

BADANIE ŻWIRÓW DUNAJCA OD TATR DO UJŚCIA

BADANIA PODJĘTO w celu poznania składu petrograficznego żwirów współczesnego koryta Dunajca oraz zmian tego składu w zależności od doprowadzania przez dopływy tej rzeki lokalnego materiału, a także zmian tego składu wskutek niszczenia ziarn słabych lub zwietrzałych w czasie transportu. W celu zgromadzenia obfitszego materiału faktycznego wykonywano też liczne pomiary stopnia obtoczenia oraz pomiaru kształtu ziarn. Badania wykonywano na całości materiału pobranego do badań, które dzielono na kilka grup według wielkości ziarn przez przesiewanie na sitach. Wobec zastosowania metody mierzenia objętości poszczególnych grup ziarn (o czym niżej) można było badać ziarna skalne różnej wielkości. Wyłączono z badań ziarna powyżej 25 cm i uwzględniono je jedynie w opisach i pomiarach. W czasie prac terenowych zwrócono też uwagę na eksploatację gładów i żwiru z czynnego koryta Dunajca i jego dopływów. Wydobywanie odłamków skalnych wiąże się głównie z budową dróg a także z budownictwem mieszkalnym i budynków gospodarskich. Trzeba stwierdzić, że eksploatacja gładów i żwiru z koryta Dunajca i jego dopływów wzrosła poważnie po drugiej wojnie światowej.

W artykule tym zamierza się omówić sprawy dające pogląd na stosunki panujące w całym dorzeczu Dunajca, a odnoszące się do składu żwirów, stopnia obtoczenia ziarn oraz kształtu ziarn. Bardziej szczegółowe dane znajdują się w pracy: W. Bobrowski i G. Kociszewska-Musiał (2) oraz dwóch dalszych pracach omawiających żwiry Dunajca na przestrzeni między Pieninami a Jeziorom Rożnowskim i Popradu w granicach Polski, a także Dunajca w jego dolnym biegu poniżej zapór wodnych w Rożnowie i Czchowiu.

Najdawniejsze, znane autorowi wyniki analiz żwirów Dunajca pochodzą z pracy H. Kellera (8), który umieścił w niej wyniki kilku analiz składu petrograficznego żwirów. Dalsze badania składu petrograficznego żwirów zostały podjęte z inicjatywy autora w Państwowym Instytucie Geologicznym w 1949 r. przez grupę złożoną z kilku pracowników tego instytutu pod kierunkiem autora. Prace te prowadzono następnie w Katedrze Geologii i Ekonomiki Złóż Uniwersytetu Warszawskiego.

Prace zajmujące się zlodowaceniem Tatr i Karpat opublikowali: B. Halicki (5—7), W. Kuźniar (14), J. Partsch (18), E. Romer (20) i inni. Natomiast rozwojem doliny Dunajca i powstawaniem jego tarasów zajmowali się zwłaszcza: J. Smoleński (21, 22) oraz B. Halicki (7) i M. Klimaszewski (9, 10). R. Unrug (23) omówił zachowanie się otoczków żwirowych w czasie transportu oraz petrograficzny skład żwirów określany na podstawie makroskopowej oceny około 100 ziarn skalnych pobranych w miejscu wykonywania badań. K. Nawara (15, 16) podaje wyniki swych prac wykonywanych między Tatrami a Pieninami.

GEOLOGIA I MORFOLOGIA DUNAJCA I JEGO DORZECZA

Geologia i morfologia dorzecza Dunajca została uwzględniona w pracach W. Bobrowskiego, G. Kociszewskiej-Musiał (2) i J. Kossakowskiej-Such (3), wspomnianych przy omawianiu celu badań. Dlatego też, aby uniknąć powtarzania się, zwrócimy tu uwagę tylko na niektóre poruszone w tych publikacjach sprawy o bardziej ogólnym charakterze.

