

WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH DLA PROJEKTOWANEGO STOPNIA PIĘTRZĄCEGO W KAZIMIERZU

ZAGADNIENIE BUDOWY STOPNIA piętrzącego w Kazimierzu wysunięte zostało w ogólnej kaskadzie Wisły. Jest to niewątpliwie bardzo poważny problem i z punktu widzenia gospodarki narodowej wymaga wszechstronnego rozważenia możliwości i celowości budowy? Ponieważ pewne prace geologiczne i hydrogeologiczne zostały przeprowadzone, zajmę się tylko naświetleniem tych zagadnień.

Projektowany stopień piętrzący usytuowano w południowo-zachodniej części Kazimierza, około 50 m na NE od domu turystycznego PTTK. Zbiornik obejmuje dolinę Wisły na SW od Kazimierza, a cofka sięgać będzie do Zawichostu. Przewidywane piętrzenie wynosić będzie około 24 m, osiągając rzędna 143 m npm. Badania geologiczne i hydrogeologiczne przeprowadziło PGBW „Hydrogeo” w latach 1953—1955 przy współpracy Instytutu Geologicznego.

W celu wyświetlenia warunków wodnych i geologiczno-inżynierskich niezbędne jest w krótkim rzucie omówić budowę geologiczną omawianego rejonu. Na budowę geologiczną składają się tu następujące kompleksy warstw skalnych:

1. Kreda górna, w której skład wchodzi margle oraz opoka.

2. Czwartorzęd, składający się ze żwirów interglacialnych z piaskami i mułkami, gliny zwałowe z łamami zastoisłowymi, żwiry piaszczyste fluwioglacjalne i piaski z głazami, lessy, piaszki wydymowe, piaszki rzeczne i tarasowe.

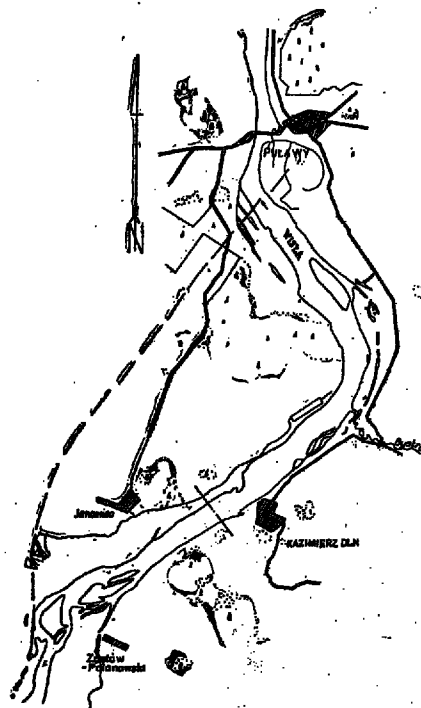
Dno doliny Wisły wyścielają utwory czwartorzędowe, piaski i żwiry osadzone przez wody Wisły. Miąższość ich wynosi około 20 m. Utwory te leżą na podłożu kredowym zbudowanym z margli z przerostami opoki. Wysoczyzna kredowa po obu brzegach Wisły zbudowana jest z opoki przewarstwionej marglami. Odkrywkę wykonaną na zboczach (szurfy) oraz wiercenia mechaniczne odwiercone w osi zapory wykazują, że utwory te są spekane we wszystkich kierunkach, tworząc liczne i często zlejące szczeliny. Wysoczyznę kredową na prawym brzegu przykrywa gruby płat lessu mający miąższość około 25 m.

Na lewym brzegu wysoczyznę kredową przykrywają utwory piaszczysto-morenowe, których miąższość nie przekracza 10 m.

Okolice Kazimierza Dolnego pod względem hydrogeologicznym leżą w strefie oddziaływania Wisły w jej środkowym biegu. Zwierciadło wody w Wiśle w okolicy projektowanego stopnia piętrzącego waha się przeciętnie od 118,0 do 119,0 m npm.

