

Małgorzata GERUS-GOŚCIEWSKA¹

KLASYFIKACJA INFORMACJI POZYSKANYCH METODĄ GPR DLA POTRZEB SIP NA POZIOMIE GMINY

Streszczenie

Gromadzenie informacji do tworzenia baz danych i analiz geoprzestrzennych jest zadaniem gminy, dlatego gmina jest odpowiedzialna za pozyskiwanie informacji dla potrzeb SIP. Obserwowany w ostatnich latach znaczny rozwój GPR (Ground Penetrating Radar) oraz rozwój geomatyki i geoinformatyki, która zajmuje się systemami GIS na bazie interdyscyplinarnego wykorzystania geologii, geodezji, kartografii i innych nauk o Ziemi, stał się powodem klasyfikacji elementów pozyskanych metodami GPR na potrzeby gromadzenia informacji na poziomie gmin. Artykuł zawiera charakterystykę metody GPR oraz omówienie jej zastosowania do pozyskiwania elementów podziemnych, istotnych dla tworzenia baz danych na poziomie gminy.

Słowa kluczowe: SIP, bazy danych, system GPR, elementy podpowierzchniowe

1. Wstęp

Na szczeblu gminy ścierają się trzy rodzaje interesów: ponadlokalny - ogólnopństwowy, regionalny, lokalny - gminny, indywidualny.

Efektywne wykorzystanie SIP, a przede wszystkim tworzenie baz danych i map numerycznych na poziomie gminy wiąże się z pewną specyfiką definiowania i projektowania najbardziej podstawowych elementów bazy, czyli kart danych, czego nie dostrzega się na wyższych szczeblach administracyjnych. Istniejące bazy o treści ogólnopolskiej, a czasem nawet europejskiej, nie mogą funkcjonować na poziomie gminy, gdyż nie uwzględniają jej interesów w zakresie poziomu szczegółowości. Dla gminy istotne są informacje zawarte w skali opracowań 1:10 000 i większej [1].

Informacje pozyskane metodami GPR (Ground Penetrating Radar) istotne dla gmin wynikają z uwarunkowań wewnętrznych i powinny stać się niezbędne przy tworzeniu obowiązkowego dokumentu dla gminy jakim jest studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy.

Przebieg prac merytorycznych tworzenia tego dokumentu to:

- rozpoznanie uwarunkowań rozwoju gminy,
- określenie kierunków zagospodarowania przestrzennego,
- sformułowanie polityki przestrzennej gminy.

Dane pozyskane metodami GPR przydatne są w całym procesie tworzenia studium, od pozyskania informacji, w celu rozpoznania uwarunkowań np. środowiskowych, gospodarczych czy kulturowych, do określenia kierunków zagospodarowania przestrzennego. Uwzględnienie kompleksowych informacji podpowierzchniowych pozwoli na racjonalne sformułowanie polityki przestrzennej gminy.

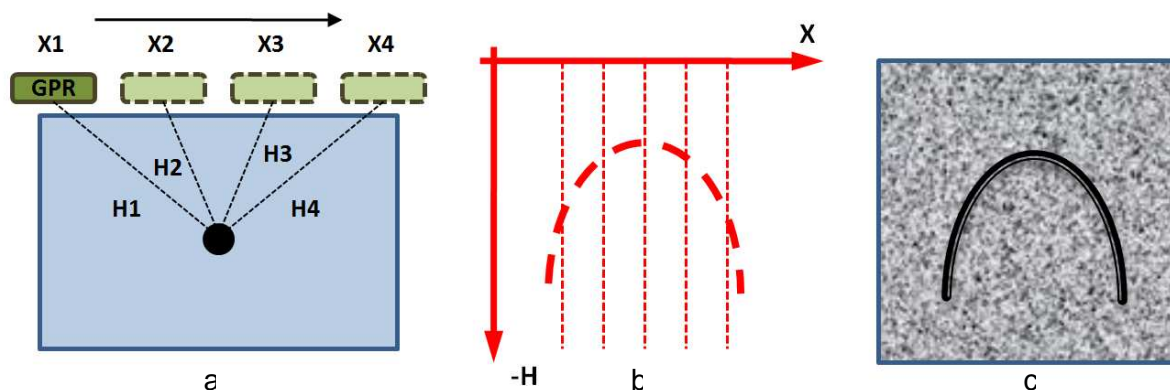
¹ dr inż., Katedra Katastru i Inżynierii Przestrzennej, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

