

Zakres prac geodezyjnych w świetle projektu nowych wytycznych GDDKiA dotyczących rozpoznania podłoża gruntowego w drogownictwie

Nowy rynek dla geodetów

Projekt „Nowoczesne metody rozpoznania podłoża gruntowego w drogownictwie” realizowany był w latach 2015-2018 przez konsorcjum naukowe w składzie: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (lider), Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie oraz Politechnika Warszawska. Przedsięwzięcie zostało objęte krajowym programem „Rozwój Innowacji Drogowych” ogłoszonym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Instytucjami finansującymi było NCBiR oraz Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Cele projektu to m.in.:

- przegląd metod badawczych wykorzystywanych w rozpoznaniu podłoża gruntowego;
- kwerenda danych dotycząca badań wykorzystywanych w rozpoznaniu podłoża gruntowego;
- wyznaczenie poligonów testowych do walidacji metod badawczych;
- opracowanie programu badań uzupełniających koniecznych do przeprowadzenia oceny przydatności metod badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego;
- walidacja metod badawczych wykorzystywanych w rozpoznaniu podłoża gruntowego;
- wybór najlepszych rozwiązań spośród dostępnych metod na bazie walidacji;
- opracowanie wytycznych badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego.

Efektom podjętych prac jest katalog dostępnych metod badań podłoża gruntowego z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć technik pomiarowych. Poza elementami z dziedziny geologii i budownictwa zawiera on m.in. zagadnienia z zakresu geodezji i kartografii, tj.:

- badania teledetekcyjne – interferometria satelitarna, zdjęcia radarowe, zdjęcia lotnicze, ortofotomapy, numeryczny model terenu i pokrycia terenu, bezzałogowe statki powietrzne (UAV/RPAS), lotniczy skanowanie laserowe, fotogrametria;
- badania geodezyjne – metody klasyczne pomiarów przemieszczeń i odkształceń (w tym monitoring geodezyjny z zastosowaniem tachimetrów zrobotyzowanych i systemów GNSS), naziemny skanowanie laserowe, naziemna interferometria radarowa GBSAR, fizyczne czujniki i systemy pomiarowe;
- monitoring powierzchniowy i węglętny;
- zalecenia do prowadzenia dokumentacji projektowej w zakresie rozpoznania podłoża gruntowego w technologii GIS i BIM.

Opracowane przez naukowców z Warszawy i Krakowa „Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie” to kompendium wiedzy dla wykonawców zajmujących się geodezyjną obsługą prac geologicznych na drogach. Ten nowy dokument jest o tyle istotny dla geodetów, że może przyczynić się do powstania nowego rynku o jasnych i sprecyzowanych zasadach przetargowych.

Arkadiusz Piechota,
Edyta Majer, Łukasz Ortyl

Badania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym wykonywane są zarówno na etapie planowania oraz projektowania, jak i budowy oraz eksploatacji dróg. Zakres tych badań (w tym hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych) zależy od etapu realizacji inwestycji oraz stopnia skomplikowania warunków gruntowych.

Wcześniej badania podłoża pod projektowane i modernizowane obiekty drogowe i obiekty inżynierskie wykonywane były na podstawie „Instrukcji badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych”. Opracowanie to powstało na potrzeby Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych (dlatego dalej będziemy je nazywali instrukcją GDDP) w 1998 r., czyli 20 lat temu. Od tego czasu zdezaktualizowały się normy oraz zmieniły przepisy prawa zarówno geologicznego, jak i budowlanego.

Co istotne, poza zmianą otoczenia formalno-prawnego nastąpił także intensywny rozwój nowoczesnych technik pomiarowych (teledetekcyjnych, geodezyjnych, geofizycznych, geotechnicznych) oraz metod przetwarzania danych (systemy informacji przestrzennej – GIS; modelowanie informacji o budynku – BIM). Dlatego konieczne stało się nie tyle zaktualizowanie instrukcji GDDP, co opracowanie nowego dokumentu, który byłby odpowiedzią na potrzeby GDDKiA jako największego inwestora w kraju w zakresie budownictwa drogowego. Tak powstały „Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie”. Jest to dokument gotowy do wdrożenia w działalności statutowej GDDKiA oraz w praktyce gospodarczej.



