

Ocena organicznego podłoża gruntowego za pomocą metody GPR

Organic subsoil assessment using GPR method



Mariola Konopko

mgr inż.

uczestnik studiów doktoranckich na Politechnice Białostockiej (dyscyplina Budownictwo)

mariola.konopko92@gmail.com



Małgorzata Ewa Wysocka

mgr inż.

Politechnika Białostocka, Zakład Geotechniki

m.wysocka@pb.edu.pl

Streszczenie: Prawidłowe rozpoznanie podłoża gruntowego oraz określenie stopnia złożoności warunków gruntowo-wodnych są niezwykle ważne w procesie projektowania i realizacji obiektów liniowych. Precyzyjne określenie budowy badanego ośrodka oraz zlokalizowanie wszystkich jego nieciągłości i anomalii metodami klasycznymi jest niemożliwe ze względu na punktowy charakter badań geotechnicznych. Można wówczas wykorzystać nieniszczące metody geofizyczne, w tym metodę GPR. Przeprowadzona analiza wykazała, że technika georadarowa może być wykorzystywana do zobrazowania granic warstw organicznych w podłożu gruntowym.

Słowa kluczowe: Metoda georadarowa (GPR); Bezinwazyjne badanie podłoża gruntowego; Grunty organiczne

Abstract: In the design and realisation process of the linear objects it is extremely important to identify ground properties and specify the extent of the complexity of hydrogeological conditions. Aiming at detailed site identification as well as proper discontinuity and anomaly detection is impossible in the light of the point character of geotechnical investigations. In order to deal successfully with such impediments, various non-invasive geophysical methods, including the ground penetrating method, are worth using. The analysis carried out proves that the GPR technique can be used for illustrating the boundaries of the organic layers in the subsoil.

Keywords: Ground penetrating radar method (GPR), Non-invasive ground investigation, Organic soils

Obecność w podłożu gruntów organicznych, przy jednoczesnym występowaniu wysokiego poziomu wód gruntowych, wymaga zastosowania odpowiedniego ulepszenia podłoża. Prawidłowy dobór wzmocnienia wymaga jednak bardzo dokładnego rozpoznania warunków panujących w podłożu. W przypadku obiektów liniowych, takich jak trasy komunikacyjne, klasyczne badania polowe mogą jednak nie dostarczyć odpowiedniej ilości informacji, szczególnie pomiędzy punktami badawczymi.

Metoda georadarowa GPR (ang. Ground-Penetrating Radar) jest jedną z metod geofizycznych, która w sposób nieniszczący dostarcza wiedzy na temat budowy podłoża gruntowego i lokalizacji obiektów podpowierzchniowych. U podstaw badania leży technika elektromagnetyczna, bazująca na emitowaniu, wzbudzanych w sposób sztuczny, impulsów elektromagnetycznych o wysokich częstotliwościach oraz rejestracji fal odbitych od granic ośrodków o od-

miennych właściwościach [8]. Sygnał, przechodząc przez kolejne warstwy różniące się między sobą właściwościami, zmienia się. Fale ulegają takim zjawiskom, jak: odbicie, załamanie, interferencja, dyfrakcja, rezonans czy tłumienie, zaś analiza tych zmian umożliwia rozpoznanie podłoża [9]. Ponadto, im bardziej wyraźna jest różnica parametrów względnych pomiędzy dwoma materiałami, tym łatwiej można zaobserwować zmianę sposobu propagacji fali elektromagnetycznej na ich granicy.

Zasady metody GPR

Właściwościami podłoża, które w największym stopniu wpływają na rozchodzenie się fali elektromagnetycznej są: przenikalność magnetyczna, przenikalność dielektryczna oraz przewodność ośrodka. Wymienione parametry mogą się od siebie znacząco różnić w zależności od budowy litologicznej podłoża i jego składu chemicznego, porowatości i zawodnienia, stopnia rozluźnienia, czy

też zasolenia [3]. Jednak podstawowym czynnikiem charakteryzującym pole elektromagnetyczne jest bezwzględna przenikalność elektryczna, czyli przenikalność dielektryczna. W praktyce częściej stosowany jest parametr względny, określany też jako stała dielektryczna [1]. Jest to stosunek przenikalności elektrycznej materiału do stałej elektrycznej, czyli przenikalności elektrycznej próżni(1):

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (1)$$

Uwzględnienie wpływu różnych czynników na cechy elektryczne badanych ośrodków jest bardzo trudne. Badania eksperymentalne pozwoliły jednak na przybliżone określenie wielkości stałej dielektrycznej dla różnych materiałów, która może się wahać w granicach od 1 do 88, przykładowo: grunt gliniasty 4-15, grunt gliniasto-piaszczysty 4-20, grunt piaszczysty 4-30, woda 78-88, lód 3-8 [10].