2. Charakterystyka metody GPR

Zastosowanie fal elektromagnetycznych do lokalizowania obiektów pod powierzchnią ziemi zostało opracowane teoretycznie na początku XX wieku. Jednak dopiero obecny poziom techniczny pozwala na stosowanie ich do lokalizacji obiektów podziemnych. Jedną z nowoczesnych metod pomiarów bezinwazyjnych jest zastosowanie rozwiązań wykorzystujących georadary. Georadar - radar do penetracji gruntu (GPR), jest elektroniczną aparaturą do badań geofizycznych własności gruntu. Z jej zastosowaniem można bezinwazyjnie, w bardzo krótkim czasie, wykonać szczegółową mapę obszaru objętego pracami. Można też prowadzić pomiary na bieżąco w trakcie prac w terenie. Metoda oparta o georadary obejmuje zarówno dokładną lokalizację każdej przeszkody znajdującej się w gruncie (światłowody, rury, kable, kanalizacje itp.) jak i klasyfikację budowy warstw gruntu. System GPR jest realizacją wcześniejszych idei z zastosowaniem wysokich częstotliwości od kilkudziesięciu MHz do nawet 2 GHz. Badanie systemem GPR polega na wysłaniu impulsu elektromagnetycznego, a następnie pomiarze odbitej fali. W celu uzyskania przekrojowego obrazu gruntu, tak wykonywany pomiar, jest powtarzany wielokrotnie [2].

Zastosowanie wysokich częstotliwości zmniejszyło zasięg penetracji do kilku metrów, ale pozwoliło podnieść rozdzielczość do kilkucentymetrowych obiektów. Zależność wielkości obiektu od częstotliwości pracy anten jest następująca: 5 cm dla częstotliwości 200 MHz, 2,5 cm dla 400 MHz i 1,25 cm dla 600 MHz [2]. Jednak im wyższa częstotliwość pracy anten (większa dokładność informacji) tym mniejszy zasięg głębokościowy profilowania. Jeżeli częstotliwość fali jest mniejsza, to głębokość penetracji rośnie, ale rejestrowane mogą być tylko większe obiekty [3].

Każda aparatura georadarowa składa się z generatora fal elektromagnetycznych, anteny nadawczej i odbiorczej. Wzdłuż wyznaczonych profili przesuwana jest antena georadarowa, która wysyła i odbiera odbite od podziemnych elementów sygnały elektromagnetyczne (rys.1a). Odbicie fal od podziemnego elementu następuje wówczas gdy jego stała dielektryczna (ϵ) różni się wartością od otaczającego podłoża. Stała dielektryczna dla większości materiałów przyjmuje wartość od 1 do 88 (np. " ϵ " dla powietrza = 1, gliny = 9, wody słodkiej = 88) [3].



Rys. 1. Schemat tworzenia mapy radarowej

Rezultatem badań metodą elektromagnetyczną, poprzez przemieszczanie anteny wzdłuż wyznaczonego profilu, jest przekrój georadarowy podłoża tworzony na podstawie zarejestrowanych współrzędnych X i -H (rys.3b). Ostateczny obraz podłoża w postaci "echogramu", który poddawany jest analizie, zamieszczono na rysunku 3c. Obraz tomografii komputerowej, jest to najszybsza, posiadająca szeroki zakres metoda dokumentowania na bieżąco geofizycznej mapy wtórnej składowej magnetycznej. Po interpretacji wyników otrzymujemy warstwy tematyczne w płaszczyznach o wartościach H minus.

