

MAŁGORZATA GERUS-GOŚCIEWSKA *

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA INFORMACJI PODPOWIERZCHNIOWYCH UZYSKANYCH Z GEORADARU DO PROJEKTOWANIA STRUKTUR LINIOWYCH

POSSIBILITIES OF APPLYING SUBSURFACE DATA OBTAINED USING GROUND PENETRATING RADAR IN DESIGN OF LINEAR STRUCTURES

Streszczenie

Rozwój cywilizacji i wzrost potrzeb społecznych doprowadzają do zagospodarowywania coraz to nowych fragmentów przestrzeni i modyfikacji terenów już zagospodarowanych, a co się z tym wiąże – do ciągłych zmian przebiegu struktur liniowych. Podczas prac związanych z projektowaniem struktur liniowych w procesie miejscowego planowania przestrzennego bardzo często niewystarczające są informacje o wyglądzie podpowierzchni podłoża. Brak tych informacji doprowadza do niezgodności formy zagospodarowania z uwarunkowaniami naturalnymi i antropogenicznymi w aspekcie ekonomicznym i funkcjonalnym. W niniejszym artykule zidentyfikowano elementy podpowierzchniowe mające wpływ na kształt przebiegu struktur liniowych, przedstawiono zagrożenia związane z występowaniem tych elementów i wskazano na wybranych przykładach korzystniejsze (z punktu widzenia potrzeb tego zagospodarowania) rozwiązania lokalizacyjne. Uzyskane informacje mogą mieć wpływ na kształt programowanej przestrzeni i mogą być zastosowane w optymalizacji rozwiązań różnorodnych problemów przestrzennych w ujęciu ekonomicznym i funkcjonalnym.

Słowa kluczowe: struktury liniowe, planowanie przestrzenne, elementy podpowierzchniowe

Abstract

Civilization development and increase in public needs leads to development of new fragments of space and modification of terrains already developed and, as a consequence, continuous changes in the course of linear structures. During work on design of linear structures in the process of local physical development plan formulation the information on subsurface structure of land is very often insufficient. Lack of that information leads to discrepancy between the form of development and natural as well as anthropogenic condition in the economic and functional aspects. The paper identifies subsurface elements influencing the course of linear structures, presents the hazards related to presence of those elements and shows, on selected examples, the more favorable (from the perspective of that development) positioning solutions. The information obtained can influence the shape of the programmed space and can find application in optimization of solutions for various spatial problems from the economic and functional perspective.

Keywords: linear structures, physical planning, subsurface elements

* Dr inż. Małgorzata Gerus-Gościewska, Katedra Planowania i Zagospodarowania Przestrzennego, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.

1. Wstęp

Obecne metody gromadzenia informacji o podłożu w celach planowania przestrzennego są często niewystarczające, zdarzają się bowiem niespodzianki w procesach realizacji zaplanowanych inwestycji. Są to niewykryte elementy podziemne typu naturalnego, jak głązy, pustki, ciekły wodne, które doprowadzają do osłabienia podłoża, czego konsekwencją może być sytuacja zobrażowana na rys. 1. Druga grupa to elementy antropogeniczne, takie jak np. pozostałości infrastruktury czy niewybuchy, wykryte w procesie realizacji inwestycji.

Stosowana między innymi w drogownictwie, ochronie środowiska i archeologii tomografia komputerowa podłoża gruntowego ujawnia wszelkie tajemnice zawarte w podłożu [2, 3]. Informacje geologiczno-geotechniczne uzyskane z pomiarów bezinwazyjnych warstw powierzchniowych ziemi oraz szerokie spektrum tej metody sprawiają, że jest ona uniwersalna i bardziej przyjazna środowisku w porównaniu z tradycyjnymi metodami ekspertyz geotechnicznych wykonywanych w formie punktowych odwiertów [4, 5].

W procesie planowania przestrzennego zauważalny jest brak kompleksowej analizy przestrzeni podpowierzchniowej. Powoduje to sytuacje, w których rozwiązania planistyczne mogą być nietrafne. Przyczynia się to z kolei do stosowania przez inne branże metod bezinwazyjnych. Konsekwencją takiego postępowania bywa zagospodarowanie terenu niezgodne z planem wyjściowym [2]. Dlatego też powinno się korzystać z nowych możliwości badania podłoża, jakie dają nam metody bezinwazyjne. Kompleksowa wiedza o gruncie pozwoli na ocenę jego stabilności, przyczyni się do optymalizacji rozwiązań planistycznych, zmniejszy ryzyko wykonawstwa i w konsekwencji doprowadzi do uzyskania korzyści ekonomicznych i funkcjonalnych.



