

KAZIMIERZ PASTERNAK

## **Charakter podłoża zlewni rzeki Skawy a chemizm jej wody oraz droбноziarnistych osadów dennych\***

### **The character of the substratum of the River Skawa basin and the chemism of its water and fine-grained bottom sediments**

Wpłynęło 8 grudnia 1975 r.

**Abstract** — The work contains data on the management, morphology, and geological-soil structure of the catchment area of the River Skawa. Also discussed are the results of investigations on the properties of the river water and of fine-grained bottom sediments. Considerable space is devoted to a characterization of the dependence of the chemical composition of the water and bottom sediments on the properties of the various rocks, the morphology of the catchment area and its management, and the inflow of the pollution.

Głównym celem niniejszego opracowania jest dostarczenie danych o właściwościach środowiska wodnego rzeki Skawy i jej ważniejszych dopływów związanych ze zróżnicowaniem morfologii, jakości skał i gleb zlewni oraz działalnością człowieka. Dane takie są potrzebne do bardziej wyczerpującej interpretacji warunków rozwoju różnych grup organizmów wodnych w tej rzece oraz mogą stanowić ułatwienie przy opracowaniu programu optymalnego zagospodarowania obszaru zlewni.

Materiały z zakresu zróżnicowania skał i częściowo gleb zaczerpnięto z literatury, a inne dane uzyskał autor w trakcie badań własnych prowadzonych w zlewni rzeki Skawy w latach 1971—1975.

---

\* Praca wykonana w ramach problemu resortowego PAN 21.

## Fizjografia zlewni

Rzeka Skawa jest drugim w kolejności większym dopływem lewo-brzeżnym górnej Wisły. Zbiera swe wody w kierunku północnym w części z górskich (Beskid Żywiecki, Beskid Mały), a w części pogórskich obszarów Karpat, przy czym około 40% powierzchni dorzecza mieści się między 500—750 m, a 40% pomiędzy 300—400 m n.p.m. Równinna część zlewni Skawy nie ma istotnego wpływu na hydrologię i właściwości środowiska. Skawa uchodzi bowiem do rzeki Wisły zaraz na skraju równinnych obszarów podkarpackiej Kotliny Oświęcimskiej.

Największe wzniesienia (1000—1725 m n.p.m. — pasmo babiogórskie) zajmują zaledwie 2,3% powierzchni zlewni Skawy. Koncentrują się one nie w źródłowym odcinku tej rzeki, lecz w górnych częściach zlewni dalszych w kolejności lewo-brzeżnych jej dopływów, tj. potoku Bystra i rzeka Skawica. Stosunkowo znaczne wzniesienia w granicach wysokości 700—1000 m n.p.m. występują też w środkowej części zlewni tej rzeki (np. w zlewni rzeki Stryszawki). Średnia wysokość (n.p.m.) dorzecza Skawy, obliczona przez Pietrygową (1974), wynosi 512 m i należy do największych w grupie górskich dopływów Wisły.

W związku z tego rodzaju ukształtowaniem zlewni, przeciętny spadek jednostkowy całego górnego odcinka rzeki Skawy po ujście Skawicy waha się około 8,3‰, przy czym na znacznym źródłowym odcinku pomiędzy potokiem Podżaga a Bystra wynosi zaledwie 3,6‰. Średni spadek Skawy w jej środkowym biegu (od ujścia Skawicy po miasto Wadowice) wynosi początkowo (do wodowskazu w Skawcach) 4,6‰, a dalej już tylko 2,3‰. W dolnym odcinku rzeki, tj. poniżej Wadowic, średni spadek kształtuje się około 2,3‰ a na przyujściowym odcinku 2,1‰. Średni spadek rzeki Skawicy spływającej z najwyższych wzniesień wynosi 32,0‰ lub nawet 48,7‰, jeśli za jej źródłowy ciek uzna się potok Słonów, wypływający spod Babiej Góry (1725 m).

Na skutek dominacji największych dopływów na lewym brzegu Skawy (Skawica, Stryszawka, Wieprzanka) lewo-brzeżna część zlewni ma w zaokrągleniu 812 km<sup>2</sup>, a prawobrzeżna 375 km<sup>2</sup>. Największym dopływem Skawy ze względu na masę prowadzonych wód jest rzeka Skawica (pow. zlewni 148,0 km<sup>2</sup>), a na powierzchni zlewni rzeka Wieprzanka (patrz sieć wodna Skawy — ryc. 1). Trzecim co do wielkości dopływem zarówno pod względem przepływu, wody, jak też powierzchni zlewni (139,7 km<sup>2</sup>) jest rzeka Stryszawka. Wiadomości odnośnie do wielkości i zmienności przepływów rzeki Skawy dostarcza opracowanie P u n z e t a (1976).

Dolina rzeki Skawy w źródłowym jej odcinku jest, jak na region gór-

ski, dość szeroka ze stosunkowo łagodnymi zboczami i obszernymi nadrzecznymi terasami pokrytymi przez łąki. Łagodne zbocza doliny są przeważnie aż do szczytów wzniesień zagospodarowane rolniczo.

W dalszym odcinku górnego biegu Skawy jej dolina nieco się zwęża. Wykorzystane rolniczo nadrzeczne terasy redukują się, a ich miejsce zajmują zwykle kamienisto-żwirowe aluwia. Ten odcinek zlewni w znacznym stopniu jest już zalesiony (głównie świerkiem). Lasy porastają tu nie tylko górne partie wzniesień, ale sięgają często samego dna doliny. Szczególnie duży areał zajmują lasy w zlewni rzeki Skawicy.

W dolinie Skawy w miejscowości Osielec został zlokalizowany duży kamieniołom, który nie ma zabezpieczenia od strony rzeki przeciw zmywaniu przez wody opadowe ziemnego nadkładu. Stąd większa ilość zawiesin w wodzie na tym odcinku rzeki w okresach deszczowych.

W początkowym odcinku środkowego biegu Skawy dolina znowu się poszerza, a rzeka zaczyna tworzyć szerokie rozlewiska względnie nawet kilka koryt na skutek rozcięcia nadrzecznych kamieńców (Maków Podhalański — Sucha).

Od ujścia typowo górskiej rzeczki Stryszawki (o średnim spadku 45,5‰ i długości 16,2 km), a zwłaszcza dalej od ujścia prawobrzeżnego potoku Paleczka (o średnim spadku 13,6‰, długości 14,6 km), aż do końca środkowego biegu Skawy jej główna dolina staje się bardzo wąska i kręta. W tej części doliny Skawy występują często odcinki przełomowe. Zbocza doliny są w większości strome i wysokie. W jednym z takich przełomów przez zachodnią część pasma Małego Beskidu (800—850 m n.p.m.) zostanie zbudowany, w miejscowości Swinna Poręba, zbiornik zaporowy o powierzchni około 1000 ha. Zbiornik ten przeznaczony jest do retencjonowania wody, wyrównywania fali powodziowej względnie niskich stanów wody. Częste w karpackich rzekach zbyt niskie stany wód na okresach suszy (związane z budową geologiczną) mają ujemny wpływ na zanieczyszczoną rzekę Wisłę powyżej Krakowa, nie rozcieńczają bowiem należycie jej zanieczyszczeń.

W środkowym biegu Skawy jak też w zlewni Stryszawki użytki leśne zajmują spore powierzchnie, przeważnie jednak w górnej części wzniesień.

Rzeka Skawa opuszczając przed Wadowicami strefę beskidzką płynie na dużym odcinku (dolny bieg) przez tereny pogórskie o znacznych deniwelacjach szeroką doliną (1,0—1,5 km) o łagodnych na ogół zboczach i znacznych uprawnych terasach aluwialnych.

Na odcinku Pogórza, w pobliżu miasta Wadowice, do Skawy dopływa z lewego brzegu potok Choczewka (otrzymujący ścieki miasta Wadowic), a z prawego brzegu potok Kleczanka. Przy końcu terenów pogórskich dopływa do Skawy rzeczka Wieprzanka, która zbiera swe wody, z wyjątkiem źródłowych dopływów, z obszarów Pogórza, a w dolnym

biegu ścieki przemysłowo-komunalne z miasta Andrychowa. Długość Wieprzanki wynosi 27,1 km, a średni spadek koryta 13,4‰. W tym rejonie Skawę przegradza próg (z przepławką dla ryb) piętrzący wodę w celu doprowadzenia jej do dużego kompleksu stawów.

Jak już zaznaczono, nizinny odcinek dolnego biegu Skawy, przecinający skraj Kotliny Oświęcimskiej, jest niewielki i w większości otoczony wałem przeciwpowodziowym. W pobliżu wałów są intensywnie eksploatowane złoża żwirów a wyrowiska po tej eksploatacji nie były w całości rekultywowane i powstały w nich małe sztuczne zalewiska.

Różnica wysokości między najwyższym punktem zlewni Babia Góra a ujściem Skawy do Wisły wynosi 1500 m.

Procentowy udział różnych użytków w zlewni Skawy przedstawiono w tabeli I. Jak z danych tych widać, w górnej części zlewni Skawy lasy, mimo zajmowania w źródłowym odcinku rzeki małych arealów, prawie dorównują pod względem powierzchni użytkom rolnym. Decyduje o tym duży stopień zalesienia zlewni dwóch największych górskich dopływów Skawy, tj. rzeki Skawicy i Stryszawki. W stosunku do innych rzek karpackich zlewnia rzeki Skawy w swej dolnej części odznacza się znacznym zalesieniem. Odnośnie do rolniczego zagospodarowania zlewni zwraca uwagę fakt, że uprawa roli na zboczach dużej części doliny Skawy jest prowadzona w kierunku prostopadłym do spadu tychże zboczy. Powstały na skutek tego terasowy układ pól częściowo zapobiega intensywnej erozji gleb rolniczych.