Dunajec w kilku miejscach przecina warstwy fliszu karpackiego. Ważniejsze przełomy leżące na terenie Polski zaznaczono na załączonej mapie. Flisz karpacki składa się z warstw o różnych własnościach, przy czym często są to warstwy łupków ilastych, przeławionych wkładkami piaskowców lub mułowców o większej zwięzłości. Stosunek łupków ilastych i skał o większej zwięzłości bywa różny; w jednych miejscach przeważają łupki ilaste — w innych skały bardziej zwięzłe. Rzeki płynące w zasadzie z południa na północ przecinają wspomniane serie o różnej zwięzłości, które na obszarze Polski biegną w kierunku wschód—zachód. Wskutek działania tych rzek tworzą się zwykle stromo i głęboko wcięte doliny. Jeżeli zaś skały są bardziej podane na wpływy erozji, mogą się utworzyć szerokie i płaskie doliny, w których odległość do najbliższych wzniesień fliszowych wynosi co najmniej kilka kilometrów. Strefy przełomów obserwujemy na Czarnym Dunajcu między Roztokami a Witowem, a na Białym Dunajcu w okolicy Poronina i Białego Dunajca. Czarny Dunajec płynie szeroką, płaską doliną w okolicy miejscowości Chochołów i Czarny Dunajec,



Dorzecze Dunajca.

Dunajec river basin

1 - strefa przelomowa, 2 - granica dorzecza, 3 - punkty wysokościowe, 4 - granica państwa.

1 - gorge zone, 2 - boundary of river basin, 3 - altitude points, 4 - state boundary.

zaś Biały Dunajec płynie taką doliną od okolicy Szafar. Dunajec powstały z połączenia Białego i Czarnego Dunajca płynie ku wschodowi szeroką doliną nowotarską i niekiedy tylko podmywa południowe zbocza Gorców. Białka, minąwszy przełomy znajdujące się w okolicy miejscowości Jurgów i Białka Tatrzańska, wpływa również na szeroką, na ogół płaską dolinę o stosunkowo niewielkim spadku.

Drugą strefę przełomową stanowią Pieniny, a poniżej nich znajduje się niewielka kotliną, w której leżą: Szczawnica i Krościenko. Następny przełom znajduje się poniżej Krościenka a powyżej Starego Sącza, koło którego Dunajec wpływa na dolinę nowosądecką.

Poprad płynie wąskim przełomem między Leluchowem a Muszyną, a następnie mija dolinę, w której leży Muszyna i wąski przełom kończący się w okolicy Rytra — Barcia powyżej Starego Sącza, a następnie wpada do Dunajca na północ od tego miasta. Dunajec wraz z Popradem płynie dalej ku północy szeroką, wypełnioną osadami miocenu i plejstocenu doliną nowosądecką i wpada koło Marcinkowic do Jeziora Rożnowskiego. Wobec zbudowania zapór w Rożnowie i Czchowie oraz zmniejszenia się różnic między poziomem jeziora a wzgórzami leżącymi po jego obu brzegach, a także między poziomem Dunajca i nadbrzeżnymi wzgórzami, nastąpiło zmniejszenie się wysokości względnej między jeziorem a okolicznymi wzgórzami. Jak widać z dołączonej mapy, różnice wysokości między poziomem Dunajca a okolicznymi wzgórzami później Czchowa są także niewielkie i dlatego nie ma warunków wpływających na doprowadzanie do koryta Dunajca większej ilości odłamków skał fliszowych. Na pierwszy plan wysuwa się tu wietrzenie i niszczenie materiału skalnego w czasie transportu.

W okolicy wymienionych wąskich przełomów, zwłaszcza w górnym biegu Dunajca, następuje wzrost spadku dopływów wpadających do rzeki, zaś spadek tej rzeki jest wielokrotnie mniejszy. Wskutek tego w strefach przełomów obserwujemy doprowadzanie przez dopływy materiału lokalnego, a więc odłamków skał fliszu karpackiego. Natomiast w strefach, gdzie rzeka zbierająca dopływy płynie przez szerokie śródgórskie doliny lub po opuszczeniu Karpat i wpłynięciu rzeki na słabo morfologicznie zróżnicowane przedgórze, następuje selekcja materiału skalnego, polegająca na zniszczeniu w czasie transportu ziarn słabych i zwiętrzałych. Tak więc w strefie przełomu oraz zaraz za nim będziemy obserwować w korytach rzek materiał nie rozsortowany lub słabo rozsortowany. Na dolnych zaś krańcach płaskich o niskich brzegach dolin lub na przedgórzu Karpat będziemy obserwować materiał wyselekcjonowany, a więc złożony głównie z ziarn skał zwięzłych, a pozbawiony ziarn słabych i zwiętrzałych. Do spraw tych wrócimy jeszcze przy omawianiu składu, kształtu i stopnia obtoczenia ziarn skalnych unoszonych przez Dunajec lub jego dopływy.

