

JÓZEF BAŻYŃSKI

Instytut Geologiczny

INŻYNIERSKIE BADANIA GEOLOGICZNE WISŁY W OKOLICY TCZEWA I OPALENIA

C ELEM ARTYKUŁU jest przedstawienie doświadczeń w stosowaniu niektórych metod w pracach Zakładu Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologicznego w ostatnich latach, omówienie możliwości zastosowania tych metod przy badaniach w dolinie Wisły oraz omówienie kierunków ich doskonalenia.

Dla rejonów projektowanych zapór wodnych na dolnej Wiśle w Tczewie, Kwidzynie, Chełmnie i Solcu Kujawskim Instytut Geologiczny wykonuje zdjęcia geologiczno-inżynierskie. Z tego powodu omówienie metod badań geologicznych dotyczyć będzie tylko prac zdjęciowych, przy tym jako przykład przedstawie w dużym skrócie projektowane prace geolo-

giczno-inżynierskie w rejonie Solca Kujawskiego. Zdjęciem geologicznym objęty jest tu wycinek doliny Wisły wraz z 1—2 km pasem wysoczyzny. Powiązanie badań w dolinie Wisły z wysoczyzną konieczne jest ze względów hydrogeologicznych i geologiczno-dynamicznych. Dla obszaru projektowanego stopnia wodnego w Solcu Kujawskim o powierzchni ok. 80 km² IG wykona kompleksowe zdjęcie geologiczne, w którego skład wejdzie: 1) zdjęcie geologiczne (dla tego rejonu brak podstawowego zdjęcia geologicznego); 2) zdjęcie hydrogeologiczne; 3) zdjęcie geologiczno-inżynierskie.

W ramach zdjęcia geologicznego wykonane będą sondowania ręczne do 4 m głębokości

w ilości ok. 9 sond na 1 km². Zdjęcie hydrogeologiczne wykonane będzie na podstawie stałych pomiarów poziomu wód gruntowych w 30 punktach. Dla zdjęcia geologiczno-inżynierskiego zaprojektowano jako podstawę do interpretacji 4 linie wierceń do maksymalnej głębokości 70 m. Jedną linię zlokalizowano w osi projektowanej zapory, drugą równoległą do osi o 3 km w górę Wisły, a dwie wzdłuż wałów przeciwpowodziowych, które stanowią będą w przyszłości zapory boczne. Na liniach wierceń przewiduje się wykonanie szczegółowych badań geofizycznych, gdyż odległość między wierceniami 2—5 km nie wystarcza do prac geologiczno-inżynierskich w tej skali. Dalsze zagęszczanie wierceń, wobec możliwości zmiany lokalizacji osi zapory w granicach do kilkuset metrów, byłoby zbyt kosztowne. Całkowity koszt badań geologiczno-inżynierskich dla tego etapu rozpoznania wynosi 600 000—900 000 zł. Wiercenia wraz z normalnymi pracami kartującymi i badaniami geofizycznymi mają zezwolić na postawienie problemów geologiczno-inżynierskich w ujęciu powierzchniowym i przestrzennym.