Średnie roczne opady na terenie zlewni Skawy mieszczą się w granicach 600—1200 mm. Przestrzenne ich zróżnicowanie jest bardzo nieje-

Tabela I. Powierzchnie różnych użytków w zlewni rzeki Skawy  
(+ wody, tereny zabudowane, sieć komunikacyjna itp.)

Table I. Surface of different utilized areas in the basin of the River Skawa  
(+ waters, built-up areas, communications network etc.)

Obszar Area	Użytki rolne Utilized areas		Lasy Forest		Inne użytki i nieużytki <sup>+</sup> Other utilized areas and wasteland <sup>+</sup>		Suma powierzchni Total area w in km <sup>2</sup>
	ha	%	ha	%	ha	%	
Górna część zlewni po przekroju hydro- logicznym w Skawicach Upper part of the basin to the hydro- logical section at Skawice	34 200	46.2	33 480	45.3	6 300	8.5	739.8
Dolna część zlewni od przekroju Skawice do ujścia Lower part of the basin from the sec- tion at Skawice to the mouth	29 500	65.9	10 800	24.1	4 500	10.0	448.0
Cała zlewnia Total basin	63 700	53.6	44 280	37.3	10 800	9.1	1 187.8

dnolite. Największe ich wartości notuje się na lewym brzegu Skawy w rejonie pasma babiogórskiego (np. w Zawoi 1141 mm), a najmniejsze w dolnej nizinnej zlewni (Zator 600 mm). W porównaniu z pogórkami obszarami zlewni (Wadowice 807 mm) stosunkowo małą ilością opadów odznacza się źródłowy odcinek zlewni (Jordanów 798 mm).

### Skąły zlewni

Górska i pogórska część zlewni rzeki Skawy zbudowana jest z osadowych skał fliszowych występujących w tzw. centralnej strefie Karpat. Skały te należą do dwóch dużych jednostek (grup) tektonicznych, tj. magurskiej i menilitowej z serią śląską zewnętrzną. Powstają one z osadów kredy i paleogenu (oligocen — eocen) i odznaczają się różnymi właściwościami chemicznymi.

Nizinny mały obszar zlewni tworzą miocenijskie iły łupkowe i iły krakowieckie (ryc. 1) przykryte różnymi utworami czwartorzędowymi.

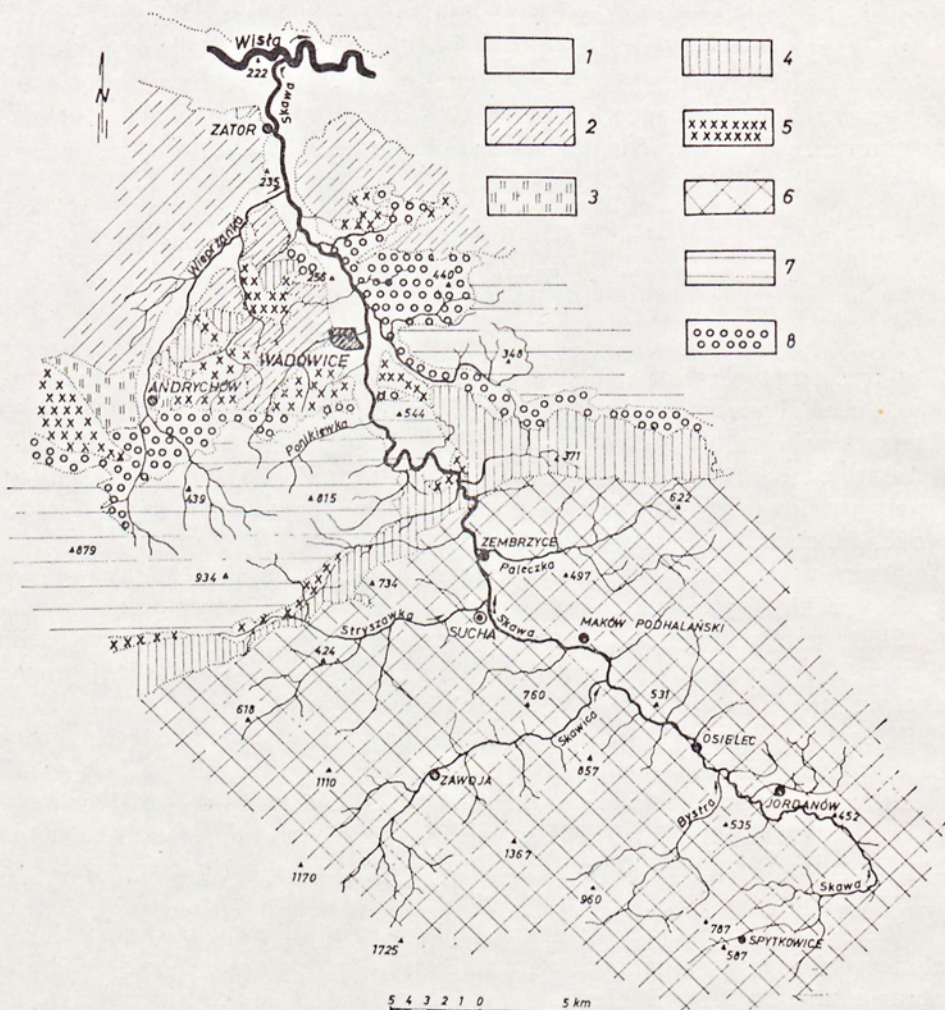
Skały grupy magurskiej zajmują zlewnię całego górnego biegu rzeki Skawy i jej dopływów po wieś Skawce, tj. 739 km<sup>2</sup>. W skład tej grupy skał wchodzi skały warstw magurskich i podmagurskich.

Warstwy magurskie tworzą gruboławicowe, średnioziarniste piaskowce o spoiwie ilastym, ilasto-krzemionkowym, ilasto-wapnistym lub glaukonitowym, poprzedzielane różnej miąższości ławicami łupków. Piaskowce magurskie zawierają zwykle dużą ilość miki i czasem strzałki kalcytu. Łupki są przeważnie ilaste, pylaste albo margliste i mają barwę szarą lub zielonkawą.

Warstwy magurskie z przewagą łupków zajmują największe powierzchnie w źródłowym odcinku zlewni Skawy, co zaznaczyło się w krajobrazie między innymi obniżeniami i łagodnością stoków wzniesień.

Twarde gruboławicowe piaskowce o spoiwie ilastym lub ilasto-krzemionkowym dominują głównie w najwyższych pasmach górskich zlewni potoku Bystra oraz rzek Skawicy i Stryszawki. W zlewni Skawicy jedynie w kilku miejscach (np. w rejonie wsi Juszczyń i Skawica) wśród piaskowców magurskich przebiegają większe fragmenty utworów łupkowych.

Warstwy podmagurskie w wykształceniu typowym składają się przeważnie z marglistych łupków przekładanych naprzemianlegle cienkimi ławicami twardych skorupowych piaskowców z reguły o spoiwie wapnistym. Niekiedy podmagurska seria skał staje się wyłącznie łupkowa. Łupki są zwykle szare i szarozielone, po zwiertzeniu żółtawe (Książkiewicz 1958). Warstwom podmagurskim towarzyszą zwykle łupki pstrze i warstwy hieroglify (łupki i piaskowce słabo wapniste).



Ryc. 1. Szkic geologiczny zlewni rzeki Skawy (wg mapy geologicznej Karpat polskich — S. Sokołowskiego 1958). 1 — halocen, w dolinach górskich częściowo z utworami plejstoceniowymi; 2 — plejstocen; 3 — iły łupkowe i iły krakowieckie (miocen); 4 — warstwy krośnieńskie (oligocen); 5 — warstwy menilitowe i eocen podmenilitowy (łupki, piaskowce hieroglifowe, pstry łupki, margle, piaskowce ciężkowieckie); 6 — warstwy magurskie oraz podmagurskie; 7 — warstwy godulskie i istebniańskie (kreda); 8 — kreda dolna nie rozdzielona — bez wapieni i łupków cieszyńskich, tylko z udziałem piaskowców grodzickich, lgockich, warstw gezowych oraz łupków wierzowskich

Fig. 1. Geological diagram of the Skawa basin (according to the geological map of the Polish Carpathians by S. Sokołowski 1958). 1 — Halocene in montane valleys partly with Pleistocene formations; 2 — Pleistocene; 3 — clays and Krakowiec shaly clays (Miocene); 4 — Krosno layers (Oligocene); 5 — menillite layers and sub-menillite Eocene shales, hieroglyphic sandstones, variegated shales, marls, Ciężkowiec sandstones; 6 — Magura and Sub-Magura layers; 7 — Godula and Istebna layers (Cretaceous); 8 — Lower Cretaceous not separated, without limestones and Cieszyn shales but with a share of Grodzisko and Lgota sandstones, gaize layers and Wierzowo shales

W górnej części zlewni Skawy warstwy podmagurskie zajmują dużo mniejsze powierzchnie niż warstwy magurskie. Występują wśród warstw magurskich mozaikowo. W związku z tym oraz z uwagi na zbliżone cechy chemiczne obie te serie skał przedstawiono na ryc. 1 w jednym kompleksie.

