

POLSKA AKADEMIA NAUK  
INSTYTUT GEOGRAFII

---

PRACE GEOGRAFICZNE NR 103

ZOFIA ZIEMOŃSKA

STOSUNKI WODNE  
W  
POLSKICH KARPATACH ZACHODNICH

INSTYTUT GEOGRAFII  
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA  
Polskiej Akademii Nauk  
Zakład Geografii i Gospodarki  
00-330 Warszawa  
ul. Nowy Świat Nr 72

WROCLAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK  
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK



POLSKA AKADEMIA NAUK  
INSTYTUT GEOGRAFII

\*

PRACE GEOGRAFICZNE NR 103

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТРУДЫ

№ 103

ЗОФИЯ ЗЕМОЊСКА

ВОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ  
В ПОЛЬСКИХ ЗАПАДНЫХ КАРПАТАХ

\*

GEOGRAPHICAL STUDIES

№ 103

ZOFIA ZIEMOŃSKA

HYDROGRAPHIC CONDITIONS  
IN THE POLISH WEST CARPATHIANS

POLSKA AKADEMIA NAUK  
INSTYTUT GEOGRAFII

---

PRACE GEOGRAFICZNE NR 103

ZOFIA ZIEMOŃSKA

STOSUNKI WODNE  
W  
POLSKICH KARPATACH ZACHODNICH

INSTYTUT GEOGRAFII  
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA  
Polskiej Akademii Nauk  
Zakład Fizyki i Geografii  
00-330 Warszawa  
ul. Nowy Świat Nr 72

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK  
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1973

**Komitet Redakcyjny**

**REDAKTOR NACZELNY: M. KIELCZEWSKA-ZALESKA**  
**ZASTĘPCA REDAKTORA NACZELNEGO: K. DZIEWOŃSKI**  
**CZŁONKOWIE: R. GALON, L. STARKEL**  
**SEKRETARZ: I. STANCZAK**

**Redaktor Wydawnictwa Helena Limanowska-Noskowska**  
**Redaktor techniczny Aleksandra Ikonomu**

*Printed in Poland*

Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1973.  
Nakład: 870 + 130 egz. Objętość: ark. wyd. 8,90, ark. druk. 8 + 2 wkl,  
ark. A1 11. Papier powlek. kl. V, 90 g, 70 × 100. Oddano do skła-  
dania 30 XII 1972. Podpisano do druku 29 V 1973. Druk ukończono  
w czerwcu 1973. Wrocławska Drukarnia Naukowa. Zam. 1004/73. N-11.  
Cena zł 25.—

## SPIS TREŚCI

Wstęp . . . . .	6
Stan wiadomości o hydrografii Karpat Polskich . . . . .	8
Środowisko geograficzne . . . . .	11
Rzeźba i budowa geologiczna . . . . .	11
Stosunki klimatyczne . . . . .	16
Szata roślinna . . . . .	18
Rola człowieka w przeobrażaniu stosunków wodnych . . . . .	20
Ogólna charakterystyka hydrograficzna . . . . .	25
Zróżdża i wody podziemne . . . . .	25
Wody powierzchniowe . . . . .	33
Przebieg odpływu na terenie Karpat . . . . .	54
Przebieg odpływu w poszczególnych porach roku . . . . .	56
Przebieg odpływu w poszczególnych miesiącach . . . . .	59
Ustrój rzek karpaccich . . . . .	65
Regiony hydrograficzne . . . . .	77
Makroregion zachodni . . . . .	83
Region tatrzański . . . . .	83
Region podhalański-beskidzki . . . . .	85
Region pogórski . . . . .	95
Makroregion wschodni . . . . .	97
Region beskidzki . . . . .	98
Region pogórski . . . . .	100
Rola Karpat w zasilaniu górnej Wisły . . . . .	104
Wnioski . . . . .	111
Literatura . . . . .	113
Водные отношения в Польских Западных Карпатах. Резюме . . . . .	118
Hydrographic conditions in the Polish West Carpathians. Summary . . . . .	121