3. Metody pozyskiwania danych dla SIP

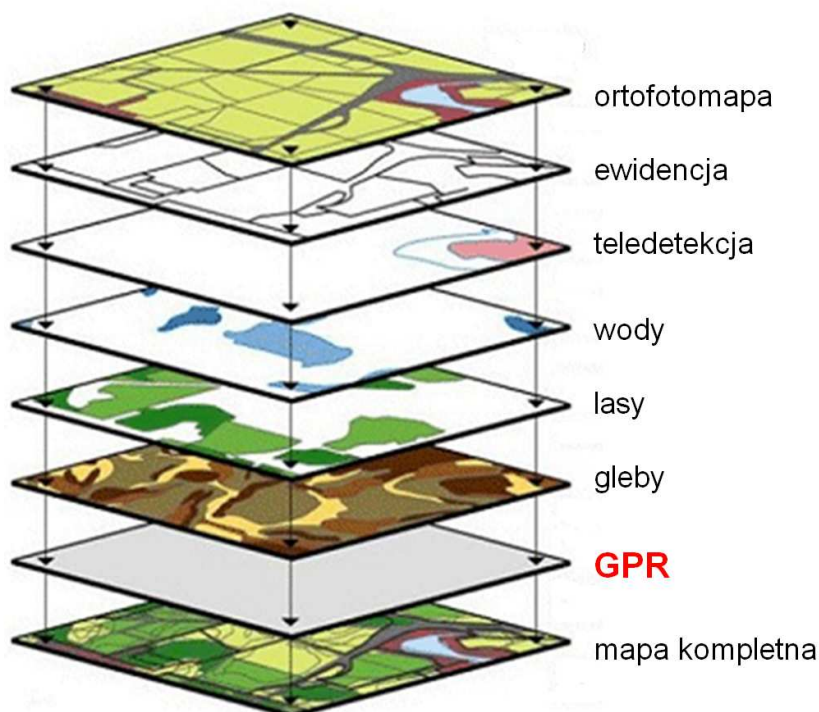
Jednym z podstawowych zadań systemu informacji przestrzennej jest pozyskiwanie danych. Od jakości pozyskanych danych, a przede wszystkim od ich kompletności będą zależały przyszłe rezultaty wykorzystania systemu.

Do podstawowych metod pozyskiwania danych zaliczamy:

- skanowanie i wektoryzację istniejących map analogowych,
- pozyskiwanie danych z pomiarów bezpośrednich (np. praca z GPS, skaningi laserowe, pomiary geodezyjne),
- pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne,
- trójwymiarową digitalizację fotogrametryczną (stereodigitalizację),
- pozyskiwanie danych z różnych systemów w formie danych cyfrowych,
- korzystanie z danych publicznych i geoportali (dane statystyczne w formie tabel, rysunków, wykresów),
- pozyskiwanie danych z instytucji publicznych np. z ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, pracowni urbanistycznych i innych ośrodków branżowych,
- korzystanie z innych zasobów publikowanych w Internecie.

Możliwości zastosowania powyższych metod zależą od wielu czynników, głównie od wymogów jakościowych, a także od możliwości technicznych i ekonomicznych.

Gmina jest jednak coraz bardziej wymagającym odbiorcą specjalistycznej informacji dotyczącej środowiska: ochrona przyrody i dziedzictwa kulturowego, ochrona wód i gospodarka wodna, ochrona powietrza, przeobrażenia powierzchni ziemi, surowce mineralne. Ośrodki gminne są coraz częściej świadome, że posiadanie takiej komplementarnej informacji ułatwia planowanie przestrzenne i zarządzanie zasobami naturalnymi. Dla gminy istotne znaczenie ma szczegółowe, lokalne powiązanie różnych elementów geos środowiskowych, ich wzajemne relacje w skali opracowań rzędu 1 : 10 000 lub większej [1].



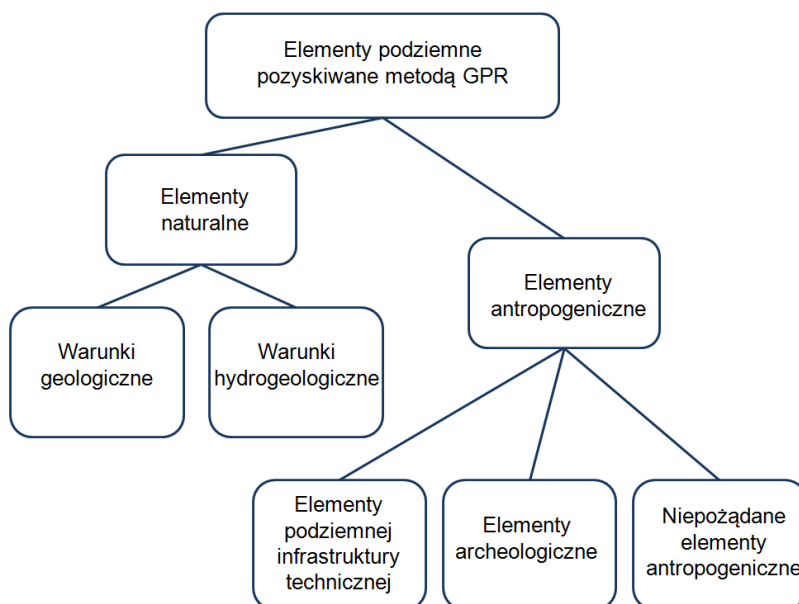
Rys. 2. Warstwy tematyczne tworzące kompletną mapę