Dalszy odcinek zlewni Skawy, tj. od miejscowości Skawce aż prawie do ujścia rzeki Wieprzanki (czyli resztę terenów górskich i całe Pogórze), zajmują różne litologicznie i wiekowo skały grupy menilitowej z zewnętrzną serią śląską.

Menilitową grupę skał na kontakcie ze skałami magurskimi rozpoczyna przebiegający poprzecznie do biegu rzeki wąski pas piaskowcowo-łupkowych warstw krośnieńskich zasobnych w wapń. Skałom krośnieńskim towarzyszą najczęściej prawie bezwapienne ławice ciemnych łupków menilitowych. Szerszy pas zlewni zajmują warstwy krośnieńskie, jedynie na prawym brzegu Skawy stanowiąc prawie całą zlewnię dwóch małych potoków płynących od Stryszowa i Łękawicy.

W dalszym biegu rzeki lewą część górskiej i pogórskiej zlewni (zachodnia część Małego Beskidu i przyległe tereny Pogórza) począwszy od Mucharza aż prawie po Wadowice zajmuje dość jednolity kompleks skał warstw godulskich i istebniańskich (kreda). Kompleks ten, nie licząc zlewni drobnych cieków, tworzy podłoże zlewni całego potoku Ponikiewka, górnej części rzeki Wieprzanka i potoku Choczewka. Na prawobrzeżnej części zlewni warstwy godulskie i istebniańskie pojawiają się w miejsce warstw krośnieńskich dopiero na kilka kilometrów przed miastem Wadowice przechodząc na znacznej powierzchni ku północnemu wschodowi w zlewnię rzeki Kleczanki.

Warstwy godulskie odznaczające się dużą miąższością składają się głównie z drobnoziarnistych słabo wapnistych piaskowców glaukonitowych o spoiwie ilastym z ławicami pstrych łupków.

Warstwy istebniańskie tworzą szare, na ogół prawie bezwapienne gruboziarniste piaskowce i zlepieńce poprzekładane ciemnymi łupkami o skąym spoiwie ilastym. W warstwach tych łupki rozbudowują się kosztem piaskowców głównie na prawym brzegu Skawy w kierunku wschodnim.

Od miejscowości Zbywaczówka aż do końca Pogórza na lewobrzeżnych obszarach zlewni Skawy wraz z dolną częścią zlewni potoku Choczewka i rzeki Wieprzanka (począwszy od Andrychowa) w podłożu dominują warstwy hieroglifowe i łupki menilitowe z małymi powierzchniami warstw krośnieńskich. W obrębie tego arealu zlewni na kontakcie z warstwami godulskimi i istebniańskimi (zwłaszcza w zlewni Wieprzanki pomiędzy Targanicami a Andrychowem) występuje też pas kredowych, twardych, ilasto-krzemiankowych, piaskowcowo-łupkowych skał reprezentowanych najczęściej przez warstwy gezowe, piaskowce grodzi-

skie i wierzowskie (bez udziału wapieni i marglistych łupków cieszyńskich).

Wśród łupków i piaskowców hieroglifowych, łupków menilitowych oraz innych skał w zlewni rzeki Wieprzanki występują w okolicach Inwałdu, Andrychowa, Targanic i Roczyn nieduże wychodnie tzw. skałek andrychowskich zbudowanych ze skał krystalicznych, z wapieni i margli roczyńskich oraz resztek paleoceńskich i eoceńskich wapieni piaszczystych. Skałki te są typowymi porwakami tektonicznymi oderwanymi od podłoża przez płaszczowinę śląską (Książkiewicz i in. 1965).

Dolny odcinek zlewni rzeki Wieprzanki na znacznej powierzchni podścielają iły trzeciorzędowe facji solonośnej (ryc. 1).

Na prawobrzeżnych obszarach północnej części pogórskiej zlewni Skawy łupki i piaskowce hieroglifowe oraz łupki menilitowe zajmują tylko najbliższe rzece zbrocza doliny oraz ostatni odcinek pogórskich wzniesień. Wyższe partie wzniesień, od prawego dopływu Skawy potoku Kleczanka począwszy, budują wspomniane już kredowe kompleksy skał składające się głównie z piaskowców i łupków lgockich, łupków wierzowskich oraz warstw gezowych (skały złożone z detrytycznego kwarcu i gąbek, spojone opalowym względnie wapnistym spoiwem). Warstwy wierzowskie rozwinięte są w postaci czarnych, ilastych łupków często skrzemieniałych.

Mioceńskie utwory występujące na nizinnych obszarach zlewni na odcinku od ujścia rzeki Wieprzanki do końca rzeki Skawy pokrywają dość znaczną warstwą czwartorzędowe żwiry, gliny i utwory pyłowe (Tokarski 1966).

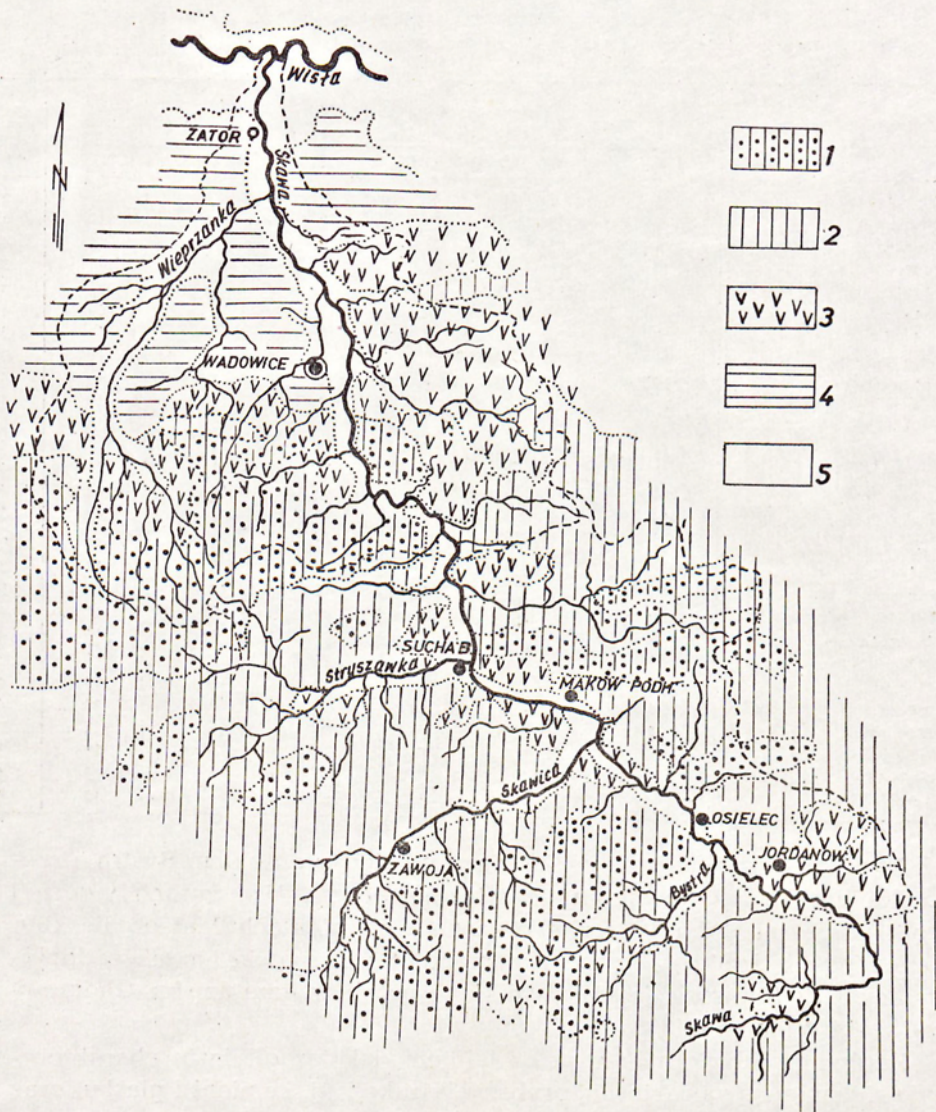
### Gleby zlewni

Duże zróżnicowanie ukształtowania i jakości skał, a także zjawisk klimatycznych w zlewni Skawy powoduje, że gleby ją pokrywające wykazują znaczną jakościową zmienność. Zmienność ta zaznacza się głównie w zróżnicowaniu ich składu granulometrycznego.

W związku z powyższym, a także z uwagi na dużą zależność od składu granulometrycznego gleb, stopnia wymywania przez wodę składników chemicznych z podłoża występujące w zlewni gleby zostaną podzielone i omówione według ich przynależności do grup granulometrycznych.

