

Władysław BOBROWSKI, Genowefa KOCISZEWSKA-MUSIAŁ

Analizy żwirów Dunajca między Tatrami a Pieninami na tle morfologii i geologii obszaru zlewni

PRZEBIEG DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Dunajec i jego osady stanowiły od kilkudziesięciu lat przedmiot zainteresowania wielu badaczy.

Jedną z pierwszych prac na ten temat jest praca H. Kellera (1899), w której autor podaje kilka analiz żwirów Dunajca na odcinku między Pieninami a Zgłobicami. Znacznie więcej prac ukazało się na temat morfologii doliny Dunajca oraz zlodowaceń występujących w Tatrach. Liczni autorzy zajmują się też geologią trzonu krystalicznego oraz skałami osłony. Do starszych prac dotyczących Tatr należą prace R. Rehmana (1893) i W. Uhliga (1897). W latach późniejszych zagadnieniami osadów tatrzańskich zajmowali się C. Kuźniar (1913), J. Morozewicz (1914), W. Nechay (1929) i W. Pawlica (1915). Problemami związanymi z lodowcami Tatr i Karpat zajmowali się B. Halicki (1923/24, 1930, 1932), W. Kuźniar (1911), J. Partsch (1923) i E. Romer (1929). Rozwojem doliny Dunajca i powstaniem jego tarasów zajmowali się głównie B. Halicki (1932), M. Klimaszewski (1937) i J. Smoleński (1918).

Wymienieni autorzy niewiele zajmowali się składem żwirów doliny Dunajca. Prace takie podjął w 1949 r. zespół pracowników I. G. w Warszawie z inicjatywy W. Bobrowskiego. W zespole tym pracowali między innymi Z. Kozydra, A. Łaszczyński, L. Mączka, J. Matjasik, M. Szajkowska, S. Tokarska oraz W. Bobrowski, nadający kierunek całości pracy. W czasie tych prac wykonano pewną ilość analiz litologicznych w terenie. Prace te zostały w I. G. przerwane w 1952 r., a w 1955 r. zostały wznowione w Katedrze Geologii i Ekonomiki Złóż U. W., w nawiązaniu do przerwanych prac I. G.

W 1957 r. ukazała się praca R. Unruga (1957), w której autor omawia zachowanie się otoczków żwirowych w czasie transportu. W pracy tej określono skład petrograficzny żwirów przez makroskopowe oznaczenie przynależności petrograficznej 100 odłamków różnych petrograficznie skał pobranych w miejscu przeprowadzania badań.

Niniejsza praca odnosi się jedynie do górnego biegu Dunajca powyżej Pienin. Starano się w niej zwłaszcza nakreślić zagadnienia, które nie były przez poprzednich autorów uwzględnione lub omówione w zbyt szczupłym

zakresie. Starano się też zwiększyć ilość dokonywanych obserwacji tak, by wnioski oprzeć na obfitszym materiale faktycznym. Uwzględniono również wpływ skał podłoża występujących na obszarze zlewni Dunajca i morfologii terenu na skład żwirów w korycie Dunajca. W skromnym tylko zakresie uwzględniono badania składu petrograficznego żwirów w tarasach starszych, ograniczając się głównie do analiz wykonanych na próbkach pobranych z najniższych tarasów — kamieńca, tarasu zalewowego i nadzalewowego. W dalszej kolejności zamierza się opracowanie składu żwirów następujących odcinków Dunajca.

DUNAJEC, JEGO DOPIŁYWY ORAZ SZEROKOŚĆ DOLIN

Dunajec powstaje z połączenia Białego i Czarnego Dunajca w okolicy Nowego Targu. Obydwa te potoki, jak widać na załączonej mapce (fig. 1), prowadzą wody licznych strumieni górskich, których źródła znajdują się na północnych stokach Tatr i sięgają często powyżej 1600 m n.p.m.

Z dopływów Czarnego Dunajca należy wymienić potok płynący doliną Jarzącza, który łączy się z potokiem Starobociańskim w Siwą Wodę, płynącą z Doliny Chochołowskiej. U wylotu tej doliny na wysokości 880 m n.p.m. na południe od miejscowości Roztoki, Siwa Woda łączy się z płynącą z Doliny Kościeliskiej Kirową Wodą w potok Czarnego Dunajca, który w górnym biegu płynie południkowo. Na odcinku Podczerwone—Długopole o długości około 10 km Czarny Dunajec rozgałęzia się w dodatkowy potok Czarny, płynący w odległości około 1 km na wschód od Czarnego Dunajca. Poniżej Ludźmierza Czarny Dunajec zbiera wody Wielkiego Rogoźnika z potokami źródłowymi Cichego i Bystrego oraz Małego Rogoźnika z potokiem źródłowym Skrzypny.

Poniżej Nowego Targu do Dunajca wpada Biały Dunajec, który prowadzi wody potoków tatrzańskich, przedstawionych częściowo na mapce. Potoki te tworzą dwie większe rzeczki Zakopiankę i Poroniec, które łączą się w okolicy Poroniña w Biały Dunajec. Poniżej miejscowości Poronin, Biały Dunajec zbiera liczne dopływy z obu stron. Są to krótkie potoki, których długość nie przekracza 5 km. Od Nowego Targu Dunajec płynie ku wschodowi mijając Waksmund, Łopuszną i Harklową.

Poniżej Dębna dołącza swe wody Białka, a Dunajec zmienia kierunek koryta z równoleżnikowego na południwo-wschodni. Na odcinku między Nowym Targiem a Czorsztynem wpływają do Dunajca krótkie potoki biorące początek na południowych stokach Gorców. Koryto Dunajca jest dość kapryśne i dzieli się na liczne rozgałęzienia, które opływają w czasie niskiego stanu wód malownicze wysepki. Wysepki te porośnięte wikliną giną zupełnie pod powierzchnią burzliwych wód powodziowych.

W czasie niskiego stanu wód widać tu liczne, szerokie kamieńce. Powyżej występują tarasy: zalewowy, w którym można wyróżnić dwa poziomy:

a) taras zalewowy właściwy, występujący na całej długości rozpatrywanego terenu,

b) taras wyższy od poprzedniego, występujący we fragmentach przy wysokim brzegu.

Wyżej występuje taras nadzalewowy, zbudowany ze żwiru zmieszanego z gliną piaszczystą. Nie wchodząc bliżej w zmiany i różnorodność

występujących tarasów i podcięć, należy zwrócić uwagę na występowanie w okolicy Ludźmierza wysokich podcięć około 10 m powyżej poziomu rzeki Czarny Dunajec.

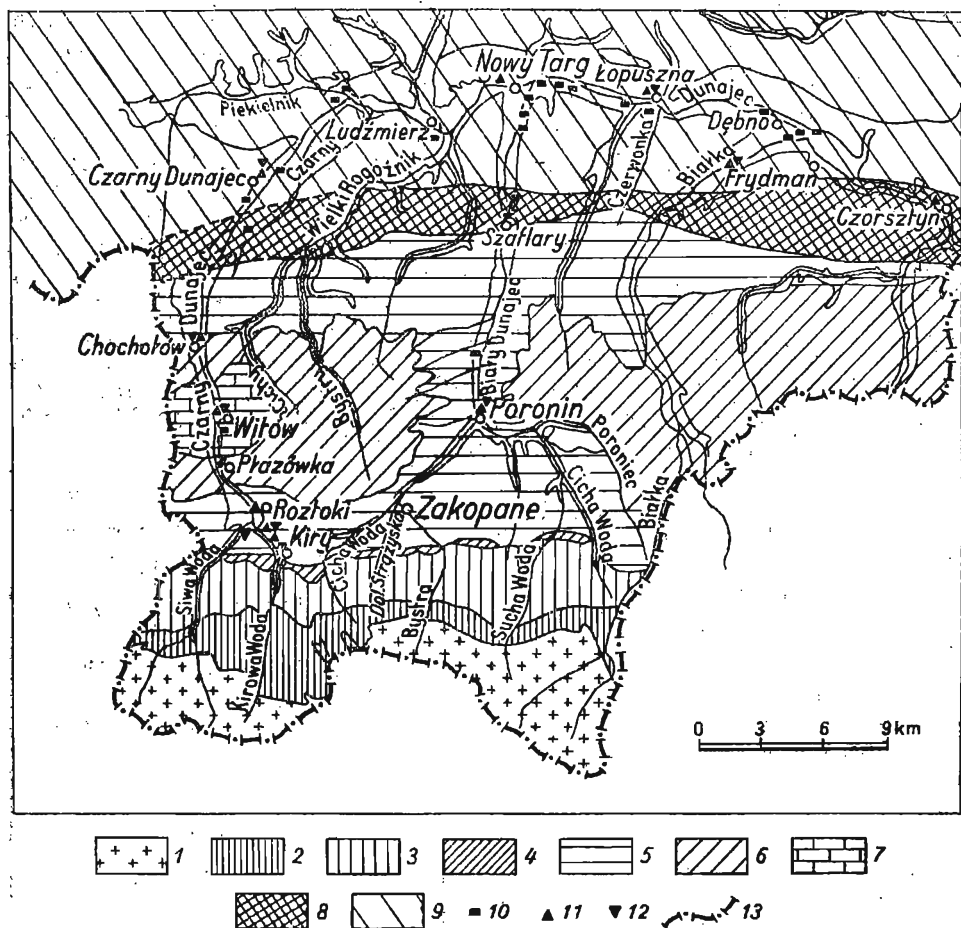


Fig. 1. Szkic geologiczny obszaru zlewni górnego biegu Dunajca (według S. Sokołowskiego)

Diagrammatic geological sketch map of the basin of the upper course of Dunajec river (according to S. Sokołowski)

