

Wybrane zagadnienia planowania przestrzennego w kontekście istniejącej infrastruktury i budowy podziemnych obszarów zurbanizowanych

Dr inż. arch. Roman Pilch, Pracownia projektowa – Roman Pilch

1. Wprowadzenie

W artykule przedstawiono współczesne metody zintegrowanych sposobów ustalenia i określenia informacji dotyczących pozostałości po usuwanej zabudowie i infrastrukturze w obszarach zabudowanych, których pozostawienie w gruncie ma istotny wpływ na przebieg procesu inwestycyjnego. Na wybranych przykładach rozpoznania istniejących rozwiązań technicznej infrastruktury podziemnej (kanały sieci deszczowej, tuneli komunikacyjnych lub transportowych albo pozostałości po dawnej zabudowie) wskazano potrzeby dodatkowych analiz przy sporządzaniu zmiany miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Niekiedy brak dokładnego rozpoznania ewolucyjnych przeobrażeń terenów na przestrzeni dziejowych uwarunkowań rozwoju miast albo obszarów poprzemysłowych prowadzi do napotkania nieprzewidzianych w skutkach zakłóceń procesu inwestycyjnego.

2. Rewitalizacja obszarów mająca na celu wprowadzenie nowych funkcji użytkowych

Ekspansja rozwojowa cywilizacji prowadzi do zainteresowania się terenami, które dotychczas, w perspektywie kilkudziesięcioleci, a nawet kilkusetleci, stanowiły obszary nie zabudowane. Często są to obrzeża miast, które zostają wchłonięte do administracyjnie powiększających się granic terenów zurbanizowanych. Ewolucyjne procesy, jakie towarzyszą podmiejskim małym miejscowościom, których status geograficzny zaliczał je do określenia jako wieś, w wyniku rozwoju najbliższej nich położonych miast prowadzi w sposób nieustanny do naturalnego, jak się postrzega, zespalania tych terenów [1]. Historia notuje coraz więcej takich przypadków. Oddalone od miast o kilka kilometrów wioski stają się dzielnicami tych pobliskich miast. Dawne nazwy tych wsi dla upamiętnienia ich istnienia stają się nazwami nowo powstałych dzielnic aglomeracji miejskich. Lokalizowany obok miast przemysł w wyniku wzrostu nakładów na technologicznie wymagane kolejne tereny zabudowy przemysłowej zajmował w różnym czasie najczęściej coraz więcej terenu.

Jednak z czasem tereny te także „przybliżyły” się, a nawet stały się częścią miast. Nowe drogi komunikacyjne i transportowe prowadzące z miasta do tych ośrodków przemysłowych stawały się drogami publicznymi. Znaczenie tych dróg rozszerzało się z drogi o mniejszej liczbie korzystających w trasy komunikacji publicznej, np. służące jako dojazdy

do powstających siedlisk wzdłuż takich szlaków. Powstawały ulice miejskie, których naturalnym elementem uzupełniającym było ułożenie systemów instalacji podziemnych, takich jak sieci elektryczne, gazowe, kanalizacyjne, niekiedy o dużych średnicach [2]. Sieci te doprowadzały media z terenów przemysłowych do osiedli mieszkaniowych, np. zbiorcze rurociągi grzewcze, kanały instalacji technicznych, do których należało zapewnić stały dostęp rewizyjny. Zwiększające się ilości ścieków wytwarzanych w miastach odprowadzono takimi podziemnymi systemami poprzez wielkośrednicowe rurociągi kanalizacji sanitarnej do nowo budowanych oczyszczalni ścieków lokalizowanych często w takich terenach pozamiejskich – przemysłowych.