METODY BADAŃ

Badanie składu petrograficznego żwirów prowadzi się zwykle przez makroskopowe określenie stu lub więcej ziarn skalnych i wyrażenie uzyskanych w ten sposób wyników liczbowych w procentach w stosunku do całej ilości badanych ziarn. Ten sposób wykonywania badań może jednak prowadzić do niedokładności, gdyż poszczególne ziarna są często różnej wielkości, przy czym ziarna mniej odporne na wpływ wietrzenia i transportu są zwykle mniejsze, zaś ziarna bardziej odporne na te wpływy — bywają większe. Zacieśnianie się do jednej klasy ziarn wiąże się z wyłączeniem pozostałego materiału, który przecież odgrywa poważną rolę w transporcie całości unoszonych przez rzekę odłamków skalnych. Dlatego też do badania ziarn skalnych unoszonych przez Dunajca zastosowano metodę polegającą na porównywaniu objętości wydzielonych grup ziarn na podstawie ich składu petrograficznego. Metoda ta polega więc na rozdzieleniu ziarn skalnych pod względem ich składu

petrograficznego, a następnie na mierzeniu objętości wody wypartej przez poszczególne grupy ziarn, różniących się swym składem petrograficznym. Pomiaru dokonuje się w specjalnie w tym celu skonstruowanym naczyniu. Objętości poszczególnych grup ziarn wyraża się w procentach w stosunku do całości materiału skalnego wziętego do badań. Metoda taka wydaje się być bardziej obiektywna i nie obciążona błędami wynikającymi ze zróżnicowania wielkości ziarn skalnych. Przed podjęciem pracy nad żwirami Dunajca opublikowano artykuł na temat oceny wielkości i stopnia obtoczenia ziarn skalnych (1), w którym zestawiono poglądy różnych autorów na podział ziarn pod względem ich wielkości. W artykule tym podano też sposób oceny stopnia obtoczenia. Różne podziały ziarn pod względem ich wielkości przedstawiła w swej pracy J. Pacowska (17).

Pomiar stopnia obtoczenia wykonywano w pracy o osadach koryta Dunajca na podstawie sformułowań, które podał H. Wadell (24, 25), a następnie umieścili w swych publikacjach F. J. Pettijohn (19) oraz W. C. Krumbein i L. L. Sloss (13). W pracach terenowych posługiwano się obtoczeniometrem omówionym w pracy W. Bobrowskiego i J. Kossakowskiej-Such (4), mającym jednakowe odstępstwa między kołami współśrodkowymi.

Pomiary kształtu ziarn przeprowadzono na zasadach, które podał T. Zingg (26). Autor ten wydzielił ziarna zbliżone do sześcianu lub kuli, do dysku, do płytki o zróżnicowanej długości, szerokości i grubości oraz ziarna wydłużone lub wrzecionowate. W wyniku wykonanych analiz okazało się, że kwarcyty, granity, a niekiedy też skały węglanowe przyjmują zwykle formy zbliżone do kuli, mniej często bywają płaskie, a rzadko tylko są wydłużone. Analizy wykazały też, że większość ziarn pochodzących ze skał fliszowych wykazuje oddzielność równoległą do uławicenia i ziarna te obtaczają się głównie jako ziarna płaskie, a więc dyskoidalne lub jako płytki o zróżnicowanej długości, szerokości i grubości. Ziarna wydłużone zdarzają się stosunkowo rzadko. Ziarna skał węglanowych bywają zbliżone do kostki, są też płaskie lub dyskoidalne. Stwierdzić należy, że poważny wpływ na kształt ziarn mają pierwotne własności skał, z których pochodzą odłamki unoszone prądem wody. Gdy chodzi o wielkość ziarn poddawanych badaniom, to wymiary ich warunkowała wielkość naczynia, o którym poprzednio była mowa. W rzeczywistości ziarna poddawane pomiarom objętości były mniejsze, a wymiary ich nie przekraczały 25 cm. Tym samym ziarna większe były z pomiarów objętości eliminowane i mierzono tylko ich długość, szerokość i grubość oraz określano ich ilość, dzieląc je na grupy z uwzględnieniem ich składu petrograficznego, czyli określano ilość granitów, kwarcytów, skał węglanowych, skał fliszowych itd.

