terenu, na której nie mamy już tych charakterystycznych hiperboli, ale wyraźne zarysy poszczególnych obiektów. Poza tym dają one większą pewność pomiaru, czyli zdecydowanie mniejsze prawdopodobieństwo, że na profilu jakiś obiekt się nie odwzoruje. Te większe możliwości przekładają się jednak na zdecydowanie wyższą cenę, która zaczyna się od 80 tys. euro – mówi Aleksander Cianciara. Dodaje jednocześnie, że kiedyś po-

dejmowano próby opracowania algorytmów, które usprawniłyby interpretację radargramów. Ich rezultaty były jednak niezadowolające.

## • Moc zastosowań

Przegląd witryn internetowych producentów georadarów lub czasopism naukowych pokazuje, że spektrum zastosowań GPR jest niezwykle szerokie. Z punktu widzenia geodetów kluczowe wydaje się wspomniane na wstępie wykrywanie urządzeń podziemnych. Niezainwentaryzowane rury i przewody są zmorą niemal każdej inwestycji toczącej się w mieście. Przykładowo, budowa centralnego odcinka II linii warszawskiego metra tylko z tego powodu opóźniła się o ponad rok! Czy zastosowanie georadaru pomogłoby

zmniejszyć skalę problemu? Jak można przeczytać w rozprawie doktorskiej Łukasza Otryła (<http://bit.ly/2k6rjea>) z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, tak, ale w ograniczonym zakresie. W przypadku przewodów o mniejszej średnicy znajdujących się w pewnych typach gruntu (szczególnie pod jezdnią) ich wykrywanie jest bowiem mocno utrudnione, a czasem nawet niemożliwe. W jego badaniach na jednym z poligonów testowych z 9 przewodów dzięki georadarowi udało się wykryć tylko 6. Jeśli chodzi o dokładność wyznaczania położenia, to w eksperymentach Łukasza Otryła wyniosła ona około 10 cm sytuacyjnie, a wysokościowo – 15-25% głębokości w przypadku przyjęcia prędkości rozchodzenia się fali z tabeli, a 10-12% przy zastosowaniu bar-

REKLAMA

WYŁĄCZNY DYSTRYBUTOR W POLSCE

# ToRoPoL

ISTNIEJEMY NA RYNKU OD 1989



**GSSI**  
ŚWIATOWY LIDER NA RYNKU GEORADARÓW

**Georadary do bezinwazyjnych badań:**

- geotechnicznych
- geologicznych
- inżynierskich
- archeologicznych

Najnowocześniejsze jednostki i oprogramowanie współpracujące z antenami od 16 do 2600 MHz.



[www.geo-radary.pl](http://www.geo-radary.pl)  
[www.gssi.com.pl](http://www.gssi.com.pl)  
[www.toropol.pl](http://www.toropol.pl)

tel: +48 22-519-40-70  
fax: +48 22-519-40-80

ul. Czarna Droga 29  
03-520 Warszawa  
e-mail: [toropol@toropol.pl](mailto:toropol@toropol.pl)

## Krótką historia georadaru

Możliwość wykorzystania fal radiowych do detekcji obiektów po raz pierwszy zademonstrował Christian Hülsmeier. W 1903 roku udowodnił on, że technologia ta pozwala wykryć w gęstej mgłę statek wpływający do portu. Siedem lat później Gotthelf Leimbach oraz Heinrich Löwy wykazali, że mikrofały są przydatne również do wykrywania zakopanych obiektów. Jako zasadniczy początek historii georadarów uznaje się jednak rok 1929, gdy Austriak W. Stern wykonał pomiar głębokości lodowca. Wydarzenie to nie spotkało się jednak z większym zainteresowaniem.

Silnym bodźcem dla rozwoju radarów była II wojna światowa, podczas której Brytyjczycy zaczęli je wykorzystywać do wykrywania niemieckich bombowców. To właśnie wtedy zaczęto określać tę technologię terminem radar (*RA*dio *D*etection *A*nd *R*anging). Jeśli chodzi o georadary, na ich dynamiczny rozwój trzeba było czekać do początku lat 70. To właśnie wtedy zaczęto je stosować w różnorodnych badaniach naukowych – np. Amerykanie wystali georadar na Księżyc, z kolei Rosjanie mierzyli za ich pomocą wieloletnią zmarzlinę. Sprzęt znalazł także szerokie zastosowanie w wojsku, np. armia USA wykrywała dzięki nim kryjówki wietnamskich żołnierzy. Ich wykorzystanie wciąż jednak miało przede wszystkim charakter eksperymentalny. Na przełomie lat 80. i 90. technologia ta okrzepła i stała się łatwiej dostępna oraz masowo stosowana. Koniec XX i początek XXI w. to z kolei okres znacznego postępu technologicznego dotyczącego zarówno samych georadarów, jak i oprogramowania do obróbki danych. Przewiduję się, że w najbliższych latach głównym trendem w zakresie rozwoju tych instrumentów będzie ich specjalizacja. Trudny w interpretacji radargram ma być tylko produktem pośrednim, bo potrzebne użytkownikowi informacje zapewni mu odpowiednio skonfigurowany georadar. Już teraz na rynku dostępne są GPR przeznaczone np. do pomiaru nawierzchni drogowej czy pokrywy śnieżnej.