Na przestrzeni kilkudziesięciu lat stan techniczny takich systemów podziemnego uzbrojenia terenów ulegał pogorszeniu. Liczba odprowadzanych albo doprowadzanych mediów do centrów miast wzrastała, stąd budowano nowe systemy infrastruktury technicznej o większych przepustowościach, pozostawiając te stare instalacje podziemne nawet bez ich dalszej przydatności i eksploatacji. Wskutek rozwoju technologii przemysłowych wcześniej powstałe zakłady przemysłowe ulegały degradacji aż po ich całkowite likwidowanie. Pozostające tereny poprzemysłowe stanowią dzisiaj, a także będą tworzyły w kolejnych ewolucyjnych przeobrażeniach – atrakcyjne obszary transformacji urbanistycznych [3]. Nie zawsze, a raczej bardzo rzadko zachowały się archiwalne materiały dokumentujące np. przebieg tras wybudowanych kilkadziesiąt lat temu podziemnych instalacji lub kanałów rewizyjnych w tych obszarach. Nowe pokolenia użytkowników albo właścicieli tych terenów nie posiadają aktualnej informacji o tym, co niegdyś znajdowało się w tych miejscach. Dokładność zasobów geodezyjnych także pozostawia wiele do życzenia w tym względzie i często nigdy nie zostały wprowadzane wcześniej istniejące informacje o podziemnych instalacjach do aktualizowanych nowych zasobów geodezyjnego opisu terenu.

Proces likwidacji dawnej zabudowy osiąga niekiedy rezultaty całkowitej powierzchniowej rozbiórki zabudowy kubaturowej, a powstałe na tych obszarach np. tereny zieleni niskiej nie mają żadnych zawartych w dokumentach planistycznych sprzed kilkudziesięciu lat informacji o „gospodarce podziemnej”, dawniej tam istniejącej. Prowadzenie nowych działań inwestycyjnych w takich terenach często jest narażone na napotykanie „niespodzianek” znajdujących np. podczas robót ziemnych bez dokładnego rozpoznania tych miejsc, chociażby pod względem badań geotechnicznych.



fot. Internet



Rys. 1, 2. Widok terenów poprzemysłowych od kilkunastu lat użytkowanych jako obszary zrekultywowane na cele rolnicze

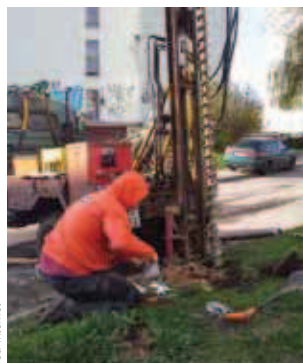
Współczesne procedury administracyjne w przypadkach braku aktualnego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla danego obszaru dopuszczają ustalenie warunków zabudowy w drodze decyzji administracyjnej wydawanej przez samorządy (prezydenta miasta, burmistrza, wójta). Zarówno w takich przypadkach, jak i wówczas, kiedy zostają podjęte działania administracyjne polegające na zmianie istniejącego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, prowadzona procedura rozpoznawcza nie zawiera żadnych informacji dotyczących (jak się okazuje w trakcie realizacji nowych funkcji inwestycyjnych w obszarach poprzemysłowych) uszczegółowienia sygnalizowanych możliwości wystąpienia na danym obszarze dawnej zabudowy albo technicznego uzbrojenia terenów, jakie było albo pozostało na tym miejscu.

Wybrane historycznie udokumentowane obszary miast, np. starówka, podlegają ochronie konserwatorskiej, a służby odpowiedzialne za tę ochronę w sposób szczególny starają się wprowadzać dodatkowe rozwiązania administracyjne, np. obowiązek prowadzenia badań archeologicznych jako zgłębiane informacje o historycznych śladach działalności człowieka.

3. Rozpoznania terenowe geologiczno-inżynierskie w planowaniu przestrzennym

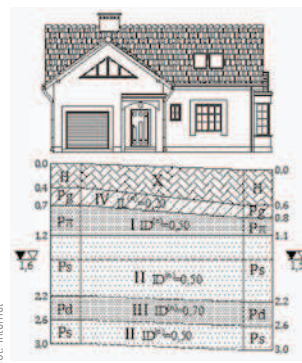
Podczas rozpoznania gruntu przed przystąpieniem do prac techniczno-projektowych albo robót budowlanych wykonywane są np. badania geotechniczne w dość ograniczonym zakresie przedstawiające informacje niezbędne do techniczno-projektowych obliczeń konstrukcyjno-budowlanych.

