

Mieczysław WAS

## Kierunki rozwoju badań geologiczno-inżynierskich w świetle nowej techniki<sup>1</sup>

### WSTĘP

Chcąc mówić o postępie technicznym w geologii inżynierskiej, należy chociażby w największym skrócie wspomnieć o początkach jej rozwoju, który, jak się okazało, zaważył znacznie na wprowadzaniu postępowych metod badań. Cechy tego rozwoju były tak zasadnicze, że przetrwały do dnia dzisiejszego, choć już nie rysują się tak wyraźnie.

Geologia inżynierska, zanim osiągnęła obecny stan swego rozwoju, przeszła dość skomplikowaną drogę, ściślej, rozwój jej postępował od samego początku dwiema drogami. Powstała ona równocześnie z bliską jej co do przedmiotu zainteresowań, lecz odrębną co do stosowanych metod gałęzią nauki — mechaniką gruntów. Ta nie przypadkowa zresztą zbieżność zapoczątkowania rozwoju geologii inżynierskiej i mechaniki gruntów zaciążyła w znacznym stopniu nad badaniami podłoża budowlanego. Rozwijały się one w jednym kierunku — jako wiedza geologiczna i przyrodnicza oraz w drugim — jako mechanistycznie pojęta geologia inżynierska, ograniczona właściwie do mechaniki gruntów.

Przeglądając współczesną literaturę geologiczno-inżynierską zarówno zagraniczną, jak i krajową należy stwierdzić, że ta istniejąca od początku dwutorowość w rozwoju geologii inżynierskiej zanika. Sprzyjają temu między innymi szerokie dyskusje i wielostronne rozpatrywania problemów, szczególnie na wspólnych spotkaniach specjalistów z różnych krajów. Dzisiaj geologia inżynierska posiada już olbrzymi dorobek i powszechnie cechuje ją bardzo znaczny postęp zarówno naukowy, techniczny, jak i ekonomiczny.

W Polsce doniosłą rolę w rozwoju geologii inżynierskiej i uporządkowaniu zagadnień związanych między innymi z projektowaniem, wykonawstwem i dokumentowaniem odegrała działalność Centralnego Urzędu Geologii. Centralny Urząd Geologii zawsze przywiązywał wielką wagę do postępu technicznego we wszystkich dziedzinach nauk geologicznych nie szczędząc wysiłków organizacyjnych, podejmując i finansując bada-

<sup>1</sup> Referat wygłoszony na naradzie branżowej p.t. „Geologia inżynierska w budownictwie hydrotechnicznym” zorganizowanej w PH w Krakowie w dniach 24–25 września 1970 r.

nia naukowe, poczynania techniczne, usprzętowanie, unowocześnienie i zautomatyzowanie metod badań, oraz popierając i finansując poczynania rozwojowe instytucji zgrupowanych w resorcie. CUG uporządkował stronę prawną projektowania, wykonawstwa i dokumentowania geologiczno-inżynierskiego, dostosowując stale obowiązujące przepisy do aktualnego stanu wiedzy i potrzeb gospodarki narodowej. Uporządkował również sprawę kadr w geologii inżynierskiej, wydając odpowiednie uprawnienia do prowadzenia tych prac i nadzoru. Umożliwia wszechstronne kontakty zagraniczne specjalistom różnych dziedzin geologii na zasadach nawiązanej współpracy z licznymi instytucjami zagranicznymi.

Poważny wkład w ustalaniu właściwych kierunków i metod badań ma działająca przy Centralnym Urzędzie Geologii Komisja Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskich, kierowana przez prof. dra W. C. Kowalskiego, w której zasiadają przedstawiciele różnych resortów.

Należy również podkreślić zasadnicze osiągnięcia Instytutu Geologicznego w Warszawie, w tym Zakładu Geologii Inżynierskiej, szczególnie w dziedzinie syntez geologiczno-inżynierskich, opracowywania map geologiczno-inżynierskich, wykonania opracowań regionalnych i temu podobnych, bez których dalszy prawidłowy rozwój geologii inżynierskiej w Polsce trudno byłoby sobie wyobrazić. W Instytucie Geologicznym wykonano ponadto szereg prac metodycznych i opracowano wiele instrukcji, a także nowoczesne metody badań geofizycznych, które zostały następnie wdrożone do praktyki.

Zjednoczeniu Przedsiębiorstw Hydrogeologicznych przypadła w udziale rola podwójna — czuwania nad prawidłowym rozwojem geologii inżynierskiej w podległych mu sześciu przedsiębiorstwach i niełatwe koordynowanie poczyznań w tym zakresie porozumienia ogólnobranżowego przedsiębiorstw. Zarówno przedsiębiorstwa ZPH, jak i branży — szczególnie przedsiębiorstwo patronackie „Geoprojekt” Warszawa i Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych Warszawa — mają duże osiągnięcia we wprowadzaniu do geologii inżynierskiej szeroko pojętego postępu technicznego.

Do rozwoju geologii inżynierskiej przyczyniły się w poważnym stopniu również placówki PAN, instytuty naukowo-badawcze i wyższe uczelnie.

