

KAZIMIERZ PASTERNAK

Charakterystyka podłoża zlewni rzeki Dunajec

Characteristics of the substratum of the River Dunajec catchment basin

Wpłynęło 5 marca 1967 r.

Abstract — The aim of this work was to characterize the morphology, the geological and soil structure of the catchment basin, the quality of bottom sediments, and the chemical composition of water of the river Dunajec. It was found that there exists a close relationship between the quality of the water and bottom sediments of the river and the physicochemical and morphological properties of the substratum of its catchment basin.

Rodzaj podłoża zlewni odgrywa dużą rolę nie tylko w kształtowaniu się chemizmu wody, ustroju i jakości osadów dennych rzeki, lecz pośrednio poprzez te czynniki wpływa także na warunki bytowania w niej wielu organizmów roślinnych i zwierzęcych. Dla zasiedlania niektórych organizmów rzecznych duże znaczenie ma przede wszystkim uziarnienie i struktura osadów dna rzeki.

Z uwagi na to, w ramach zbiorowych badań hydrochemicznych i hydrobiologicznych dorzecza rzeki Dunajec podjętych przez Zakład Biologii Wód PAN, przystąpiono także do scharakteryzowania podłoża zlewni tej rzeki. Do charakterystyki tej, stanowiącej treść niniejszej publikacji, wykorzystano geologiczne i gleboznawcze dane z literatury oraz wyniki własnych uzupełniających badań. Badania własne obejmowały terenowe prace określające charakter doliny i koryta rzeki, terenowe i laboratoryjne opracowanie niektórych właściwości gleb i skał zlewni w obrębie granic Polski oraz przeanalizowanie składu chemicznego wody. Skład wody rzeki i jej ważniejszych dopływów oznaczono według metod podanych przez Justa i Hermanowicza (1964) i Standard Methods (1955).

Fizjografia zlewni

Rzeka Dunajec jest drugim co do wielkości karpackim dopływem Wisły (247 km). Zlewnia jej obejmuje 6813 km², z czego 1028 km² znajduje się poza granicami Polski. Powstaje ona z połączenia w Nowym Targu dużych potoków Czarnego i Białego Dunajca. Kilkanaście kilometrów poniżej Dunajec zasilany jest jeszcze wodą dużego potoku Białki. Wszystkie te trzy potoki odwadniają w kierunku północnym, poprzez gęstą sieć strumieni, stoki Tatr, Pogórza Gubałowsko-Spiskiego oraz w dalszym biegu część Kotliny Nowotarskiej.

Wierchowa część Tatr (1500—2499 m n.p.m.) ma cechy rzeźby wysokogórskiej o długich dolinach wyżłobionych przez lodowce. Reglowy pas Tatr (1100—1500 m n.p.m.), zalesiony przeważnie świerkiem, rozczłonkowany jest bardziej, bo przez szerokie doliny rozpoczynające się powyżej granicy regli oraz szereg wąskich dolin reglowych o dużych deniwelacjach dna. Tatry bardzo stromo opadają w Podtatrzański Rów rozpoczynający Pogórze (Klimaszewski 1958). Pogórze Gubałowsko-Spiskie jest słabo zalesionym pasmem o dość wyrównanych wysokościach z kulminacją 1233 m n.p.m., o spadkach 10—30‰. Obniża się ono ku północy przechodząc bardzo łagodnie w prawie zupełnie wylesioną Kotlinę Nowotarską o płaskim dnie (500—700 m n.p.m.), opadającym lekko ku wschodowi (Klimaszewski 1952). Małe i rzadkie wzgórza stanowią na terenie Kotliny jedynie wapienne ostańce pienińskiego pasa skałkowego (Kramnica i inne).

Czarny Dunajec (464,4 km²) odwadnia dwoma większymi potokami, Siwą i Kirową Wodą, zachodnią część tych regionów i otrzymuje w odróżnieniu od pozostałych głównych potoków tworzących Dunajec duże dopływy zbierające wodę tylko z terenów Pogórza i Kotliny Nowotarskiej (Rogoźnik — 126,8 km², Piekielnik). Biały Dunajec (221,9 km²) powstaje z dużych potoków Zakopianka i Poroniec odwadniających Tatry i środkowe Pogórze. Białka (235,4 km²) tworzy się z połączenia potoków Białej Wody, Rybiego Potoku i Roztoki zbierających swe wody w Tatrach Wysokich. Powyżej Jurgowa zasila ją jeszcze duży potok Jaworowy wypływający z czechosłowackich Tatr Bielskich. Najmniejszy średni spadek ma Czarny Dunajec (9,1‰), a największy Białka (16,4‰).

Czarny Dunajec od Długopola, a Dunajec od Nowego Targu płynie północnym brzegiem Kotliny Nowotarskiej podcinając i odwadniając ograniczające ją od północy połogie, znacznie zalesione świerkiem, pasmo Gorców (1100—1310 m n.p.m.). Opuszczając Podhale Dunajec przelamuje się w zmiennych kierunkach ciasną doliną przez niskie, zalesione świerkiem, jodłą i bukiem pasmo Pienin (800—982 m n.p.m.). Dalej po przepłynięciu małej erozyjnej kotlinki Krościenka, Dunajec przelamuje się odcinkami bardzo wąską doliną w kierunku N pomiędzy Górcami i również zalesionymi masywami Beskidu Sądeckiego (700—1262 m n.p.m.),

wpływając od Jazowska lejąwatym rozszerzeniem dolinym w Kotlinę Sądecką. Na terenie Pienin oraz Beskidów spadki stoków są znowu duże (Figula 1956). Na tym odcinku wpływają do Dunajca dwie rzeki Ochotnica (109,1 km²) i Kamienica (128,5 km²) odwadniające Gorce. Na obszarze równej, nie zalesionej Kotliny Sądeckiej Dunajec otrzymuje wody Popradu (2080,2 km²) wypływającego z Wysokich Tatr i przelamującego się z górskich obszarów Czechosłowacji na teren Polski przez Beskid Sądecki. Ponadto w Kotlinie tej Dunajec zasilany jest przez szereg drobniejszych dopływów oraz w Nowym Sączu przez rzekę Kamienicę Nawojowską, zbierającą wody w Beskidzie Sądeckim. Dalej płynie Dunajec aż po Zgłobice, w kierunku NE przez teren średnio zalesionego Pogórza Karpackiego (400—700 m n.p.m.). Po Czchów dolina jego jest wąska i ma dość strome zbocza. Poniżej Czchowa, od miejsca gdzie dotarło zlodowacenie, dolina nagle się poszerza (3—4 km) i ma łagodniejsze stoki (Klimaszewski 1937). W przelomowych miejscach w Rożnowie i Czchowie rzeka została przegrodzona dwoma zaporami. Do małego wyrównawczego zbiornika w Czchowie wpływa z lewego brzegu rzeka Łososina mająca swe źródła w obrębie Beskidu Wyspowego (800—1171 m n.p.m.). Przecinając pod Zgłobicami niski próg Pogórza Dunajec podąża aż do ujścia szeroką, sztucznie obwałowaną doliną przez teren Niziny Podkarpackiej. Na początku tego odcinka zasila go rzeka Biała odwadniająca Beskid Sądecki i Pogórze.