dziej złożonych metod. Generalnie błąd był jednak nie większy niż w przypadku wykrywaczy urządzeń podziemnych.

W ocenie naukowca z AGH georadary okazują się znacznie bardziej przydatne w inwentaryzacji obiektów budowlanych. Pozwalają np. skutecznie wykrywać i mierzyć zbrojenia w konstrukcjach żelbetowych. Takie informacje znajdują zastosowanie zarówno na etapie inwentaryzacji powykonawczej, jak i w przygotowaniach do renowacji wiekowych konstrukcji (to coraz bardziej modne tematy szczególnie w kontekście popularyzacji BIM-u).

Georadary przydają się również w badaniach nawierzchni drogowych. W krajach zachodnich są chętnie stosowane przede wszystkim do kontroli ukończonych inwestycji. Pozwalają bowiem dość dokładnie określić, czy poszczególne warstwy nawierzchni mają odpowiednią grubość oraz czy zostały poprawnie ułożone.

GPR można także wykorzystać do modelowania podziemnych obiektów – krypt, piwnic czy tuneli. W przypadku opisanym w doktoracie udało się stworzyć model 3D podziemnych pomieszczeń krakowskiej bazyliki jezuitów z dokładnością około 20 cm. Z innych geodezyjnych zastosowań tego sprzętu Łukasz Otryl wymienia poszukiwanie

dawnych szybów i zapadlisk czy badanie przyczyn osiadania budynku.

Ta ciekawa rozprawa doktorska dowodzi, że GPR może być bardzo przydatnym narzędziem w pracy geodety. Ale czy jest nim w praktyce? Choć o zakupie georadaru myśli wiele firm z branży, to na razie na taką inwestycję zdecydowali się nieliczni. Jednym z pierwszych śmiazków była szczecińska spółka Gispro, która nabyła georadar jeszcze w poprzedniej dekadzie, razem z mobilnym systemem skanowania. Jak mówi dyrektor Zakładu Geomatyki i Teledetekcji Naziemnej Dawid Chodara, sprzęt znajduje zastosowanie głównie w inwentaryzacji podziemnych instalacji, a zamawiającymi są zarówno podmioty prywatne, jak i publiczne. Poza tym GPR wykorzystywany jest w pracach archeologicznych oraz badaniach nawierzchni drogowej – w kraju i zagranicą.

Z kolei firma mrGeo otrzymuje coraz więcej zleceń od krajowego operatora gazociągów przesyłowych, dla którego potwierdza przebieg infrastruktury wraz z jej dokumentowaniem. Ponadto we współpracy z pewną spółką badawczą wykonuje bezinwazyjne pomiary zmian w strukturze rurociągów (tu GPR jest tylko jedną z kilku użytych technologii).



Naukowcy z Wydziału Geodezji i Kartografii PW wykorzystali georadar m.in. w poszukiwaniach nieznanych grobów na terenie obozu pracy w Treblince

– Realizujemy również prace nietypowe, w których wykorzystanie georadaru nie zawsze jest oczywiste, jak np. lokalizowanie deformacji dna zbiornika retencyjnego w celu zaprojektowania i zaplanowania działań naprawczych – wyjaśnia Michał Rutkowski.

Georadarami coraz bardziej interesują się również wydziały geodezji na wyższych uczelniach. Z oczywistych względów ze sprzętem tym od dawna pracują badacze z Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH, gdzie nowoczesny georadar kupiono już w 2000 roku. Od 2011 r. własny tego typu sprzęt (a dziś już trzy sztuki) ma również UWM w Olsztynie. Jak mówi dr Grzegorz Grunwald, choć instrumenty wykorzystywane są głównie w pracach naukowych, to mają już na koncie kilka praktycznych zastosowań. Za ich pomocą badano m.in. uszkodzenia wałów przeciwpowodziowych przez ssaki, wyznaczano granice gruntów organicznych na terenach przeznaczonych pod inwestycje oraz wykonywano pomiary na zlecenie policji, prokuratury czy archeologów. Czy dostęp do sprzętu mają również studenci? – Na razie nie wykorzystujemy go w zajęciach dydaktycznych, ale staramy się angażować studentów w nasze prace badawcze doty-



Fot. Uniwersytet Szczeciński

Badania georadarowe prowadzone przez Gispro dla Katedry Archeologii Uniwersytetu Szczecińskiego w celu zbadania dna akwenu pod kątem krajobrazów zatopionych

czące georadarów. Podjęliśmy już jednak działania, które doprowadzą do włączenia pomiarów georadarowych do programu kształcenia na kierunku geodezja i kartografia – zapowiada dr Grzegorz Grunwald.

