

STAN I KIERUNKI BADAŃ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH W INSTYTUCIE GEOLOGICZNYM DLA POTRZEB ZABUDOWY HYDROTECHNICZNEJ W DORZECZU WISŁY

UKD 624.131:061.6:55].001/.002:627+502.7:711(282.243.61+282.4)

Badania geologiczno-inżynierskie w dorzeczu Wisły prowadzone były od pierwszych lat istnienia Instytutu Geologicznego. Na początku były to prace rozwiązujące podstawowe problemy budowy geologicznej, a następnie prowadzone już były w związku z projektami zagospodarowania dolin oraz bieżącą obsługą obiektów hydrotechnicznych. Z badaniami dla dróg wodnych związane były nazwiska najwybitniejszych naszych geologów.

Okres poprzedzający wybuch II wojny światowej cechuje się ożywioną działalnością prac geologicznych w Karpatach. Dały one początek studium dolin rzek karpaccich, w związku z planami ich regulacji. Poczynając od 1945 r. następuje intensywny wzrost działalności geologiczno-inżynierskiej. W pierwszych latach po wyzwoleniu opracowano w Instytucie Geologicznym dokumentację geologiczno-inżynierską dla wielu obiektów hydrotechnicznych, m. in. dla stopni wodnych w Jazowsku, Dobczycach, Tresnej, Dynowie, Czorsztynie i Mielniku. Współpracując ściśle z „Hydroprojektem”, reprezentowanym przez ówczesnego generalnego projektanta Wisły inż. C. Stepnowskiego i głównego specjalistę inż. J. Linkiewicza, wypracowano w Instytucie Geologicznym sposób wykonywania opracowań geologiczno-inżynierskich dla potrzeb hydrotechnicznych.

W czasie wieloletniej praktyki wyłoniło się wiele zagadnień geologiczno-inżynierskich, których uwzględnienie stanie się podstawą zarówno badań szczegółowych, jak również prac projektowych. Problemy te są tak zróżnicowane, jak różnorodna jest budowa geologiczna dorzecza Wisły. Do podstawowych zagadnień należą:

- głębokie pogrzebane ryny erozyjne,
- przepuszczalność przypowierzchniowych gruntów i głębokość występowania pierwszej warstwy nieprzepuszczalnej,
- ciśnienie głębszych poziomów wodonośnych,
- stateczność zboczy,
- szczelność podłoża oraz procesy krasowe,
- wpływ piętrzenia na obszary przyległe.

Wszystkie te zagadnienia związane są, choć w różnym stopniu, z rozsądnym kształtowaniem środowiska naturalnego w sensie maksymalnego ograniczenia ujemnego wpływu i podporządkowania zmian dla lepszego spełnienia funkcji gospodarczych i wypoczynku.

Głębokość i przebieg pogrzebanych rynien erozyjnych rozpoznane być muszą możliwie najwcześniej. Ryny te, o głębokości kilkumetrowej a także kilkudziesięciu metrów, wypełnione są najczęściej dobrze przepuszczalnymi piaskami i żwirami. Jeśli występują w strefie zapór stanowią element skoncetrowanej filtracji pod obiektami, a na obszarach przyległych stanowią drogi ułatwicznego, dalekiego niekorzystnego wpływu piętrzenia. Omawiane zagadnienie opracowano od strony metodycznej na stopniach wodnych na dolnej Wiśle. Zastosowano tu badania geofizyczne sejsmiczne oraz elektrooporowe, dzięki którym można było zlokalizować ryny. Kontrolne wiercenia umożliwiły stwierdzenie litologicznego charakteru wypełnień i ocenę filtracyjną tych form. Mimo że metodą sejsmiczną uzyskano nieco dokładniejsze rozpoznanie, to jednak biorąc pod uwagę koszt i uciążliwość wykonania badań sejsmicznych oraz zniszczenie wartościowej gleby w dolinie, badania elektrooporowe okazały się bardziej przydatne.

