

Formalne podstawy i praktyka prowadzenia badań geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych w Polsce

Marek Tarnawski¹



Formal basis and practice of conducting engineering geological and geotechnical investigations in Poland. Prz. Geol., 69: 954–962.

Abstract. The changing legal conditions for soil investigation are reflected in the practice of their implementation. This, in turn, affects the quality of the investigation results, and ultimately the possibility of obtaining a picture of soil conditions close to reality. Under the current legal framework, three types of soil investigation reports are prepared. It is important to stage their implementation correctly. The amendment to the Construction Law in 2020 may facilitate this, provided that the role of the Geotechnical Opinion in the soil testing process is increased and the proper investor's supervision over the soil investigations is ensured.

Keywords: geological law, construction law, soil conditions, geotechnical categories, geotechnical opinion, geological-engineering report, geotechnical report, staging of soil investigations, investor supervision

Pozycja i renoma firmy prowadzącej badania podłoża budowli zależą nie tylko od dbałości o jakość usług i spełnianie wymogów klientów, ale również od umiejętności poruszania się w gąszczu przepisów regulujących działalność gospodarczą w branżach budownictwa i geologii. Przepisów często niejasnych, niespójnych i rozmaicie interpretowanych. W efekcie rozważań na ten temat ukazał się pierwszy artykuł autora o tematyce prawnej (Tarnawski, 2000). Po nim następowały kolejne (łącznie jednaście). Autor wrócił do tematyki prawnej w rozdziale 9 monografii *Badania podłoża budowli; Metody polowe* (Tarnawski, 2020). Wiązało się to m.in. z istotną dla problematyki badań podłoża nowelizacją ustawy *Prawo budowlane*, która nastąpiła w 2020 r. (Ustawa..., 2020).

W niniejszym artykule opisano zmieniające się w czasie uwarunkowania prawne badań geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych i ich wpływ na praktykę realizacji badań podłoża oraz możliwości uzyskiwania bliskiego rzeczywistości obrazu warunków gruntowych. Ponadto dokonano analizy możliwych skutków nowelizacji *Prawa budowlanego* w 2020 r.

EWOLUCJA PRZEPISÓW DOTYCZĄCYCH BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLI NA PRZEŁOMIE XX I XXI W.

W polskim prawodawstwie (a stąd i w praktyce) od lat funkcjonują dwa sposoby ustalania przydatności gruntów do posadowienia obiektów budowlanych:

- badania geotechniczne (lub badania podłoża gruntowego);
- badania geologiczno-inżynierskie.

Badania geotechniczne podlegają przepisom *Prawa budowlanego*, te drugie natomiast przepisom *Prawa geologicznego i górniczego* (Ustawa..., 2011), które są bardziej restrykcyjne. Chodzi m.in. o wymóg posiadania stosownych kwalifikacji, potwierdzonych uprawnieniami, czego nie wymaga się od osób ustalających geotechniczne warunki posadowiania obiektów (Bardel, 2019), a także o czasochłonną procedurę administracyjną zatwierdzania projek-

tów robót geologicznych i dokumentacji geologiczno-inżynierskich.

Do początku lat 90. XX w. wyniki badań podłoża budowli zestawiano najczęściej w tzw. dokumentacjach technicznych badań podłoża gruntowego. Dokumentacje geologiczno-inżynierskie wykonywano na potrzeby realizacji dużych (>50 ha) bądź kluczowych inwestycji oraz obiektów lokalizowanych w specyficznych warunkach podłoża (strefy brzegowe form erozyjnych, obszary osuwiskowe i krasowe, występowanie pyłów i lessów) lub na terenach nierozpoznanych pod względem geologicznym (Zarządzenie..., 1970).

Przełomowy okazał się rok 1994. Z jednej strony znolizowana ustawa *Prawo geologiczne i górnicze* zlikwidowała *de facto* techniczne badania podłoża, a z drugiej w art. 34 ust. 3, pkt. 4 ustawy *Prawo budowlane* pojawił się zapis: *Projekt budowlany [...] powinien zawierać: 4) w zależności od potrzeb, wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych.* W jej nowelizacji z 22 sierpnia 1997 r. (Dz.U. nr 111, poz. 726) dodano w ust. 6: *Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji określi, w drodze rozporządzenia [...] szczegółowe zasady ustalania geotechnicznych warunków posadowiania obiektów budowlanych.* Rozporządzenie to ogłoszono w październiku 1998 r. Równoległe ukazała się *Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych* (Kłosiński i in., 1998). Projekty obu dokumentów opracowano zgodnie z zaleceniami normy europejskiej EN 1997 czyli Eurokodu 7. Od 2002 r. norma ta była stosowana równoległe z krajowymi normami budowlanymi, wycofanymi w 2010 r. ze zbioru norm aktualnych po wydaniu polskojęzycznej wersji Eurokodu 7, czyli normy PN-EN 1997-2:2009 (Wysokiński i in., 2011). Nowa, rozszerzona wersja *Rozporządzenia w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowiania obiektów budowlanych* (wydana przez ministra transportu, budownictwa i gospodarki morskiej – MTBiGM) ukazała się w Dzienniku Ustaw 27 kwietnia 2012 r. i stała się obowiązującym do dziś zbiorem podstawowych zasad realizowania badań podłoża w Polsce.

¹ Przedsiębiorstwo Geologiczne Geoprojekt Szczecin Sp. z o.o., ul. Tartaczna 9, 70–893 Szczecin; m.tarnawski@geoprojekt.szczecin.pl

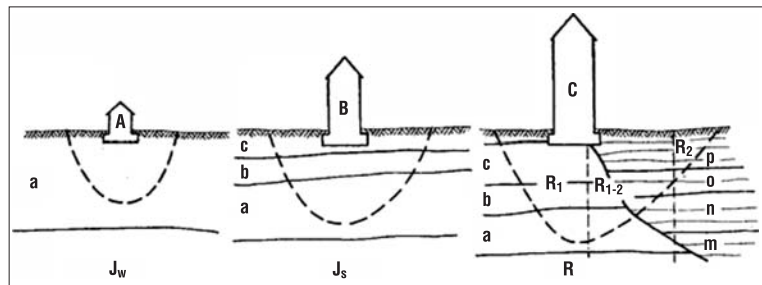
PRZEWODNIE ZAPISY WS. USTALANIA WARUNKÓW POSADAWIANIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (2012) opiera się na zaczerpniętym z Eurokodu 7 pojęciu *kategoria geotechniczna obiektu budowlanego*. Opis tego pojęcia (patrz § 4.1 rozporządzenia) można skrócić do: *Kategoria geotechniczna obiektu budowlanego zależy od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz charakterystyki obiektu budowlanego*. Nawet mając zastrzeżenia do zdefiniowania w tym rozporządzeniu obu pojęć, nie sposób nie docenić idei połączenia warunków gruntowych i rodzaju obiektu jako najistotniejszych czynników określających tę kategorię. Zaliczenie obiektu do danej kategorii pozwala po pierwsze ustalić niezbędny w tej sytuacji zakres badań podłoża budowli (§ 6 rozporządzenia), a po drugie rodzaje opracowań, w których należy umieścić wyniki tych badań (§ 7). Warunki gruntowe dzieli się na: proste, złożone i skomplikowane (§ 4.2 rozporządzenia). Znaczenie tych określeń objaśniono w tab. 1.