## WSTĘP

Karpaty reprezentują obszar górski o zróżnicowanej rzeźbie, budowie geologicznej, stosunkach klimatycznych i szacie roślinnej. Każdemu typowi środowiska geograficznego odpowiada pewien właściwy mu układ stosunków wodnych. Poniższe opracowanie jest próbą przedstawienia stosunków wodnych Polskich Karpat Zachodnich oraz ich przestrzennego zróżnicowania w nawiązaniu do całości środowiska geograficznego, którego są częścią. Karpaty Polskie dotąd nie mają podstawowej charakterystyki hydrograficznej i pozostają na marginesie ogólnych opracowań z tego zakresu. Brak ten jest tym bardziej dotkliwy, gdyż znajomość stosunków wodnych ma zasadnicze znaczenie dla poznania naturalnego środowiska człowieka, którego są najbardziej dynamicznym elementem.

Stały wzrost zapotrzebowania i eksploatacji wód przebiegający równoległe do wzrostu ludności, uprzemysłowienia i urbanizacji stawia wodę w rzędzie jednego z najważniejszych surowców, którego zasoby ograniczają wielkość rozwoju gospodarczego. Należy ona również do tych nielicznych surowców, których zasobą są odnawialne. Tym niemniej niewłaściwa gospodarka może doprowadzić do ich zmniejszenia a nawet całkowitego wyczerpania. Wzrastające zapotrzebowanie i zużycie wód, pociągające za sobą szereg niekorzystnych zmian hydrograficznych, nasuwa konieczność ich ochrony oraz kształtowania kontrolowanego obiegu wody. Polska jest krajem o stosunkowo małej ilości zasobów wodnych. Wobec wzrastającego deficytu wodnego rzeki karpackie zaczynają stopniowo zaopatrywać również inne obszary kraju, cierpiące na niedostatek wód. Zjawisko to podkreśla jeszcze wyraźniej znaczenie zagadnienia.

Udział w opracowaniu szczegółowej Mapy hydrograficznej Polski oraz badania, jakie w związku z tym prowadziła autorka w Karpatach, umożliwiły zapoznanie się z hydrografią tego regionu. Szczegółowe prace hydrograficzne prowadzono na terenie wybranych zlewni karpackich począwszy od 1950 r.: w latach 1950-1954 na Pogórzu Ciężkowickim i Strzyżowskim, w latach 1953-1959 w Tatrach Zachodnich oraz zachodniej części Podhala, w 1954 r. w Bieszczadach, w 1955 r. w Beskidzie Śląskim, w 1956 r. w Beskidzie Wyspowym, w 1960 r. na Pogórzu Śląskim oraz w latach 1963-1967 na terenie Pogórza Rożnowskiego i północnej części Kotliny Sądeckiej. Obszary te zostały skartowane



przy zastosowaniu metody szczegółowego zdjęcia hydrograficznego. Badania były prowadzone w obrębie podstawowych jednostek hydrograficznych, jakimi są zlewnie, a wyniki sprawdzone podczas badań przeglądowych. Zebrane materiały opracowano statystycznie i kartograficznie. Na ich podstawie wykonana została w 1965 r. przez autorkę nie publikowana przeglądowa mapa hydrograficzna arkusza Cieszyn w podziałce 1:300 000, na której przedstawiono warunki spływu i retencji oraz elementy bilansu wodnego.

Temat został podjęty w 1966 r. i wykonany w Zakładzie Geografii Fizycznej Instytutu Geografii Polskiej Akademii Nauk. Ze względu na rozległy zakres i z konieczności ograniczone rozmiary pracy, najwięcej uwagi poświęcono analizie odpływu, jego sezonowej zmienności oraz przestrzennemu różnicowaniu. Odpływ jest bowiem, ze względu na szczególny charakter środowiska geograficznego, głównym elementem obiegu wody w obszarze górskim. Udział rzek karpaccich w ogólnym odpływie z dorzecza górnej Wisły jest przeważający.