Problem przepuszczalności przypowierzchniowych gruntów oraz głębokości występowania pierwszej warstwy nieprzepuszczalnej uwzględniono we wszystkich dokumentacjach. Rozpoznanie głębokości pierwszej warstwy nieprzepuszczalnej dokonano badaniami geofizycznymi oraz kontrolnymi wierceniami najoczęściej w 4 przekrojach — dwu prostopadłych do doliny i dwu podłużnych, wzdłuż wałów przeciwpowodziowych, które po podwyższeniu stanowić będą zapory boczne. Przekroje poprzeczne zlokalizowano tak, aby jeden z nich przebiegał wzdłuż projektowanej zapory czołowej. Tak zaprogramowane podstawowe rozpoznanie geologiczno-inżynierskie, mimo że dowiązane zostało do ówczesnej koncepcji

zabudowy, służyć może jednocześnie innym rozwiązaniom technicznym. Przepuszczalność strefy przy powierzchniowej rozpoznano do głębokości 4—5 m na podstawie 10—16 płytkich wierceń ręcznych na 1 km² i analizy zdjęć lotniczych, z przeznaczeniem głównie dla odwodnienia stref przy zaporach bocznych oraz melioracji.

Następny problem związany z wpływem ciśnienia głębszych poziomów wodonośnych na stabilność głębokich wykopów fundamentowych rozwiązano dzięki odpowiednim badaniom w głębokich wierceniach. Zagadnienie stateczności zboczy opracowano na mapie geologiczno-inżynierskiej poprzez lokalizację i okonturowanie stref osuwiskowych, określenie dynamiki ruchu oraz prognozy rozwoju po realizacji stopnia. Należy wspomnieć, że w Instytucie Geologicznym dokonano rejestracji wszystkich osuwisk na terenie całego kraju. Wiadomo, że zdecydowana większość obrywów i osuwisk występuje w zboczach dolin rzecznych. Materiał kartograficzny i uzyskany z rejestracji osuwisk stanowi bazę do wstępnej prognozy zmian środowiska naturalnego oraz do projektowania szczegółowych badań.

Szczelinowatość podłoża oraz procesy krasowe są problemem na obszarach, na których w podłożu występują skały węglanowe. Zarówno strefy spekań, jak i formy krasowe stanowią mogą drogi wzmocnionej ucieczki wód ze zbiorników.

Najtrudniejszym do rozwiązania problemem jest określenie wpływu spiętrzenia na obszary przyległe. Trudność polega głównie na tym, że badania wykonywać powinny wieloletnie — w zasadzie kilkunastoletnie, obserwacje wód gruntowych. Z tego powodu Instytut Geologiczny, na badanych przez siebie terenach zakładał podstawową sieć obserwacyjną w nawiązaniu do istniejących stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Opracowana została uproszczona metoda prognozowania stanów ekstremalnych wód gruntowych oraz po spiętrzeniu na podstawie 2-letnich pomiarów. Metoda ta, zwana metodą krzywych związków, zezwala na wykreślenie, z dokładnością około 10 cm, map stanu minimalnego i maksymalnego. Mapy te, poza prognozą zmian po spiętrzeniu, służyć będą jako podstawowy materiał do określenia przyszłych rozmiarów odszkodowań. Prognoza orientacyjna w ujęciu kartograficznym wykonana została tą metodą dla obszarów stopni wodnych w Chełmnie, Warszawie oraz Ostrowie.

Instytut Geologiczny włączył się do prac zespołu byłego Instytutu Gospodarki Wodnej i Politechniki Krakowskiej, który opracował szczegółowe zasady badań prognostycznych. Specjalnie powołany zespół geologów współpracujący z Hydroprojektem, opracował dwa rodzaje dokumentacji dla projektowanej wówczas kaskady Wisły, które stanowią kanwę dla prac metodycznych w tym zakresie. Pierwszy rodzaj dokumentacji opracowany został na podstawie istniejących map w skali 1:100 000 i przeznaczony był dla fazy studium przedprojektowego dla dróg wodnych śródlądowych, drugi zaś rodzaj dokumentacji, zestawionych na podstawie pełnego zakresu badań terenowych, przeznaczony był dla założeń techniczno-ekonomicznych poszczególnych stopni wodnych.