Zastosowanie w rozporządzeniu formalnego podziału warunków gruntowych podłoża budowli nie jest oczywiście pierwszym pomysłem tego typu. Dla porównania można przypomnieć modele środowiska inżyniersko-geologicznego Kowalskiego (1988). Obrazują one wyłącznie zmienność litofacjalną i wiekową lub brak tej zmienności (ryc. 1), nie odnosząc się do warunków hydrogeologicznych i obecności (lub nie) niekorzystnych zjawisk geologicznych. Zakładając brak tych czynników, ale także nieobecność gruntów słabonośnych we wszystkich warstwach pokazanych na ryc. 1, łatwo zauważyć, że modele J_w i J_s będą odpowiadać prostym warunkom gruntowym, natomiast model R – złożonym, ze względu na występowanie warstw *nieciągłych, zmiennych genetycznie i litologicznie*. Odpowiednio uzupełnione modele J_w i J_s mogą odpowiadać złożonym warunkom gruntowym. Na przykład

jeśli warstwę b będą stanowiły grunty słabonośne albo jeśli zwierciadło wód gruntowych wystąpi powyżej poziomu posadowienia. Z kolei, gdy granica pomiędzy środowiskami R_1 i R_2 okaże się potencjalną powierzchnią poślizgu, warunki gruntowe staną się skomplikowane. Taki opis mógłby sugerować, że definicje zawarte w § 4.2 rozporządzenia są na tyle jednoznaczne i poprawne, że przyporządkowanie właściwego stopnia skomplikowania warunków gruntowych będzie w każdym przypadku oczywiste. Niestety, tak nie jest. Zapisy punktów 1 i 2 § 4.2, dotyczące *warstw gruntów jednorodnych lub niejednorodnych*, mimo zrozumiałej intencji nie są szczęśliwie sformułowane, albowiem z definicji warstwy (tak geologicznej, jak i geotechnicznej) wynika jej odpowiednio określona jednorodność. Nie ma więc *warstw niejednorodnych*. Poza tym niezrozumiałe jest, dlaczego takie warunki, w których występują warstwy gruntów jednoznacznie nośnych, ale o różnej genezie i litologii, należałoby uznać za złożone. W praktyce nie stosuje się tego, nawet jeśli warstwy nie zalegają poziomo (Tarnawski, 2017).

Warto zauważyć, że Kowalski (1988) uznał, iż w jego modelu J_s (ryc. 1) *wszystkie profile geologiczne są jednokowe*, ponieważ tworzą je te same warstwy $a-c$, choć widać tam, że położenie ich granic nie jest ani poziome, ani nawet równoległe. Stąd propozycja autora, aby wprowadzić inne



Ryc. 1. Schematyczne modele środowiska inżyniersko-geologicznego (Kowalski, 1988): J – geologicznie jednorodnego (w – w sensie węższym, s – w sensie szerszym), R – geologicznie niejednorodnego. Układ warstw $a-c$ jest geologicznie różny od układu $m-n-o-p$

Fig. 1. Schematic models of the engineering-geological environment (Kowalski, 1988): J – geologically homogeneous (w – in the narrower sense, s – in the broader sense), R – geologically heterogeneous. The arrangement of the $a-c$ layers is geologically different from the $m-n-o-p$ system

Tab. 1. Rodzaje warunków gruntowych wg Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (2012), uproszczone (Tarnawski, 2013a)

Table 1. Types of ground conditions in accordance with the Regulation of the Minister of Transport, Construction and Maritime Economy on determining geotechnical conditions for construction objects (2012), simplified (Tarnawski, 2013a)

Warunki / Conditions	Opis / Description
Proste / Simple	Jednorodne genetycznie i litologicznie warstwy gruntów zalegają poziomo i nie obejmują mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych. Zwierciadło wód gruntowych poniżej projektowanego poziomu posadowienia. Brak niekorzystnych zjawisk geologicznych. <i>Genetically and lithologically homogeneous soil layers are horizontal and do not include low-bearing mineral soils, organic soils and uncontrolled fills. The groundwater table is below the designed foundation level. No adverse geological phenomena.</i>
Złożone / Complex	Warstwy gruntów nieciągłe, zmienne genetycznie i litologicznie, obejmujące grunty słabonośne. Zwierciadło wód gruntowych w poziomie projektowanego posadowienia lub powyżej. Brak niekorzystnych zjawisk geologicznych. <i>Discontinuous soil layers, genetically and lithologically variable, including weak soils. Groundwater table at the proposed foundation level or above it. No adverse geological phenomena.</i>
Skomplikowane / Complicated	Występowanie niekorzystnych zjawisk geologicznych: krasowych, osuwiskowych, sufozyjnych, kurzawkowych, glacytektonicznych, gruntów ekspansywnych i zapadawych. Obszary szkód górniczych. Możliwe deformacje nieciągłe. Obszary dolin i delt rzek. Obszary morskie. <i>Occurrence of unfavourable geological phenomena: karst, landslides, suffosion, quicksand, glaciotectionic, expansive and collapsing soils. Mining damage areas. Possible discontinuous deformations. River valley and delta areas. Marine areas.</i>

zapisy albo przynajmniej te istniejące (patrz tab. 1) rozumieć inaczej. Na przykład warunki gruntowe, w zależności od stopnia ich skomplikowania, należałoby dzielić na:

1) proste – występujące w przypadku w miarę regularnego układu warstw gruntów i braku mineralnych gruntów słabonośnych;

2) złożone – występujące w przypadku warstw gruntów o układzie nieregularnym, nieciągłych albo obejmujących mineralne grunty słabonośne.

Tak zresztą istniejące zapisy najczęściej się interpretuje.

Określenie warunków hydrogeologicznych poprzez położenie zwierciadła wód gruntowych także nie jest jednoznaczne, chyba że miałyby chodzić wyłącznie o zwierciadło swobodne – ale co z wodą artezyjską lub subartezyjską, której zwierciadło będzie się stabilizować powyżej poziomu posadowienia? Zapewne także powinno to spowodować uznanie tych warunków za złożone. Ale czy zawsze? Znowu będziemy się posiłkować ryc. 1. Jeśli warstwa c na schemacie J_s to grunty spoiste (słabo przepuszczalne), a warstwa piasków b będzie prowadzić wodę pod ciśnieniem – zapewne tak, gdyż groźba przebicia hydraulicznego będzie realna. A jeśli warstwy b i c są nieprzepuszczalne, a wodę prowadzi dopiero warstwa a – chyba już raczej nie?

W prostych warunkach gruntowych, a więc korzystnych, obiekt budowlany będzie zaliczony do danej kategorii geotechnicznej tylko ze względu na jego konstrukcję. Obiekty budowlane zdefiniowano w § 4.3 rozporządzenia. Do pierwszej kategorii geotechnicznej zalicza się niewielkie budynki mieszkalne (do 2 kondygnacji) i gospodarce oraz niskie konstrukcje oporowe i płytkie wykopy. Pozostałe, typowe konstrukcje należą do kategorii drugiej, a uznane za nietypowe – do trzeciej kategorii geotechnicznej. Na pewne nieścisłości w opisie obiektów kategorii trzeciej, a także na inne uchybienia rozporządzenia autor zwrócił uwagę kilka lat temu (Tarnawski, 2017). Dalsze rozważania będą zatem dotyczyć jedynie związku warunków gruntowych i kategorii geotechnicznej obiektu, który w tych warunkach będzie projektowany i budowany, z odpowiadającymi im procedurami badań podłoża (tab. 2).

Według § 4.3 rozporządzenia opinia geotechniczna powinna ustalać przydatność gruntów do budownictwa oraz wskazywać kategorię geotechniczną obiektu budowlanego. Konieczność wskazania w opinii kategorii geotechnicznej oznacza, że należy ją określić jako pierwszą, gdyż dopiero na podstawie ustalonej kategorii geotechnicznej można wskazać, czy trzeba *dotatkowo* (tak to sformułowano w § 7 rozporządzenia) wykonać dokumentację badań podłoża gruntowego (czyli DBPG), ewentualnie

także dokumentację geologiczno-inżynierską (DGI; patrz tab. 2).

Procedurę realizowania badań podłoża i zestawiania ich wyników w więcej niż jednym opracowaniu (tu: w dwóch lub trzech) można nazwać etapowaniem. Na taką potrzebę wskazuje źródło nowych przepisów geotechnicznych, czyli norma PN-EN 1997-2:2009 (Eurokod 7), która w punkcie 2.2(3) wydziela:

- badania wstępne (do wyboru lokalizacji i koncepcji budowli);
- badania do celów projektowania;
- badania kontrolne i monitoring.