Odcinek doliny Wisły od Zastowa do Kazimierza należy do największego przewężenia przełomu rzeki przez wyżyny kredowe. W miejscu przełomu szerokość koryta rzeki dochodzi maksimum do 1,0 km. Wyżyna kredowa rozcięta jest licznymi wąwozami, które

odprowadzają wody powierzchniowe w kierunku doliny Wisły. Głównymi „rynnami” doprowadzającymi wodę ku Wiśle są liczne rzeki zarówno na prawym, jak i lewym brzegu. Wody gruntowe występujące na omawianym terenie można podzielić na dwa rodzaje: na wody zawieszane (występujące w strefie przypowierzchniowej) oraz na wody głębsze (wypełniające utwory czwartorzędowe i szczeliny w utworach kredy). Wody zawieszane występują na wyżynie kredowej na lewym i na prawym brzegu w przewarstwieńiach



Ryc.1 Szkic sytuacyjny i lokalizacja przekroju geologicznego, rzeki Wisły, rzędna projektowanej osi zapory
— Linia przebiegu zagrzebanej doliny Wisły
--- Os projektowanej zapory

piaszczytów wśród utworów spoistych. Zasilane są one jedynie przez opady, nie nadają się do celów pitnych, charakteryzują się małą wydajnością. W warunkach wodnych omawianego terenu wody te nie odgrywają większej roli. Wody głębsze występują w dolinie Wisły oraz w szczelinach skalnych. W obrębie tarasów zalewowych i powodziowych jak również wyższego tarasu nadzalewowego wody wykazują mi-

nimalny spadek w kierunku rzeki. Wypełniają one utwory piaszczysto-żwirowe leżące bezpośrednio na utworach kredowych (margle i opoka). Wody te kontaktują się poprzez szczeliny z wodami występującymi w kredzie. Poziom wód czwartorzędowych wypełniających utwory piaszczysto-żwirowe jest ściśle uzależniony w obrębie doliny Wisły od poziomu w rzece. Z obserwacji studzien głębokich wynika, że wody wypełniające szczeliny skalne kontaktują się z wodami rzeki. Wprawdzie nie zostało to dokładnie ustalone, jednak zachodzi obawa, że Wisła na opisywanym odcinku oddaje swoje wody.

Godną uwagi jest tu stara zagrzebana dolina Wisły, której kierunek wskazany jest na mapie (ryc. 1). Wypełniona jest ona utworami piaszczysto-żwirowymi interglacialnymi i przykryta glinami zwałowymi. Z punktu widzenia hydrogeologii omawianego terenu dolina ta prowadzi znaczne ilości wody gruntowej.

Wody gruntowe występujące w szczelinach skalnych stanowią oddzielny poziom ze względu na typ warstwowy przesączający się szczelinami. Na podstawie licznych pomiarów zwierciadła tych wód (w studniach gospodarskich oraz otworach badawczych) ustalono, że spadek zwierciadła wód tego poziomu zachodzi w kierunku Wisły. Na lewym brzegu nie przesledzono dokładnie całego obszaru zalegania wód kredowych. Należy przypuszczać, że w okolicy projektowanego stopnia piętrzącego spływ odbywa się w kierunku północno-zachodnim, co potwierdzałyby oddawanie wody przez Wisłę.

W samej osi projektowanego stopnia piętrzącego cała seria utworów aluwialnych (piaszczystych) oraz starszych, plejstocenijskich (żwirowo-piaszczystych) jest zawodniona aż do podłoża kredowego.

Pod względem geologiczno-inżynierskim wyróżnić można trzy rejony: 1) rejon dolin rzecznych, 2) rejon wyżyny zbudowany z opoki i margli, 3) krawędzie i stromizny.