Dla dróg wodnych śródlądowych (skala 1:100 000) wykonano 13 dokumentacji, z tego 10 w dorzeczu Wisły (Wisła górna, środkowa i dolna, Bug środkowy i dolny, Kanał Centralny, kanały śląskie, Kanał Wisła—Bug przez Lubelszczyznę i Kanał Wisła—Odra). Zadaniem opracowań wykonanych na podstawie materiałów archiwalnych i publikowanych było przede wszystkim wykazanie obecnego stanu rozpoznania geologicznego i z tego względu główny nacisk położono na stronę użytkową i informacyjną dotyczącą materiału dokumentacyjnego. Podstawowych informacji w tym zakresie dostarczają: mapa dokumentacyjna, bardzo szczegółowy spis materiałów i przekroje geologiczne. Na tych ostatnich stopień rozpoznania geologicznego odczytać można z zagęszczenia i głębokości otworów. Przekroje oraz mapy geologiczne — zakryta i odkryta dostarczają ponad-

to danych wyjściowych dla studium przedprojektowego i ułatwiają projektowanie badań geologicznych w następnych fazach.

Drugim typem dokumentacji geologiczno-inżynierskich są opracowania wykonane dla poszczególnych stopni wodnych na osnowie map w skali 1:25 000. Dotychczas wykonano 14 tego rodzaju dokumentacji, dla stopni na Wiśle: w Tczewie, Kwidzynie, Chełmnie, Solcu Kujawskim, Płocku, Warszawie północ i południe, Ostrowie, Piotrowicach, Puławach, Kazimierzu Dolnym, Ostrówku oraz Nieliszu na Wieprzu i Grannym na Bugu. Dla tych dokumentacji wykonano wszechstronne badania terenowe obejmujące kompleksowe szczegółowe zdjęcia geologiczno-inżynierskie, badania geofizyczne, wiercenia i pomiary wody gruntowej. Dzięki zastosowaniu szczegółowych badań geofizycznych, odległości między wierceniami mogły wynosić od 0,5 do 3 km. Zebrane w terenie obserwacje zostały opracowane w formie mapy geologicznej, dwu map hydrogeologicznych — hydrozobaty i hydrozohipsy, map przepuszczalności gruntów w cięciach na głębokościach 0,5, 1,0, 1,5 i 3,0 m, mapy dokumentacyjnej, przekrojów, profili i wykresów. Sporządzono także wiele map tematycznych, uwzględniających specyfikę problemów każdego obszaru.

Charakterystyczną cechą opracowań hydrogeologicznych jest sprowadzenie wszystkich obserwacji wodnych, poprzez analizę krzywych związków, do stanu na określony dzień lub do stanów skrajnych. W ten sposób opracowane mapy hydrogeologiczne zezwalają na interpretację ilościową.

Podkreślić należy także bogaty dorobek Oddziału Karpackiego Instytutu Geologicznego, który wykonał wiele opracowań geologicznych dla potrzeb zabudowy hydrotechnicznej rzek karpackich. Z ważniejszych można wymienić dokumentację dla dorzecz: Skawy, Dumajca, Wisłoka oraz zbiorników Krasiechyn, Szafłary, Czorsztyn itd. Na uwagę zasługuje również studium wpływu procesów gradacyjnych na zamulenie zbiorników w dorzeczu Dumajca i Skawy.

Niezależnie od celu poznawczego, Instytut Geologiczny wykonał również wiele badań o charakterze metodycznym. Ich wyniki są właśnie teraz bardzo aktualne, gdyż na następne lata do 1990 r. przewidziany jest w dorzeczu Wisły taki zakres robót geologiczno-inżynierskich, których tradycyjnymi sposobami nie można będzie zrealizować. Z danych generalnego projektanta „Wisły” wynika bowiem, że dla potrzeb kaskady, zbiorników retencyjnych, przrzutów wody oraz połączeń żeglugowych do 1990 r. należy wykonać 290 000 m wierceń, a przewidywany koszt badań wyniesie około 1 mld zł. Kwotę tę należy podwoić w związku z koniecznością wykonania dokumentacji geologiczno-inżynierskich pod 300 małych zbiorników dla rolnictwa, 200 oczyszczalni ścieków, portów żeglugi śródlądowej.