Dalej, w punkcie 6.1(6), Eurokod 7 zaleca dodatkowe etapowanie głównej fazy badań (projektowania): *Dokumentacja badań podłoża powinna zawierać propozycję dalszych koniecznych badań polowych i laboratoryjnych wraz z komentarzem uzasadniającym potrzebę tych przyszłych prac.*

REALIA BADAŃ PODŁOŻA W POLSCE W LATACH 2012–2020

Cytowane zapisy Eurokodu 7 dotyczące etapowania różnią się od podejścia zastosowanego w *Rozporządzeniu MTBiGM w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (2012). Są w nim, co prawda, wymienione trzy różne rodzaje opracowań badawczych (tab. 2), ale nie znajdujemy określenia *etapowania*, a opracowania, które mają być wykonywane po opinii geotechnicznej różnią się nie kolejnością ich wykonywania (takiego wskazania nie ma), ale treścią – mamy bowiem do czynienia z dokumentacją geologiczną i geotechniczną. Niestety, nawet ta różnica okazuje się pozorna. Przykładowym dowodem na istnienie problemu z odróżnieniem badań geologiczno-inżynierskich od geotechnicznych mogą być ich definicje w cytowanej już instrukcji Kłosińskiego i in. (1998), które zestawiono w tab. 3. Jeśli pominiemy przypisane geologii inżynierskiej prognozowanie wpływu budowli na środowisko geologiczne (ostatni wiersz tabeli 3), to pozostałe aspekty, których mają dotyczyć dokumentacja geologiczno-inżynierska i dokumentacja geotechniczna (obecnie dokumentacja badań podłoża gruntowego) różnią się tylko nieco odmiennym nazewnictwem, a nie faktyczną zawartością merytoryczną. W związku z tym nie łatwo było odpowiedzieć na pytanie, które z tych dwóch opracowań należy wykonać w pierwszej kolejności. Autor uzasadniał, że powinna to być DGI (Tarnawski, 2013b). Kwestia ta szybko jednak zeszła na dalszy plan. W ostatnich latach obserwowano bowiem w Polsce tendencje

Tab. 2. Opracowania dotyczące warunków podłoża gruntowego budowli wg *Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (2012)

Table 2. Elaborations on building subsoil conditions according to the *Regulation of the Minister of Transport, Construction and Maritime Economy on establishing geotechnical conditions for foundations of buildings* (2012)

Kategoria geotechniczna <i>Geotechnical category</i>	Wymagane opracowania <i>Elaborations required</i>
Pierwsza – wyłącznie proste warunki gruntowe <i>The First – simple soil conditions only</i>	opinia geotechniczna / <i>geotechnical opinion</i>
Druga – proste warunki gruntowe <i>The Second – simple soil conditions</i>	opinia geotechniczna / <i>geotechnical opinion</i> dokumentacja badań podłoża gruntowego / <i>geotechnical report</i>
Druga – złożone warunki gruntowe <i>The Second – complex soil conditions</i>	opinia geotechniczna / <i>geotechnical opinion</i> dokumentacja geologiczno-inżynierska / <i>geological-engineering report</i>
Trzecia – nietypowe obiekty budowlane lub skomplikowane warunki gruntowe <i>The third – untypical constructions or complicated soil conditions</i>	dokumentacja badań podłoża gruntowego / <i>geotechnical report</i>

Tab. 3. Definicje badań geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych (wg Kłosińskiego i in., 1998)
Table 3. Definitions of geological-engineering and geotechnical surveys (after Kłosiński et al., 1998)

Badania geologiczno-inżynierskie <i>Geological-engineering investigations</i>	Badania geotechniczne <i>Geotechnical investigations</i>
Zespół czynności terenowych, laboratoryjnych i kameralnych, wykonywanych w celu określenia rodzajów gruntów, ich genezy, zmienności, właściwości fizycznych, chemicznych, wytrzymałościowych i innych, warunków hydrogeologicznych, oceny procesów geodynamicznych oraz prognozowania wpływu budowli na środowisko geologiczne. <i>A set of field, laboratory and chamber activities performed to determine the types of soil, their genesis, variability, physical, chemical, strength and other properties, hydrogeological conditions, to evaluate geodynamic processes and forecast the impact of structures on the geological environment.</i>	Zespół czynności badawczych wykonywanych w celu określenia rodzaju, właściwości, cech wytrzymałościowych i odkształcalności gruntów, ich zmienności, poziomu wody gruntowej oraz stateczności wykopów i nasypów. <i>A set of research activities performed to determine the type, properties, strength characteristics and deformability of soils, their variability, groundwater level and the stability of excavations and embankments.</i>

ograniczania treści projektu budowlanego na rzecz późniejszego projektu wykonawczego. Wiązało się to z chęcią szybkiego zatwierdzenia projektu budowlanego i uzyskania formalnego pozwolenia na budowę.

Wszystkie trzy przewidziane prawem etapy rozpoznania podłoża należało wykonać już na tym formalnie podstawowym, a *de facto* wstępnym etapie projektowania, kiedy najczęściej nie rozważa się jeszcze szczegółowych rozwiązań fundamentowania czy wzmocnienia podłoża. Wykonawca badań podłoża, będąc pod presją czasu, realizował je zazwyczaj w sposób, który z zakładanym przez Eurokod 7 etapowaniem nie miał nic wspólnego. Po przyjęciu na podstawie analizy map i danych archiwalnych prawdopodobnych warunków gruntowych i założeniu jakiegoś zakresu badań do wykonania dzielono ten zakres na trzy nierówne części na potrzeby opinii, DBPG i DGI. Prace terenowe rozpoczynano natychmiast, opracowując jednocześnie opinię geotechniczną i projekt robót geologicznych, który składano do odpowiedniego organu administracji geologicznej celem zatwierdzenia. Po uprawomocnieniu się decyzji przystępowano do robót geologicznych, których (możliwie niewielki) zakres zarezerwowano dla DGI. W efekcie obie dokumentacje były gotowe szybko i mniej więcej w tym samym czasie. Opisana „metodyka” to i tak działanie quasi-pozytywne. Krańcowymi skutkami niewłaściwości rozwiązania zmuszającego do wykonania jednocześnie wszystkich wymaganych prawem opracowań były dokumentacje geologiczno-inżynierskie i badań podłoża różniące się tylko... stronami tytułowymi oraz jednostronicowe opinie geotechniczne robione na samym końcu tylko po to, że przecież je też trzeba dołączyć...

Zakres badań, zrealizowany według opisanego schematu, mimo wykonania trzech różnych opracowań, często okazywał się niewystarczający i po rozpoczęciu szczegółowego (wykonawczego) projektowania następował – ku zdziwieniu inwestora i autora projektu budowlanego, którzy twierdzili, że wszystkie badania już przeprowadzili – kolejny etap geotechnicznego rozpoznawania podłoża, np. na potrzeby jego wzmocnienia.

BADANIA PODŁOŻA W NOWYM PRAWIE BUDOWLANYM

Nowelizacja przepisów prawa budowlanego, dokonana ustawą z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie przepisów ustawy *Prawo budowlane*, która weszła w życie 19 września 2020 r., wprowadziła m.in. zmiany w zakresie rozpoczęcia oraz przebiegu procesu budowlanego. Obecnie projekt budowlany zawiera nie tylko projekt zagospodarowania

działki i projekt architektoniczno-budowlany (jak dotychczas), ale także nowość: projekt techniczny. Do wniosku o pozwolenie na budowę należy obecnie dołączać *projekt architektoniczno-budowlany obejmujący (m.in.): [...] d) opinię geotechniczną oraz informacje o sposobie posadowienia obiektu budowlanego* (art. 34 ust. 3, punkt 2). Pozostałe badania i opracowania ich wyników mają być realizowane w ramach projektu technicznego. Niewątpliwie zwiększa to znaczenie opinii geotechnicznej, a jednocześnie daje szansę na faktyczne etapowanie procesu badawczego. Powstają w związku z tym dwa zasadnicze pytania:

- Jak w nowych warunkach formalnych zdefiniować rolę opinii geotechnicznej?
- Co potem? DGI czy DBPG?