Wymienione metody to metody pozyskiwania danych z materiałów istniejących, jak skanowanie, czy wektoryzacja istniejących map, gdzie mamy do czynienia od razu z problemem aktualizacji. Dokonywana jest ona często poprzez zastosowanie pozostałych metod, które dotyczą pozyskiwania danych nowoczesnymi metodami naziemnymi i nadziemnymi. Brak jest jednak włączenia nowoczesnych metod pozyskiwania danych podpowierzchniowych, jakimi są metody bezinwazyjne, na przykład metoda GPR. Należałoby zatem dołączyć warstwę informacyjną GPR do zestawu nakładek tworzących mapę kompletną (rys.2). Pozwoliłoby to na prowadzenie jeszcze dokładniejszych i kompleksowych analiz w systemach informacji przestrzennych.

4. Zakres pozyskiwania danych podpowierzchniowych metodą GPR

Przy określeniu kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy należy zwrócić szczególną uwagę na elementy podziemne, występujące na danym terenie, możliwe do uzyskania metodą GPR. Elementy te mogą stanowić znaczący czynnik decydujący o sformułowaniu polityki przestrzennej gminy. Elementy podziemnego systemu (rys.3) mającego wpływ na uwarunkowania badanego terenu do określonego zagospodarowania można podzielić na dwie główne grupy:

- elementy naturalne (wytworzone przez naturę),
- elementy antropogeniczne (wytworzone przez człowieka).



Rys. 3. Schemat elementów pozyskiwanych metodą GPR

Klasyfikację elementów naturalnych i antropogenicznych wyodrębnilo na podstawie literatury, głównie Karczewskiego [4]. Są to elementy podpowierzchniowe możliwe do pozyskania metodą GPR.

Przyrodniczymi (naturalnymi) elementami podziemnymi, mającymi wpływ na sposób zagospodarowania danego terenu są głównie warunki geologiczne i hydrogeologiczne:

- rodzaje gruntów - głównie cechy geologiczne,
- stopień zagęszczenia gruntu,
- poziom wód gruntowych,
- ciek podziemne,
- kurzawki,
- zanieczyszczenia gruntów i wód podziemnych,
- kawerny (pustki),
- zasięgi i kierunki migracji wód lub skażeń,
- wysypiska lub złoża materiałów budowlanych (żwir, piasek).

Elementy antropogeniczne pod powierzchnią ziemi wpływające na sposoby zagospodarowania danego obszaru, możliwe do pozyskania metodą GPR, stanowią przede wszystkim: podziemna infrastruktura techniczna i jej pozostałości, elementy archeologiczne, niepożądane elementy antropogeniczne (niewybuchy, mogilniki, wysypiska śmieci) oraz nieszczelności elementów antropogenicznych. Elementy te mogą w znaczny sposób utrudniać wybór danego terenu pod konkretne jego zagospodarowanie np. budowlane. Poza tym mogą one stanowić zagrożenie osunięcia się skał pod powierzchnią ziemi, co może mieć negatywny wpływ na sposób zagospodarowania terenu na powierzchni ziemi.

Antropogenicznymi elementami podziemnymi, mającymi wpływ na sposób zagospodarowanie danego terenu są głównie:

- obiekty technicznej infrastruktury podziemnej,
- pozostałości po działaniach wojennych, np. niewybuchy,
- miejsca kwalifikujące się do badań archeologicznych (groby, mury, fundamenty zamków, kościołów lub grodzisk, krypty, piwnice, piece, paleniska, fosy, trakty, bunkry itp.),
- cmentarzyska,
- mogilniki,
- stare, zasypane składowiska odpadów,
- nieszczelności wałów przeciwpowodziowych.