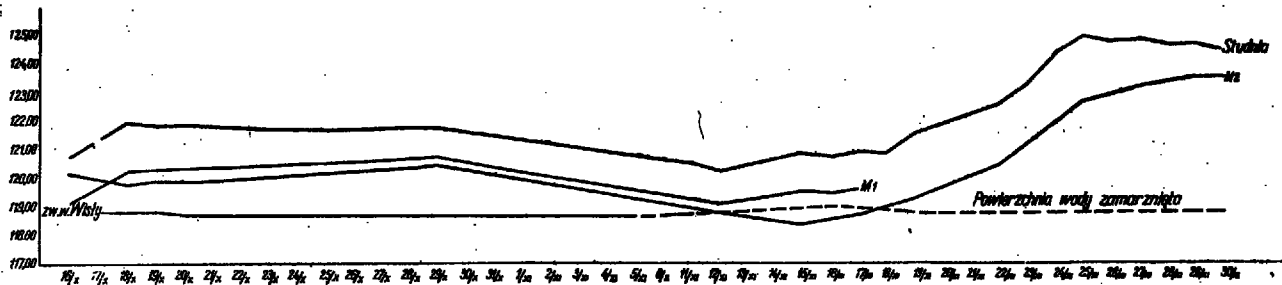
W obrębie rejonu pierwszego wyróżniamy: a) koryto Wisły, b) tarasy zalewowe, c) taras powodziowy i nadzalewowy.

Taras powodziowy budują podobnie jak taras niższy utwory żwirowe i piaszczyste. Miejscami występują mady. Pod względem budowlanym taras ten nie przedstawia korzystnych warunków ze względu na płytkie występowanie wody gruntowej. Lokalnie występują na nim obszary torfowiskowe i zabagnione o nieznacznym zasięgu pionowym i poziomym.

Rejon wyżyny zbudowany jest z opoki oraz margli i ma odmienny charakter geotechniczny. Wznosi się on przeciętnie 80,0 do 100,0 m nad poziom wody w Wisłę. Opoki i margle nie są jednolite pod względem geotechnicznym. Różnice występujące między nimi wynikają z cech litologicznych, składu chemicznego i petrograficznego.

Margiel stosunkowo szybko ulega działaniu czynników fizycznych i mechanicznych, natomiast opoka jest bardziej odporna. Zarówno margiel, jak i opoka charakteryzują się dużą porowatością, około 45%, i są mocno spekane. Wg Pożaryskiego opoki i margle w rejonie Kazimierza i Puław mają ponad 50% porowatości. Szczelinowatość ich jest intensywnie rozwinięta, szczególnie w opoce. Spekanie te stanowią sprzyjający czynnik filtracji wód gruntowych.

Powierzchnia utworów kredowych na omawianym terenie jest bardzo zróżnicowana. Wysokości stropu kredy wahają się na prawym brzegu Wisły od 90,0 m npm do 190 m npm, a na lewym od 77,0 m npm do 170 m npm. W samej dolinie Wisły strop kredy obniża się do 88,0 m npm. W przekroju projektowanej osi zapory skała lita występuje na głębokości 18,0 do 22,0 m od powierzchni. W obrębie pradoliny Wisły występują krawędzie o dość stromych zboczach. Częściowo są one rozmyte. Na przekroju projektowanej osi zapory krawędź wysoczyzny zbudowana z opoki i margli wznosi się średnio 70 m nad poziom wody w rzece na prawym brzegu i około 40 m nad poziom wody w rzece na lewym brzegu. Prawe zbocze nadbudowują utwory lessowe, makroporowate, których miąższość dochodzi do 25,0 m. Strome krawędzie skalne, charakterystyczne na odcinku przekomowym, nachylone są pod kątem od 70° do 80°. Ogólnie znajdują się one w stanie równowagi z wyjątkiem partii marglistych, łatwiej ulegających erozji.



Ryc. 2. Wykres stanu wody w Wisłę i otworach obserwacyjnych. Stan wód w otworach obserwacyjnych w dniach od 16 do 30 września 1954 r.