Z powodu wysokiego położenia źródłowego i części środkowego obszaru zlewni rzekę cechuje duży spadek podłużny, a w znacznej części

Tabela I. Średnie roczne przepływy (Q_m) odpływy jednostkowe (q) (wg pracy zbiorowej 1958), średni spadek Dunajca oraz opady na obszarze jego zlewni

Table I. Mean annual flows (Q_m), unitary outflows (q) (according to a collective paper 1958), mean gradient of the River Dunajec, and rainfall in its basin area

Miejscowość Locality	Powierzchnia zlewni Surface of the basin km ²	Przepływy średnie Q_m Mean flows m ³ /sek sec.	Odpływ średni Mean outflows l/sek sec. km ²	Odległość od ujścia Distances from the mouth km	Spadek % Gradient in promille	Opady Rainfall mm
Nowy Targ	400	-	-	200.1	3.6-93.3	800-1600
Walsztyn	700	11.2	16.0	196.2	3.06	800-1200
Czornystyn	1135	22.5	19.8	173.7	3.71	
Krośnice	1523	25.8	16.3	150.9	2.91	
Gołkowice	2049	30.0	14.6	119.0	3.35	
Kurów	4758	61.0	12.8	100.0	2.17	700-900
Zgłobice	5645	81.5	14.7	38.0	1.33	650-700
Siedliszowice	6813	90.0	13.2	4.0	0.58	

jej zlewni występują bardzo duże opady (tabela I). Maksymalna deniwelacja zlewni wynosi około 1600 m. Największa suma opadów przypada na półrocze letnie, a w nim na lipiec (Cetnarowiczowa 1962). W związku z powyższym Dunajec odznacza się największym spośród

rzek karpackich odpływem jednostkowym (tabela I). Nie małą rolę w tym odgrywa również stosunkowo mały ogólny stopień zalesienia zlewni określony przez B a c a (1965) na 31,5%. W rozkładzie zalesienia uderza szczególnie mały odsetek lasów w górnej części zlewni.

Skąły

Podłoże skalne zlewni Dunajca jest dość zróżnicowane. Jej tatrzański obszar budują skały krystaliczne oraz różne wiekowo (trias, jura, kreda) i litologicznie skały osadowe serii wierchowej i regłowej. Pogórze Gubałowsko-Spiskie tworzą skały, tzw. fliszu podhalańskiego (starszy trzeciorząd). Brzeżny, południowy pas Kotliny Nowotarskiej, od koryta potoku Rogoźnik po Czorsztyn szerokości 3—4 km oraz pasmo Pienin budują wapienne skały serii czorsztyńskiej i pienińskiej (jura, kreda) osłonięte płaszczem margli, łupków i piaskowców. Resztę obszaru Kotliny Nowotarskiej oraz cały teren Beskidów i Pogórza tworzą różne jakościowo utwory fliszowe serii magurskiej i menilitowej (trzeciorząd, kreda). Zachodnie tereny Kotliny Nowotarskiej przykryte są miocęńskimi ilami i żwirami facji orawsko-nowotarskiej, które stały się przyczyną ich częściowego zatorfienia. Dno Kotliny Sądeckiej oraz podczwartorzędowe warstwy dolnej nizinnej części zlewni stanowią utwory miocęńskie. Zasięgi poszczególnych kompleksów warstw skalnych w zlewni przedstawia ryc. 1. W wyodrębnianiu na jej obszarze różnych utworów skalnych kierowano się głównie podobieństwem ich właściwości fizyko-chemicznych, a nie ich wiekiem i przynależnością do serii stratygraficznej. Takie ujęcie, zdaje się, najlepiej odpowiada postawionemu celowi pracy.

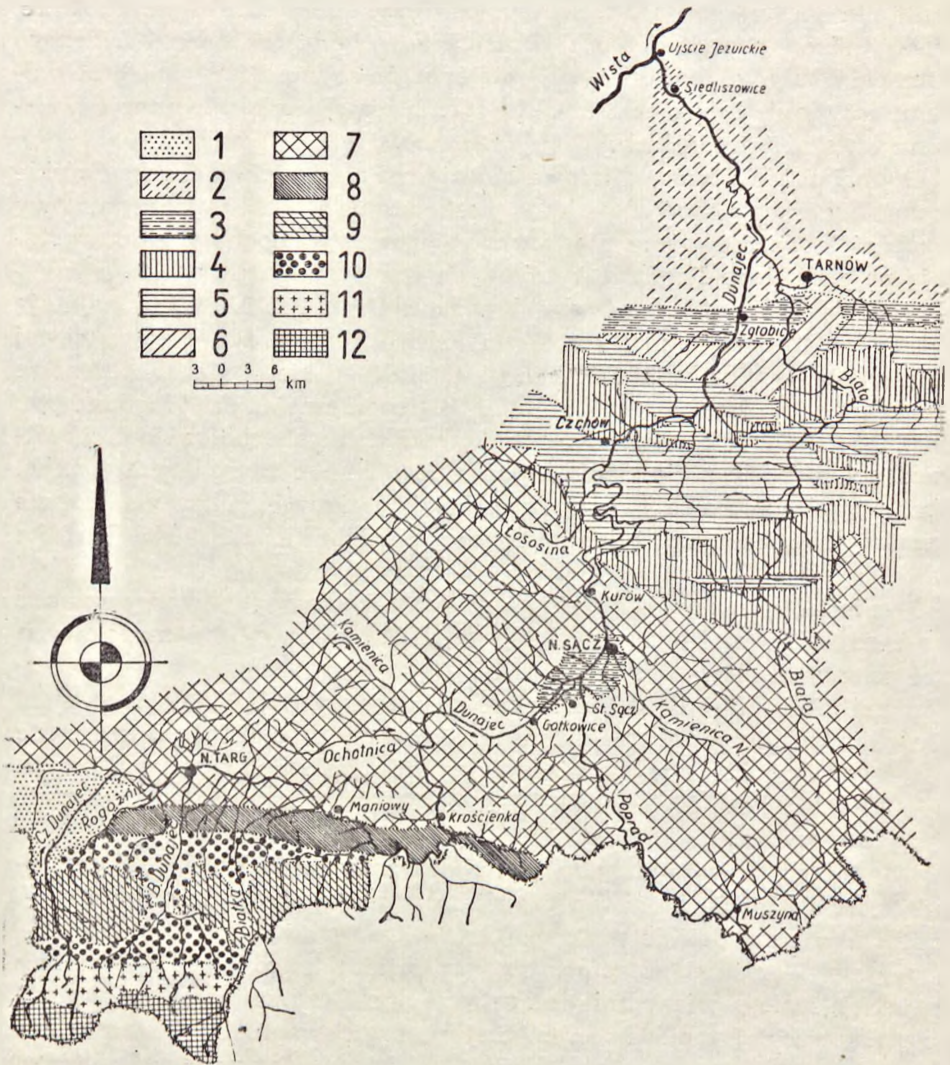
Krystaliczne skały budują najwyższy trzon górski początkowego źródłowego obszaru zlewni. W Wysokich Tatrach występują one głównie w postaci granitoidów (zlewnia Białej Wody, Rybiego Potoku, Roztoki oraz górnych odcinków Suchej Wody i Bystrej). W Zachodnich Tatrach (górny odcinek Kirowej i Siwej Wody) w ich skład wchodzi poza granitoidami gnejsy, migmatyty oraz łupki krystaliczne. Granitoidy Wysokich Tatr są przeważnie skałą biotytowo-oligoklazową (wapienno-sodową), a Tatr Zachodnich mikroklinowo-albitową z muskowitem, bogatszą w potas. Niższą wierchową oraz regłową część tatrzańskiej zlewni budują skały osadowe. Rozpoczynają je kwarcyty wąskim pasem poprzecznym do biegu potoków. Z uwagi na ich dużą odporność na wietrzenie, na ryc. 1 zostały one włączone do skał krystalicznych. Pozostały obszar tatrzański tworzą skały wapienne i dolomitowe poprzekładane marglami, różnymi łupkami oraz piaskowcami (M i c h a l i k 1958, G a w e ł 1959). Tego rodzaju skały większą powierzchnię zajmują w Tatrach Zachodnich. Większe zagłębienia, kotły oraz rozszerzenia dolin tatrzańskich (Sucha Woda, Łysa Polana) wyścielone są utworami morenowymi. Wąski poprzeczny pas u wy-

lotu dolin z Tatr budują trzeciorzędowe wapienie i zlepieńce numulitowe. Szerszy nieco, poprzeczny pas tworzą one na obszarze zlewni Czarnego Dunajca. Skały te charakteryzują się tym, że zawierają pewną ilość węgla magnezu (Bieda 1951). Na ryc. 1 zostały one włączone do wapiennych skał tatrzańskich.