1 — trzon krystaliczny, 2 — seria wierzchowa, 3 — seria regionalna, 4 — wapienie numulitowe. Flysz podhalański: 5 — warstwy zakopiańskie, 6 — warstwy chochołowskie, 7 — warstwy ostrzyckie. Karpaty wewnętrzne: 8 — pas skałkowy wewnętrzny. Karpaty zewnętrzne: 9 — seria magurska, 10 — miejsca pobrania próbek w latach 1948—1952, 11 — miejsca pobrania próbek z kamienia w roku 1956, 12 — miejsca pobrania próbek z tarasu zalewowego w roku 1956, 13 — granica państwa

1 — crystalline massif, 2 — High Tatra series, 3 — Sub tatra series, 4 — nummulite limestones; Podhale Flysch: 5 — Zakopane beds, 6 — Chochołów beds, 7 — Ostrysz beds; Internal Carpathians: 8 — inner Klippen belt; External Carpathians: 9 — Magura series; 10 — localities in which samples taken during years 1948—1952, 11 — localities in which samples taken of rock gravel in year 1956, 12 — localities in which samples taken of flood terrace in year 1956, 13 — state boundary

MORFOLOGIA OBSZARU ZLEWNI DUNAJCA

Kształt i szerokość doliny Dunajca zmienia się z jego biegiem. Można też zauważyć zależność kształtu dolin dopływów od wielkości spadku i charakteru skał podłoża. Potoki płynące na obszarze Tatr tworzą zazwyczaj wąskie doliny, o wysokich i stromych zboczach. Jedynie nieliczne większe doliny, jak Kościeliska lub Chochołowska, mają płaskie dno i szerokość rzędu do kilkuset metrów na przestrzeni kilku kilometrów, licząc w górę od ujścia dolin.

Czarny Dunajec między reglami, a przełomem powyżej Witowa płynie szeroką doliną. Za wspomnianym niewielkim przełomem dolina powiększa znacznie swą szerokość, która waha się od 1 do 1,5 km. Stąd widać, że na obszarze zlewni Dunajca można wyróżnić różne elementy morfologiczne, takie jak: obszar tatrzański i obszar fliszu podhalańskiego obejmujący przełomy i szersze doliny. Na uwagę zasługuje przełom Czarnego Dunajca powyżej Witowa oraz stosunkowo wąska dolina Białego Dunajca między Poroninem a Szaflarami. Spośród jednostronnych stromych form morfologicznych należy wymienić prawy brzeg Czarnego Dunajca w okolicy Witowa, lewy brzeg Zakopianki między stacją Zakopane a Poroncem i prawy brzeg Poronca w Poroninie. Podobne stosunki panują wzdłuż lewego brzegu Dunajca poniżej Nowego Targu.

Tabela 1

Spadki koryt Czarnego i Białego Dunajca oraz niektórych ich dopływów

Nazwa potoku	Długość w km	Spadek wy- sokości w m	Spadek w ‰
Siwa Woda	11,3	780	69
Kirowa Woda	11,5	800	69,5
Dunajec od Roztok do Nowego Targu	35,2	280	7,95
Dunajec od Nowego Targu do Czorsztyna	22	90	4,9
Cichy Potok	12,7	180	14,2
Bystry Potok	12,4	370	29,8
Stary Rogoźnik	11,1	40	3,6
Cicha Woda	9,45	880	93,3
Bystra	9,1	830	91,4
Biały Dunajec od Zakopanego do Nowego Targu	22,5	230	10,2
Potok Rafaczański	3,7	160	43,3
Bustryk	3,7	150	40,6
Szyposzów	4	240	60
Dwa bardziej północne lewobrzeżne dopływy Białego Dunajca	3,6	160	44,5
	2,9	120	41,5

W tabeli 1 zestawiono dane charakteryzujące wielkość średniego spadku różnych dopływów Dunajca. Z tabeli tej widać, że wody potoków płynących z północnych stoków Tatr mają duży spadek koryta. U podnóża Tatr na wysokości około 900 m n.p.m. spadek koryt tych potoków znacznie maleje, wskutek czego powstają rozległe stożki napływowe, np. przy połączeniu Siwej i Kirowej Wody.

Wielkość spadku wpływa na szybkość prądu wody w potoku, od której zależy wielkość unoszonych odłamków skalnych. Ma to znaczenie, zwłaszcza w czasie wysokich stanów wód, gdyż wówczas wzrasta nie tylko szybkość, lecz także masa wody.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ ZLEWNI DUNAJCA ORAZ SKŁADNIKI ŻWIRÓW W POTOKACH TATRZAŃSKICH I DOPIŁYWACH DUNAJCA

Wiadomo, że rozmieszczenie dolin rzecznych oraz morfologia terenu jest wynikiem budowy geologicznej danego obszaru. Nie mniejszy wpływ ma ilość, rodzaj i własności skał obszaru zlewni danej rzeki lub potoku na skład żwirów występujących w danym cieku. Z tych przyczyn jest celowe podanie na dołączonej mapce krótkiego zarysu budowy geologicznej obszaru zlewni Dunajca wraz z podaniem własności skał występujących w jej poszczególnych częściach. W dalszej części pracy podano także niektóre dane dotyczące własności skał poszczególnych kompleksów, z których pochodzą odłamki skalne wchodzące w skład żwirów.

Przeprowadzenie dokładnych analiz składu żwirów w potokach tatrzańskich nie może być dokonane sposobem zastosowanym do wykonania analiz składu petrograficznego i uziarnienia. Przyczyna leży w różnej wielkości ziarn oscylujących od głazów objętości kilku metrów sześciennych do drobnych ziarn piasku lub żwiru. Dlatego poprzestano tylko na opisanie składu i uziarnienia materiału skalnego unoszonego przez poszczególne potoki, płynące z Tatr oraz karpackie dopływy Dunajca.

Siwa Woda wraz ze swymi dopływami niesie otoczaki skał krystalicznych, kwarcytów, skał węglanowych (wapienie, dolomity i margle) oraz niewielkie ilości piaskowców i łupków. Odłamki skalne to przeważnie materiał tatrzański, pochodzący z masywu krystalicznego oraz utworów mezozoicznych, w których skład, rozpatrując od źródeł poprzez kolejno przecinane serie, wchodzi łupki i kwarcyty werfeńskie, wapienie białe, czerwone oraz piaskowce pisańskie i wapienie urgońskie, dalej — kredowe margle i wapienie glaukonitowe, występujące wśród otoczaków Siwej Wody u wylotu doliny Chochołowskiej w małym procencie.

Niżej Siwa Woda przecina serie reglowe zbudowane z wapieni piaskowców, zlepieńców, pstrych łupków i dolomitów, piaskowców kwarcytowych triasu oraz margli i wapieni piaszczystych kredy. Na tym kończą się utwory tatrzańskie i rzeka przecina dalej warstwy fliszu podhalańskiego, w którego skład wchodzi serie wapieni numulitowych, piaskowców i zlepieńców górnego i środkowego eocenu, łupków i piaskowców zakopiańskich, piaskowców, łupków i zlepieńców chochołowskich oraz serie piaskowców ostrzyckich należących do górnego eocenu.

Kirowy Potok, oprócz wyżej wymienionych serii, przecina utwory jury reprezentowane przez wapienie z radiolarytami, wapienie krynoidowe, rogowcowe i plamiste. Potok niesie duże ilości kwarcytów, które na wysokości miejscowości Kiry reprezentowane są przez bloki powyżej 500 mm średnicy. Obok kwarcytów sterczą w korycie bloki wapieni i piaskowców.

Poniżej osady Płazówka Czarny Dunajec przecina poprzednio wspomnianym przełomem warstwy chochołowskie. Powyżej tego przełomu prawy brzeg doliny rzeki jest stromy, począwszy od Fólusza w Roztokach, lewy

Tabela 2

Zestawienie wyników analiz składu petrograficznego żwirów Dunajca i jego dopływów w procentach ilości ziarn

Miejsce pobrania próbek	Rodzaj skały						
	Skały kryształiczne	Kwarcyt Kwarc	Piaskowiec	Wapień	Łupek	Inne skały	
Kiry	a	29	22	1	45	3	—
	b	38	32	—	29	1	—
Witów	a	58	14	19	7	2	—
	b	67	12	16	5	—	—
Ludźmierz	spąg	a	10÷13	2÷6	63÷64	14÷22	3
	b	17÷21	5÷7	51÷57	20	—	—
strop	a	53	6	40	—	1	—
	b	48	6	46	—	—	—
Czarny Dunajec na odcinku 1 km powyżej miasteczka	1	75	13	3	5	4	—
	2	69	12	10	2	5	2
	3	58	19	13	2	7	1
	4	68	11	10	3	6	2
	5	71	11	12	2	4	—
Wróblówka z 12 próbek średnia		50÷78	7÷23	6÷22	1÷8	2÷8	1÷3
Długopole na odcinku 1,5 km powyżej wsi	1	63	15	14	4	5	2
	2	75	13	3	5	4	—
	3	69	12	10	2	5	2
Czarny potok (potok)		65	18	11	—	6	—
		61	16	18	—	2	3
Piekielnik (potok)		56	20	18	1	4	1
Dunajec na odcinku Nowy Targ — Łopuszna							
1 — 300 m poniżej ujścia Białego Dunajca (potok)		62	12	25	1	—	—
2 — 2 km poniżej ujścia Białego Dunajca		42	12	45	—	1	—
3 — 2,5 km poniżej ujścia Białego Dunajca		60	15	25	—	—	—
4 — 10,5 km powyżej ujścia Leśnicy (potok)		50	10	40	—	—	—
5 — 0,5 km powyżej ujścia Czerwonki (potok)		39	15	44	1	—	1
Dębno	a	52	27	19	1	—	1
	b	73	14	12	—	—	1
Biała (100 m powyżej ujścia)	brzeg lewy	a	42	18	37	1	2
	b	47	32	21	—	—	—
	brzeg prawy	a	67	24	8	—	1
	b	73	10	14	2	—	—

c. d. Tabeli 2

Miejsce pobrania próbek		Rodzaj skały					
		Skały kryształiczne	Kwarcyt Kwarc	Piaskowiec	Wapień	Łupek	Inne skały
Ujście Białki	a	54	32	11	1	1	1
lewy brzeg	b	65	18	17	—	—	—
Białka 0,5 km	a	66	19	15	—	—	—
powyżej ujścia	b	73	10	14	2	—	1
Biały Dunajec							
1) prawy brzeg powyżej ujścia		39	5	53	2	1	—
2) 2 km powyżej ujścia		41	—	33	16	3	4
3) 2,5 km od ujścia							
w stromej skarpcie	1	39	10	44	—	4	3
	2	30	4	47	15	1	3
	3	28	15	36	11	8	4
Szaflary		15	3	53	15	14	—
Biały Dunajec (miejsc.)	a	25	2	58	7	7	—
	b	9	—	71	4	16	—

U w a g a: a — analiza próbki pełnej powyżej 10 mm,

b — analiza próbki powyżej 40 mm.