W miejscu projektowanego stopnia piętrzącego szerokość koryta rzeki wynosi około 550 m. Przewidywany poziom wody w rzece w Kazimierzu Dolnym utrzymuje się na rzędnej około 119,0 m npm. W okresach niskich stanów wody Wisły odsłaniają fragmenty łach piaszczystych, które w czasie wyższych stanów wody są przenoszone.

W miejscu posadowienia poszczególnych obiektów warunki geotechniczne są proste. Taras zalewowy wznoszący się od około 1,0 do 2,5 m nad poziom wody w rzece występujący po obydwóch stronach Wisły budują utwory piaszczyste i żwirowe, miejscami przykryte gruntami gliniastymi i pylastymi (madami). Niżej leżą grunty syplkie wykształcone w postaci piasków średnich, pospółki i żwirów. Poniżej tej głębokości grunty syplkie są średniozagęszczone. Zgodnie z normą PNB/03020 dopuszczalne statyczne obciążenia gruntu należy określić na 3,0—5,0 kG/cm², dla głębokości posadowienia 10,0 m poniżej powierzchni terenu.

W świetle dotychczasowych badań charakterystyka geotechniczna podłoża miejsca projektowanego stopnia piętrzącego oraz wnioski są następujące.

1. Grunty występujące pod projektowaną osią zapory można podzielić na dwa główne zespoły, a mianowicie: piaski, pospółki i żwiry (czwartorzędowe) luźne oraz skała lita (opoka i margle) odsłaniająca się na zboczach doliny i występująca w dnle doliny. Można stwierdzić, że grunty tu występujące nadają się do bezpośredniego posadowienia projektowanych obiektów.

2. Zapora o wysokości piętrzenia dwudziestu kilku metrów może być budowana w projektowanym rejonie. Ze względu jednak na przewidziane stałe straty wody proponuje się zapórę o mniejszym piętrzeniu.

3. Można rozpatrzyć dwie alternatywy zapór: sypną (namywaną) i betonową.

4. Opoka i margle budujące okolice Kazimierza są bardzo porowate i szczelinowate.

5. W świetle dotychczasowych badań geologicznych i hydrogeologicznych należy stwierdzić, że ucieczka wody ze zbiornika zwłaszcza w początkowej fazie piętrzenia będzie poważna, ze względu jednak na stateczność budowli ucieczka wody nie będzie niebezpieczna, gdyż rodzaj podłoża (utwory piaszczyste i żwirowe oraz opoka i margle) przy pewnych zabiegach technicznych nie ulegnie sufozji chemicznej lub mechanicznej. Jako dowód odporności margli i opoki przeciw wietrzeniu mogą służyć stare budowle w najbliższej okolicy, które budowane z tej skały wykazują dużą odporność na zmiany atmosferyczne. Poza tym stwierdzone poważne ruchy wód gruntowych — szczelinowatych, związanych z poziomem Wisły, nie powodują tworzenia się zjawisk krasowych.

6. W przypadku decyzji budowy stopnia piętrzącego konieczne staje się wykonanie wnikliwych badań hy-

drogeologicznych. Pożądane jest przeprowadzenie tych badań metodą geofizyczną, stosując badania elektrooporowe bądź sondowania potencjalne.

7. Zapobiegając niebezpiecznym przeciekom wody ze zbiornika, należy przedłużyć drogę filtracji przez zaprojektowanie odpowiednio głębokich i szerokich przesłon cementacyjnych. Prace te powinny być prowadzone zarówno z powierzchni terenu, jak i ze sztolni. Zastrzyki cementowe należy wykonywać w głąb do około 50—70 m oraz na boki do maksimum 500 m. Te ostatnie należy prowadzić stopniowo przy jednoczesnym piętrzeniu wody w zbiorniku i dokładnych obserwacjach ewentualnych ruchów wody w szczelinach.

8. Przy projektowanym piętrzeniu wody nie zachodzi obawa podmywania brzegów lessowych w rejonie osi zapory. W pozostałej części zbiornika mogą występować mniejsze lub większe obrywy czy zsuwy gruntów pochodzenia lessowego nie mające jednak dużego znaczenia.