Podhalańskie utwory fliszowe budujące Pogórze Gubałowsko-Spiskie stanowią warstwy chochołowskie z piaskowcami ostryskimi oraz warstwy zakopiańskie. Przeważnie piaskowcowe warstwy chochołowskie występują na grzbietach Pogórza. Wśród tych warstw wysokie wzgórza w rejonie Witów—Dzianisz, na obu brzegach Czarnego Dunajca, zajmują twarde krzemionkowe piaskowce ostryskie. Natomiast zawierające więcej łupków warstwy zakopiańskie budują podtatrzańskie obniżenia terenowe (Zakopane, Kościelisko) wraz z doliną Białego Dunajca oraz łagodne płn. stoki Pogórza. Łupkowe ławice w zakopiańskich i chochołowskich warstwach składają się z ciemnych łupków ilastych lub marglistych z miką. Warstwy piaskowcowe tworzą najczęściej piaskowce mikowe o spoiwie wapnistym z licznymi żyłami kalcytu (Świdziński 1947, Bieda 1951).

Wapienne wzniesienia pienińskiego pasa skałkowego, wypreparowane w większości przez erozję z bardziej miękkich łupkowych lub marglowych skał osłony, zbudowane są przeważnie z twardych szarych wapieni z rogowcami (Trzy Korony 982 m n.p.m.) oraz czerwonych i białych wapieni krynoidowych i bulastych. Wśród margli dominują zielone i czerwone margle puchowskie z wtrąceniami łupków i piaskowców hieroglifowych (Birkenmajer 1958, 1962). W rejonie Pienin występują także małe wyspy andezytów.

Fliszowymi utworami budującymi północną część Kotliny Nowotarskiej, cały obszar Beskidów oraz część obszaru Pogórza w dolinie Dunajca po Zbyszyce, a w dolinie Białej po Grybów są warstwy magurskie i podmagurskie. W niższych strefach obszaru zajmowanego przez te warstwy występują małe powierzchnie leżące pod nimi bardziej wapnistej łupkowo-piaskowcowej facji inoceramowej ze słabo wapnistymi warstwami hieroglifowymi (pstre łupki, piaskowiec ciężkowicki) oraz warstwy grybowskie. Największe wychodnie facji inoceramowej i grybowskiej występują na brzegu Pogórza pomiędzy Limanową a Nowym Sączem (zlewnia potoku Smolni) oraz w okolicy Grybowa. Warstwy magurskie składają się przeważnie z gruboławicowych, różnoziarnistych, twardych piaskowców ze znaczną domieszką skaleni i glaukonitu, poroździelanych cienkimi wstęgami pylastych lub ilastych łupków. Piaskowce takie mają zwykle średnią ilość spoiwa ilastego, ilasto-wapiennego lub krzemionkowo-ilastego oraz niekiedy strzałki kalcytu. Małą ilość takiego spoiwa mają łatwo rozsypujące się piaskowce zlepieńcowate. Warstwy podmagurskie tworzą najczęściej cienkie ławice drobnoziarnistych, rozpadających się kanciasto piaskowców z miką lub cienkie wstęgi zlepieńców o spoiwie



Ryc. 1. Szkic geologiczny zlewni rzeki Dunajec (wg Przeglądowej mapy geologicznej Polski, praca zbiorowa 1953/1954). 1 — ily i żwiry facji nowotarskiej; 2 — ily łupkowe i ily krakowieckie; 3 — piaski i ily grabowieckie; 4 — piaskowce i łupki krośnięńskie; 5 — łupki i piaskowce serii śląskiej oraz warstw hieroglifowych, piaskowiec ciężkowicki, łupki menilitowe; 6 — łupki i piaskowce inoceramowe (serii inoceramowej); 7 — piaskowce i łupki magurskie oraz podmagurskie; 8 — utwory pienińskiego pasa skałkowego (wapienie, margle, łupki, piaskowce); 9 — piaskowce i łupki chochołowskie, piaskowiec ostryski; 10 — łupki i piaskowce zakopiańskie; 11 — wapienie, margle, dolomity, łupki i piaskowce (tatrzańskie serii regłowej i wierchowej); 12 — granity, skały metamorficzne i kwarcyty

Fig. 1. Diagrammatic geological map of the River Dunajec Basin (according to a small-scale geological map of Poland — Collective paper 1953/1954). 1 — Clays and gravels of Nowy Targ facies; 2 — Krakowiec shales clays and clays; 3 — Gra-

słabo wapnistym, niekiedy krzemionkowym, poprzekładanych ilastymi, marglistymi lub krzemionkowymi łupkami. Łupki stanowią w tych warstwach często grube kompleksy (W a t y c h a 1963). Margliste oraz wapnisto-krzemionkowe łupki wykształcone są w grubych warstwach przede wszystkim w okolicy Łącka (łupki łąckie). Węglan wapnia z powierzchniowych warstw skalnych został już przeważnie wymyty.

Podobne jakościowo skały jak w zlewni Górnego Dunajca występują również w zlewni rzeki Poprad, z tym jednak, że większy odsetek powierzchni zlewni Popradu na terenie Czechosłowacji stanowią piaskowcowo-łupkowe skały odpowiadające naszym warstwom fliszu podhalańskiego. Poza tym Poprad zamiast wapiennych skał pienińskiego pasa skałowego przecina piaskowce oraz łupki pstre i menilitowe, tzw. jednostki rychwałdzkiej (A n d r u s o v 1959). Dno Kotliny Sądeckiej tworzą gliny i piaski grabowieckie, przykryte przeważnie pyłowo-gliniastymi utworami czwartorzędowymi.

Pozostałą część Pogórza (z wyjątkiem 8 km najbardziej północnego brzeżnego pasa) budują różne utwory fliszowe serii menilitowej. Na rycinie 1 utwory te przedstawiono w dwóch grupach. Pierwszą grupę stanowią skały zawierające bardzo małą ilość wapnia i magnezu. Należą do nich warstwy istebniańskie, godulskie, Igockie i wierzowskie oraz towarzyszące warstwom krośnieńskim łupki menilitowe i pstre z piaskowcem ciężkowickim. Większość powierzchni zajmują warstwy istebniańskie, piaskowiec ciężkowicki i warstwy godulskie. Warstwy istebniańskie to prawie bezwapienne łupki i gruboziarnisty piaskowiec o skąym spoiwie ilastym (7—12%). Piaskowce ciężkowickie to bardzo słabo wapniste gruboziarniste skały z wkładkami łupków o małej ilości spoiwa ilasto-krzemionkowego (90% kwarcu). Warstwy godulskie stanowią kompleks drobnoziarnistych piaskowców glaukonitowych o spoiwie ilastym lub krzemienistym z wtrąceniami łupków. Druga grupa to zasobne w CaCO_3 warstwy krośnieńskie. Warstwy te w spągu wykształcone są przeważnie w postaci wapnisto-ilastych piaskowców z rzadkimi ławicami łupków. Ku górze piaskowce redukują się na korzyść marglistych łupków. Warstwy krośnieńskie w bezpośredniej zlewni Dunajca zajmują jedynie niewielki jej odcinek pomiędzy miejscowością Czchów a Charzewicami oraz nieco poniżej mały prawobrzeżny obszar od Zakliczyna po Wróblo-

←

bowiec sands and clays; 4 — Krosno sandstones and shales; 5 — shales and sandstones (Silesian series and hieroglyphic beds), Ciężkowice sandstones, menillite shales; 6 — Inoceramus shales and sandstones; 7 — Magura and sub-Magura sandstones and shales; 8 — rocks of the Pieniny klippen belt (limestones, marls, shales and sandstones); 9 — Chochółów sandstones and shales, Ostrysz sandstone; 10 — Zakopane shales and sandstones; 11 — limestones, marls, dolomites, shales and sandstone (Regle and 'summit' Tatra series); 12 — granites, metamorphic rocks, quartzites

wice. Natomiast duży procent powierzchni zajmują te warstwy w zlewni rzeki Białej. Z wyjątkiem kilkunastokilometrowego odcinka w rejonie Ciężkowic i Gromnika, budują one zlewnię tej rzeki od Grybowa aż po skrajną strefę Pogórza.