Dane uzyskane z GPR to dane mające wpływ na uwarunkowania społeczno-ekonomiczne przyrodnicze, kulturowe, które sprzyjają lub ograniczają rozwiązywanie problemów i zaspokojenie potrzeb danej gminy w dziedzinie zagospodarowania przestrzennego.

Dane tego typu mogą odgrywać dużą rolę i są przydatne w rozpoznaniu stanu i funkcjonowania środowiska przyrodniczego i dziedzictwa kulturowego poprzez:

- kompleksową charakterystykę zasobów surowców mineralnych i zasobu wód podziemnych,
- identyfikację zanieczyszczeń, zagrożeń i degradacji środowiska przyrodniczego,
- wyodrębnienie terenów archeologicznych.

Diagnoza uwarunkowań jest efektem wielorakich analiz dających pełny obraz gminy. Identyfikacja zjawisk podpowierzchniowych pozwoli wyodrębnić kompleksowo obszary konfliktowe, bariery, ograniczenia, oraz zagrożenia i preferencje rozwoju w procesie formułowania studium uwarunkowań i kierunków przestrzennego zagospodarowania gminy.

5. Wnioski

Celem każdego systemu SIP jest efektywne wykorzystanie pozyskiwanych informacji dla potrzeb praktycznych. Podstawowymi efektami takich opracowań jest utrzymanie ładu przestrzennego w przestrzeniach środowiskowej, kulturowej oraz społeczno - gospodarczej.

Wyodrębnione informacje podpowierzchniowe pozyskane metodą z GPR zapewnią:

- w dziedzinie planowania przestrzennego:
 - optymalizację zarządzania przestrzenią,
 - pogłębienie racjonalnej gospodarki zasobami gminy,
 - wzmocnienie procesów planowania i podejmowania decyzji;
- w dziedzinie ochrony środowiska:
 - optymalizację zarządzania zasobami przyrodniczymi,
 - polepszenie monitoringu środowiska;
- w dziedzinie SIP:
 - poszerzenie bazy danych o gminie,
 - utworzenie nowych warstw tematycznych,
 - poszerzenie zasobów baz danych o gminie,
 - poprawienie dokładności istniejących danych,

Przykładem zastosowań praktycznych informacji z GPR mogą stać się działania w zakresie administrowania terenem, planowania przestrzennego, ochrony środowiska, hydrogeologii, hydrografii, archeologii i geologii inżynierskiej. Pozwoli to gminom na prowadzenie polityki

przestrzennej poprzez wdrożenie nowych metod pozyskiwania danych w procesie tworzenia studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego.

Literatura

- [1] CHYBIORZ R., NITA J., PERSKI Z. Wstępne założenia metodyczne mapy geosynoptycznej dla potrzeb systemu informacji przestrzennej na poziomie gminy. *Przegląd Geologiczny*, v. 52, nr 7, 2004.
- [2] CIANCIARA A. Zastosowanie georadarów do inwentaryzacji infrastruktury podziemnej. *Inżynieria Bezwykopowa* 09/2003.
- [3] NAWROCKI W., PIASEK Z. Przestrzenna interpretacja obiektów podziemnych na podstawie badań georadarowych. *Technical Sciences. Supplement No 2. University of Warmia and Mazury in Olsztyn*, Olsztyn 2005.
- [4] KARCZEWSKI J. *Zarys metody georadarowej*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2007.

CLASSIFICATION OF GPR DATA FOR THE NEEDS OF SPATIAL INFORMATION SYSTEMS DEVELOPED AT THE MUNICIPAL LEVEL

Summary

Municipal authorities are responsible for gathering information that is used for in databases, geospatial analyses and spatial information systems. Recent years have witnessed a rapid development of GPR (Ground Penetrating Radar) systems and many advancements in geomatics and geoinformatics which deal with GIS systems through an interdisciplinary approach that combines geology, geodesy, cartography and other Earth sciences. The noted progress supports the classification of GPR data for the needs of information systems developed by municipal authorities. This paper overviews the GPR method and discusses its application for surveying subsurface structures and developing databases at the municipal level.

Key words: Spatial Information Systems, databases, GPR system, subsurface structures