#### • Na zakupy

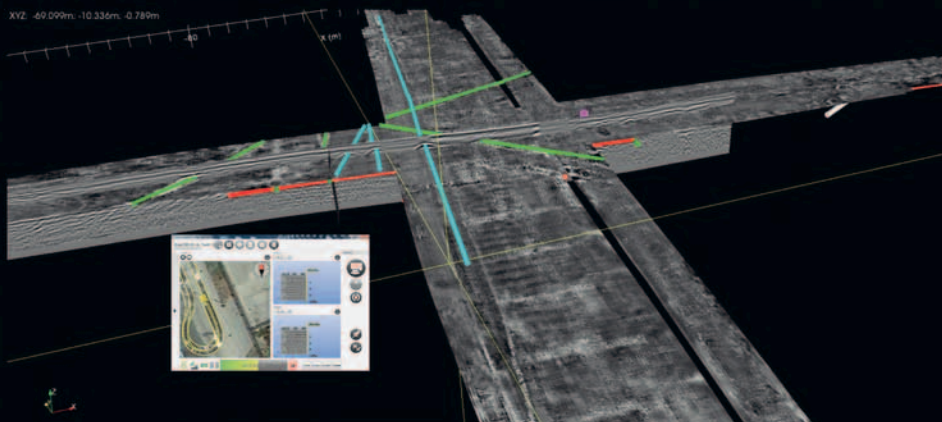
Geodeta chcący kupić georadar może poczuć się przytłoczony sporą liczbą instrumentów dostępnych w sprzedaży,

a przede wszystkim ich różnorodnością. O radę, co wybrać, pytamy więc jednego z dystrybutorów. – Podstawowym parametrem GPR jest częstotliwość pracy anteny, w przypadku której musimy osiągnąć kompromis pomiędzy zasięgiem pomiaru a rozdzielczością – mówi Aleksander Cianciara. – Geodetom, którzy chcą wykorzystywać georadar do wykrywania urządzeń podziemnych, polecił-

REKLAMA

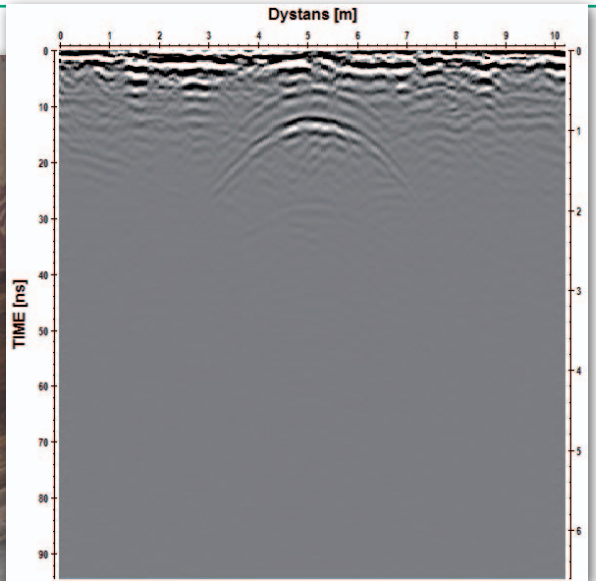
# GEORADARY PL

## JAKOŚĆ, INNOWACJA I PROFESJONALIZM



SEJSCOM S.C.  
os. Złotej Jesieni 6 pok. 68  
31-826 Kraków

www.georadary.pl  
info@georadary.pl  
tel: (12) 642-86-70  
kom: 694-197-440  
kom: 790-790-253



Fot. UWM

*Efektom pomiarów georadarowych studentów z UWM było m.in. odnalezienie groty znajdującej się w podziemiach kościoła w Wigrach*

bym sprzęt pracujący na dwóch częstotliwościach: 200 MHz i 600-700 MHz. Pierwsza oferuje większy zasięg (teoretycznie do 6 m, a w polskich warunkach – do około 3 m), ale wykryje tylko większe obiekty, np. rury kanalizacyjne. Druga ma dwa razy mniejszy zasięg, ale większą rozdzielczość. Michał Rutkowski podkreśla natomiast, że georadar nie jest urządzeniem uniwersalnym i – podobnie jak tachimetr – powinien być kupowany pod konkretny asortyment prac.