Cyframi oznaczono kolejne analizy na danych odcinkach potoku.

natomiast — płaski. Poniżej przełomu Czarny Dunajec płynie w szerokiej dolinie z tarasami i licznymi podcięciami. W podcięciu prawego brzegu Czarnego Dunajca, w odległości około 800 m poniżej mostu w Ludźmierzu, odsłaniają się żwiry na przestrzeni 100 m, przy wysokości odkrywki około 10 m. Żwiry w tej odkrywie wyróżniają się odmiennym składem od innych żwirów doliny Dunajca, a także zmiennością w samej odkrywce w kierunku pionowym (wyniki analiz umieszczono w tabeli 2). Zmiana składu żwirów wiąże się zapewne z powstaniem stożka napływowego potoku Rogoźnik przy jego ujściu do Czarnego Dunajca.

Źródła Wielkiego i Małego Rogoźnika biorą początek w warstwach chochołowskich fliszu podhalańskiego. Dalej płyną one po łupkach i piaszkowcach warstw zakopiańskich, a po połączeniu się w potok Starorogoziński erodują w utworach pasa skałkowego serii pieninńskiej i czorsztyńskiej. Dopływy z obszarów fliszowych doprowadzają gorzej lub lepiej wyselekcjonowany materiał fliszowy.

Omówimy teraz materiał skalny unoszony przez wody potoków łączących się w Biały Dunajec. W korycie potoku Olczyskiego leżą duże do 1,5 m średnicy bloki granitów głównie różowych. Materiał drobniejszy obfituje w wapień i cienkopłytowe skały piaszkowców fliszowych.

Potok Bystra prowadzi duże bloki granitów szarych i różowych o średnicy do 1,5 m. W materiale drobniejszym występuje znaczna ilość szaroniebieskich skał węglanowych, obok których występują odłamki kwarcytów o średnicy około 30 cm oraz drobniejsze otoczaki szarych i różowych granitów.

Biały Potok prowadzi prawie wyłącznie skały węglanowe, wśród których spotkać można, zwłaszcza bliżej źródła, odosobnione odłamki czerwonych i zielonych łupków, które w miarę długości transportu ulegają zniszczeniu. Podobne otoczaki niesie niewielki strumień na zachód od Białego Potoku oraz potok płynący w dolinie Ku Dziurze.

Potok Strażyski oprócz skał węglanowych niesie nieliczne czerwone łupki i zlepieńce oraz nieco skał fliszowych.

W potoku płynącym Doliną za Bramką zauważono jedynie skały węglanowe. Większy potok Doliny Małej Łąki prowadzi przeważnie skały węglanowe (otoczaki o średnicy około 1 metra) oraz w mniejszej ilości czerwone piaskowce kwarcytowe, czerwone zlepieńce oraz czerwone i zielone miękkie łupki), analogicznie jak w potoku Białym.

W korycie Porońca i jego tatrańskich dopływów leżą liczne bloki granitów, które w Dolinie Suchej Wody stanowią większość unoszonego materiału i dochodzą do paru metrów średnicy. W niższym biegu strumienia średnica ich maleje, a obok nich występują otoczaki skał fliszowych.

Liczne krótkie dopływy Białego Dunajca poniżej Poronina wzbogacają go w materiał fliszowy przede wszystkim z serii łupków i zlepieńców warstw chochołowskich. Dunajec w dolinie nowotarskiej na swym równoleżnikowym odcinku wzbogaca prowadzony materiał piaskowcami, łupkami i marglami magurskimi, transportowanymi przez strumienie wypływające z Gorców.

Białka w pobliżu ujścia do Dunajca unosi głównie materiał tatrańskich skał krystalicznych (patrz tabela nr 5). Porywa ona wprawdzie odłamki kwarcytów, wapieni, margli, piaskowców i łupków, lecz otoczaki skał mało odpornych ulegają w dalszym transporcie zupełnemu lub prawie zupełnemu zniszczeniu wśród skał krystalicznych i twardych kwarcytów.

MIAŻSZOŚĆ SERII ŻWIRÓW

O miąższości serii żwirów można wnioskować na podstawie naturalnych odsłonień oraz dwóch wierceń wykonanych w sierpniu 1951 r. przez Zjednoczenie Robót Wiertniczych i Fundamentacyjnych w Krakowie w związku z budową mostu w Czarnym Dunajcu.

Na obszarze rozpatrywanego dorzecza miąższość ta jest bardzo zmienna. W korycie Dunajca miejscami widoczne są wyraźnie skały podłoża, np. w przełomie Czarnego Dunajca powyżej Witowa i w korycie Czarnego Dunajca poniżej Podczerwonego. Miąższość żwirów na tych odcinkach doliny jest niewielka, ale powołując się na podane w zestawieniu wiercenia (nr 1 i 2) można stwierdzić, że seria żwirów może przekraczać miąższość 20 m.

PROFIL WIERCENIA NR 1

Głębokość w m	Miąższość warstwy w m	Rodzaj skały
0,0 ÷ 1,0	1,0	— żwir z piaskiem, (granity, piaskowce i kwarcyty o średnicy do 50 mm)
1,0 ÷ 4,0	3,0	— żwir drobnoziarnisty, silnie spiaszczony, zmieszany z gliną
4,0 ÷ 6,5	2,5	— żwir czysty, bez materiału drobnoziarnistego (dużo kwarcyt.)

- 6,5-12,5 6,0 — żwir mieszany (duże otoczaki z drobnoziarnistym żwirkiem, granity, dużo kwarcytów, nieliczne piaskowce), wilgotny
Wiercenie żwirów nie przebiło

PROFIL WIERCENIA NR 2

Głębokość w m	Miażdżość warstwy w m	Rodzaj skały
0,0-1,0	1,0	— żwir z piaskiem złożony z granitów, piaskowców, kwarcytów o średnicy do 50 cm
1,0-4,0	3,0	— żwir drobny, silnie spiaszczony, zmieszany z gliną
4,0-6,5	2,5	— żwir czysty bez materiału drobnoziarnistego (dużo kwarcyt.)
6,5-12,5	6,0	— żwir mieszany (otoczaki duże z drobnoziarnistym, żwirkiem, granity, dużo kwarcytów, nieliczne piaskowce), wilgotny
12,5-17,0	4,5	— żwir mokry, dużo materiału drobnoziarnistego, bardzo mało granitów, przewaga kwarcytów różnych
17,0-21,0	4,0	— kwarcyty z drobnoziarnistym żwirem, brak innego materiału, barwa przechodzi w ciemnoczerwoną

SPÓSÓB WYKONANIA ANALIZ

Analizy żwirów Dunajca wykonano w latach 1949-51 i w roku 1956. Analizy wykonane w latach 1949-51 zestawiono w tabeli 2, wyniki zaś badań przeprowadzonych w r. 1956 w tabelach 3, 4, 5, 6. Pierwszą serię analiz wykonano przez makroskopowe określenie składu żwirów na podstawie zbadania stu odłamków skalnych wziętych z jednego miejsca. Miejsce pobrania próbek do tych analiz oznaczono na dołączonej mapce. Analizy objęły żwirry powyżej i poniżej 40 mm średnicy, które badano oddzielnie lub cały materiał łącznie. Otoczaków poniżej 10 mm średnicy nie oznaczano. Ilość ziarn danej grupy w stosunku do całkowitej ilości badanych ziarn wyrażano w procentach. Żwirry zawierają jednak odłamki skał różnej wielkości a nawet po rozsortowaniu na sitach, różnice wielkości ziarn są znaczne, zwłaszcza dla ziarn największej grupy a także 10 do 40 mm (średnica ziarna większego bywa do 400% większa). Średnica wpływa na objętość ziarn w wielkości rzędu trzeciej potęgi, przy czym wpływ jej jest mniejszy dla ziarn płaskich lub wrzecionowatych.

W roku 1956 wykonano analizy ziarn żwirów o średnicy poniżej 10 mm, od 10 do 40 mm oraz powyżej 40 mm. Badania objęły: 1) makroskopowe określenie składu petrograficznego, 2) otoczenie ziarn dla różnych petrograficznych skał, 3) pomiary kształtu ziarn. Próbkę dla kamieńców pobierano z trzech lub z czterech punktów jednakowo od siebie odległych i położonych na prostej prostopadłej do nurtu rzeki. Dla tarasów zalewowego i wyższego brano próbki bruzdowe wzdłuż całej odsłoniętej wysokości, po uprzednim usunięciu warstwy humusowej (jeśli taka występowała).