Rys. 1. Przebieg drogi bez uwzględnienia czynników podpowierzchniowych
Fig. 1. Road course without considering subsurface factors

2. Identyfikacja elementów podpowierzchniowych mających wpływ na kształt przebiegu struktur liniowych w planowaniu przestrzennym

Podczas prowadzenia prac związanych z budową obiektów inżynierskich często pojawiają się problemy związane z bardzo słabymi własnościami fizykomechanicznymi gruntów stanowiących podłoże, które nie spełnia wymagań projektowanych konstrukcji budowlanych. Najczęściej podstawowe uwarunkowania hydrogeologiczne i geotechniczne otrzymuje się dzięki informacjom uzyskanym z wykonanych odwiertów geologicznych co 100–500 m na głębokość do 3,0 m. W ten sposób otrzymuje się bardziej lub mniej przybliżony przekrój podłoża, np. na trasie drogi [1]. Pomiedzy odwiertami mogą jednak znajdować się niewykryte elementy naturalne lub antropogeniczne, które swoje oddziaływanie na nawierzchnię wywrą w najbardziej nieodpowiednim momencie. W przypadku drogi skutkiem funkcjonalnym będą: pęknięcia nawierzchni, dziury w asfalcie, koleiny czy jej zawalenie (rys. 1). Skutkiem finansowym w tym przypadku będzie kosztowna naprawa nawierzchni.

Na lokalną destabilizację podłoża wywołującą niekorzystne skutki wpływ mogą mieć następujące elementy podpowierzchniowe:

1. Naturalne:

- ciekły,
- pustki i kawerny,
- niejednorodności strefy przypowierzchniowej lub dennej,
- granice podłoża skalnego,
- granice poślizgu gruntu.

2. Antropogeniczne:

- zasypane obiekty kubaturowe,
- zniszczona sieć infrastruktury podziemnej,
- kable, rury, złom,
- niewybuchy.

Grunty zakwalifikowane jako słabe pod względem przydatności na podstawie występowania powyższych elementów mają wpływ na projektowanie takich struktur liniowych, jak:

- droga,
- działka budowlana,
- infrastruktura techniczna.

3. Wyodrębnienie szkód związanych z występowaniem elementów podpowierzchniowych

Badania geofizyczne (elektromagnetyczne) pozwalają na kompleksowe określenie lokalizacji i przebiegu elementów wybranych do badań. W tabeli 1 zestawiono oddziaływania poszczególnych elementów na przebieg wymienionych struktur liniowych. Dokonano oceny wpływu tych elementów w aspekcie funkcjonalnym i ekonomicznym oraz w trzech przedziałach: wpływ duży – D, wpływ średni – S i wpływ mały – M.

Dla przeanalizowanych wariantów nie wyodrębniono wpływu ekonomicznego małego. Oznacza to w praktyce, że analizowane elementy zawsze oddziałują na realizację zapro-

jektowanych struktur liniowych i wiąże się to z dodatkowymi kosztami. W analizowanych przypadkach będą to koszty usunięcia, przedstawione jako wpływ średni finansowy, bądź wzmocnienia podłoża – jako wpływ finansowy duży. Wynikiem badań powinna być mapa oceny stanu podłoża z określeniem zasięgu osłabień gruntu, czyli zasięgu gruntów zakwalifikowanych jako słabe pod względem przydatności do projektowania omawianych struktur liniowych.

Tabela 1

Wpływ elementów podpowierzchniowych na przebieg struktur liniowych

	Droga	Granica działki budowlanej	Infrastruktura techniczna
Słabe podłoże	D/D	D/D	D/D
Pustka, kawerna	D/D	D/D	D/D
Cieki wodne	D/D	S/D	D/D
Głazy Obiekty kubaturowe, pozostałości infrastruktury	M/S	M/S	M/S
Niewybuchy	M/S	M/S	M/S

Wpływ funkcjonalny duży oznacza, że poszczególne elementy są barierami do realizacji zaprojektowanych inwestycji. Bez poniesienia dużych kosztów finansowych realizacja inwestycji jest niemożliwa. Wpływ funkcjonalny słaby wiąże się z poniesieniem mniejszych kosztów, związanych np. z usunięciem elementów niekorzystnie wpływających na strukturę liniową, ale po ich usunięciu realizacja jest uzasadniona. Dla tych obszarów mogą zostać opracowane mapy kosztów dodatkowych realizacji inwestycji.