Podstawą opracowania są materiały badań terenowych, szczegółowych i przeglądowych, jakie autorka prowadziła w Karpatach początkowo z ramienia Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego a następnie Instytutu Geografii Polskiej Akademii Nauk. Wykorzystano materiały badań hydrograficznych będące w posiadaniu obu tych instytucji oraz opracowania Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, jak również publikacje dotyczące środowiska geograficznego Karpat. W wyborze literatury, poza pozycjami podstawowymi, ograniczono się do opracowań odnoszących się do tego samego względnie zbliżonego okresu obserwacji. Dla porównania korzystano z materiałów dotyczących hydrografii innych obszarów górskich: Karpat Wschodnich i Południowych, Alp i Kaukazu. Opracowano przepływy z lat 1951-1960 dla 52 stacji polskich (również dla okresu 1961-1965), 120 stacji z obszaru Karpat Słowackich (również dla okresu 1931-1960) oraz kilkunastu stacji alpejskich, a także Karpat Południowych i Wschodnich, przeliczając odpowiednie wskaźniki i współczynniki.

Wykonanie pracy zawdzięczam życzliwemu nastawieniu Kierownictwa Instytutu Geografii oraz Zakładu Geografii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk, które umożliwiły mi czteromiesięczne studia porównawcze pod kierunkiem profesora Maurice Pardé w Zakładzie Potamologii w Grenoble oraz trzymiesięczny pobyt w Instytucie Geografii Rumuńskiej Akademii Nauk. Jej ukończenie ułatwiło mi roczne stypendium habilitacyjne Wydziału III Polskiej Akademii Nauk z jakiego korzystałam w 1970 r.

Poczuwam się do miłego obowiązku wyrażenia podziękowania i wdzięczności wszystkim, z których rad i pomocy korzystałam.

## STAN WIADOMOŚCI O HYDROGRAFII KARPAT POLSKICH

W zakresie hydrografii Karpat Polskich mało jest opracowań o charakterze syntetycznym ujmujących całość zagadnień wodnych tego obszaru. Więcej jest publikacji dotyczących pewnych regionów czy też dorzeczy lub wybranych problemów potamologicznych i limnologicznych. Szczególnym zainteresowaniem badaczy cieszył się obszar Tatr. Liczne informacje o zjawiskach wodnych znaleźć można również na marginesie opracowań fizjograficznych, klimatologicznych, hydrobiologicznych i podobnych.

Najdawniejsze wzmianki znajdują się w zapiskach historycznych oraz tzw. kronikach klęsk elementarnych. Informują one o rozmiarach i skutkach ulew, powodzi oraz suszy, a także o częstotliwości tych zjawisk. Dużo danych o hydrografii Karpat zawiera praca W. Pola [1887], który opisuje ważniejsze rzeki karpackie oraz występowanie powodzi. Informacje cenne ze względu na swą szczegółowość znajdują się również w pracy A. Rehmana [1895] poświęconej fizjografii ziem polskich. Charakteryzuje on europejski dział wodny, większe rzeki karpackie oraz ich źródła, zwraca uwagę na zróżnicowanie zjawisk wodnych w zależności od ekspozycji, podkreśla ich bogactwo w Tatrach. Przytacza również temperatury wody wybranych źródeł i cieplic oraz zaznacza występowanie wód mineralnych.

Opracowanie monograficzne dorzecza Wisły, wykonane pod kierunkiem H. Kellera [1899], posunęło naprzód znajomość stosunków wodnych tego obszaru. Na podstawie dostępnych danych z literatury oraz wyników pomiarów i obserwacji zestawiono inwentarz wód powierzchniowych obejmujący charakterystykę sieci rzecznej, opis dolin, dane hydrometryczne ważniejszych rzek a także charakterystykę stanów wody i przepływów. Dzieło to dostarczyło podstawowych materiałów do późniejszych opracowań oraz porównań m. in. do pracy E. Romera *Wisła, jej dorzecza i sieć wodna* [1902], opatrzonej cennym komentarzem. Romer [1911] także zwrócił uwagę na znaczenie wód gruntowych w zasilaniu rzek, zwłaszcza w kotlinach, jak również na różnice ustroju rzek górskich (Dunajca) i pogórskich (Wisłoki) oraz na ich wpływ na ustrój Wisły.