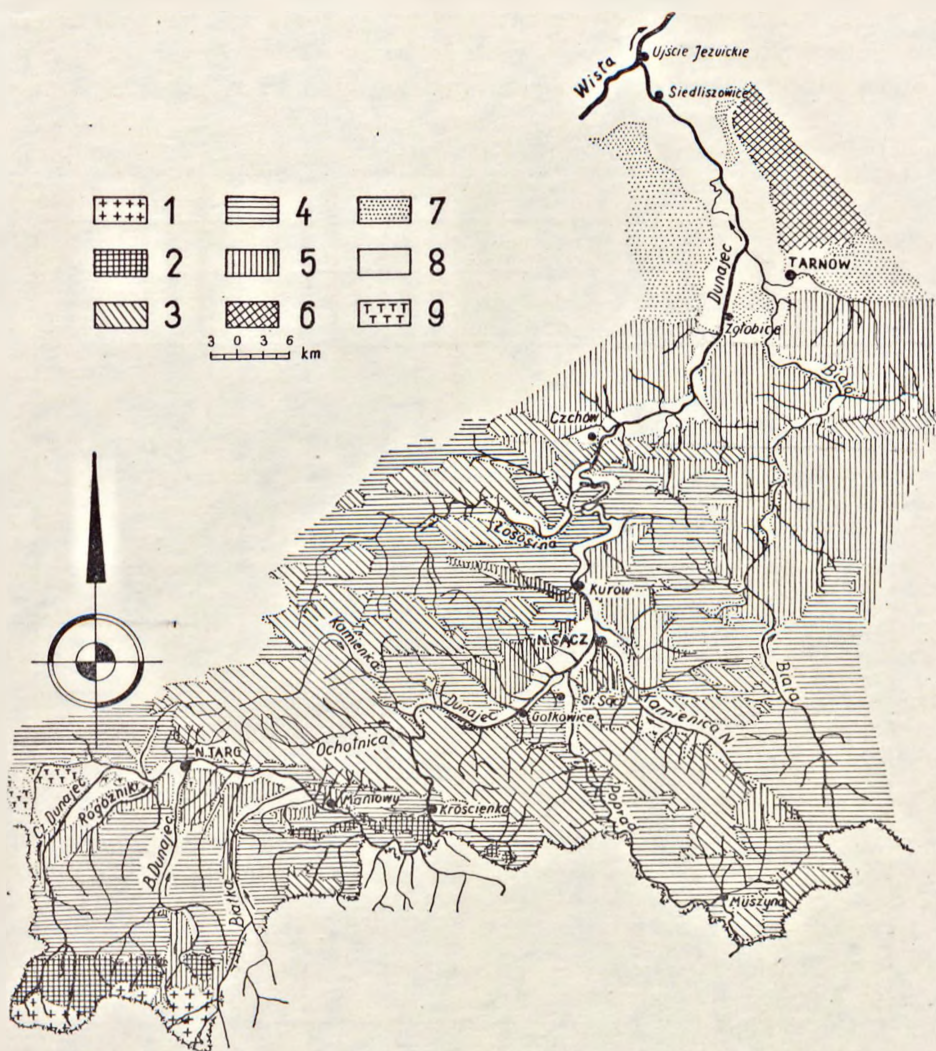
Brzeżny ostatni odcinek Pogórza budują najpierw znacznie wapniste (15—42% CaCO_3) łupkowo-piaskowcowe warstwy inoceramowe (Skoczyla-Siszewska, Kamiński 1959), a strefę progę, jakim przechodzi Pogórze w teren nizinny, miocenijskie ilowe utwory grabowieckie. Nizinny odcinek zlewni od Tarnowa aż do ujścia rzeki pokrywają pleistocenijskie i aluwialne piaski podścielone miocenijskimi ilami krakowieckimi.

Gleby

Pokrywą glebową zlewni przedstawiono na ryc. 2. Dokonany na niej podział gleb opiera się w większości na ich składzie mechanicznym. Z uziarnieniem gleby wiąże się bowiem wiele procesów wpływających na środowisko wodne.

W najwyższych partiach tatrzańskieg odcinka zlewni, na skałach krystalicznych i kwarcytowych, występują inicjalne gleby skaliste, wśród których w strefie kosówkowej i halnej rozmieszczone są mozaikowo silnie kwaśne (pH 4,0—5,0) gleby murszowo-próchniczne. W strefie reglowej na krystalicznym podłożu wytworzyły się rumoszowo-gliniaste, na łupkowym ilaste, a na dolinnych utworach morenowych rumoszowo-pyłowe płytkie gleby brunatne. Zarówno zakwaszenie tych gleb (pH 4,5—6,5), jak i nasilenie w nich procesu bielicowego nie jest jednak tak duże, jak można by przypuszczać. Przyczyna tego tkwi prawdopodobnie w tym, że silnie kwaśne związki organiczne uwalniane z igliwia świerkowego, przy dużym nachyleniu zboczy, są szybko zmywane i w wodach potoków o dużej ilości tlenu łatwo mineralizowane. Związki te akumulują się jedynie w bezodpływowych jeziorach dystroficznych. W pasie reglowym na podłożu zasobnym w węglan wapnia wytworzyły się różne rędziny. Jak wynika z badań Komornickiego (1952), Strzemeskiego (1956), Adamczyka (1962) oraz własnych typowe rędziny o obojętnym odczynie warstwy próchnicznej spotyka się tylko w reglu dolnym pod lasami bukowo-jodłowymi. Natomiast w reglu górnym o surowszym klimacie, pokrytym borami świerkowymi, gleby wytworzone z wapieni, zwłaszcza dolomitycznych, mają z reguły górną warstwę zakwaszoną.

Pogórze Gubałowsko-Spiskie pokrywają kwaśne gleby gliniaste (pH 4,2—6,0) wytworzone ze skał fliszowych. Na niektórych wyższych grzbietach wzgórz przechodzą one w gleby szkieletowe. Gleby te mają przeważnie skład granulometryczny glin ciężkich pylastych (tabela II).



Ryc. 2. Szkic gleb zlewni rzeki Dunajec (wg Mapy gleb Polski — praca zbiorowa 1958/1959). 1 — gleby skaliste; 2 — rędziny; 3 — gleby gliniaste szkieletowe; 4 — gleby gliniaste; 5 — gleby pyłowe; 6 — gleby lekkie wytworzone z piasków naglinowych i glin zwałowych; 7 — gleby piaskowe; 8 — mady lekkie, średnie, ciężkie oraz piaski rzeczne; 9 — gleby torfowe

Fig. 2. Diagrammatic map of the River Dunajec Basin (according to a soil map of Poland — collective paper 1958/1959). 1 — Skeleton soils; 2 — rendzinas; 3 — skeleton loam soils; 4 — loams; 5 — fine sands; 6 — light soils on sands with subjacent loams or on boulder clays; 7 — sands; 8 — alluvial soils (light, medium, and heavy) and river sands; 9 — peat soils

Na dnie dolin potoków, zwłaszcza Białki, występują natomiast wytworzone z osadów morenowych lub deluwialnych gleby pyłowe.