Współczesne metody określenia bezinwazyjnego rodzaju terenu w niektórych przypadkach są szczególnie przydatne na potrzeby określenia obszarów, których zagospodarowanie powinno zostać dodatkowo uwarunkowane opracowaniem dokumentacji formułującej w formie graficznej i opisowej potencjalne pozostałości w gruncie po poprzednim uzbrojeniu terenu albo zabudowie. Jedną z takich współczesnych metod rozpoznawczych są badania i analizy konduktometryczne. Za pomocą techniki badań termografii elektrooporowej uzyskuje się informacje o znajdujących się obiektach podziemnych – przykłady na rysunkach 5 i 6.



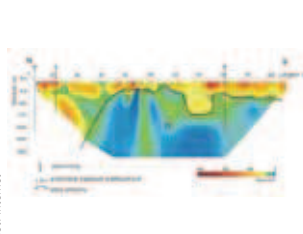
fot. Internet

Rys. 3. Przykład pobierania próbek gruntu metodą inwazyjną – wierceń geotechnicznych



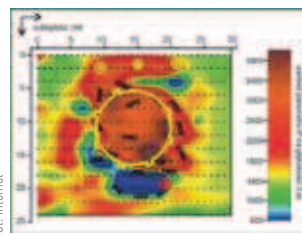
fot. Internet

Rys. 4. Uproszczone informacje geotechniczne o terenie bezpośrednio znajdującym się pod planowaną zabudową



fot. Internet

Rys. 5. Przetworzony obraz z kamery termograficznej określający zmiany w ośrodku gruntowym



fot. Internet

Rys. 6. Zlokalizowanie podziemnego zbiornika ze smolami pogazowymi i oznaczenie stref skażenia gruntu; głębokość 3 m

Chronologię zidentyfikowanych obiektów określa się na podstawie datowania względnego, które oparto m.in. na materiałach historycznych oraz występujących na powierzchni obiektów (wrośniętych w ich strukturę) drzew. Jak wynika z informacji publikowanych przez środowisko geologiczne prowadzone badania w zakresie nowoczesnych nieinwazyjnych technik inwentaryzowania geologicznego i archeologicznego prowadzą do opracowania udoskonalonych technik rozpoznawczych, których wykorzystanie pozwoli między innymi na uzyskanie danych dotąd pozyskiwanych metodami incydentalnymi odkrywkowymi [4].

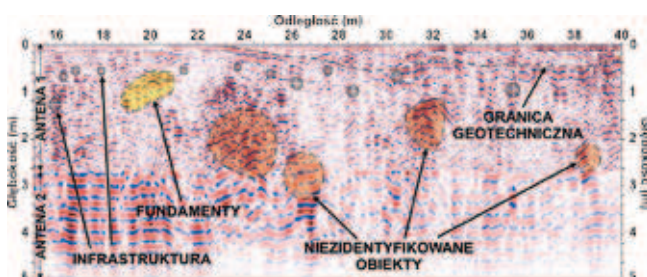
4. Geofizyczne metody rozpoznawcze obszarów zurbanizowanych

Inżynierskie badania geofizyczne znajdują zastosowanie m.in. przy rozpoznaniu gruntu pod kątem występujących w nim obiektów podziemnych, jakimi mogą być np. fundamenty, mury, płyty zbrojone, niezainwentaryzowane pomieszczenia i infrastruktura itp.