• Geodezja w starych wytycznych

W instrukcji GDDP z 1998 r. problematyka geodezyjnej obsługi badań podłoża gruntowego pod drogi zajmuje niecałe dwie strony. Większość tego miejsca poświęcono kwestii analizy zdjęć lotniczych oraz satelitarnych jako narzędzi do projektowania prac geologicznych oraz materiału do wykonywania numerycznego modelu terenu. Natomiast zagadnienia geodezyjnego pomiaru punktów badawczych sprowadzone zostały do jednego akapitu, w którym określono dokładność tyczenia elementów oraz ogólne zasady niwelacji.

Marginalizacja w instrukcji obsługi geodezyjnej skutkowała tym, że często traktowana była ona jako zbędna. Dopiero zmiany w *Prawie geologicznym i górniczym* z 2014 roku oraz przejściowy dokument nr 7 pt. „Szczegółowe wymagania, opracowania geologiczno-inżynierskie” (będący załącznikiem do zarządzenia nr 58 generalnego dyrektora dróg krajowych i autostrad z 23 listopada 2015 r. w sprawie dokumentacji do realizacji inwestycji)



Fot. Łukasz Ortyl, AGH

Fot. 1. Badania zintegrowanym systemem pomiarowym GPR – TCA (georadar – tachimetr zrobotyzowany) zapewniającym geopozycjonowanie pomiarów geofizycznych on-line. Poligon testowy 6-S7 Lubień – Rabka w ciągu powstającej drogi ekspresowej

zobowiązywały wykonawców do korzystania z usług geodezyjnych m.in. przy robotach geologicznych (wierceniach, sondowaniach itp.) oraz przy pracach geofizycznych. Dokument nr 7 został przygotowany przez pracowników ówczesnego Departamentu Technologii GDDKiA i był konsultowany ze specjalistami z PIG – PIB.

• 0 nowych zaleceń

W 2015 r. zainicjowano projekt „Nowoczesne metody rozpoznania podłoża gruntowego w drogownictwie” (więcej w ramce na s. obok). Powstałe w jego wyniku „Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie” opiniowane były zarówno przez GDDKiA (zgłosiła 161 uwag), jak i inne zainteresowane podmioty (ponad 200 uwag). Do części geodezyjnej nie było jednak prawie żadnych zastrzeżeń. Dokument ten stanowi zbiór wymagań, zasad i zaleceń określających sposób postępowania podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego – w zależności od etapu procesu inwestycyjnego – na potrzeby budownictwa drogowego.

Dokumentowanie badań podłoża budowlanego polega na:

- zbieraniu dostępnych informacji o terenie i danych archiwalnych o podłożu budowlanym,

- projektowaniu i wykonywaniu badań podłoża budowlanego (w tym badań terenowych i laboratoryjnych),

- przetwarzaniu, interpretacji, analizie i ocenie wyników badań,

- przedstawianiu wyników badań w określonej formie,

- gromadzeniu i archiwizowaniu danych.

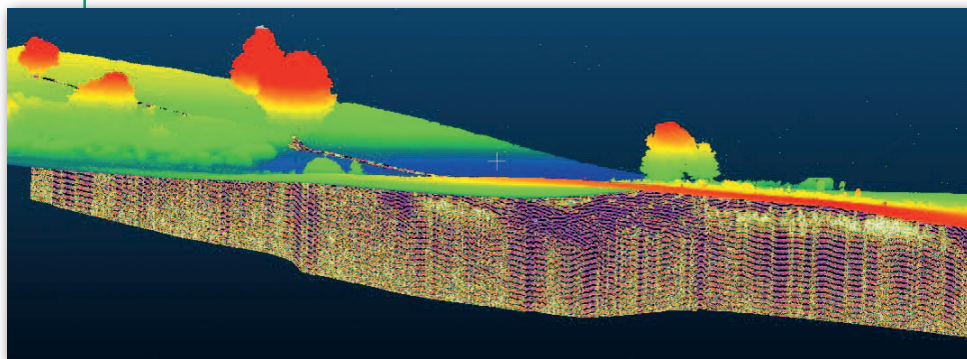
Jak wynika z przedstawionych etapów, prace geodezyjne są niezbędne