Odległości między miejscami pobrania próbek są dość różne, ze względu na to, że miejsca te starano się dobierać w sposób pozwalający na lepsze poznanie zmian składu żwirów. Skład petrograficzny żwirów Dunajca jest bowiem uzależniony od mijanych przełomów oraz rodzaju skał obszaru zlewni dopływów uchodzących na danym odcinku i niosących często odmienny materiał. Próbkę pobierano przeto przed- i za przełomami oraz przed- i za ujściem znaczniejszych dopływów, mogących zmie-

Tabela 3

**Skład petrograficzny żwirów kamieńca
w procentach objętościowych (fig. 2,I)**

Miejsce pobrania próbek	Rodzaj skały					Ziarna poniżej 100 mm
	Ziarna powyżej 10 mm					
	Wapień	Skały * krystaliczne	** Kwarcyt Kwarc	Łupek	*** Piaskowiec Zlepieńiec	
Czarny Dunajec						
Kiry I	18,03	22,94	41,88	2,08	1,67	13,40
Kiry II	19,56	41,97	17,68	5,99	6,04	8,76
Roztoki	13,74	46,53	21,01	3,72	3,98	11,02
Płazówki	3,34	60,48	7,38	6,00	4,99	2,98
Witów	1,38	52,35	3,39	0,24	31,96	8,85
			1,92			
Chochołów	4,16	59,10	17,97	—	8,43	8,32
			2,02			
Czarny Dunajec	3,90	47,60	14,24	—	4,41	19,01
		1,04	0,10		9,70	
Nowy Targ	1,62	31,30	29,45	—	17,90	16,57
			1,06		2,10	
Dunajec						
Łopuszna	—	50,25	12,18	—	18,82	
					12,62	6,13
Czorsztyń	0,36	77,60	7,61	0,024	6,59	7,46
					0,36	
Biały Dunajec						
Poronin	13,70	14,80	2,50	15,82	43,78	8,00
		0,50			0,90	
Szaflary	23,71	24,82	8,07	—	28,50	12,00
		0,55			2,35	
Białka						
Nowa Białka	—	62,10	13,88	—	9,26	9,05
					5,71	

Uwaga: do tabel 3, 4, 5, 6.

*Liczby górne oznaczają ilość granitoidów, liczby dolne ilość łupków krystalicznych

**Liczby górne oznaczają ilość kwarcytów, liczby dolne ilość kwarców

***Liczby górne oznaczają ilość piaskowców, liczby dolne ilość zlepieńców

nić skład petrograficzny osadów Dunajca. Dla lepszej charakterystyki pobierano niekiedy również próbki z osadów żwirowych samych dopływów. Wielkość analizowanych próbek wynosiła jedno wiadro, którego pojemność jest równa 12 l. W ten sposób pobraną próbkę przesiewano przez sita o średnicy oczek 40 i 10 mm. Otrzymywano trzy frakcje: 1) poniżej 10 mm, 2) od 10 do 40 mm i 3) powyżej 40 mm. Ziarna o średnicy powyżej 10 mm poddawano makroskopowym badaniom petrograficznym. Następnie mierzono objętości rozsortowanych otoczków przy pomocy naczynia i menzurki, mierząc ilość wypartej przez te ziarna wody.

Po ustaleniu składu petrograficznego i objętości wydzielonych grup ziarn, mierzono łączną objętość całej próbki. Frakcji poniżej 10 mm nie

Tabela 4

**Skład petrograficzny żwirów kamieńca
w procentach objętościowych (fig. 2,II,III)**

Miejsca pobrania próbek	Rodzaj skały									
	Ziarna powyżej 40 mm					Ziarna od 10 do 40 mm				
	Wa- pienie	Skały kry- sta- liczne	Kwar- cyt Kwarc	Łupki	Pia- sko- wiec, zlepie- niec	Wa- pienie	Skały kry- sta- liczne	Kwar- cyt Kwarc	Łupki	Pia- sko- wiec, zlepie- niec
Czarny Dunajec										
Kiry I	10,23	19,68	36,88	1,1	0,97	7,80	3,26	5,0	0,98	0,7
Kiry II	14,38	33,34	17,27	1,12	5,30	5,18	8,63	0,41	4,87	0,74
Roztoki	11,98	40,03	19,00	2,35	3,57	1,76	6,50	2,01	1,37	0,41
Płazówka	1,98	52,60	4,90	5,01	2,83	1,36	7,88	2,48	0,99	2,16
					2,98					
Witów	0,54	42,70	2,32	—	29,80	0,84	9,65	1,07	0,24	2,16
					1,56					0,36
Chochołów	4,05	42,50	17,30	—	4,65	0,11	16,80	0,67	—	3,78
					1,40					0,62
Czarny Dunajec	1,04	24,40	10,80	—	3,26	2,86	27,20	3,44	—	1,15
					9,70		1,04	0,10		
Nowy Targ	0,39	15,50	24,20	—	10,60	1,23	15,80	5,25	—	7,30
Dunajec			0,39					0,67		2,10
Łopuszna	—	44,30	10,40	—	16,50	—	5,75	1,78	—	2,82
					12,50					0,12
Czorsztyń	—	69,50	4,85	—	4,15	0,36	8,10	2,76	0,024	2,44
Biały Dunajec										0,36
Poronin	5,70	10,00	1,10	8,42	13,78	8,0	4,80	1,40	7,40	30,0
							0,50			0,9
Szaflary	21,36	22,17	7,31	—	18,25	2,35	2,65	0,76	—	10,25
Białka					2,35		0,55			
Nowa Białka	—	51,10	11,60	—	5,60	—	11,00	2,28	—	3,66
					5,25					0,46

rozdzielano pod względem litologicznym. Znając objętość ziarn różnej wielkości i składu petrograficznego wyznaczono wzajemne stosunki ziarn w procentach. Wyniki przeprowadzonych analiz zostały zestawione w tabelach 3, 4, 5, 6 oraz wykresach.

Obtczenie obliczano dla ziarn o średnicy powyżej 10 mm, oddzielnie powyżej 40 mm średnicy i 10 do 40 mm średnicy. Mierzono promienie kół wpisanych w otoczki oraz promienie kół wpisanych w krawędzie i naroża. Otrzymane wielkości przedstawiano do wzoru.

$$D = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_n}{R} \quad [1]$$

gdzie: D — stopień obtoczenia,
 $r_1, r_2 \dots r_n$ — promienie kół wpisanych w krawędzie i naroża otoczaka,
 N — ilość obliczanych promieni r ,
 R — promień koła wpisanego w otoczak.

Sformułowanie tego sposobu obliczeń podał H. Wadell (1932). Prosta definicję stopnia obtoczenia można znaleźć u W. C. Krumbeina i L. L. Slossa (1951), gdzie zaokrąglenie $\equiv \frac{\text{średni promień naroży i krawędzi otoczaka}}{\text{maksymalny promień koła wpisanego w otoczak}}$.

Analogiczną definicję podaje też F. J. Pettijohn (1949). Wyniki otrzymane z powyższych obliczeń porównywano z klasami (wg R. Russela i R. E. Taylora) (R. Russell, R. E. Taylor; fide F. J. Pettijohn, 1949)

dla ziarn ostrokrawędzistych	0,0 ÷ 0,15
ziarn mniej ostrokrawędzistych	0,15 ÷ 0,30
ziarn słabo obtoczonych	0,30 ÷ 0,50
ziarn obtoczonych	0,50 ÷ 0,70
ziarn dobrze obtoczonych	0,70 ÷ 1,0

Tabela 5

Skład petrograficzny żwirów tarasu zalewowego w procentach objętościowych (fig. 3.I)

Miejsca pobrania próbek	Rodzaj skały					Ziarna poniżej 10 mm
	Ziarna powyżej 10 mm					
	Wapień	Skały krystaliczne	Kwarcyt Kwarc	Łupek	Piaskowiec Zlepieniec	
Czarny Dunajec						
Kiry	—	16,24	50,86	1,62	—	31,27
Dzieduńka	5,44	62,87	9,94	0,48	—	21,30
Witów	0,92	51,75	6,92	—	11,97	28,44
Chochołów	—	51,61	7,84	—	12,27	22,65
					5,63	
Czarny Dunajec	0,46	46,00	14,60	—	3,74	30,01
		3,79	0,37		1,03	
Łopuszna	0,13	33,20	5,19	—	33,70	24,61
					3,22	
Biały Dunajec						
Poronin	0,13	28,80	1,22	27,50	21,80	20,55
Szaflary	34,94	27,33	0,42	0,55	22,80	13,20
					0,76	
Białka						
Nowa Białka	—	67,90	14,00	—	9,83	3,80
					4,47	

Tabela 6

**Skład petrograficzny zwirow tarasu zalewowego
w procentach objętościowych 3,II,III)**

Miejsca pobrania próbek	Wapie- nie-	Rodzaj skały								
		Ziarna powyżej 40 mm				Ziarna od 10 do 40 mm				
		Skały kry- staliczne	Kwarcyt Kwarc	Łupki	Piaskowce Zlepienie	Wapie- nie	Skały kry- staliczne	Kwarcyt Kwarc	Łupki	Piaskowce Zlepienie
Czarny Dunajec	—	12,54	42,50	—	—	—	3,70	8,36	1,63	—
Kiry	3,67	54,10	23,10	0,66	—	1,77	8,77	6,75	0,96	0,53
Dziaduńka	0,34	37,00	3,82	—	8,25	0,58	14,75	3,10	—	3,76
Chochołów	—	37,06	5,13	—	7,50	—	14,55	2,71	—	4,77
					4,16					1,47
Czarny Dunajec	—	28,40	7,70	—	1,03	0,46	17,60	4,90	—	2,71
		2,90					0,89	0,37		1,03
Łopuszna	—	19,30	0,89	—	18,30	0,13	13,90	4,30	—	15,40
					1,57					1,65
Biały Dunajec										
Poronin	—	25,20	0,95	12,60	14,30	0,13	3,60	0,27	14,90	7,50
Szaflary	32,72	24,23	—	—	12,85	2,22	3,10	0,42	0,55	9,95
					0,76					
Białka										
Nowa Białka	—	58,20	12,05	—	5,35	—	9,70	1,95	—	4,48
					3,65					0,83

Stopień obtoczenia różnych petrograficznie otoczków zestawiono w tabeli 7 dla kamieńca i w tabeli 8 dla tarasu zalewowego. Na podstawie tych tabel wykonano wykresy (fig. 4 i 5).

