

INŻYNIERSKIE BADANIA GEOLOGICZNE W DOLINIE WISŁY

BADANIA DOLINY Wisły trwają już ponad 10 lat. W okresie tym wykonano wiele badań geologicznych i geologiczno-inżynierskich, których wyniki stały się częściowo podstawą do opracowania generalnego projektu zagospodarowania kilku odcinków doliny Wisły. W pewnych zaś przypadkach stały się wytycznymi do założeń projektowych kilku obiektów na odcinku górnej Wisły.

Badania geologiczne i geologiczno-inżynierskie na obszarze doliny Wisły były dotychczas prowadzone przez Instytut Geologiczny przy współpracy katedr Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Uniwersytetu Warszawskiego oraz przez Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „Hydrogeo”. W wielu punktach przyległych do doliny różne resortowe przedsiębiorstwa geologiczne prowadziły też badania w zakresie geologii stosowanej, jak hydrogeologii i geologii surowców mineralnych, szczególnie materiałów budowlanych. Również regionalne zagadnienia doliny Wisły stały się przedmiotem intensywnych badań, których wynikiem są znane publikacje W. Pożaryskiego, J. Łyczewskiej, E. Rühlego, R. Galona, S. Pawłowskiego i in. Ogólne wiadomości o warunkach geologiczno-inżynierskich doliny daje mapa geologiczna, hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska Polski. Na niektórych odcinkach doliny mapy te mają dość duży materiał dokumentacyjny.

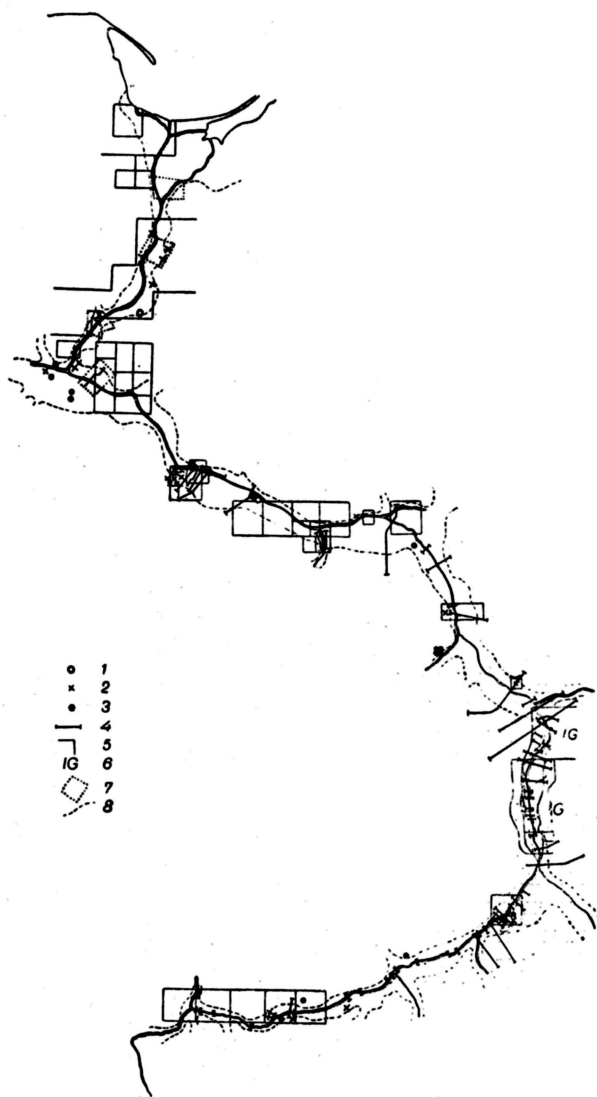
W archiwum IG znajduje się również kilkadziesiąt niepublikowanych opracowań typu regionalnego dla niewielkich fragmentów doliny, które przedstawiają niekiedy dużą wartość z punktu widzenia poznania niektórych cech budowy geologicznej doliny. Badanie kompleksowe doliny ze strony gospodarki rolnej prowadzi Instytut Melioracji i Użytków Zielonych.

Dane przedstawione na ryc. 1 wskazują, że obecny stan rozpoznania kilku odcinków doliny jest znaczny i dlatego wymaga przeprowadzenia oceny dotychczasowych badań. Ocena ta stanie się podstawą do wytyczenia dalszych kierunków badań dla nie poznanych dotychczas odcinków doliny w miejscach projektowanych obiektów wodnych.

Dokonanie takiej oceny jest tym bardziej konieczne, że projekty zagospodarowania doliny wchodzi już na niektórych jej odcinkach w stadium realizacji.

Generalny projekt zagospodarowania doliny Wisły przewiduje podział doliny na cztery odcinki:

- 1) ujście Przemszy — Kraków — Przewóz,
- 2) Kraków — ujście Sanu, 3) ujście Sanu — Warszawa, 4) Warszawa — morze.