L. Sawicki [1912] przedstawia również ogólną charakterystykę sto-

sunków wodnych Karpat, podkreślając ich złożoność. Niewielką wydajność źródeł karpackich tłumaczy małą miąższością warstw wodonośnych i wodoszczelnych. Zwraca uwagę na niższe temperatury źródeł górskich w odróżnieniu od pogórskich i tłumaczy je dłuższym czasem infiltracji wód w pokrywie zwietrzelinowej na pogórzcu, jednak nie wiąże tego zjawiska ze zmianą stosunków termicznych wraz z wysokością. Sawicki charakteryzuje górną Wisłę jako rzekę, której ustrój wykazuje dobitnie wpływ gór wyrażający się wysokimi stanami wody w marcu i kwietniu, spowodowanymi roztopami, oraz letnim maksimum wywołanym opadami. Zwraca również uwagę na powolny, przeciągający się do dwu miesięcy spływ wód roztopowych w dorzeczach górskich. Za rzeki górskie uznaje Dunajec, karpacki San i karpacką Wisłę, a ich ustrój przeciwstawia ustrojowi rzek nizinnych.

W publikacjach tych nakreślona została problematyka hydrograficzna Karpat, nie doszło jednak do wydzielenia regionów hydrograficznych. Późniejsze prace, pojawiające się w miarę nagromadzania coraz liczniejszych materiałów, miały podobny charakter. Duża ilość informacji posłużyła do opracowania katastrof sił wodnych Dunajca i Sanu. Próby podziału hydrograficznego Polski traktowały Karpaty jako jeden region.

Studium Komitetu Gospodarki Wodnej [Prace i Studia 1958] przynosi podział na regiony hydrologiczne Polski. W ramach prawostronnej zlewni górnej Wisły wydzielono (numeracja rzymska zgodna z podziałem):

- I — zlewnię Wisły po Nowy Bieruń, a także zlewnie rzek płynących z Kotliny Sandomierskiej, tj.: Brenia, Trześniówki, Łęgu oraz dolinę Wisły po Zawichost;
- III — zlewnie Soły, Skawy, Raby i Skawinki;
- IV — zlewnie Dunajca z Popradem oraz Czarnej Orawy;
- V — zlewnię Wisłoki;
- VI — zlewnię Sanu z Wisłokiem i Tanwią.

Zastrzeżenie budzi połączenie w jeden region karpackiej Wisły oraz rzek Kotliny Sandomierskiej, a także Dunajca i Czarnej Orawy. Charakterystyka regionów, ich bilans, oparte na niejednorodnym materiale obserwacyjnym z konieczności zawierają wiele luk uzupełnianych w następnych opracowaniach, w których zachowano powyższy podział regionalny [*Zarys planu perspekt.* 1959].

Z. Mikulski [1863] w *Zarysie hydrografii Polski* kreśli ogólną charakterystykę dorzeczy karpackich: Wisły, Dunajca i Sanu. Omawia również podstawowe zagadnienia gospodarki wodnej w Karpatach.

Brak dostatecznych danych do poznania poszczególnych faz obiegu

wody zmusza do stosowania wzorów empirycznych w celu obliczenia wielkości elementów bilansu wodnego. Prace te, zawierające w założeniu sformułowania empiryczne, zostały tu pominięte.

W latach pięćdziesiątych zaznacza się wyraźny rozwój badań hydrologicznych prowadzonych przez Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny. Podsumowaniem ich jest opracowanie przepływów charakterystycznych dla dziesięciolecia 1951-1960 [*Przepływy char.* 1967], dające podstawę do licznych prac hydrologicznych i hydrograficznych. Opiera się również na nim klasyfikacja typów reżimów rzecznych w Polsce I. Dynowskiej [1971]. Reżim rzek karpackich został określony jako niewyrównany z deszczowo-gruntowo-śnieżnym a w Tatrach gruntowo-deszczowo-śnieżnym zasilaniem. Większość ukazujących się opracowań odnosi się do zachodniej części obszaru karpackiego.