Badania przeprowadzane różnymi metodami i technikami pozwalają precyzyjnie wskazać ich dokładną lokalizację pod powierzchnią terenu badań oraz umożliwiają określenie ich parametrów geometrycznych. Obiekty takie, nieusunięte przed rozpoczęciem prac ziemnych, mogą zakłócić lub uniemożliwić prace budowlane przy nowych inwestycjach oraz rozbudowach istniejących budowli. Wykrycie takich obiektów ma też



Rys. 7, 8. Pomiar sejsmiczny w celu poszukiwania podziemnych pomieszczeń (komór, tuneli) lub pozostałości po nich w obrębie stanowiska archeologicznego (po lewej) oraz pomiar georadarowy na terenie zakładów chemicznych w celu rozpoznania pozostałości starych fundamentów, niezidentyfikowanej infrastruktury oraz zbiorników paliwowych, wykonywany dla potrzeby nowej inwestycji – po prawej

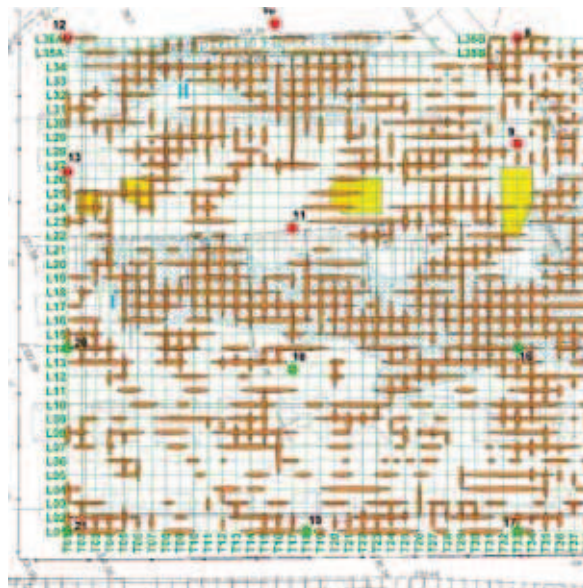


Rys. 9. Przekrój georadarowy dla poszukiwania niezidentyfikowanych obiektów typu komnaty, piwnice lub korytarze, znajdujące się na terenie przyległym do zabytkowych budowli; widoczna jest liczna infrastruktura, pozostałości po fundamentach oraz zlokalizowano strefy wskazujące na pozostałości innych struktur pod powierzchnią terenu

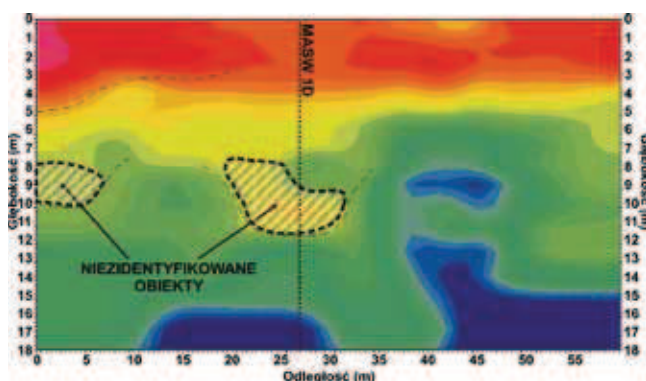
istotne znaczenie przy odpowiednim posadowieniu elementów nośnych obiektów budowlanych. Najczęściej stosuje się następujące geofizyczne metody i techniki badawcze:

- profilowanie georadarowe GPR,
- mapowanie georadarowe GPR,
- profilowanie mikrosejsmiczne MASW 2D,
- tomografia elektrooporowa ERT 2D.

Powyższe metody najlepiej wspomagają lokalizację podziemnych obiektów, przy czym dla najbardziej przypowierzchniowych (do kilku metrów) i niewielkich obiektów najdokładniejsze są badania georadarowe. Przy większych głębokościach i rozmiarach obiektów najlepiej sprawdza się mikrosejsmika. Nieinwazyjność badań geofizycznych pozwala na ekonomię, oszczędność czasu i wysoką precyzję w wykryciu obiektów. Inną gałęzią zastosowań takich badań jest archeologia np. dla lokalizacji piwnic, komnat, murów, grobów, tuneli i krypt [5]. Stosuje się tutaj różne metody geofizyczne, a ich dobór powinien być precyzyjnie dostosowany do właściwości fizycznych (np. wymiary, materiał, z jakiego jest wykonany) poszukiwanych obiektów i przypuszczalnej głębokości ich występowania w badanym ośrodku. Pozwala to też zoptymalizować metodykę



