

KAZIMIERZ PASTERNAK

Szkic geologiczno-gleboznawczy zlewni rzeki Raby

A geological and pedological sketch of the river Raba catchment basin

Wpłynęło 14 października 1968 r.

Abstract — The paper contains general hydrological data and a characteristic of the morphology, of the geologic structure, and of the soil cover of the catchment basin of the Carpathian river Raba. It also gives a description of the sediments occurring in its bed and information about the results of investigations of the chemical composition of the water. The physicochemical properties of rocks and soils of this catchment basin and processes of erosion are extensively dealt with. A dependence of the chemical composition of the river water on the properties of the substratum and the morphology of the catchment basin is demonstrated.

Niniejsze opracowanie jest częścią zbiorowych badań nad rzeką Rabą podjętych przez Zakład Biologii Wód PAN w Krakowie. Przy jego realizacji wykorzystano geologiczne i gleboznawcze dane z literatury oraz wyniki własnych uzupełniających badań. Prace własne wykonane w 1967—1968 r. obejmowały terenowe i laboratoryjne badania niektórych właściwości gleb i skał zlewni oraz utworów dennych i wody rzeki. Skład wody rzeki i niektórych wybranych jej dopływów oznaczono metodami podanymi przez Justa i Hermanowicza (1964) i Standard Methods (1955). Praca ma przede wszystkim na celu dostarczenie materiału do możliwie wyczerpującego scharakteryzowania ustroju i środowiska wodnego badanej rzeki.

Fizjografia zlewni

Rzeka Raba wypływa na zachodnim krańcu karpackiego pasma Gorców na wysokości 780 m n.p.m. Od źródeł po Chabówkę płynie w kierunku NE wąską doliną otoczoną niskimi wzniesieniami (550—820 m n.p.m.) o stromych lub średnio stromych tarasowych zboczach, użytkowanych przeważnie rolniczo. Najmniejsze poprzeczne spadki, występujące w rejonie obniżenia Raba Wyżna—Chabówka, wynoszą 5°. Po przepłynięciu pod Rabką małej erozyjnej kotlinki i przyjęciu kilku większych potoków, rzeka przełamuje się pomiędzy Luboniem Wielkim (1025 m n.p.m.) a brzeżnymi wzniesieniami Gorców (Grzebień 679 m, Potoczkowa 747 m) bardzo

wąską, głęboką doliną o stromych, podciętych zboczach i wypływa na północny skraj prawie bezleśnej kotliny Mszany Dolnej. Tu łączy się ze swym największym górskim dopływem, rzeką Mszanką, która odwadnia wraz ze swymi dopływami północne stoki najwyższych wzniesień Gorców. Średni spadek rzeki Raby na tym odcinku jest dość duży (tabela I).

Tabela I. Średnie roczne przepływy, odpływy jednostkowe (wg PIRM) i średnie spadki Raby oraz opady na obszarze jej zlewni
Table I. Mean annual yield and unitary outflows (according to PIRM); the gradient of the River Raba and rainfall in its basin area

Miejscowość Locality	Powierzchnia zlewni Surface of the basin km ²	Przepływ Mean yield km ³ /sec.	Odpływ Mean outflow l/sec./km ²	Odległość od ujścia Distance from the mouth km	Spadek Gradient ‰	Opady Rainfall
źródła rzeki sources of the river	0.0	-	-	129.7	11.80	750-1100
Mszana Dolna	162.00	1.2	7.7	96.0	3.65	700-1000
Stróża	642.45	5.9	9.2	76.0	3.10	
Gdów	927.79	9.5	10.3	48.3	0.94	650-700
Proszówki	1467.13	16.0	10.9	21.7	0.64	
Ujście Solne	1527.77	-	-	0.0	-	-
		Dopływy Tributaries				
Rzeka Mszanka River	173.72	2.82	16.4	-	21.40	średnie mean 1025
Rzeka Stradonka River	368.00	5.03	13.7	-	12.20	średnie mean 834

Gorce stanowią duży szeroki wał górski (900—1310 m n.p.m.) o stromych stokach, w wyższych partiach w całości zalesionych świerkiem, ponacinanych przez liczne potoki. Pasma Lubonia (Beskid Wyspowy) tworzą krótkie i wąskie zalesione grzbiety górskie o bardzo stromych stokach, zwłaszcza od strony rzeki Raby.

Po opuszczeniu kotliny Mszany rzeka płynie po Myślenice w kierunku NW szerszą niż dotąd doliną (0,5—1,0 km) wśród dość wysokich stromych i zalesionych wzniesień Beskidu Wyspowego i Średniego (560—977 m n.p.m.). Na tym odcinku przyjmuje szereg dużych potoków i ma znacznie mniejszy spadek. Skutkiem tego płynie tu już bardziej kapryśnie zmieniając często po wylewie swoje koryto. Spadki zboczy w rejonie Lubonia i w źródłowym obszarze Mszanki przekraczają niekiedy 45°, a na pozostałym górskim terenie (z wyjątkiem obszaru Raba Wyzna—Chabówka) wahają się 20—30°. W przelomowym przewężeniu doliny w Stróży planowana jest budowa zbiornika zaporowego. Na prawym brzegu rzeki teren górski przesuwają się jeszcze nieco dalej poza Myślenice (zgodnie z brzegiem nasunięcia magurskiego) przechodząc w teren Pogorza Wie-

lickiego, w rejonie źródeł potoków Trzemeśnia i Krzyworzeka, dość wysokim progem.

Pomiędzy Myślenicami a wsią Kunice przed Gdowem rzeka przecina (NE) szeroką doliną teren Pogórza Wielickiego, bardzo nieznacznie tylko zmniejszając spadek. W zwężeniu doliny pod Dobczycami planowana jest budowa zbiornika zaporowego. Pogórze Wielickie tworzą szerokie garby (350—500 m n.p.m.) o przebiegu równoleżnikowym podzielone obniżeniami dolin licznych cieków (Klimaszewska 1939/46). Na lewym brzegu rzeki spadki zboczy są łagodne, na prawym niekiedy dość znaczne. Największe wzniesienia i spadki Pogórza występują w pasmie Ciecień (835 m) — Grodzisko (623 m n.p.m.). Stopień zalesienia Pogórza jest stosunkowo mały.

Przed osiągnięciem Gdowa rzeka wpływa w bardzo szerokie obniżenie miocenne. Lewy brzeg jej doliny tworzy płaski teren Przedgórze (200—320 m n.p.m.), a prawy południowo-wschodnia część wzniesień Pogórza Wielickiego, odwadnianego przez największy dopływ Raby, rzekę Stradomkę. Na tym odcinku rzeka zmniejsza gwałtownie spadek i przy dużym odkładaniu rumoszu i wypłycaaniu koryta często wylewa na niskie lewo-brzeżne tereny.

