

Zbigniew FRANKOWSKI

Badania geologiczno-inżynierskie utworów rzecznych *in situ*

Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie osadów wypełniających doliny rzeczne sprawia często z wielu powodów szereg trudności. Między innymi wiąże się to ze znacznym zróżnicowaniem litogenetycznym utworów.

Szczegółowe rozpoznanie środowiska geologicznego dla potrzeb różnego typu budownictwa wymaga stosowania odpowiedniej metodyki i sprzętu badawczego. Do właściwego rozwiązania postawionych zadań konieczne jest — z jednej strony — poznanie czynników kierujących rozwojem danego odcinka doliny, z drugiej — określenie właściwości osadów. Szereg opracowań, m. in. E. Falkowskiego (1967, 1971), omawia zmiany, jakim ulega dolina i koryto rzeki w wyniku gospodarczej działalności człowieka. Znajomość tych zmian oraz dynamiki rzeki, a w związku z tym i charakteru sedymentacji umożliwia właściwe określenie budowy geologicznej i ułatwia przestrzenną interpretację cech osadów.

Celem artykułu jest przedstawienie na dwóch przykładach zależności między litologią osadów a ich cechami fizyczno-mechanicznymi oraz wpływ genezy na zróżnicowanie tych ostatnich. Zagadnienia tak ważne dla celów praktycznych były dotąd rzadko uwzględniane z powodu braku metodyki i częściowo sprzętu. Proponowane rozwiązania zezwalają na ciągły pomiar własności i ich korelację z litogenezą.

Znaczne zróżnicowanie osadów, nawet na niewielkich odcinkach, oraz podobieństwo utworów o odmiennej litogenezie i wieku zmusza do szerokiego zakresu badań. Natomiast zmienność osadów w pionie i w poziomie wymaga wielu badań ciągłych o dużej rozdzielności. Występowanie w dolinach rzecznych różnych utworów słabonośnych preferuje stosowanie badań *in situ* (M. J. Abielew, 1973). W rozpoznawaniu osadów rzecznych najbardziej przydatne są badania sondą uniwersalną (M. Borowczyk, Cz. Królikowski, 1965), sondą wciskaną (penetrometr holenderski — G. Sanglerat, 1972), lekką sondą stożkową (M. Borowczyk, Z. Frankowski, 1974). Dostarczają one informacji o budowie geologicznej oraz określają podstawowe cechy fizyczno-mechaniczne osadów.

Charakterystyka zastosowanych metod. Sondę uni-

wersalną wprowadzono w grunt wibracyjnie, oznaczając: metodą elektryczną — oporność właściwą gruntu (układ trójelektrodowy); metodą radiometryczną — ciężar objętościowy i wilgotność objętościową gruntu. Pomiary wykonywano co 10 lub 20 cm do wymaganej głębokości. W przypadku utworów rzecznych osiągnęto głębokość do 15—18 m. Uzyskane z pomiarów krzywe posłużyły do interpretacji profilu geologicznego badanych utworów oraz ilustrowały zmianę poszczególnych parametrów wraz z głębokością.

Równocześnie z badaniami sondą uniwersalną prowadzono badania sondą wciskaną (penetrometr holenderski) o udźwigu 2,5 T. W układzie hydraulicznym mierzono wartości oporu na stożku o średnicy 35,6 mm i powierzchni $F = 10 \text{ cm}^2$. Poprzez podwójny układ żerdzi eliminowano wpływ tarcia gruntu o żerdzie. Wartość oporu na stożku notowano co 10 cm.

W badaniach utworów piaszczystych stosowano sondowania lekką sondą stożkową. Wprowadzano w grunt końcówkę stożkową o powierzchni 10 cm² za pomocą mechanizmu udarowego (bijak o ciężarze 10 kg, wysokość spadu 50 cm). Liczbę udarów określano na 10 cm pogrążania sondy.