W górnej części zlewni po przekrój hydrometryczny w Skawcach większość powierzchni zajmują gleby gliniaste i gliniaste ze szkieletem (z kamieniami), wytworzone ze skał fliszowych (ryc. 2). Gleby gliniaste ze szkieletem występują przeważnie na grzbietach i wierzchołkach wzniesień lub na ich stokach o większym nachyleniu. Szczególnie duże





Ryc. 2. Mapa gleb zlewni rzeki Skawy (wg mapy gleb Polski — Praca zbiorowa 1958/59).  
 1 — gleby gliniaste ze szkieletem; 2 — gleby gliniaste i ilaste; 3 — gleby pyłowe wy-  
 tworzone ze skał fliszowych; 4 — gleby pyłowe utworzone z utworów lessowatych  
 i lessów; 5 — mady (średnie i ciężkie)

Fig. 2. Map of the Skawa basin (according to the soil map of Poland, collective work,  
 1958/59). 1 — loams with skeleton; 2 — loam and clay soils; 3 — fine sands formed  
 from flysch rocks; 4 — fine sands formed from loess formations and loess; 5 — aluvial  
 soils medium and heavy)

Tabela II. Skład granulometryczny powierzchniowej warstwy typowych gleb zlewni rzeki Skawy w %  
 Table II. Granulometric composition of the surface layer of typical soils in the basin of the  
 River Skawa in percentage

Część zlewni Part of the basin	Miejsce poboru prób Soil sampling points	Średnica cząstek gleby w Soil particle diameter in mm						Suma Total
		1-0.1	0.1-0.05	0.05-0.02	0.02-0.006	0.006-0.002	< 0.002	
górna - upper	Spytkowice	23	6	16	14	14	27	55
	Wysoka	13	7	15	19	16	30	65
	Naprawa	24	12	23	18	9	14	41
	Jordanów	30	10	22	17	10	11	38
	Sidzina	36	18	14	11	6	15	32
	Osielen	22	12	26	17	11	12	40
	Kojszówka	28	14	22	16	10	10	36
	Zawoja-Jaworzynka	25	18	25	13	9	10	32
	Zawoja-Jałowiec	20	19	16	16	11	18	45
	Zawoja Średkowa	18	15	27	18	12	10	40
	Skawica	29	12	23	13	10	13	36
	Biała	22	11	27	10	21	9	40
	Maków Podhalański	18	5	32	13	12	20	45
	Stryżawa	12	10	30	22	12	14	48
Sucha-Role	14	8	24	21	14	19	54	
dolna - lower	Baczyn	8	10	31	27	11	13	51
	Pujówka	10	26	28	16	9	11	36
	Targanica	23	8	18	16	14	21	51
	Swinna Poręba	20	13	24	25	7	11	43
	Choczni	19	19	16	17	11	18	46
	Kleocza Dolna	16	12	33	21	9	9	39
	Wieprz	10	9	35	23	9	14	46
	Radocza	10	8	37	24	8	13	45
	Witanowice	14	9	19	20	6	12	38
	Rudze	25	12	-	-	9	15	36
Grodzińsko	7	-	-	-	6	13	41	
Zator	9	-	41	-	0	15	41	

ich kompleksy znajdują się na terenach pomiędzy potokiem Bystra a rzeką Skawicą. Ponadto występują one też na znacznych obszarach w górnej części zlewni potoku Paleczka oraz na wzniesieniach Małego Beskidu stanowiących źródłową część zlewni potoku Tarnawka, a także dopływających do Skawy w jej dalszym biegu potoków Ponikiewka, Choczewka i rzeki Wieprzanki.

Zarówno gleby gliniaste ze szkieletem, jak też gliniaste charakteryzują się zmienną zawartością grubszych frakcji, tj. kamieni i piasku, oraz stosunkowo dużą ilością części pyłowych (tabela II).

Wśród gleb gliniastych, przeważnie o składzie granulometrycznym glin średnich lub lekkich (tabela II), mozaikowo występują gleby pyłowe lub pyłowo-gliniaste oraz gleby ilaste i skaliste. Te ostatnie zawierające dużo kamieni wytworzyły się na większych powierzchniach jedynie w części zlewni Skawicy w obrębie grzbietu Policy (1367 m n.p.m.). Poza tym w dolinie Skawy na nadrzecznych terasach występują mady. W początkowym biegu rzeki są to mady pyłowo-gliniaste, w dalszym na terasach położonych najbliżej rzeki kamieniste, a w większej odległości gliniaste lub pyłowe.

Gleby ilaste zajmują w tej części zlewni Skawy znaczniejsze powierzchnie tylko na stosunkowo łagodnych stokach wzniesień źródłowej części zlewni po wieś Skawa-Dolna oraz w środkowej części zlewni rzeki Skawicy. Przeważnie są to gleby głębokie, mało przesiąkliwe, powstałe z mało odpornych na wietrzenie łupków ilastych (warstw podmagurskich).

Występowanie gleb pyłowych lub pyłowo-gliniastych powstałych z wietrzenia skał fliszowych jest bardzo nieregularne. Większe powierzchnie zajmują one jedynie w dolinie rzeki w rejonie Jordanowa, Osielca oraz w dolnym odcinku Skawicy (wieś Biała). Gleby te mają najczęściej skład granulometryczny pyłów gliniastych lub glin pylastych. Wytworzyły się in situ lub zostały namyte przez wody opadowe. Typowy skład takich gleb przedstawia tabela II. Średnia zawartość części pyłowych w tych glebach maleje z głębokością profilu, przy czym równocześnie rośnie ku dołowi ilość części ilastych.

Ogólnie biorąc wszystkie grupy gleb pokrywające górną część zlewni Skawy zawierają w poziomie próchnicznym przeciętnie około 3,3% próchnicy, a 1,0% w głębszych warstwach. Przeważnie prawie nie zawierają węglanu wapnia i mają z reguły odczyn kwaśny lub nawet silnie kwaśny. Są zwykle bardzo ubogie w łatwo przyswajalny fosfor i przeciętnie zasobne w potas i magnez. Szczególnie brak węglanów wapnia i silnie kwaśny odczyn notuje się w powierzchniowych warstwach pyłowych gleb porośniętych lasami świerkowymi.

W dolnej części zlewni Skawy (poniżej wsi Skawce) oprócz gatunków gleb odnotowanych w górnym biegu rzeki występują jeszcze gleby pyłowe lessowate i lessowe, zwłaszcza na lewobrzeżnych terenach Pogórza Wadowickiego (ryc. 2). Rozmieszczone na tym odcinku zlewni różne gatunki gleb gliniastych, ilastych i pyłowych (wytworzonych na fliszu) pozostają jednak do siebie, pod względem zajmowanych powierzchni, w wyraźnie odmiennych proporcjach niż w górnej części zlewni (tabela III). Mianowicie redukują się do minimum powierzchnie gleb ilastych i gliniastych, zmniejsza się znacznie areal gleb gliniastych szkieletowych, a zdecydowanie wzrasta udział gleb pyłowych o większej przesiąkliwości i podatności na erozję. Różnego gatunku gleby pyłowe zajmują w tej części zlewni Skawy około 56% powierzchni.

Występujące w dolnym biegu rzeki Skawy gleby lessowate i lessowe odznaczają się większą od fliszowych gleb pyłowych zawartością cząstek drobnego pyłu (39—44%) i w związku z tym większą przepuszczalnością i dużym stopniem zakwaszenia. Ich odczyn pod uprawami rolniczymi waha się od pH 4,0—6,5.

Gleby gilniaste ze szkieletem pokrywają w dolnej części Skawy tylko grzbiety wzniesień Małego Beskidu, stanowiących źródłowe odcinki zlewni potoków Berszcz, Ponikiewka, Choczewka oraz rzeki Wieprzanki.

W rezultacie zajmowania w dolnej części zlewni Skawy dużych po-

Tabela III. Udział różnych grup gleb w zlewni rzeki Skawy  
 Table III. Share of different soil groups in the basin of the River Skawa

Obszar Area	Gleby brunatne, bielocze i pseudobielocze Brown, podsolcic, and pseudopodsolic soils						Mady - średnie, średnie z kamieniami i kamieniste Alluvial soils - medium, medium with stones and stony		Suma powierzchni Total area km <sup>2</sup>
	Gliniaste ze szkieletem Gliniaste i ilaste loam soils with skeletal loam and clay soils		Pyłowe wytworzone na finiesz fine sands formed from flysch		Pyłowe lessowate i lessowe fine sands formed from loess forma- tion and loess				
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	
Górna część zlewni po przekroju Szwarc Legiozny w Skawach Upper part of the basin to the hydro- logical section at Skawce	591.1	79.9	99.8	13.5	-	-	48.9	6.6	739.8
Dolna część zlewni od przekroju Skawce do ujścia Lower part of the basin from the sec- tion at Skawce to the mouth	117.4	26.3	141.0	31.4	111.6	24.9	78.0	17.4	448.0
Cała zlewnia Total basin	708.5	59.6	240.8	20.3	111.6	9.4	126.9	10.7	1 187.8

wierzchni przez podatne na erozję gleby pyłowe, w dodatku przeważnie użytkowane rolniczo, woda tej strefy rzeki wykazuje w okresie znacznych opadów podwyższoną mętność. Średnie roczne zmętnienie wody w tym rejonie kształtuje się około  $182 \text{ g/m}^3$  wody. Średni roczny transport zawiesziny w przekroju rzeki w Wadowicach wynosi około 68 tys. ton, a przed jej ujściem do Wisły 96 tys. ton (Brański 1975). Unoszony w wodzie rzeki Skawy mineralny materiał zawiera na omawianym odcinku bardzo dużo niekoloidalnych części spławialnych (0,02—0,002 mm) oraz znaczną ilość części pyłowych (Pasternak, Cyberski 1973).

Mady o składzie granulometrycznym średnich glin pylastych i utworów pyłowych większy powierzchniowy udział mają w dolinie Skawy dopiero poniżej Wadowic, a w dolinie Wieprzanki od Andrychowa (ryc. 2).

### **Budowa koryta rzeki i właściwości drobnoziarnistych powierzchniowych osadów**

Początkowy odcinek koryta Skawy o stosunkowo niewielkim spadku jest dość znacznie wcięty w dno doliny. Wyścielają go przeważnie drobne kamienie z domieszką żwiru, piasku oraz pewną ilością mułu. Większe bloki skalne występują rzadko. Brzegi rzeki są dobrze obudowane biologicznie.