do prawidłowego dokumentowania badań. W wytycznych poświęcono geodezji, kartografii oraz teledetekcji cały rozdział w „głównym tekście” oraz dwa załączniki szczegółowe. Przedstawiono w nich warunki formalno-prawne oraz metodykę pomiarową, która powstała z wykorzystaniem doświadczeń licznych eksperymentów badawczych przeprowadzonych na poligonach testowych zlokalizowanych na terenie całego kraju (fot. 4). Opracowaniu metodycznemu podlegały wszystkie metody pomiarowe stosowane we współczesnej

Fot. 2. Wirnikowiec Riegl RiCopter ze skanerem laserowym Riegl VUX-1 UAV wykorzystany w eksperymentach badawczych na czterech poligonach testowych 3-S19 Kraśnik – Janów Lubelski w ciągu powstającej drogi ekspresowej



Fot. Tomasz Owieko, AGH



Źródło: Łukasz Orny, AGH

Fot. 3. Zintegrowane dane ALS i georadarowe

geodezji (od klasycznych po najnowsze). Z celami i najważniejszymi założeniami eksperymentów można się zapoznać na stronie projektu prowadzonej przez AGH: www.rid.agh.edu.pl, zakładka „Realizacja i relacja z badań”. Wyniki i wnioski z eksperymentów będą omawiane systematycznie w publikacjach naukowych.

• Co znajdziemy w nowej instrukcji?

W rozdziale 5.2 wytycznych pt. „Pomiary i opracowania geodezyjno-kartograficzne i teledetekcyjne” zapisano, że w trakcie wykonywania badań podłoża budowlanego niezbędne jest przeprowadzenie terenowych pomiarów geodezyjnych wszystkich punktów dokumentacyjnych w celu przedstawienia ich lokalizacji na mapach, przekrojach oraz modelach geologicznych. Zgodnie z rozporządzeniem *ws. dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* każdy taki punkt powinien mieć określoną rzędną wysokościową w obowiązującym układzie wysokości ortometrycznych. W karcie informacyjnej należy też podać współrzędne płaskie (x, y) oraz rzędną (H) dla każdego otworu wiertniczego i sondowania.

Wszystkie geodezyjne pomiary sytuacyjne i wysokościowe należy wykonywać zgodnie z rozporządzeniem *w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych* (...). Lokalizację obszaru badań, zaprojektowane i wykonane badania oraz efekty przetwarzania zebranych danych należy przedstawiać na:

- mapie sytuacyjno-wysokościowej sporządzonej w odpowiednio dobranej skali (nie mniejszej niż 1:50 000) na podstawie danych i informacji uzyskanych z PZGiK – dla obszarów lądowych,

- mapie sytuacyjno-batymetrycznej w skali umożliwiającej szczegółowe przedstawienie lokalizacji obszaru lub miejsc zaplanowanych robót geologicznych – dla obszarów morskich RP.

Prace geodezyjne mogą być wykonywane przez osobę:

- posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu prac geodezyjnych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np. w SIWZ),