Szczegółowe zdjęcie hydrograficzne wykonywane przez Instytut Geografii PAN pogłębia znajomość stosunków wodnych Karpat. Objęło ono dorzecze Dunajca, górnego Sanu i karpackiej Wisły, a częściowo Skawy, Raby i Wisłoki. Nieliczne tylko materiały zostały opublikowane. Ogólny zarys stosunków w zakresie wód podziemnych przedstawia *Przeglądowa mapa hydrogeologiczna Polski*. Opierając się na wynikach badań, autorka przedstawiła na sympozjum geografii fizycznej Karpat w Bukareszcie w 1970 r. podział hydrograficzny Polskich Karpat Zachodnich.

Szczupły przegląd literatury ogranicza się do podstawowych pozycji o charakterze syntez. Wyczerpujące jej omówienie przy dużej ilości, często fragmentarycznych i tematycznie rozstrzelonych opracowań wymaga odrębnego studium.

## SRODOWISKO GEOGRAFICZNE

Karpaty Polskie zajmują najdalej na północo-zachód wysuniętą część rozległego łuku karpackiego. Powierzchnia ich, licząc od zachodniej do wschodniej granicy państwa, tj. od Olzy do Sanu, wynosi ok. 18 900 km<sup>2</sup>, z tego 16 500 km<sup>2</sup> przypada na Polskie Karpaty Zachodnie (po Przełęcz Łupkowską) a 2400 na Polskie Karpaty Wschodnie. Istotną cechą tego obszaru jest duże zróżnicowanie środowiska geograficznego, zarówno rzeźby, budowy geologicznej, klimatu, szaty roślinnej, jak i pozostających pod ich wpływem stosunków wodnych.

Usytuowanie bariery górskiej wznoszącej się w Tatrach Słowackich do wysokości 2663 m n.p.m. na drodze cyrkulacji mas powietrza ma zasadnicze znaczenie dla kształtowania się stosunków klimatycznych, szczególnie opadów i temperatur, a pośrednio wpływa na obieg wody. Wysunięcie na zachód, zwiększająca się w kierunku wschodnim odległość od oceanu i wzrost kontynentalizmu, jak również występowanie największych wzniesień w części zachodniej podkreślają wpływ rzeźby i klimatu na stosunki wodne.

## RZEŻBA I BUDOWA GEOLOGICZNA

Karpaty Polskie z wyjątkiem Bieszczadów i przylegających do nich wyżyn należą do **K a r p a t Z a c h o d n i c h**. Składają się z licznych masywów i pasm górskich obniżających się stopniowo ku północy. W ich obrębie znajdują się zarówno góry wysokie — Tatry, wznoszące się do 2499 m n.p.m., średnie — Beskidu Żywieckiego, Śląskiego i Sądeckiego do 1725 m n.p.m., jak i góry niskie do 1000 m n.p.m. (Pieniny, Beskid Mały, Niski) oraz wyżynne Pogórze Karpackie o wysokości garbów 300-500 m n.p.m. (ryc. 1).

Wysokogórski obszar **T a t r** o krajobrazie glacialnym, zbudowany z utworów krystalicznych oraz mezozoicznych pokryw osadowych jest rozcięty gęstą siecią potoków. Jest to źródłkowy obszar Dunajca, jedynej rzeki polskiej, wypływającej z łańcucha Karpat wewnętrznych. Nachylenia z uwagi na duże wysokości bezwzględne i względne, osiagające 800 i więcej metrów, dochodzą do 80°, przeciętnie wynoszą 25°.



Ryc. 1. Regiony fizyczno-geograficzne Karpat (wg L. Starkla)

1 — granica Karpat Zachodnich, 2 — granice makroregionów, 3 — granice mezoregionów, 4 — granice regionów

Geographic regions of the Polish Carpathians (after L. Starkel)

1 — West Carpathians boundary, 2 — macroregion boundary, 3 — mezoregion boundary, 4 — region boundary

Odpowiadają im duże spadki rzek oraz znaczna szybkość płynięcia potoków.