Zarzuty odnośnie niejasności i zbyt wąskiego ujęcia definicji opinii geotechnicznej, a także własne propozycje w tym zakresie autor przedstawiał już wcześniej (Tarnawski, 2017). W nowej sytuacji prawnej warto do tego powrócić. Mając na uwadze treść § 4.3 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowiania obiektów budowlanych i rozwijając w duchu zapisów punktu 2.3 normy PN-EN 1997-2:2009 wpisane tam ogólnikowe *ustalenie przydatności gruntów*, można przyjąć (Tarnawski, 2020), że rozpoznanie wstępne powinno zapewnić ocenę warunków wodno-gruntowych, a więc przebiegu warstw, rodzaju gruntów i ich właściwości fizyko mechanicznych oraz położenia zwierciadła wód gruntowych, w zakresie wystarczającym do:

- wyboru kategorii geotechnicznej;
- oceny ogólnej stateczności i przydatności danego terenu oraz dogodnej lokalizacji budowli w jego obrębie;
- oszacowania wpływu inwestycji na otoczenie;
- wskazania możliwych metod posadowienia lub wzmocnienia podłoża, obecności złóż kruszyw oraz możliwości występowania agresywnych wód czy skażeń;
- sformułowania wytycznych odnośnie niezbędnej głębokości rozpoznania i zakresu badań do celów projektowych.

Treści te niewątpliwie wystarczą, by zgodnie z art. 34 ust. 3, punkt 2 nowego *Prawa budowlanego* umożliwić udzielenie w projekcie architektoniczno-budowlanym informacji o sposobie posadowienia obiektu budowlanego.

Aktualna (i pełna) definicja opinii geotechnicznej mogłaby być następująca: *Opinia geotechniczna powinna ustalać przydatność gruntów na potrzeby budownictwa w zakresie zdefiniowanym dla rozpoznania wstępnego,*

np. w polskich normach (PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne i PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego), umożliwiającym przekazanie w projekcie architektoniczno-budowlanym informacji o sposobie posadowienia obiektu budowlanego, oraz wskazywać kategorię geotechniczną obiektu budowlanego. Opinia wykonana dla obiektów budowlanych pierwszej kategorii geotechnicznej zastępuje dokumentację badań podłoża gruntowego, natomiast wykonana dla obiektów budowlanych drugiej kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych powinna zawierać program badań geotechnicznych. W formie opinii geotechnicznej zestawia się ponadto wyniki badań cząstkowych (np. ocenę przydatności gruntów wbudowanych lub przeznaczonych do wbudowania), specjalistycznych lub eksperckich (np. dotyczące awarii budowlanych powstałych z przyczyn geotechnicznych).

Punktem wyjścia niezbędnym dla DBPG jest model geologiczny (zał. B.1: *Etapy badań podłoża...* do normy PN-EN 1997-2:2009), toteż najlepiej najpierw wykonać dokumentację geologiczno-inżynierską, której głównym zadaniem jest właśnie opracowanie takiego modelu, sygnalizując w niej potrzebę lub ewentualnie kierunki dalszych badań.

Prawidłowo opracowany projekt architektoniczno-budowlany (lub koncepcja czy program funkcjonalno-użytkowy dużych inwestycji wieloobektowych) i dokumentacja geologiczno-inżynierska są wystarczającą bazą do rozpoczęcia właściwych prac projektowych, w tym wskazania sposobów fundamentowania oraz potrzeby wzmocnienia podłoża lub robót ziemnych na większą skalę itp. To z kolei pozwoli zaprogramować zakres badań geotechnicznych, umożliwiając szczegółowe obliczenia projektowe, których wyniki zostaną następnie zestawione w dokumentacji badań podłoża gruntowego.

Jest jeszcze jeden *stricte* praktyczny aspekt wykonywania w pierwszej kolejności badań do DGI. W przeciwieństwie do badań geotechnicznych ich realizacja jest obciążona czasochłonną procedurą administracyjną. Prawo geologiczne wymaga, by przed przystąpieniem do badań opracować i zatwierdzić projekt robót geologicznych. Zatwierdzana jest też dokumentacja. Czynności te zajmują łącznie do kilku miesięcy.

Nowelizacja ustawy *Prawo budowlane* weszła w życie dopiero w drugiej połowie 2020 r. Trudno zatem ocenić, na ile istotny dla jakości dokumentacji geologiczno-inżynierskich i dokumentacji badań podłoża okaże się fakt, że wejdą one w skład projektu technicznego, o którego opracowaniu i kompletności projektant będzie składać oświadczenie dołączane do zawiadomienia inwestora o zamierzonym terminie rozpoczęcia robót budowlanych (art. 41, ust. 4a), oraz który będzie dołączany dopiero do zawiadomienia o zakończeniu budowy obiektu budowlanego lub wniosku o udzielenie pozwolenia na jego użytkowanie (art. 57 ust. 1, punkt 1a). Może to nie być wpływ pozytywny (Tarnawski, 2020). W takiej sytuacji nowego znaczenia nabiera potrzeba obecności fachowego nadzoru inwestorskiego. Wzrasta też rola norm, współczesnych podręczników i wytycznych branżowych, skupiających się na zasadach projektowania, realizacji i dokumentowania badań podłoża budowli.

DOKŁADNOŚĆ ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO

Wytyczne odnośnie zawartości opinii geotechnicznej i dokumentacji badań podłoża gruntowego zawiera cytowane wielokrotnie w tym artykule *Rozporządzenie MTBiGM...* (2012) natomiast dotyczące dokumentacji geologiczno-inżynierskiej – *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (2016). Rozporządzenie to bardzo szczegółowo określa wymaganą zawartość części opisowej i części graficznej każdej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (§ 19), a następnie dokumentacji wykonywanych do różnych celów (§ 20–26), to znaczy do sporządzania planów zagospodarowania przestrzennego, na potrzeby posadawiania (typowych) obiektów budowlanych, do ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budownictwa wodnego lub inwestycji liniowych, do bezzbiornikowego magazynowania substancji lub podziemnego składowania odpadów, podziemnego składowania dwutlenku węgla oraz do składowania odpadów na powierzchni. Zarówno w przypadku hydrogeologii (§ 5–18), jak i geologii inżynierskiej (§ 19–26) opis wymaganej zawartości dokumentacji każdego rodzaju stanowi odrębną całość, ale wiele zapisów różni się tylko odcieniami, co utrudnia lekturę i sztucznie zwiększa objętość tego aktu prawnego. Najistotniejszą wadą tego rozporządzenia MŚ jest pominięcie metodologii badań. Nie znajdujemy w nim wskazówek, na podstawie jakich badań mają być ustalone, a następnie opisane i pokazane na załącznikach graficznych, zjawiska, właściwości, parametry itp., charakteryzujące podłoże badanego terenu. Pewien postęp obserwujemy w niedawno wprowadzonym § 26, dotyczącym podziemnego składowania dwutlenku węgla. Jest to stosunkowo nowa i trudna technologia, stąd szerszy opis wymagań, niemniej metodyczny ust. 3 sprowadzono do ogólnikowego: *Dokumentację sporządza się z zastosowaniem najlepszych dostępnych praktyk. Rozporządzenie MŚ w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (2016), którego kolejne wersje sprowadzały się w zasadzie do wprowadzania nowych podkategorii dokumentacji, należy napisać od nowa – najlepiej jako odrębne rozporządzenie dotyczące tylko dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. W rozporządzeniu tym w pierwszej kolejności należałoby przedstawić współczesne metody badawcze, które zaleca się stosować do rozwiązywania problemów geologiczno-inżynierskich. Porównując treści obu rozporządzeń, trudno oprzeć się wrażeniu, że zawierające 36 stron rozporządzenie MŚ jest w stosunku do 4,5 stronicowego rozporządzenia MTBiGM zdecydowanie uboższe. Sytuację tę w pewnym stopniu rekompensuje inny akt prawny wydany przez ministra środowiska, mianowicie *Rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych* (2011). Wymieniono w nim m.in. możliwości osiągnięcia celu robót geologicznych, do których należą:

- ❑ opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji, rodzaju i konstrukcji projektowanych otworów wiertniczych;
- ❑ informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych;
- ❑ opis opróbowania otworów (sposób pobierania, zakres, liczba i wielkość próbek geologicznych);
- ❑ sposób i termin likwidacji otworów oraz rekultywacji gruntów;

- lokalizacja, charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod zamierzonych obserwacji i badań terenowych, geofizycznych i geochemicznych;
- wyszczególnienie niezbędnych prac geodezyjnych;
- opis i uzasadnienie zakresu badań laboratoryjnych.