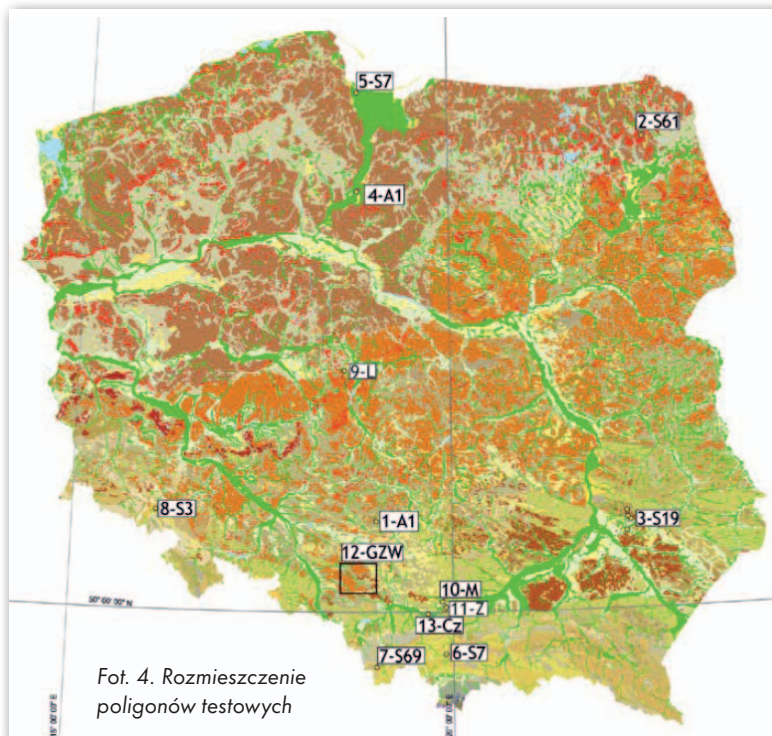
- posiadającą uprawnienia zawodowe w dziedzinie geodezji i kartografii,

- wykonującą prace pod nadzorem osób wymienionych we wcześniejszych punktach, gdy nie zabraniają tego przepisy *Pgik*.

Pomiary teledetekcyjne mogą być wykonywane przez osobę spełniającą analogiczne wymagania. Oprócz geodezyjnych i fotogrametrycznych technologii pomiarowych – czytamy dalej w rozdziale 5.2 instrukcji – dodatkowym narzędziem wspomagającym proces rozpoznania podłoża budowlanego są opracowania kartometryczne danych pozyskanych metodami teledetekcyjnymi. Metody teledetekcyjne nie są uwzględnione w normach dotyczących badań podłoża budowlanego, jednak znajdują coraz większe zastosowanie w badaniu środowiska geologicznego oraz podczas prowadzenia robót ziemnych. W większości przypadków pozwalają na uzyskanie ogólnej informacji z dużego terenu i mogą być poddawane zestandaryzowanym procesom przetwarzania. Zastosowanie takich metod pozwala przede wszystkim na wyselekcjonowanie obszarów do bardziej szczegółowego rozpoznania.

• Szczegółowe załączniki

Pierwszy z załączników – dotyczący geodezji i kartografii – liczy 17 stron i stanowi kompendium wiedzy dla wykonawców zajmujących się geodezyjną obsługą prac geologicznych na drogach. Znajdują się w nim szczegółowe informacje dotyczące metodyki wykonywania pomiarów i opracowań geodezyjno-kartograficznych na potrzeby badań podłoża budowlanego, takie jak:



Fot. 4. Rozmieszczenie poligonów testowych

SYMBOL POLIGONU	NAZWA
1-A1	POLIGON TESTOWY A1 (Rzysawa-Pyrzowice)
2-S61	POLIGON TESTOWY S61 (Szczuczyn-Raczk)
3-S19	POLIGON TESTOWY S19 (Krańnik-Janów Lubelski)
3-S19-1	ODCINEK S19-1
3-S19-2	ODCINEK S19-2
3-S19-3	ODCINEK S19-3
3-S19-4	ODCINEK S19-4
4-A1	POLIGON TESTOWY A1 (Nowe Marzy - Grudziądz)
5-S7	POLIGON TESTOWY S7 (Straszyn-Koszwały-Nowy Dwór Gdański)
6-S7	POLIGON TESTOWY S7 (Lubień - Rabka)
7-S69	POLIGON TESTOWY S69 (Szare - Laliki)
8-S3	POLIGON TESTOWY S3 (Bolków - Kamienna Góra)
9-L	POLIGON TESTOWY Leszcze
10-M	POLIGON TESTOWY Mydlniki
11-Z	POLIGON TESTOWY Zakrzówek
12-G	POLIGON TESTOWY GZW
13-Cz	POLIGON TESTOWY GZW