Dno wyłożone dużymi kamieniami lub na pewnych odcinkach całkiem skaliste ma w tym rejonie właściwie tylko lewobrzeżny dopływ Skawy, potok Bystra (o średnim spadku jednostkowym  $9,9\text{‰}$ ).

Skawa w dalszym odcinku, tj. począwszy od wsi Osielec do ujścia rzeki Skawicy, ma koryto wyścielone kamienistym materiałem o wyraźnie większych średnicach niż na początku swego biegu. W zakolach i zaostiskach notuje się jednak równocześnie wzrost zamulenia. Wiąże się to ze wspomnianą na wstępie eksploatacją kamieniołomów w Osielcu.

Rzeka Skawica charakteryzuje się dużym spadkiem jednostkowym ma całe dno wyścielone dużymi odłami skał, a na przelomowych odcinkach wyżłobione w litych skałach, które często tworzą progi i kaskady.

Koryto rzeki Skawy pomiędzy ujściem Skawicy a ujściem potoku Stryszawka na skutek znaczniejszego zmniejszenia spadku oraz poszerzenia dna doliny tworzą utwory kamieniste znowu o nieco mniejszych średnicach. Na skutek szerszego i płaskiego dna doliny, rzeka na niektórych odcinkach rozdziela się na boczne cieki i rozlewiska, którym towarzyszą często rozległe kamieniste terasy i wyspy. W dnie wzrasta udział

żwiru i piasku, a przy brzegach na kamieniach odkłada się pewna ilość mułku.

Potok Stryszawka w całym swym biegu ma dno kamieniste lub skaliste, w środkowym odcinku z domieszką dużej ilości grubego żwiru.

Pomiędzy ujściem Stryszawki a miejscowością Skawce koryto rzeki Skawy podobnie jak powyżej zbudowane jest z kamieni (przeważnie nie przekraczających średnicy 20 cm) z dużą domieszką żwiru i piasku.

Zasilający na tym odcinku rzekę Skawę prawobrzeżny potok Paleczka (średni spadek 13,8‰) w całym swym biegu płynie szeroką doliną, stąd jest mało wcięty w podłoże i tworzy znaczne rozlewiska i duże nieregularnie rozłożone zwałowiska kamieni. Dno tego potoku na całej jego długości jest kamienisto-żwirowe.

Rzeka Skawa poniżej miejscowości Skawce na swych częstych przełomowych odcinkach (przez Beskid Mały, gdzie będzie zlokalizowany zbiornik zaporowy) ma dno, w którym znowu często pojawia się grubszy materiał kamienisty z udziałem dużych bloków skalnych i domieszką grubego żwiru. Ponowne zmniejszenie średnicy kamienistego materiału w dnie Skawy i większa domieszka drobnego żwiru z piaskiem występuje dopiero w pobliżu Wadowic, gdzie rzeka wpływa już na pogórskie obszary.

Podobnie grubokamieniste dno ma dopływający w tym rejonie do Skawy potok Ponikiewka (o średnim spadku 55‰). Zbudowane na nim kilka lat temu zapory przeciwżwirowe zostały już całkowicie zasypane kamieniami.

Na pogórskim odcinku koryto rzeki Skawy (zwłaszcza od ujścia rzeki Wieprzanki) jest już wyścielone przeważnie grubym żwirem z domieszką piasku i wyraźnie mniejszych kamieni. W przybrzeżnych zastoiskach rzeki wzrasta też zamulenie.

Typowy pogórski dopływ Skawy potok Kleczanka (średni spadek 6,1‰) ma koryto znacznie wcięte w podłoże i pokryte w górnym odcinku materiałem żwirowo-piaszczystym, a w dolnym piaszczysto-mulistym.

Zasilające Skawę na terenie Pogórza potok Choczewka i rzeka Wieprzanka tylko w swych początkowych górskich odcinkach mają dno zbudowane z grubego rumoszu skalnego. W dolnym pogórskim biegu ich dna wyścielają grube żwiry z małą domieszką piasku i mułu. Średni spadek całej Choczewki wynosi około 20,9‰, a Wieprzanki tylko w obrębie Pogórza 9,2‰. Rzeka Wieprzanka przegrodzona jest dwoma betonowymi jazami piętrzącymi, przeznaczonymi dla ujęć wody do picia i zasilania młynówek dostarczających wodę do stawów rybnych. Na rzece tej zbudowane są też liczne drewniano-faszynowe progi korekcyjne.

Skawa od ujścia rzeki Wieprzanki aż do ujścia do Wisły ma dno wyścielone na prądowych odcinkach drobnym żwirem z piaskiem, a w strefie bardziej leniwie płynącej wody piaskiem z domieszką żwiru i mułu. Petrograficznej i granulometrycznej charakterystyki rumoszu dna rzeki

Tabela IV. Zawartość mikroekładników, substancji organicznej i pH piaszczysto-gliniastych części osadów kamienisto-zwirowego dna rzeki Skawy i jej niektórych dopływów

Table IV. Content of microelements of organic substance and pH of loamy-sandy fractions of sediments of gravelly-stony bottom of the River Skawa and some of its tributaries

a - 6.V.1974 b - 9.IX.1974

Rzeka River	Miejscowość Locality	Data Date	ppm													Subst. organ. subst. %	C:N	pH
			B	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	Mo	V	Sr	Ba			
Skawa	Skawa	a	84	21.0	156	86	7.2	720	34	27.0	50	7.2	66	168	3.15	19.6	7.3	
		b	20	15.5	204	68	2.0	479	13	2.0	112	9.1	340	560	1.47	22.4	7.5	
Skawa	Kojuszówka	a	72	20.0	156	46	10.8	650	46	30.0	72	7.2	54	156	2.59	17.8	7.0	
		b	14	11.0	166	52	2.0	398	18	sl.tr.	120	7.1	44	100	0.31	12.3	7.4	
Skawica	Biała	a	70	17.0	82	46	7.8	550	40	30.0	94	7.2	42	184	-	-	6.8	
		b	20	17.4	380	87	2.0	562	33	sl.tr.	427	11.0	69	350	1.11	26.5	6.9	
Skawa	Sucha Bask.	a	62	16.0	52	23	10.4	520	28	14.4	108	4.8	58	250	0.83	15.5	7.2	
		b	18	11.0	229	59	2.0	240	15	3.0	724	5.8	50	116	0.60	22.3	7.2	
Pałeczka	Zembrzyce	a	68	18.8	68	54	8.4	400	24	20.0	160	6.8	28	104	1.45	19.5	7.1	
		b	27	19.6	309	71	2.0	457	15	sl.tr.	160	14.0	41	64	0.34	15.0	7.2	
Skawa	Skawce	a	62	17.2	68	23	9.8	460	32	23.0	132	4.4	38	50	3.26	13.7	7.0	
		b	26	25.0	355	105	11.0	468	32	9.0	229	9.1	105	290	720	3.52	13.4	7.1
Skawa	Wadowice	a	92	27.0	180	86	11.6	660	52	36.0	144	7.2	70	60	3.57	15.2	7.1	
		b	27	18.0	174	52	6.0	576	9	3.0	91	5.8	44	132	1.40	19.9	7.1	
Skawa	Tomice	a	68	18.8	68	30	10.0	520	34	23.0	136	5.4	44	58	1.97	15.4	6.9	
		b	15	19.0	219	72	21.0	525	20	4.0	178	4.1	71	108	1.97	15.9	6.9	
Więprzancka	Rudze	a	92	28.0	140	68	11.2	460	28	25.0	140	6.4	47	38	5.12	15.8	6.7	
		b	26	25.7	269	93	90.0	692	16	3.6	251	4.1	96	190	3.41	20.6	6.5	
Skawa	Podolsze	a	70	13.6	52	28	9.8	230	21	14.4	176	5.4	25	32	0.76	17.5	7.2	
		b	10	9.6	107	35	3.0	316	11	1.0	79	3.5	32	54	0.69	16.4	7.2	

Skawy w powiązaniu z budową geologiczną zlewni dostarcza praca Patrowa i innych (1971).

Drobne powierzchniowe osady o składzie luźnego piasku z mułem odkładają się na dnie w całym biegu rzeki w zagłębieniach między kamieniami, zwłaszcza w przybrzeżnych strefach o nieco wolniej płynącej wodzie. Niektóre chemiczne właściwości takich osadów wraz z zawartością w nich mikroelementów przedstawiono w tabeli IV. Jak z danych tych wynika, powierzchniowe osady rzeki Skawy i jej czystych dopływów są mało zasobne w substancje organiczne. Więcej takich substancji zawierają jedynie osady górnego odcinka rzeki Skawy w rejonie wsi Skawa, osady środkowego jej odcinka poniżej potoku Paleczka, który przy ujściu otrzymuje ścieki garbarni oraz osady zanieczyszczonych dopływów np. rzeki Wieprzanki. Oznaczony stosunek C:N wskazuje, że większość tej materii stanowią resztki słabo rozłożonej materii organicznej zmytej ze zlewni. Osady w początkowym odcinku Skawy mają odczyn słabo alkaliczny, a dalej aż do ujścia do Wisły przeważnie obojętne. Wyjątek stanowią jedynie osady Skawy poniżej Wadowic, które mają odczyn słabo kwaśny. Fakt ten wiąże się ze zrzutem ścieków z tego miasta za pośrednictwem ujściowego odcinka potoku Choczewka. Spośród dopływów Skawy słabo kwaśnym odczynem odznaczają się osady rzeki Skawicy, która prowadzi wodę ubogą w sole mineralne, oraz osady rzeki Wieprzanki, zanieczyszczonej przez ścieki komunalno-przemysłowe miasta Andrychowa.