Kształt ziarn obliczono oddzielnie dla otoczków różnych petrograficznie skał ze stosunków długości, szerokości i grubości badanych ziarn, oznaczając: a — długość ziarna, b — szerokość ziarna, c — grubość ziarna, mierzonych w mm. Ustalano stosunek wielkości b/a i c/b, opierając się na pracy T. Zingga (1935). Przedstawiają się one następująco:

$b/a > 2 : 3$	$c/b < 2 : 3$	ziarna dyskooidalne,
$b/a > 2 : 3$	$c/b > 2 : 3$	„ kuliste,
$b/a < 2 : 3$	$c/b > 2 : 3$	„ płytkowe,
$b/a < 2 : 3$	$c/b < 2 : 3$	„ wrzecionowate.

Kształt ziarn określono po uprzednim rozsortowaniu próbki według składu petrograficznego, oddzielnie dla poszczególnych ziarn, wyróżnionego rodzaju skały. Otrzymane wyniki zestawiono w figurach od 7÷20.

Tabela 7

Stopień obtoczenia żwirów kamieńca

Miejsca pobrania próbek	Rodzaj skały							
	Fracja powyżej 40 mm				Fracja od 10 do 40 mm			
	Wapień	Skały kry- staliczne	Kwarcyt	Piaskowiec	Wapień	Skały kry- staliczne	Kwarcyt	Piaskowiec
Czarny Dunajec								
Kiry I	0,455	0,468	0,416	—	—	—	—	—
Kiry II	0,423	0,661	0,373	—	—	—	—	—
Roztoki	0,589	0,584	0,559	0,380	0,547	0,565	0,577	0,543
Płazówka	0,557	0,544	0,620	0,415	0,343	0,555	0,429	0,499
Witów	0,436	0,538	0,464	0,386	0,581	0,594	0,591	0,520
Chochołów	—	0,599	0,489	0,690	0,522	0,700	0,547	0,530
Czarny Dunajec	0,533	0,496	0,493	0,541	0,488	0,730	0,461	0,833
Nowy Targ	—	0,560	0,521	0,612	0,517	0,835	0,565	0,488
Dunajec								
Łopuszna	—	0,558	0,530	0,710	—	0,648	0,421	0,672
Czorsztyn	—	0,633	0,642	0,561	0,432	0,589	0,698	0,509
Biały Dunajec								
Poronin	0,689	0,732	0,630	0,620	—	0,561	0,585	0,543
Szaflary	0,365	0,532	0,329	0,842	0,501	0,607	0,710	0,648
Biała								
Nowa Biała	—	0,526	0,446	0,735	—	0,547	0,577	0,625

Tabela 8

Stopień obtoczenia żwirów tarasu zalewowego

Miejsca pobrania próbek	Rodzaj skały					
	Fracja powyżej 40 mm			Fracja od 10 do 40 mm		
	Skały kry- staliczne	Kwarcyt	Piasko- wiec	Skały kry- staliczne	Kwarcyt	Piasko- wiec
Czarny Dunajec						
Kiry	0,558	0,376	—	0,447	0,689	—
Dziaduńka	0,483	0,348	—	0,501	0,486	—
Witów	0,585	0,464	0,595	0,539	0,458	0,341
Chochołów	0,435	0,448	0,470	0,535	0,407	0,760
Czarny Dunajec	0,630	0,455	0,552	0,672	0,572	0,573
Dunajec						
Łopuszna	0,642	0,451	0,532	0,538	0,499	0,583
Biały Dunajec						
Poronin	0,548	0,685	0,552	0,587	0,538	0,560
Szaflary	0,567	—	0,657	0,657	0,514	0,519
Biała						
Nowa Biała	0,635	0,595	0,677	0,607	0,550	0,612

OMÓWIENIE WYNIKÓW ANALIZ

SKŁAD PETROGRAFICZNY

Analizy wykonane do 1951 r., jak też w 1956 r. wykazały, że na północnym przedpolu Tatr głównym składnikiem żwirów są odłamki kwar-

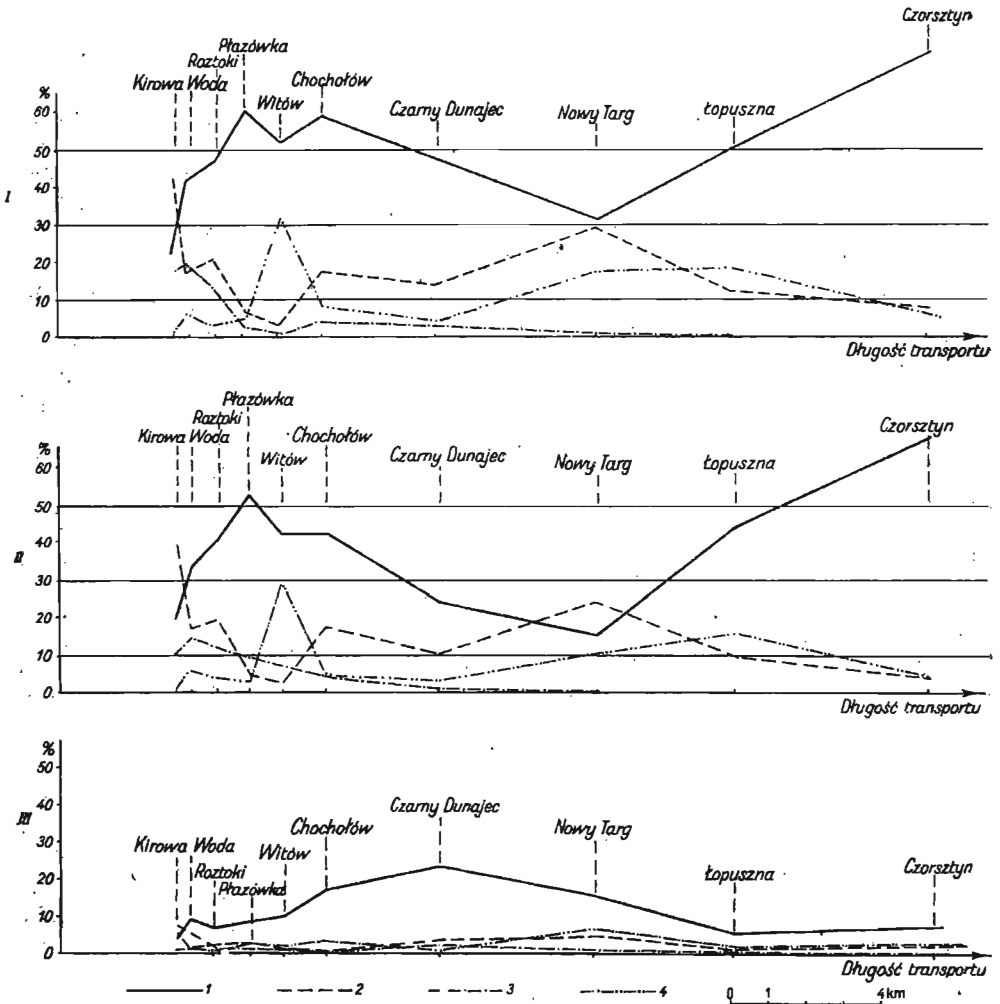


Fig. 2. I — Skład petrograficzny żwirów kamieńca powyżej 10 mm średnicy (do tabeli 5)

Petrographic composition of rocks gravel of more than 10 mm. diameter (to Table 5)

1 — granity, 2 — kwarcyty, 3 — wapienie, 4 — piaskowce (objaśnienie do figur 2)
 1 — granites, 2 — quartzites, 3 — limestones, 4 — sandstones (explanations to Fig. 2).

II — Skład petrograficzny żwirów kamieńca powyżej 40 mm średnicy (do tabeli 4)

Petrographic composition of rock gravel, from 10 to 40 mm. diameter (to Table 4)

III — Skład petrograficzny żwirów kamieńca od 10 do 40 mm średnicy (do tabeli 4)

Petrographic composition of rock gravel of more than 40 mm. diameter (to Table 4)

cytów, granitów i wapieni. Ilość wapieni według analiz z 1951 r. jest wyższa, niż to wykazały analizy późniejsze. Przyczyną tego jest zapewne inna metoda pomiarów, polegająca w pierwszym wypadku na obliczeniu ilości ziarn, w drugim na pomiarze ich objętości. Wapienie stanowiące małe odłamki występują liczniej, podczas gdy mała ilość ziarn granitów i kwarcytów o dużej średnicy stanowią znaczną część objętości sumy badanych ziarn żwirów. W miarę posuwania się z biegiem Czarnego Dunajca spada procentowa zawartość wapieni przy równoczesnym wzroście skał krystalicznych. Przełom powyżej Witowa zaznacza się w składzie żwirów znacznym przyrostem doprowadzonych w tym miejscu piaskowców i względnym spadkiem innych składników żwirów, jak granity i kwarcyty. Na wykresach I, II i III (fig. 2) wykonanych na podstawie tabel 3 i 4, widać wyraźnie zachowanie się poszczególnych składników żwirów w czasie ich transportu na odcinku Kiry—Czorsztyn w trzech frakcjach: cała próbka powyżej 10 mm oraz rozsortowana na ziarna o średnicy powyżej 40 mm i 10÷40 mm.