Po tym skrótowym wprowadzeniu, nie wyczerpującym w żadnym przypadku zagadnienia, przed wymienieniem i analizą trudności wprowadzania i omówieniem postępu technicznego w geologii inżynierskiej na wybranych przykładach, wypada wyjaśnić samo pojęcie postępu technicznego, tak jak jest ono pojmowane w najbardziej uprzemysłowionych krajach świata.

Za postęp techniczny we właściwym tego pojęcia znaczeniu uważa się wprowadzanie nowych metod, nowych technologii, materiałów i aparatury. Wprowadzanie tylko usprawnionej lub nawet nowej aparatury przy starych metodach i tradycyjnej technologii, niestosowanie w konstrukcjach nowych materiałów nie może być uważane za wyraz postępu technicznego w pełnym znaczeniu tego pojęcia. Nie przynosi to bowiem takiego postępu, o jaki w dzisiejszej dobie chodzi, wydłużając znacznie drogę unowocześniania, powiększając koszty i nie pozwalając często na osiągnięcie spodziewanych efektów ekonomicznych.

Jaką drogą można osiągnąć postęp techniczny? Droga jest tylko jedna i prowadzi przede wszystkim przez:

1. Wzrost czytelnictwa literatury technicznej, szczególnie fachowych czasopism, którymi zainteresowanie w ostatnich latach przewyższa znacznie zainteresowanie książką. Czasopisma zawierają bowiem zawsze najświeższe wiadomości o osiągnięciach nauki i techniki i docierają do czytelnika szybciej, bez przedłużającego się cyklu wydawniczego,

2. Szerokie, powszechne korzystanie z usług dobrze zorganizowanej, fachowej i sprawnie działającej sieci ośrodków informacji naukowej — technicznej i ekonomicznej, szczególnie informacji patentowej i firmowej (katalogi i prospekty).

3. Szeroko pojętą, odpowiednio ukierunkowaną wynalazczość, łącznie z szybkimi wdrożeniami oraz dobrze rozważony zakup urządzeń i aparatury zagranicznej.

W tej pogoni za nowoczesnością — dla dotrzymania kroku światowemu postępowi technicznemu — wielkie znaczenie ma zakup zagranicznych licencji produkcyjnych i technologicznych, dokładnie wcześniej przeanalizowanych. Zakup licencji, zwykle zresztą bardzo kosztowny, sprawia, że kupujący staje się często od razu poważnym eksporterem już gotowej produkcji. Trzeba jednak mieć na uwadze to, że sprzedający licencje nie sprzedaje takich licencji, które umożliwiają wytwarzanie najnowszego produktu. Produkcję takiego wyrobu ma już zazwyczaj przygotowaną. Aby nie pozostawać w tyle za przodującymi w technice krajami, po dokonaniu zakupu licencji trzeba zaraz rozpocząć pracę nad doskonaleniem zakupionej licencji.

Trudno jednak sugerować zakup jakiegokolwiek licencji na produkcję sprzętu lub aparatury dla badań geologiczno-inżynierskich w Polsce ze względu na koszty zakupu, jak i zapotrzebowanie. Zakup licencji opłaca się bowiem tylko przy wielkoseryjnej produkcji. Trzeba wreszcie dodać, że postęp techniczny zawsze winien być nieodłącznie związany z postępem ekonomicznym i organizacyjnym.

Istnieje jednak szereg przyczyn opóźniających postęp w geologii inżynierskiej, postęp na drodze, której przyjęcie wydaje się nie powinno budzić zastrzeżeń.

Pierwszą z tych przyczyn jest słabo rozwinięte czytelnictwo literatury naukowej, technicznej i ekonomicznej. Czytają dużo tylko nieliczni, są i tacy, którzy nie czytają zupełnie z różnych względów. Na domiar złego w przedsiębiorstwach produkcyjnych często nie docenia się roli bibliotek technicznych. Dlatego propagowanie czytelnictwa literatury naukowej i technicznej staje się pilną koniecznością.

Dalszą przyczyną niedostatecznego postępu w geologii inżynierskiej jest dobrze zamierzona, lecz nie doprowadzona do końca organizacja służby informacyjnej zgodnie z obowiązującymi zarządzeniami przede wszystkim Prezesa CUG i wytycznymi ZPH. Osiągnięcia tylko nielicznych ośrodków informacji będą zawsze mało efektywne. Sprawnie winna bowiem działać cała służba informacyjna, którą poza tym należy traktować jako ogniwo w ogólnokrajowej sieci informacji naukowej — technicznej i ekonomicznej, kierowanej przez CIINTiE. W działalności informacyjnej obserwuje się dość powszechny brak nawyku wśród potencjalnych użytkowników korzystania z informacji do tego stopnia, że nie jest

przyjmowana nawet informacja podsuwana. A przecież w dobie powszechnego postępu konieczna jest znajomość najnowszych metod, urządzeń i aparatury produkowanej w kraju i za granicą.