Kluczowym zagadnieniem jest właściwe (i odpowiednio uzasadnione) zaprojektowanie liczby, lokalizacji, rodzaju, głębokości i konstrukcji projektowanych otworów wiertniczych, badań terenowych *in situ*, opróbowania i badań laboratoryjnych pobranych próbek. Należy zatem faktycznie sprecyzować cel badań. Sprowadzanie go (jak to się nagminnie czyni) do ogólnikowego określenia warunków geologiczno-inżynierskich to zdecydowanie za mało. Uwagi te można odnieść także do opinii geotechnicznej, której rola wzrosła w związku z nowelizacją prawa budowlanego. Chodzi tu zwłaszcza o zwiększenie pewności, że właściwie zostanie ustalony stopień skomplikowania warunków gruntowych do posadowienia niewielkich i typowych obiektów budowlanych. Uznanie, że warunki gruntowe są proste oznacza, że w przypadku niewielkich budowli zostanie wskazana pierwsza kategoria geotechniczna, w projekcie architektoniczno-budowlanym zostanie przyjęty najprostszy sposób posadowienia obiektu, a na etapie projektu technicznego nie będą już wykonywane żadne badania. W przypadku typowych obiektów (warunki proste, druga kategoria geotechniczna) będą realizowane tylko badania geotechniczne (DBPG). Jeśli zostanie popełniony błąd, czyli np. rzeczywiste warunki gruntowe będą złożone, ryzyko geotechniczne wzrośnie. Oznacza to, że na etapie opinii geotechnicznej należy rozwiązać wątpliwości, czy warunki gruntowe są proste czy złożone, zwłaszcza że przyjęcie warunków prostych jest często logistycznie (co nie znaczy, że merytorycznie!) pożądane.

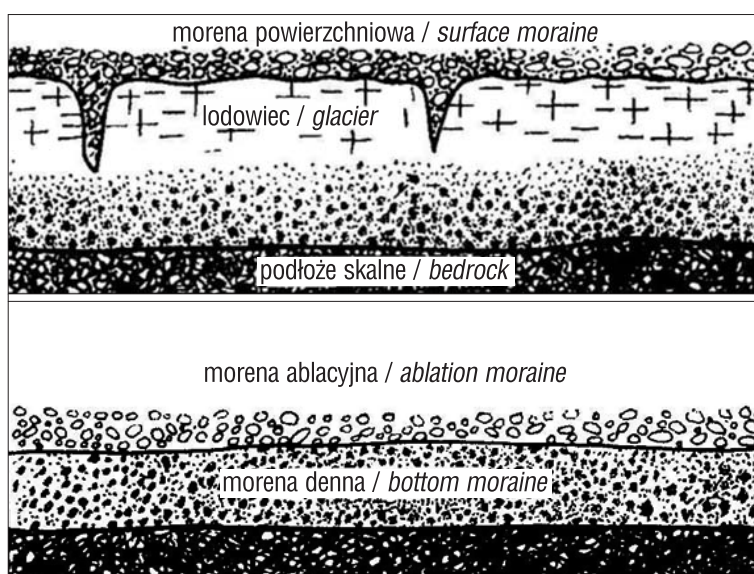
W większości przypadków określenie warunków gruntowych wydaje się prostym zadaniem, ale niestety kłopoty sprawiają sytuacje wyjątkowe. Na przykład ustalenie na podstawie mapy geologicznej, że podłoże składa się wyłącznie z glin zwałowych i potwierdzenie tego wierceniem bez wykonania innych badań może świadczyć, że warunki gruntowe są proste, nawet jeśli w kilku górnych metrach stopień plastyczności tych glin wynosi $I_L = 0,2-0,3$, a głębiej tylko nieznacznie mniej ($I_L \approx 0,1$). Może to być jednak sytuacja zobrazowana na ryc. 2. Jeśli granica pomiędzy morenami ablacyjną i denną wypadnie poniżej zakładanego poziomu posadowienia (np. bloku mieszkalnego), grunt ten okaże się zapewne zbyt słaby, by posadawiać na standardowych ławach, czyli że są to warunki złożone. Aby stwierdzić to prostymi badaniami (lub przynajmniej móc postawić taką hipotezę), należy np. zwracać uwagę na barwę glin. W strefie aeracji, w gruntach słabo skonsolidowanych dominują warunki utleniające minerały żelaziste i barwy od żółtej do brunatnej. Gliny prekonsolidowane są znacznie słabiej przepuszczalne, przez co gromadzą się nad nimi wody opadowe (obserwowane w wierceniach jako sączenia), które ograniczają dostęp tlenu do glin, a w warunkach redukcyjnych są one zazwyczaj szare. Inną skuteczną metodą jest wykonanie we wspomnianym wyżej wiercieniu kilku ścieg sondą obrotową, które wykażą dwudzielność glin. Uznanie w tej sytuacji, że warunki są złożone, po pierwsze spowoduje, że informacja o sposobie posadowienia obiektu budowlanego

przekazana w projekcie architektoniczno-budowlanym będzie ostrożniejsza (bardziej zachowawcza). Po drugie wyniki badań geologiczno-inżynierskich potwierdzą hipotezę o obecności w górnych partiach podłoża glin wytopskowych, ewentualnie zaprzeczą tej hipotezie. Po trzecie we wnioskach zostaną wskazane możliwe sposoby rozwiązania tego problemu, takie jak: wymiana gruntów, posadowienie na płycie fundamentowej czy wzmocnienie podłoża. Projektant wybierze sposób posadowienia, ustali jednocześnie zakres parametrów niezbędnych do stosownych obliczeń geotechnicznych i uzyska te parametry w badaniach, których wyniki zostaną zestawione w dokumentacji badań podłoża.

Niepewny wynik badania rodzi ryzyko jego niewłaściwej interpretacji. Może oznaczać zagrożenie (ryzyko negatywne), ale też możliwość (ryzyko pozytywne). Identyfikacją, oceną i kontrolą ryzyka zajmują się metody zarządzania projektami inwestycyjnymi, zwane ogólnie zarządzaniem ryzykiem (Weese, 2010). Interesującym podejściem do niepewności związanych z projektowaniem posadowienia budowli jest podział ich na trzy główne grupy: losowość, niedookreślenie i niekompletność (Blockley, Godfrey, 2000).

Losowość wynika z ograniczonej liczby wyników badań, z jakości próbek gruntu do badań laboratoryjnych i sprzętu laboratoryjnego, a także sprzętu do badań *in situ*. Losowy jest również rozrzut danych (parametrów geotechnicznych) odpowiadających wydzielonej w podłożu warstwie gruntu. Wartości te charakteryzuje rozkład normalny, jednak wartość średnia bywa przyjmowana tylko w nielicznych przypadkach, na przykład do oszacowania wielkości osiadań. Zazwyczaj redukuje się ją do wartości charakterystycznej, uwzględniając odchylenie standardowe (Batog, Hawrysz, 2010; Młynarek, 2009; PN-EN 1997-2:2009; PN-B-03020:1981), niekiedy jednak (np. analizując możliwość wystąpienia procesów osuwiskowych) będą decydować najniższe wyniki (Wysokiński, Świeca, 2009).