Cała próbka oraz otoczaki o średnicy powyżej 40 mm zachowują się bardzo podobnie (fig. 2, I, II, III), wykazując w tych samych punktach maksymalne i minimalne wielkości otoczków danej skały. Tak więc skały krystaliczne występują najliczniej w okolicach Płazówki oraz w Czorsztynie, gdzie nastąpiło wzbogacenie w ten składnik żwirów Dunajca przez wody Białego Dunajca i Białki. Kwarcyty wykazują maksimum w Kirowej Wodzie, a drugie znacznie słabsze w okolicy Nowego Targu. To drugie nasilenie jest raczej wielkością względną, wynikłą ze spadku zawartości skał krystalicznych, które uległy zniszczeniu. Piaskowce fliszowe wykazują bardzo małe wahania swego składu. W jednym tylko miejscu, poza przełomem powyżej Witowa, zanotowano znaczny ich przyrost.

Zupełnie inaczej przedstawia się wykres dla frakcji 10÷40 mm. Ciekawą jest zachowanie się skał krystalicznych, u których ilość ziarn o tej średnicy narasta w miarę niszczenia materiału grubszego na odcinku Kiry—Nowy Targ, a dalej maleje, gdyż wody Białego Dunajca i Białki dostarczają przede wszystkim materiału o frakcji powyżej 40 mm.

STOPIEŃ OBTOCZENIA

Stopień obtoczenia zmienia się zależnie od świeżo doprowadzonego materiału, jasne jest bowiem, że odłamki skał doprowadzonych ostatnio, a więc takich, które przebyły najkrótszy transport powinny być najmniej obtoczone, o ile odporność ich na wpływ transportu nie różni się zbytnio od innych składników żwirów. Zmiany stopnia obtoczenia różnych skał zilustrowano na figurze 4 dla kamieńca, a dla tarasu zalewowego na figurach 3 i 5. Otoczaki kamieńca wykazują duże wahania stopnia obtoczenia w górnym biegu Dunajca do miejscowości Chochołów. Są tu otoczaki od ostrokrawędzistych do obtoczonych włącznie. Poniżej Chochołowa duże wahania zanikają, a otoczaki utrzymują się w granicach słabego obtoczenia lub obtoczenia, tylko granity w okolicy Nowego Targu posiadają dobre obtoczenie, które przy dopływie nowego materiału z Białego Dunajca i Białki maleje. Dużą nieregularność stopnia obtoczenia we

współczesnym transporcie przedstawiają piaskowce, których krzywa waha się w granicach od mniej ostrokrawędzistych w Płazówce do dobrze obtoczonych w Czarnym Dunajcu.

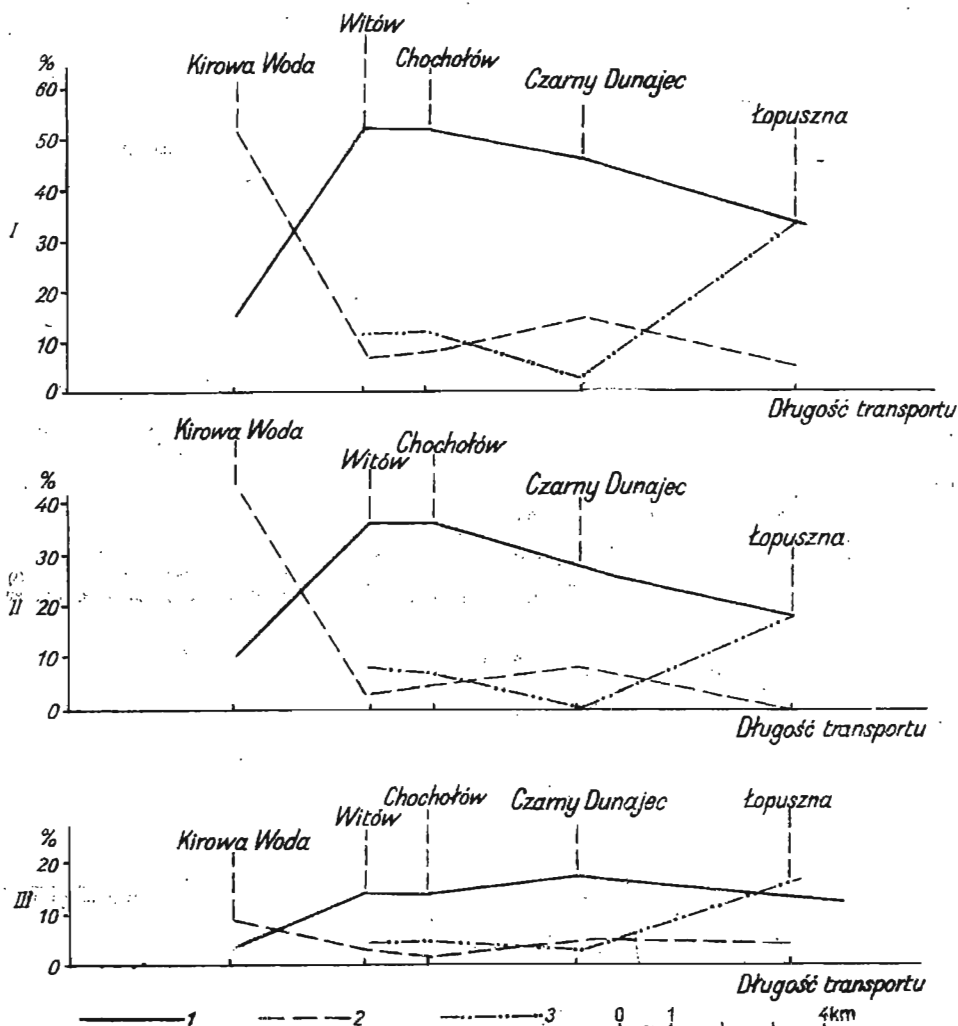


Fig. 3. Skład petrograficzny żwirów tarasu zalewowego

Petrographic composition of gravels of flood terrace:

I — średnica otoczków powyżej 10 mm, II — średnica otoczków powyżej 40 mm,

III — średnica otoczków od 10 do 40 mm (do tabel 5 i 6)

Objaśnienia do figur 3 i 5: 1 — granity, 2 — kwarcyty, 3 — piaskowce

I — gravel diameter of more than 10 mm., II — gravel diameter of more than 40 mm.

diameter, III — gravel diameter from 10 to 40 mm. diameter (To tables 5 and 6)

Explanations to figure 3 and 5: 1 — granites, 2 — quartzites, 3 — sandstones

KSZTAŁT ZIARN

Kształt ziarni wyróżniono według klasyfikacji, przeprowadzonej przez T. Zingga (1935), który wydzielił 4 rodzaje ziarn ze względu na ich

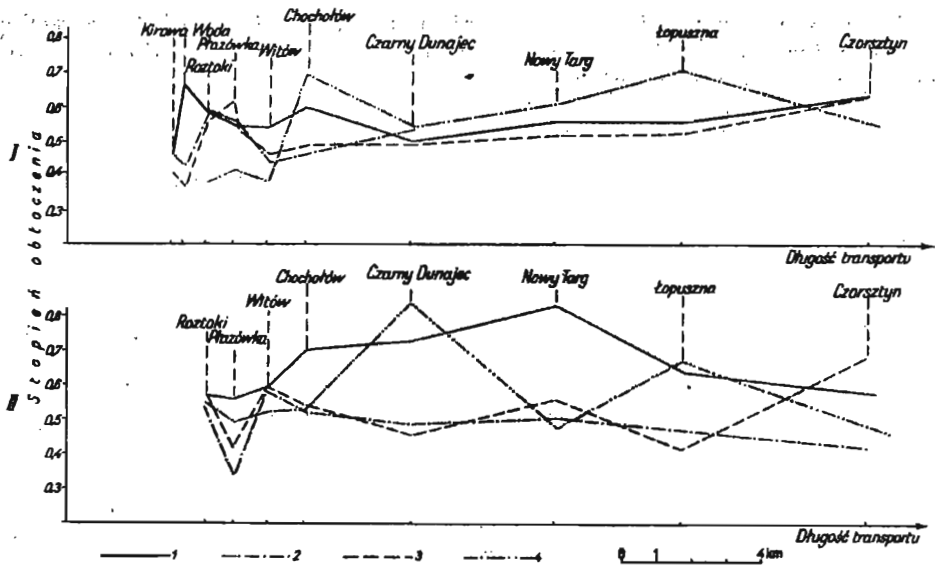


Fig. 4. Stopień obtoczenia żwirów kamieńca

Degree of rounding of rock gravel

1 — granity, 2 — wapień, 3 — kwarcyty, 4 — piaskowce

I — granites, 2 — limestones, 3 — quartzites, 4 — sandstones

I — otoczaki powyżej 40 mm średnicy, II — otoczaki 10–40 mm średnicy (do tabeli 8)

I — pebbles of more than 40 mm. diameter, II — pebbles of 10 to 40 mm. diameter (to Table 8)