Konstrukcja georadarów stosowanych w badaniach podłoża gruntowe-

go składa się z takich elementów, jak: antena nadawcza i odbiorcza, nadajnik i odbiornik oraz zespół rejestrujący jednostki centralnej z komputerem. Impuls elektromagnetyczny wzbudzany przez nadajnik i emitowany w głąb podłoża za pomocą anteny nadawczej rozchodzi się w ośrodku, zaś impuls odbity rejestrowany jest przez antenę odbiorczą i przetwarzany cyfrowo w odbiorniku [2]. Jednostka centralna powinna umożliwiać kontrolę pracy całego układu, koordynację zegarów nadajnika i odbiornika, zapisywanie amplitud odbieranej fali elektromagnetycznej i przedstawianie wyników w postaci echogramów [3]. Antenę można traktować jako zasadniczy element georadaru zapewniający odpowiednią dokładność pomiarów. Oprócz anten mono i bistatycznych, istnieją także anteny liniowe i aperturowe, anteny ekranowane i nieekranowane. Obecnie, najczęściej stosowane są anteny ekranowane, których główną zaletą jest ukierunkowanie generowanego impulsu elektromagnetycznego. Anteny pracujące w georadarach mogą być rozróżniane również pod względem szerokości pasma częstotliwości emitowanych sygnałów.

Pomiary georadarowe należy przeprowadzać w taki sposób, aby uzyskać jak najbardziej dokładne informacje dotyczące badanego ośrodka i jednocześnie maksymalnie wyeliminować ewentualnie powstające błędy [7]. Podstawowymi technikami wykonywania pomiarów przy użyciu georadaru są profilowania refleksyjne, profilowania prędkości, prześwietlenia oraz profilowania otworowe [10]. Stosowanie profilowań refleksyjnych, profilowań prędkości lub prześwietleń nie zmienia zasadniczo sposobu samego pomiaru. W każdym przypadku, anteny przesuwane są bowiem wzdłuż przyjętej linii profilowej, jednak uzyskiwane wyniki diametralnie się różnią [6]. W trakcie równoczesnego przesuwania wzdłuż badanego profilu anten nadawczej i odbiorczej, otrzymywane są sekcje czasowe, które po odpowiedniej obróbce obrazują budowę geologiczną podłoża [2]. W celu skorelowania uzyskanych informacji z głębokością na jakiej występuje przeszkoda, należy posłużyć się metodą profilowania prędkości. Niezbędne jest

bowiem określenie prędkości fali elektromagnetycznej. Obie techniki są więc ze sobą w pewnym stopniu powiązane [5]. Podstawową różnicą jest jednak sposób ustawienia anten nadawczej i odbiorczej. W przypadku profilowania refleksyjnego zazwyczaj stosowany jest równoległy układ anten bistatycznych, położonych względem siebie w niewielkiej odległości, które są następnie równocześnie przesuwane wzdłuż planowanej trasy [7]. O ile w profilowaniach refleksyjnych możliwe jest stosowanie anten monostatycznych, to w profilowaniach prędkości najwygodniej jest posługiwać się nieekranowanymi antenami bistatycznymi. Istotą metody jest bowiem obserwacja linii refleksyjnych rejestrowanych podczas kolejnych zmian rozstawu anten.

