

Metoda badań współczesnych procesów geomorfologicznych w otoczeniu zbiornika retencyjnego na Rabie w Dobczycach

W 1984 r. Zakład Geografii Fizycznej Instytutu Geografii WSP w Krakowie rozpoczął badania w otoczeniu przyszłego zbiornika retencyjnego na Rabie w Dobczycach^{*}. Budowa zapory rozpoczęła się w 1972 r., a ukończona została w 1986 roku. Przegrodziła ona Rabę w Dobczycach na 80 kilometrów biegu rzeki, tj. 60,1 km od ujścia. Powierzchnia dorzecza Raby do zapory wynosi 768 km², co stanowi 50,3% całego dorzecza. Została ona zbudowana w zwięźeniu w obrębie doliny Raby, pomiędzy Górą Jałowcową a Górą Zamkową. W miejscu tym znajduje się przełom strukturalny, bowiem Raba rozcięła odporne piaskowce i zlepience istebnińskie. Zapora jest ziemna z pionowym, iltowym rdzeniem uszczelniającym umieszczonym w środkowej części jej poprzecznego przekroju (Dokumentacja..., 1963). Długość zapory wynosi 725 m, natomiast wysokość 31,6 m nad dno doliny Raby. Jej korona osiąga rzędną 278 m n.p.m. i wznosi się ok. 3 m powyżej maksymalnego poziomu wody w zbiorniku. Hydrologiczne parametry zapory

* Badania te były dofinansowane w ramach tematu "Współczesne procesy geomorfologiczne w rejonie górskim i ich związek z formami działalności człowieka" przez Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych PAN.

i zbiornika zamieszczono w tabeli 1. Przy zaporze powstanie hydroelektrownia o mocy 2,5 MW.

Główną funkcją zbiornika jest zaopatrzenie w wodę pitną Krakowa oraz innych miejscowości leżących na trasie wodociągu. Pozostałe funkcje to:

- zapewnienie przepływu nienaruszalnego - $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$,
- ochrona doliny Raby przed skutkami katastrofalnych powodzi poprzez redukcję fal o kulminacjach przekraczających $300 \text{ m}^3/\text{s}$,

Tabela 1

Parametry zapory i zbiornika wodnego na Rabie w Dobczycach

Powierzchnia dorzecza Raby do zapory	768 km ²
Długość zapory	725 m
Wysokość zapory nad dno doliny Raby	31,6 m
Powierzchnia zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia	9,7 km ²
Powierzchnia zbiornika przy maksymalnym poziomie piętrzenia	10,6 km ²
Całkowita pojemność zbiornika	127 mln m ³
Minimalna głębokość zbiornika	10,7 m
Maksymalna głębokość zbiornika	29,1 m

- możliwość zwiększenia przepływów na Rabie i Wiśle w okresie niżówek,

- poprawa warunków klimatu lokalnego,

- dostarczenie 2,5 MW energii elektrycznej w okresie szczytowego zapotrzebowania,