Znajomość tę można najpełniej osiągnąć przez korzystanie z informacji patentowej i firmowej. Skutki niekorzystania w dostatecznym stopniu z tych informacji są u nas niepokojące. Według danych W. Piroga (dyr. CIINTiE) w Polsce na 100 zgłaszanych do opatentowania wynalazków 70 jest odrzucanych ze względu na to, że nie posiadają cech nowości (w USA 10). Poza tym zdarzały się wypadki, o których wspominał na jednej z konferencji przedstawiciel ośrodków informacji prof. dr J. Kaczmarek (Przewodniczący Komitetu Nauki i Techniki), że wybudowano u nas niektóre zakłady przemysłowe na przestarzałych technologiach, mimo że w krajach ościennych istniały bardziej nowoczesne rozwiązania. Nastąpiło to właśnie przez brak rozeznania i niechęć do korzystania z informacji.

Ciekawe jest porównanie wynalazczości światowej z wynalazczością w Polsce. Np. w 1950 r. opatentowano na świecie 151 tys. rozwiązań, w Polsce natomiast około 1 tys. (0,68%). W 1960 r. opatentowano na świecie 252 tys. wynalazków, a w Polsce 2 tys., czyli 0,8% w skali światowej. W 1968 r. zanotowano 400 tys. wynalazków na całym świecie, a w Polsce 4,5 tys., czyli 1,8%. Uczyniliśmy więc krok naprzód, lecz dalej słaba jest aktywność wynalazcza mierzona np. liczbą mieszkańców przypadających na 1 wynalazek. W USA przypada 1 wynalazek na 3100 mieszkańców, w ZSRR i CSRS 1 wynalazek na 2164 mieszkańców, u nas — 1 wynalazek na 7044 mieszkańców.

Przeszkodą w prowadzeniu działalności informacyjnej jest np. brak w kraju pełnego serwisu literatury firmowej (katalogów i prospektów) zarówno krajowej, jak i zagranicznej. Na corocznie organizowanej w miesiącu października przez Ośrodek Postępu Technicznego w Katowicach wystawie zagranicznej literatury firmowej eksponuje się jednorazowo około 25 tys. katalogów i prospektów z różnych branż firm całego świata, rozdzielając je następnie nieodpłatnie do odpowiednich ośrodków informacji branżowych i działowych. Na wystawach tych, jak dotychczas, problematyka CUG ani poległych temu Urzędowi jednostek nie była reprezentowana.

Chcąc zmienić ten stan rzeczy DOITE w porozumieniu z Dyr. PH Kraków i ZPH wystąpiło do Ośrodka Informacji Firmowej CIINTiE o wprowadzenie i wspólnie zorganizowanie wystawy zagranicznych katalogów i prospektów (w ilości 7÷10 tys.) z zakresu geologii złożowej, hydrogeologii i geologii inżynierskiej z 17 różnych krajów. Wystawę projektuje się zorganizować w bieżącym roku w PH w Krakowie. Po zamknięciu wystawy OIF-CIINTiE wszystkie katalogi i prospekty przekaże bibliotece technicznej DOITE. W ten sposób zostaną stworzone podstawy do udzielania wyczerpujących informacji firmowych, co będzie miało zasadnicze znaczenie dla inspirowania postępu technicznego.

Kończąc uwagi na temat informacji należy stwierdzić, że otaczanie ośrodków informacji opieką, szczególnie tych najstarszych, i stwarzanie wokół ich działalności odpowiedniej atmosfery sownie się opłaca i doprowadzi do tego, że każda decyzja organizacyjna, techniczna i ekonomiczna będzie mogła być podbudowana szybko, wszechstronnie i fachową infor-

macją, chociaż efekty samej pracy informacyjnej będą zawsze trudno wymierne.

Jeśli chodzi o wynalazczość i racjonalizację w geologii inżynierskiej, to daje się u nas zauważyć stosunkowo małą liczbę zgłaszanych wynalazków, wzorów użytkowych i pomysłów racjonalizatorskich, a jeżeli są zgłaszane, to okres ich rozpatrywania jest stanowczo zbyt długi. Nieprecyzyjny jest też często sposób obliczania efektów ekonomicznych, a już chyba najgorzej jest z samym wdrażaniem. Zaradzić temu można przez wzmocnienie komórek postępu technicznego w przedsiębiorstwach oraz odpowiednie zorganizowanie i ożywienie ich pracy.

Wdrażaniu nowych metod i aparatury w geologii inżynierskiej przeszkadzał dotychczas, chyba w sposób najskuteczniejszy, system planowania i rozliczania prac geologiczno-inżynierskich. Najogólniej planowana jest ilość metrów bieżących do odwiercenia i odpowiedni przerób finansowy. Obydwa te elementy planu winny być wykonane. Czy w tej sytuacji możliwe jest wprowadzanie nowych metod, tańszych badań nie wymagających wiercenia dużej ilości otworów i pobierania z nich do badań wielkiej ilości próbek? Jak np. wprowadzać równie pracochłonne, lecz tańsze i o wiele dokładniejsze metody badań? We wprowadzaniu takich metod, jak widać, nie był dotychczas zainteresowany ani pracownik zakładu, ani sam zakład.

O zmianie sposobu planowania i oceny prac geologiczno-inżynierskich, na taki, który uwzględniałby i premiowałby stopień nowoczesności rozpoznania i udokumentowania problemu, obniżkę kosztów i przyspieszenie realizacji prac oraz stopień ich trudności, należy pomyśleć jeszcze teraz, w okresie zmian dokonywanych w całym systemie planowania ekonomicznego.