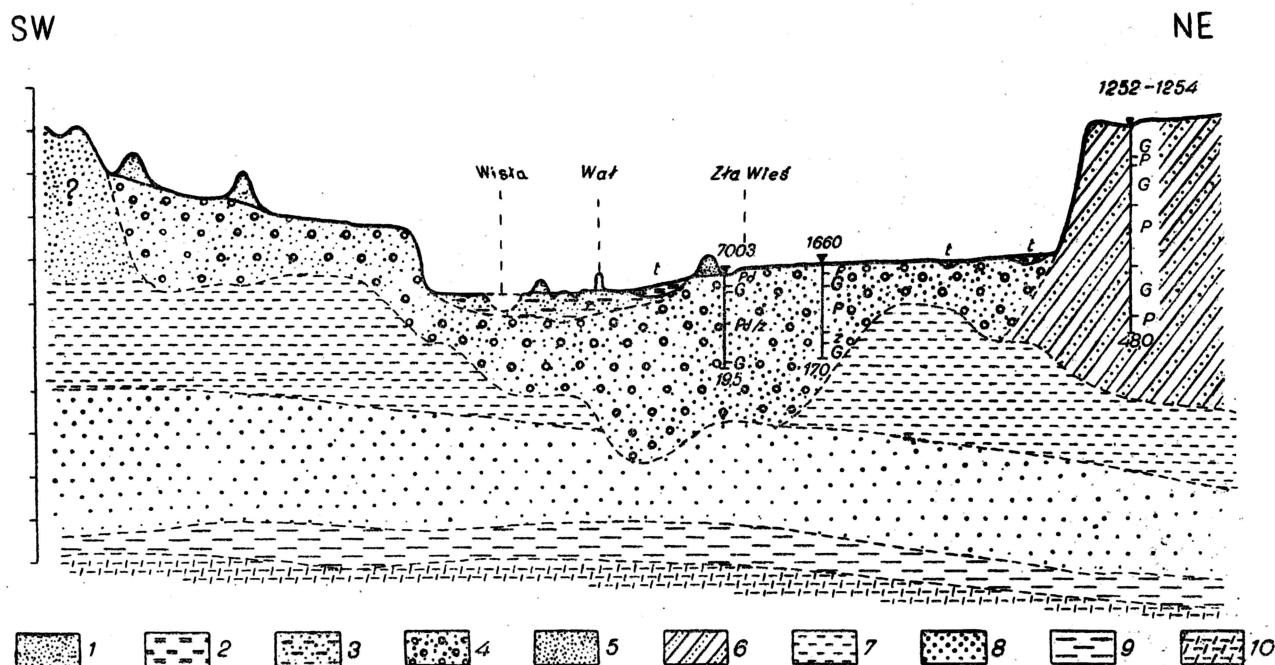
Dla zorientowania w wyjściowym materiale geologicznym, na ryc. 1 pokazano schematyczny przekrój geologiczny rejonu Solca Kujawskiego.

Na pozostałych obszarach ogólne założenia projektów robót geologicznych są podobne.

Przejdę z kolei do omówienia poszczególnych metod pracy, jakie IG stosuje lub zamierza w najbliższej przyszłości zastosować. Omówię kolejno zdjęcia lotnicze, metody geofizyczne i metody klasyczne.

Mapy geologiczno-inżynierskie powinny przede wszystkim legitymować się dużą dokładnością, dlatego największą bolączką przy wykonywaniu zdjęć geologiczno-inżynierskich są złe jakości podkłady topograficzne. Dla projektanta nie jest rzeczą obojętną, czy granica geologiczna biegnie 200 m w lewo lub prawo, a właśnie taka jest niedokładność map topograficznych, i każdy błąd wynikający z topografii będzie automatycznie niejako rzutował na jakość mapy geologicznej niezależnie od ilości włożonej pracy i środków finansowych. A nie można zapominać, że w oparciu o wykonane przez Instytut Geologiczny mapy geologiczne szczegółowe — służby resortowe będą sporządzać dokumentację geologiczno-inżynierską dla poszczególnych stadiów projektowania stopni wodnych.

W tej sytuacji najbardziej słusznym wyjściem byłoby podobnie jak na innych terenach zastosowanie zdjęć lotniczych, przede wszystkim do prac polowych. Na temat zdjęć lotniczych mówi się u nas bardzo dużo, jednak widocznie jeszcze za mało, skoro nie są one wykorzystywane w odpowiednim stopniu do przynoszonych korzyści.



Ryc. 1

Fig. 1.

1 — piaski — holocen, 2 — torfy — holocen, 3 — piaski rzeczne, namuły — holocen, 4 — utwory wypełniające dolinę (piaski i żwiry rzeczne, fluwioglacjalne i gliny zwałowe), 5 — piaski sandrowe? — plejstocen, 6 — gliny zwałowe i piaski międzymorenowe — plejstocen, 7 — iły poznańskie — pliocen, 8 — piaski i burowęgle — miocen, 9 — iły toruńskie — oligocen, 10 — margle — kreda

1 — sands, 2 — peats — Holocene, 3 — fluvial sands and muds — Holocene, 4 — deposits filling up the valley (fluvial sands and gravels also fluvioglacial and boulder clays), 5 — sand sands — Pleistocene, 6 — boulder clays and intermoraine sands — Pleistocene, 7 — „Poznań” variegated clays — Pliocene, 8 — sands and lignites — Miocene, 9 — „Toruń” clays — Oligocene, 10 — marls — Cretaceous.