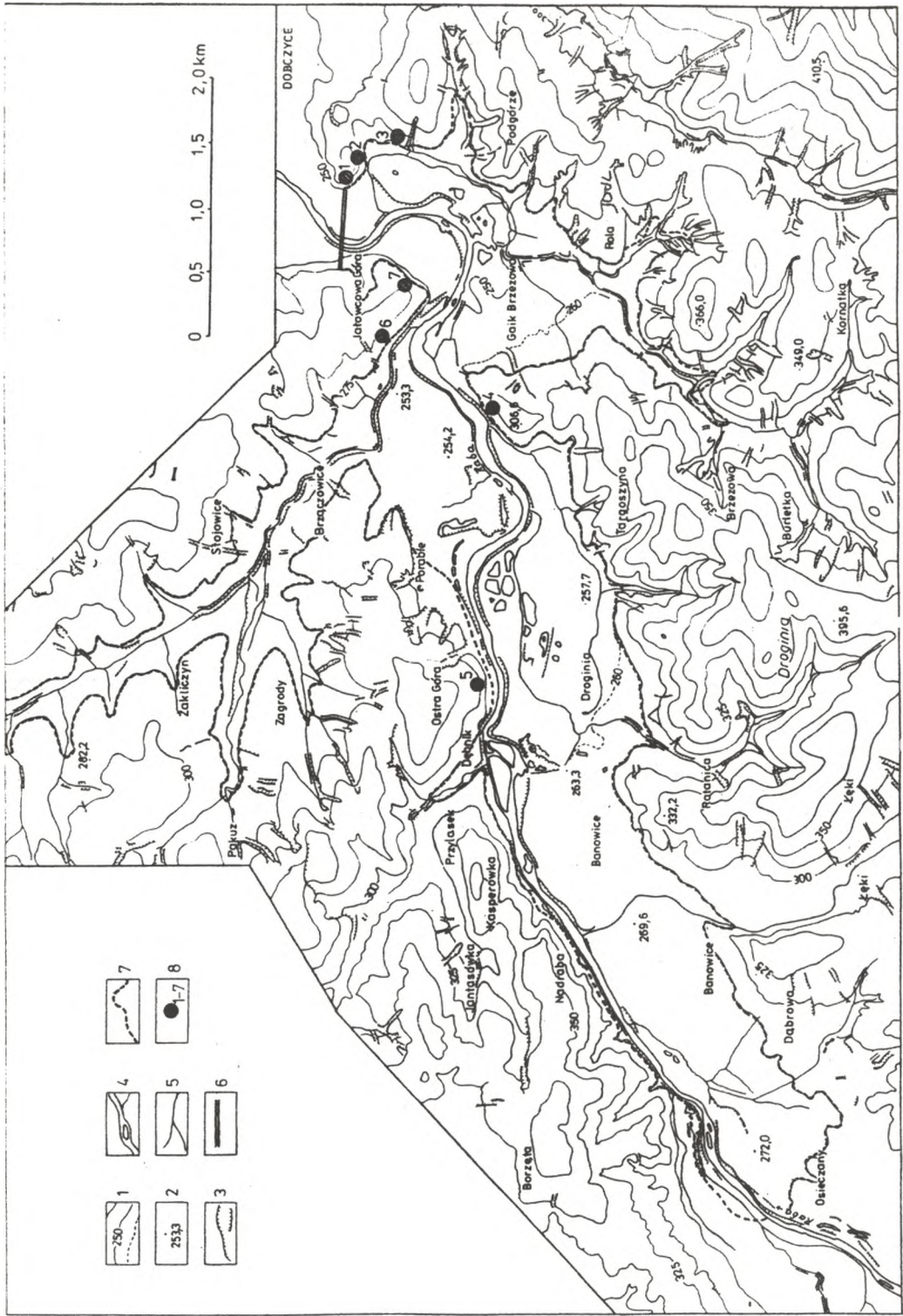
- możliwość prowadzenia hodowli ryb.

Negatywne skutki utworzenia zbiornika:

- zalanie znacznej powierzchni użytków rolnych (ok. 1000 ha) i lasów (30 ha),
- wysiedlenie ludności, głównie ze wsi Droginia i Brzeczowice,
- pogorszenie się warunków sanitarnych, szczególnie w rejonie cofki,
- niszczenie brzegów na skutek abrazji,
- podniesienie się i wahania poziomu wód gruntowych w strefie oddziaływania zbiornika,
- wywołanie na zboczach w strefie brzegowej współczesnych procesów geomorfologicznych o niekontrolowanym przebiegu.

Jak z powyższego wynika, oprócz pozytywnych skutków związanych z powstaniem sztucznego zbiornika występują także negatywne. Te ujemne następstwa były badane na wielu zbiornikach w Polsce. W większości dotyczyły one zmian hydrologicznych i mikroklimatycznych w otoczeniu zbiorników (J. Lewińska 1974, 1984; M. Morawska 1969; B. Mickiewicz 1972; I. Dynowska 1984). Niewielka ilość prac jest poświęcona zamulaniu zbiorników (Z. Mikucki, B. Wisniewski 1960; B. Wisniewski 1964; T. Ziętara 1968; J. Cyberski 1970, 1984). Ukazały się także ciekawe pod względem metodycznym prace dotyczące stateczności zbczcy na brzegach zbiorników wodnych (L. Bober 1975; Z. Bestyński, J. Trojan 1975; J. Pasek 1975; M. Pulinowa 1975; J. Szymański 1975 i in.).