Niedookreślenie to brak precyzji w koncepcji rozwiązania zagadnienia geotechnicznego lub pośrednie wyznaczenie parametrów gruntu (np. poprzez korelacje). Właściwe przyjęcie przyszłych ścieg naprężeń i odkształceń podłoża pod wpływem oddziaływania budowli oraz prawidłowe oszacowanie parametrów gruntowych wymaga współpracy projektanta (lub geotechnika) z wykonawcą badań podłoża już na etapie programowania tych



Ryc. 2. Powstawanie moreny dennej i ablacyjnej (Klimaszewski, 1978, za R. Flintem)
Fig. 2. Formation of bottom and ablation moraines (Klimaszewski, 1978, after R. Flint)

badania, aby można było właściwie wybrać metodę badawczą. Istotnym warunkiem są odpowiednie kompetencje projektanta. Ciekawe wyniki dają konkursy inżynierskie, w których rozrzuć wyniki takich wartości, jak nośność, przemieszczenie czy współczynnik stateczności, wyliczonych przez różnych specjalistów na podstawie tego samego zestawu parametrów geotechnicznych, sięga 500% (Młynarek, 2009).

Niekompletność oznacza brak niektórych danych (parametrów), które przyjmuje się wówczas w sposób przybliżony, na przykład na podstawie dotychczasowych doświadczeń w podobnych warunkach.

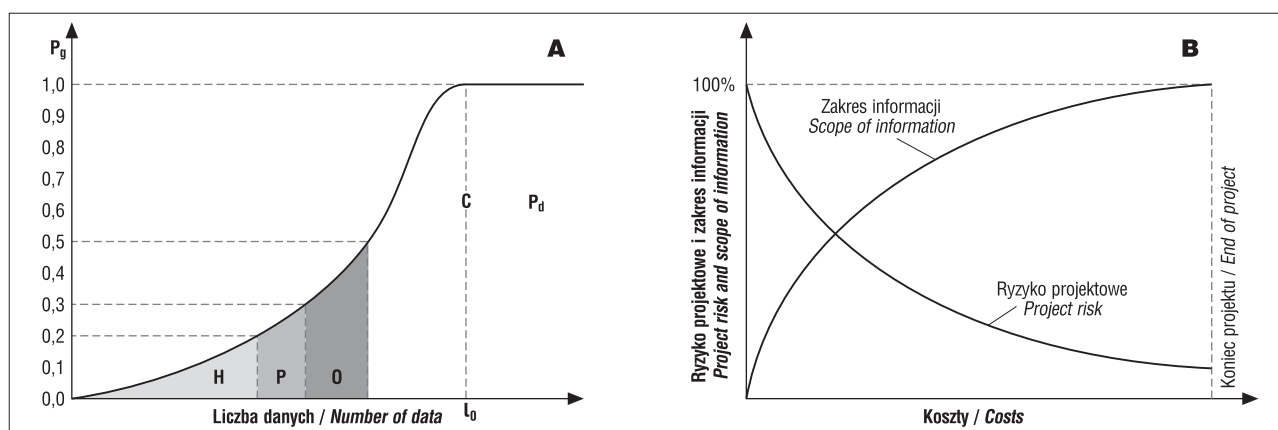
W zasadzie wszystkie zalecane metody zarządzania ryzykiem geotechnicznym podkreślają rolę obserwacji podłoża i obiektu w czasie budowy, ewentualnie także późniejszej jego eksploatacji. W prostszych przypadkach sprowadza się to do nadzoru geotechnicznego budowy. Już pierwsza czynność po urządzeniu placu budowy, tj. otwarcie wykopu fundamentowego budowli, prowadzi do uzyskania informacji, do której badający wcześniej podłoże nie mieli dostępu. Dno i ściany wykopu pokazują rzeczywisty obraz zmienności warunków gruntowych, a nie hipotetyczny – jak w dokumentacji badań podłoża. Czynność nazywana *odbiorem wykopu* pozwala ocenić, czy wyniki badań przedstawiły obraz bliski rzeczywistemu. Jeśli tak nie jest, oznacza to, że z punktu widzenia bezpieczeństwa i użytkowania przyszłej budowli warunki gruntowe są mniej albo też bardziej korzystne niż zakładano. Oznacza to możliwość, a wręcz potrzebę skorygowania rozwiązań projektowych. Rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo generują oczywiście dodatkowe koszty, jednak zawsze mniejsze niż wówczas, gdy reaguje się dopiero na stany awaryjne budowli, o kosztach katastrof nie wspominając. Rozwiązania upraszczające prowadzą do oszczędności. Monitoring i analiza stanu (zachowania) budowli podczas jej wznoszenia, w uzasadnionych przypadkach dłużej, służy tym samym celom (Tarnawski, 2016).

W przypadku dużych, złożonych i wieloetapowych projektów zaleca się stosować zaawansowane metody zarządzania projektami inwestycyjnymi. Kwestie te, wśród których dominują aspekty ekonomiczne, leżą już jednak

poza tematem niniejszego artykułu. Znane są także proste, graficzne sposoby łączenia zwiększającego się zakresu uzyskanej informacji lub prawdopodobieństwa konstruowanego modelu z rosnącą liczbą danych (oraz kosztem ich uzyskania) i zmniejszającym się ryzykiem projektowym (ryc. 3). Podejście do tych związków bywa różne. Funkcje dotyczące zwiększającego się zakresu informacji są oczywiście rosnące, ale na ryc. 3A widzimy funkcję wypukłą (wypukłą ku dołowi), która, gdy uzyskany model jest już zgodny z rzeczywistością, zmienia się w stałą funkcję liniową. Natomiast na ryc. 3B jest to funkcja wklęsła (wypukła ku górze), zmierzająca asymptotycznie do 100% informacji.

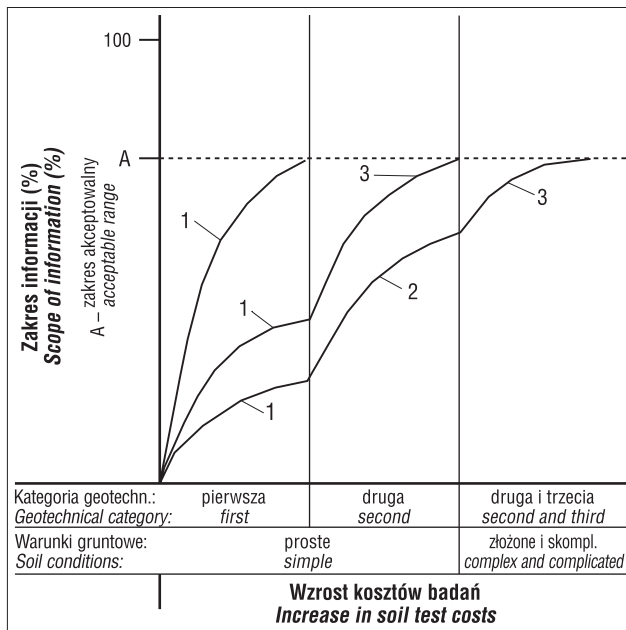
Dyskusja o morenach (ablacyjnej i dennej) wskazała, że już jedna konkretna informacja (profil wiercenia i badania w otworze, a nie tylko obraz mapy geologicznej) zdecydowanie zbliża nas do ustalenia wiarygodnego modelu geologicznego. Zatem bardziej poprawny wydaje się schemat ryc. 3B, wedle którego szybciej (i taniej) osiągamy np. 50% możliwych do uzyskania informacji. Do obu wersji można mieć inne zastrzeżenia. Wspomniany otwarty wykop fundamentowy (faza realizacji budowy, nie badań!) daje pełny obraz jego dna i ścian, ale nie zmienności podłoża poniżej poziomu posadowienia. Zatem nawet najstarsze badania nie mogą zapewnić informacji w 100% zgodnej z rzeczywistością (ryc. 3B). Ponadto zasób informacji tworzący model geologiczny będzie rósł w taki czy inny, ale regularny sposób tylko wtedy, jeśli będziemy go zbierać metodami zaprogramowanymi na samym początku i później niekorygowanymi. Jest to zaprzeczenie idei etapowania. Pozytywne skutki jej stosowania przedstawiono na ryc. 4.

