

## METODY MATEMATYCZNE W GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ

UKD 624.131:519.001.8:061.31(470.311)''1968.02.26/.29''

W dniach 26—29 lutego 1968 r. w Moskwie odbyła się narada na temat metod matematycznych w geologii inżynierskiej. Organizatorem narady o ogólnozwiązkowym zasięgu były trzy instytucje: Moskiewskie Towarzystwo Przyrodników (Moskovskoje Obščestvo Ispytatelej Prirody), Produkcyjny i Naukowo-Badawczy Instytut Zagadnień Inżynierskich w Budownictwie (Proskizvodstviennyj i Naučno-Issledovatel'skij Institut po Inżynierskim Izyskaniam w Stroitel'stvie) oraz Instytut Naukowo-Badawczy Fundamentowania i Budownictwa Podziemnego (Naučno Issledovatel'skij Institut Osnovanij i Podzemnych Sooruzenij Gosstroja SSSR).

Wygłoszono niespełna pięćdziesiąt referatów zestawionych w cztery grupy tematyczne. W grupie pierwszej poświęconej zagadnieniom ogólnym spośród zgłoszonych sześciu referatów wygłoszono trzy. Były to referaty zbiorcze opracowane na zamówienie Komitetu Organizacyjnego narady.

Referat M. V. Raca dotyczył struktury geologii inżynierskiej i metod matematycznych stosowanych w jej obrębie. Referat wywołał ożywioną dyskusję, głównie w związku z przedstawionym schematem sy-

stematycznym geologii inżynierskiej i jej stosunku do innych dyscyplin. Nie zaobserwowano natomiast różnicy zdań, co do celowości stosowania metod matematycznych w geologii inżynierskiej i korzyści stąd wynikających. W dyskusji na marginesie referatu przestrzegano przed niebezpieczeństwem zbyt sformalizowania, a tym samym zeszywnienia niektórych problemów o charakterze przyrodniczym.

Drugi z referatów zbiorczych dotyczył metod matematycznych w mechanice gruntów. Wreszcie trzeci referat poświęcony był zastosowaniu teorii podobieństwa i modelowania w geologii inżynierskiej. Autor R. B. Rasowskij z Uniwersytetu w Odessie zwracał uwagę na fakt, że obecnie powinno zależeć nam już nie tylko na reklamie teorii podobieństwa i modelowania wśród geologów, lecz na coraz częstszym jej wykorzystaniu przy rozwiązywaniu wszelkich zadań o charakterze prognoz geologiczno-inżynierskich, czy hydrogeologicznych. Podkreślić należy, że u nas w kraju daleko jeszcze do takiego stopnia rozwoju w zakresie stosowania teorii podobieństwa i modelowania, który charakteryzować można by jako etap coraz szerszego jej wykorzystania.

Druga grupa referatów dotyczyła problemów zbierania i opracowania geologiczno-inżynierskiej informacji. W grupie tej zgłoszono jedenaście referatów. Dotyczyły one takich zagadnień, jak: zastosowanie pojęć i miar teorii informacji oraz statystyki w geologii inżynierskiej, zastosowanie kart perforowanych przy systematycznym gromadzeniu informacji itp. Na podstawie doświadczeń z różnych dziedzin nauki, w tym również w dziedzinie geologii stwierdzono, że najlepszą metodą gromadzenia podstawowej informacji jest system kart perforowanych sortowanych zarówno ręcznie jak i maszynowo. W sprawach tych niezwykle istotnym problemem jest problem unifikacji, w celu umożliwienia wymiany kart między różnymi instytucjami. W ZSRR powołano szereg instytucji wiódących, mających za zadanie opracowanie systemów w zakresie wytypowanych tematów. Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej w Moskwie (Wsięgingeo) opracował np. układ kart dotyczących tematu: „warunki geologiczno-inżynierskie”. Karty te, o podwójnej perforacji brzeżnej, prawdopodobnie będą ujednolicone w ramach krajów RWPG.

Wydaje się więc, że konieczność nawiązania współpracy w tej dziedzinie centralnych instytucji służby geologicznej z odpowiednimi instytucjami radzieckimi i instytucjami RWPG jest oczywista i powinna nastąpić możliwie najwcześniej. Rezultaty takiej współpracy powinny być udostępnione szerokiemu ogółowi hydrogeologów i specjalistom geologii inżynierskiej. W szczególności bogate zbiory archiwów dokumentacji należałoby w możliwie szybkim tempie przekodować na karty perforowane. Podobnie jak najwcześniej tzw. „karty dokumentacyjne” powinny przyjąć formę kart perforowanych. Jedynie po spełnieniu tego postulatu bogate doświadczenie zgromadzone w archiwach może być w sposób czynny wykorzystane w bieżącej działalności praktycznej.

Inne referaty zajęły się problemami ogólnymi zastosowania teorii informacji oraz statystyki matematycznej lub szczególnymi przy takich zagadnieniach, jak: deszyfrowanie zdjęć lotniczych, wybór racjonalnych metod kartowania geologiczno-inżynierskiego, określenia wielorakich związków między wodoprzepuszczalnością i składem granulometrycznym, ocena wytrzymałości skał, ilościowa ocena zjawisk krasowych, zestawianie tablic normatywnych i obliczeniowych charakterystyk gruntów, warunków budowy obiektów miejskich, stateczności skarp i innych. Z ogólnych referatów tej grupy wymienić jeszcze należy referat na temat zastosowania pojęć i miar teorii informacji w geologii inżynierskiej. Autor (N. M. Chajme) uzasadniał potrzebę i korzyści zastosowania takich pojęć jak entropia, ilość informacji, informacyjny wskaźnik sprzężenia, czy informacyjny wskaźnik korelacji.