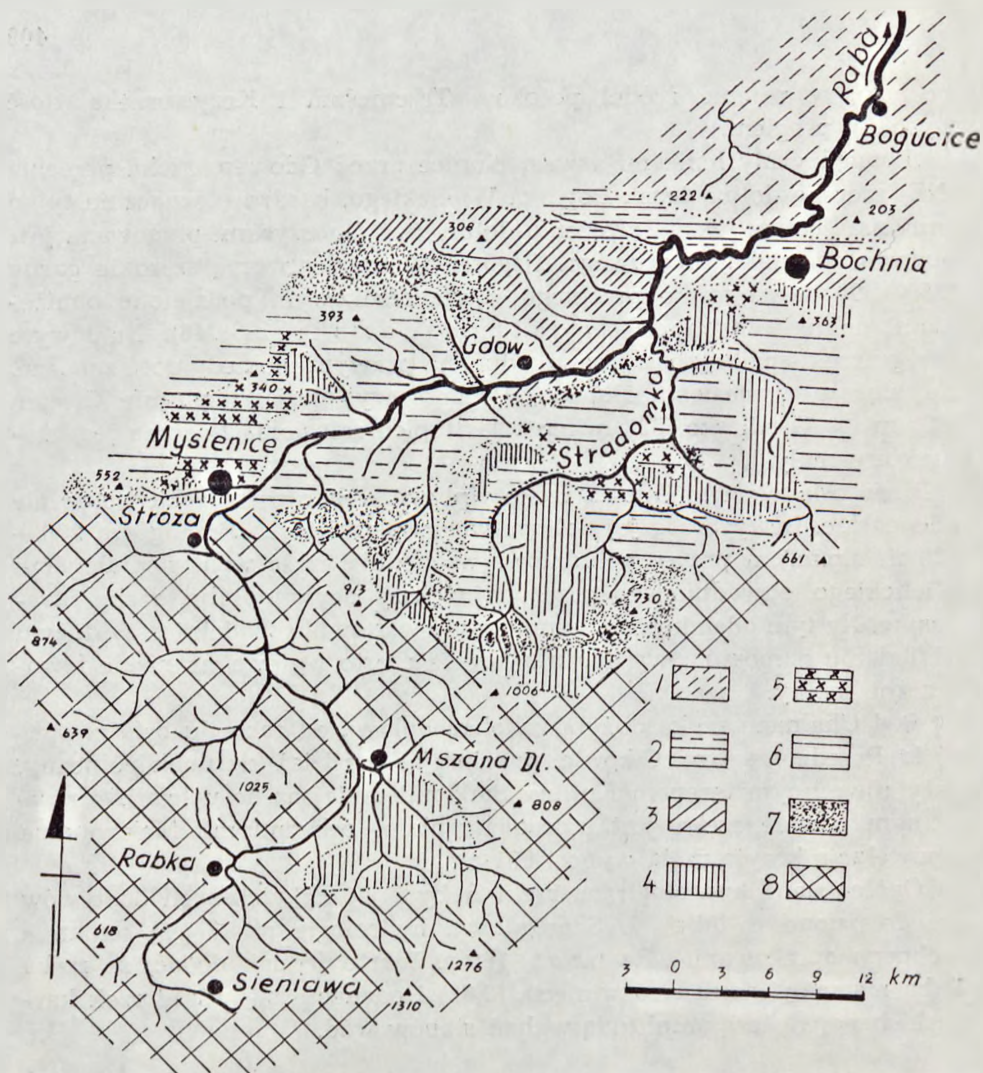
Pod Chełmem rzeka dużym zakolem opływa od zachodu ostatnie pagórki Przedgórze i od Cikowic, przyjmując bardziej kierunek północny, dąży równinnym terenem Kotliny Sandomierskiej aż do ujścia. Na równinnym terenie rzeka jest otoczona wałami ochronnymi. Maksymalna deniwelacja koryta rzeki wynosi 601 m.

Ogólne dane hydrologiczne rzeki Raby i jej największych dopływów przedstawiono w tabeli I. Szczegółowa hydrologia rzeki jest tematem osobnego opracowania (Punzet 1969). Warto jednak dodać, że rzeka Raba ma mały stopień rozwinięcia (2,02) i odznacza się wśród rzek karpackich największą amplitudą wahań stanów wód.

Skąły

Podłoże skalne prawie całego górskiego obszaru zlewni rzeki Raby, z wyjątkiem rejonu okna tektonicznego obejmującego dolną i środkową część zlewni rzeki Mszanki, budują piaskowcowo-łupkowe utwory serii magurskiej i warstw podmagurskich (ryc. 1).

Warstwy magurskie tworzą gruboławicowe, średnioziarniste piaskowce o spoiwie ilasto-wapnistym lub ilastym (w średniej ilości) z dużą ilością miki, czasem ze strzałką kalcytu, poprzedzielane różnej grubości ławicami szarozielonych ilastych, pylastych lub marglistych łupków. Piaskowce te są w górnych poziomach dość głęboko odwapnione (około 2 m), przez co stają się kruche i łatwo rozdzielają się na płyty o różnej grubości. Słabo wapniste, drobnoziarniste glaukonitowe piaskowce magurskie (fa-



Ryc. 1. Mapa geologiczna zlewni rzeki Raby (wg Przeglądowej Mapy Geologicznej Polski — Praca zbiorowa 1953/54). 1) Iły łupkowe i ily krakowieckie; 2) piaski i ily grabowieckie; 3) ily facji solonośnej przykryte lessami; 4) piaskowce i łupki krośnieńskie; 5) pstre łupki i margle oraz łupki i piaskowce hieroglifyowe (eocen); 6) łupki i piaskowce istebniańskie oraz godulskie; 7) łupki cieszyńskie górne, piaskowce grodziskie, łupki i piaskowce lgockie, margle pstre i piaskowce bryozoowo-litotamiowe (kreda); 8) piaskowce i łupki magurskie oraz podmagurskie, łupki i piaskowce inoceramowe

Fig. 1. Geological map of the basin of the River Raba (according to small-scale geological map of Poland — Collective paper 1953/54). 1) Krakowiec shaly clays and clays; 2) Grabowiec sands and clays; 3) Clays of the salt-bearing facies with loess cover; 4) Krosno sandstones and shales; 5) variegated shales, marls, shales, and hieroglyphic sandstone (eocene); 6) Istebna shales and sandstones, Godula shales and sandstones; 7) Upper Cieszyn shales, Grodzisko sandstones, Lgota shales and sandstones, variegated marls and bryozoo-lithotome sandstones (cretaceous); 8) Magura and sub-Magura sandstones and shales, Inoceramus shales and sandstones

cja północna — Książkiewicz 1958), o spoiwie najczęściej ilastym lub ilasto-krzemionkowym, występują jedynie w dolnej części górskiej zlewni Raby od miejscowości Lubień (zlewnie potoków Kszczonówka, Trzebunia). Piaskowce tego typu rozpadają się raczej na prostopadłościanny. W obu facjach warstw magurskich łupki mają podobny charakter i występują, w stosunku do piaskowców, w dość zmiennych ilościach. Na ogół jednak w obrębie zlewni Raby w warstwach magurskich przeważają ich górne ogniwa, tj. twarde gruboławicowe piaskowce. Budują one przede wszystkim wyższe wzniesienia. Znaczny udział łatwiej wietrzejących łupków czy zlepieńców zaznacza się w krajobrazie większymi lub mniejszymi obniżeniami.