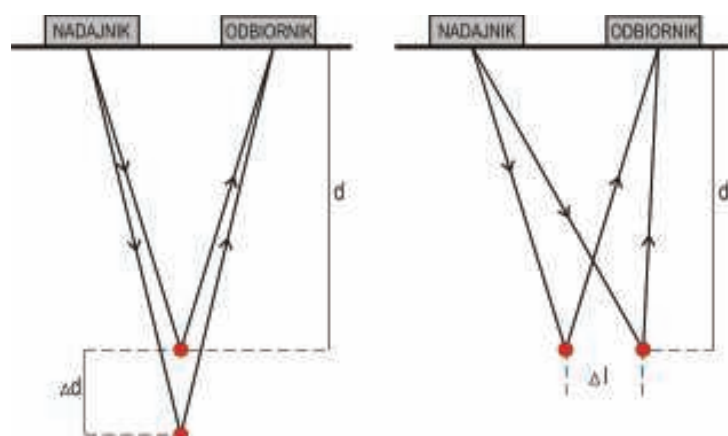
Maksymalny zasięg głębokościowy oraz rozdzielczość metody georadarowej w głównej mierze zależą od przewidywanych warunków gruntowych i przyjętej do badań anteny, której zadaniem jest wzbudzenie fali elektromagnetycznej o konkretnej częstotliwości. Maksymalny zasięg metody GPR uzależniany jest zwykle od przewidywanej głębokości, do której konieczne jest rozpoznanie podłoża gruntowego [4]. Sygnał emitowany w głąb ośrodka charakteryzuje się określoną częstotliwością. Wykorzystywanie wyższych częstotliwości skutkuje zmniejszeniem zasięgu propagacji fali elektromagnetycznej w gruncie i jednoczesnym zwiększeniem dokładności pomiarów. Równoległe, przy niższych częstotliwościach impuls penetruje głębiej, jednak widoczne są jedynie większe obiekty i wyraźniejsze granice utworów. Zależność tę wyja-

śnić można zjawiskiem tłumienia, które rośnie wraz ze zwiększeniem częstotliwości fali. Głębokość, na jaką dociera wzbudzona energia, uzależniona jest również od długości i prędkości fali elektromagnetycznej, czyli pośrednio od właściwości elektromagnetycznych badanych ośrodków. Na uzyskiwane echogramy duży wpływ ma także szybkość przesuwania sprzętu po podłożu, którą dobiera się w zależności od parametrów pomiaru. Nieodpowiednia prędkość lub jej nagłe zmiany szczególnie niekorzystnie oddziałują na pomiary prędkości fal elektromagnetycznych w ośrodku, zakłócają bowiem kąty nachylenia odbijanych refleksów. Zaburzenia odczytów mogą też wynikać z nieodpowiedniego przylegania anten do powierzchni terenu. Oznacza to, że na wielkość strat sygnału rozchodzącego się w głąb badanego podłoża ma wpływ wiele czynników.

Zasięg głębokościowy metody georadarowej jest silnie związany z jej rozdzielczością. Odróżnianie poszukiwanych obiektów, które leżą wzdłuż płaszczyzny pionowej i prostopadle do kierunku badania, nazywane jest rozdzielczością pionową. Natomiast, gdy obiekty zlokalizowane są wzdłuż płaszczyzny poziomej i równoległe do kierunku badania, wówczas można mówić o rozdzielczości poziomej [10]. Schematycznie powyższy podział pokazano na rysunku 1.

Lokalizacja odcinków badawczych

W ramach badań podłoża gruntowego metodą georadarową wykonane zostały profilowania geofizyczne, któ-



1. Rozdzielczość pionowa i pozioma (na podstawie [6])

re znajdują się w ciągu projektowanej do przebudowy drogi gminnej. Badane tereny zlokalizowane są w pobliżu miejscowości Ruda, w gminie Krypno, w powiecie monieckim, w województwie podlaskim. Dokładne położenie wykonanych profili zostało oznaczone na rysunkach 2 i 3. Analizowana droga przebiega przez równinne tereny wiejskie, czyli grunty orne i łąki z luźną zabudową jednorodziną. Obecnie po części jest drogą o nawierzchni asfaltowej (w pobliżu profilu nr 1), a po części utwardzoną drogą gruntową (w pobliżu profili nr 2 i nr 3). Wygląd i stan techniczny dróg objętych planem przebudowy

przedstawia fotografia 4.