Dodatkowym czynnikiem hamującym jest również długi okres wprowadzania norm dopuszczających stosowanie nowych metod i aparatury.

### KONSTRUKCJE URZĄDZEŃ I APARATURY

Omówione tu zostaną przykładowo wybrane tendencje zaznaczające się w konstrukcjach urządzeń i aparatury.

#### ZESTAWY WIERTNICZE

Skończyła się era zestawów drewnianych. Obecnie produkuje się powszechnie stalowe zestawy rurowe, połączenia rur zawiasowe, kryzowe, najczęściej teleskopowe. Zestawy tego typu są lżejsze w transporcie, łatwe w montażu i demontażu oraz trwalsze przy odpowiedniej konserwacji wewnętrznej i zewnętrznej. W kraju nie znalazły jeszcze szerszego zastosowania. Zestawy tego typu są produkowane np. w PH Gdańsk (rurowe-kratowe i dla urządzenia wiertniczego WUO-30) oraz w przedsiębiorstwie „Geoprojekt” — Warszawa, sporadycznie w innych przedsiębiorstwach.

#### URZĄDZENIA WIERTNICZE

Ręczne okrętne zostały już przeważnie wyeliminowane na korzyść zmechanizowanych. W Polsce następuje dopiero w wolnym tempie mechanizowanie tych urządzeń, np. stosowanie głowic obrotowych z prze-

kładnią czołową lub ślimakową w PH — Wrocław i PH — Łódź, oraz całe urządzenie WUO-30 w PH — Gdańsk.

**Mechaniczne** — przenośne, przesuwne (na saniach), przewoźne i samojezdne.

a. Przenośne służą najczęściej do płytkiego sondowania. Posiadają silniki-głowice (Szwecja, f-ma Borros) lub nawet silniki noszone na plecach (USA i in. kraje). W Polsce takie urządzenia nie są produkowane.

b. Przesuwne (na saniach) to zwykle niewielkie urządzenia o napędzie elektrycznym, spalinowym np. do wierceń otworów iniekcyjnych w zaporach betonowych, murach oporowych itp. Te małych rozmiarów urządzenia, łatwo można przesuwać bez dodatkowych czynności montowania i demontowania. Ich przykładem są wiertnice wrzecionowe, produkowane przez f-mę Craelius. W Polsce produkowane są przez fabrykę Części Zamiennej Maszyn Górniczych w Oświęcimiu.

c. Przewoźne. Urządzenia tego typu są liczne na świecie, zwykle wąsko wyspecjalizowane 2-kołowe, 3-kołowe i 4-kołowe, lekkie, łatwe w obsłudze. Wiertnice posiadają najczęściej napędy hydrauliczne lub stosuje się w nich wibratory, wibromłoty, silniki spalinowe albo elektryczne. Są podobne do stosowanych u nas LC-12 („Geoprojekt”) i OU-0.5 H (OBTG).

d. Samojezdne. Różne typy tych wiertnic stosuje się powszechnie na podwoziu kołowym albo gąsienicowym, z masztami lub masztami-wysięgnikami. Wiercą one otwory pod różnymi kątami. W większości posiadają kompletny napęd hydrauliczny (napędy, maszt, podnośniki rur i przewodu oraz nacisk na przewód). Klasyczna ich konstrukcja ma miejsce w ZSRR, Szwecji (Atlas Copco), Czechosłowacji i innych krajach. Nieco podobne w konstrukcji stosuje się u nas. Są to Wibrosonda-2 i TUR, produkowane przez PH-Wrocław.

Powszechną tendencją w konstrukcjach urządzeń wiertniczych jest jak najbardziej wszechstronne wprowadzenie hydrauliki. Wygląd urządzeń wiertniczych zmienił się nie do poznania. Brak wysokich masztów, brak dużej ilości przeniesień zębatych i łańcuchowych, zewnętrznie widoczne są niewielkie silniki i uderzająca wzrokowo płatanina węży ciśnieniowych. Przez wprowadzenie hydrauliki uzyskuje się wybitne potanieńnię konstrukcji, zmniejszenie jej ciężaru, zwiększa się niezawodność działania urządzenia.

We wszystkich urządzeniach zauważa się tendencję do wymiany nie pojedynczych części, lecz całych ich zespołów, są nawet całe zespoły celowo nierozbieralne. Uzyskuje się przez to łatwość usuwania awarii przy zachowaniu prawidłowej dalszej pracy części i zespołów urządzeń. Często konstruuje się wiertnice z określonych zespołów, stosowane następnie do coraz to innych celów (np. w f-mie Craelius).

#### ŚWIDRY

**Rurowe** — to szapy jednożożowe i dwunożowe z rozszerzaczem, otwieralne. Wszystkie w Polsce znane, lecz rzadko stosowane, jeśli — to najczęściej jednożożowe.

**Ślimakowe** — za granicą używane powszechnie z tym, że istnieje tendencja do stosowania konstrukcji „ślimak na rurze”. U nas np. świder ślimakowy w urządzeniu WUO-30.