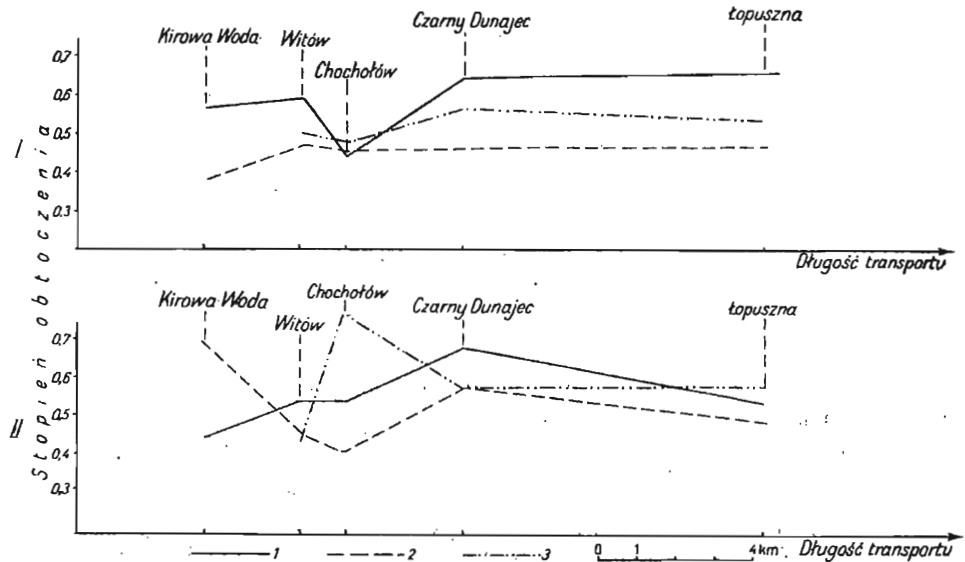


Fig. 5. Stopień obtoczenia żwirów tarasu zalewowego

Degree of rounding of gravels of flood terrace

I — otoczaki powyżej 40 mm średnicy, II — otoczaki 10–40 mm średnicy (do tabeli 8)

I — pebbles of more than 40 mm. diameter, II — pebbles of 10 to 40 mm. diameter (to Table 8)

kształt. W czasie badań prowadzonych w terenie starano się dla odłamków pochodzących ze skał podobnego składu i pochodzenia, oprócz zmierzenia ziarn o typowym kształcie, wyróżnić i zmierzyć ziarna możliwie znacznie odbiegające od typowego kształtu. Dzięki temu można było łatwiej się zorientować w zasięgu kształtu ziarn danej skały na tle przyjętego podziału Zingga.

Z wykresów (fig. 6÷20) widać, że większość ziarn piaskowców należy do płaskich (dysk lub płytką), a ziarna kuliste lub wrzecionowate stanowią niewielki procent. Kwarcyty i granity natomiast posiadają większą stosunkowo ilość ziarn kulistych. Podobny kształt mają wapienie. W wyniku tych analiz można stwierdzić dość dużą jednorodność ziarn ornawianych skał, a mianowicie występowanie dużej ilości ziarn płaskich w piaskowcach oraz ziarn bardziej kulistych w kwarcytach i granitach.

WNIOSKI

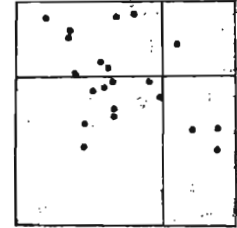
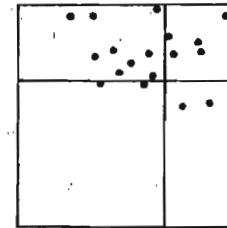
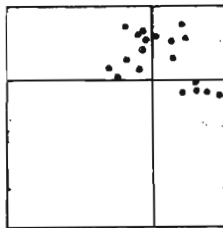
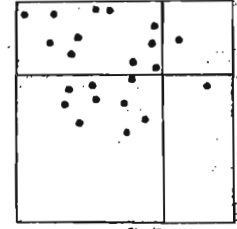
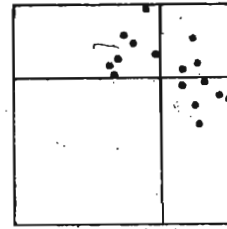
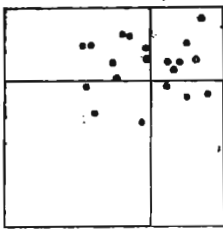
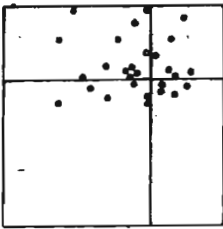
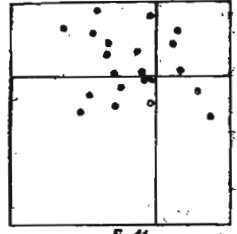
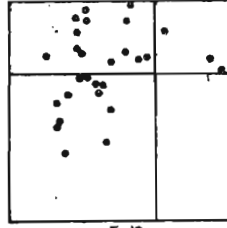
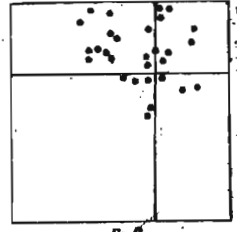
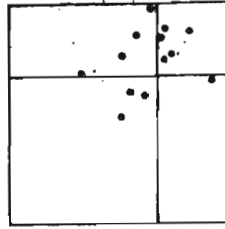
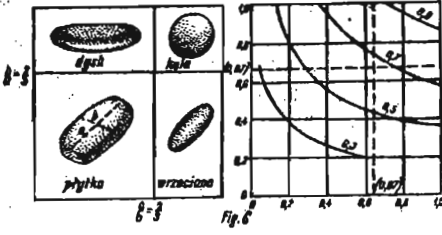
Wyniki analiz zestawione w niniejszej pracy pozwalają na wyciągnięcie wniosków dotyczących metody badań współczesnych zwirów. W miejscowościach, w których otoczaki były badane obu metodami, otrzymano następujące wyniki:

	Wapienie	Skały krystaliczne	Kwarcyty	Piaskowce
Kiry ¹ ₂	45 18	29 23	22 42	1 1,5
Witów ¹ ₂	7 1	58 52	14 5	19 32
Czarny Dunajec ¹ ₂	2 4	69 49	12 14	10 14
Okolica Łopusznej ¹ ₂	1 —	39 50	15 12	44 31

Z wyników tych widać, że Kirowy Potok przy pierwszej metodzie prowadziłby przede wszystkim wapienie, przy drugiej metodzie — głównie kwarcyty. Niezgodność wyników jest bardzo wyraźna. W Witowie różnice występują w zawartości głównie piaskowców oraz kwarcytów i wapieni. Zgodna jest tylko ilość skał krystalicznych. W Czarnym Dunajcu widać dużą rozbieżność w ilości skał krystalicznych, a w Łopusznej również w skałach krystalicznych i piaskowcach.

Różnice w wynikach uzyskanych obydwojema metodami tkwią w założeniu, mianowicie w określaniu ilości odłamków wydzielonych rodzajów skał w pierwszej metodzie i objętości wydzielonych skał w drugiej. Jeżeli skały odporne są transportowane wraz z mniej odpornymi, to rozdrobnieniu ulegają przede wszystkim skały słabsze i mniej zwarte i otrzymamy dużą ilość drobnych odłamków skały mniej odpornej, a małą ilość większych odłamków skały odporniejszej. Dlatego nie otrzymujemy właściwych stosunków ilościowych między różnymi odmianami skał przy

¹ Cyfrą 1 oznaczono procenty obliczeniowe ziarn w próbie, zaś cyfrą 2 procenty objętościowe w analizowanych próbkach.



- Fig. 6.** Klasyfikacja kształtu otoczków wg W. C. Krumbeina i L. L. Sloss'a (Stratigraphy and Sedimentation, San Francisco, California, 1951, nr 4-7, p. 79)
Classification of shape of pebbles, according to W. C. Krumbein and L. L. Sloss (Stratigraphy and Sedimentation, San Francisco, Calif. 1951, No. 4-7, p. 79)
- Fig. 7.** Kształt otoczków wapieni z kamieńca, ziarna powyżej 40 mm średnicy
Shape of limestone pebbles in gravel bed, grains of more than 40 mm. diameter
- Fig. 8.** Kształt otoczków granitów z kamieńca, ziarna powyżej 40 mm średnicy
Shape of granite pebbles in gravel bed, of more than 40 mm. diameter
- Fig. 9.** Kształt otoczków kwarcytów z kamieńca, ziarna powyżej 40 mm średnicy
Shape of quartzite pebbles in gravel bed, grains of more than 40 mm. diameter
- Fig. 10.** Kształt otoczków piaskowców z kamieńca, ziarna powyżej 40 mm średnicy
Shape of sandstone pebbles in gravel bed, grains of more than 40 mm. diameter
- Fig. 11.** Kształt otoczków wapieni z kamieńca, ziarna 10-40 mm średnicy
Shape of limestone pebbles in gravel bed, grains of more than 40 mm. diameter
- Fig. 12.** Kształt otoczków granitów z kamieńca, ziarna 10-40 mm średnicy
Shape of granite pebbles in gravel bed, grains of 10 to 40 mm. diameter
- Fig. 13.** Kształt otoczków kwarcytów z kamieńca, ziarna 10-40 mm średnicy
Shape of quartzite pebbles in gravel bed, grains of 10 to 40 mm. diameter
- Fig. 14.** Kształt otoczków piaskowców z kamieńca, ziarna 10-40 mm średnicy
Shape of sandstone pebbles in gravel bed, grains of 10 to 40 mm. diameter
- Fig. 15.** Kształt otoczków granitów z tarasu zalewowego, ziarna 10-40 mm średnicy
Shape of granite pebbles from flood terrace, grains of 10 to 40 mm. diameter
- Fig. 16.** Kształt otoczków kwarcytów z tarasu zalewowego, ziarna 10-40 mm średnicy
Shape of quartzite pebbles from flood terrace, grains of 10 to 40 mm. diameter
- Fig. 17.** Kształt otoczków piaskowców z tarasu zalewowego, ziarna powyżej 40 mm średnicy
Shape of sandstone pebbles from flood terrace, grains of more than 40 mm. diameter
- Fig. 18.** Kształt otoczków granitów z tarasu zalewowego, ziarna powyżej 40 mm średnicy
Shape of granite pebbles from flood terrace, grains of more than 40 mm. diameter
- Fig. 19.** Kształt otoczków kwarcytów z tarasu zalewowego, ziarna powyżej 40 mm średnicy
Shape of quartzite pebbles from flood terrace, grains of more than 40 mm. diameter
- Fig. 20.** Kształt otoczków piaskowców z tarasu zalewowego, ziarna 10-40 mm średnicy
Shape of sandstone pebbles from flood terrace, grains of 10 to 40 mm. diameter

zastosowaniu sposobu liczenia odłamków, natomiast pomiar objętości uwzględnia wielkość odłamków i dlatego metodę tę wypada uznać za dokładniejszą.