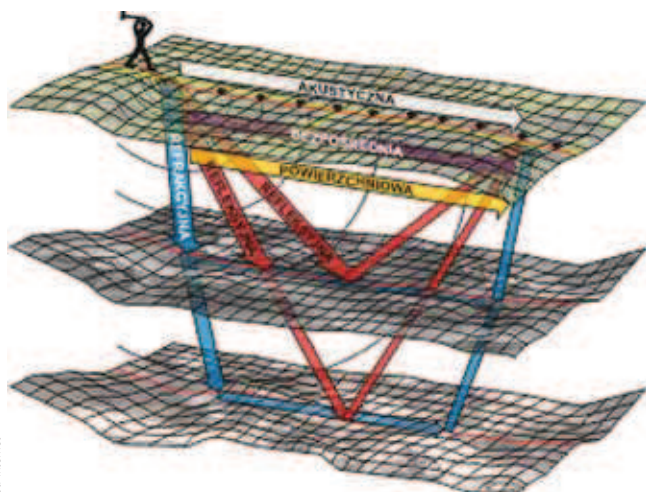
Rys. 10. Przykładowa mapa anomalii georadarowych wraz z interpretacją przestrzenną dla celów poszukiwania pozostałości obiektów w gruncie; poszukiwania wykonano w siatce profili (na zielono), wskazano na obecność kilku płyt zbrojonych (kolor żółty) oraz obszarów o dużym nagromadzeniu gruzu i pozostałości fundamentów w miejscu planowanej inwestycji – kolor niebieski



Rys. 11. Przykładowy zinterpretowany przekrój sejsmiczny MASW 2D (u góry) oraz profil sejsmiczny MASW 1D (po prawej), wskazujące na lokalizację stref o obniżonej gęstości objętościowej, związanych z możliwym tunelem

i zakres konkretnych badań [6]. Najczęściej spotykane metody geofizyki inżynierskiej przedstawiono poniżej.

- **Metoda sejsmiczna.** Polega na analizie sztucznie wytworzonych fal sejsmicznych w badanym ośrodku. Fale te przechodząc przez niejednorodny ośrodek, ulegają zjawiskom np. załamania, odbicia, dyfrakcji. Każde zaburzenie w strukturze, jak i właściwościach ośrodka (np. zmiana gęstości, spękania, zwietrzenie, uskok) wpływają na zmianę parametrów sejsmicznych, takich jak wartości prędkości fal czy też tłumienie. Metoda ta stosowana jest dla wyznaczania granic geologicznych, litego niespękanego podłoża np. granitów, wapieni,



fol. Internet

Rys. 12. Wizualizacja metody sejsmicznej

dolomitów itp. w kamieniołomach, nieciągłości, poziomów wód gruntowych, zmian zagęszczenia, zjawisk osiadań, pustek i form krasowych, wykrywania obiektów podziemnych.

- **Metoda georadarowa GPR.** Polega na analizie rozchodzenia się fali elektromagnetycznej w ośrodku. Fale te przechodząc przez niejednorodny ośrodek ulegają różnym zjawiskom np. załamania, odbicia, dyfrakcji.

Analiza zakłóceń odbitego sygnału daje możliwość lokalizacji obiektów oraz obserwacji zmian strukturalnych ośrodka. Metoda georadarowa stosowana jest dla wykrywania granic geologicznych i geotechnicznych, osiadań gruntu, pustek, wykrywania obiektów podziemnych, poszukiwania infrastruktury, takiej jak kable, rury (także PCV) lub kolektory.

- **Metoda elektrooporowa.** Polega na analizie rozchodzenia się wygenerowanego prądu elektrycznego w badanym ośrodku; oparta jest na określeniu zmian parametru fizycznego badanego gruntu, jakim jest elektryczna oporność właściwa (rezystywność). Zmiany te są wywołane przez obiekty pochodzenia naturalnego (geologiczne) bądź antropogeniczne (wskutek działalności człowieka). Metodę elektrooporową stosuje się dla wykrywania granic geologicznych i geotechnicznych (np. przewiertu sterowane HDD), określania rezystywności gruntu (np. dla gazociągów), wykrywania zmian oporności gruntu, zwierciadła wód, poszukiwania zasięgu skażenia, zanieczyszczenia, wykrywania obiektów podziemnych.