Ryc. 1. Mapka ilustrująca stan geologicznego rozpoznania doliny Wisły

1 — dokumentacje hydrogeologiczne, 2 — dokumentacje surowcowe, 3 — dokumentacje geologiczno-inżynierskie, 4 — przekroje geologiczne, 5 — mapy geologiczne w różnych cięciach arkuszy, 6 — mapy geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne, 7 — tereny w opracowaniu geologiczno-inżynierskim Instytutu Geologicznego, 8 — granice pradoliny Wisły

Fig. 1. Sketch map illustrating the state of geological researches of the Vistula valley.

1 — hydrogeological documentations, 2 — documentations of raw materials, 3 — engineering-geological documentations, 4 — geological sections, 5 — geological maps in different sheet sections, 6 — engineering-geological and hydrogeological maps, 7 — areas under engineering-geological examinations of the Geological Institute, 8 — borders of the Vistula old valley.

Dla pierwszego, drugiego i czwartego odcinka istnieją określone projekty zagospodarowania, które uwzględniają charakter gospodarki regionalnej w kompleksowym ujęciu, jak to przedstawił w poprzednim artykule autor generalnego projektu. Stan geologicznego rozpoznania doliny Wisły jest wprawdzie znaczny, jednak dla poszczególnych odcinków jest on niejednakowy, a dla żadnego z nich nie jest wystarczający. Istniejące opracowania mają przeważnie charakter ściśle geologiczny, bez interpretacji geologiczno-inżynierskiej, która generalnie biorąc powinna pójść w kierunku wskazania skutków, jakie mogą powstać przez zmiany układu wód Wisły w warunkach projektowanych spiętrzeń.

I. ODCINEK UJŚCIE PRZEMSZY — KRAKÓW

Głównym celem zagospodarowania jest tu uzęglownienie Wisły i uzyskanie połączenia wodnego Krakowa z Górnym Śląskiem. Przewidziana jest tu budowa 7 stopni. Dolina Wisły na tym odcinku (Przemsza — Kraków) jest rozległa i dochodzi do 10 km szerokości. Krawędzie doliny tworzą tarasy akumulacyjne piaszczysto-żwirowe dochodzące do 10 m wysokości, pokryte glinami albo lessami. Miejscami, szczególnie w pobliżu Krakowa na krawędziach występują skaliste wapienie jurajskie (malmu) lub utwory ilaste miocenu. Projekt kaskady przewiduje piętrzenie tylko w obrębie obecnych wałów powodziowych, a zatem powierzchnia zalewu będzie niewielka w stosunku do całkowitej powierzchni doliny. Po spiętrzeniu wytworzy się obszar depresyjny o powierzchni około 15 000 ha, poddany bezpośrednim wpływom wody spiętrzonej, co pociąga za sobą konieczność przeprowadzenia na znacznych obszarach melioracji rolnych.

W projekcie zagadnienie to sprowadza się raczej do problemu drugorzędnego, który będzie rozwiązany przy budowie odpowiednich obiektów kaskady. Wprawdzie projekt analizuje dość szeroko zagadnienia gospodarki rolnej tych obszarów, które w różny sposób będą poddane wpływom kaskady, jednak bez nawiązania do warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Tak ujęte zagadnienie nie poparte analizą warunków geologicznych i hydrogeologicznych prowadzi do daleko idących uogólnień. Dotychczasowa bowiem znajomość budowy geologicznej i stosunków hydrogeologicznych doliny wskazuje, iż zagadnienia te mogą się lokalnie skomplikować bardziej, niż to ujmuje obecnie projekt.

Badania geologiczne doliny na odcinku ujście Przemszy Kraków przeprowadzał IG oraz Hydrogeo. Badania te miały na celu wyjaśnienie warunków budowlanych pod następujące obiekty:

- a) dla kanału południowego: odcinek Dwory—Las, odcinek Spytkowice i odcinek Kopanka—Pychowice;

- b) dla podłoża zbiornika Pychowice I;
- c) dla zbiornika Liszki;
- d) dla zbiornika Chełmek.

Z geologicznego opracowania całości materiałów dla odcinka Oświęcim—Kraków wynika, iż dolina Wisły na całej długości tego odcinka rozwinęła się w utworach miocেনskich, których strop opada stopniowo z biegiem rzeki, wykazując lokalne wahania typu erozyjnego. Utwory czwartorzędowe, stanowiące zasypanie doliny, składają się w przewadze z piasków i żwirów, leżących bezpośrednio na miocenie. Stanowią one dość grubą warstwę dochodzącą miejscami do 10 m. Na żwirach tych leżą utwory rzeczne napływowe, wśród których wyróżniają się przeważnie napływowe utwory gliniaste.

Obecna znajomość budowy geologicznej omawianego odcinka doliny pozwala przypuszczać, iż realizacja projektowanych inwestycji nie spotka się tu z większymi trudnościami. Trudności mogą powstać tylko tam, gdzie nastąpi wzmożona infiltracja wód w podłoże przepuszczalne. Zagadnienie to wiąże się z podtopieniem terenów uprawnych, co stanowi najważniejszy problem geologiczno-inżynierski.