Badania otoczków, ze względu na ich skład petrograficzny, stopień obtoczenia i kształt ziarn, dają dokładny obraz osadu prowadzonego przez rzekę pozwalając zorientować się w długości transportu (żwiru dojrzałego), donoszeniu nowego materiału przez dopływy oraz wzbogacanie się rzeki lub potoku w pewne rodzaje skał przy mijaniu przełomów.

Analizy składu petrograficznego oraz uziarnienia pozwalają obserwować niszczenie składników żwirów, wskutek transportu oraz przesuwanie się składu żwirów w kierunku odłamków skał najbardziej odpornych. Na podstawie dostatecznej ilości takich analiz można pokusić się o ustalenie długości transportu, po której przebyciu odłamki poszczególnych skał o określonych własnościach ulegają zupełnemu zniszczeniu. Do problemu tego zamierzamy wrócić po zebraniu większej ilości danych.

Zakład Geologii i Ekonomiki Zróż
Nadesłano 6 listopada 1958 r.

PIŚMIENNICTWO

- BOBROWSKI W. (1953) — Ocena wielkości i stopnia obtoczenia ziarn skalnych. *Prz. geolog.* nr 8 p. 363—366. Warszawa.
- HALICKI B. (1923/24) — Kilka nowych spostrzeżeń glaciologicznych i morfologicznych na obszarze Podhala. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 2, p. 70—72. Warszawa.
- HALICKI B. (1930) — Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. *Spraw. Pol. Inst. Geol.*, 5, p. 377—504. Warszawa.
- HALICKI B. (1932) — Parę uwag o rozwoju dolin tatrzańskich. *Spraw. Pol. Inst. Geol.*, 7, nr 2, p. 301—313. Warszawa.
- KELLER H. (1899) — Memel, Pregel und Weichselstrom. Verlag D. Reimer. Berlin.
- KLIMASZEWSKI M. (1937) — Morfologia i dyluwium doliny Dunajca od Pienin do Ujścia. *Wiad. Służby geogr.* 11, p. 174—218. Kraków.
- KRUMBEIN W. C., SLOSS L. L. (1951) — Stratigraphy and sedimentation. San Francisco.
- KUŹNIAR W. (1911) — Tatry w epoce lodowcowej. (Szkic rozwoju poglądów na morfologiczną stronę zagadnienia). *Pam. Tow. Tatr.*, 32, p. 77—96. Kraków.
- KUŹNIAR C. (1913) — Skały osadowe tatrzańskie. *Rozpr. Pol. Akad. Umiej.* [A], 13 (53), p. 131—176. Kraków.
- MOROZEWICZ J. (1914) — Granit tatrzański i problem jego użyteczności technicznej. *Czasopismo Techniczne*, nr 32, p. 37—42. Lwów.
- NECHAY W. (1929) — Z petrografii trzonu krystalicznego Tatr. *Kosmos*, (A), 54, nr 3—4. Lwów.
- PARTSCH J. (1923) — Die Hohe Tatra zur Eiszeit. Verlag F. Enke. Leipzig.
- PAWLICA W. (1915) — O złożach mineralnych granitu tatrzańskiego. *Spraw. Kom. fizjogr. Pol. Akad. Umiej.*, 50, p. 155—168. Kraków.

- PETTIJOHN F. J. (1949) — Sedimentary rocks. New York.
- REHMAN A. (1893) — Eine Moränenlandschaft in der Hohen Tatra u. anders Gletscherspuren dieses Gebirges. Mitt. Geogr. Ges., 36. Wien.
- ROMER E. (1929) — Tatrzańska epoka lodowa. Pr. Geogr., 11. Lwów.
- SMOLEŃSKI J. (1918) — O wysokich tarasach dyluwialnych na zboczach kotliny sądeckiej. Rozpr. Pol. Akad. Umiej., [A], 57, p. 127—136. Kraków.
- SMOLEŃSKI J. (1920) — O zubożonych żwirach tatrzańskich w północnej części karpackiego dorzecza Dunajca. Spraw. Pol. Inst. Geol., 1, nr 1, p. 72—74. Warszawa.
- UHLIG W. (1897—9) — Geologie des Tatragebirges. Denkschr. math. nw. Kl. Akad. Wiss. 64/68. Wien.
- UNRUG R. (1957) — Współczesny transport i sedimentacja żwirów w dolinie Dunajca. Acta geol. pol., 7, nr 2, p. 217—257. Warszawa.
- ZINGG T. (1935) — Beitrag zur Schotteranalyse. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 15, p. 52—62. Zürich.

Władysław BOBROWSKI, Genowefa KOCISZEWSKA-MUSIAŁ

ANALYSIS OF DUNAJEC GRAVELS, BETWEEN TATRA MOUNTAINS AND PIENINY WATER GAP

Summary

After passing in review the hitherto undertaken research, the authors present a morphological and geological description of the area of the Dunajec basin. In their morphological description they pay special attention to the regions of water gaps, i.e. breaks of rivers and creeks across compact rock series, and to the formation there of narrow and steep-gradient valleys. The altitude differences between mountain crests and river bottoms lead to steep gradients. In their paper (Table 1) the authors present the longitudinal sections of Czarny and Biały Dunajec, and of some of their tributaries defining, at the same time, the rock material eroded by the individual water courses. This material consists of magmatic, metamorphic and sedimentary Tatra rocks and, predominantly, of sandstone and shale fragments of the Podhale and the Gorce Flysch.

The thickness of the gravel beds deposited in the bed and on the terraces of the Dunajec river and of its affluents varies greatly, extending from zero — where rocks crop out from the river bed's substratum — to more than 20 m. (Tables 2, 3).

Investigations carried out by the Geological Institute in 1949 to 1952 comprised analyses of gravels from bottom and older terraces of the Dunajec river. These investigations were made by determination of the number of grains for each distinguished group of rocks appearing in larger quantities (exceeding one per cent). In this manner there were distinguished: granites (granitoids), quartzites, carbonate rocks (chiefly limestones), shales and sandstones. The number of grains of the individual groups were expressed in per cent of the total number of investigated grains.

However, gravels contain rock fragments of different size; for this reason, in order to establish mutual conditions of grain volume, the present authors undertook, in their new investigations carried out later than 1956, measurements of the volume of grains of the selected rock groups. These new analyses were made by measurements of the volume of water displaced by grains of each group, by pouring the test samples into a specially built overflow vessel. The authors established separately the petrographic composition for grains of 10 to 40 mm. size, and for grains larger than 40 mm. For grains of less than 10 mm. diameter no investigations were made. The results of these examinations were compiled on Tables 4 to 7, and in Fig. 2 to 5. Besides determination of the petrographic composition of these gravels, the investigation embraced the degree of rounding and the shape of the grains too. The defining of the degree of rounding was done in accordance with H. Wadell's definition (1938), whereas the determination of the degree of rounding was carried out in line with criteria put forth by Russel and Taylor, and published by Pettijohn (1949). The results of the analyses of grain rounding have been presented: in Table 8 for gravels of the river bed, and in Table 9 for gravels of the flood terrace.

On the basis of the last-named tables, the authors have drawn diagrams shown in Fig. 4 and 5. Here the shape of grains has been described according to T. Zingg's paper (1935), dividing them into sphaerical, discoidal, platy and spindle-shaped grains. The principles of this classification have been illustrated in Fig. 6, and Fig. 7 ÷ 20.

The analyses presented by the authors indicate a far-reaching variableness of the gravel composition, both as to size of grains and to mutual proportions of the individual groups of rock fragments. They established an increase of Flysch fragments in regions of water gaps, and in valley bottoms below the mouths of tributaries with steep gradient, eroding in the Flysch series. The fragments of Tatra rocks decrease in size in accordance with the distance of transportation. More detailed data on changes of gravel composition have been shown on Tables 5 to 7 and in the corresponding diagrams presented in Fig. 2 to 5.

To a considerable extent, the shape of grains is conditioned by the character of the rock from which these fragments are derived. Usually, the shales and sandstones of the Podhale Flysch furnish flat fragments, whereas pebbles from granite rocks are rather of sphaerical shape. For the individual grain groups the measurement of their shape has been done not only for typical grains, but there also have been taken into consideration grains deviating from these typical shapes.

The examinations discussed in this paper lead to the conclusion that determination of the volume of the distinguished groups of rock grains (the volumetric method) furnishes very much more accurate results than does the determination of the number of grains belonging to the above mentioned group (grain number method). From the data presented in the author's conclusions it is evident that grains of carbonate rocks and sandstones, being less resistant to wear than are quartzite rocks, show higher results when measured by the grain number method than by application of the volumetric method.