Badania dotyczące niszczenia brzegów były prowadzone na istniejących już zbiornikach, dlatego stwarzało to trudności w obliczeniu pełnego bilansu i ilości osadzonego materiału w zbiorniku w wyniku abrazyjnej działalności wód. Chcąc ukazać dynamikę współczesnych procesów brzegowych od początku istnienia zbiornika rozpoczęto badania przed zalaniem doliny. W pierwszej kolejności przeprowadzono kartowanie geomorfologiczne, w wyniku którego powstała mapa rzeźby



terenu w podziałce 1 : 10 000 (M. Bajgier). Przeprowadzono reambulację zdjęcia geologicznego wykonanego przez J. Burtan (1954) w podziałce 1 : 25 000 (M. Szubert). Na podstawie danych ze stacji Dobczyce i Myslenice przedstawiono warunki klimatyczne z uwzględnieniem zmian mikroklimatycznych pod wpływem powstania zbiornika (P. Lewik). Zajęto się także ekologicznymi i gospodarczymi problemami zbiornika retencyjnego (J. Lach).

Biorąc pod uwagę kryterium geologiczne i geomorfologiczne wykonano wstępną klasyfikację zboczy, która była potrzebna do wytypowania reprezentatywnych odcinków, na których rozpoczęto badania stacjonarne. Do badań stacjonarnych wybrano 8 fragmentów zboczy, dla których wykonano:

- dokładne profile za pomocą instrumentów geodezyjnych,
- przekroje geologiczne,
- blokdiagramy geomorfologiczne z uwzględnieniem pokryw oraz form powstałych pod wpływem współczesnych procesów,
- założono repery i stanowiska pomiarowe współczesnych procesów geomorfologicznych.

Stanowiska badawcze (ryc. 1) zostały założone w obrębie:

- zboczy skalistych wytworzonych na odsłoniętych utworach fli-szowych pokrytych cienkimi pokrywami zwietrzelinowymi (Zamkowa Góra - stanowisko 1),
- głębokich osuwisk skalnych (Zamkowa Góra - stanowisko 2),
- osuwisk powstałych w utworach ilasto-lupkowych (Przedmieście - stanowisko 3),

Ryc. 1. Rozmieszczenie stanowisk badawczych współczesnych procesów brzegowych nad zbiornikiem dobczyckim
1 - poziomice, 2 - punkty wysokościowe, 3 - wyraźne krawędzie i podcięcia, 4 - koryto Raby, 5 - koryta dolin rozcinających zbocza doliny Raby, 6 - zapora w Dobczycach, 7 - maksymalny zasięg piętrzenia wody w zbiorniku, 8 - stanowiska badawcze

- zboczy schodowych utworzonych w wyniku osuwisk konsekwentno-rotacyjnych o charakterze zerw skalnych (Gaik Brzezowa - stanowisko 4),

- osuwisk skalno-zwietrzelinowych (Ostra Góra - stanowisko 5),

- wypukłych zboczy pokrytych mięszszymi pokrywami zwietrzelinowymi, modelowanymi przez spełzywanie (Jałowcowa Góra - stanowisko 6),