Oceniając stan istniejącego rozpoznania geologicznego omawianego odcinka doliny należy stwierdzić, że z punktu widzenia geologiczno-inżynierskiego rozpoznanie to jest niewystarczające, jeśli chodzi o określenie zmian środowiska spowodowanych podtopieniem obszarów depresyjnych infiltracją wody z kanałów i zbiorników oraz erozją w obrębie stopni piętrzących. Dotychczasowe rozpoznanie nie dostarcza nam żadnych parametrów, jeśli chodzi o ilościowe i jakościowe określenie tych zmian. Z tego względu wymagane są uzupełniające kompleksowe prace geologiczne typu zdjęciowego w obrębie zbiorników i na tarasach kanałów, ze szczególnym uwzględnieniem badań hydrogeologicznych na tych obszarach.

Ponieważ realizacja obiektów kaskady została już rozpoczęta, konieczne jest wykonanie tych prac uzupełniających i syntetyczne opracowanie całej problematyki w możliwie najkrótszym czasie. Obecnie Instytut Geologiczny w porozumieniu z Hydroprojektem przystąpił do zestawiania materiałów hydrogeologicznych omawianego obszaru.

II. ODCINEK PRZEWÓZ — UJŚCIE SANU

Dolina na tym odcinku jest bardziej rozległa niż na odcinku poprzednim. Do ujścia Dunajca szerokość jej wynosi około 10 km, między Dunajcem a Wisłokiem 15 km, a następnie aż do ujścia Sanu dochodzi do 25 km. Lewą, północną krawędź doliny tworzą ilasto-lupkowe utwory miocенskie przykryte do ujścia Nidy oraz w rejonie Sandomierza lessami lub utworami piaszczysto-żwirowymi akumulacji wodnolodowcowej. Prawą, południową krawędź tworzy wysoczyzna morenowa. Miejscami na

pewnych odcinkach zachowały się fragmenty piaszczysto-żwirowego tarasu akumulacyjnego.

Projektuje się tu również siedem stopni wodnych: Wawrzeńczyce, Dąbrówka — Hoszno, Nowy Korczyn, Szczucin, Ostrówek, Baranów, Koćmierzów. Obszar depresyjny będzie wynosił 39 000 ha. Ten odcinek doliny jest dotychczas bardzo mało rozpoznany.

Pogląd na budowę doliny dają poprzeczne przekroje geologiczne wykonane przez Hydrogeo, A. Kleczkowskiego, S. Pawłowskiego i S. Turka. Z przekrojów tych wynika, iż wcięcie doliny w utwory miocenu nastąpiło na znacznej szerokości i głębokości około 40 m. Dolina jest wypełniona plejstocenijskimi piaskami i żwirami o miąższości do 28 m oraz holocenijskimi piaskami drobnymi i średnimi o miąższości 5—8 m. Na powierzchni występują gliniaste utwory napływowe o miąższości 2—3 m. Utwory te nie stanowią jednolitej pokrywy i występują tylko w określonych miejscach doliny. Utwory wypełniające dolinę tak plejstocenijskie, jak i holocenijskie są na pewnych odcinkach pod względem swojego wykształcenia bardzo zmienne, co w dużym stopniu komplikuje warunki geologiczno-inżynierskie, przede wszystkim pod budowę stopni. Duże trudności wynikają też z silnego zawodnienia tych utworów, występowania kurzawek, dużej wodoprzepuszczalności poszczególnych kompleksów litologicznych i stratygraficznych.

Wody spiętrzone w zbiornikach wpływem swoim na obszar poza wałami całkowicie zmieniają rolniczy charakter doliny. Wszystkie założenia dotyczące rozwiązania tego zagadnienia opierają się na bardzo ogólnych danych. Brak znajomości obecnych stosunków wodnych w dolinie nie pozwala na szczegółowe przeprowadzenie studiów nad rozwiązaniem problemów gospodarki wodnej w zakresie nawodnienia niektórych terenów oraz podtopienia i melioracji terenów rolniczych, na co wyraźnie wskazuje projekt kaskady tej części doliny.

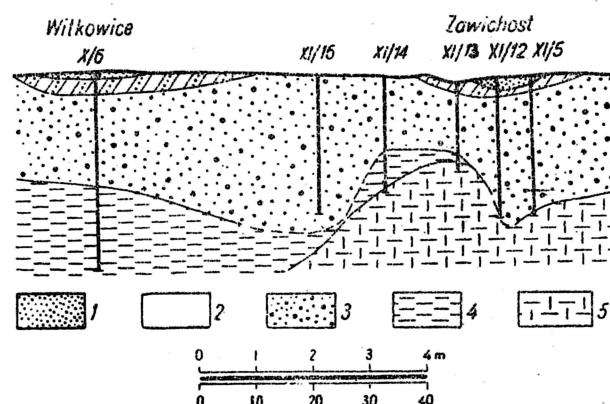
W rejonie Tarnobrzegu istnieje także problem wpływów wód spiętrzonych na eksploatację złóż siarki. Kopalnia znajdzie się w zasięgu oddziaływania stopnia Koćmierzów. Dotychczasowe badania hydrogeologiczne prowadzone przez S. Turka (IG) wskazują, iż poziom wód czwartorzędowych doliny łączy się z poziomem wód trzeciorzędowych, które stanowią największą trudność przy eksploatacji złóż siarki.