Inne — spiralne, talerzowe — stosuje się w wąskim zakresie. W kraju są rzadko stosowane (np. świdry talerzowe służące do wiercenia otworów pod słupy linii telefonicznych).

#### PRZEWODY I ŁĄCZNIKI

W wiertnictwie płytkim obserwuje się ogólną tendencję do stosowania niedługich przewodów łączonych automatycznie. Automatycznie łączy się również świdry, istnieje tendencja do eliminowania połączeń gwintowych. W Polsce przykładem jest bezgwintowe połączenie przewodu WUO-30, łącznik bezgwintowy PH — Warszawa i łącznik „Geoprojekt”.

#### APARATURA DO POBIERANIA PRÓBEK

##### POBIERANIE PRÓBEK GRUNTÓW

Próbki o naruszonej strukturze. Pobiera się je w zależności od stosowanych narzędzi wierzących (najmniej dokładna z łyżki) wprost z szapy albo przez jej otwarcie, z powierzchni ślimaka albo przez rurę ślimaka, z rdzeniówki wwbrowywanej przez wibrację (Wibrosonda-2) lub przez jej otwarcie (LC-12) bądź w klasyczny sposób z rdzeniówki wbijanej, np. takiej jak konstrukcji f-my H. Stade z NRD, wyłożonej folią plastikową. Do pobierania próbek używa się również powszechnie różnego rodzaju penetrometrów i sond o rozmaitych konstrukcjach (np. sondy f-my Borros).

Próbki o nie naruszonej strukturze. Pobieranie tego typu próbek odbywa się za pomocą różnie skonstruowanych aparatów. Do najlepszych należy podobno aparat hydrauliczny produkcji USA wprowadzany na dno otworu. Próbkę pobiera się do cylindrów nie dzielonych lub dzielonych, otwieralnych, z wykładziną lub bez. U nas najczęściej pobiera się próbki do cylindrów nie otwieralnych, bez wykładziny. Jest to sposób niedobry, gdyż próbka taka (służąca do badań) wypychana jest z takiego cylindra czasem przy użyciu dużej siły. W Czechosłowacji np. próbki pobrane do cylindrów poddaje się od razu badaniom edometrycznym. Na uwagę zasługuje ostatnio skonstruowany w przedsiębiorstwie „Geoprojekt” — Warszawa próbnik otwieralny z umieszczonym wewnątrz cylindrem.

##### POBIERANIE PRÓBEK WODY

Do tego celu produkuje się urządzenia, którymi można pobierać wodę z zawartością gazów lub bez nich. Urządzenia takie posiadają różnorodne konstrukcje. W Polsce znanych jest kilka typów takich urządzeń, lecz nie są one powszechnie stosowane. Przykładem może być sonda wbijana, umożliwiająca pobranie wody do badań bez wcześniejszego wiercenia otworu, konstrukcji L. Woty i W. Wyględy z „Geoprojektu”.

Do najprostszyci tego typu urządzeń stosowanych za granicą należy urządzenie produkcji NRD. Jest to dowolnie długa, giętka rura plastikowa z zaworem i odpowietrznikiem, która służy zarówno do szczypania wody z otworów, jak i do pobierania próbek wody do badań.

### SONDY

**Stacyjne** — o różnych konstrukcjach. Cechuje je prostota wykonania i łatwość użycia. W Polsce mamy tego typu sondy, lecz są one rzadko stosowane.

**Dynamiczne** — o bardzo zbliżonych konstrukcjach, różniących się najczęściej sposobem podnoszenia części obciążającej (ręczne, mechaniczne, hydrauliczne). Należy do nich sonda kombinowana udarowo-obrotowa, służąca do badania stopnia zagęszczenia gruntów i wytrzymałości na ścinanie. Konstrukcja tej sondy nie jest jednak dość nowoczesna (proste dynamometry sprężynowe) i nie znajduje ona u nas powszechnego zastosowania.

**Geofizyczne** — elektrooporowe i sejsmiczne.

a. Elektrooporowe. W pracach prowadzonych przez Instytut Geologiczny i PPG-Warszawa stosowano wielokrotnie metody sondowania pionowego (PSE) i profilowania elektrycznego (pierwsze w latach 1948—1949 przez inż. Sobieskiego).

Pierwsza z tych metod służy do wydzielenia stref oporowych w przekroju pionowym, druga do lokalizacji granic i wychodni tych stref. Obie te metody uzupełniają się wzajemnie. Metody te stosunkowo proste, ekonomiczne, nie wymagające bardzo skomplikowanej aparatury, mimo użytkowania przy ich stosowaniu wielokrotnie dokładnych rozpoznań, nie mogą dotychczas znaleźć wielu chętnych do ich stosowania w przedsiębiorstwach wykonujących prace geologiczno-inżynierskie. Trzeba podkreślić, że zarówno w ZSRR, jak i w krajach zachodnich są one powszechnie stosowane.

b. Sejsmiczne. W Polsce metody sejsmiczne zostały po raz pierwszy zastosowane do badań geologiczno-inżynierskich przez J. Uchmana na terenie huty „Częstochowa”. Metody te nadają się również do badań młodych utworów czwartorzędowych. Do wzbudzania drgań używa się bądź to uderów wywołanych spadającym ciężarem, bądź też wybuchem dynamitu.