Badane tereny leżą we wschodniej części gminy Krypno, pod względem fizyczno-geograficznym zaliczane są więc do mezoregionu Wysoczyzny Białostockiej i makroregionu Niziny Północnopodlaskiej. Według informacji Centralnej Bazy Danych Geologicznych wpływ na budowę stratygraficzną obszaru miały Zlodowacenia Środkowopolskie, w wyniku których wykształcił się staroglacjalny krajobraz, tj. piaski i żwiry sandrowe. Ponadto, analizowane obszary należą do zlewni rzeki Narew, której unikalną cechą jest jej anastomozujący charakter. Profil nr 1 położony jest w po-

blizu ciekulików, zaś profile nr 2 i 3 – w pobliżu ciekulików Jaskranka. Zmiany położenia koryt rzecznych i powstawanie starorzeczy (informacje potwierdzone wywiadem środowiskowym) spowodowały, że w ich pobliżu w holocenie wykształciły się takie grunty, jak: piaski, żwiry i mady rzeczne oraz grunty organiczne (torfy i namuły). Grunty organiczne z racji swojego pochodzenia są gruntami odkształcalnymi, w związku z czym nie mogą stanowić stabilnego podłoża projektowanej drogi. Pozostawienie w podłożu warstwy torfów może skutkować w przyszłości nierównomiernym osiadaniem nawierzchni i jej przyspieszonym niszczeniem. Niezmiernie ważne jest zatem nie tylko rozpoznanie tych gruntów, ale także określenie zasięgu ich występowania na danym terenie, tzw. ich okonturowanie.

Aparatura pomiarowa

W zależności od przewidywanych warunków badania i oczekiwanych rezultatów należy dobrać odpowiedni sprzęt oraz parametry pomiarowe. W przypadku badań georadarowych podłoża przedstawionych w artykule wykorzystano lotewski georadar o nazwie Zond-12e, będący własnością Politechniki Białostockiej. Kompletny zestaw składa się z jednostki centralnej podłączonej do komputera, anten o różnej częstotliwości, niezbędnych kabli i przewodów oraz taśmy mierniczej lub kółka pomiarowego – drogomierza (rys. 5).

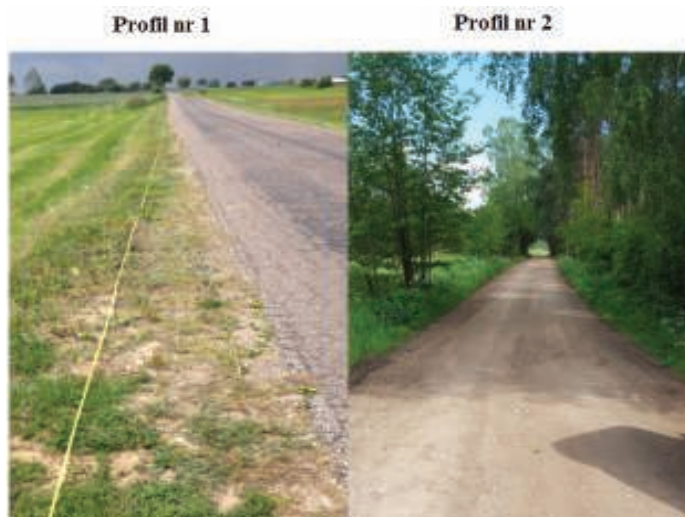
Przed przystąpieniem do zasadniczych pomiarów należy wytyczyć w terenie punkty badawcze, w miarę możliwości oczyścić podłoże z elementów zaburzających obraz np. kamieni oraz rozwinąć taśmę pomiarową, określając tym samym trasę przejścia georadaru po danym profilu. Właściwy pomiar najlepiej przeprowadzać przez dwie osoby. Zadaniem operatora jest przejście z georadarem po danym profilu z zachowaniem stałej prędkości oraz dbanie o prawidłowe przyleganie sprzętu do podłoża. Są to elementy niezmiernie ważne w technice profilowania refleksyjnego, stosowanej do prowadzenia badań [2]. W trakcie przesuwania anteny po profilu otrzymywane są bowiem sekcje czasowe, które następnie umożliwi-



2. Mapa topograficzna z lokalizacją terenu objętego interpretacją (na podstawie [11])



3. Usytuowanie punktów badawczych profili nr 1-3 (na podstawie [11])



4. Widok na drogi objęte planem przebudowy



5. Georadar Zond-12e

ją zobrazowanie granic geologicznych. Jednocześnie, osoba sterująca pomiarem powinna dobrać odpowiednie parametry pomiarowe oraz wstępnie interpretować dane uzyskiwane w czasie badania, które są prezentowane na wyświetlaczu komputera w trakcie trwania pomiarów. Otrzymane wyniki są zapisywane na dysku twardym komputera, co umożliwi późniejszą obróbkę i filtrację danych. Nieodzownym elementem aparatury radarowej jest oprogramowanie kompatybilne z georadarem. W niniejszej pracy posłużono się programem Prism2 dedykowanym georadarowi Zond-12e. W trakcie kalibracji sprzętu program wysyła komunikaty o ewentualnych błędach i podaje możliwości rozwiązania problemu, co znacznie ułatwia pracę.