Warstwy podmagurskie zajmują w porównaniu z warstwami magurskimi stosunkowo małe powierzchnie. Składają się głównie z marglistych, ilastych lub krzemiankowych łupków poprzekładanych cienkimi ławicami twardych, wapnistych piaskowców, często z miką i strzałką kalcytu, łupiących się kanciasto (Swiderski 1932, Kozikowski 1956, Książkiewicz 1958).

W oknie tektonicznym w obrębie zlewni rzeki Mszanki występują nie tylko najniższe ogniwa warstw magurskich, tj. bardziej wapniste łupkowo-piaskowcowe warstwy inoceramowe i pstre łupki z piaskowcami hieroglifowymi, lecz także w centralnej części (Mszana Dolna, Konina, Olszówka) podścielające je, zasobne w wapń, piaskowcowo-łupkowe warstwy krośnieńskie z wtrąceniami ciemnych bezwapniowych łupków menilitowych (Swiderski 1932, Kozikowski 1956). Warstwy inoceramowe występują również w głębokiej dolinie rzeki Raby pomiędzy Zarytem a Mszaną Dolną oraz w innych mniejszych erozyjnych odsłonięciach (Lubomierz, Kasina Wielka) piaskowca magurskiego. Z uwagi na małe powierzchnie, jakie te warstwy zajmują, nie zostały one na załączonej mapie (ryc. 1) wyodrębnione z utworów magurskich.

Podłoże pogórskiej części zlewni, począwszy od Myślenic, tworzą różne wiekowo i litologicznie fliszowe utwory skalne serii śląskiej (zewnętrznej). Rozmieszczenie na tym obszarze różnorodnych warstw tej serii jest bardzo zmienne, miejscami wręcz mozaikowe. Tereny zlewni lewego brzegu Raby, od Myślenic po Kunice, z wyjątkiem dużego wysadu eocen-skich pstrych łupków z piaskowcami hieroglifowymi i warstw krośnieńskich w trójkącie Myślenice—Zakliczyn—Siepraw, budują prawie bezwapienne warstwy istebniańskie oraz stosunkowo mniejsze kompleksy słabo wapnistych warstw godulskich (Burtanówna 1933). Tego rodzaju warstwy stanowią także podłoża prawobrzeżnych podgórskich terenów obejmujących dolną i środkową część zlewni potoku Trzemeśnia oraz dolne odcinki zlewni potoku Krzyworzeka i rzeki Stradomki. Warstwy istebniańskie i godulskie występują ponadto w małych powierzchniach wśród innych skał w środkowej i górnej zlewni Krzyworzeki i Stradomki (np. w paśmie Ciecień—Grodzisko).

Warstwy istebniańskie dolne (kreda) składają się na ogół z gruboławicowych szarych piaskowców arkozowych i zlepieńców, o skąpym spoiwie ilastym, poprzegradzanych ciemnymi łupkami. Łupki tworzą w tych warstwach często grube kompleksy, a nawet wypierają piaskowce. Górne warstwy istebniańskie wykształcone są przeważnie w postaci czarno-szarych łupków ilastych z cienkimi ławicami piaskowców. Warstwy godulskie (kreda) stanowią kompleks drobnoziarnistych piaskowców, przeważnie glaukonitowych, o spoiwie ilastym z pstrymi łupkami. W północnej części Pogórza warstwy godulskie reprezentowane są zwykle tylko przez pstre łupki (facja wielicka).

Górną część zlewni potoku Trzemeśnia, górną i środkową zlewnię Krzyworzeki i Stradomki, z wyjątkiem niektórych ich źródłowych strumyków wypływających z czoła nasunięcia magurskiego, tworzy kompleks skał o znacznej zawartości wapnia. W skład tego kompleksu wchodzi kredowe górne łupki cieszyńskie, warstwy grodziskie i lgockie, piaskowce bryozoowolitotamiowe z pstrymi marglami i łupkami oraz trzeciorzędowe warstwy krośnieńskie. Warstwom krośnieńskim zajmującym na tym obszarze dość znaczne powierzchnie towarzyszą wąskie pasma bezwapiennych, bitumicznych łupków menilitowych oraz niekiedy większe ławice pstrych łupków eoceńskich i piaskowców hieroglifowych z marglami (piaskowce ciężkowickie są słabo rozwinięte).

Taki sam kompleks fliszowych kredowych skał wapnistych występuje również na lewym brzegu Raby, pod pokrywą lessów, w trójkącie Chorąg-wica—Łazany—Kunice, rozdzielając warstwy istebniańskie od solonośnych miocenijskich utworów budujących obszar obniżenia Gdowa. Pod Kunicami skały te przechodzą wąskim pasmem na prawy brzeg Raby, gdzie biegną na kontakcie tych samych utworów skalnych wzdłuż pierwszych wzniesień południowo-wschodniej części Pogórza aż po Bochnię.

Górne łupki cieszyńskie to miękkie, ciemne, margliste łupki przeławicowane cienkimi wapnistymi piaskowcami mikowymi z żyłami kalcytu. Warstwy grodziskie składają się z wapnistych piaskowców z marglistymi łupkami. Warstwy lgockie wykształcone są przeważnie w postaci twardych ciemnoszarych, krzemionkowych słabo wapnistych łupków. Towarzyszą im drobnoziarniste krzemionkowe piaskowce. Warstwy krośnieńskie są zespołem marglistych szarych łupków z wapnisto-ilastymi, drobnoziarnistymi piaskowcami mikowymi. Wkładki piaskowców nie są zbyt częste (Książkiewicz 1951, Skoczylas-Ciszewska 1952).