W ocenie Aleksandra Cianciary z punktu widzenia geodety warto zwracać uwagę na możliwość integracji GPR ze sprzętem pomiarowym. Nie tylko odbiornikiem GPS, ale również tachimetrem. Istotną cechą są także funkcje oprogramowania polowego: wyświetlanie różnych podkładów mapowych (zarówno z plików, jak i usług sieciowych), generowanie raportów czy eksport do formatów inżynierskich, np. DXF. Pełen zestaw oferujący takie funkcje kosztuje od 20 tys. euro, a jeśli to dla kogoś za drogo, można spróbować kupić sprzęt używany (wtedy cena stopnieje do około 50-60 tys. zł) bądź go wypożyczyć. Tę ostatnią opcję przez pewien czas praktykowała firma mrGeo (sprzęt wynajmowała wraz z operatorem), ale – jak podkreśla Michał Rutkowski – było to stosunkowo drogie rozwiązanie.

Choć wybór georadarów jest na polskim rynku spory, to w ofercie firm zajmujących się sprzętem geodezyjnym wciąż stanowią

one rzadkość. Wyjątkiem jest szwajcarska Leica Geosystems, która rozpoczęła sprzedaż tych urządzeń w połowie ubiegłego roku. W swoim portfolio ma zarówno proste, dwuczęstotliwościowe georadary, jak i mobilne systemy kartowania, w których GPR zintegrowany jest ze skanerem laserowym i cyfrowymi kamerami.

## ● Optymistyczne podziemne perspektywy

Czy georadar ma szansę stać się standardowym wyposażeniem większej firmy geodezyjnej? To zależy od popularności tej metody wśród potencjalnych klientów. Na razie – jak przyznają nasi rozmówcy – jest ona umiarkowana. – Szczególnie od czasu słynnego złotego pociągu obserwujemy rosnące zainteresowanie pomiarami georadarowymi. Wciąż jednak musimy uświadamiać klientów co do ich zalet i generalnie nie używamy tej metody tak często, jakbyśmy tego chcieli – przyznaje Dawid Chodara z Gispro.

– Co nie jest zaskakujące, zainteresowanie rynku badaniami georadarowymi wzrasta dopiero, gdy klient dowiaduje się, że można wykorzystać GPR bez narażania się na koszty odszkodowań lub w terenach, gdzie pozyskanie informacji metodami tradycyjnymi jest niewykonalne lub bardzo mało wiarygodne. Samo „mało wiarygodne” nie zawsze naprowadza klienta na nowszą technologię – mówi Michał Rutkowski.

Aleksander Cianciara zauważa ponadto, że wykorzystanie georadarów w inwentaryzacji podziemnej infrastruktury jest wciąż mało popularne nie tylko w Polsce, ale i w krajach zachodnich. Wyjątkiem jest Wielka Brytania, gdzie wypracowano szczegółowe procedury pomiaru urządzeń podziemnych za pomocą różnych technologii, w tym GPR.

Mimo to rynek badań gruntu wygląda bardzo obiecująco, a geodeci mają wszelkie predyspozycje, by odgrywać na nim istotną rolę. – W pomiarach georadarowych często kluczowe jest precyzyjne wyznaczenie współrzędnych anteny radarowej w ściśle określonym czasie. Obecnie stosuje się w tym celu odbiornik GNSS, ale ma on wiele ograniczeń, których my, geodeci jesteśmy bardziej świadomi – mówi dr Grzegorz Grunwald. Jak dodaje, do poprawnego przeprowadzenia pomiarów georadarowych nierzadko należy dokładnie określić nachylenie terenu. Ponadto przy interpretacji radargramów niezwykle przydatna okazuje się mapa geodezyjna. – Jeśli geodeta jest świadom wad i ograniczeń technologii GPR, z pewnością będzie ją w stanie skutecznie zaadaptować w pracach geodezyjnych – ocenia dr Grzegorz Grunwald.

– Georadary pozwalają ustalać przebieg instalacji podziemnych znacznie taniej, skuteczniej, dokładniej i bezpieczniej niż w przypadku tradycyjnych odkrywek. Mogą także posłużyć do wykonywania przewiertów sterowanych, zwłaszcza w miejscach gęsto uzbrojonych, czy do kontroli prawidłowości przebiegu właśnie wykonanego przewiertu – mówi Michał Rutkowski z mrGeo. – Inwestując w georadar, geodeta przestaje być więc specjalistą od nanoszenia kresiek, ale staje się pełnoprawnym inspektorem przebiegu procesu budowlanego – podsumowuje.

**Jerzy Królikowski**