Celem powiązania danych otrzymanych z badań metodą georadarową wykonano klasyczne badania geotechniczne. Rozpoznanie podłoża gruntowego wykonano przy użyciu udarowego próbnika okienkowego RKS o średnicy $\varnothing 70$ mm i 50 mm, co umożliwiło dokładne określenie profilu otworu.

Wyniki przeprowadzonych badań

Wykonywanie badań podłoża gruntowego w ramach projektowania drogi wymaga określenia stopnia złożoności warunków geotechnicznych, czyli rozpoznania poszczególnych warstw podłoża i określenia warunków wodnych. Zazwyczaj wystarczające jest wykonanie otworów wiertniczych i wykonanie podstawowych badań geotechnicznych, realizowanych do głębokości oko-

ło 2-3 m w rozstawie od 20 do 200 m. Duże odległości między otworami niestety nie pozwalają na poprawne wykonanie przekrojów geotechnicznych, często wymaganych na etapie projektowym. Nawet jeśli powstają, to niewiele mają wspólnego z rzeczywistością, szczególnie w rejonach charakteryzujących się zmienną budową geologiczną. Na długim odcinku ułożenie warstw może radykalnie się zmieniać, a między wykonanymi otworami mogą wystąpić grunty, których nie stwierdzono w wykonanych punktach badawczych. Uszczegółowieniem wykonanych badań może być możliwe dzięki zastosowaniu metody georadarowej.

Celem rozpoznania podłoża gruntowego w obrębie projektowanej drogi zrealizowano 5 otworów badawczych, pomiędzy którymi wytyczono 3 profile georadarowe. Kolejne przejścia georadarem wykonano przy różnych ustawieniach parametrów wyjściowych. Dobierając parametry pomiarowe na etapie realizowania badania metodą GPR, szczególną uwagę należy zwrócić na liczbę próbek na skan, okno czasowe oraz wzmocnienie. Pozostałe charakterystyki są zazwyczaj generowane automatycznie, niemniej jednak istnieje możliwość ich ręcznego wprowadzenia. Duże znaczenie ma także rodzaj zastosowanej anteny, która jak wcześniej podano wpływa na rozdzielczość metody i jej zasięg głębokościowy. Wpływ częstotliwości fal elektromagnetycznych propagowanych w podłożu gruntowym sprawdzono na przykładzie anten 500 i 900 MHz. Zauważono, że antena 900 MHz z powodzeniem może być

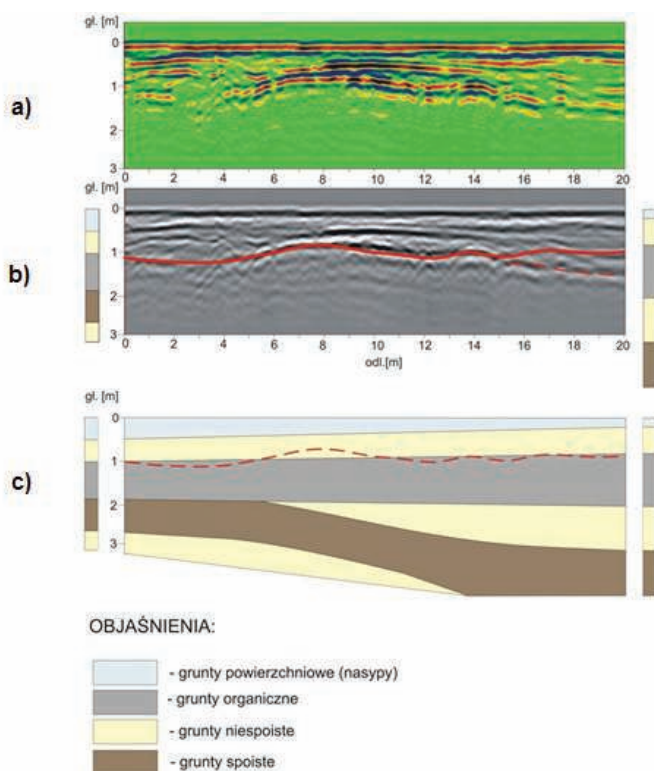
wykorzystywana w płytkich badaniach podłoża, lecz nie wykazuje przydatności w badaniach warstw położonych głębiej.