Przykłady zastosowań. Z wielu badań wykonanych omawia-

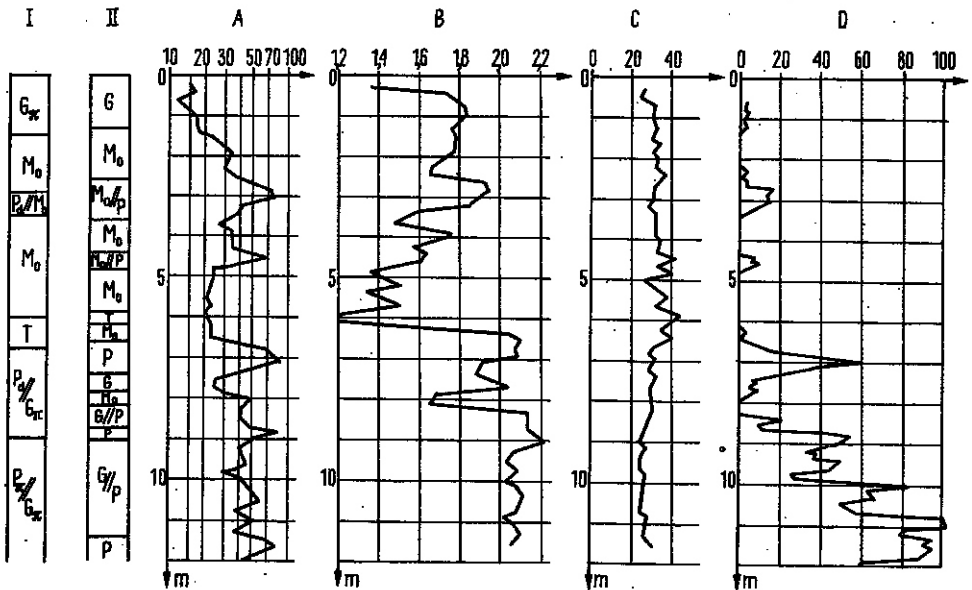


Fig. 1. Wyniki badań sondą uniwersalną i sondą wciskaną utworów deltowych Wisły

Results obtained from universal probe and Dutch penetrometer tests of the deltaic sediments of the Vistula river

I — profil na podstawie wiercenia; II — profil interpretowany; A — oporność właściwa gruntu w $\Omega \text{ m}$; B — ciężar objętościowy w G/cm^3 ; C — wilgotność objętościowa w %; D — opór jednostkowy w kg/cm^2 ; P — piasek; P_d — piasek drobnoziarnisty; P_π — piasek pylasty; M_0 — namuł organiczny; T — torf; G — glina; G — glina pylasta
I — column based on drilling records; II — interpreted column; A — specific resistance of the soil in $\Omega \text{ m}$; B — bulk density in G/cm^3 ; C — moisture in %; D — unit resistance in kg/cm^2 ; P — sand; P_d — fine grained sand; P_π — silty sand; M — organic mud; T — peat; G — sandy clay; G_π — silty clay

nymi metodami wybrano dwa skrajne przykłady obrazujące wpływ zmian litologicznych osadu na zróżnicowanie ich właściwości fizyczno-mechanicznych oraz wpływ zróżnicowania genetycznego osadu na wyróżnienie takich właściwości mimo jednorodności litologicznej. Przykład badań utworów deltowych Wisły może być ilustracją przydatności omawianych metod. Na fig. 1 przedstawiono jeden z punktów badawczych. Osady charakteryzują się tu naprzemianległym warstwowaniem gruntów organicznych, piaszczystych i spoistych. W profilu pionowym do głębokości 6,0 m występują namuły organiczne z przewarstwieniami piasków drobnoziarnistych i torfu, niżej warstwy piasków oraz gruntów spoistych, wykształcone przeważnie jako gliny pylaste. Miąższość poszczególnych warstw waha się od kilku do kilkudziesięciu centymetrów.

Uzyskane z badań sondą uniwersalną wykresy oporu właściwego gruntu i ciężaru objętościowego pozwoliły na jednoznaczne wydzielenie poszczególnych warstw. Różnorodność występujących gruntów potwierdziły znaczne różnice wartości mierzonych parametrów. Zastosowana aparatura do pomiaru wilgotności objętościowej okazała się zbyt mało czuła dla tego typu osadów.