Metody te dające zadowalające wyniki badań stosowane są powszechnie w ZSRR, u nas nie mogą doczekać się szerszego zastosowania.

**Radiometryczne** — sondy izotopowe i uniwersalne.

a. Sondy izotopowe produkowane w Polsce służą np. do pomiaru prędkości filtracji, prędkości przepływu i kierunku przepływu. Nadają się do wykonywania pomiarów nawet w pojedynczych otworach. W sondach tych zostały zastosowane jedne z najnowszych osiągnięć fizyki jądrowej. Te szybkie, dające najbardziej wiarogodne wyniki metody powinny znaleźć szerokie zastosowanie przy rozpoznawaniu warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych projektowanych zbiorników wodnych oraz ujęć wodnych. Za ich pomocą można wyznaczyć drogi filtracji w rejonie przyczółków, pod zaporami ziemnymi, jak i w samych zaporach. Można wykrywać również strefy nieszczelne w jądrach zapór, przestwory w ekranach cementacyjnych itp. Metody te stosuje się u nas jeszcze niezbyt powszechnie, ale coraz częściej.

b. Sonda uniwersalna opracowana przez M. Borowczyka i C. Królikowskiego pozwala na jednoczesne określenie cech fizycznych gruntu różnymi metodami do głębokości około 10 m od powierzchni terenu. Pozwala ona wyznaczyć opór gruntu, elektryczny opór właściwy ośrodka



oraz jego ciężar objętościowy i wilgotność. Profile tych sondowań bardzo dobrze charakteryzują badane podłoże. Stosowanie tej sondy zmniejsza znacznie konieczność wykonywania pracochłonnych i drogich wierceń. Pomiaru oporu gruntu dokonuje się przez wbijanie sondy.

Pomiar ciężaru objętościowego gruntu wykonywany jest sondą izotopową typu GO-62. Mierzy się natężenie promieniowania gamma rozproszonego w danym ośrodku. Pomiaru wilgotności objętościowej gruntu dokonuje się za pomocą sondy izotopowej typu WO-63. Mierzy się intensywność spowalnianych i rozproszonych neutronów. Pomiaru oporu elektrycznego dokonuje się przy użyciu trzech elektrod. Jedną jest odizolowany stożek stalowy sondy uniwersalnej. Drugą elektrodę prądową umieszcza się w odległości 20—30 m od punktu sondowania. W obwód sondy i elektrody zewnętrznej włączony jest amperomierz i źródło prądu. W obwodzie pomiarowym znajduje się woltomierz. Sonda ta, jak i wcześniej opisana, mimo swojej uniwersalności też nie jest u nas szerzej stosowana.

Trudno opisać tutaj dokładnie metody geofizyczne, jak i radiometryczne, a tym bardziej samą aparaturę. Na ten godny zainteresowania temat istnieje obszerna literatura zarówno zagraniczna, jak i krajowa, np. prace J. Bażyńskiego, M. Borowczyka, M. Buczyńskiego, C. Królikowskiego, A. Pepela i Z. Stopińskiego.

#### PRZYRZĄDY DO POMIARÓW POŁOŻENIA ZWIERCIADŁA WODY I GŁĘBOKOŚCI OTWORÓW

Przyrząd akustyczny (świstawka) powszechnie używany jest do pomiarów położenia zwierciadła wody. Ma zalety i wady. Zaletami są prosta konstrukcja i niewielka cena przyrządu. Do wad należy zaliczyć to, że mierzy zwierciadło wody po opuszczeniu do otworu tylko jednorazowo. Nie słychać jej sygnału przy blisko pracującym agregacie prądotwórczym, nie słychać sygnału w otworze nierurowanym, szczególnie odwierconym np. w betonie. Nie daje również sygnału, gdy zwierciadło wody pokrywa warstwa piany. Przy pomiarach w otworach głębokich następuje czasem znaczne wydłużenie linki prowadzącej.

Przyrząd świetlny służący do pomiaru położenia zwierciadła wody. Ten może dawać sygnał w otworze lub w innej wersji konstrukcyjnej przy otworze. Wymaga jednak częstej konserwacji, źródła prądu i odpowiedniego przewodu w przypadku dawania sygnału przy otworze. W otworze przy dużych różnicach temperatur powietrza i wody (mgła) nie daje czasem sygnału. Zaletą omawianego przyrządu jest możliwość wielokrotnego wykonywania pomiarów bez wyciągania z otworu przyrządu czy też jego czujnika.

Przyrząd z licznikiem działający na zasadzie wyporu. Jeden egzemplarz tego przyrządu znajduje się w Instytucie Geologicznym w Warszawie. Służy on do pomiaru położenia zwierciadła wody i głębokości otworów. W przypadku pomiaru zwierciadła wody na lince zawieszony jest pływak, a przy pomiarze głębokości otworu — ciężarek metalowy (zakres 100 m).

Przyrząd do pomiarów położenia zwierciadła wody, głębokości otworów, temperatury i mineralizacji wody działający ze

stałym źródłem prądu. Jest w posiadaniu Instytutu Geologicznego w Warszawie. Cechuje go duża dokładność pomiarów i wszechstronność, wadą natomiast jest jego duży ciężar i stosunkowo duże rozmiary (zakres 100 m).