Poziom stężenia mikroelementów w osadach Skawy mieści się, ogólnie biorąc, w przedziale charakterystycznym dla względnie czystych rzek tego typu. Podwyższone zawartości miedzi, cynku, kadmu, ołowiu i chromu w niektórych punktach Skawy świadczą jednak, że otrzymuje już ona pewną ilość mineralnych zanieczyszczeń (Pasternak i in. 1974). Dotyczy to nie tylko miejsc dopływu większych zanieczyszczeń w rejonie miast Wadowice i Andrychów.

### **Wpływ podłoża na chemizm wody**

Zróznicowanie właściwości i morfologii podłoża zlewni rzeki Skawy i jej dopływów odzwierciedla się nie tylko w jej reżimie hydrologicznym i charakterze dna, lecz także w składzie chemicznym wody. Widać to wyraźnie z wyników oznaczeń zawartości mało zmiennych składników wody zamieszczonych w tabelach V i VI. Bardziej labilne biogeniczne składniki wody Skawy określone zostały wcześniej przez Maultz (1972), a w ostatnich latach w osobnej publikacji przez Bombównę (1976).

Woda początkowego odcinka Skawy, w związku z występowaniem



Tabela V. Skład chemiczny wody rzeki Skawy i Jej ważniejszych dopływów w 1971 r. (wartości średnie)  
 Table V. Chemical composition of the water in the River Skawa and its more important tributaries in 1971 (mean values)

Rzeka i Jej dopływy River and its tributaries	Miejscowość (nr punktu) Locality (no of point)	mg/l						Alkaliczność Alkalinity meq/l	Tlen rozpuszcz. Oxygen dissolved O <sub>2</sub> mg/l	Utlenialność Oxydability O <sub>2</sub> mg/l	BET5 BOD <sub>5</sub> O <sub>2</sub> mg/l	pH	Twardość ogólna w °H Total hardness °C
		Cs	Mg	K	Na	Fe	SO <sub>4</sub>						
Skawa	Skawa (1)	61.4	10.8	2.90	9.60	0.02	12.30	3.35	9.8	2.50	1.45	8.2	11.1
	Kojszówka (3)	41.1	9.5	1.84	6.40	0.04	6.50	2.55	10.1	1.50	1.00	8.3	8.0
Skawica	Zawoja II (4a)	20.4	3.7	0.60	1.92	0.01	2.00	1.00	11.6	1.50	0.85	7.8	3.7
	Biaża (4)	23.2	4.1	0.96	2.80	0.02	2.75	1.30	10.3	1.30	1.00	8.0	4.2
Skawa	Maków Podbalański (5)	30.4	7.4	1.44	4.56	0.03	4.00	1.80	10.2	1.40	1.35	8.4	5.9
Styszawka	Sacha Baskidzka (6)	28.6	5.4	2.24	5.28	0.03	5.00	1.65	11.0	1.70	2.25	8.5	5.3
Paieczka	Zembrzyce (7)	35.7	6.5	2.60	6.40	0.04	6.25	1.90	10.8	1.80	2.30	8.5	6.5
Skawa	Strawce (8)	31.7	6.6	1.84	6.00	0.03	6.50	1.75	10.0	1.80	4.35	8.9	6.0
Pomikdewka	przy ujściu (9)	18.6	3.0	2.40	3.44	0.02	3.75	0.70	10.9	1.50	2.05	8.0	3.2
Skawa	powyżej (10) nadstanie	30.7	8.2	2.00	6.00	0.10	6.50	1.80	10.4	2.20	2.70	8.2	6.2
Choczeńska	obok (11)	40.7	9.1	4.76	10.80	0.06	12.20	2.10	10.5	3.70	2.00	8.0	7.8
Kleszanka	Klesza Dolna (12)	47.9	9.1	1.95	8.75	0.03	11.90	2.70	9.9	3.95	3.10	8.0	8.8
Skawa	Witanowice (13)	31.4	8.2	2.16	6.90	0.10	7.50	1.85	11.2	2.80	3.10	8.3	6.3
Wieprzanka	przy ujściu (14)	30.4	5.2	4.52	35.60	0.20	16.75	2.15	10.1	3.70	3.00	8.0	5.4
Skawa	Podolaze (15)	34.3	6.1	2.24	8.48	0.12	8.50	1.80	10.4	2.30	3.57	8.2	6.2

w podłożu magurskich i podmagurskich skał, w których dominują mało odporne na wietrzenie i dość zasobne w wapń warstwy łupkowe, odznacza się dość znaczną w stosunku do wody następnego odcinka rzeki zawartością wapnia i magnezu. Stężenie potasu i sodu w wodzie na tym odcinku rzeki odpowiada przeciętnemu poziomowi tych pierwiastków w czystych rzekach karpackich.

Od miejsca dopływu rzeki Skawicy twardość ogólna wody w rzece Skawie, a w tym zwłaszcza zawartość magnezu, znacznie się obniża. Poniżej ujścia Skawicy w wodzie Skawy notuje się też spadek zawartości potasu. Tak znaczne obniżenie w wodzie tej strefy Skawy, w stosunku do początkowego jej biegu, ilościowego poziomu wymienionych składników chemicznych jest spowodowane dopływem dużej masy wody rzeki Skawicy, bardzo w te składniki ubogiej (tabela V i VI). Stosunek objętościowy wody Skawicy do rzeki Skawy kształtuje się średnio około 1 : 2. Ubóstwo soli mineralnych w wodzie rzeki Skawicy wiąże się natomiast z dominacją w górnej części jej zlewni twardych, słabo wietrzejących, mało zasobnych w zasadowe składniki, piaskowców magurskich budujących najwyższe wzniesienia zalesionego masywu babiogórskiego oraz z ogólnie dużymi spadkami wzniesień, z których spływ wód opadowych jest bardzo szybki. Spływająca szybko po stromych zboczach woda nie ma bowiem możliwości łatwego infiltrowania w głąb gleb i skał, rozpuszczania ich i wzbogacania się w sole mineralne.

W dalszym biegu rzeki Skawy zawartość wapnia w wodzie nie zwiększa się, jak to ma miejsce w przypadku innych rzek. Otrzymuje ona bowiem jeszcze kilka innych dopływów, których woda ma podobnie jak w rzece Skawicy małą twardość ogólną. Do dopływów tych należą rzeka Stryszawka, mająca również znaczny obszar zlewni zbudowany z twardych piaskowców magurskich, takich jak w zlewni Skawicy, i spory odsetek dużych zalesionych wzniesień oraz potok Ponikiewka i częściowo Wieprzanka (tabela V i VI). Potok Ponikiewka, a w początkowym odcinku także rzeka Wieprzanka spływają po podłożu zbudowanym z warstw godulskich i istebniańskich (Wieprzanka także hieroglifowych i łupków menilitowych), które to warstwy, jak już napisano, są ubogie w zasadowe składniki chemiczne i oddają wodom według wcześniejszych stwierdzeń (Pasternak 1968), bardzo mało soli mineralnych.

Nie zmienia przedstawionej hydrochemicznej sytuacji w rzece Skawie dopływ kilku innych większych potoków, takich jak Stryszówka, (potok płynący od Stryszowa), Kleczanka, a także dolna Choczewka, które ze względu na zajmowanie w ich zlewni pewnej części powierzchni przez zasobne w wapń i magnez warstwy krośnieńskie lub inne mają wodę nieco zasobniejszą w wapń i magnez.

Na zwiększenie zasilania wód dolnego odcinka Skawy w wapń i magnez nie może też wpłynąć dominacja w dolnej części zlewni tej rzeki ubogich w zasadowe składniki mioceńskich ilów, czwartorzędowych

Tabela VI. Chemiczne właściwości wody rzeki Skawy i jej ważniejszych dopływów  
(a - podwyższony stan wody - 6.V.1974; b - niski stan wody - 9.IX.1974)

Table VI. Chemical properties of the water in the River Skawa and its more important tributaries  
(a - higher water level - 6.V.1974; b - low water level - 9.IX.1974)