Cały przedgórski teren obniżenia Gdowa na lewym brzegu rzeki Raby począwszy od wsi Kunice i prawobrzeżny przydolinny pas (0,5—3,0 km) płaskiego obszaru wzdłuż czoła południowo-wschodniej części Pogórza po Bochnię wyścielają ciemnoszare miocenijskie ily solonośne warstw chodeńskich przykryte grubą warstwą lessów. W iłach solonośnych, obok soli kamiennej i gipsów, występują wkładki tufitów i szarych skrzemienia-

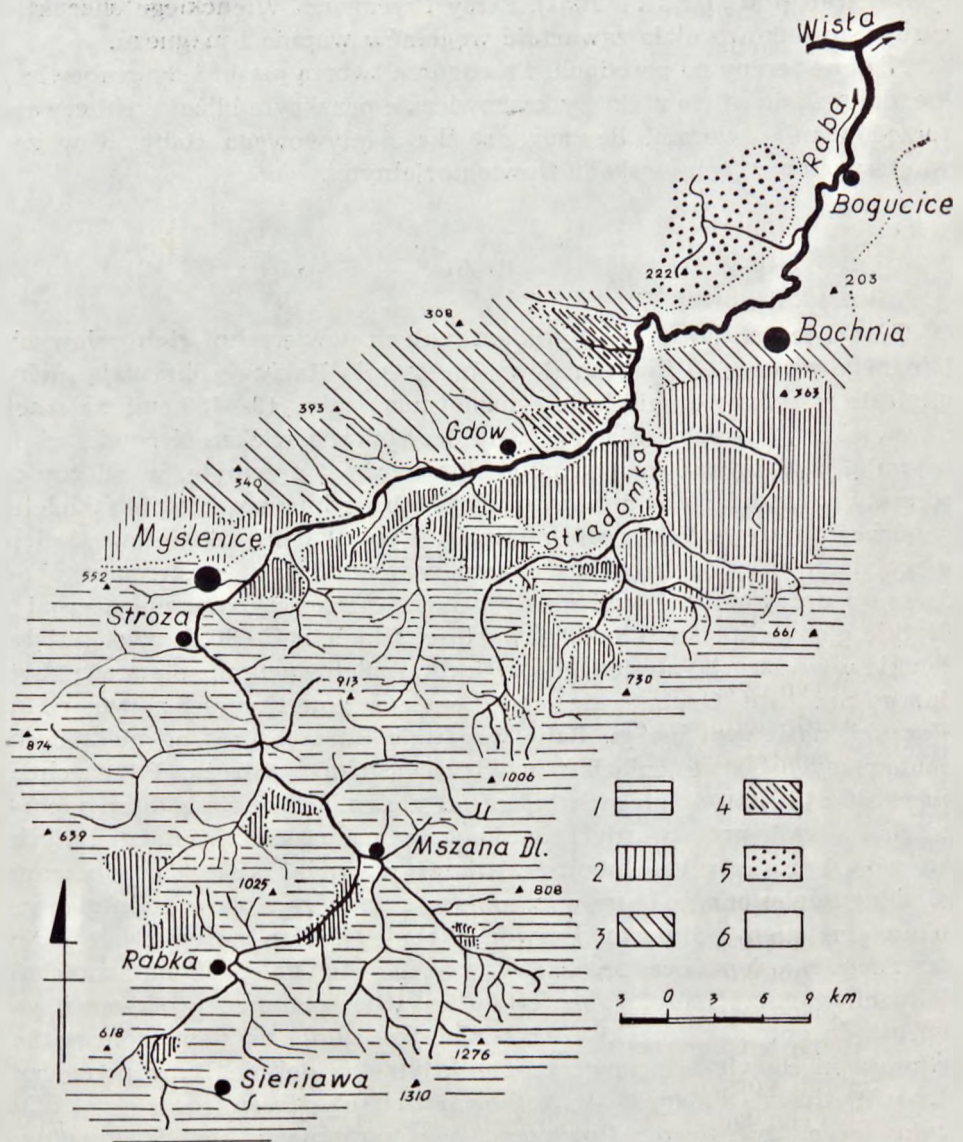
łych margli (P o b o r s k i 1952). Lessy Przedgórze Wielickiego charakteryzuje stosunkowo mała zawartość węglanów wapnia i magnezu.

Nizinne tereny na przedpolu Przedgórze tworzą piaski i ropy grabowicze, dalej aż do ujścia rzeki ropy krakowieckie przykryte bliżej rzeki czwartorzędowymi utworami dawnego stożka napływowego Raby, a w zewnętrznych partiach piaskami fluwioglacjalnymi.

Gleby

Górski teren zlewni, z wyjątkiem małych powierzchni gleb pyłowych i jednego płatu gleb ilastych (lewy brzeg koło Rabki), pokrywają gleby gliniaste szkieletowe i gliniaste o różnej miąższości (10—150 cm), zależnej od wysokości ich położenia (ryc. 2). Zdecydowaną większość powierzchni zajmują, wytworzone in situ, mniej lub bardziej przemyte, w zależności od szaty roślinnej, gleby gliniaste z małą lub średnią zawartością szkieletu w górnej warstwie. Ta na ogół niewielka i wyrównana szkieletowość gleb sprzyjała, wbrew ogólnym warunkom przyrodniczym, częstemu wychodzeniu z uprawami rolnymi na zbyt duże wysokości, co wzmacnia erozję. Płytkie gleby gliniaste o dużej zawartości szkieletu (> 30%), występujące zwykle w wyższych zalesionych partiach grzbietowych, nie stanowią zbyt dużego procentu. Grupują się one głównie w górnej części zlewni rzeki Mszanki, na lewym brzegu Raby w pasmie Lubonia oraz na niektórych obustronnych wzniesieniach pomiędzy Kasinką a Stróżą. Powszechna obecność szkieletu w glebach tej części zlewni wiąże się z dużą odpornością na wietrzenie twardych piaskowców magurskich. Mimo znacznych zmywów i procesów soliflukcji wyjątkowo niewielki odsetek powierzchni górskiej zlewni przypada na występujące u podnóża stoków dolin głębsze deluwialne gleby gliniaste. Prawdopodobnie jest to następstwem dość znacznego zalesienia oraz tego, że w związku z dużymi spadkami i wąskimi dolinami większość zmytego materiału jest wnoszona przez wodę opadową wprost do potoków i rzeki. Te zasobniejsze gliniaste gleby deluwialne zajmują nieco większe powierzchnie jedynie w dolinie Raby pomiędzy Rabą Wyzną a Chabówką, w kotlinach Rabki i Mszany oraz w strefie styku terenu górskiego z Pogórzem. Występowanie małych fragmentów gleb pyłowych łączy się najczęściej z wychodniami bardziej łupkowych warstw w zagłębieniach terenu.

Wysoko szkieletowe kamieniste gleby grzbietów górskich zawierają na ogół dość spory procent części pyłowo-ilastych i bardzo rzadko przechodzą w gleby skaliste. Mają zwykle kwaśny odczyn. Powierzchniowe warstwy gleb gliniastych szkieletowych wytworzonych z warstw magurskich, a także gleb gliniastych deluwialnych, wykazują, mimo dużej zmienności morfologicznej terenu i związanej z tym erozji, stosunkowo małe zróżnicowanie w składzie mechanicznym. Mają przeważnie skład



Ryc. 2. Mapa gleb zlewni rzeki Raby (wg mapy gleb Polski — Praca zbiorowa 1958/59). 1) gleby gliniaste szkieletowe i gliniaste; 2) gleby pyłowe utworzone z skał fliszowych; 3) gleby pyłowe utworzone z lessów i utworów lessowatych; 4) czarnoziemy utworzone z lessów; 5) gleby piaskowe; 6) mady lekkie, średnie i ciężkie

Fig. 2. Map of soils of the Raba river basin (according to the map of Polish soils — Collective paper 1958/59). 1) skeletal loam soils and loams; 2) fine sands formed from flysch rocks; 3) fine sands formed from loess and loess formations; 4) chernozem soils formed from loess; 5) sands; 6) alluvial soils (light, medium and heavy)

glin średnich lub lekkich pylastych (tabela II). Wydaje się, że łączy się to z dość mało zmiennym składem mineralnym warstw magurskich. Zawartość części pyłowych w większości tych gleb jest duża. Gleby gliniaste wytworzone na innych litologicznie skałach, w rejonie okna tektonicznego Mszany, są zwykle bardziej zwięzłe (tabela II — Olszówka, Zaryte).