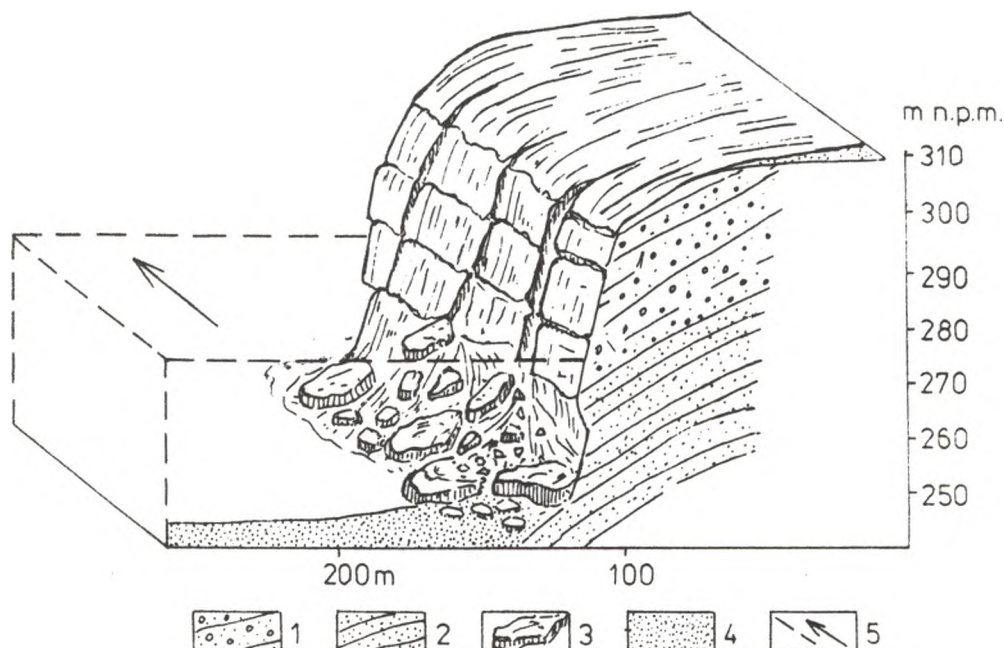
- wypukłych zboczy przykrytych cienkimi pokrywami zwietrzelinowymi, osłoniętych od fal (Jałowcowa Góra - stanowisko 7),

- jednostajnie nachylonych zboczy przykrytych cienkimi pokrywami zwietrzelinowymi (Przedmieście - stanowisko 8).

W 1988 r. została spuszczone woda ze zbiornika. Umożliwiło to przeprowadzenie ponownych pomiarów i obserwacji na obszarach uprzednio zatopionych do poziomu maksymalnego piętrzenia wody. Na każdym poligonie badawczym dokonano powtórnych pomiarów geodezyjnych oraz sporządzono dokumentację fotograficzną i graficzną form powstałych w wyniku abrazyjnej działalności wody. Dało to możliwość udokumentowania zmian, jakie zaszły w strefie brzegowej akwenu od początku jego istnienia.

Pierwszy poligon badawczy (ryc. 2) znajduje się w południowo-zachodniej części Zamkowej Góry. Brzegi zbudowane z piaskowców i zlepieńców warstw istebniańskich dolnych opadają pionowymi ścianami w dno zbiornika.

Drugi poligon badawczy założono na południowych stokach Zamkowej Góry w obrębie głębokiego osuwiska skalnego (porównaj ryc. 2 w artykule M. Bajgier). Osuwisko to powstało w piaskowcach istebniańskich dolnych, które zapadają od 28 - 38° w kierunku północno-zachodnim. Czoło języka osuwiskowego opada w kierunku zbiornika ścianami skalnymi, na których współcześnie zachodzą obrywy i odpadanie.



Ryc. 2. Stok skalisty modelowany przez odpadanie i obrywanie
 1 - piaskowce gruboławicowe warstw istebniańskich dolnych,
 2 - piaskowce średnioławicowe warstw istebniańskich dolnych,
 3 - stożki osypiskowo-obrywowe,
 4 - utwory akumulacji aluwialnej, 5 - maksymalny poziom piętrzenia wody i kierunek fali