Otrzymana w wyniku badań szeroka baza danych pozwoliła na wybór echogramów charakteryzujących się największą widocznością i jednocześnie dużą dokładnością rozpoznania poszczególnych warstw litologicznych. Szczegółowej analizie poddano następujące echogramy wykonane anteną o częstotliwości 500 MHz:

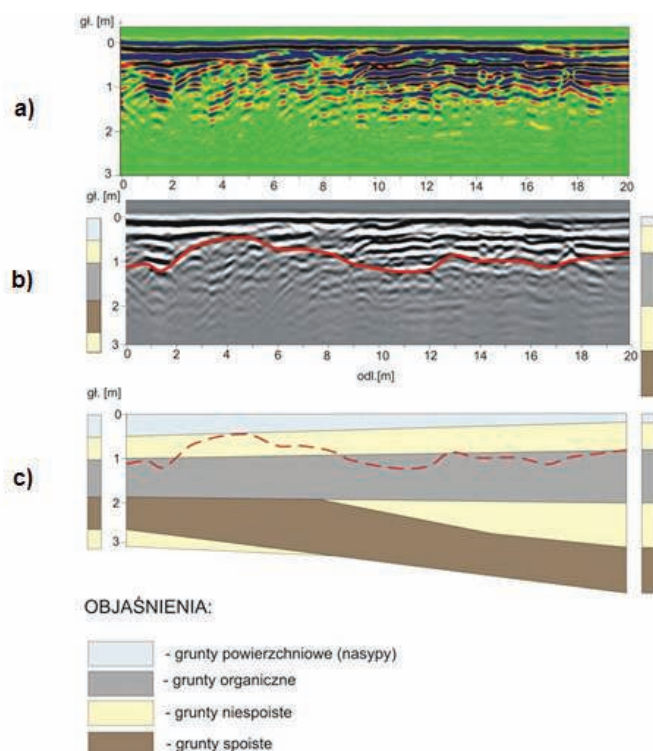
- przejście nr 8 w profilu nr 1,
- przejście nr 1 w profilu nr 2,
- przejście nr 3 w profilu nr 3.

Obrazy uzyskane bezpośrednio z badań metodą georadarową poddano obróbce cyfrowej w programie komputerowym, wprowadzając zmiany poszczególnych parametrów pomiarowych oraz stosując filtry.

W wyniku klasycznych odwiertów, jak i badań geofizycznych stwierdzono występowanie na danym terenie gruntów organicznych, głównie torfów i innych gruntów pochodzenia rzeczno, które wykształciły się w holocenie. Ze względu na niskie parametry wytrzymałościowe, są to grunty, które należy objąć szczególną uwagę podczas projektowania. Dlatego też, echogramy uzyskane w wyniku badań georadarem interpretowano głównie pod względem ustalenia głębokości zalegania gruntów organicznych. Ustalono przebieg zalegania stropów gruntów organicznych, nie udało się niestety dokładnie określić spągu tych utworów. Celem określenia głębokości występowania dolnej warstwy torfów należałoby wykorzystać antenę



6. Lokalizacja stropu gruntów organicznych w profilu nr 1: a) echogram otrzymany techniką GPR, b) interpretacja echogramu uzyskanego metodą GPR z zaznaczeniem stropu torfów, c) przekrój podłoża wykonany na podstawie wierceń



7. Lokalizacja stropu gruntów organicznych w profilu nr 2: a) echogram otrzymany techniką GPR, b) interpretacja echogramu uzyskanego metodą GPR z zaznaczeniem stropu torfów, c) przekrój podłoża wykonany na podstawie wierceń

o innej częstotliwości. Niemniej jednak, wyniki przedstawione na ilustracjach 6-8, w wyraźny sposób obrazują granice występowania torfów w podłożu. Dodatkowo, rysunki te przedstawiają

różnice pomiędzy danymi pozyskanymi metodą georadarową oraz w wyniku wykonania wierceń badawczych, które nie pozwoliły na dokładną ocenę stropu torfów.