Krzywe na ryc. 4 odpowiadają trzem ścieżkom realizacji badań podłoża – opisanym w niniejszym artykule i wymaganym przez polskie prawo. Sama opinia geotechniczna (krzywa po lewej) wystarcza w przypadku prostych warunków gruntowych i niewielkich obiektów budowlanych (pierwsza kategoria geotechniczna). W tych samych warunkach, ale dla typowych obiektów budowlanych (druga kategoria geotechniczna) po opinii realizuje się dalsze badania i zestawia ich wyniki w dokumentacji badań podłoża



Ryc. 3. Zależności: **A** – między liczbą danych l a prawdopodobieństwem zgodności z rzeczywistością stworzonego na bazie tych danych modelu geologicznego P_g ; **H** – obszar hipotetyczny, **P**, **O** – obszary rosnącego prawdopodobieństwa, **C** – model w pełni wiarygodny przy granicznej (minimalnej wiarygodnej) liczbie danych l_0 , **Pd** – przedokumentowanie (Kowalski, 1988); **B** – pomiędzy (malejącym) ryzykiem projektu lub zakresem informacji (osiągającym maksymalnie 100%), a rosnącymi kosztami jej pozyskania (Zettler i in., 1996)

Fig. 3. Relationships: **A** – between the number of data l and the probability of compliance with reality of the geological model P_g created on the basis of these data; **H** – hypothetical area, **P**, **O** – areas of increasing probability, **C** – fully reliable model with the limit (minimum reliable) number of data l_0 , **Pd** – over-documenting (Kowalski, 1988); **B** – between the (decreasing) project risk or the scope of information (up to a maximum of 100%) and the increasing costs of obtaining it (Zettler et al., 1996)



Ryc. 4. Postęp rozpoznania warunków gruntowych do poziomu uznanego za akceptowalny z punktu widzenia ryzyka projektowego, prowadzonego w Polsce zgodnie z aktualnym stanem prawnym. Etapy opracowania wyników badań: **1** – opinia geotechniczna, **2** – dokumentacja geologiczno-inżynierska, **3** – dokumentacja badań podłoża gruntowego

Fig. 4. Progress in the identification of ground conditions to the level considered acceptable from the point of view of project risk, carried out in accordance with the current legal status in Poland. Reports closing individual stages of soil investigation: **1** – geotechnical opinion, **2** – geological-engineering report, **3** – geotechnical report

(krzywa środkowa). We wszystkich innych, wyraźnie trudniejszych przypadkach (warunki złożone lub skomplikowane, druga bądź trzecia kategoria geotechniczna) badania są trzyetapowe: dochodzi jeszcze dokumentacja geologiczno-inżynierska (krzywa po prawej), którą autor, zgodnie z argumentami przedstawionymi w artykule, umieścił jako drugi, czyli pośredni, etap rozpoznawania podłoża. Wszystkie trzy krzywe osiągają poziom nazwany na ryc. 4 akceptowalnym zakresem informacji. Nie jest on równy pełnej informacji (100%), ale co to znaczy akceptowalny? Oczywiście, nie określa go żadna konkretna liczba. Akceptowalny to znaczy zgodny z zasadami współczesnej wiedzy na temat badań podłoża, zawartej w podręcznikach i pracach naukowych, ale przede wszystkim zebrany pod nakazem aktualnych przepisów prawnych, norm i wytycznych.

Pozioma oś wykresu oznacza rosnący zakres, a więc i koszt prowadzonych badań (ryc. 4). Przedziały zaznaczono na nim symbolicznie, co oznacza, że koszt badań wymaganych do posadowienia obiektu drugiej kategorii w prostych warunkach nie przewyższy akurat dwukrotnie kosztu badań wymaganych do posadowienia obiektu pierwszej kategorii geotechnicznej, ale oczywiście będą one rosły wraz z rosnącym stopniem skomplikowania warunków gruntowych i zależnie od typu (wielkości itd.) budowli. Przebieg poszczególnych krzywych ma natomiast znaczenie i wymaga komentarza.

Zakres informacji uzyskanych na etapie opinii jest wyraźnie różny. Początkowo może zaskakiwać, że największy (akceptowalny) zakres informacji jest uzyskany z badań w prostych warunkach gruntowych na potrzeby posadowienia niewielkich obiektów, a najmniejszy – na

podstawie rozpoznawania złożonych i skomplikowanych warunków gruntowych. Układ taki wynika przede wszystkim z faktu, że opinia wykonana na rzecz obiektów budowlanych pierwszej kategorii geotechnicznej (zawsze proste warunki gruntowe) zastępuje dokumentację badań podłoża gruntowego. Jest jedynym dokumentem przedstawiającym projektantowi warunki gruntowe. Zawartość opinii musi być zatem wystarczająca do celów projektowych: jednoznacznie określić *przydatność gruntów na potrzeby budownictwa* (Rozporządzenie..., 2012; § 8). Treść tej opinii musi być pełniejsza niż opinii dotyczących trudniejszych warunków gruntowych. Opinia wykonana dla obiektów budowlanych drugiej kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych powinna zawierać (wskazać) program dalszych badań geotechnicznych, co oznacza samoograniczenie zakresu badań na potrzeby tej opinii. Podobnie zakres badań na potrzeby opinii w złożonych i skomplikowanych warunkach gruntowych powinien być ograniczony, bo będą one tylko wstępem do dalszych badań, ich pierwszym etapem. Jednak te wstępne badania muszą:

- wystarczająco dokładnie określić jakość podłoża na potrzeby projektu architektoniczno-budowlanego obiektów technicznie trudniejszych od tych zaliczanych do pierwszej kategorii geotechnicznej;
- jednoznacznie określić stopień złożoności warunków gruntowych (a nie tylko wskazać kategorię geotechniczną), aby na tej podstawie wskazać cele i zalecać model przyszłych badań geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.

Z tego wynika, że mimo mniejszego zakresu uzyskanych informacji o podłożu (wykresy środkowy i po prawej na ryc. 4) koszty opinii w trzech analizowanych przypadkach mogą być podobne.

Patrząc na krzywe zauważamy pewną prawidłowość. Zakres uzyskiwanych informacji rośnie początkowo szybko, ale potem koszt uzyskania każdego procenta informacji jest coraz większy. Zatem w przypadku złożonych i skomplikowanych warunków gruntowych, co obrazuje krzywa po prawej, rosnąca w trzech przedziałach, po przeprowadzeniu badań wstępnych warto zastanowić się (i wskazać we wnioskach w opinii), jak podzielić zakresy prac pomiędzy DGI i DBPG (metody badawcze, liczba punktów, głębokość rozpoznania itd.), aby optymalnie skrócić spłaszczające się fragmenty krzywych, odpowiadające tym etapom, czyli aby osiągnąć akceptowalny zakres informacji możliwie małym kosztem.

Warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt, tj. jakość badań. Krzywe na ryc. 4 symbolizują badania dobrej jakości. Badania niskiej jakości (technologia wierceń, sposób opróbowania itd.), choć liczbowo identyczne (metraż wierceń i sondowań, zakres i liczba badań laboratoryjnych), spowodują znaczny (a więc niekorzystny) wzrost znaczenia losowości w uzyskanych wynikach. W takich warunkach uzyskanie akceptowalnego zakresu informacji odpowiadającej rzeczywistości nie będzie możliwe.