Tabela II. Skład mechaniczny powierzchniowej warstwy typowych gleb zlewni rzeki Raby w %
Table II. Mechanical composition of the surface layer of typical soils in the basin of the River Raba in percentage

Miejscowość Soil sampling points	Szkielet % of the grains > 1 mm	Średnica cząstek gleby w mm Soil particle diameter in						Suma Total <0.02	Gleby Soil
		1-0.1	0.1-0.05	0.05-0.02	0.02-0.006	0.006-0.002	<0.002		
Sieniawa		36	16	18	14	7	9	30	gleby gliniaste - loam soils
Raba Wyżna	-	26	9	19	18	14	14	46	
Ponice	14.4	31	14	14	15	10	16	41	
Zaryte	46.6	17	8	14	20	20	21	61	
Olszówka	13.0	12	7	21	21	19	20	60	
Lubomierz	34.7	28	7	15	17	17	16	50	
Kasina Wielka	-	12	7	25	24	17	15	56	
Kasinka-Stożki	-	20	7	24	22	16	11	49	
Lętowia	-	31	11	17	15	12	14	41	
Kszczonów	-	20	10	21	19	14	16	49	
Peim	-	20	5	32	22	8	13	43	
Zawadka	23.0	28	4	29	13	8	18	39	
Stróża	-	19	8	26	20	15	14	49	
Zasza	-	16	8	24	17	14	21	52	
Lubień	-	15	8	35	21	8	13	42	
Myślenice	-	15	10	31	22	9	13	43	
Czechówka	-	8	12	39	22	8	11	41	
Czarnław	-	10	11	39	22	6	12	40	
Krasne	-	17	8	35	22	8	10	40	
Lapanów	-	8	9	41	24	8	10	42	
Zręczycze	-	2	9	38	26	8	11	45	
Wieniec	-	16	10	37	19	7	11	37	
Ląka	-	10	7	38	26	6	13	45	
Bilczyce	-	10	7	41	20	9	11	40	
Lętkowice	-	9	26	26	20	8	11	39	
Moszczenica	-	8	11	43	21	7	10	38	

Wszystkie gleby gliniaste pod lasami mają odczyn silnie kwaśny (pH 4,0—5,5), a pod użytkami rolnymi kwaśny (pH 5,0—6,4). Na ogół zawierają bardzo mało próchnicy. W głąb profilu gleb gliniastych szkieletowych wzrasta nie tylko ilość kamieni, lecz często także części ilastych (Dobrzański 1963). W wyniku tego gleby takie wykazują stosunkowo małą przepuszczalność i retencję, przez co zwiększają się spływy powierzchniowe wód opadowych, i tak już znaczne z racji dużych spadków. Występujące w poszerzeniach dolin większe tarasy akumulacyjne pokrywają w pobliżu rzeki mady kamieniste, a dalej zwykle mady średnie.

Południowo-zachodnią część Pogórza sąsiadującą z obszarem górskim, obejmującą górny odcinek zlewni potoku Trzemeśnia, górny i środkowy

Krzyworzeki, pokrywają gleby gliniaste. Gleby te mają podobne właściwości chemiczne do opisanych powyżej górskich gleb gliniastych. Odznaczają się od nich jedynie nieco większą zwięzłością i mniejszą zawartością szkieletu (tabela II — Zasań). Mała powierzchnia takich gleb występuje także pomiędzy Zachodnią Stradomką a jej dopływem potokiem Tarnawa.

Resztę Pogórza i Przedgórze zajmują różne pod względem pochodzenia kwaśne lub słabo kwaśne (pH 5,2—7,0) gleby pyłowe. Obustrzeżne tereny od Myślenic po Brzączowice oraz na prawym brzegu dalsze obszary zajmujące dolny odcinek zlewni Krzyworzeki i większość zlewni Stradomki pokrywają brunatne gleby pyłowe wytworzone z masywnych lub okrucowych skał fliszowych. Na lewobrzeżnym, niższym terenie pogórskim i Przedgórzu, począwszy od Brzączowic po Kłaj, z przejściem na prawy brzeg pod Bochnię, występują przeważnie brunatne gleby pyłowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych. Wśród nich w dwóch większych obniżeniach, pomiędzy Gdowem a potokiem Złota Rzeka oraz Książnicami Małymi a Kłajem, wytworzyły się płytkie (nietypowe), mocno zdegradowane czarnoziemy. Obydwa rodzaje pyłowych gleb różnią się od siebie niektórymi właściwościami (C e g ł a 1965). Ogólnie biorąc, gleby pyłowe wytworzone na fliszu mają w porównaniu z glebami lessowymi (tabela II — Bilczyce, Łęczkowice, Moszczenica) więcej piasku i części koloidalnych, a mniej pyłowych. Z tego właśnie powodu, zdaniem S t r z e m s k i e g o (1954), są nieco bardziej od gleb lessowych odporne na erozję. Mają też według D o b r z a ń s k i e g o (1963) mniejszą niż lessy przepuszczalność.

Według oznaczeń własnych oraz A d a m c z y k a i T o k a j a (1957) wszystkie gleby gliniaste i pyłowe zlewni Raby są dość wylugowane z węglanów i odznaczają się bardzo małą ilością przyswajalnego fosforu (0—8,0 mg P_2O_5 /100 g gleby). Mają jedynie średni zasób przyswajalnego potasu (6,5—18,0 mg K_2O /100 g gleby).

Równinną część zlewni w obrębie obwałowań jak i tereny po ich zewnętrznej stronie wyścielają bliżej rzeki mady piaszczyste, a dalej mady średnie i ciężkie. Peryferyjne strefy tej części zlewni zajmują słabo gliniaste gleby piaszkowe.

Pokrywa glebowa początkowego odcinka rzeki Raby, z dolną częścią zlewni rzeki Mszanki włącznie, ulega dość intensywnej erozji na skutek małego zalesienia i znacznych spadków zboczy. Obok erozji liniowej występują na tym obszarze dość mocne zmywy powierzchniowe. Obejmują one nie tylko gleby pyłowe, lecz także orne gleby gliniaste, które z powodu dużej zawartości części pyłowych (tabela II) nie mają dużej odporności na procesy rozmywania. Stąd też w okresach ulewnych deszczów woda rzeki na tym odcinku transportuje dość sporą ilość unosin. Na pozostałych górskich obszarach zlewni, gdzie zalesienie i zadarnienie jest od poprzedniej strefy większe, zdecydowanie przeważa erozja liniowa. Wi-

doczną miarą jej znacznego nasilenia w tych rejonach (największe spadki zboczy) są wyjątkowo duże rumowiskowe stożki napływowe u wylotu potoków do doliny rzeki. Przychód drobnej unosiny do wody rzeki na tych odcinkach jest stosunkowo mały. Dominacja zmywów powierzchniowych i największy dopływ do rzeki unosin zachodzi dopiero w obrębie Pogórza i Przedgórze, gdzie większość powierzchni zajmują łatwo rozmywane orne gleby pyłowe. Słabe procesy erozyjne równinnego odcinka zlewni nie mają dla rzeki większego znaczenia.