OSIĄGNIĘTE WYNIKI

Już w czasie omawiania kształtu ziarn stwierdzono znaczny wpływ własności różnych okruchów skalnych na ich kształt i stopień obtoczenia. Z własności tych ma znaczenie zwłaszcza skład petrograficzny, struktura i tekstura; oddzielność wzdłuż płaszczyzn uławicenia i spękań, rodzaj spoiwa (lepiszcza), zwięzłość, kruchość, ścieralność, wytrzymałość mechaniczną zwłaszcza na zgniatanie, ścieranie i uderzenie, jakim ziarna ulegają w czasie transportu. Wymienienie wszystkich czynników i własności okruchów skalnych wpływających na ich kształt i obtoczenie jest dość trudne. W zależności od własności skały, z której pochodzi dany okruch skalny, może on szybko ulegać wpływom wietrzenia i transportu lub też w razie, gdy mamy do czynienia z odłamkiem skały zwięzłej i mało podatnej na wietrzenie, może się on dłużej opierać tym wpływom. Widać stąd, że zachowanie się poszczególnych okruchów skalnych w czasie transportu zależy od własności skały macierzystej. Własności fizyczne poszczególnych okruchów skalnych decydują o tym, jaki będzie kształt ziarna, jego stopień obtoczenia oraz w jakim czasie i na jak długiej drodze zmiany te nastąpią.

Bardziej szczegółowe dane liczbowe umieszczono we wspomnianych już poprzednio pracach (2, 11 i 12). Ponowne rozważanie tych spraw nie wydaje się więc tu celowe. Słuszne natomiast jest poruszenie wpływu doprowadzonego przez dopływy materiału skalnego na skład żwirów znajdujących się w korytach Dunajca i jego znaczniejszych dopływów. Prócz tego należy omówić wpływ pierwotnego kształtu oraz wpływ stref wysokich i wąskich przełomów i szerokich dolin na skład żwirów, a także na zmianę stopnia obtoczenia i kształtu ziarn w miarę unoszenia ich z biegiem rzeki.

W czasie prac terenowych obserwowano, że skały fliszu podhalańskiego i karpackiego mają skłonność do tworzenia ziarn płaskich lub rzadziej — wrzecionowatych. Natomiast ziarna granitów i kwarcytów, niekiedy też i wapieni miewają częściej kształt zbliżony do kostki, a w stanie obtoczonym do kuli. Pierwotny kształt ziarn skalnych miał więc niewątpliwie wpływ na sposób obtoczenia. Trzeba więc przyjąć, że ziarna płaskie zostały obtoczone z zachowaniem swego pierwotnego kształtu, którym był dysk lub płytka, zaś ziarna bardziej zbliżone do kostki po obtoczeniu przyjęły kształt mniej lub bardziej zbliżony do kuli. Można też przewidywać, że wobec większej łupliwości skał fliszowych w kierunku równoległym do uławicenia — ziarna tych skał w czasie transportu nadal oddziaływały się jako ziarna płaskie. Ziarna zaś wrzecionowate mogą raczej powstawać wtedy, gdy oprócz uławicenia materiał skalny pochodzi z miejsc zaangażowanych tektonicznie, a w wyniku powstałych wskutek tego spekań niezgodnych z uławiceniem lub do niego prostopadłych powstają ziarna o kształcie wydłużonym. Również i te ziarna powinny obtaczać się z zachowaniem pierwotnego kształtu. Należy tu jeszcze zwrócić uwagę, że w miarę spadku szybkości prądu wody coraz to mniejsze ziarna bywają unoszone, a cięższe będą nieruchome. W czasie ruchu ziarna mniejsze ścierają i obtaczają nieruchome ziarna większe. Dlatego też powinno się rozpatrywać cały zespół ziarn skalnych znajdujących się w materiale wziętym do badań. Wybranie tylko niektórych grup ziarn prowadzi do porównywania nie całości, lecz tylko części analizowanych ziarn, a to w konsekwencji może się przyczynić do wysnucia nieścisłych wniosków.