Łatwo obliczyć, biorąc za podstawę aktualne wyniki prac wiertniczych, że dla wykonania tego zakresu badań w ruchu musi być ciągle 50 zestawów wiertniczych. Z jednego tylko przykładu widać, że realność przedsięwzięcia zależy głównie od natychmiastowych działań organizacyjnych.

Wiercenia stanowią u nas podstawową technologię badań geologiczno-inżynierskich. W ostatnich 20 latach wielokrotnie podejmowano próby zwiększenia wydajności wierceń poprzez wprowadzenie udarowych, wibracyjnych lub hydraulicznych sposobów pogłębienia otworów. Część rozważań nie sprawdziła się w praktyce, ale niektóre z nich warte są wykorzystania i zastosowania. Praktyka uczy również, że normalne, technicznie dobre przygotowanie sprzętu w bazie, przed transportem na wiercenia zezwala na pracę bez awarii i przestawek. Wobec zaplanowania tzw. „przerobu wiertniczego” na następne 20 lat warto tym problemem poświęcić więcej niż dotychczas uwagi. Wiadomo również, że podział badań na odpowiednie etapy i bieżące zestawianie wyników wierceń w formie przekrojów i map zezwala na szybkie osiągnięcie założonego zadania geologicznego i natychmiastowe przerwanie prac a w konsekwencji na znaczące ograniczenie zbędnych badań.

Jak już wspomniano, dla projektu melioracji, zagospodarowania rolniczego oraz badań nad zmianami naturalnego środowiska i prognozą zmian, podstawą są mapy utworów przypowierzchniowych do głębokości 5 m. Dla opracowania tych map należy wykonać na 1 km² 12—24 płytkich wierceń, które dotychczas wykonywano ręcznie. Wobec coraz dotkliwszego braku siły roboczej konieczne będzie szerzej niż dotychczas wprowadzenie zmechanizowanego, przewoźnego sprzętu.

Doliny rzeczne są fotogeniczne. Na zdjęciach lotniczych rysują się dość dobrze różne rodzaje aluwów, szczególnie organicznych i widoczna jest dobrze morfologia. W Instytucie Geologicznym przetestowano poza zdjęciami lotniczymi panchromatycznymi również zdjęcia w podczerwieni, radarowe oraz satelitarne. Zdjęcia te poza pewną ilością dodatkowych informacji geologicznych niemożliwych do uzyskania w inny sposób, w pewnym zakresie ograniczyć mogą prace terenowe i zwiększyć dokładność obserwacji.

Jak wiadomo na wielu zrealizowanych zbiornikach doszło do niekorzystnych zmian w ich otoczeniu. Główną przyczyną niepowodzeń był brak dostatecznego rozpoznania warunków hydrogeologicznych. Podkreślono już, że dla prognozy szczegółowej konieczne są kilkunastoletnie obserwacje wód gruntowych, z zastosowaniem limnigrafów w znacznie szerszym niż dotychczas zakresie.

Od 1952 r. w Instytucie Geologicznym prowadzone są prace nad wykorzystaniem metod, w tym i radiometrycznych, dla określenia własności fizycznych i mechanicznych gruntów. W ostatnich latach Zakład Geologii Inżynierskiej demonstrował opracowane przez siebie prototypy małych wiertnic, sondy uniwersalnej (mechaniczno-elektroporowo-radiometrycznej), sondy statycznej, urządzeń do próbnego obciążenia, badania oporu gruntu na ścinanie, współczynnika filtracji itp. Na specjalne podkreślenie zasługuje opracowana ostatnio połowa metoda i urządzenia bardzo prostego i szybkiego określenia współczynnika filtracji aluwów, co dla celów melioracyjnych ma podstawowe znaczenie. Przeprowadzono również testy różnych urządzeń, jak: sondy ciężkie, dynamiczne, presjomety itd. Wyniki tych badań posłużyły m.in. do ustalenia norm w zakresie badań polowych. Należałoby dążyć do podjęcia tego rodzaju badań choć uciążliwych, lecz niezmiernie użytecznych i potrzebnych. Właśnie zastosowanie metod polowych do określenia warunków geologiczno-inżynierskich może w istotny sposób ograniczyć zakres robót wiertniczych, zwiększyć dokładność wyników badań i przyspieszyć je w istotny sposób.