Stosowanie uzyskanych wyników pozwoli na zaprojektowanie struktur liniowych omijających wykryte elementy destabilizujące podłoże bądź pozwoli na optymalne kosztorysowanie inwestycji w miejscach, gdzie elementy te można usunąć (np. usunięcie warstw namulów organicznych i wprowadzenie czynnika stabilizującego do warstw mniej stabilnych, usunięcie niewybuchów itp.). Dzięki posiadanej większej wiedzy o podłożu na całej powierzchni można oczekiwać od projektanta przedstawienia optymalnych właściwie uzasadnionych i ekonomicznych rozwiązań planistycznych.

4. Wyodrębnienie dziedzin zastosowania uzyskanych wyników

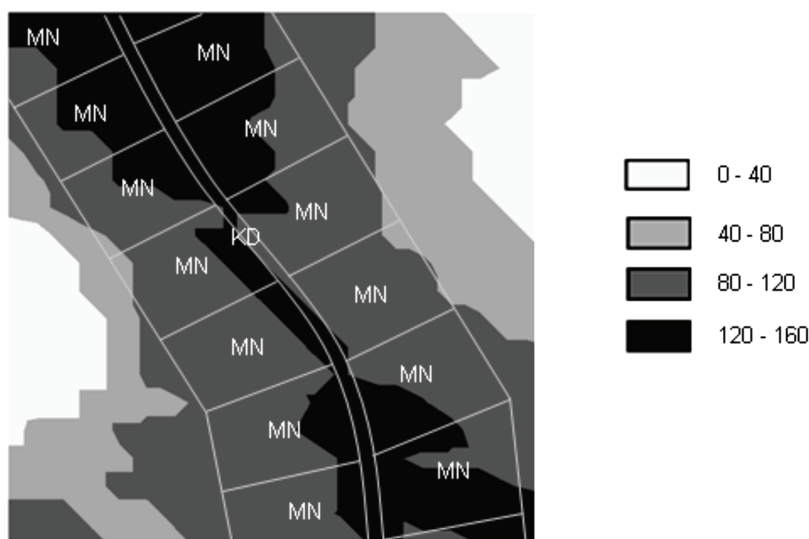
Celem badań jest określenie skutków istnienia wymienionych wyżej elementów podziemnych na przebieg struktur liniowych. Uzyskane informacje można wykorzystać na różnym szczeblu gospodarki przestrzennej. Informacje o podłożu otrzymane z metod bezinwazyjnych powinny znaleźć zastosowanie w planowaniu przestrzennym. Postuluje się zastosowanie informacji podpowierzchniowych w planowaniu przestrzennym na etapach studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin i miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. W dobie SIT powinny zasilać one bazę danych, na podstawie której wykonuje się prace projektowe w planowaniu przestrzennym, np. przy wnoszeniu projektu drogi na plan zagospodarowania przestrzennego. Pozwoli to uniknąć niespodzianek w procesie realizacji projektu drogi, zniweluje nieprzewidziane skutki

ekonomiczne, a w późniejszym okresie doprowadzi do korzyści funkcjonalnych związanych z użytkowaniem drogi.

Informacje o podłożu mogą mieć zastosowanie w kompleksowym urządzaniu obszarów wiejskich (scalenia gruntów, podziały nieruchomości). W gospodarce nieruchomościami informacje o podłożu mogą być wykorzystane na potrzeby: wywłaszczania nieruchomości, wykupu gruntów pod określone cele (np. archeologia), określenia wartości rynkowej nieruchomości, określenia wielkości zadośćuczynienia za wyrządzone szkody.

5. Propozycja przebiegu struktur liniowych z uwzględnieniem czynników napowierzchniowych i podpowierzchniowych

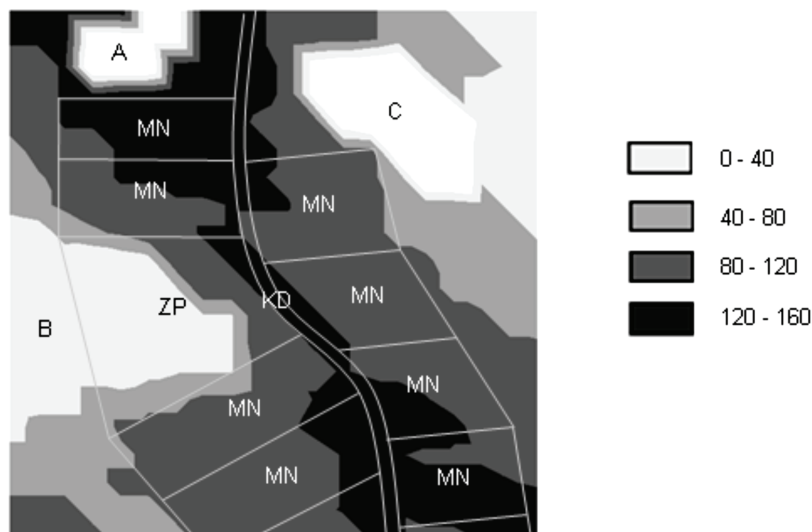
W trakcie badań wyodrębniono strefy możliwości użytkowania ziemi w celach budowlanych z uwzględnieniem elementów napowierzchniowych (rys. 2) [3]. W obszarach najlepszej i dobrej przydatności pod funkcję budowlaną (przedział punktowy 120–160 i 80–120) zaprojektowano przebieg drogi KD i podział przestrzeni na działki budowlane MN.