Poważny wpływ na skład żwirów koryta Czarne i Białego Dunajca oraz Dunajca i Popradu ma materiał lokalny, doprowadzany do rzeki przez dopływy o dużych spadkach, zwłaszcza w strefach przełomów. Dopływy te doprowadzają słabo rozsortowany materiał lokalny pochodzący ze skał fliszowych, który bardzo poważnie wpływa na skład prowadzonego przez rzekę materiału. Dopiero po przejściu strefy przełomowej i wejściu na obszar dolin śródgórskich lub przedgórze Karpat zmienia się stopniowo skład żwirów: zanikają ziarna słabe i zwietrzałe.

Dodatkowe obserwacje poczyniono w 1961 r. na Białce, na jej odcinku między Jurgowem a skałkami wapiennymi Kramnicy, leżącymi po obu brzegach Białki w odległości ok. 1,5 km na SW od wsi Nowa Biała. Na podstawie tych obserwacji można stwierdzić, że dwa czynniki powodują zmniejszenie się ilości dużych otoczków granitu, kwarcytu, skał fliszowych i węglanowych w czynnym korycie Białki. Jednym z tych czynników jest normalne dzielenie się i niszczenie bloków skalnych unoszonych przez Białkę. W procesie tym ulegają zwłaszcza szybko zniszczeniu odłamki skał fliszowych, skały węglanowe są odporniejsze od fliszowych, natomiast otoczek niezwietrzałego granitu i kwarcytu są najbardziej trwałe. Drugim czynnikiem bardzo poważnie wpływającym na zmniejszenie ilości większych otoczków w czynnym korycie rzeki stanowi działalność człowieka, który używa skał magmowych, kwarcytów a także skał fliszowych do budowy dróg oraz podmurówek lub fundamentów. Świadczą o tym liczne stosy, które obserwuje się w czynnym korycie Białki w Jurgowie, Bukowinie, Czarnej Górze, Białce Tatrzańskiej i poniżej tej miejscowości. Eksploatację wielkich otoczków skalnych obserwuje się też w korytach Czarne i Białego Dunajca.

O ile niszczenie odłamków skalnych w czasie transportu odbywa się zgodnie z prawami przyrody, wynikającymi z własności skał i warunków lokalnych, o tyle działalność człowieka wynika z potrzeb gospodarczych. Taki stan rzeczy ma nie tylko znaczenie naukowe, lecz także poważnie wpływa na decyzję w sprawie lokalizacji miejsc eksploatacji kruszywa dla różnych potrzeb gospodarki narodowej.

WNIOSKI

Skład petrograficzny ziarn skalnych zależy od rodzaju skał występujących na obszarze zlewni, które są przez dopływy rzeki głównie doprowadzane do jej koryta. Wśród tych skał mogą też być i starsze osady czwartorzędowe, które uległy późniejszemu rozmyciu, a materiał skalny w nich zawarty został uniesiony przez wody dopływów lub rzeki głównej i wprowadzone do unoszonego przez nie materiału. Drugim poważnym czynnikiem wpływającym na skład ziarn skalnych są procesy wietrzenia (zwłaszcza skał magmowych zawierających skalenie) oraz transportu, w czasie którego ziarna słabe i zwietrzałe ulegają zniszczeniu.