Na pytanie: jakie korzyści wynikają z zastosowania zdjęć lotniczych, nie jest trudno odpowiedzieć. Po pierwsze, zdjęcia lotnicze mają służyć jako podstawowy, najbardziej dokładny i aktualny podkład topograficzny. Dla tarasów zalewowych, będących jednym z głównych obiektów badań w dolinie Wisły, mapa topograficzna zawiera bardzo mało szczegółów, do których można się dowiazać czy to przy sondowaniu ręcznym, czy też podczas kartowania. Tarasy zalewowe w dolinie Wisły mają szerokość przekraczającą niekiedy 5 km. Ich powierzchnie są z natury rzeczy równe, użytkowane jako łąki i pastwiska. Są one bardzo rzadko zabudowane, a sieć dróg jest nader skąpa. Sieć kanałów odwadniających, tam gdzie ona istniała, jest albo zniszczona lub też zmieniona.

Konieczność stałego dowiadywania się do obiektów topograficznych na odcinkach dochodzących nieraz do kilku kilometrów obniża wielokrotnie wydajność pracy grup terenowych. Domiary wykonane krokówką i kompasem nie dają również wymaganej dokładności, abstrahując od tego, że niektóre obszary tarasu zalewowego są niedostępne.

Należy pamiętać, że na 1 km² zdjęcia podstawowego geologiczno-inżynierskiego wykonać należy średnio 9 sondowań. Trudności te prawie całkowicie eliminuje zastosowanie do prac terenowych fotomap lub fotoszkiców.

Nie będę tu omawiać sposobów interpretacji geologicznej zdjęć lotniczych, zwrócę jedynie uwagę, i to w dużym skrócie, na te aspekty wykorzystania zdjęć lotniczych, które z punktu widzenia metodycznego w zastosowaniu do doliny Wisły mają kapitalne znaczenie.

Poza eliminowaniem konieczności dokonywania pracochłonnych, długich domiarów, zastosowanie zdjęć lotniczych zezwoli na ujednolicenie podkładu topograficznego potrzebnego do prac we wszystkich grupach specjalistycznych, operujących w dolinie Wisły. Należy tu podkreślić, że już samo wykorzystanie zdjęć lotniczych wyłącznie jako podkładu topograficznego jest opłacalne i powszechnie stosowane za granicą, również dla tych terenów, które pod względem geologicznym są zupełnie niefotogeniczne. W dolinie Wisły niewątpliwie istnieją takie obszary, które będą zawierały bardzo mało lub w ogóle nie będą zawierały bezpośrednich elementów rozpoznawczych w pracach geologicznych. Jednak na niektórych obszarach zdjęcia lotnicze dostarczają bardzo dużo danych geologicznych a szczególnie hydrogeologicznych.

Na podstawie elementów rozpoznawczych (jak fototon, morfologia i szata roślinna) można zidentyfikować obszary podmokłe, na których woda gruntowa występuje na głębokości do 0,5 m. Wydzielić można też obszary o występowaniu wody gruntowej do 2 m, 5 m i poniżej. Wydzielenia te wymagają w terenie tylko sprawdzenia, a więc znacznie mniejszego nakładu pracy niż kartowanie hydrogeologiczne