PODSUMOWANIE

Stosowana w Polsce od lat praktyka realizowania na potrzeby projektowania posadowień obiektów budowlanych zarówno badań podłoża gruntowego określanych jako geotechniczne, jak i badań geologiczno-inżynierskich bywa kontestowana, gdyż zarówno metody badawcze, jak i zawartości raportów z tych badań często niewiele od siebie się różnią. Wprowadzenie w Polsce europejskich norm

budowlanym z Eurokodem 7 ma czele i wydanie na podstawie zapisów tej normy *Rozporządzenia w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (1998 i nowelizacja w 2012) miało uporzędować tę sytuację, definiując trzy rodzaje opracowań badawczych. W zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych i kategorii geotechnicznej obiektu należy wykonać albo tylko opinię geotechniczną, albo także dokumentację badań podłoża gruntowego, albo jeszcze dokumentację geologiczno-inżynierską, czyli jedno, dwa lub trzy opracowania.

Ideą tej koncepcji, jednak niesprecyzowaną w przepisach jednoznacznie, było wprowadzenie wymaganego w Eurokodzie 7 etapowania badań podłoża w przypadku stwierdzenia złożonych lub skomplikowanych warunków gruntowych i na potrzeby projektowania technicznie trudniejszych obiektów budowlanych. Niestety w ostatnim okresie byliśmy świadkami trendu rozszerzania szczegółowości tzw. projektów wykonawczych kosztów projektu budowlanego. Ten oficjalny dokument projektowy był składany wraz z wnioskiem o wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę. Jego załącznikami musiały być wszystkie wymagane prawem opracowania badań podłoża. Wykonawcy badań znali tylko ogólne założenia dotyczące fundamentowania przyszłych budowli, więc ich zakresy często różniły się z oczekiwaniami projektantów uściślających sposoby posadawiania w projektach wykonawczych, a o jakimkolwiek etapowaniu nie było mowy. Problem sensu wykonywania bliźniaczych DGI i DBPG oraz jednostronicowych, *stricte* formalnych opinii stał się szczególnie palący. W związku z tym z ostrożnym optymizmem można patrzeć na nowelizację ustawy *Prawo budowlane* z 2020 r., wyraźnie rozdzielającej czas wykonania badań i opracowania opinii geotechnicznej (na potrzeby projektu architektoniczno-budowlanego, składanej razem z nim z wnioskiem o pozwolenie na budowę) od dwóch pozostałych opracowań służących opracowaniu projektu technicznego. Wzrasta zatem znaczenie opinii geotechnicznej i szansa na prawidłowe etapowanie badań, którego pozytywny wpływ na dokładność rozpoznania podłoża wyjaśniono w ostatniej części artykułu. Natomiast ostrożność optymizmu autora wynika z faktu, że o istnieniu i kompletności dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i dokumentacji badań podłoża wchodzących w skład projektu technicznego projektant będzie jedynie oświadczał załącznikiem do zawiadomienia organu nadzoru budowlanego przez inwestora o zamierzonym terminie rozpoczęcia robót budowlanych. Projekt techniczny będzie dołączany dopiero do zawiadomienia o zakończeniu budowy obiektu budowlanego lub wniosku o udzielenie pozwolenia na jego użytkowanie (Tarnawski, 2020). Gdyby jakość obu dokumentacji i projektu technicznego jako całości okazała się wówczas niedostateczna, na ewentualną reakcję (nie licząc tak drastycznej, jak nakaz rozbiórki) będzie za późno. Należy więc jeszcze raz podkreślić istotną w takiej sytuacji rolę prawidłowo prowadzonego nadzoru inwestorskiego.

LITERATURA

- BARDEL T. 2019 – Ustalanie geotechnicznych warunków posadawiania zgodnie z przepisami prawa. *Problems of Economics and Law*, 2: 1–11.
- BATOG A., HAWRYSZ M. 2010 – Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych gruntów wyznaczone według Eurokodu 7. *Górnictwo i Geoinż.*, 2: 77–85.
- BLOCKLEY D., GODFREY P. 2000 – Doing it differently. System for Rethinking Construction. Thomas Telford Ltd., London.
- KLIMASZEWSKI M. 1978 – Geomorfologia. PWN, Warszawa.
- KŁOSIŃSKI B., BAŻYŃSKI J., FRANKOWSKI Z., KACZYŃSKI R., WIERZBIŃSKI S. 1998 – Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. GDDP, Warszawa.
- KOWALSKI W.C. 1988 – Geologia inżynierska. Wyd. Geol., Warszawa.
- MŁYNAREK Z. 2009 – Podłoże gruntowe a awaria budowlana. XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna „Awaryje budowlane”, Szczecin–Międzyzdroje, 103–128.
- PN-B-03020:1981 Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-EN 1997-1 – Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2:2009 – Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji. *Dz.U.* nr 288, poz. 1696) i Rozporządzenie zmieniające z dnia 1 lipca 2015 r. *Dz.U.* 2011 r., poz. 964.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. *Dz.U.* 2016 r., poz. 2033.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. *Dz.U.* 1998 r., nr 126, poz. 839.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. *Dz.U.* z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463.
- TARNAWSKI M. 2000 – Geologia inżynierska a geotechnika. *Prz. Geol.*, 11: 981–987.
- TARNAWSKI M. 2012 – Badania geologiczno-inżynierskie i geotechniczne podłoża na potrzeby budowy dróg w świetle nowych przepisów prawa geologicznego i budowlanego Cz. I. *Drogi 7–8*, 33–45 i Cz. II. *Drogi 9*, 27–38.
- TARNAWSKI M. 2013a – Badania geologiczno-inżynierskie i geotechniczne w świetle nowych przepisów prawa geologicznego i budowlanego. XXVIII Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Wisła, T. II, 199–224.
- TARNAWSKI M. 2013b – Etapowanie badań podłoża zgodnie z aktualnymi przepisami prawa budowlanego. *Geoinżynieria; Drogi, Mosty, Tunele*, 3: 60–70.
- TARNAWSKI M. 2016 – Problemy zarządzania ryzykiem geotechnicznym w trudnych warunkach gruntowych. *Inżynieria i Budownictwo*, 7: 390–396.
- TARNAWSKI M. 2017 – Propozycje optymalizacji przepisów prawnych dotyczących badań i oceny podłoża budowli. XXXII Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Wisła, T. II, 283–293.
- TARNAWSKI M. 2020 – Podsumowanie. [W] Tarnawski M. (red.): *Badania podłoża budowli Metody polowe*. PWN, Warszawa, 607–627.
- USTAWA z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze. *Dz.U.* nr 27, poz. 96.
- USTAWA z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane. *Dz.U.* nr 89, poz. 414) i jej nowelizacja z 22 sierpnia 1997 r. *Dz. U.* nr 111, poz. 726.
- USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze. *Dz.U.* nr 163, poz. 981 z późn. zm.
- USTAWA z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw. *Dz.U.* 2019, poz. 1589, obow. od 2020 09 19.
- WEESE S. 2010 – Looking for a Project Management Methodology? Take a Look at PRINCE2. <http://www.projecttimes.com/articles/looking-for-a-project-management-methodology-take-a-look-at-prince2.html>.
- WYSOKIŃSKI L., KOTLICKI W., GODLEWSKI T. 2011 – Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7; *Poradnik*. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa.
- WYSOKIŃSKI L., ŚWIECA M. 2009 – Awaria zeskoku i zabezpieczenie osuwiska w Wiśle Malince. XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna „Awaryje budowlane”, Szczecin–Międzyzdroje, 351–358.
- ZARZĄDZENIE Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 11 listopada 1970 r. w sprawie zasad ustalania przydatności gruntów dla potrzeb budownictwa. *M.P.*, 1970 r., nr 42, poz. 322.
- ZETTLER A.H., POISEL R., STADLER G. 1996 – Bewertung geologisch – geotechnischer Risiken mit Hilfe von Fuzzy Logik und Expertensystemen. *Felsbau* (14)6: 352–357.

Praca wpłynęła do redakcji 24.05.2021 r.
Akceptowano do druku 03.07.2021 r.