Rys. 2. Projekt przebiegu drogi i granic z uwzględnieniem czynników napowierzchniowych
Fig. 2. Road and borders course design considering surface factors

W drugim etapie badań uwzględniono informacje dotyczące położenia elementów podpowierzchniowych na analizowanym obszarze. Wyodrębniono trzy powierzchniowe elementy podziemne (kurzawka – obszar A, pustka – obszar B i kawerna – obszar C), które znacznie zmieniły przydatność przestrzeni pod funkcję budowlaną (rys. 3) [3]. Po uwzględnieniu informacji o podłożu zaproponowano nowy projekt przebiegu drogi i granic działek budowlanych. W obszarze nieprzydatnym pod funkcję budowlaną, a łączącym dwa obszary o przydatności bardzo dobrej i dobrej, zaprojektowano zielen parkową ZP (rys. 3).

Zaprezentowany nowy podział przestrzeni jest optymalnym rozwiązaniem, uwzględniającym elementy napowierzchniowe i podpowierzchniowe. Nowo zaprojektowane struktury liniowe omijają strefy nieprzydatne dla funkcji budowlanej. W rezultacie nowego projektu fragmentu planu zagospodarowania przestrzeni zarówno w aspekcie technicznym, jak i ekonomicznym osiągnięto korzyści pożądane do realizacji zaplanowanej inwestycji.



Rys. 3. Projekt przebiegu drogi i granic z uwzględnieniem czynników napowierzchniowych i podpowierzchniowych

Fig. 3. Road and borders course design considering surface and subsurface factors

6. Wnioski

Tomografia komputerowa podłoża oparta na metodzie elektromagnetycznej to najszybsze, mające szeroki zakres i możliwości dokumentowania na bieżąco badanie rozpoznawcze terenu. Stąd w pracach planistycznych, na etapie studium uwarunkowań i kierunków przestrzennego zagospodarowania gminy, konieczne staje się uwzględnianie wyników otrzymanych z metod bezinwazyjnych. Pozwala to na uzyskanie pełniejszego spektrum informacji, mających znaczący wpływ na sposób zagospodarowania przestrzeni. W fazie planowania przestrzeni dzięki tej metodzie można uzyskać cenne informacje, pomocne w akceptacji lub korekcie projektu planu.

Zastosowanie wyników badań geofizycznych na etapie planowania przestrzennego dostarcza kompleksowych informacji i prowadzi do optymalnych rozwiązań w procesie tworzenia planu zagospodarowania przestrzennego. W niniejszym artykule wykazano, że brak analizy dotyczącej obiektów przestrzeni podpowierzchniowej terenu może doprowadzić do dużych strat ekonomicznych i funkcjonalnych. Proponuje się włączenie wyników badań podpowierzchni ziemi w proces planowania przestrzennego w celu osiągnięcia lepszych rezultatów w aspektach ekonomicznych i funkcjonalnych realizowanych inwestycji.

Metody bezinwazyjne wprowadzone z powodzeniem w różnych dziedzinach, których działania zależą od planu zagospodarowania przestrzennego, powinny tym bardziej znaleźć zastosowanie w samym planowaniu przestrzennym.

Literatura

- [1] Bukowski Z., *Jaka wiedza o podłożu, taka trwałość drogi*, Magazyn Autostrady 3/2003.
- [2] Gerus-Gościowska M., *Wykorzystanie wyników z pomiarów geofizycznych w planowaniu przestrzennym*, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 114, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
- [3] Gerus-Gościowska M., *The influence of geophysical measurements applications on land use attractor*, 12th FIG Symposium on Deformation Measurement, Research Group of Engineering Geodesy, Vienna University of Technology, Baden 2006.
- [4] Oferta firmy POL-GEO, <http://www.polgeo.com.pl/sglowna.html>.
- [5] Serwis Geofizyczny, http://georadar.pl/serwis_geofizyczny.htm.