Na terenie Kotliny Nowotarskiej dominują gleby pyłowe wytworzone zwykle z łupkowych skał fliszowych lub pasa skałkowego. Poza tym na dużych płaskich tarasach dolnych odcinków głównych tatrzańskich po-

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

Miejsce pobrania gleby Soil sampling points	Średnica cząstek gleby w mm Soil particle diameter in mm						Suma Total <0.02	Grupa gleb Soil texture group
	*-0.1	0.1- -0.05	0.05- -0.02	0.02- -0.006	0.006- -0.002	<0.002		
Krepcachy	22	11	30	19	10	8	37	Gleby pyłowe silt soils
Maniowy	29	15	26	15	7	8	30	
Łącko	24	10	31	14	9	12	35	
Stary Sącz	19	12	32	17	8	12	37	
Podegrodzie	23	12	29	15	5	16	36	
Piątkowa	27	16	27	13	7	10	30	
Zbyszyce	34	20	21	10	7	8	25	
Olszyny	35	14	27	14	5	5	24	
Tuchów	19	14	33	15	8	11	34	
Ochoznica Górna	46	19	12	9	5	9	23	Gleby gliniaste szkieletowe (części ziemiste) skeletal loam soils (fine earth)
Tylmanowa	54	15	11	8	4	9	21	
Obidza	54	14	11	8	4	10	22	
Nowa Wieś	44	20	11	9	7	9	25	
Czchów	53	12	14	8	5	8	21	
Klikuszowa	25	15	21	13	10	16	39	a) Gliny średnie medium loam
Krościenko	17	11	25	19	12	16	47	
Zegiestów	31	10	15	16	13	15	44	Gleby gliniaste loam soils
Florynka	30	15	15	15	9	16	40	
Kurów	27	13	18	13	8	21	42	
Głodówka	13	16	18	16	15	22	53	b) Gliny ciężkie heavy loam
Czarna Góra	12	9	20	20	20	19	59	
Łososina Górna	10	10	28	21	10	21	52	
Tęgoborze	22	6	17	15	11	29	55	
Kobyłe Gródek	20	6	17	20	19	18	57	
Podczerwone	35	15	18	9	10	13	32	Mady alluvial soils
Brzeźna	35	11	18	13	10	13	36	
Biskupice Radł.	11	7	23	23	15	21	59	

toków występują mady gliniasto-kamieniste (dawne stożki wypływowe) oraz, głównie w zlewni Czarnego Dunajca, silnie kwaśne gleby torfowe. Zakwaszenie gleb pyłowych oraz mad waha się w szerokich granicach, bo od pH 5,0—7,2.

Na stokach Gorców po Nowy Targ występują przeważnie kwaśne gleby gliniaste, a dalej po Czorsztyń leśne gleby szkieletowe. W obrębie pienińskiego przełomu występują mozaikowo rędziny oraz wytworzone na bezwęglanowych skałach łupkowo-piaskowcowych, a nawet marglowych, kwaśne gleby gliniaste (Fabijanowski 1957, Dobrzański i inni 1958, Komornicki 1958).

Na odcinku pomiędzy Krościenkiem a Jazowskiem dalsze pasmo Gorców i przyległych wzniesień a także prawobrzeżne tereny Beskidu Sądeckiego pokrywają, z wyjątkiem małych przydolnych powierzchni gleb gliniastych, gleby szkieletowe (cała zlewnia Ochotnicy i Kamienicy). Większa powierzchnia gleb gliniastych i miejscami pyłowych występuje tylko w poszerzeniu dolinnym Łącka.

Pozostały obszar Beskidu Sądeckiego obejmujący zlewnię dolnego Popradu, Kamienicy Nawojowskiej, źródłowego odcinka Białej (po Grybów), wschodnią część Beskidu Wyspowego (górną zlewnia Łososiny) oraz południową część Pogórza Karpackiego, w dolinie Dunajca po Czchów (dolną zlewnia Łososiny) zajmują gleby gliniaste z płatami gleb szkieletowych rozmieszczonych na szczytach wzniesień. W zlewni Białej w okolicy Grybowa i Stróż występują także małe powierzchnie gleb ilastych. W górnej zlewni Popradu występują gleby o zbliżonych właściwościach do omówionych powyżej gleb polskich Tatr i Podhala (L a z a r 1956). Dno Kotliny Sądeckiej, z wyjątkiem szerokiego pasa mady średnich w pobliżu koryta rzeki (tabela II) oraz dużych przyrzecznych kamieńców, wyścielają gleby pyłowe. Te ostatnie występują także na pewnych powierzchniach obrzeża Kotliny (zlewnia potoków Łubinka, Smolnik) oraz w strefie Pogórza, zwłaszcza na prawym brzegu zbiornika Rożnowskiego.

Dalszy obszar Pogórza od Czchowa, a w dolnie Białej od Stróż, pokrywają już w większości gleby pyłowe. Gleby gliniaste stanowią wśród nich tylko niewielkie wyspy (wyższe piaskowcowe wzniesienia). Jak wynika z zestawienia podanego przez S t r z e m s k i e g o (1954), trzy powiaty, na terenie których wykrojona jest zlewnia Dunajca, mają wyjątkowo dużą powierzchnię gleb pyłowych wytworzonych z fliszu. W obrębie Pogórza w szerokiej dolinie na dużych płaskich tarasach przyrzecznych występują mady średnie. W dolinie nizinnej odcinka zlewni występują już mady ciężkie (tabela II).

Szkieletowe gleby Beskidów i Pogórza są glebami bardzo płytkimi i przeważnie mają kwaśny lub słabo kwaśny odczyn (pH 5,2—6,6). Zawierają one oprócz kamienistego szkieletu dość znaczną domieszkę zwiertrzelin, najczęściej o składzie mechanicznym glin lekkich pylastych (tabela II). Gleby gliniaste tego terenu zajmujące zbocza wzniesień są przeważnie, z wyjątkiem rejonów o podłożu łupkowym, glinami średnimi pylastymi często z pewną ilością szkieletu w głębszych warstwach. W głąb profilu gleb szkieletowych i gliniastych wzrasta zwykle nie tylko ilość kamieni, lecz także często i części spławialnych. Z tego powodu gleby takie wykazują małą przepuszczalność oraz retencję i przyczyniają się do zwiększenia i tak już dużych, z racji znacznych spadków, wpływów powierzchniowych denudujących powierzchnię gleby. Natomiast gleby gliniaste występujące w dolinach i zagłębieniach mają zwykle dużą domieszkę materiału deluwialnego i są najczęściej glinami ciężkimi (tabela II). Gleby pyłowe wytworzone w całej zlewni z materiału fliszowego

odznaczają się pewnymi wspólnymi cechami. Mianowicie są to utwory, które mają podobną do podgórszych gleb lessowych zawartość części spławialnych, ale zwykle znacznie mniejszą w sumie ilość części pyłowych (40—45%), a większą, dzięki dużym powierzchniowym zmywom, zawartość piasku. Fakt ten niewiele jednak zmniejsza ich podatność na dalszą erozję powierzchniową ze względu na duże spadki terenu. Wszystkie te gleby zlewni są dość zasobne w potas (6,5—20,0 mg $K_2O/100$ g gleby), a przeważnie ubogie w przyswajalny fosfor (0—5,0 mg $P_2O_5/100$ g gleby) i substancje organiczne. Przeważają wśród nich gleby typu brunatnego kwaśnego. Węglan wapnia, z wyjątkiem niektórych płytkich gleb wytworzonych na warstwach inceramowych i krośnieńskich, został już z ich powierzchniowych warstw prawie całkowicie wymyty.

Budowa koryta rzeki

Dno potoków w obrębie Tatr tworzą odcinkami lita skała lub różnej wielkości głazy z grubym żwirem. Początkowo skład tego luźnego materiału dennego odpowiada budowie geologicznej zlewni. Głazy i żwiry są przeważnie odłamkami granitów, kwarcytów i wapieni (U n r u g 1957, B o b r o w s k i, K o c i s z e w s k a - M u s i a ł 1959, N a w a r a 1960). Na dalszym przedpolu Tatr materiał denny trzech głównych źródłowych potoków Dunajca na skutek procesów abrazji i selekcji składa się nie tylko z drobniejszych kamieni, lecz ma także inny skład litologiczny. Mianowicie spada w nim zawartość wapieni, a wzrasta ilość skał krystalicznych oraz pojawia się mały odsetek kruchych skał fliszowych doprowadzanych ze zbocza dolin przez dopływy. Odmiennie nieco układają się te stosunki w dnie Białki. Potok ten z powodu największego spadku, a być może także większej odporności na ścieranie granitów z Tatr Wysokich, ma w swym dnie aż do ujścia najgrubszy kamienisty materiał, głównie granitowy. Materiał ten wleczony dalej powoduje wzrost średnicy „żwirów” w Dunajcu aż po pieniński przełom. Duży prąd wody i przeważnie okrągły kształt krystalicznych otoczków w rzece przyczynia się do tego, że mimo znacznych zmywów (w czasie deszczów) ziemistego materiału z pyłowych i pylastych gleb tego odcinka zlewni, osadzanie się go na dnie rzeki między kamieniami jest minimalne (Z i m m e r m a n n 1961). W Pieninach dno wyżłobione jest w większości w skale wapiennej. Tuż za Pieninami średnice największych otoczków nie przekraczają 40 cm, a w ich składzie wzrasta znowu udział wapieni. Na odcinku przełomu przez Beskidy po Zabrzeż dno rzeki tworzy najczęściej lita skała piaskowca magurskiego lub duże jej bloki i gruby żwir. Od Zabrzeża aż do ujścia koryto Dunajca wyścielają już tylko żwiry i kamienie. Na odcinku pomiędzy Beskidami a Zbiornikiem Rożnowskim wielkość ich znacznie się