Dalszym problemem ze strony geologiczno-inżynierskiej są osuwiska. Dotychczas są one znane z okolic Tarnobrzegu w obrębie tarasu wysokiego oraz w okolicy Sandomierza. Należy się ich spodziewać także na niektórych odcinkach w górę rzeki, szczególnie na wychodniach miocenu w krawędzi doliny, gdzie osunięciu mogą ulegać utwory ilaste lub czwartorzędowa ich pokrywa, którą przeważnie stanowią lessy. Zjawiska te muszą być uwzględnione przy kadaniu podłoża pod budowę zapór

szczególnie w miejscach styku z wysokim brzegiem doliny, co dotyczy stopni Koćmierzów, Nowy Korczyn i Stara Dąbrówka. W obrębie zalewów tych stopni, tam gdzie przylegać one będą do wysokiej krawędzi, mogą również powstać lokalnie niewielkie osuwiska, zwłaszcza w strefach obecnie już naruszonych. Studia nad tym problemem powinny wskazać możliwości dalszego rozwoju takich naruszonych stref oraz możliwości naruszenia zboczy obecnie statecznych. Należy zaznaczyć, że łył miocenijskie są szczególnie podatne na osuwanie się nawet przy nieznacznie zwiększonym zawodnieniu. Przyczyny tych skłonności nie są bliżej dotychczas znane, dlatego zagadnienie to powinno się stać przedmiotem specjalnego studium.

III ODCINEK UJŚCIE SANU — WARSZAWA

W odcinku tym musimy wyróżnić część górną od ujścia Sanu do Puław i część dolną od Puław do Warszawy.



Ryc. 2. Fragment podłużnego przekroju doliny Wisły koło Zawichostu.

1 — piaski — holocen, 2 — mady — holocen, 3 — piaski i żwiry — plejstocen (częściowo holocen), 4 — łył — miocen, 5 — margle i opoki — kreda.

Fig. 2. A fragment of the longitudinal section of the Vistula valley in the vicinity of Zawichost.

1 — sands — Holocene, 2 — muds — Holocene, 3 — sands and gravels — Pleistocene (partly Holocene), 4 — clays — Miocene, 5 — marls and siliceous limestones — Cretaceous.

Górny odcinek z punktu widzenia geologicznego stanowi część przełomową doliny. Wisła przecina tu pas wyżyn środkowopolskich zbudowanych z utworów kredy, do których należą opoki, wapienie i margle, częściowo piaszkowce. Dolina Wisły na odcinku przełomowym jest wąska (do 3 km). Na wysokości Opoła rozszerza się do 10 km. Największe zwężenie doliny występuje w Kazimierzu Dolnym, gdzie dochodzi do 1 km. Krawędzie doliny zbudowane są z wymienionych wyżej utworów kredowych przykrytych miejscami glinami zwałowymi, lessami lub utworami piaszczysto-żwirowymi. Krawędzie te porożcinane są dopływami Wisły lub małymi strugami tylko okresowo płynącymi.

Dolina wypełniona jest piaskami i żwirami oraz miejscami glinami napływowymi (madami), które występują tak na powierzchni, jak i na różnych głębokościach. Łączna miąższość utworów wypełniających dolinę wynosi ok. 20–30 m w tym żwirów 12–20 m, piasków 8–12 m, mad ok. 5 m. W profilu podłużnym doliny zanikają utwory ilaste miocenu i pojawiają się utwory jury a następnie kredy wzdłuż całego odcinka przełomowego. Zmienność podłoża ilustruje fragment podłużnego profilu doliny na ryc. 2.

Koncepcja zabudowy tego odcinka ogranicza się do ogólnego studium z 1954 r., które przewidywało budowę zbiornika w Kazimierzu Dolnym. Koncepcja ta uważana obecnie za nierealną nie została zastąpiona nowym projektem. Przeprowadzone tu badania geologiczne były i są dostosowane w zasadzie do koncepcji z 1954 r. Omawiana górna część doliny jest najbardziej rozpoznana pod względem geologicznym ze wszystkich pozostałych odcinków doliny. Podstawową pracę stanowi tu mapa geologiczna W. Pożaryskiego, obejmująca dolinę i części przykrawędziowe od 2 do 5 km od Zawichostu do Puław.

Z punktu widzenia geologiczno-inżynierskiego na tym odcinku występuje kilka zagadnień rzutujących ujemnie na hydrotechniczną zabudowę doliny, które już obecnie trzeba zasygnalizować. Do najważniejszych należy duża przepiękliwość utworów czwartorzędowych wypełniających dolinę. Dużą przepiękliwością odznaczają się również utwory jury i kredy wskutek wielkiej szczelinowatości. Wskutek obecności szczelin a także próżni krasowych podłoże skaliste ma dużą przepuszczalność i stanowi drogi obiegu głębokich wód gruntowych. Wody gruntowe występują tu zarówno w utworach jurajskich, jak i kredowych.