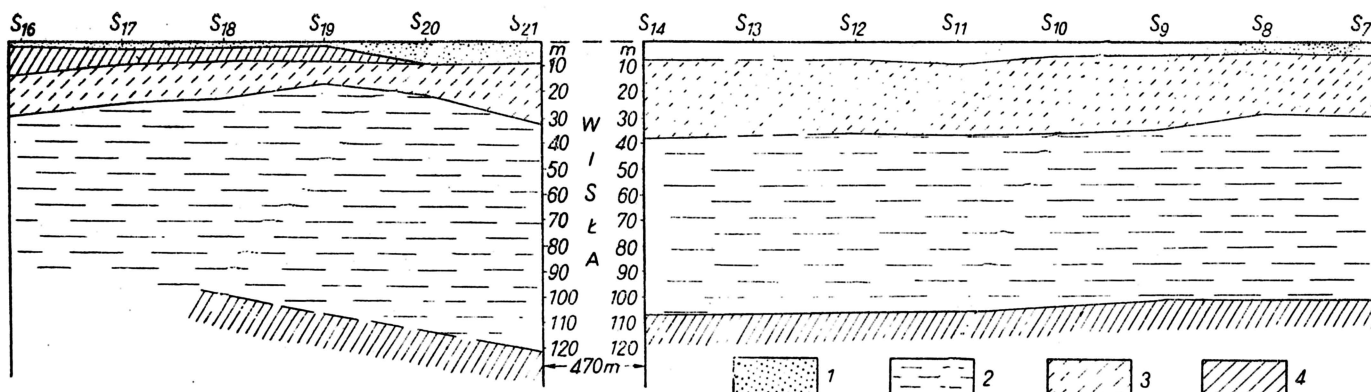
na podstawie map topograficznych. Powtarzanie zdjęć lotniczych w różnych porach roku zezwala wyciągnąć wnioski dotyczące wahań wód gruntowych i ich zasięgu powierzchniowego. W szczególności można wyznaczyć do badań szczegółowych te obszary, na których występują aktualne przesiąkania wód pod wałami ochronnymi.

Przy zastosowaniu zdjęć lotniczych zmienia się również metody badań hydrogeologicznych. Wstępna kameralna analiza hydrogeologiczna zdjęć lotniczych zezwoli na wybranie obszarów dla szczegółowych badań hydrogeologicznych. Określona zostanie w fazie następnej ilość niezbędnych punktów badawczych i ich najbardziej celowe rozmieszczenie.

Dla porządku należy nadmienić, że zdjęcia lotnicze dla celów geologicznych były już u nas stosowane dwadzieścia kilka lat temu w dolinie Narwi, na Polesiu i w Rożnowie. Obecnie nad zastosowaniem u nas zdjęć lotniczych w pracach geologicznych intensywnie pracuje Zakład Kartografii Geologicznej oraz Zakład Geologii Inżynierskiej i Hydrogeologii Uniwersytetu Warszawskiego. Również Instytut Geologiczny stosuje zdjęcia lotnicze do zdjęć geologicznych na wielu obszarach kraju. Dotychczas uzyskane doświadczenie wskazuje jak najbardziej na celowość rozszerzenia zakresu stosowania zdjęć lotniczych w pracach geologicznych.

Bardzo wyraźne odwzorowanie na zdjęciach lotniczych stosunków hydrogeologicznych na terenie zalewowym skłoniło nas do podjęcia inicjatywy dokonania dwu nalotów zdjęciowych wzdłuż doliny Wisły. Jeden nalot zdjęciowy wykonany byłby na wiosnę podczas najwyższego stanu wód w Wiśle i wód gruntowych. Drugi natomiast nalot przewidziany jest latem przy najniższym stanie wód. Spodziewamy się, że analiza zdjęć lotniczych dokonywana na modelu stereoskopowym wyjaśni dla większości obszarów położonych na tarasie zalewowym stosunki hydrogeologiczne dla najbardziej charakterystycznych stanów wód. Spodziewamy się również, że jednoczesna analiza zdjęć z obu nalotów zezwoli na prześledzenie dynamizmu przypowierzchniowych wód gruntowych, co znakomicie ułatwi prognozę zmian po spiętrzeniu i opracowanie metod uregulowania gospodarki wodnej. Na wykonanych w ten sposób zdjęciach lotniczych odwzorować się mogą również strefy intensywnych przecieków pod wałami. Zdjęcia te stałyby się podstawą do wnikliwych i wszechstronnych studiów rolniczych. Koszt wykonania tego rodzaju zdjęć dla obszaru jednego stopnia wodnego na dolnej Wiśle, tj. długości 50—60 km i szerokości 12 km, wynosi ok. 60 000 zł, tzn. tyle, ile kosztuje odwiercenie dwu otworów do głębokości 50 m.

Brane jest również pod uwagę zastosowanie barwnych zdjęć lotniczych. Zależy to jednak od



wprowadzenia tego rodzaju zdjęć przez Przedsiębiorstwo Fotogrametrii.

Drugą grupą metod, które zostały zastosowane w badaniach geologiczno-inżynierskich dolin rzecznych, są badania geofizyczne. Badania te prowadzone są przy ścisłej współpracy z Zakładem Geofizyki Instytutu Geologicznego, wykonuje je Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych.