Budowa koryta rzeki

W źródłowym odcinku Raba płynie dość wąskim korytem (3—5 m) zabudowanym dobrze biologicznie (olsza karpacka), wciętym w rumoszone lub skaliste dno doliny. Dno rzeki wyścielają średniej wielkości kamienie (do 25 cm) ze żwirem. Przy brzegach, a także między kamieniami odkładają się drobne ławice piasku z domieszką części pyłowych i ilastych. Średnica kamieni wzrasta nieco w rejonie Rabki, gdzie wpływają potoki Poniczanka, Słonka i Skomialny. Potok Słonka wprowadza do rzeki pewną ilość ścieków komunalnych Rabki (Musiał i inni 1962). Zdecydowanie największe okruchy skalne (> 35 cm), a przez to mniej równe dno, występują na przełomowym odcinku rzeki pomiędzy Rabką a Mszaną Dolną. Przyczynia się do tego wprowadzanie mało obtoczonego świeżego materiału skalnego przez gęstą sieć drobnych, lecz gwałtownie spływających potoczków z bardzo stromych zboczy Lubonia Wielkiego. W małym poszerzeniu koryta w Rabie Niższej wzrasta nieco zamulenie nisz pomiędzy kamieniami w strefie przybrzeżnej. Osiąga ono największy stopień w tych miejscach, gdzie w związku z mineralizacją ścieków z Rabki (więcej pierwiastków biogenicznych) na kamieniach pojawiają się grube kobierce i warkocze zielonych glonów nitkowatych (*Cladophora*, *Spirogyra* i inne). Glony te zatrzymując drobny muł zagniwają od dołu. Słabo zabudowane biologicznie brzegi na tym odcinku rzeki ulegają dość znacznej erozji bocznej. W rejonie kotliny Mszany Dolnej wleczony materiał kamienisty zaczyna odkładać się już w większe przyrzeczne ławice. Szczególnie ma to miejsce w rejonie połączenia się Raby z Mszanką (duży stożek napływowy). Większość zalegającego tam drobniejszego i otoczonego materiału kamienistego pochodzi z Mszanki, która ma wyjątkowo gwałtowne spływy wód (duży spadek, bardzo słabe zalesienie, brak korekcji progowych). Dno Mszanki w całości zalegają kamienie, z małą domieszką żwiru i piasku. Koryto rzeki Raby pomiędzy Kasinką a Myślenicami, z wyjątkiem przełomowych odcinków, jest maksymalnie wypełnione kamienistym materiałem (zmniejszenie spadku). Na skutek tego koryto rzeki wypłyca się, poszerza (do 50 m), a rzeka miejscami rozdziela się wśród dużych ławic kamieni na kilka cieków o charakterze potoków. W porównaniu z po-

przednim odcinkiem, w przybrzeżnych strefach o mniejszej prędkości wody, wzrasta nieco zawartość piasku i części pyłowo-ilastych. W rejonie Pcimia i Stróży w dnie rzeki pojawia się znowu większa ilość dużych kamieni (> 35 cm). Na pogórskim odcinku, od Myślenic po Gdów, dno rzeki ma podobny charakter. W porównaniu z poprzednim odcinkiem zawiera tylko nieco mniejsze kamienie i jest bardziej wyrównane, zapiaszczone i zamulone (gleby pyłowe). Przyczyną tego stanu jest doprowadzanie do rzeki dużej masy świeżego skalnego rumoszu przez prawobrzeżne potoki wypływające ze skrajnych stref górskich oraz minimalne tylko zmniejszenie jej spadku.

Kamienisty materiał na omówionym dotąd odcinku rzeki stanowią przeważnie otoczaki piaskowca magurskiego, odporniejszego na abrazję. Większość średnich kamieni jest otoczona dyskoidalnie, przez co dość łatwo układa się na dnie dachówkowato, tworząc dość szczelny ochronny pancerz przed jego nadmierną wgłębną denudacją. Zbytne naruszanie tego pancerza, w czasie robót regulacyjnych, może pociągnąć za sobą bardzo ujemne skutki.

Od Gdowa po Cikowice, w płytkim korycie rzeki, gromadzi się znowu dużo materiału wleczonego. Materiał ten jest tu już jednak znacznie drobniejszy. Składa się przeważnie z małych kamieni (< 10 cm) i żwiru, z dużą domieszką piasku i pyłowo-ilastego mułu. Zawartość mułu w dnie Raby na tym odcinku wzrasta przede wszystkim od ujścia rzeki Stradomki, która ze względu na największy procent gleb pyłowych w zlewni i znaczne spadki, transportuje wyjątkowo dużo unosin podczas letnich opadów. Stradomka w dolnym odcinku ma dno w dużym stopniu zamulone. Dno równinnego odcinka rzeki (głęboko wcięte w podłoże) początkowo jest piaszczysto-żwirowe, a dalej piaszczysto-muliste z małymi ławicami żwiru.

Podłoże a chemizm wody

Odmienne właściwości i ukształtowanie podłoża znajduje swój wyraz nie tylko w charakterze dna rzeki, lecz także w składzie chemicznym jej wody. Jak wskazują wyniki analiz (tabela III), woda rzeki i jej dopływów na całym górskim odcinku ma, podobnie jak podłoże, dość jednolity charakter chemiczny. Odznacza się średnią ilością wapnia i magnezu oraz średnią alkaliznością. Zawiera małą ilość potasu, sodu, chlorków, siarczanów oraz bardzo mało żelaza. Ma także niską utleniałość. Czynnikiem ograniczającymi wymywanie potasu z podłoża są przypuszczalnie: krótki kontakt wody opadowej z podłożem z powodu dużych spadków zboczy oraz znaczna pojemność sorpcyjna gliniastych gleb u podstawy wzniesień. Znaczna ilastość i mała przesiąkliwość gleb gliniastych jest także, jak się wydaje, obok wysokiego natlenienia wody, główną przyczyną małej ilości żelaza w wodzie rzeki. Nieco mniej wapnia i magnezu stwierdza się w dopływach Raby, a także w jej wodzie, w dolnym odcinku górskiego terenu.

Tabela III. Skład chemiczny wody rzeki Raby i jej dopływów (7.VI.1968 r.)