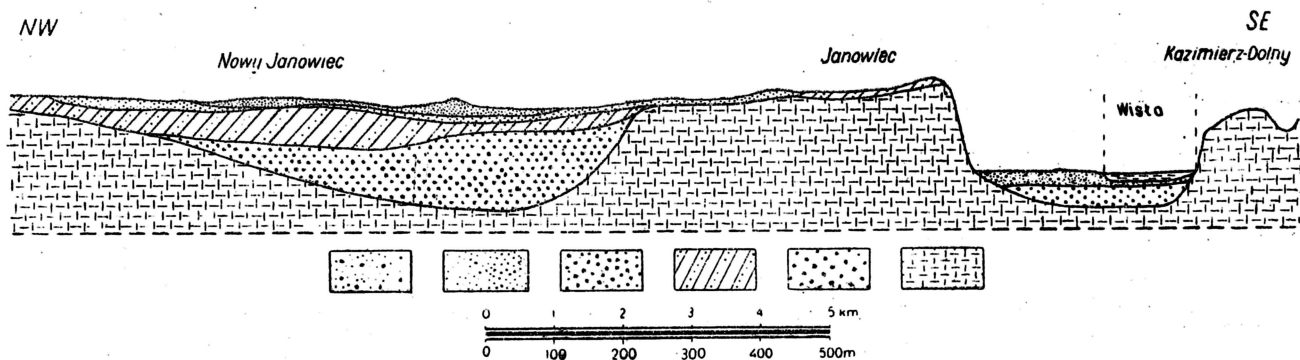
Hydrowęzeł w Zastowie Polanowskim wykazał, iż istnieje połączenie czwartorzędowych wód gruntowych doliny z wodami kredowymi. Wskutek tego mamy do czynienia ze stałym prawdopodobnie wzmożonym miejscami, prze-

ciekaniem wód Wisły w głębsze podłoże. J. Gołąb stwierdza na podstawie dokonanych przez siebie obserwacji, iż Wisła na omawianym odcinku przełomowym wykazuje znaczne straty przepływu wskutek wzmożonego właśnie przeciekania w podłoże. Również do tych samych wniosków dochodzi L. Skibniewski, który przeprowadził studia hydrogeologiczne jako przedstawiciel P.I.H.M-u na tym odcinku doliny. Należy zaznaczyć, że największe miejsca przeciekania występują w obrębie stref dyslokacyjnych wskutek tektonicznego potrzaskania skał. W okolicy Janowca występuje także problem infiltracji bocznej. Została tu odkryta stara dolina Wisły (ryc. 3). Istnieje w niej obecnie przepływ wód w kierunku północnym, który w warunkach spiętrzenia będzie niewątpliwie wzmożony.

Drugim zagadnieniem geologiczno-inżynierskim godnym uwagi jest stateczność zboczy wzdłuż całej doliny. W. Kowalski wydzielił na mapie geologiczno-inżynierskiej strefy podatne na rozwój osuwisk. Obecność osuwisk typu suforyjnego stwierdza także J. Gołąb. Wyższe krawędzie zaznaczone na mapie W. Kowalskiego ulegną prawdopodobnie okresowemu usuwaniu przez rozmycia do czasu wytworzenia profilu równowagi. Najbardziej będą podatne na osuwanie margle kredowe, które pod działaniem wody przechodzą szybko w błotnistą płynącą masę.

Jeżeli chodzi o stateczność podłoża w dolinie, to będzie ona bardzo zmienna, przy czym grunty typu kurzawek będą stanowić największą trudność.

Oceniając stan dotychczasowego rozpoznania doliny pod względem geologicznym należy stwierdzić, iż po zakończeniu trwających obecnie prac zdjęciowych będzie on wystarczający dla opracowania założeń projektowych zabudowy tej części doliny. Być może powstanie potrzeba wykonania dodatkowych wierceń na odcinkach bardziej skomplikowanych pod względem geologicznym. Zagadnienie to powinno wynikać z końcowego opracowania, które bę-



Ryc. 3. Przekrój przez obecną i starą dolinę Wisły na linii Janowiec — Kazimierz Dolny wg. M. Franczyk
1 — piaski rzeczne — holocen, 2 — piaski wydmore — holocen, 3 — piaski rzeczno-lodowcowe — plejstocen, 4 — gliny żwałowe — plejstocen, 5 — żwiry rzeczne starsze — plejstocen, 6 — opoki — kreda

Fig. 3. Section across the recent and Vistula old valley along the line Janowiec — Kazimierz Dolny. After M. Franczyk.

1 — fluvial sands — Holocene, 2 — dune sands — Holocene, 3 — fluvioglacial sands — Pleistocene, 4 — boulder clays — Pleistocene, 5 — older fluvial gravels — Pleistocene, 6 — siliceous limestones — Cretaceous.

dzie omawiać poszczególne zagadnienia geologiczno-inżynierskie, wynikające z budowy geologicznej w zestawieniu z wymaganiami projektowanych budowli. Wykonanie takiego syntetycznego opracowania przewiduje się w 1960/61 roku.