Obniżenie Podhala o założeniu tektonicznym, zbudowane z utworów fliszu podhalańskiego, oddziela Tatry od pasa Karpat zewnętrznych. Jest obszarem zbiorczym wód potoków tatrzańskich, a także beskidzkich. Ta część Karpat charakteryzuje się krajobrazem fluwialnym. Dzieli się na Rów Podtatrzański wzniesiony 800-950 m, Pogórze Gubałowskie do 1233 m, o wyraźnej asymetrii stromych południowych i łagodnie nachylonych północnych stoków, wapienny Pas Skalicowy o szerokości 3-6 km i wysokości do 1052 m, Kotlinę Orawsko-Nowotarską — 590-652 m oraz Działy Orawskie o przeciętnej wysokości 700-800 m n.p.m. [M. Klimaszewski 1946].

Beskidy stanowią trzon Karpat fliszowych. Składają się na nie pasma gór średnich Beskidu Śląskiego, Żywieckiego, Sądeckiego oraz niskie góry Beskidu Małego, Średniego, Wyspowego i Niskiego. W części zachodniej mają one charakter zwartych masywów, ograniczonych progami, rozciętych głębokimi dolinami rzek o szerokich, sterasowanych dnach. W części wschodniej tworzą je góry pasmowe rozczłonkowane rozległymi obniżeniami. Ma to duże znaczenie hydrologiczne zwłaszcza dla cyrkulacji mas powietrza i kształtowania się dużego odpływu. Zwartość gór w części zachodniej w połączeniu z ich wysokością stanowi barierę dla napływających z kierunków zachodnich mas powietrza, powodując powstawanie ruchów wstępujących i w efekcie wzmoczone opady. Uprzywilejowane pod tym względem jest zwłaszcza położenie Beskidu Śląskiego i jego pogórza. Szerokie obniżenia w części wschodniej ułatwiają napływ mas powietrza z kierunku południowego.

Z masywami Beskidu Sądeckiego i Żywieckiego kontrastuje pasmo Beskidu Niskiego, stanowiące rozległe, poprzeczne obniżenie w łańcuchu karpackim. Deniwelacje wynoszą 300-700 m, nachylenia stoków do 25-40° [L. Starkel 1960].

W przeciwieństwie do górskiego krajobrazu Beskidów pozostaje krajobraz pogórza, które stanowi rozległą, falistą wyżynę, rozczłonkowaną dolinami, kotlinami wnikającymi często w Beskidy, tworzącymi w nich rozległe bramy i obniżenia. Wysokości względne w obrębie pogórza wynoszą 100-200 m, w kierunku południowo-wschodnim wznoszą się do 250 a nawet 300 m, nachylenia stoków osiągają 10-20°. Na północy pogórze opada 100-150 metrowym progiem ku kotlinom podkarpackim. Mniejszymi wysokościami względnymi jak i bezwzględnymi odpowiadają mniejsze spadki rzek, a płaskie dna dolin są często podmokłe. Pas pogórzy dzieli się na Pogórze Śląskie o niewielkiej szerokości 5-15 km i konsekwentnym odwodnieniu, Pogórze Wielickie 15-30 km szerokie, ciągnące się od Skawy po Białą Dunajcówą, o wy-

sokości bezwzględnej rosnącej od 350 do 550 m n.p.m. w kierunku południowym. Ku wschodowi pas pogórzy rozszerza się do 45 km. L. Starkel wyróżnia tu Pogórze Strzyżowskie o bardziej urozmaiconej rzeźbie oraz Pogórze Dynowskie ciągnące się po Wiar [*Geomorfologia Polski* 1972]. Wysokość grzbietów wzrasta w kierunku południowo-wschodnim do 600 m n.p.m.

W obrębie pogórza znajdują się obniżenia o założeniu tektonicznym osiągające niekiedy znaczne rozmiary. Należy do nich Kotlina Sądecka o trójkątnym zarysie i płaskim dnie na wysokości 300 m n.p.m. wypełniona osadami tertonu. Jest ona miejscem spływu wód Dunajca i jego dopływów, Popradu, Kamienicy Nawojowskiej oraz Łubinki. Doły Jasielsko-Sanockie o długości 100 km i szerokości 15-20 km stanowią strefę rozległych obniżeń pomiędzy pasem pogórzy na północy, a Beskidem Niskim na południu. Składa się na nie kilka płaskodennych kotlin, rozdzielonych płatami niskich pogórzy o wysokościach względnych do 150 m. Są one obszarem zbiorczym wód rzek płynących z Beskidu Niskiego, Wisłoki oraz jej dopływów, Ropy i Jasiołki. Sieć rzeczna w kotlinach ma charakter koncentryczny.