Doświadczenie w zastosowaniu metod geofizycznych w badaniach geologiczno-inżynierskich jest stosunkowo duże. Badania te przeprowadza się głównie metodami elektrooporowymi i sejsmicznymi, a tylko w niewielkim zakresie metodami geofizyki jądrowej.

Należy zaznaczyć, że jeśli chodzi o zastosowanie badań geofizycznych dla potrzeb geologii inżynierskiej na konkretnym terenie, to wbrew niektórym opiniom prace te mają często charakter eksperymentalny. Dowodem tego są zanotowane u nas pewne niepowodzenia w stosowaniu tych metod. Niepowodzenia te nie wpływały jednak z braku opracowania właściwych metod badań geofizycznych, lecz z braku dostatecznego doświadczenia w dostosowaniu ich do konkretnych warunków geologicznych i potrzeb budowlanych. Metody geofizyczne były stosowane niekiedy w warunkach bardzo skomplikowanych, kiedy klasyczne metody badania budowy geologicznej zawodziły, a więc w warunkach najtrudniejszych również i dla geofizyki.

Należy pamiętać, że w zadaniach stawianych geofizyce nie można wykroczyć poza zdolność interpretacyjną danej metody. Konieczne jest uwzględnienie nie tylko średniego błędu danej metody, ale również i lokalnych trudności i przeszkód, na jakie one natrafiają. Metody geofizyczne oparte są na różnych zasadach, dlatego też pewne elementy budowy geologicznej, które stanowią trudności dla jednej metody, są dużym ułatwieniem dla innej. Z tej to przyczyny przy badaniach geologicznych podłoża pod większe obiekty, a za takie należy z pewnością uważać budowle hydroenergetyczne na Wiśle, stosuje się coraz częściej jednocześnie kilka metod geofizycznych.

Jako najtańszą i najprostszą w użyciu należy wymienić metodę elektrooporową. W 1955 r. Instytut Geologiczny wykonał między innymi

Ryc. 2

1. 250—12 000 om. m, 2. 80—240 om. m, 3. 34—50 om. m, 4. 40—80 om. m

dwa ciągi sondowań elektrooporowych wzdłuż linii poprzecznych do doliny Warty w rejonie Częstochowy. Badania te przeprowadzono w celu określenia geologiczno-inżynierskiej charakterystyki obszaru krasowego. Badania wykonane przez W. Bachana wykazały niespodziewanie wielką przydatność tej metody dla określania warunków budowlanych Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Pozytywne wyniki tych badań przemawiają za wykorzystaniem w szerokim zakresie metody elektrooporowej na tych odcinkach doliny Wisły, gdzie występują strefy skrasowiałych wapieni, a więc w dolinie górnej i środkowej Wisły.

Pod koniec 1958 r. mgr Stajniak z P.P.G. wykonał zwiadowcze pomiary elektrooporowe w dolinie Wisły w rejonie Kwidzyna.

Na uwagę zasługuje fakt, że wyniki badań elektrooporowych dają ciągły obraz stropu interesujących nas warstw. Dla geologii inżynierskiej ważna jest znajomość charakteru namulów, głębokości ich występowania i głębokości występowania glin zwałowych. Opierając się na wynikach tych prac geofizycznych, można w racjonalny i bardzo oszczędny sposób zaprojektować wiercenia, przy czym dokładność poznania warunków geologicznych danego obszaru jest wielokrotnie większa niż przy zastosowaniu samych tylko wierceń.

Bardzo dobre wyniki dały badania zwiadowcze sejsmiczne wykonane na tym samym terenie przez A. Pepela z P.P.G. Pierwsze prace przeprowadzono stosując do wzbudzenia drgań udary 88 kg kafarem, umieszczonym na przyczepie samochodowej. Z uwagi jednak na ujemne wyniki zrezygnowano z tego sposobu. Dalsze badania sejsmiczne przeprowadzono używając dynamitu. W czasie prac zarejestrowano trzy fale załamane, odpowiadające warstwie namulów, glinom zwałowym i stropowi utworów kredowych.

Porównanie wyników obu wymienionych metod geofizycznych jest jednak jeszcze przedwczesne. Przeprowadzenie takiej analizy będzie możliwe po ukończeniu i opracowaniu badań z 1959 r.