Zbyt małe jest tylko rozpoznanie stosunków hydrogeologicznych poza obrębem doliny. Należałoby zestawzić zebrany obecnie przez IG materiał, porównać go z materiałami PAN i na tej podstawie przystąpić do stałej obserwacji odpowiednio zagęszczonych punktów wodnych.

Przy projektowaniu powyższych badań i obserwacji należy się oprzeć na koncepcjach i wstępnych ujęciach syntetycznych J. Gołąba, podanych w sprawozdaniach i tekstowym opracowaniu załączonym do wykonanej mapy hydrogeologicznej.

Dolna część omawianego odcinka doliny, tj. od Puław do Warszawy, ma zupełnie inny charakter geologiczny. Dolina Wisły rozwinęła się na tym odcinku w utworach trzeciorzędowych, którymi są początkowo piaski oligocenu na niewielkiej przestrzeni bezpośrednio za Puławami, a następnie iły mioceneskie i plioceneskie aż do Warszawy. Szerokość doliny waha się w granicach 10—15 km. Krawędzie jej tworzą tarasy piaszczysto-żwirowe lub bezpośrednio wysoczyzna plejstocenska utworzona z glin zwałowych albo lodowcowych utworów piaszczysto-żwirowych. Wiadomości o budowie geologicznej omawianego odcinka doliny są dotychczas skąpe.

Rozpoznanie budowy doliny opiera się na przekrojach poprzecznych wykonanych przez E. Rühlego na linii Garbatka — Dęblin i Głowaczów — Kozienice — Maciejowice, W. Pożaryskiego na linii Łęczynów — Strych, W. Sarnacką na linii Czarne — Jagodno, L. Watychę w Górze Kalwarii oraz przekroji P.I.H.M-u przez Miłosnę — Ursynów. Od ujścia Pilicy dolina Wisły zwęża się do 3 km szerokości, przy czym na prawym brzegu występuje rozległa równia tarasowa o wysokości ponad 6 m, która na terenie Warszawy nosi nazwę tarasu prąskiego. Taras lewobrzeżny występuje fragmentarycznie dopiero od ujścia Jeziorki i ciągnie się wąską listwą do centrum miasta. Tarasy Wisły na omawianym odcinku są przedmiotem badań IG.

W przypadku zabudowy omawianego odcinka wystąpią te same zagadnienia geologiczno-inżynierskie, jak na pozostałych odcinkach doliny o charakterze nizinnym. Wymagane jest tu szczególnie rozpoznanie doliny w ujęciu zdjęciowym. Prace te powinny wyprzedzać opracowanie projektu koncepcyjnego, który powinien się opierać na konkretnych materiałach geologicznych i hydrogeologicznych. Odcinek ten bowiem jest szeroko zagospodarowany rolniczo i wszelkie zmiany wywołane podtopieniem mogą zaszkodzić uprawom, co ze względu na bliskość Warszawy nie jest sprawą bez znaczenia.

IV. ODCINEK WARSZAWA — MORZE

Dla tego odcinka doliny opracowano plan koncepcyjny zabudowy, który przewiduje budowę 9 stopni wodnych. Badania geologiczne skupione są obecnie w projektowanych miejscach lokalizacji i będą stopniowo rozciągane na obszary zalewów i ich krawędzi. Prowadzi je Hydrogeo dla stopni Warszawa Północ, Wyszogród, Włocławek i Ciechocinek oraz IG dla stopni Solec Kujawski, Chemno, Kwidzyn i Tczew. Ponadto na odcinku tym współpracuje z Hydroprojektem Katedra Hydrogeologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Budowa geologiczna doliny na tym odcinku jest dość zmienna, co już wykazały wstępne badania geologiczno-inżynierskie pod poszczególnie stopnie. Dolina rozwinęła się w utworach trzeciorzędowych pliocenu, którymi są iły. Wypełnienie doliny stanowią utwory piaszczysto-żwirowe o różnej miąższości od 20 do 110 m. Szerokość doliny jest dość znaczna i miejscami dochodzi do 15 km. W przekroju poprzecznym wyraźna jest jej asymetria. Na tym odcinku doliny rozwinęte są stosunkowo dobrze stopnie tarasowe, których według R. Galona jest sześć. Występują one na znacznych długościach doliny, miejscami zaś zachowały się tylko ich fragmenty. Ten odcinek doliny jest przedmiotem intensywnych badań geologicznych o charakterze regionalnym. Badania wykazały bardzo zmienną budowę doliny, która spowodowana została jej rozwojowymi procesami. Zmienność ta wiąże się z erozyjnym charakterem stropowej powierzchni utworów trzeciorzędowych. Wskutek tego występują szerokie rynny wypełnione utworami piaszczysto-żwirowymi (ryc. 4), miejscami zaś strop utworów trzeciorzędowych wychodzi na powierzchnię. Z powodu tak dużego zróżnicowania stropowej powierzchni utworów trzeciorzędowych zasypianie doliny jest zmienne i waha się w podanych wyżej granicach.