Z badania wykonanego sondą wciskaną (w odległości 1 m od sondy uniwersalnej) uzyskano potwierdzenie występowania poszczególnych warstw. Charakterystyczne jest sygnalizowanie (przez wzrost oporu na stożku) kilkunastocentymetrowych przewarstwień piaszczystych występujących w kompleksie namułów. Wytrzymałość namułów organicznych była tak niska, że nie rejestrowano oporu na stożku. Określano również głębokość występowania warstwy nośnej i stan gruntów niespoistych i spoistych. Ilość informacji uzyskana z omawianych badań jest w wielu przypadkach wystarczająca zarówno dla celów geologicznych, jak i inżynierskich. Należy podkreślić, że przy tak dużym zróżnicowaniu utworów, dzięki zastosowanym metodom można dokładniej i szybciej przeprowadzić wydzielenia i określić parametry fizyczno-mechaniczne niż na podstawie wyników wierceń.

Następnym przykładem są badania utworów facji korytowej w dolnym biegu Odry (fig. 2). W badanym rejonie dolinę wypełniają osady piaszczysto-żwirowe do głęb. 35 m, niżej występują gliny zwałowe. Profil osadów piaszczystych jest następujący: 0—9 m piaski średnioziarniste; 9—12 m — piaski gruboziarniste; 12—17 m — pospółki i żwiry; niżej do głęb. ok. 35 m — piaski średnioziarniste z przewarstwieniami żwirów i pospółek. Rozpatrywano kompleks osadów występujący do głęb. 9 m, składający się wyłącznie z piasków średnioziarnistych, przy czym zawartość frakcji w przedziale 1,0—0,05 mm dla dwóch próbek wynosiła 98^o%, dla pozostałych siedmiu 100%. Wskaźnik różnoziarnistości $U = d_{60}/d_{10}$ wahał się w granicach 1,8—2,4.

Na fig. 2 przedstawiono wyniki sondowań w piaskach średnioziarnistych sondą uniwersalną, sondą wciskaną i sondą lekką. Z pomiarów sondą uniwersalną pokazano jedynie wykres oporności właściwej gruntu, jako najbardziej charakterystyczny. Wyraźne załamanie w pewnym momencie wykresu oporności właściwej wskazuje na głębokość występowania poziomu wody gruntowej, którą można określić z dokładnością ± 5 cm.

Analiza wyników uzyskanych trzema metodami wskazuje na bardzo dobrą ich korelację jakościową. Poszczególne poziomy różniące się stopniem zagęszczenia zaznaczają się w wynikach każdej metody, co umo-

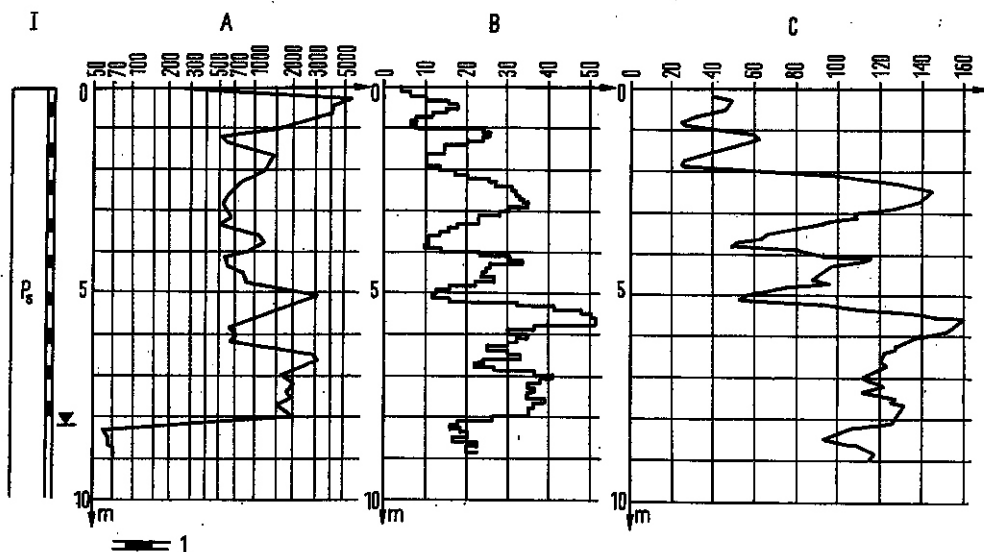


Fig. 2. Wyniki kompleksowych badań sondą uniwersalną, sondą wciskaną i sondą lekką utworów facji korytowej Odry