Przyrząd do pomiarów położenia zwierciadła wody z układem samonadążnym MP-1 (OBTG). Posiada licznik i aparat samopiszący. Może być konstruowany na prąd stały i zmienny. Nadaje się do pomiarów w otworach, zbiornikach i do synchronizacji poziomów wód kilku zbiorników. Wadą jego jest mała nadążność czujnika za zwierciadłem wody — 1 cm/sek (zakres 100 m).

Przyrząd do pomiaru poziomu zwierciadła wody oraz głębokość otworów (patent PH — Warszawa). Posiada sondę pomiarową w dwóch wersjach oraz licznik. Działa na zasadzie wyporu.

Stosowanie do tego typu pomiarów różnych czujników, np. do mierzenia elektrycznego wielkości nieelektrycznych oraz metod pomiarów bezprzewodowych ma wielką przyszłość.

#### APARATURA DO INNYCH POMIARÓW

Stosowane dotychczas do pomiaru wydatku pompowanej wody skrzynie przelewowe z przelewami trójkątnymi i prostokątnymi są na świecie eliminowane, a przelewów tego typu używa się przede wszystkim montując je przegradzająco na ciekach powierzchniowych, co umożliwia badania wielkości ich przepływu.

Do ciekawszych urządzeń do wykonywania pomiarów wydatku pompowanej wody należą ostatnio skonstruowane u nas następujące urządzenia:

1. Urządzenie (Cz. Cwiertniewskiego) będące odpowiednio uzbrojoną rurą pomiarową z wymiennymi kryzami, produkowane i głównie używane w PH — Wrocław. W znacznym stopniu ułatwia ono wykonywanie pomiarów, zastępując dużych rozmiarów skrzynie przelewowe.

2. Urządzenie (patent PH — Warszawa) posiadające układ samonadążny. Jest to precyzyjne, nowoczesnie skonstruowane urządzenie elektryczne całkowicie zautomatyzowane z aparatem samopiszącym. Trudno przewidzieć jednak, jak będzie wyglądała sprawa produkcji tego urządzenia i jego szersze zastosowanie.

#### APARATURA DO BADAŃ LABORATORYJNYCH I POLOWYCH

Do ciekawych ostatnio u nas skonstruowanych aparatów laboratoryjnych należy aparat do trójosiowego ściskania, skonstruowany w IBW Polskiej Akademii Nauk. Mierzy on dodatkowo ciśnienie w porach gruntu — ściślej w porach przy powierzchni próbki. Aparat ten używany jest m.in. w Zakładzie Geotechniki Politechniki Warszawskiej i zdaje dobrze egzamin.

W krajowej i światowej literaturze pojawiają się często krytyczne uwagi odnośnie do wyników badań edometrycznych i konstrukcji edometrów, sugeruje się nawet zarzucenie badań edometrycznych i zastąpienie ich badaniami na odpowiednio przystosowanych aparatach trójosiowego ściskania. Edometry używane obecnie w Polsce spełniały swoje zadanie przez długie lata rozwoju geotechniki, należą jednak już do nie najnowszych, a i sama metoda jest w dzisiejszej dobie kłopotliwa i mało do-

kładna. Posiadają one duże odkształcenia własne, odkształcenia związane z zużyciem i niedokładnościami wykonania. Próbka gruntu poddawana obciążeniu jest zbyt małej miąższości i średnicy. Nie korzystnie na wynik wpływa również tarcie boczne i brak możliwości odkształcania bocznego. Nie sprzyja również dobrym wynikom ręczne dokładanie obciążników. Gdy dodatkowo weźmie się pod uwagę długą drogę próbki, która ma być poddawana badaniom, a która z reguły nie ma nic wspólnego z próbką o nie naruszonej strukturze, można mieć wątpliwości co do otrzymywanych wyników, są one bowiem zwykle zaniżone.

Chcąc dalej prowadzić badania edometryczne wypadałoby zmienić konstrukcję edometrów, i co najmniej zwiększyć miąższość badanej próbki i zwiększyć jej średnicę. Należy także zmniejszyć do minimum tarcie o ściany cylindra i zastosować cylindry dzielone połączone tensometrami. Należy wspomnieć, że w Zakładzie Geotechniki Politechniki Warszawskiej skonstruowano urządzenia wielkośrednicowe do badań gruntów: aparat trójosiowego ściskania do badań próbek o  $\phi$  80 cm oraz edometr, aparat Proctora i aparat do badania przepuszczalności; wszystkie do przeprowadzania badań próbek o  $\phi$  100 cm.