zmniejsza i wzrasta w nich bardzo poniżej Nowego Sącza (do 50%) udział otoczonych zwykle na płasko okruchów skał fliszowych (K o s s a k o w s k a - S u c h 1961). W związku z tym zmienia się także struktura żwirów, co przy dużych w tym rejonie zlewni powierzchniach gleb pyłowych oraz wobec zwolnienia nieco prądu wody powiększa się ich zamulenie. Przed samym zbiornikiem przeciętna średnica kamieni nie przekracza już na ogół 20 cm. Poniżej zbiornika w Czchowie, do którego znaczną ilość unosin i wleczyn wprowadza Łososina, wielkość żwiru nagle spada (1—6 cm). Pod Zgłobicami duży procent żwiru (90%) stanowi już frakcja < 1 cm, a największe otoczaki, które pochodzą z rozmycia starych tarasów, nie przekraczają na przyrzecznych kamieńcach 10 cm. Mimo osadzania się w zbiornikach dużej ilości zawiesin zamulenie dna na tym odcinku jest znaczne. Przyczyną tego, jak się zdaje, jest duży w tym rejonie zlewni procent gleb pyłowych. Zamulenie dna Dunajca wzrasta jeszcze bardziej od ujścia rzeki Białej, która podczas letnich opadów niesie wyjątkowo dużą ilość zawiesin (gleby pyłowe). Dno nizinnego odcinka rzeki zbudowane jest na początku z materiału żwirowo-piaszczystego, a dalej z piaszczysto-mulistego.

Uwagi końcowe

Zróznicowanie budowy podłoża zlewni rzeki zaznacza się także bardzo wyraźnie w składzie chemicznym jej wody. Jak orientują wyniki analiz (tabela III), górne źródłowe potoki na nieprzeziąkliwym, trudno wietrzejącym podłożu krystalicznym, prowadzą wodę o skrajnie małej ilości soli mineralnych. Wody ich zawierają szczególnie mało potasu. Zawartość mineralnych soli w wodzie tych potoków gwałtownie wzrasta po przepłynięciu przez pas w większości wapiennych skał reglowych. Wyraźnie więcej zmineralizowane są wody spływające z Tatr Zachodnich i Środkowych (Czarny i Biały Dunajec), gdzie skały te zajmują w porównaniu z Tatrami Wysokimi (Białka) znacznie większą powierzchnię. Wykazują to również bardzo wyraźnie szeroko zakrojone badania wód potoków tatrzańskich O l e k s y n o w e j i K o m o r n i c k i e g o (1965). Stosunkowo mały obszar skał zasobnych w CaCO_3 w obrębie polskiej części zlewni Białki wyrównuje w pewnym stopniu zlewnia potoku Jaworowego, płynącego przez wapienne skały czechosłowackich Tatr Bielskich (S o k o ł o w s k i 1948). Wody potoków z Tatr Zachodnich i Środkowych zawierają przede wszystkim więcej magnezu i potasu. Większa ilość magnezu wiąże się prawdopodobnie ze znaczną powierzchnią, jaką zajmują na tym obszarze skały dolomitowe oraz wapienne zasobne w magnez (wapienie numulitowe). Natomiast co się tyczy ilości potasu, to wynikać to może głównie z większej zawartości tego składnika oraz mniejszej odporności

na wietrzenie krystalicznych (migmatytów) i niektórych osadowych skał tej strefy.

Na przedpolu Tatr, gdzie dominują fliszowe skały o średniej zasobności w zasadowe składniki, lecz łatwiej wietrzejące i nasiąkliwe, wody

Tabela III. Skład chemiczny wody rzeki Dunajec i jego dopływów (mg/l) 28 - 29 VII 1964 r.
Table III. Chemical composition of the water in the River Dunajec and its affluents (mg/l)
28 - 29 July 1964

Dunajec i dopływy The river Dunajec and affluents	Miejscowość Locality	pH	Alkaliczność Alkalinity me	Twardość ogólna w °n Total hardness	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cl	SO ₄
Starorobociański	Przy ujściu at mouth	7.2	0.40	1.2	3.6	3.0	0.12	0.44	śląd Trace	1.0	2.0
Siwa Woda	Siwa Polana	7.4	0.78	2.5	10.3	4.4	0.12	0.50	0.02	1.2	4.3
Kirowa Woda	Kiry	7.8	2.00	6.4	31.4	8.7	0.40	1.55	0.02	1.2	13.6
Czarny Dunajec	Chochołów	7.9	2.15	6.8	32.5	9.8	0.66	2.08	0.02	1.7	14.0
Rogoźnik	Brzeźki	7.8	2.85	8.8	47.2	9.3	2.12	3.76	0.10	3.5	20.1
Czarny Dunajec	Nowy Targ	7.6	2.70	8.4	44.3	9.5	1.46	3.20	0.14	3.2	18.1
Poroniec	Poronin	7.6	1.60	5.2	25.0	7.4	0.65	1.95	0.02	1.7	16.5
Biały Dunajec	Nowy Targ	9.0	2.05	6.3	26.4	11.3	1.59	4.88	0.04	5.0	18.8
Roztoka	Przy ujściu at mouth	6.8	0.15	0.65	3.8	0.5	śląd Trace	0.30	0.02	0.50	4.1
Białka	Bukowina	7.5	1.50	5.2	27.7	5.7	0.20	1.20	śląd Trace	1.0	18.4
Białka	Dębno	7.6	1.70	5.7	26.8	8.4	0.63	1.92	0.14	1.7	19.3
Dunajec	Mantowy	8.0	2.30	7.2	33.2	11.1	1.59	4.08	0.12	4.0	17.7
Grajcarok	Szczawnica	8.2	2.40	7.7	40.7	8.7	1.32	3.92	śląd Trace	3.7	20.1
Dunajec	Kroscienko	8.0	2.45	7.6	35.7	11.3	1.62	4.68	0.08	4.5	18.9
Dunajec	Kadcza	7.8	2.65	8.2	41.1	10.6	1.79	4.96	0.07	4.5	20.5
Poprad	Stary Sącz	8.0	2.35	7.3	37.2	9.1	1.32	6.52	śląd Trace	4.7	22.0
Kamienica Nawojowska	Nowy Sącz	7.8	3.15	9.4	50.0	10.6	2.39	7.84	0.02	5.2	21.6
Dunajec	Kurów	8.0	2.60	8.5	43.0	10.6	2.62	11.92	0.07	6.3	39.0
Lososina	Lososina Dolna	7.8	2.80	8.4	39.0	12.8	2.92	9.28	0.02	6.2	24.2
Dunajec	Zgłobica	7.8	2.50	7.7	37.9	10.4	2.03	8.56	0.08	4.7	29.0
Biała	Grybów	8.0	2.70	8.6	45.7	9.5	1.35	3.90	0.02	3.7	21.0
Biała	Radlna k/Tarnowa	7.8	4.65	14.3	67.2	21.3	4.81	15.44	0.12	11.0	44.7
Dunajec	Ujście Jezuickie	7.4	2.95	9.2	47.5	11.1	2.89	16.80	0.10	13.0	37.0

* in German degrees

potoków ulegają dalszemu wzbogacaniu w składniki mineralne, przy czym znowu w większym stopniu wzrastają one w wodach wpływających do Czarnego Dunajca. Najbardziej zmineralizowaną wodę na tym obszarze ma potok Rogoźnik, którego źródłowe dopływy przecinają bogatsze w CaCO₃ i bardziej przesiąkliwe od warstw zakopiańskich piaskowcowe warstwy chochołowskie. Obecność silnie kwaśnych torfów w zlewni Czarnego Dunajca zaznacza się poniżej Podczerwonego przez obniżenie wartości odczynu wody oraz w czasie wiosennych roztopów czy letnich deszczów przez silniejsze zabarwienie i większą zawartość związków humusowych. W dolnych odcinkach głównych potoków tatrzańskich, gdzie występują grube przyrzeczne starsze pokłady żwirów, lepsza cyrkulacja wód gruntowych (Ziemońska 1966) sprzyja, jak wynika z analiz (ta-

bela III), wymywaniu z podłoża żelaza. Wzrost pH wody Białego Dunajca w okolicy Nowego Targu spowodowany jest prawdopodobnie przez alkaliczne zanieczyszczenia przemysłowe.