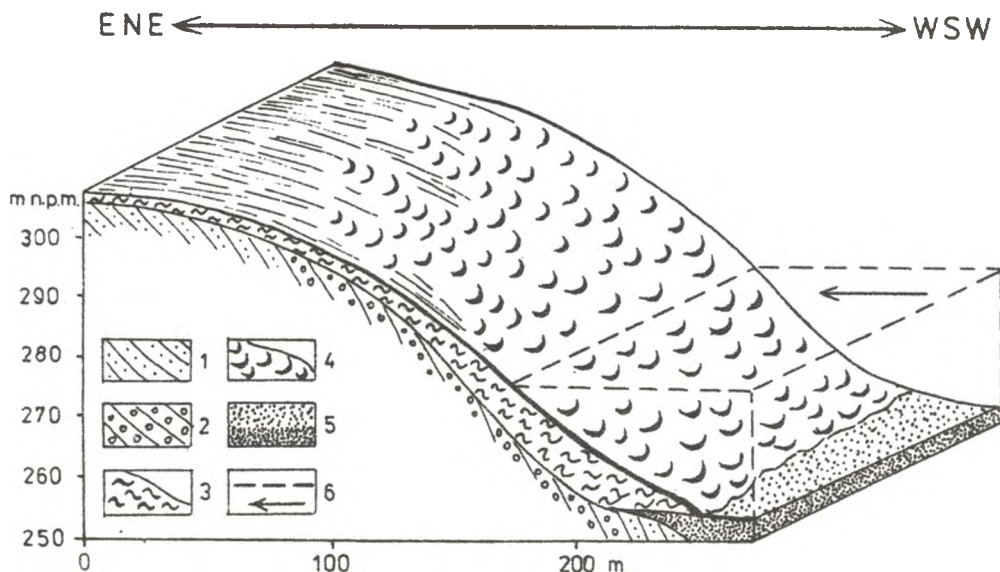
Trzeci poligon badawczy usytuowano w obrębie osuwiska frontalno-subsekwentnego, które powstało w utworach ilasto-łupkowych przekładanych piaskowcami godulskimi w dolnej części zbocza doliny Raby w Przedmieściu.

Czwarty poligon badawczy założono w obrębie zespołu osuwisk w Gaiku-Brzezowej. Zbocze to jest zbudowane z piaskowców i łupków warstw istebniańskich dolnych, których upad jest zgodny z nachyleniem zboczy. Powstały tu osuwiska konsekwentno-obrotowe.

Piąty poligon badawczy znajduje się na południowych stokach Ostrej Góry, które w dolnej części są zbudowane z piaskowców i

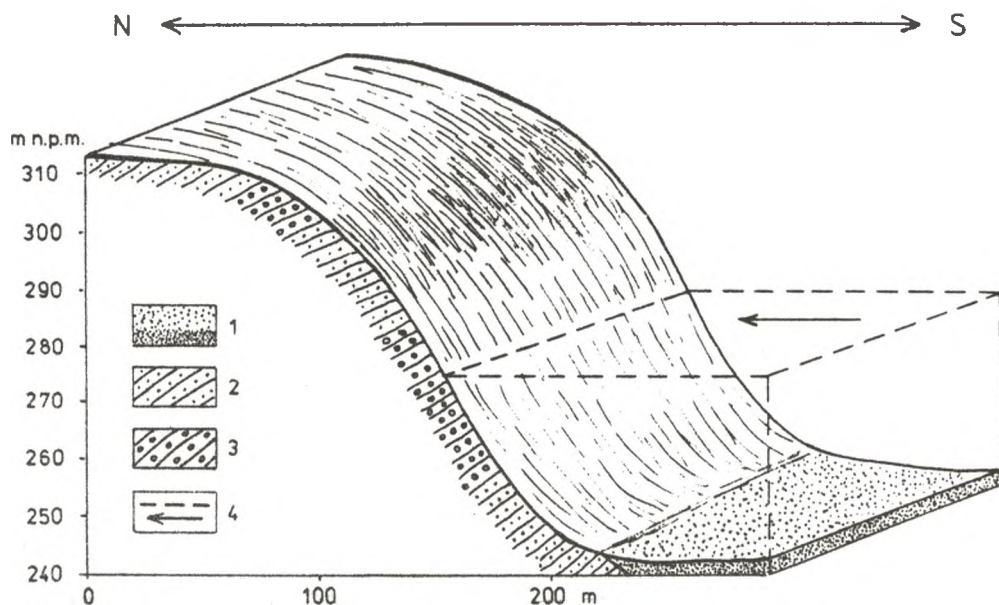
łupków warstw godulskich zapadających w przeciwnym kierunku do nachylenia stoku. W wyniku podcięcia tego stoku przez wody Raby powstało frontalne osuwisko konsekwentno-szczelinowe.