Table III. Chemical composition of the water in the River Raba and its tributaries (7 June 1968)
(total hardness given in German degrees)

Raba i dopływy The Raba and tributaries	Miejscowość Locality	pH	Utlenalność Oxidability	Twardość ogólna total hardness	Alkaliczność alkalinity	mg/l							
						Ca	Mg	K	Na	Fe	PO ₄	Cl	SO ₄
Raba	Kokiciny	8.2	3.8	8.9	2.65	47.9	9.5	1.39	4.40	0.03	śl. tracce	6.0	27.8
Raba	Kasinka	8.2	3.1	8.8	2.65	47.2	9.5	1.92	7.12	0.02	"	9.3	28.3
Mszanka	Kasinka	8.2	2.0	8.5	2.55	43.9	10.2	1.49	3.68	0.01	"	3.8	27.8
Arzczonówka	Poim	8.2	2.4	7.4	2.35	42.2	6.5	1.71	4.88	0.01	"	4.0	21.1
Trzebnia	Stroża	8.1	2.9	7.5	2.50	41.8	7.1	2.44	7.50	0.02	"	4.0	22.1
Raba	Stroża	8.6	2.3	8.0	2.45	42.2	9.3	1.49	5.08	0.02	"	5.3	25.0
Trzemeszka	Drogonia	7.8	2.9	7.2	1.95	41.8	5.8	2.49	5.44	0.01	"	5.0	36.5
Krzyworzeka	Krzyworzeka	8.0	2.1	9.1	2.50	56.1	5.4	1.74	7.28	0.03	"	6.8	43.2
Raba	Gdów	8.2	2.3	8.1	2.45	42.5	9.3	1.73	6.24	0.04	"	6.8	27.4
Stradomka	Stradomka	8.0	2.6	12.0	3.45	60.0	15.6	1.99	8.64	0.09	0.01	7.3	49.5
Złota Rzeka	Pierzchów	7.8	3.9	15.3	4.75	87.9	13.0	2.86	12.60	0.26	0.02	12.0	47.1
Raba	Bogucice	8.0	2.7	9.1	2.65	48.6	10.0	1.96	8.48	0.08	0.01	9.8	36.5

Wiąże się to prawdopodobnie z ogólnie większymi w tym rejonie niż w początkowym górskim biegu rzeki względnymi wysokościami wzniesień i spadkami zboczy oraz mniejszą wapnistością i przesiąkliwością twardych piaskowców magurskich zewnętrznej facji, występujących w podłożu. Strefa ta jest też w większym stopniu zalesiona świerkiem, a jak podaje Figura (1960) za Kirwaldem, ściółka szpilkowa monokultur świerkowych jest mało przesiąkliwa i ułatwia spływ powierzchniowy. Być może, że na zmniejszenie się na tym odcinku zawartości wapnia w wodzie samej rzeki wpływają również w pewnym stopniu biologiczne procesy organizmów roślinnych rozwijających się w wodzie płytkich rozlewisk rzeki.

Podobny do początkowego górskiego odcinka rzeki Raby skład chemiczny wody ma, mimo obecności w dolnej części zlewni bardziej zasobnych w wapń warstw krośnieńskich, rzeka Mszanka. Przypuszczalnie składa się na to, oprócz wyjątkowo dużego spadku zlewni tej rzeki (stąd dużej przewagi spływu powierzchniowego nad zasilaniem aluwialnym), i ten fakt, że warstwy krośnieńskie są na znacznej powierzchni głęboko przykryte erozyjnym materiałem skalnym magurskim pochodzącym ze źródłowych obszarów i związlejszymi glebami.

Jak można wnosić na podstawie wcześniejszych badań autora (Pasternak 1968), obecność w zlewni rzeki Mszanki warstw krośnieńskich zaznacza się w składzie jej wody jedynie poprzez minimalny wzrost magnezu.

Prawie analogiczny do dolnego górskiego odcinka rzeki charakter chemiczny wody utrzymuje się w Raby na początku Pogorza aż po Gdów. Na tym obszarze zlewni dominują bowiem w podłożu mało zasobne w wapń warstwy istebniańskie i godulskie oraz wytworzone na nich kwaśne gleby. Nieznacznie zasobniejsze wody w wapń lub zbliżone składem do wód spływających ze skał serii magurskiej wprowadza do rzeki zaledwie kilka potoków, między innymi Trzemeśnia i Krzyworzeka (tabela III). W podłożu zlewni tych potoków, oprócz warstw istebniańskich i godulskich, występuje bowiem na większej (Krzyworzeka) lub mniejszej (Trzemeśnia) powierzchni kompleks zasobniejszy w wapń kredowych skał serii śląskiej (ryc. 1 — nr 7) i u źródeł warstwy magurskie. Wody tych dwóch cieków są jednak równocześnie znacznie uboższe w magnez.

Ogólna zawartość wszystkich soli mineralnych w wodzie Raby zwiększa się wyraźnie dopiero od połączenia się z bogatszymi w te sole wodami rzeki Stradomki. Większy zasób mineralnych soli w wodzie Stradomki wiąże się z obecnością w podłożu, na znacznym obszarze jej zlewni, wapnistych warstw krośnieńskich i kompleksu kredowych skał serii śląskiej (ryc. 1 — nr 7). Warstwy krośnieńskie przyczyniają się przede wszystkim do dużego wzrostu w jej wodzie zawartości magnezu. Do podniesienia ilości soli mineralnych w wodzie Raby na tym i dalszym przedgórskim odcinku przyczyniają się również najbogatsze w te sole wody potoków spływających z lessowych wzgórz (tabela III — Złota Rzeka). Zawartość soli mineralnych w wodzie cieku z lessów omawianego terenu jest jednak mniejsza niż wód lessowej płyty jarosławskiej czy Wyżyny Małopolskiej (Pasternak 1968). Wskazuje to na mniejszą zasobność w zasadowe składniki lessowych utworów Pogorza Wielickiego. Na przykładzie cieków, których zlewnie pokryte są przez lepiej przesiąkliwe gleby pyłowe (Złota Rzeka, Stradomka), potwierdza się, podobnie jak na sąsiednim terenie (Pasternak 1968 a), pogląd autora o większej w przypadku takich gleb zawartości w wodzie trudno migrującego żelaza i chlorków. Poza tym warto zaznaczyć, że wszystkie badane wody spływające z pogórskich terenów o podłożu ze skał serii śląskiej zawierają nieco więcej siarczanów niż wody ze skał serii magurskiej. Podobnie przedstawia się sprawa z potasem.

Równinna część zlewni nie odgrywa większej roli w kształtowaniu chemizmu wody rzeki. Na tym odcinku rzeka Raba nie tylko nie otrzymuje większych dopływów (duża przepuszczalność podłoża), lecz również z powodu obwałowań uzyskuje ograniczone sploty powierzchniowe. Szczegółowa charakterystyka chemiczna wody rzeki Raby została opracowana przez B o m b ó w n ę (1969).