W dolinie Wisły projektuje się również przebadanie niektórych odcinków wałów metodą potencjałów własnych, wykorzystując w tym celu prądy filtracyjne stref bardziej przepuszczalnych. Prace te mają stanowić uzupełnienie analizy zdjęć lotniczych. Jako badania uzupełniające dla określania kierunków spływu wód gruntowych przewiduje się zastosowanie metody linii ekwipotencjalnych.

W 1959 r. Instytut Geologiczny wykonał 24 km szczegółowych profili sejsmicznych i 24 km szczegółowych profili elektrycznych w dwóch rejonach: Tczewa i Kwidzyna. Łączny koszt tych badań wyniósł 1 250 000 zł. Przy czym na badania elektrooporowe przypadło 550 000 zł. Ogółem biorąc badania geofizyczne w dolinie Wisły wskazują, że w stosunku do uzyskanego efektu poniesione koszty są niskie.

Koszt inwestycji wodnych na badanym przez IG odcinku Wisły od Solca Kujawskiego do Tczewa wyniesie około 5 miliardów złotych. Koszt badań geologicznych na tego rodzaju obiektach w stosunku do kosztów całej inwestycji dochodzi w USA do 10%, w ZSRR zaś wynosi średnio 5%. W Polsce wydatki na badania geologiczne będą znacznie mniejsze. Jeśli przyjmiemy skromnie, że na badania geologiczne od Solca do Tczewa przeznaczy się tylko 2% kosztów inwestycji, to wypadnie z tego 100 mln zł. W tej sytuacji każde usprawnienie metod pracy może prowadzić do pokaźnych oszczędności. Dążeniem naszym jest uzyskanie oszczędności przez zwiększenie dokładności prac geologicznych, gdyż fundusze przeznaczone na badania geologiczne dla wielkich obiektów budowlanych nie są w zasadzie duże.

Zastosowanie badań geofizycznych w dolinie Wisły zezwala:

- 1) na prześledzenie w sposób ciągły stropu warstw najbardziej interesujących z punktu widzenia budowlanego; co tym samym prowadzi do wyeliminowania niespodzianek;
- 2) na właściwą lokalizację wierceń badawczych;
- 3) na interpretację budowy geologicznej między wierceniami na odcinkach od 1 do 4 km.

Ogólnie rzecz biorąc, zastosowanie prac geofizycznych na niektórych odcinkach dolnej Wisły zezwala na znaczne zwiększenie dokładności rozpoznania budowy geologicznej przy jednoczesnym ok. 2-krotnym zwiększeniu obszaru badań, przy zachowaniu tych samych kosztów ogólnych.

W przyszłym roku i w latach następnych zamierzamy rozszerzyć badania sejsmiczne. Celem tych badań będzie określenie modułu sprężystości i modułu ściśliwości. Dla określenia tych wartości należy pomierzyć wielkość fal poprzecznych i podłużnych, co pozwoli na określenie modułu Poissona. Stąd mając określony drogą laboratoryjną ciężar właściwy gruntu, określić możemy jego moduł sprężystości. Wyniki uzyskane tą drogą mają charakter raczej orientacyjny. Mają one jednak tę zaletę, że

pozwalają na śledzenie zmian podstawowych własności geotechnicznych podłoża na większych obszarach.

Nad zagadnieniami zastosowania metod geofizyki jądrowej w geologii inżynierskiej pracował J. Calikowski (IG) i J. Głogoczowski (IN). Efektem końcowym tych prac był patent na wynalazek nr 39-177 z dnia 2.IV.55 r. na „Aparaturę i sposób określania własności wytrzymałościowych i mechanicznych gruntów o nienaruszonej strukturze w otworach wiertniczych metodą badania rozproszenia promieniowania γ ”.

Nad możliwościami zastosowania źródeł promieniowania γ do określenia własności fizycznych gruntów sypkich pracuje obecnie intensywnie Katedra Fizyki II AGH w Krakowie. Pierwszy raz badania w terenie zostały przeprowadzone z inicjatywy prof. Rosińskiego na terenie Włocławka. Omówienie wyników studiów i badań nastąpiło na sesji naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej PAN w kwietniu ub. r.