Szósty poligon badawczy założono na WSW stoku Jałowcowej Góry. Stok ten ma kształt wypukły i jest zbudowany z piaskowców i zlepieńców dolnych warstw istebniańskich. Upad warstw jest zgodny, ale większy od nachylenia stoku. Na jego powierzchni znajduje się gruba warstwa zwietrzliny modelowana przez spełzywanie (ryc. 3).



Ryc. 3. Stok wypukły modelowany przez spełzywanie
 1 - piaskowce warstw istebniańskich dolnych, 2 - zlepieńce warstw istebniańskich dolnych, 3 - pokrywy koluwalno-złaziskowe, 4 - powierzchnia stoku modelowana przez spełzywanie, 5 - utwory akumulacji fluwialnej, 6 - maksymalny poziom piętrzenia wody i kierunek fali

Siódmy poligon badawczy usytuowano na północno-wschodnim, wypukłym stoku Jałowcowej Góry zbudowanym z piaskowców i zlepieńców warstw istebniańskich dolnych pokrytych cienką pokrywą zwietrzelinową. Stok ten znajduje się w zatoce, a tym samym jest osłonięty od fal (ryc. 4).



Ryc. 4. Stok wypukły Jałowcowej Góry otulony cienką pokrywą zwietrzelinową
 1 - utwory akumulacji fluwialnej, 2 - piaskowce warstw istebniańskich dolnych, 3 - zlepieńce warstw istebniańskich dolnych, 4 - maksymalny poziom piętrzenia wody i kierunek fali

Ósmy poligon badawczy znajduje się na jednostajnie nachylonym zboczu przykrytym cienkimi pokrywami zwietrzelinowymi. Zbocze to zbudowane z piaskowców godulskich po powstaniu zbiornika tworzy półwysp narażony na działanie fal.

Zbiornik w Dobczycach będzie oddziaływał na wszystkie elementy środowiska geograficznego. Najmniejsze zmiany nastąpią w budowie geologicznej, jednak w zasadniczy sposób wpłynie ona na przekształcenia w rzeźbie terenu w strefie brzegowej. Zbiornik spowoduje zmiany w mikroklimacie. Obniży się średnia roczna temperatura maksymalna o $0,6^{\circ}\text{C}$, zaś średnia roczna temperatura minimalna podniesie się o $1,3^{\circ}\text{C}$. Nastąpi niewielkie ocieplenie obszaru znajdującego się w zasięgu oddziaływania zbiornika o $0,4^{\circ}\text{C}$. Wydłuży się okres bezprzymrozkowy o ok. 40 dni, na co duży wpływ będzie miało zmniejszenie się częstotliwości występowania inwersji temperatury (M. Horawska 1969; J. Lewińska 1974, 1984). Zmieni się także reżim Raby poniżej zapory. Oddziaływanie zbiornika ujawni się w przebiegu ekstremalnych przepływów i stanów wód. Przepływy maksymalne poniżej zapory zostaną zredukowane o ok. 20%, natomiast przepływy minimalne podwyższą się o ok. 30%. Nastąpi podniesienie się poziomu wód gruntowych w strefie brzegowej zbiornika, której szerokość waha się od 0,6 - 0,9 km.

Wyżej wymienione zmiany poszczególnych elementów środowiska geograficznego mogą być przedmiotem oddzielnych badań. Dotychczas jednak przeprowadzono je w takim zakresie, w jakim wpływają na przebieg niszczenia strefy brzegowej.