SUMMARY

Documentary and methodological engineering-geological surveys carried out by the Geological Institute in the Vistula River drainage basin are discussed in the paper. The surveys, carried out for many years, made it possible to outline several problems which should be solved by further detailed studies. Recommendations for further works are given taking into account technical requirements of hydrotechnical structures and their influence on neighbouring areas and natural environment. The presented postulates concern some organizational measures as well as methods and technology of works which should make it possible to realize programme of research in the Vistula River drainage basin till 1990.

Omówione zostały w ogromnym skrócie problemy metodyczne i związane z nimi czynniki, których uwzględnienie jest absolutnie konieczne, jeśli ma być osiągnięty cel badań do 1990 r. — ogólne rozpoznanie geologiczne dorzecza Wisły dla celów kompleksowego zagospodarowania. W sposób ogólny przedstawiono prace Instytutu Geologicznego w dorzeczu Wisły. Pamiętać jednak należy, że bardzo duży wkład pracy nad geologicznym rozpoznaniem doliny Wisły włożyło wiele innych instytucji, poza Uniwersytetem Warszawskim głównie „Hydrogeo”. To przedsiębiorstwo jest w trakcie zbierania danych o stanie rozpoznania geologicznego Wisły środkowej i górnej. W ten sposób generalny projektant dysponować będzie całością materiału, na podstawie którego można będzie opracować koncepcję przyszłych badań. Niezależnie jednak od tej koncepcji już dziś można by przystąpić do pokrycia mapami geologiczno-inżynierskimi doliny Wisły na odcinkach, na których map tego rodzaju dotychczas nie wykonano.

Wytyczne do dalszych badań wynikają w większości przypadków z omówionych zagadnień. Problemy geologiczno-inżynierskie zależne są od lokalizacji obiektów hydrotechnicznych i skali wymagań technicznych. Wyłamują się więc następujące postulaty:

1. Szybkie opracowanie generalnego planu prac badawczych tak, aby można było nakreślić poszczególne wymagania i konieczne środki oraz zapewnić jego realizację.

2. Sprowadzenie stopnia rozpoznania geologicznego do mniej więcej jednakowego poziomu. W pierwszej kolejności należałoby wykonać prace kartograficzne, które angażują tylko w nieznacznym stopniu potencjał wiertniczy, a poprzez zastosowanie geofizyki, zdjęć lotniczych i badań polowych zezwólą na opracowanie tych problemów geologiczno-inżynierskich, które mogą wpłynąć na wybór lokalizacji.

3. Przyspieszenie sporządzania szczegółowych map geologicznych w dorzeczu Wisły. Instytut Geologiczny widzi potrzebę zwiększenia ilości podstawowych punktów dokumentacyjnych na 1 km² dla map geologicznych w skali 1:50 000, wykonanych w dorzeczu Wisły i dokonanie niektórych zmian w metodyce.

4. Konieczność szybkiego podjęcia kontynuacji obserwacji wód gruntowych w podstawowej sieci pomiarowej, w nawiązaniu do aktualnych potrzeb. Problem ten jest bardzo ważny z tego względu, że nieprzystąpienie do natychmiastowej obserwacji wód gruntowych pozbawi nas kilkuletnich danych hydrogeologicznych i uniemożliwi w konsekwencji opracowanie wytycznych do projektu zabezpieczenia obszarów przyległych do zbiorników wodnych przed ujemnymi skutkami piętrzenia.

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены как прикладные так и методические геолого-инженерные исследования в бассейне р. Вислы, проведенные Геологическим институтом. На основании многолетних работ выделены геолого-инженерные проблемы, которые необходимо решить в дальнейших детальных исследованиях. Директивы для дальнейших работ учитывают технические требования гидротехнических объектов, а также их влияние на определенные районы и формирование окружающей среды. Предъявленные требования касаются организационной деятельности, методики и технологии исследований, которые позволят осуществить программу исследований в бассейне р. Вислы до 1990 г.