W koncepcji kaskady dolnej Wisły szczególną uwagę zwrócono na rolnictwo, któremu grozi zatopienie ok. 8500 ha gruntów uprawnych między wałami oraz podtopienie ok. 60 000 ha gruntów poza wałami. Jest to obecnie najważniejszy problem do rozwiązania.

Stan dotychczasowych badań hydrogeologicznych jest bardzo nikły. Ogólne rozpoznanie warunków hydrogeologicznych obejmuje tylko miejsca lokalizacji stopni i nieznacznie wychodzi poza ich obręb. Brak natomiast szerokiej koncepcji badawczej w takim ujęciu, jak to postuluje projekt kaskady.

Konieczność wyjaśnienia stosunków hydrogeologicznych dla realizacji kaskady omawianego odcinka wiąże się także ściśle z budową stopnia w Ciechocinku. Istniejące obawy, iż wpłynie on na jakość solanek, nie mają wprawdzie obecnie podstaw, z drugiej strony nie udowodniono, że takiego wpływu nie będzie. Zagadnienie to powinny wyjaśnić szcze-

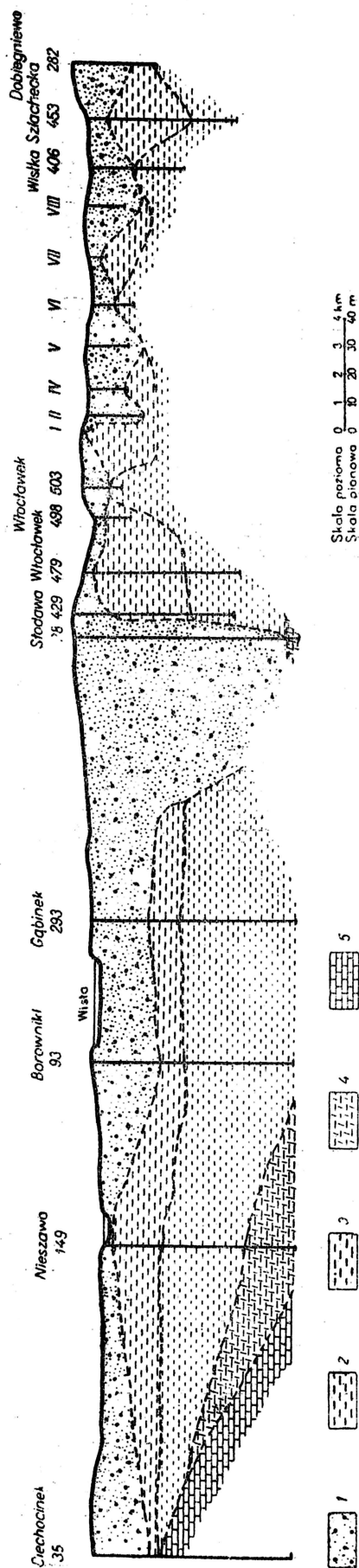


Fig. 4. Schematic longitudinal section of the Vistula valley from Dobiegniew to Ciechocinek.

1 — fluvial sands and gravels — Quaternary nonsubdivided, 2 — clays — Pliocene, 3 — clays and sands with brown-coal intercalations — Miocene, 4 — sandstones, sands and marls — Cretaceous, 5 — limestones — Jurassic.

Ryc. 4. Schematyczny przekrój podłużny doliny Wisły od Dobiegniewa do Ciechocinka

1 — piaski i żwiry rzeczne — czwartorzęd nierozdzielony, 2 — ły — piłocen, 3 — ły i piaski z wkładkami węgla brunatnego — miocen, 4 — piaskowce, piaski, margle — kreda, 5 — wapienie — jura.

głowe badania hydrogeologiczne. Gdyby bowiem realizacja stopnia z tych względów okazała się niemożliwa, cały projekt kaskady musiałby prawdopodobnie ulec pewnym zmianom. Z wyjaśnieniem stosunków wodnych wiąże się jeszcze sprawa przeciekania wód spiętrzonych w głębsze podłoże. Są wszelkie realne podstawy, aby przypuszczać, iż przeciekanie takie jest możliwe.

Następnym zagadnieniem wymagającym wyjaśnienia, to stateczność zboczy na tych odcinkach, gdzie zbiorniki będą przylegać do wysoczyzny plejstoceniowej. Dotyczy to głównie stopni Wyszogród i Włocławek. Budowa geologiczna krawędzi tej wysoczyzny wskazuje, iż w warunkach spiętrzenia możliwe jest powstanie aktywnej strefy osuwiskowej do około 1 km. Powstaną tu osuwiska ze ścinania i osuwiska strukturalne, przy czym każdy ruch będzie stwarzał predyspozycje do dalszych osuwisk, materiał zaś zwiększy wielkość zamulania zbiornika.