Rzeka i jej dopływy River and its tributaries	Miejscowość (nr punktu) Locality (no of point)	mg/l														Alkaliczność Alkalinity meq/l		Tlen rozpuszczony Oxygen dissolved O <sub>2</sub> mg/l		Utlenialność Oxydability O <sub>2</sub> mg/l		BZT <sub>5</sub> BOD <sub>5</sub> O <sub>2</sub> mg/l		pH		Twardość ogólna Total hardness og	
		Ca		Mg		K		Na		Fe		Cl		SO <sub>4</sub>													
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Skawa	Skawa (1)	55.0	72.9	10.0	11.7	2.60	3.56	8.52	10.76	0.03	0.01	14.75	11.75	42.0	31.4	2.75	4.20	9.60	9.80	4.32	2.16	0.96	0.90	8.1	8.3	10.0	12.9
Bystra	Bystra (2)	33.6	42.9	6.0	7.4	1.85	2.76	5.00	6.80	0.02	0.01	8.10	7.00	26.9	23.2	1.65	2.45	10.00	9.92	2.30	1.36	0.90	1.92	8.0	8.3	6.1	7.7
Skawa	Kojszówka (3)	39.3	43.6	6.9	7.8	2.04	2.96	6.24	8.08	0.04	0.01	11.50	9.00	31.9	22.6	1.90	2.50	9.90	9.12	3.90	1.52	1.10	1.12	8.2	8.4	7.1	7.9
Skawica	Biaża (4)	23.6	31.4	3.0	5.2	1.00	1.60	2.68	3.76	0.01	0.005	5.30	3.50	13.3	17.3	1.10	1.75	9.80	8.96	1.76	0.88	1.10	1.28	7.5	8.3	4.0	5.6
Skawa	Maków Podh. (5)	32.9	41.4	6.1	6.5	1.72	2.64	5.12	7.44	0.03	0.01	8.75	9.25	25.4	20.5	1.65	2.30	10.10	11.68	3.60	1.44	1.60	7.84	8.2	8.4	6.0	7.3
Strykszawka	Sucha Besk. (6)	28.2	36.4	4.6	6.1	2.24	4.00	5.12	9.04	0.02	0.01	8.75	9.50	26.6	23.0	1.30	2.05	10.40	12.00	2.40	1.76	2.24	2.40	8.4	8.9	5.0	6.5
Paleczka	Zembrzyce (7)	38.9	45.0	6.7	5.2	3.00	3.92	6.92	8.00	0.03	0.01	10.30	8.00	29.3	29.0	1.90	2.30	10.72	10.88	2.56	1.28	2.56	2.24	8.1	8.4	7.0	7.5
Skawa	Skawce (8)	32.2	40.7	6.9	6.1	2.08	2.92	5.64	9.84	0.04	0.005	9.50	12.25	25.5	20.0	1.65	2.25	10.56	14.24	4.32	1.76	7.68	4.48	7.9	8.4	6.1	7.1
Ponikiewka	przy ujściu at mouth (9)	20.0	25.7	3.9	4.3	2.32	4.04	3.60	5.84	0.02	0.006	3.50	5.00	27.9	26.3	0.90	1.30	10.08	10.88	3.68	2.00	1.92	3.04	7.5	8.3	3.7	4.6
Skawa	powyżej Wadowice (10)	33.6	40.7	5.6	6.5	2.12	3.00	5.52	8.00	0.02	0.004	8.50	9.75	25.9	30.2	1.65	2.10	10.24	12.16	4.32	1.52	1.28	4.16	7.7	8.2	6.0	7.2
Choczewka	above the Wadowice (11)	43.6	58.6	6.3	8.2	4.08	8.10	8.72	13.28	0.05	0.02	13.75	15.75	46.9	45.0	1.80	2.95	10.72	9.76	3.04	1.60	1.92	1.60	8.0	8.1	7.6	10.1
Kleczańka	Klecza Dol. (12)	40.7	50.7	8.7	9.6	1.80	2.24	7.10	9.68	0.04	0.02	11.90	14.0	25.4	27.9	2.25	2.75	10.60	10.88	3.10	2.48	2.60	3.20	7.9	8.0	7.7	9.3
Skawa	Witanowice (13)	32.9	42.9	5.6	6.5	2.24	3.32	6.24	9.28	0.04	0.01	9.25	10.75	26.7	34.1	1.60	2.15	10.72	11.52	2.96	1.84	2.88	3.04	8.0	8.1	5.9	7.5
Wieprzanka	przy ujściu at mouth (14)	28.6	37.9	4.8	5.6	4.40	5.08	24.24	32.0	0.15	0.01	17.00	20.0	39.7	54.3	1.70	2.20	10.56	8.48	3.60	1.84	3.36	1.92	7.6	7.3	5.1	6.6
Skawa	Podolsze (15)	34.6	45.0	5.0	7.4	2.56	3.88	8.36	12.40	0.10	0.01	10.75	13.8	33.8	38.3	1.60	2.30	11.52	10.40	2.88	1.70	5.60	2.56	7.5	7.8	6.0	8.0

Tabela VII. Przykłady zawartości ważniejszych jonów w wodach studni gospodarskich usytuowanych w zlewni rzeki Skawy na terenach zbadanych z odmiennych skał (przeciętne wartości)

Table VII. Examples of the content of more important ions in the water of domestic wells situated in the catchment basin of the River Skawa on land built of different rocks (average values)

Miejscowość Locality	Położenie Situation	Głębokość studni w m Depth of the well in m	Podłoże skalne Rock substratum	mg/l						Alkaliesność Alkalinity (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> mg/l
				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	
Szytkowice	Szczyt wzniesienia Top of the elevation	4.0	Podłoże skalne Rock substratum	80.8	36.9	2.16	13.20	27.5	85.0	5.10
Skawa	Dolina rzeki River valley	2.0	Warstwy magurskie i pod- magurskie z Żupkami	118.6	18.6	6.56	14.20	20.8	50.0	6.60
Naprawa	Górna część stoku Upper part of the slope	3.0	Magura and sub- Magura sandstones and shales	87.2	37.3	9.52	44.96	80.5	47.5	6.35
Zawoja II	Dolina rzeki River valley	2.0	Twarde piaskowce ma- gurskie Hard Magura sandstones	37.2	20.4	8.56	16.60	20.5	38.7	3.05
Marganica	Górna część stoku Upper part of the slope	3.0	Warstwy istebniańskie i Sodułskie	22.9	12.1	4.80	6.00	23.5	22.6	1.65
Pexlee	Dolina część stoku Lower part of the slope	1.0	Istebna and Godula shales and sandstones	20.7	5.6	2.48	7.20	9.5	31.9	0.99
Checznia	Dolina część stoku Lower part of the slope	2.0	Żupki menilitowe Menillite shales	45.0	19.1	57.36	29.40	36.0	74.9	3.90

utworów oraz lepiej przesiąkliwych gleb lessowatych. Z tych ostatnich utworów wapń i magnez zostały już bowiem w większości wymyte.

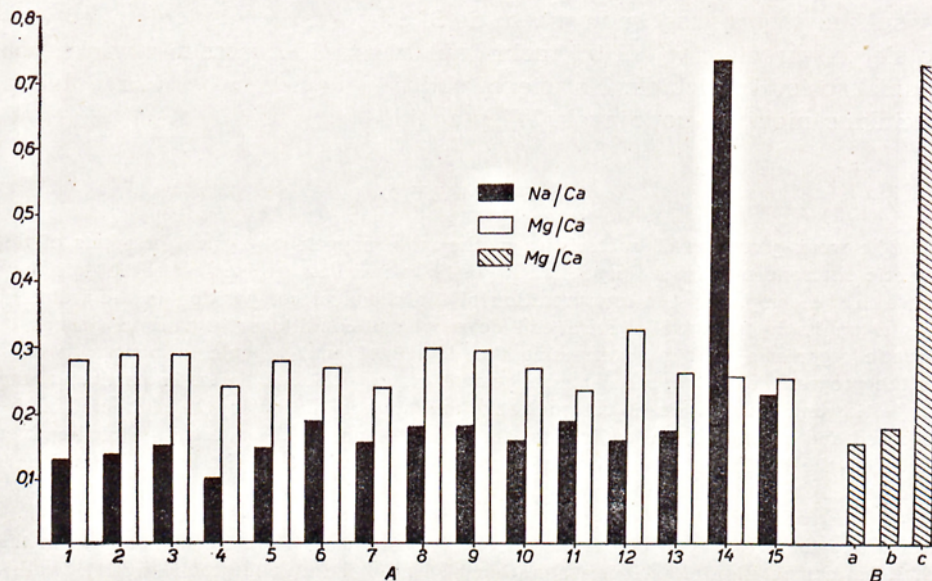
Wody dolnego odcinka rzeki Wieprzanki nie wzbogacają w znacznym stopniu w wapń i magnez występujące w zlewni punktowo małe wychodnie skał wapiennych lub innych skał zasobnych w wapń oraz dopływ podczyszczonych ścieków z miasta Andrychowa. Dopływ miejskich ścieków (z Wadowic) zmienia natomiast radykalnie skład wody przyujściowego odcinka innego pogórskiego dopływu Skawy, jakim jest potok Choczewka.

Zawartość żelaza w wodzie Skawy ogólnie biorąc jest mała. Jest to rezultat trudnej jego migracji z przeważnie dość zwartej pokrywy glebowej zlewni rzeki oraz dobrego natlenienia i zasadowego odczynu jej wody. Minimalny jego wzrost w dole rzeki, zdaje się, jest związany nie tyle z mniej związłymi glebami zlewni, co z wpływem zanieczyszczeń. Ogólna ilość soli w poszczególnych punktach rzeki wzrasta w czasie niskich stanów wody.

Zróżnicowanie jakości podłoża w obrębie zlewni rzeki Skawy zaznacza się w podobny sposób również w składzie chemicznym wód podziemnych, pobieranych z płytkich studni (tabela VII). Na terenach początkowego odcinka zlewni Skawy, gdzie przeważają warstwy magurskie z dużym udziałem marglistych łupków, wody badanych studni zawierają największą ilość zasadowych składników mineralnych. W najbardziej górzyskiej części zlewni (dolina rzeki Skawicy) zbudowanej z twardych piaskowców magurskich zawartość wapnia i magnezu w wodzie studni jest nieco mniejsza. Najuboższe w sole wapnia i magnezu, a także inne mineralne składniki są wody studni położonych na zboczach zlewni zbudowanych z warstw istebniańskich i godulskich (zlewniak Ponikiewki i początkowa część doliny Wieprzanki). Zawartość soli wapnia i magnezu w wodzie studni w obrębie zlewni środkowego biegu potoku Choczewki, gdzie przeważają łupki menilitowe z małym udziałem towarzyszących im marglistych łupków, pozostaje na pośrednim poziomie pomiędzy łupkowymi warstwami magurskimi a istebniańskimi i godulskimi. W składzie wody studni z terenu zlewni Choczewki zasługuje ponadto na uwagę wyjątkowo duża ilość potasu.