\* \* \*

Projektowanie prac badawczych i dokumentowanie geologiczno-inżynierskie związane jest często z dokonywaniem bardzo licznych, pracochłonnych obliczeń. Wszędzie czynności te są mechanizowane. Drogą do mechanizacji obliczeń powinno być na początek np. opracowanie pełnego szeregu nomogramów. Prace w tym kierunku podjęto już dość dawno w Instytucie Geologicznym i w przedsiębiorstwie „Geoprojekt” w Warszawie oraz sporadycznie w niektórych przedsiębiorstwach ZPH. Dla ułatwienia i przyspieszenia prac obliczeniowych należałoby opracować i rozpowszechnić w branży odpowiednią ilość określonych nomogramów. W innych krajach (np. w ZSRR) obliczenia geologiczno-inżynierskie można już wykonywać na produkowanych odpowiednich suwakach logarytmicznych. Wszędzie zaznacza się tendencja do całkowitego mechanizowania obliczeń i coraz częściej do stosowania metod matematycznych w geologii. Odnosnie do tego ostatniego wypada zalecić ostrożną krytyczność przy stosowaniu tych metod.

Przykładem pozytywnej działalności w zakresie mechanizacji obliczeń i wprowadzania metod matematycznych do geologii jest działalność Przedsiębiorstwa Poszukiwań Geofizycznych w Warszawie (Zakład Metod Matematycznych).

Najważniejsze tendencje w badaniach geologiczno-inżynierskich w przyszłości powinny się rozwijać przede wszystkim w badaniu gruntu *in situ*. Wszędzie wykonuje się licznie próbne obciążenia gruntów w terenie, powierzchniowe oraz w wykopach. Istnieje tendencja maksymalnego eliminowania wierceń, a stosowania badań geofizycznych i radiometrycznych z wszelkiego rodzaju sondowaniami. Jeżeli wierci się otwory, to mechanicznie, o średnicach małych, a badania wykonuje się w otworach (próbne obciążenia i badania presjometryczne). Jeżeli pobiera się próbki do badań, to badania te wykonuje się w polowych, stacjonarnych lub przevożnych laboratoriach o całkowicie zmechanizowanej aparaturze. Istnieje powszechna tendencja stosowania w obliczeniach maszyn liczących oraz

tendencja do stosowania w geologii, jak już wspomniano, metod matematycznych.

Na całym świecie wprowadza się obecnie nowe metody, nowe technologie i nowe materiały, np. wprowadzanie w wykonawstwie geologiczno-inżynierskim przeciwfiltracyjnych ekranów foliowych, natrysków z żywicy syntetycznych zmniejszających filtrację, oraz plastobetonów, w których kruszywo zamiast z cementem i wodą miesza się z żywicami. Podobne tendencje w rozwoju badań geologiczno-inżynierskich, stosowaniu nowych metod, aparatury i nowych materiałów zarysowują się również w Polsce.

Działowy Ośrodek Informacji  
Technicznej i Ekonomicznej ZHP  
przy Przedsiębiorstwie Hydrogeologicznym  
Kraków, ul. Wadowicka 3  
Nadesłano dnia 8 stycznia 1971 r.

Мечислав ВОНС

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГО-ИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СВЕТЕ НОВОЙ ТЕХНИКИ

### Резюме

В статье выясняется понятие „технический прогресс” и указывается подлинная его интерпретация. Приводится значение фирменной и патентной информации (каталоги, проспекты) для технического прогресса и её роли в инспирации прогресса. Перечислены некоторые причины недостаточного в нашей стране практического применения в инженерной геологии новых методов, технологии, аппаратуры и материалов.

Охарактеризованы конструкции и тенденции в конструировании: буровых комплектов — треножников и других, буровых установок — переносных, перетаскиваемых (на санях), передвижных и самоходных, трубных буров, червячных пёрков и других, буровых труб и шпелей, специальной аппаратуры для отбора образцов пород и проб воды, пенетрометров, зондов — статических, динамических, геофизических, геоэлектрических и радиометрических, приборов для измерения глубины скважин и положения уровня воды в них, аппаратуры для других измерений, связанных с геолого-инженерными исследованиями для гидротехнического строительства, аппаратуры для лабораторных исследований (выбранных для примера).

В статье указывается на возможность усовершенствования, а затем механизация расчётных операций на первом этапе.

В выводах приведены наиболее важные направления применения новых методов, технологии и новых материалов в мировой и Польской инженерной геологии.

Mieczysław WAŚ

## DIRECTIONS IN DEVELOPMENT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL RESEARCH IN THE LIGHT OF NEW TECHNIQUE

### Summary

The notion „technical progress” is discussed, and the proper interpretation of this notion is presented. Importance of firm's information (catalogues and folders) and of patent information in technical progress, and the role of information

in the inspiration of progress are emphasized. Some causes of an insufficient practical application of new methods, technology, instruments and raw materials in various engineering-geological enterprises of the country is considered, too.

Discussed are also constructions and tendencies in constructing various drilling tripodal and quadrupedal instruments; movable, sliding, transportable and mobile drilling rigs; tube and helicoidal bits, drilling strings and connecting rods; special instruments for soil and water sampling; static, dynamic, geophysical, geoelectrical, and radiometrical penetrometers and probes; gauges for measuring depths and water levels in bore holes, various measuring instruments necessary for engineering-geological research in hydrotechnics, as well as selected laboratory instruments.

Particular attention has been paid to the possibility of improvement, and then of subsequent mechanization of the calculation technique.

Moreover, there are presented world's and country's tendencies in applying new methods, technology, and materials necessary in engineering-geological works.