Dotychczas zrobiono niewiele w tym kierunku. Instytut Geologiczny opisał tylko około 40 osuwisk między Włocławkiem a Dobryniem, w ujęciu rejestracyjnym, bez przeprowadzenia jednak dalszych szczegółowych badań.

Z dokonanego ogólnego przeglądu badań geologiczno-inżynierskich doliny Wisły nasuwają się pewne wnioski. Trzeba ogólnie stwierdzić, iż stan badań geologicznych doliny Wisły jest na niektórych jej odcinkach dość znaczny. Należy jednak podkreślić, iż są one zbyt mało powiązane z aktualną koncepcją zagospodarowania doliny, a ponadto są zbyt rozproszone na całej długości doliny. Dlatego nie można jeszcze obecnie dokonać dla poszczególnych odcinków syntezy warunków geologiczno-inżynierskich. Najlepiej pod tym względem przedstawia się odcinek ujście Sanu-Puławy, choć nie ma aktualnej koncepcji zabudowy. Ale i tu pierwsza próba syntezy będzie możliwa dopiero w 1961 r. Przyczyny takiego stanu rzeczy należy upatrywać w tym, iż badania te nie są dotychczas odpowiednio skoordynowane. Rola koordynatora przypada wyłącznie Hydroprojektowi jako instytucji bezpośrednio zainteresowanej, dla której badania te są wykonywane.

Aby uniknąć rozproszenia dalszych badań, należy opracować generalny projekt badań podstawowych dla poszczególnych odcinków doliny, dostosowany do aktualnych koncepcji jej zagospodarowania. Projekt ten stanowiłby ogólną wytyczną dla badań, które powinny uwzględniać charakter każdego odcinka, wynikający z jednej strony z jego budowy geologicznej, z drugiej zaś — z funkcjonowania stopni i ich wpływu na otoczenie.

Jeśli chodzi o sposób przeprowadzenia badań podstawowych, to najlepszą jakość gwarantuje ujęcie kartograficzne w rozumieniu zdjęcia wykonanego według wymagań, jakie

powinny spełniać prace tego rodzaju. Ujęcie kartograficzne daje przestrzenny obraz tych wszystkich elementów geologicznych, które są potrzebne do odpowiedniego zaprojektowania inwestycji.

Podstawowe zadania geologiczno-inżynierskie wykonane we właściwy sposób i w odpowiednim czasie pozwolą na opracowanie najbardziej racjonalnych projektów zagospodarowania doliny Wisły, a z drugiej strony w dal-

РЕЗЮМЕ

Геологические исследования связанные с нуждами освоения Вислы начались в 1953 г. Существующий до сих пор уровень геологических исследований долины Вислы был довольно значителен потому целью настоящего реферата является их общая оценка и рассмотрение некоторых направлений дальнейших исследований.

С точки зрения проекта освоения Вислы её долина была разделена на три главные участки:

- a) от устья Пшемши до устья Сана — верхняя Висла,
- b) от устья Сана до Варшавы — средняя Висла,
- v) от Варшавы до моря — нижняя Висла.

Первый участок — верхняя Висла — изучен только частично: от устья Пшемши до Кракова. Здесь была проведена геологическая съёмка и разведка геологического строения в нескольких поперечных к долине разрезах. Зато исследование нижнего участка от Кракова до устья Сана сводится только к более десяти поперечным разрезам.

Второй участок долины — средняя Висла — тоже разведан только частично. Изучен только участок от устья Сана до Пулав. Это место прорыва Вислы через среднепольские возвышенности.

Третий участок долины — нижняя Висла — исследован фрагментарно в пределах проектируемых плотин. Для некоторых плотин исполнены даже

сzych etapach dokumentowania mogą znacznie obniżyć koszty badań. Należy mieć na uwadze, iż zagospodarowanie doliny Wisły jest szczególnego rodzaju inwestycją wodną, nie mającą chyba odpowiednika w świecie. Dlatego koncepcja tej inwestycji od strony geologicznej musi opierać się na materiałach rzeczywistych, konkretnych, aby rozwiązywała w sposób jednoznaczny wszystkie kompleksowe zagadnienia gospodarcze związane z jej realizacją.

документации для предварительных проектов. По проектам, этот участок должен быть освоен раньше других, и потому подвергается интенсивному изучению.

SUMMARY

Geological investigations for improving of the Vistula river were initiated in 1953. For this purpose the Vistula valley was subdivided into three main parts:

- a) from the mouth of the Przemsza river to the mouth of the San river — upper Vistula.
- b) from the mouth of the San to Warsaw — middle Vistula.
- c) from Warsaw to the sea — lower Vistula.

The first part — upper Vistula was investigated only partially: between the mouth of the Przemsza river to Cracow. Geological map and several vertical sections were made. On the contrary, between Cracow and the mouth of the San river only some vertical sections were accomplished.

The lower course of the Vistula is investigated only fragmentarily. It concerns the area where projected dams are being built. Documentations were made for some preliminary projects of dams. This part of the Vistula valley will be improved first and for this reason intensive researches are carried out.