Badania z zakresu geofizyki jądrowej skupiają się obecnie nad zagadnieniem określenia stopnia zagęszczenia gruntów sypkich. Jak wiemy, dotychczas nie ma jednak metody, która zezwoliłaby na określenie tej wartości w sposób nie budzący zastrzeżeń. Metody geofizyki jądrowej znajdują się jeszcze w stadium czysto eksperymentalnym i dlatego w obecnej formie nie mogą być stosowane na skalę przemysłową.

Odrębnym zagadnieniem w kompleksowym opracowaniu geologicznym obszarów doliny Wisły są problemy hydrogeologiczne. Niektóre zagadnienia z zakresu hydrogeologii przedstawiłem przy omawianiu zdjęć lotniczych i badań geofizycznych. Z kolei omówię krótko metody polowe określania współczynnika przepuszczalności wód.

Nad przystosowaniem metod oznaczania współczynnika filtracji wody w terenie w warunkach doliny Wisły pracował w 1957 r. A. Kühn. Badania polowe przeprowadzono metodą Kamieńskiego i Bałdiriewa. Obie metody oparte są na założeniach, że przy stałej i niedużej wysokości słupa wody spadek hydrauliczny równa się jedności. Jako wynik otrzymuje się więc bezpośrednio współczynnik filtracji K. Badania polowe uzupełniono badaniami laboratoryjnymi. Wyniki podane są w poniższej tabeli. Różnice w wartościach współczyn-

Rodzaj gruntu	Współczynnik „K” terenowy	Współczynnik „K” laboratoryjny cm/sek
Piasek drobnoziarn.	$1,4 \cdot 10^{-2} - 7,4 \cdot 10^{-3}$	—
Piasek średnioziarn.	$5,8 \cdot 10^{-2} - 1,3 \cdot 10^{-2}$	$3,07 \cdot 10^{-3} - 7,5 \cdot 10^{-4}$
Piasek gliniasty	$9 \cdot 10^{-3} - 1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-4} - 7,6 \cdot 10^{-6}$
Pył piaszczysty	$1 \cdot 10^{-3} - 5,4 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4} - 8,3 \cdot 10^{-6}$
Gлина	$2,8 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-4} - 1,07 \cdot 10^{-5}$
Gлина pylasta	$3,3 \cdot 10^{-3} - 2,4 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-5} - 2,4 \cdot 10^{-6}$
Gлина pylasta ciężka	$2,6 \cdot 10^{-4} - 7,6 \cdot 10^{-5}$	—

nika K oznaczonego w terenie i laboratorium wynikają z następujących przyczyn.

1) O wyniku badań polowych decyduje pewna strefa gruntu, która najczęściej nie jest jednorodna. Grunt w tej strefie znajduje się w stanie naturalnym ze wszystkimi spękaniami, z kanalikami po roślinach itp.

2) Grunt o nienaruszonej strukturze w badaniach laboratoryjnych pobrany jest tylko z jednej warstwy, która może, ale nie musi reprezentować strefy decydującej o wartości współczynnika K w badaniach polowych. Poza tym sam fakt wycinania stosunkowo małej próbki z calizny prowadzi w pewnym stopniu do naruszenia struktury.

3) Jest rzeczą wysoce prawdopodobną, że podczas zrównywania nożem powierzchni próbek gruntów spoistych pewna strefa zostaje zagęszczona i zasmarowana cząstkami ilastymi.

Wynika stąd, że współczynnik filtracji oznaczony w terenie oddaje naturalne warunki z większą dokładnością. Badania nad oznaczaniem współczynnika filtracji metodą polową kontynuował A. Kühn również i w 1959 r.

W celu zorientowania się w ogólnej sytuacji hydrogeologicznej obszarów przylegających do doliny Wisły wykonuje się najpierw jednorazowy pomiar wód gruntowych w studniach gospodarskich. Na podstawie analizy uzyskanych materiałów wyznacza się około 30 punktów na 80 km² do stałej cotygodniowej obserwacji. Wyniki tych pomiarów w nawiązaniu do wieloletnich materiałów meteorologicznych dostarczają danych dotyczących głębokości, charakteru i wahań pierwszego zwierciadła wody gruntowej. W następnych latach przewiduje się założenie limnigrafów w charakterystycznych punktach.