LITERATURA

- Bestyński Z., Trojan J., 1975. Metody geofizyczne w badaniach stateczności zboczy skalnych. Materiały badawcze IMGW, nr 4.
- Bober L., 1975. Metody rozpoznawania budowy geologicznej zboczy osuwiskowych w Lipowicy, Kotelnicy i Dobczycach. Materiały Badawcze IMGW. Warszawa.

- Burtan J., 1933. Geologia okolic Myslenic. Rocznik P.T.Geol.
- Cyberski J., 1970. Badania kumulacji i rumowisk w zbiornikach retencyjnych w Polsce. Gospodarka Wodna, nr 2.
- Cyberski J., 1984. Zjawiska akumulacyjno-erozyjne w rzekach objętych oddziaływaniem budowli piętrzących. Czas Geogr. 3.
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla założeń projektowych zapory zbiornika na rzece Rabie w Dobczycach. Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne, Kraków 1963.
- Dynowska J., 1984. Zmiana reżimu odpływu w wyniku oddziaływania zbiorników retencyjnych. Czas. Geogr. 3.
- Lewińska J., 1974. Wpływ karpackich zbiorników wodnych na klimat lokalny na przykładzie kaskady górnego Sanu. Prace Inst. Meteorologii i Gosp. Wodnej, nr 3.
- Lewińska J., 1984. Wpływ zbiorników retencyjnych na klimat lokalny. Czas. Geogr., t. 55, z. 1.
- Mickiewicz B., 1972. Wpływ piętrzenia wód na zbiorowiska leśne. Gospodarka Wodna, z. 12.
- Mikucki Z., Wiśniewski B., 1960. Badania nad zamuleniem zbiornika w Porąbce. Gospodarka Wodna, z. 12.
- Morawska M., 1969. Przewidywany wpływ zbiorników wodnych w Pieninach na klimat lokalny. Folia Geographica, Folia III.
- Pasek J., 1975. Ruchy zboczy na brzegach zbiorników wodnych. Materiały badawcze IMGW, nr 4.
- Pulinowa M., 1975. Metody rozpoznawania budowy geologicznej zbocza zbiornika w Dobczycach. Materiały badawcze IMGW, nr 4.
- Szymański J., 1975. Analiza granicznych warunków równowagi zboczy w Lipowicy, Kotelnicy i Dobczycach. Materiały badawcze IMGW, nr 4.

- Wisniewski B., 1964. Przebieg i wyniki badań zmian dna powyżej i poniżej stopni wodnych przeprowadzonych w latach 1956-1961. Gospodarka Wodna, z. 4.
- Ziętara T., 1968. Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby Beskidów. Prace Geogr. PAN, nr 60.

Tadeusz Ziętara

THE METHOD OF RESEARCHES
ON PRESENT GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES
IN THE SURROUNDINGS OF THE RETENTIONAL RESERVOIR
ON THE RABA AT DOBCZYCE

The Physical Geography Unit of Geography Department of WSP in Cracow started researches in the surroundings of the retentional reservoir on the Raba at Dobczyce in 1984. The dam was finished in 1986, it crossed the Raba on the 80th km of the river. The area of the Raba catchment basin till the dam is 768 sq what makes 50,3% of the whole catchment area. The main function of the reservoir is to supply Cracow and other places on the way with drinking water.

To present the dynamics of present coastal processes from the very beginning the researches had been started before the reservoir was filled with water. First, geomorphological mapping was undertaken and in the result the map of relief was prepared. Then, other supplementary researches on geology, climatology, hydrology were carried out. Taking into account geology and geomorphology 8 parts of slopes were chosen and for each of them were prepared:

- profiles with the help of geodetic instruments,
- geological cross-sections,

- geomorphological blockdiagrams where type of covers was marked.

Systematic observations and measurements were carried out on chosen localities. In 1988 the reservoir was completely emptied and it was possible to examine areas which had been under water.

Other papers in that publication present researches on geology, relief, climatic and hydrologic conditions and on influence of anthropopression on hydrology below the reservoir.