Trzecia najliczniejsza grupa referatów (ponad 20) poświęcona była badaniom niejednorodności masywów skalnych i ich własności fizycznych. Podkreślić należy, że referaty wygłoszone w tej grupie poświęcone były zarówno problemom ogólnym i metodycznym (większość) jak i szczegółowym. Przy rozpatrywaniu zagadnień ogólnych specjalnie dużo miejsca poświęcono sprawie określenia poprawnego modelu matematycznego, bądź fizycznego niejednorodności naturalnej skał oraz problemowi uwzględniania niejednorodności w obliczeniach geologiczno-inżynierskich. Okazuje się, że najbardziej adekwatnymi modelami niejednorodności naturalnej skał są modele statystyczne charakteryzujące się tym, że wprowadzenie ich do obliczeń jest praktycznie możliwe jedynie przy wykorzystaniu maszyn matematycznych.

Analiza szeregu obliczeń i danych doświadczalnych pokazuje, że daleko niewystarczające jest uwzględnianie niejednorodności jedynie w przekroju (np. warstwowania skał). Niejednorodność skał musi być uwzględniana zarówno w planie, jak i w

przekroju. Widać to dobrze przy analizie przykładów z zakresu dynamiki wód podziemnych, posiadającej stosunkowo najpełniej opracowaną teorię matematyczną. Na tym samym przykładzie widać też, że w zakresie uwzględniania niejednorodności skał duże znaczenie mogą mieć metody modelowe oraz metody statystyczne typu Monte-Carlo.

Innym problemem poza sprawami analizy parametrów skał w aspekcie niejednorodności ich rozmieszczenia, szerzej rozpatrywanym był problem wydzielenia tzw. „ciała geologicznego” jako podstawy modeli matematycznych analizujących pole parametrów geologicznych. Przez ciało geologiczne rozumiano obszar ciągłej przestrzeni (wypełnionej skałą), wewnątrz której każdy punkt posiada określoną wartość parametru. Wiele uwagi poświęcono też problemowi określenia kryteriów rozstrzygnięcia jakiej jest rozkład parametrów skał: przypadkowy, czy też ukierunkowany (sprawa wyznaczania tzw. trendów).

Zagadnienia analizy niejednorodności skał dojrzały do tego, że przedstawiono schematy określające optymalny sposób opróbowania skał niejednorodnych oraz podjęto próbę klasyfikacji geologiczno-inżynierskiej zmienności skał.

Ostatnia część referatów trzeciej grupy dotyczy konkretnych przykładów zastosowania metod statystycznych do określenia parametrów skał, geologiczno-inżynierskiej rejonizacji, uwzględniania szczelinowości i jej statystycznego badania itp. Problemy szczelinowości i jej wpływu na niejednorodność i anizotropię układów skalnych, jak można sądzić, stanowią ostatnio w Związku Radzieckim szczególnie modny i aktualny kierunek badań reprezentowany przez bardzo liczne ośrodki badawcze. Wydaje się, że kierunek ten jest w pełni uzasadniony. Okazuje się np., że badania nad szczelinowością uzasadniają niejednokrotnie jednoznacznie anizotropię innych własności mechanicznych skał.

Czwarta grupa tematów dotyczyła obliczeń konstrukcji posadowionych na niejednorodnym podłożu. Zgłoszono tu 7 referatów. W referatach tych przedstawiono modele niejednorodnego i sprężystego podłoża, problem naprężeń i deformacji w tunelu i rurociągu znajdujących się w niejednorodnym sprężystym ośrodku, problem nierównomierności osiadań, obliczeń konstrukcji budowli na wyklonującej się warstwie itp.

Przewiduje się, że referaty i komunikaty narady ogłoszone zostaną drukiem. Uczestnicy narady, w ograniczonym niestety zakresie, mieli możliwość zapoznać się w odbite na rotaprintcie tezy referatów i komunikatów wygłoszonych w czasie narady.

Reasumując stwierdzić należy, że narada wykazała, iż obecnie metody matematyczne w szerokim rozumieniu mogą być wykorzystywane dla rozwiązywania bardzo różnorodnych zagadnień z zakresu geologii i to zarówno w odniesieniu do zjawisk posiadających jednoznaczny zapis matematyczny, jak i do zjawisk pozornie analizie matematycznej nie poddających się. Możliwość taka istnieje pod warunkiem swobodnego korzystania z nowoczesnej techniki obliczeniowej. Wydaje się celowe i konieczne w naszej krajowej praktyce, w szerszym zakresie niż dotychczas, wykorzystywanie możliwości tej techniki, dla zagadnień rozwiązywanych przez krajową służbę geologiczną. W tym celu, poza stworzeniem bazy aparaturowej, należałoby zorganizować geologiczne podyplomowe studia uzupełniające z zakresu nowoczesnych technik obliczeniowych.

Jeden z dyskutantów narady moskiewskiej przestraszał przed niebezpieczeństwem sformalizowania geologii w wyniku jej matematyzacji. Wydaje się, iż niebezpieczeństwa takiego skostnienia każdej z nauk przyrodniczych można uniknąć pod warunkiem, że ich nieuchronną przeciwną „matematyzację” wprowadzać będą sami przyrodnicy świadomi istoty obiektu swego badania i znający w dostatecznym stopniu odpowiedni dział matematyki, tak by ich kontakt ze specjalistą matematykiem nie był bierny.