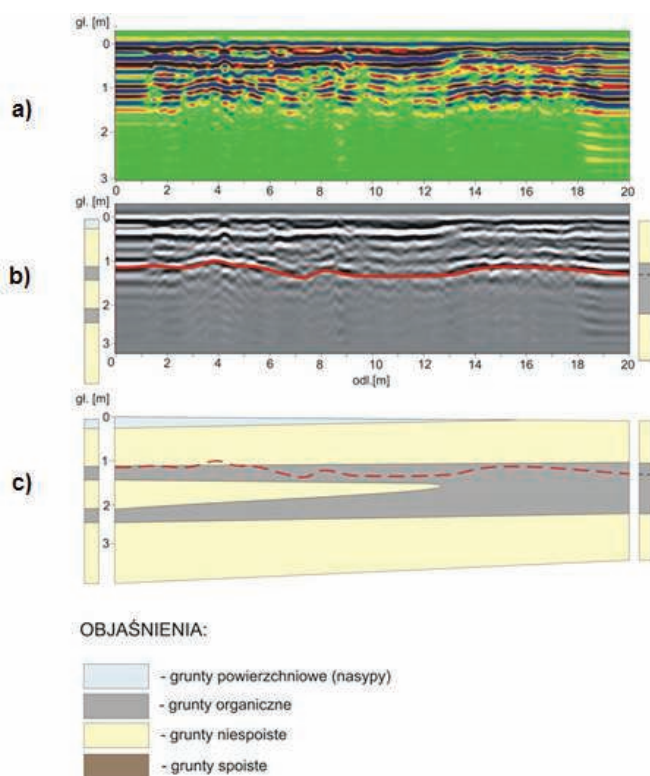
Wnioski

Na podstawie przedstawionych wyników badań, wyciągnąć można następujące wnioski:

- potwierdzono, że wraz ze wzrostem zasięgu głębokościowego zmniejsza się rozdzielczość metody, więc anteny pracujące na wyższych częstotliwościach lepiej odwzorowują budowę płytkich warstw podłoża gruntowego; jednak warunkiem przydatności metody w ocenie podłoża gruntowego jest prawidłowa kalibracja parametrów wyjściowych sprzętu;
- metoda GPR odznacza się większą łatwością wykonania badań, jednak trudności występują zazwyczaj przy interpretacji pomiarów - niezbędna staje się wiedza i praktyka osoby dokonującej analizy;
- georadar jest przydatny szczególnie wówczas, gdy poszukiwany jest konkretny rodzaj gruntu zalegający w podłożu, charakteryzujący się właściwościami znacząco odróżniającymi go od otaczającego środowiska;
- metoda georadarowa nie może zastąpić tradycyjnych metod badania podłoża gruntowego, jest jednak ich uzupełnieniem; wiedza pozyskana z pomiarów georadarowych powinna być poparta wynikami otrzymanymi z innych badań wykonywanych równolegle na tym samym obszarze;
- technika georadarowa jest szczególnie przydatna przy obiektach liniowych oraz rozległych powierzchniowo, pomaga bowiem przy wykonywaniu przekrojów geotechnicznych tj. interpretowaniu ułożenia warstw między wykonanymi otworami;
- niewątpliwą zaletą jest nieniszczący charakter metody; jest to cecha szczególnie cenna w przypadku badań podłoża gruntowego tam, gdzie naruszenie struktury gruntu jest niepożądane. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Drożdżak R., Twardowski K. Przenikalność dielektryczna ośrodków



8. Lokalizacja stropu gruntów organicznych w profilu nr 3: a) echogram otrzymany techniką GPR, b) interpretacja echogramu uzyskanego metodą GPR z zaznaczeniem stropu torfów, c) przekrój podłoża wykonany na podstawie wierceń

porowatych – czynniki wpływające na jej zmienność. Wiertnictwo, Naf-ta, Gaz, 2010, T. 27, z. 1-2, 111-120.