Wielkość ziarn. Średnice głazów skalnych dochodzą, a nawet przekraczają u wylotu dolin tatrzańskich 1 m. Wielkość ich jest więc tego rodzaju, że z łatwo zrozumiałych względów należy ich obecność odnotować, lecz nie można na nich wykonywać pomiarów objętości. Wskutek tego największe średnice ziarn skalnych, których objętość mierzono, wahały się do ok. 25 cm. W miarę transportu z biegiem rzeki wielkość ziarn stopniowo maleje, tak że jedynie ziarna skał fliszowych, doprowadzanych przez dopływy stanowią materiał grubszy, który zresztą dość szybko ulega niszczącym wpływom transportu. Na szczególną uwagę zasługuje bardzo szybki wzrost ilości ziarn poniżej 10 mm, obserwowany w analizach wykonanych poniżej zapór w Rożnowie i Czchowie. Ilość materiału doprowadzanego przez dopływy na tym odcinku szybko maleje, a w wyniku procesów wietrzenia i transportu ilość ziarn poniżej 10 mm szybko wzrasta i w Pałuszycach przekracza 90% całości materiału pobranego do badań.

Stopień obtoczenia. Ziarna słabo obtoczone o wskaźniku 0,3 do 0,5 wykazują analizy wykonane między Tatrami a Pieninami. Ziarna te zbliżają się nawet niekiedy do górnej granicy ziarn mniej ostrokrawędzistych (0,15 do 0,3). Przeważną ilość ziarn skalnych badanych między Tatrami a Pieninami stanowią ziarna obtoczone (0,5 do 0,7). Ziarn dobrze obtoczonych (0,7 do 1) jest natomiast mało. Między Pieninami a Marcinkowicami (poniżej Nowego Sącza) stwierdzono przeważnie ziarna obtoczone lub dobrze obtoczone. Tylko wyjątkowo w kilku punktach np. kwarcyt w Barcicach w korycie Popradu wykazuje słabe obtoczenie. Ilość ziarn dobrze obtoczonych w miarę zbliżania się Dunajca do Wisły wzrasta, należy tu jednak wyłączyć ziarna silnie zwietrzałe i kruche.

Kształt ziarn został naświetlony we wspomnianych poprzednio pracach odnoszących się do poszczególnych odcinków Dunajca, przy czym okazuje się, że ziarna piaskowców i łupków piaskowcowych zachowują zwykle swą pierwotną strukturę i obtaczają się najczęściej jako ziarna płaskie. Mniej jest natomiast ziarn wrzecionowatych. Wypada jednak zaznaczyć, że pewna ilość ziarn skał magmowych, a także węglanowych, miewa również postać ziarn płaskich lub rzadziej wydłużonych.

*

Problem żwirów Dunajca jest zagadnieniem szerokim, które trudno jest ograniczyć do samego tylko koryta tej rzeki. Dlatego też byłoby ciekawe zbadanie całości składu, obtoczenia kształtu i innych własności osadów znajdujących się w tarasach Dunajca. Wypada też uznać za celowe przeprowadzenie badań własności odłamków skalnych zebranych w Dunaj-

cu i jego dopływach, na odpowiednich przyrządach w warunkach laboratoryjnych, a następnie powiązania osiągniętych tą drogą wyników z wynikami prac terenowych. Badania takie są niewątpliwie trudne i nie łatwo jest określić, w jakim stopniu dadzą się one zrealizować. Dlatego też wydaje się, że na razie można tylko rozważyć celowość i możliwość realizacji tego zadania.