Results obtained from comprehensive universal probe, Dutch penetrometer, and light percussion probe examinations of the channel fill of the Odra river

I — profil geologiczny; P_s — piasek średnioziarnisty; A — oporność właściwa gruntu w Ωm ; B — liczba uderzeń na 10 cm wpędu sondy; C — opór jednostkowy w kg/cm^2 ; 1 — miejsce pobrania próbki
 I — geological column; P_s — medium grained sand; A — specific resistance in Ωm ; B — penetration resistance (N (blows/10 cm); C — unit resistance in $kg/squ\ cm$; 1 — sampling site

żliwia dokładne ich wydzielenie. Stopień zagęszczenia utworów można określić opierając się na wynikach badań sondą wciskaną lub sondą lekką zgodnie z zasadami podanymi w innych pracach (M. Borowczyk, Z. Frankowski, 1974; G. Sanglerat, 1972). Na stopień zagęszczenia ma wpływ między innymi charakter warstwowania osadów. Stwierdzono to na podstawie obserwacji charakteru sedymentacji granulometrycznie jednorodnych piasków w kilkumetrowym wykopie. Zaobserwowano tu naprzemianległe występowanie poziomów piasków o warstwowaniu poziomym i skośnym.

Należy podkreślić dużą przydatność przedstawionych metod w inżyniersko-geologicznym dokumentowaniu utworów rzecznych. Szczególnie przy zastosowaniu sondy uniwersalnej jednoczesne pomiary trzech parametrów i ich kompleksowa interpretacja dostarczają znacznie więcej informacji o budowie geologicznej i właściwościach badanego ośrodka niż to można uzyskać bezpośrednio z wierceń. Stwierdzono, że stosowane łącznie z sondą uniwersalną badania sondą wciskaną lub sondą lekką, potwierdzające zróżnicowanie litologiczne osadów, uściślają interpretację wyników oraz uzupełniają charakterystykę badanych utworów o dodatkowe elementy.

PIŚMIENNICTWO

- BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. (1974) — Polowe badania lekką sondą stożkową. *Inżynieria i Budownictwo*, nr 3, p. 131—134. Warszawa.
- BOROWCZYK M., KRÓLIKOWSKI Cz. (1965) — Sonda uniwersalna do pomiaru właściwości fizycznych gruntu. *Arch. Hydrot.*, 12, p. 167—180, z. 2. Warszawa.
- FALKOWSKI E. (1967) — Ewolucja holocenijskiej Wisły na odcinku Zawichost — Solec i inżyniersko-geologiczna prognoza jej dalszego rozwoju. *Biul. Inst. Geol.*, 198, p. 57—150. Warszawa.
- FALKOWSKI E. (1971) — Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski. *Biul. geol. UW*, 12, p. 5—122. Warszawa.
- SANGLERAT G. (1972) — The penetrometer and soil exploration. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, London, New York.
- АБЕЛЕВ М. Ю. (1973) Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. Стройиздат. Москва.

Збигнев ФРАНКОВСКИ

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЧНЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ *IN SITU*****Резюме**

В статье представлены возможности использования некоторых полевых методов (универсальный зонд, голландский пенетромтр и легкий ударный зонд) для изучения геологического строения и свойств речных отложений. Дается краткая характеристика применяемых методов.

Приведены примеры влияния литологической изменчивости отложений на неоднородность физических и механических свойств грунтов (фиг. 1), а также влияние генезиса на неоднородность этих свойств в случае литологической однородности осадков (фиг. 2).

Zbigniew FRANKOWSKI

**ENGINEERING-GEOLOGICAL INVESTIGATIONS OF FLUVIAL DEPOSITS
*IN SITU***

Summary

The feasibility of using certain field methods (universal probe, Dutch penetrometer, and light percussion probe) to recognize the geological structure and properties of fluvial sediments is discussed in the present paper.

Brief characteristics of the used testing methods are given. The effect of the lithological changes on the variation of physical and mechanical features and the influence of the genesis upon the variation of features at a homogenous lithology are illustrated by some examples.