- **Metoda mikrograwimetryczna.** Polega na analizie zmian przyciągania ziemskiego generujących mikroanomalie siły ciężkości, które są spowodowane niejednorodnym rozkładem mas skalnych w górotworze. Metodę mikrograwimetryczną stosuje się do określania rozluźnień i stref osłabienia podłoża oraz przede wszystkim wykrywania pustek. Najczęściej jest to lokalizacja „wędrujących” pustek będących efektem płytkiej eksploatacji górniczej oraz zjawisk krasowych, wykrywanie nieudokumentowanych i niezlikwidowanych szybów, biedaszybów, szybków, sztolni, dukli, nadsięgwtomów. Oprócz wyrobisk górniczych są to m.in. podziemne pomieszczenia

mieszkalne zarówno gospodarcze, jak i militarne, fortyfikacje, piwnice, komory, tunele i korytarze, jak również podziemne obiekty kultu religijnego w postaci katakumb, krypt i grobowców.

- **Metoda elektromagnetyczna.** Polega na analizie zaburzenia indukowanego pola elektromagnetycznego w ośrodku. Analiza zakłóceń odbitego sygnału daje możliwość lokalizacji obiektów. Metodę elektromagnetyczną stosuje się do wykrywania zmian oporności gruntu, okonturowania zasięgu skażenia gruntu, zanieczyszczenia, lokalizowania miejsc wzmożonych filtracji lub przecieków, wykrywania obiektów podziemnych, kolektorów, tuneli.

5. Wybrane metody lokalizacji przewodów kanalizacyjnych i badania ośrodka gruntowego w ich sąsiedztwie

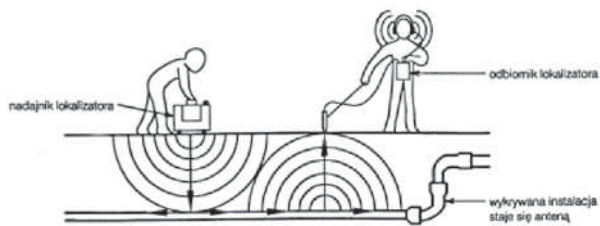
Uogólniając, można stwierdzić, że geofizyka jest nauką zajmującą się badaniami fizycznych cech skorupy ziemskiej. Cechy te opisywane są przez parametry sprężystości, elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne, radioaktywne, grawimetryczne oraz termiczne. W pomiarach właściwości fizycznych przestrzeni gruntowej geofizyka wykorzystuje zasadniczo naturalne lub wzbudzone pola fizyczne. Oprócz grup, jak powyżej, dodatkowo wyróżniono metodę elektromagnetyczną w wersji odbiciowej (EMR – niem. *Elektromagnetische Reflexion*, równoważne z ang. GPR – *Ground Penetrating Radar*).

Do metod nieinwazyjnych badania ośrodka gruntowego zalicza się także metody geofizyczne, w których badania prowadzi się z powierzchni terenu oraz wykorzystujące otwory badawcze, wyróżnia się więc grupę metod geofizyki wiertniczej [7].

Wśród obecnie najczęściej wykorzystywanych metod lokalizacji przewodów należy wyróżnić warianty metod wykorzystujących właściwości fal elektromagnetycznych.