Dla ułatwienia wyznaczania prób wody do szczegółowych analiz chemicznych zamierzamy dokonywać poza pomiarami temperatury, twardości i stężenia jonów wodorowych również pomiary niektórych własności elektrycznych. Pomiary te mają ułatwić ogólną interpretację hydrogeologiczną zwłaszcza w zakresie wzajemnego powiązania poszczególnych poziomów wód gruntowych.

O powodzeniu prac geologicznych w wysokim stopniu decydują wiercenia. Niestety, na tym odcinku od kilkudziesięciu lat nie notujemy postępu, a nawet można twierdzić, że przedsiębiorstwa są coraz gorzej wyposażone. Brak odpowiedniego sprzętu powoduje nieraz znaczne opóźnienie prac wiertniczych i jednocześnie poważny wzrost kosztów. Jak dotychczas nie zostało wykorzystane doświadczenie Przedsiębiorstwa Geol. Inż. Energetyki w Krakowie, które wykonało badania nad zastosowaniem wiertnic wibracyjnych elektrycznych i pneumatycznych. Za granicą tego rodzaju wiertnice znalazły już zastosowanie.

W ramach postępu technicznego zamierzamy w Instytucie Geologicznym usprawnić najbardziej pracochłonne roboty podczas kartowania geologicznego, a mianowicie sondowania

ręczne. Sonda ręczna o dotychczasowej konstrukcji ma w pracach geologiczno-inżynierskich w dolinach rzecznych ograniczone zastosowanie. Sonda ta nie jest przystosowana do wiercenia poniżej wody gruntowej. Głębokość do wody gruntowej wynosi na tarasie zalewowym najczęściej 0,5 do 2 m. Sondowania do tej głębokości nie są jednak wystarczające. Dla wyeliminowania tych trudności inż. Z. Skłodowski opracował projekt ciężkiej sondy ręcznej z rurami osłonowymi. Sonda ta ma lekki przewoźny ryg i jest przeznaczona do wierceń w namulach rzecznych do głębokości 10 m. Prototyp tej sondy jest w realizacji. Obecnie w opracowaniu jest projekt sondy wibracyjnej.

Do prac terenowych zostanie wprowadzone prawdopodobnie w bieżącym roku laboratorium polowe. W ten sposób chcemy przyspieszyć okres opracowań laboratoryjnych, a jednocześnie zwiększyć dokładność oznaczeń, gdyż transport próbek niekiedy zniekształca wyniki badań.

Zgodnie z tym, co na wstępie zazaczyłem, omówione metody prac geologicznych dotyczyły zdjęć geologiczno-inżynierskich przeznaczonych dla budownictwa hydroenergetycznego. Jest rzeczą zupełnie oczywistą, że te same metody bez istotnych zmian mogą być stosowane w następnych etapach rozpoznania geologiczno-inżynierskiego dla założeń projektowych i projektu wstępnego. Ze względu na stopniowe zwiększanie dokładności tych prac zmiany w zastosowaniu metod będą się sprowadzały do zagęszczenia obserwacji. Tylko w pewnych określonych przypadkach w pracach dla projektu wstępnego lub projektu technicznego zajdzie konieczność zastosowania innych metod a w szczególności badań modelowych lub też specjalnych badań z zakresu mechaniki gruntów.

SUMMARY

Engineering-geological investigations carried on in the lower course of the Vistula river by the Establishment of Engineering Geology of the Geological Institute are described in this article. Some work methods comprising aerial photographs, geophysical investigations and simple geological methods are mentioned here.

Aerial photographs are used as an actual, detailed topographic basis. Out of geophysical methods resistivity and refractory seismic method were used.

Preliminary results of investigations of filtration coefficient by field method were presented.

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены геолого-инженерные исследования проведенные Отделом Инженерной Геологии Геологического Института в нижнем течении Вислы. На фоне этих работ описаны методы исследований, в состав которых входят: применение аэрофотоснимков, геофизических исследований и классических методов.

Аэрофотоснимки должны служить как главная наиболее актуальная и детальная топографическая основа.

Для геофизических исследований были применены методы: электросопротивляемости и сейсмический-рефракционный.

Автор рассматривает тоже предварительные результаты изучения коэффициента фильтрации полевым методом.