- [2] Karczewski J. Zarys metody georadarowej. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2007.
- [3] Łyskowski M., Mazurek E. Analiza konsekwencji doboru nieodpowiedniej prędkości propagacji fal elektromagnetycznych w trakcie interpretacji inżynierskich pomiarów metodą georadarową. Logistyka, 2013, nr 4, 330-337.
- [4] Nawrocki W., Piasek Z. Metody falowe lokalizacji infrastruktury i obiektów podziemnych: teorie, badania symulowane i eksperymentalne. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2006.
- [5] Olszak J., Karczewski J. Przydatność profilowań georadarowych w interpretacji budowy tarasów rzecznych (dolina Kamienicy, polskie Karpaty zewnętrzne). Przegląd Geologiczny, 2008, vol. 56, nr 4, 330-334.
- [6] Ortyl Ł. Badanie przydatności metody georadarowej w geodezyjnej inwentaryzacji struktur i obiektów podpowierzchniowych. Rozprawa doktorska. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 2006.
- [7] Pasternak M. (red.) Radarowa penetracja gruntu GPR. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2015.
- [8] Rucka M., Lachowicz J. Analiza numeryczna i doświadczalna propagacji pola elektromagnetycznego w badaniach metodą georadarową. Budownictwo i Architektura, 2014, Vol. 13, nr 2, 307-315.
- [9] Rucka M., Lachowicz J. Zastosowanie metody georadarowej w badaniach konstrukcji podłogi posadowionej na gruncie. Inżynieria Morska i Geotechnika, 2014, nr 5, 452-458.
- [10] Sudyka J., Kraszewski C. Sprawozdanie z realizacji pracy pt.: „Ocena geotechniczna podłoża gruntowego techniką radarową z szczególnym uwzględnieniem stanu hydrologicznego podłoża gruntowego”. Sprawozdanie częściowe dla GDDKiA: etap I – zadania 1-6, Warszawa, 2009.
- [11] www.geoportal.gov.pl

Trasa S11 powstanie do 2025 roku? Pierwsze umowy na opracowania projektowe dwóch odcinków już podpisane

Norbert Kowalski, Głos Wielkopolski, 17.01.2018

Do 2025 roku może powstać cała trasa S11 w Wielkopolsce. W środę w poznańskiej siedzibie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad podpisano umowy na opracowania projektowe dwóch odcinków tej trasy (...). W środę przedstawiciele GDDKiA podpisali z dwoma firmami umowy na wykonanie opracowań projektowych dla dwóch odcinków trasy S11 w Wielkopolsce. W grę wchodzi 50-kilometrowa trasa z Ujścia do Obornik oraz prawie 100-kilometrowa z Kórnik do Ostrowa Wielkopolskiego. W ramach umowy zwycięskie firmy mają przygotować opracowanie projektowe w skład którego wchodzi: studium korytarzowe, studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe, materiały konieczne do uzyskania decyzji środowiskowej oraz koncepcja programowa (...).

Kraków. MPK rozstrzygnęło przetarg na 78 nowych autobusów

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 17.01.2018

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie rozstrzygnęło przetarg na zakup 78 nowych autobusów miejskich, w tym pojazdy hybrydowe oraz busy w wersji midi. Zamówienie zrealizują trzy firmy EvoBus, Volvo i Autosan. Ogłoszony przez MPK przetarg był podzielony na trzy zadania. Pierwsze z nich dotyczyło dostawy 56 autobusów o długości 11,8-12,2 metrów, mogących pomieścić co najmniej 80 pasażerów, w tym 26-29 na pełnowymiarowych miejscach siedzących (...). Drugie zamówienie obejmuje dostawę 12 autobusów przegubowych o długości ok. 18 m. Pojazdy mają pomieścić min. 130 pasażerów, w tym 40-45 na pełnowymiarowych miejscach siedzących (...). Trzecie zadanie dotyczy dostawy 10 pojazdów midi o długości 8,5-9,6 m, które mają pomieścić co najmniej 60 podróżnych, w tym min. 15 na miejscach siedzących (...).

35 nowych tramwajów zacznie kursować po Krakowie w 2020 roku

Arkadiusz Maciejowski, Gazeta Krakowska, 16.01.2018

Najpóźniej w 2020 roku do Krakowa dotrzeć ma 35 nowych 33 metrowych tramwajów wyposażonych m.in. w klimatyzację czy system zliczania pasażerów. Wyprodukuje je konsorcjum firm Solaris Bus & Coach S.A. i Stadler Polska Sp. z o.o. Nowe niskopodłogowe tramwaje będą mieć długość 33,4 metra. Zostaną wyposażone w klimatyzację, monitoring, oświetlenie ledowe, wnętrza oraz nowoczesny system informacji pasażerskiej złożony z głosowego zapowiadania przystanków i tablic, wyświetlających trasę przejazdu. W każdym z tramwajów zostanie zamontowana specjalna platforma, która ułatwi wsiadanie i wysiadanie osobom niepełnosprawnym poruszającym się na wózkach (...).