LITERATURA

1. Bobrowski W. — Ocena wielkości i stopnia obtoczenia ziarn skalnych. „Przełgl. Geol.” 1953, nr 8.
2. Bobrowski W., Kociszewska-Musiał G. — Analiza żwirów Dunajca między Tatrami i Pieninami na tle morfologii i geologii obszaru zlewni. „Kwart. Geol.” 1959, z. 2.
3. Bobrowski W., Kossakowska-Such J. — Dokładność pomiaru stopnia obtoczenia ziarn skalnych. Biuletyn Geol. Wydz. Geol. U. W. t. I, cz. 1. Warszawa 1961.
4. Bobrowski W., Kossakowska-Such J. — Pomiar stopnia obtoczenia ziarn skalnych. „Przełgl. Geol.” 1960, nr 9.
5. Halicki B. — Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. Sprawozd. PIG. Warszawa 1930.
6. Halicki B. — Kilka nowych spostrzeżeń glaciologicznych i morfologicznych na obszarze Podhala. „Rocznik PTG” 1923/24.
7. Halicki B. — Parę uwag o rozwoju dolin tatrzańskich. Sprawozd. PIG 7. Warszawa 1932.
8. Keller H. — Memel Pregel und Weichselstrom. Berlin 1899.
9. Klimaszewski M. — Morfologia i dyluwium doliny Dunajca od Pienin do ujścia. „Wiadomości Służby Geogr.” 11. Kraków 1937.
10. Klimaszewski M. — Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. Prace Wrocł. Tow. Nauk. seria B, nr 7. Wrocław 1948.
11. Kociszewska-Musiał G. — Analiza żwirów Dunajca od Rożnowa do ujścia. Biuletyn Geol. Wydz. Geol. U. W. t. I. cz. 1. Warszawa 1961.
12. Kossakowska-Such J. — Analiza żwirów Dunajca między Pieninami a Jeziorem Rożnowskim. Biuletyn Geol. Wydz. Geol. U. W. t. I, cz. 1. Warszawa 1961.
13. Krumbein W. C., Sloss L. L. — Stratigraphy and sedimentation. San Francisco 1951.
14. Kuźniar W. — Tatry w epoce lodowcowej (Szkieł rozwoju poglądów na morfologiczną stronę zagadnienia). „Pamiętnik Tow. Tatr.” 32. Kraków 1911.
15. Nawara K. — Analiza kształtu otoczków w górnym biegu Dunajca i jego dopływach na Podhalu. Muzeum Ziemi. Warszawa 1960.

16. Nawara K. — Skład litologiczny żwirów Białki i Czarnego Dunajca w zależności od frakcji. „Acta Geol. Pol.” v. X, 3. Warszawa 1960.
17. Pacowska J. — Zagadnienia podziału i terminologii utworów czwartorzędowych Polskę. IG Biul. 70. Warszawa 1955.
18. Partsch J. — Die Höhe Tatra in Eiszeit. Leipzig 1923.
19. Pettijohn F. J. — Sedimentary Rocks. New York 1949, 1957.
20. Romer E. — Tatrzańska epoka lodowa. „Prace Geogr.” 11. Lwów 1929.
21. Smoleński J. — O wysokich tarasach dyluwialnych na zboczach kotliny sądeckiej. Rozprawy P.A.U., (A), 57. Kraków 1918.
22. Smoleński J. — O zubożonych żwirach tatrzańskich w północnej części karpackiego dorzecza Dunajca. Sprawozd. PIG 1. Warszawa 1920.
23. Unrug R. — Współczesny transport i sedymentacja żwirów w dolinie Dunajca. „Acta Geol. Pol.” 1957, nr 2.
24. Wadell H. — Volume shape and roundness of rock particles. „Journ. Geol.” 1933, vol. 40.
25. Wadell H. — Sphericity and roundness of rock particles. „Journ. Geol.” 1933, vol. 41.
26. Zingg W. — Beitrag zur Schotteranalyse. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 15. Zürich 1935.

SUMMARY

In the article the purpose of investigations, history of previous studies and work techniques are given. After short description of morphology and geology of the Dunajec river basin, influence of transportation of local material is presented, as well as selection of material, resulting of the properties of rock debris and of weathering and transportation agents is analysed. Moreover, conclusions are drawn and reasonableness of further study on the Quaternary sediments in the active beds of the Dunajec river and its tributaries, as well as on the older river terraces is discussed.

РЕЗЮМЕ

В статье указывается цель исследований, описывается история уже проведенных работ и применяемые методы. После краткого изложения морфологии и геологии бассейна р. Дунаец, рассматриваются условия транспортировки и сортировки местного материала, являющегося следствием литологических свойств обломков, действия факторов выветривания и транспортировки. В конце произведены заключения и указана целесообразность проведения дальнейших исследований четвертичных отложений в действующих руслах р. Дунаец и его притоков, и в древних террасах.