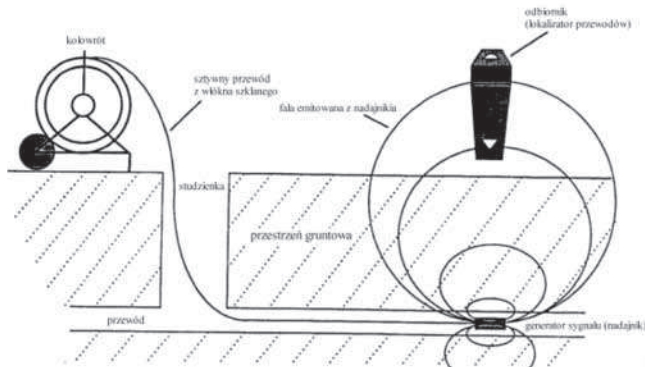
Zasadniczo, w ramach prac pomiarowych, rozpatrywana jest przestrzeń między przewodem podziemnym a powierzchnią terenu, na której znajduje się aparatura pomiarowa.

Przy wykrywaniu przewodów z metali stosuje się metody z indukowanym polem elektromagnetycznym – w przewodzie znajdującym się pod powierzchnią terenu wzbudza się prąd zmienny, który wokół przewodu wytwarza pole elektromagnetyczne. Jest ono rejestrowane przez odbiornik i poddawane analizie. Metody z indukowanym polem elektromagnetycznym dzieli się na aktywne i pasywne. W pasywnych wykorzystuje się efekt naturalnego wzbudzenia przepływu prądu w przewodach przez prądy błędzące, których źródłem mogą być np. przebiegające w pobliżu kable energetyczne. Również dla bardzo małych częstotliwości fal długich, wysyłanych przez nadajniki radiowe (w zakresie od ok. 15 do 25 kHz), rurociągi metalowe stanowią odpowiednie anteny, dzięki którym możliwa jest ich lokalizacja. W lokalizacji aktywnej pole elektromagnetyczne w poszukiwanym przewodzie wywoływane jest sztucznie przez prowadzącego badania. Indukowanie może następować z powierzchni terenu przy użyciu nadajnika (połączenie indukowane – cewka ramowa).



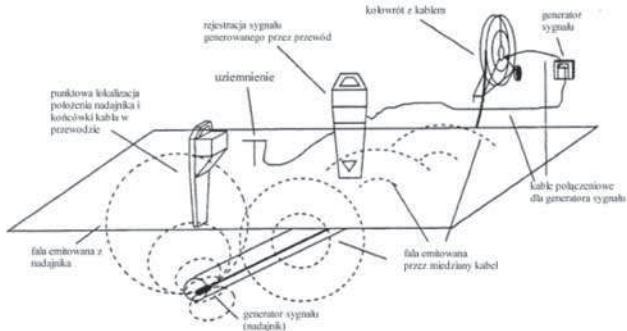
Rys. 13. Schemat lokalizacji instalacji podziemnych za pomocą lokalizatorów elektromagnetycznych generujących pole elektromagnetyczne

fol. Internet



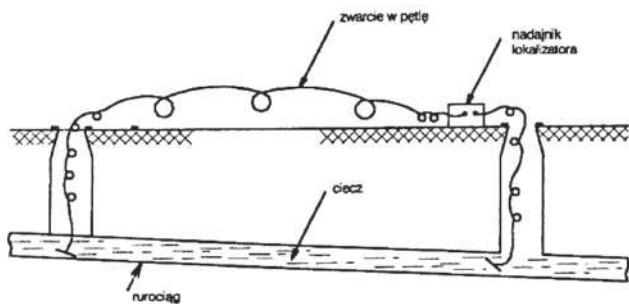
Rys. 14. Lokalizacja przewodu z użyciem sondy

fol. Internet



Rys. 15. Lokalizacja przewodu z użyciem sondy i kabla generujących pole elektromagnetyczne

fol. Internet



Rys. 16. Zasada lokalizacji przebiegu przewodów niemetalowych z użyciem cieczy elektrolitycznej