TYPOWE ZASTOSOWANIE		Niwelacja geometryczna	Pomiary tachymetryczne	Pomiary GNSS	Satelitarne zdjęcia multispektralne	Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym	Zdjęcia termalne	Zdjęcia hiperspektralne	Zdjęcia lotnicze	Lotniczy skanowanie laserowe	Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe Statki Powietrzne	Naziemny skanowanie laserowe	Naziemne zdjęcia cyfrowe	Naziemny radar interferometryczny
OBRAZOWANIE OGÓLNE	Obraz poglądowy	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ
	Analiza form morfologicznych	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Wyznaczenie fotolineamentów	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ
	Możliwość penetracji przez niewielką pokrywę roślinną	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z/O	NZ	Z
PRODUKTY	Ortofotomapa	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ
	Obraz pokrycia terenu	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ
	Numeryczny model terenu	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Różnicowy model terenu	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Model 3D wybranego obiektu na powierzchni	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ
POMIARY WSPÓŁRZĘDNYCH	Pomiary sytuacyjno-wysokościowe	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ
	Tyczenie lokalizacyjne	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Pomiary (monitoring) przemieszczeń	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z
ANALIZY ŚRODOWISKOWE	Analiza zmian pokrycia terenu	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza roślinności	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza gleby	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza zanieczyszczeń	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza wilgotności	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Pomiar temperatury podłoża	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ

Z – zalecane; NZ – niezalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami

Zestawienie przydatności oraz typowych zastosowań poszczególnych geodezyjnych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych technologii pomiarowych (źródło: „Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie”)

- metody pomiarów geodezyjnych,
- geodezyjne pomiary punktów dokumentacyjnych i profili geofizycznych,
- aktualizacja wielkoskalowych podkładów mapowych,
- pomiary fotogrametryczne i skanowanie laserowe z pułapu lotniczego,
- pomiary fotogrametryczne z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych oraz pomiary wykonywane technologią skaningu laserowego,
- forma przedstawienia zaktualizowanych danych geodezyjno-kartograficznych oraz pomiarów geodezyjnych.

Załącznik dotyczący teledetekcji również liczy 17 stron. Zawarto w nim szczegółowe informacje z zakresu stosowanych metod teledetekcyjnych oraz metodyki tworzenia na ich podstawie numerycznego modelu terenu oraz map: pionowych przemieszczeń powierzchni terenu, użytkowania i pokrycia terenu, rozkładu wilgotności podłoża budowlanego, geomorfologicznych oraz glebowo-rolniczych.

• Nowe możliwości

Kompleksowe wykonanie badań podłoża budowlanego nie może obejść się bez udziału geodetów i kartografów. W dobie specjalistycznego oprogramowania komputerowego precyzyjna lokalizacja badań geologicznych pozwala na wykonywanie złożonych analiz oraz tworzenie szczegółowych opracowań. W tym celu niezbędne są pomiary geodezyjne.

Rozumieli to twórcy wytycznych, dlatego też zagadnieniom geodezyjno-kartograficznym poświęcili tyle uwagi. Jest to w szczególności zasługa geodetów pracujących w PIG (absolwentów Politechniki Warszawskiej wspomagających geologów w ich codziennej pracy) oraz specjalistycznej kadry naukowej z katedr Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa oraz Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. Ostateczny odbiór efektów projektu przez NCBiR i GDDKiA powinien nastąpić do końca 2018 r.

Zachęcamy wszystkich zainteresowanych do zapoznania się z treścią nowych wytycznych, gdyż po przyjęciu projektu przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad staną się one standardem, a co za tym idzie – powstanie dla geodetów nowy rynek o jasnych i sprecyzowanych zasadach przetargowych.

Arkadiusz Piechota

Konsultant merytoryczny

dr Edyta Majer

Kierownik projektu

Państwowy Instytut Geologiczny

– Państwowy Instytut Badawczy

dr inż. Łukasz Ortyl

Katedra Geodezji Inżynierskiej

i Budownictwa WGGiŚ AGH

Kierownik projektu RID OT1-1E/PIG-AGH-

PW na AGH, koordynator merytoryczny

prac z zakresu geodezji, fotogrametrii,

teledetekcji oraz metody georadarowej

(Wytyczne badań podłoża budowlanego

w drogownictwie:

www.pgi.gov.pl/drogi.html,

www.rid.agh.edu.pl)