Zmieszanie się wód Czarnego Dunajca z mniej zmineralizowanymi wodami Białego Dunajca, a zwłaszcza Białki, daje w wyniku spadek twardości wody Dunajca aż do przełomu pienińskiego. Zawartość wapnia w wodzie Dunajca nie podnosi się wiele po przepłynięciu przez wapienne skały Pienin. Powodem tego jest przypuszczalnie fakt, że wszystkie większe potoki zasilające na tym odcinku Dunajec zbierają swe wody głównie z zewnętrznych terenów otaczających wapienne skałki zbudowanych z mało lub średnio zasobnych w CaCO_3 skał fliszu podhalańskiego (Nidzica) oraz magurskiego (Grajcarek, Krośnica). Poza tym rozpuszczalność twardych wapieni przez wody powierzchniowe jest zbyt mała (Pasternak 1968), aby na tak krótkim odcinku podnieść zawartość wapnia w dużej masie wody (tabela I).

Nieznacznie zwiększa się też mineralizacja wody na odcinku biegu rzeki przez tereny zbudowane z warstw magurskich, tj. po Zbiornik Rożnowski. Wynika to prawdopodobnie z tego, że ogólna zawartość składników mineralnych w wodzie już po przepłynięciu Pienin odpowiada zakresowi mineralizacji wód, jakiemu ulegają one zwykle na terenach zbudowanych przez średnio zasobne w zasadowe składniki warstwy magurskie (Pasternak 1968). W wodzie Dunajca na tym terenie zwiększa się tylko nieco zawartość potasu, w który skały te są od skał poprzedniego odcinka zlewni bogatsze, a spadki w Kotlinie Sądeckiej i Pogórze dużo mniejsze niż w górnym biegu rzeki. Większą twardość wody mogą mieć tylko niektóre małe potoki płynące przez dolinę Łącką czy Kotlinę Sądecką o zasobniejszych glebach uprawnych oraz potoki brzeżnych obszarów Pogórza, gdzie w podłożu występują na większej powierzchni warstwy inoceramowe i grybowski (potok Smolnik).

Poniżej zbiornika w Czchowie, aż do ujścia rzeki Białej, notuje się wyraźny spadek twardości wody. Wynika on, jak się zdaje, z biologicznego wytrącania się z wody w zbiornikach pewnej ilości węglanów (Bombówna 1965, Wróbel 1965) oraz braku możliwości uzupełniania wapnia i magnezu ze zlewni, która na tym odcinku zbudowana jest w większości w prawie bezwapiennych skałach serii śląskiej i odwadniana przez nieliczne małe strumienie.

Ogólna twardość wody Dunajca wzrasta znowu po połączeniu się z bogatszą w sole mineralne wodą rzeki Białej. Duża ilość związków mineralnych w wodzie tej rzeki, zwłaszcza magnezu, wiąże się, jak wykazały wcześniejsze badania autora (Pasternak 1967), z obecnością skał warstw krośnieńskich na znacznych obszarach jej zlewni. Poza tym woda Białej, analogicznie do wód innych rzek karpacczych o lepiej przesiąkliwych pyłowych glebach zlewni, zawiera nieco więcej chlorków i żelaza.

Na nizinnym odcinku rzeki Dunajec z powodu jej obwałowania, które

ogranicza powierzchniowe spływy wód, wpływ piaszczystych terenów na chemizm wody jest minimalny. W składzie chemicznym wody na tym odcinku, jak również w składzie wody rzeki Białej pod Tarnowem zaznacza się natomiast oddziaływanie zanieczyszczeń (więcej sodu i chlorków).

Z powodu znacznych obszarów zlewni o dużych spadkach, stosunkowo małego zalesienia oraz dużego procentu powierzchni gleb pyłowych w górnym odcinku rzeki, Dunajec transportuje, w porównaniu z innymi rzekami karpackimi, dużą ilość unosin. Szczególnie dużo materiału erodowanego unosi rzeka w okresie letnich deszczów na odcinku po Zbiornik Rożnowski. W Krościenku intensywność transportu unosin w latach 1947—53 określono na 128 t z 1 km² w roku, a w Nowym Sączu w 1946 r. wynosiła ona 78 t z 1 km² w roku (Dębski 1961). Poza glebami pyłowymi znacznemu rozmywaniu ulegają także gleby szkieletowe (zlewnia Ochotnicy i Kamienicy) oraz gleby gliniaste średnie. Przyczynia się do tego poza ich szkieletowością, małą miąższością i zwykle wysokim położeniem, stosunkowo duża zawartość w nich części pyłowych (tabela II). Pokrywa glebowa zlewni oprócz erozji powierzchniowej ulega również na obszarach o dużych spadkach erozji liniowej. Jak wykazują badania Polaka (1965), przeprowadzone na małym dopływie Dunajca, ilość wynoszona przez wodę fosforu, a szczególnie potasu w postaci unosiny jest jednak znacznie mniejsza niż w związkach w niej rozpuszczonych. Ze składników pokarmowych we względnie większych ilościach odpływa ze zlewni w zawiesinie tylko azot. Bezwzględna ilość materii organicznej odpływającej z górskiej części zlewni w zawiesinie jest jednak w stosunku do mineralnych części mała, gdyż silna erozja gleb nie pozwala na większe jej w nich nagromadzenie.

SUMMARY

The River Dunajec rises in the Tatra Mts (alt. 1100—2499 m.) and is the second largest Carpathian affluent of the Vistula. The area of its catchment basin is characterized by a considerable morphological differentiation, heavy rainfall (Table 1), and relatively little forest (35.5 per cent). The upper and middle part of the catchment basin is formed apart from the Tatra Mts (by the Pieniny) (alt. 700—1050 m.) and Carpathian (alt. 700—1310 m.) ranges, and by vast intermontane basins. The lower section of the catchment basin is represented by highland (alt. 400—600 m.) and lowland (alt. 170—250 m.) terrains. The maximum variation of level of the catchment basin is 1600 m.

The discrimination of rocks occurring in this area (fig. 1) was carried out chiefly on the basis of the similarity of their chemical properties, less stress being laid on their age or their belonging to a given stratigraphical series. The physico-chemical properties of the rocks of this catchment basin are dealt with in the text. Among the sandstones and shaly rocks prevailing in the catchment basin only the Krosno and Inoceranian beds are rich in basic components and occupy large areas only in the catchment basin of the river Biała. Medium or small amounts of these

components are found in the Chochołów and Zakopane beds, as well as in deposits of the Magura series. On the other hand, rock deposits of the Silesian series, the Ciężkowice sandstones, and menillite shales are almost entirely lacking in calcium.

The soils occurring in the catchment basin were discriminated according to their grain composition, in conformity with the classification accepted in Poland (fig. 2), since many processes influencing the aquatic environment are related to the grain size of soils. All soils of the investigated catchment basin are fairly rich in freely soluble potassium, being poor in phosphorus and organic matter (with the exception of peats). Strongly acidified soils prevail among them. The majority of soils undergo intense erosion. This is due not only to the steep slopes but also to the considerable share of silty soils in this catchment basin. A large amount of silt matter increasing the leaching of soils occurs also in the majority of loam soils (Table II).