fol. Internet

6. Podsumowanie

W wyniku rewitalizacji przestrzeni fizycznej w obszarach zurbanizowanych proces planistyczny winien zostać uszczegółowiony o obowiązkowe nieinwazyjne analizy przestrzeni gruntu, która zazwyczaj kryje pozostałości po historycznie kształtowanych fizycznych przeobrażeniach techniczno-budowlanych. Współczesne nowoczesne rozwijające się techniki badawcze, do których należą rozpoznawcze metody geofizyczne, powinny zostać wprowadzone jako procedura standardowego postępowania w ustalaniu zakresu prac projektowo-realizacyjnych określanych na poziomie projektów budowlanych, które winny być zgodne z warunkami urbanistycznymi określonymi w drodze decyzji o warunkach zabudowy albo w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego z wykorzystaniem współczesnych technik rozpoznawczych. Na potrzeby planowania przestrzennego jak dotąd nie odnotowano żadnego rodzaju ujednocniającej literatury mogącej stanowić formę poradnika metodycznego czy instrukcji formułującej zasady i wytyczne do wskazania problematyki ochrony środowiska kulturowego, a także wykorzystania terenów pod inne funkcje użytkowe w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego gmin w częściach formułujących ustalenia ogólne i szczegółowe. Każdy problem powinien być zbadany i naświetlony możliwie wszechstronnie. Niedoceniając studiów lub pochopnie wyciąganie wniosków skutkuje niewłaściwymi decyzjami planistycznymi, uciążliwościami w użytkowaniu obszaru lub dewastacją krajobrazu. W rezultacie – możliwością pojawienia się utrudnień w procesach realizacyjno-administracyjnych w przypadku napotkania na podziemną gospodarkę infrastruktury technicznej, historycznie eksploatowanej, a współcześnie nie zainwentaryzowanej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Degórski M., Krajobraz jako obiektywna wizualizacja zjawisk i procesów zachodzących w mega systemie środowiska geograficznego, [w:] Krajobraz kulturowy. Aspekty teoretyczne i metodyczne, red. Myga-Piątek U., Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG nr 4, Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, Sosnowiec, 2005, str.13–25
- [2] Pilch R., Borowski K., Urbanistyczno-architektoniczne aspekty zabudowy rekreacyjnej w obszarach chronionych na przykładzie Nadgoplańskiego Parku Tysiąclecia, [w:] Wydawnictwo Jubileuszowe XXX-lecia Kierunku Architektura i Urbanistyka na Politechnice Poznańskiej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2003
- [3] Pilch R., Charakterystyczne elementy współczesnej sztuki budownictwa w zbiorze ARS Architektura, Urbanizm, Studia Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Instytut Architektury i Urbanistyki, UNESCO, MAN AND THE BIOSPHERE, URBAN SYSTEM MAB-11 pod redakcją L. Zimowski, Polska Akademia Nauk Oddział w Poznaniu, Komisja Urbanistyki i Planowania Przestrzennego, Wydawnictwo COMPRINT, Poznań, 2008
- [4] Rösler H., Bönisch E., Schopper F., Raab T., Raab A., Pre-industrial charcoal production in southern Brandenburg and its impact on the environment, [w:] Landscape Archaeology between Art and Science, red. S. Kluiving, E. Guttman-Bond, Amsterdam, 2012, str. 167–178
- [5] Trier Ø.D., Zortea M., Larsen S.Ø., Semi-automatic detection of burial mounds in forested areas, [w:] European Association of Remote Sensing Laboratories. 32nd EARSeL Symposium Proceedings Advances in Geosciences, 2012
- [6] Wężyk P., Wprowadzenie do technologii skanowania laserowego w leśnictwie, Rocznik Geomatyki, tom 4, 4/2006, str. 119–132
- [7] Zapłata R., Sprawozdanie cząstkowe z badań nieinwazyjnych przeprowadzonych w III/IV kwartale 2012 r. oraz I kwartale 2013 r. na terenie Leśnictwa Seredzice oraz Polany (część S). Projekt naukowy pt. Zastosowanie skaningu laserowego oraz teledetekcji w ochronie, badaniu i inwentaryzacji dziedzictwa kulturowego. Opracowanie nieinwazyjnych, cyfrowych metod dokumentacji i rozpoznawania zasobów dziedzictwa architektonicznego i archeologicznego [maszynopis w archiwum UKSW oraz WMKZ – Radom], Warszawa, 2013