SUMMARY

The river Raba rises in the Carpathian belt of the Gorce (alt. 900—1310 m) at a height of 700 m. The area of its catchment basin is characterized by a considerable morphologic differentiation. Besides the Gorce, elevations of the Insular and Medium

(600—1025 m) Beskid form the mountainous area of this basin. Its middle part consists of terrains of the Wieliczka Foothills (350—500 m) and of the weakly undulated Foreland, the lower one of the level areas of the sub-Carpathian depression. The maximum variations of level in the catchment basin amount to 801 m. A high degree of forest cover occurs only in the lower part of the mountain catchment basin. The source area of this basin and the Foothills are poorly forested, whereas the lower part of the catchment basin is almost entirely treeless. The River Raba is characterized by a remarkably high amplitude of fluctuations of water levels.

The discrimination of rocks occurring in the catchment basin (fig. 1) was based chiefly on the similarity of their chemical properties. The sandstone-shaly Magura rocks (argillaceous-calcareous cement) occurring in almost the whole mountainous part of the basin contain medium or small quantities of calcium. The least content of this component is noted in harder sandstones occurring in the lower part of the mountain catchment basin (the streams Kszczonówka and Trzebunia). Slightly richer in basic components are shaly-sandstone rocks of sub-Magura beds accompanying the Magura rocks over small areas. In their upper levels all these rocks are strongly decalcified. The shaly-sandstone Istebna and Godula rocks are almost entirely non-calciferous or weak-calcareous. They occupy part of the Upland area. Within the latter, however, besides these rocks, there also occur Krosno rocks, very rich in calcium and magnesium as well as a fairly calcareous series of Flysch Cretaceous rocks (fig. 1, No 7). The Foreland areas are built of salt-bearing Miocene clays covered with a thick layer of loess with a low content of carbonates. On account of the absence of affluents and because of the embankment the quality of the substratum of the level terrain of the catchment basin has little influence on the river.

The soils occurring in the catchment basin were discriminated according to their grain composition (fig. 2), since many factors acting upon the aquatic environment are related to the grain size distribution. In loam soils skeletal soils prevail. With a few exceptions the soils of the catchment basin have an acid reaction, a low content of humus, a very low one of readily assimilable phosphorus, and a medium potassium content. The soil cover on the sparsely forested terrains is subjected to a fairly intense erosion. This is due not only to the steep slopes of the terrain, but also to the large share of silt soils occurring in the submontane and foreland part of the catchment basin. A large amount of silt matter facilitating the washing out of soils occurs too in the loam soils of the mountain areas (Table II). On account of the considerable linear erosion in the mountain terrain, the river transports during the summer rains large quantities of rock rubble and suspended matter. A particularly large amount of the latter occurs in its water in the submontane area (silt soils). The diameters of the stony material of the bottom and the degree of its silting up depend above all on the river's gradient.

The chemical composition of the water of the River Raba and of its affluents (Table III) shows a marked dependence particularly on the permeability and the chemical properties of rocks occurring in the catchment basin. This dependence appears chiefly in the general content of mineral salts in the water. Also the morphology of the catchment basin has a certain effect on the chemical composition of the water, determining the time of its contact with the substratum. The least quantity of mineral salts was found in the water of streams whose part of the area of the catchment basin is built of Flysch Istebna and Godula rocks (Trze-meśnia). The richest in these salts are streams with a substratum built of loess (Złota Rzeka) or consisting for the most part of Flysch Krosno rocks and of a series of Cretaceous rocks (Stradomka). Waters flowing down from loesses and areas built of Krosno rocks also contain as a rule large quantities of magnesium. A higher content of iron and chlorides is usually found in streams the greater part of whose area of the catchment basin is covered with silt soils.

LITERATURA

- Adamczyk B., J. Tokaj, 1957. Studia nad glebami górskimi na terenie gromady Sieniawa. Roczn. Glebozn., 6, 163—192.
- Bombówna M., 1969. Hydrochemiczna charakterystyka rzeki Raby i jej dopływów. Acta Hydrobiol., 11, 4.
- Burtanówna J., 1933. Geologia okolic Myślenic na zachód od Raby. Roczn. Pol. Tow. Geol., 9, 279—295.
- Cegła J., 1965. Porównanie utworów pyłowych kotlin karpackich z lessami Polski. Annal. Univ. MCS, B-18, 69—114.
- Dobrzański B., 1963. Przydatność użytkowa gleb Karpat fliszowych. Roczn. Glebozn., dodatek do tomu 13, 26—46.
- Figuła K., 1960. Erozja w terenach górskich. Wiad. Inst. Melior. Użyt. Ziel., 1, 4, 107—147.
- Just J., W. Hermanowicz, 1964. Fizyczne i chemiczne badanie wody do picia i potrzeb gospodarczych, Warszawa PZWL.
- Klimaszewski M., 1939/1946. Podział morfologiczny południowej Polski. Czasop. Geograf., 17, 3—4, 133—182.
- Kozikowski H., 1956. Zarys geologii okolic Rabki. Acta Geol. Pol., 6, 4, 381—402.
- Książkiewicz M., 1951. Kreda Karpat zewnętrznych. Regionalna Geologia Polski, 1, 1, Kraków, Pol. Tow. Geol.
- Książkiewicz M., 1958. Stratygrafia serii magurskiej w Beskidzie Średnim. Biul. Inst. Geol., 135.
- Musiał L., M. Chobot, J. Pudo, 1962. Stan zanieczyszczenia rzeki Raby. Prace Inst. Gospod. Wodnej, 1, 2, 49—87.
- Pasternak K., 1968. Skład chemiczny wody rzek i potoków o zlewniach zbudowanych z różnych skał i gleb. Acta Hydrobiol., 10, 1—2, 1—25.
- Pasternak K., 1968 a. Charakterystyka podłoża zlewni rzeki Dunajec. Acta Hydrobiol., 10, 3, 299—317.
- Poborski J., 1952. Złoże solne w Bochni na tle budowy geologicznej okolicy. Biul. Inst. Geol., 78.
- Punzet J., 1969. Charakterystyka hydrologiczna rzeki Raby. Acta Hydrobiol., 11, 4.
- Skoczyła-Ciszewska K., 1952. Budowa geologiczna brzegu Karpat w okolicy Bochni. Biul. Inst. Geol., 77.
- Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Industrial Wastes, 1955, New York, APHA.
- Strzemiński M., 1954. Gleby województwa krakowskiego. Przegl. Geograf., 26, 4, 54—101.
- Swiderski B., 1932. Zarys geologii okolic Mszany Dolnej (arkusz Rabka-Tymbark). Posiedz. Nauk. PIG, 32.
- Praca zbiorowa 1953/54. Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1 : 300 000, arkusze: Cieszyn, Nowy Sącz, wyd. B. Inst. Geol.
- Praca zbiorowa, 1958/59. Mapa gleb Polski 1 : 300 000, arkusze: Cieszyn, Nowy Sącz, wyd. A. IUNG.

Adres autora — Author's address

doc. dr Kazimierz Pasternak

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