Owing to the strong erosion of the substratum of the catchment basin, the river transports during the summer rains large amounts of rubble and suspended matter. The lithological composition of the coarser material deposited on the bottom as a result of varying resistance to abrasion corresponds to the geological structure of the catchment basin only at the beginning of the river's course. The diameters of this material and degree of silting of the bottom depend above all on the gradient of the river.

The chemical composition of the water in the river Dunajec and its affluents (Table III) shows a marked dependence on the resistance to weathering, on the permeability, and on the chemical properties of rocks occurring in the catchment basin. This dependence appears most distinctly in the general content of mineral salts in the water. The morphology of the catchment basin determining the time of the contact of water with the rocks and soils of this area also have some effect on the composition of the water, and dam reservoirs, two, play their part. The smallest amount of mineral salts occurs in the water of source streams on a substratum of crystalline rocks and the greatest in the water of the river Biała (Krosno beds).

LITERATURA

- Adamczyk B., 1962. Studia gleboznawczo-fitosocjologiczne Doliny Małej Łąki w Tatrach. *Acta Agraria et Silv. Ser. leśn.*, 2, 45—116.
- Andrusov D., 1959. *Geológia československých Karpat*, 2, Bratislava, Slov. Acad. Vied.
- Bac S., 1965. Wpływ lesistości i gleb na opad i odpływ w regionach hydrograficznych Polski. *Prace i Studia Kom. Inż. i Gosp. Wodnej PAN*, 7, 195—202.
- Bieda F., 1951. *Starszy trzeciorzęd. Regionalna Geologia Polski*, 1, 1, Kraków, Pol. Tow. Geol.
- Birkenmajer K., 1958. *Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym*, 1—4, Warszawa, Wyd. Geolog.
- Birkenmajer K., 1962. Zabytki przyrody nieożywionej pienińskiego pasa skałkowego. Cz. II: Skałki w Rogoźniku koło Nowego Targu. *Ochrona Przyrody*, 28, 159—185.
- Bobrowski W., Kociszewska-Musiałowa G., 1959. Analizy żwirów Dunajca między Tatrami a Pieninami na tle morfologii i geologii obszaru zlewni. *Kwart. Geolog.*, 3, 2, 391—414.
- Bombówna M., 1965. Hydrochemical characteristics of the Rożnów and Czychów reservoirs. *Kom. Zagosp. Ziemi Górskich PAN*, 11, 215—233.

- Cetnarowiczowa M., 1962. Zastosowanie nomogramu Konstantinowa do rozwiązania równań bilansu wodnego rzek górskich na przykładach zlewni Bobra po Pilchowice oraz zlewni Dunajca po Czorsztyn i Gołkowice. *Prace i Studia Kom. Inż. i Gosp. Wod.*, 5, 7—71.
- Dębski K., 1961. Charakterystyka hydrologiczna Polski, Łódź—Warszawa, PWN.
- Dobrzański B., Gliński J., Guz T., Pomian J., 1958. Gleby dorzecza Białej Wody. *Rocz. Nauk. Rol.*, 72-F-3, 963—991.
- Fabijanowski J., 1957. Kształtowanie krajobrazu w okolicy Szczawnicy. *Ochrona Przyrody*, 24, 65—156.
- Figuła K., 1956. Monografia Górnego Dunajca. *Prace i Studia Komitetu Gosp. Wodnej PAN*, 1, 227—357.
- Gawel A., 1959. Zagadnienia petrograficzne trzonu krystalicznego Tatr. *Biul. PIG*, 149, 107—118.
- Just J., Hermanowicz W., 1964. Fizyczne i chemiczne badania wody do picia i potrzeb gospodarczych, Warszawa, PZWL.
- Klimaszewski M., 1937. Morfologia i dyluwium doliny Dunajca od Pienin po ujście. *Wiad. Służby Geograf.*, 11, 174—224.
- Klimaszewski M., 1952. Rzeźba Podhala. *Czas. Geograf.*, 21—22, 237—250.
- Klimaszewski M., 1958. Pogląd na rozwój geomorfologiczny Tatr Polskich. *Przewodnik VI Ogólnopol. Zjazdu PTG*, Kraków, 19—31.
- Komornicki T., 1952. Cztery profile gleb na podłożu wapiennym i krystalicznym w Tatrach. *Prace Rol.-Leśne*, 60, Kraków, PAU.
- Komornicki T., 1958. Gleby cerkla wzorcowego w Jaworkach koło Szczawnicy. *Rocz. Nauk. Rol.*, 72-F-3, 993—1013.
- Kossakowska-Such J., 1961. Analiza żwirów Dunajca między Pieninami a jeziorem Rożnowskim. *Biul. Geol. Wydz. Geol. U.W.*, 1, 1.
- Lazar J., 1956. Krótki szkic geologiczno-petrograficzny i charakterystyka gleb Czechosłowacji. *Rocz. Glebozn.*, 5, 263—283.
- Michalik A., 1958. Budowa geologiczna Tatr. *Przewodnik VI Ogólnopol. Zjazdu PTG*, Kraków, PTG, 3—13.
- Nawara K., 1960. Skład litologiczny żwirów Białki i Czarnego Dunajca w zależności od frakcji. *Acta Geol. Pol.*, 10, 3, 455—474.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1965. The chemical composition of water in the Polish Tatra Mountains and the problem of its variation in time. *Kom. Zagosp. Ziem Górskich PAN*, 11, 91—111.
- Pasternak K., 1968. Skład chemiczny wody rzek i potoków o zlewni zbudowanej z różnych skał i gleb. *Acta Hydrobiol.*, 10, 1—2.
- Polak S., 1965. Erozja gleb w obrębie zlewni potoku Brzeźnianka w powiecie Nowy Sącz. *Roczn. Glebozn.*, 15, 1, 205—230.
- Skoczylas-Ciszewska K., Kamiński M., 1959. O facji inoceramowej warstw istebniańskich Pogórza Wiśnicko-Rożnowskiego. *Kwart. Geol.*, 3, 4, 977—995.
- Sokołowski S., 1948. Tatry Bielskie. *Geologia zbroczy południowych*. *Prace PIG*, 4, Warszawa, Wyd. Geol.
- Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Industrial Wastes, 1955, New York, APHA.
- Strzemski M., 1954. Gleby województwa krakowskiego. *Przegląd Geograf.*, 26, 54—101.
- Strzemski M., 1956. Gleby Tatr Polskich. *Rocz. Glebozn.*, 5, 3—71.
- Świdziński H., 1947. Słownik stratygraficzny Północnych Karpat fliszowych. *Biul. PIG*, 37.

- Unrug R., 1957. Współczesny transport i sedymentacja żwirów w dolinie Dunajca. Rocznik PTG, 26, 2, 179—186.
- Watycha L., 1963. Flisz magurski południowej części Gorców. Przegląd Geol., 8, 371—373
- Wróbel S., 1965. The bottom deposits in dam reservoirs at Rożnów and Czychów. Kom. Zagosp. Ziem Górskich PAN, 11, 289—294.
- Ziemońska Z., 1966. Obieg wody w obszarze górskim na przykładzie górnej części dorzecza Czarnego Dunajca. Prace Geogr. PAN, 55, Warszawa, Wyd. Geol.
- Zimmermann P., 1961. Experimentelle Untersuchungen über die ökologische Wirkung der Strömungsgeschwindigkeit auf die Lebensgemeinschaften des fließenden Wassers. Schweiz. Z. Hydrol., 23, 1, 1—81.
- Praca zbiorowa, 1953/54. Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1 : 300 000, arkusze: Cieszyn, Nowy Sącz, Kielce, Wyd. B, IG.
- Praca zbiorowa, 1958. Prace i studia Komitetu Gospodarki Wodnej PAN, 2, Warszawa, PWN.
- Praca zbiorowa, 1958/59. Mapa gleb Polski 1 : 300 000, arkusze: Cieszyn, Nowy Sącz, Kielce, Wyd. A, IUNG.

Adres autora — Author's address

doc. dr Kazimierz Pasternak

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