Jednym z kryteriów pozwalających na bliższą geochemiczną charakterystykę wód i wysnuwania wniosków odnośnie do ich pochodzenia względnie zmian pod wpływem antropogenicznych czynników, są jak wykazano to między innymi na terenie Niemiec, a także południowej Polski stosunki  $Mg/Ca$  i  $Na/Ca$  (Klose 1971, Oleksynowa 1970).

W celu osiągnięcia tego rodzaju charakterystyki badanych wód obliczono stosunki (mval)  $Mg/Ca$   $Na/Ca$  i zestawiono je na ryc. 3, w kolejności od źródłowego odcinka rzeki aż do jej ujścia. Dla porównania na rycinie tej podano też przeciętne stosunki  $Mg/Ca$  charakterystyczne dla kilku ważniejszych skał osadowych, obliczone na podstawie danych T u -



Ryc. 3. A — zmienność średnich wartości (w mval) stosunków Mg/Ca a Na/Ca w wodzie w podłużnym przekroju rzeki Skawy i niektórych jej dopływów (numeracja punktów badań jak w tabelach V—VI); B — przykład stosunków Mg/Ca w niektórych skałach osadowych: a — wapiennych, b — piaskowcach, c — ilastych (obliczony wg danych Turekiana i Wedepohla, 1961)

Fig. 3. A — variability of mean values (in mval) of Mg/Ca and Na/Ca ratios in the water in the longitudinal cross-section of the River Skawa and some of its tributaries (numbers of sampling stations as in Tables V and VI); B — example of the Mg/Ca ratios in certain sedimentary rocks: a — calcareous rocks, b — sand rocks, c — clay rocks (calculated according to the data of Turekian and Wedepohl, 1961)

rekiana i Wedepohla (1961). Z porównania tych wartości wynika, że spośród badanych wód jedynie wody rzeki Skawicy, Paleczki i Stryszawki, które spływają z twardych piaskowców magurskich, mają stosunki Mg/Ca najbardziej podobne do przeciętnych stosunków podanych dla piaskowców przez wymienionych badaczy. W wodzie rzeki Skawy, zwłaszcza na początkowym jej odcinku, stosunki Mg/Ca są wyraźnie wyższe od przeciętnych przyjętych do porównania. Wynika to z nieco podwyższonej zawartości magnezu w wodach na skałach magurskich. Ponadto warto nadmienić, że stosunek Mg/Ca w wodzie Skawy wykazuje tendencję spadkową w kierunku od źródeł do jej ujścia. Najwyższą wartość Mg/Ca, czyli stosunkowo największą ilość magnezu, ma woda potoku Kleczanka, otrzymującego część wód z podłoża zbudowanego z warstw krośnieńskich. Fakt ten potwierdza wcześniejsze stwierdzenia autora, że wody spływające z tych warstw są z reguły w magnez zasobne (Pasternak 1968).

Uzyskane wartości stosunku Na/Ca wskazują natomiast na nieznacz-

ny sukcesywny wzrost sodu w wodzie Skawy wraz z jej biegiem, co wiąże się ze wzrostem w dół tej rzeki dopływu zanieczyszczeń z większych skupisk osiedli ludzkich. Najwięcej sodu występuje w wodzie dolnego odcinka zanieczyszczonej rzeki Wieprzanki.

#### SUMMARY

The work gives the characteristics of the more important physical elements of the aquatic environment of the Carpathian River Skawa and its tributaries. These data may serve in the comprehensive interpretation of the chemical composition of the water of this river, its hydrological system and development conditions for various groups of aquatic organisms, and in determining the degree of antropogenic influences as well as the programme of the optimal management of the drainage basin. In particular, the properties and distribution of various rocks and soils in the basin, the character of the riverbed and of fine bottom sediments, and the influence of the substratum of the river basin on the quality of the water are thoroughly discussed in the work. Attention is also paid to the intensification of soil erosion.

It was found that the differentiation in the properties and morphology of the substratum of the river basin of the Skawa and its tributaries is reflected not only in the chemical composition of surface waters but also in shallow underground waters (wells). The water of the initial river sector, built of Magura and Sub-Magura layers with a considerable share of marle shales, has the greatest content of basic components. In the areas where the highest eminences, built of hard sandstones with loamy-siliceous binding medium, occur, the content of salts, calcium, magnesium, and potassium is distinctly smaller (the beginning of the middle river course). The smallest amounts of these salts are found in the tributaries of the Skawa which drain areas built of sandstone-shale layers of Istebna and Godula, poor in basic chemical components (the lower sector of the middle river course). In consequence, the content of calcium and magnesium in the river water decreases with its course (contrary to other Carpathian rivers).

The Mg/Ca ratio (meq) in the water of the investigated river is slightly higher than in the purely sandstone rocks. The highest value of Mg/Ca, i.e. the relatively highest amount of magnesium, occurs in the water in the Kleczanka stream, which receives some of its water from the substratum built of Krosno layers. Local pollution of the river is still negligible (with the exception of its two tributaries, the Choczewka stream and the Wieprzanka River). The calculated values of the Na/Ca ratio in the water suggest a slight gradual increase in the sodium content with the flow of the river. The content of iron in the river water is small in its whole length.

The C:N ratio determined in the sediments shows that the remnants of poorly decomposed organic matter washed from the catchment area constitute the major part of the organic matter accumulated in the bottom. In the initial sector of the Skawa the sediments have a weakly alkaline reaction and then, up to the river mouth, a mostly neutral one (acid at the points of the inflow of municipal wastes). In the sediments of the investigated river the level of microelement concentration is in general of the order characteristic for fairly pure rivers of this type.

#### LITERATURA

- Bombówna M., 1976. Rzeka Skawa — chemizm wody i eutrofizacja — The River Skawa — water chemism and eutrophication. *Acta Hydrobiol.*, 18, 407—420.  
 Brański J., 1975. Ocena denudacji dorzecza Wisły na podstawie wyników pomiarów rumowiska unoszonego. *Prace Inst. Meteorol. i Gosp. Wod.*, 6, 5—58.

- Klose B., 1971. Die Bedeutung des MgO/CaO-Verhältnisses bei der Grundwasserschliessung. Ztschr. ang. Geol., 17, 162—169.
- Książkiewicz M., 1958. Stratygrafia serii magurskiej w Beskidzie Średnim. Biul. Inst. Geol., 135, 43—96.
- Książkiewicz M., J. Samsonowicz, E. Rühle, 1965. Zarys geologii Polski. Warszawa, Wyd. Geolog.
- Maultz S., 1972. Chemizm wód dopływów górnej Wisły. Folia Geograph., ser. geograph.-phys., 6, 5—101.
- Oleksynowa K., 1970. Charakterystyka geochemiczna wód tatrzańskich — Geochemical characterization of the waters in the Tatra Mountains. Acta Hydrobiol., 12, 1—110.
- Pietryga Z., 1967. Hydrografia dorzecza Skawy. (maszynopis — typescript). Państw. Inst. Hydrol. i Meteorol., Kraków.
- Pasternak K., 1968. Skład chemiczny wody rzek i potoków o zlewniach zbudowanych z różnych skał i gleb — The chemical composition of waters of rivers and streams from drainage areas built of various rocks and soils. Acta Hydrobiol., 10, 1—25.
- Pasternak K., J. Cyberski, 1973. Skład granulometryczny unosin wód rzek karpackich na tle jakości podłoża ich zlewni. Probl. Zagosp. Ziem Górskich PAN, 12, 131—152.
- Pasternak K., R. Turski, S. Baran, 1974. Zawartość mikroelementów w osadach dennych i wodzie rzek Przemszy i Wisły na odcinku ich najsilniejszego zanieczyszczenia — Trace elements content in the bottom sediments and water of the rivers Przemsza and Vistula in the section of its most intense pollution. Ochrona Przyr., 40, 351—360.
- Patrow F., H. Słota, J. Szczęsny, W. Woźniak, 1971. Charakterystyka rumowiska rzeki Soły, Skawy i Raby. Inst. Gosp. Wod., Zakł. Zagosp. Terenów Górskich, Kraków.
- Punzet J., 1976. Charakterystyka hydrologiczna rzeki Skawy i jej ważniejszych dopływów — Hydrological characteristic of the River Skawa and its more important tributaries. Acta Hydrobiol., 18, 353—381.
- Tokarski A., 1966. Przekrój osadów czwartorzędowych w dolinie Skawy u wylotu Wieprzówki. Kwart. Geol., 10, 851—862.
- Turekian K. K., K. H. Wedepohl, 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Bull. Geol. Soc. Amer., 72, 175—191.
- Praca zbiorowa (red. S. Sokołowski) 1958. Mapa geologiczna Karpat Polskich 1:200 000. Inst. Geol.
- Praca zbiorowa 1958/59. Mapa gleb Polski 1:300 000, arkusz Cieszyn, Wyd. A. IUNG.

Adres autora — Author's address

doc. dr hab. Kazimierz Pasternak

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, ul. Sławkowska 17, 31-016 Kraków