Do Karpat Wschodnich w granicach Polski należą jedynie Bieszczady oraz położona na ich przedpolu wyżyna Wańkowej o wysokości 500-650 m n.p.m. Bieszczady charakteryzują się występowaniem zwartych wzniesień górskich i rusztowych pasm, którym odpowiada kratowa sieć dolin. Dzielą się na wysokie i niskie. Bieszczady Wysokie stanowią zwarty zespół górski o stromych stokach [25-50°], rozdzielony szerokimi obniżeniami. Wysokość grzbietów wzrasta w kierunku południowo-wschodnim od 900 do 1348 m n.p.m. Bieszczady Niskie stanowią strefę obniżeń o charakterze pogórskim, będącą przedłużeniem Dołów Jasielsko-Sanockich [*Geomorfologia Polski* 1972].

Budowa geologiczna Karpat Polskich wykazuje znaczne zróżnicowanie pod względem stratygraficznym i tektonicznym, a utwory tu występujące charakteryzują się dużą zmiennością petrograficzno-litologiczną. Stwarza to różne warunki infiltracji wód w podłożu.

Trzon tatrzański zbudowany jest z utworów krystalicznych — granitów, a w części zachodniej gnejsów i łupków krystalicznych. Dna kotlin i dolin rozcinających go wypełnione są pokrywami morenowymi oraz utworami fluwioglacjalnymi o miąższości kilkunastu metrów. Utwory osadowej pokrywy wieku mezozoicznego są pofałdowane, wykształcone w postaci płaszczowin wierchowych i reglowych. Ze względu na dużą zdolność retencyjną wyróżniają się uszczelinione, tektonicznie potrząskane dolomity triasowe oraz wapienie jurajskie i kredowe. Skrasowiałe utwory serii wierchowej charakteryzują się większą miąższością



w porównaniu z utworami serii reglowej, które są przedzielone łupkami i marglami.

Pasma Skalicowe, w obrębie którego znajdują się Pieniny, rozciąga się pomiędzy fliszem magurskim na północy i fliszem podhalańskim na południu. Jest ono zbudowane z górnokredowej osłony (głównie utwory łupkowe), w której występują jurajskie oraz dolnokredowe wapienie o znacznej odporności. Zaznaczają się one w rzeźbie jako skałki.

Obniżenie Podhala zbudowane jest ze sfałdowanych utworów fliszu podhalańskiego o miąższości do 5000 m. Są to wapieniste piaskowce, przewarstwione łupkami. Na zachodzie i północo-zachodzie występują warstwy o największym udziale piaskowców, na wschodzie o przewadze łupków [J. Gołąb 1959]. Dna dolin Czarnego i Białego Dunajca, Białki Tatrzańskiej oraz Dunajca wypełniają utwory fluwialne i fluwioglacjalne, w których przeważają żwiry tatrzańskie. Zbudowane są z nich stożki i terasy Dunajca oraz jego dopływów.

Zachodnia część Karpat fliszowych (po Dunajec i Białą) sfałdowana, złożona z szeregu płaskich nasunięć, rozbitych na bloki i bryły, różni się tektoniką od części wschodniej, w której przeważają elementy fałdowe, łuski oraz stromo spiętrzone skiby [M. Książkiewicz, J. Samsonowicz 1952; *Regionalna geologia Polski 1951-1953*]. Na stokach Karpat występują czwartorzędowe utwory pokrywowe, a wśród nich pokrywy zwietrzelinowe, usypiskowe, soliflukcyjne, złaziskowe, osuwiskowe, deluwialne, rzeczne i eoliczne [L. Starkel 1960]. Miąższość pokryw wzrasta od 0,2 m w górnych do 5-20 m w dolnych częściach stoku. Miąższość zwietrzeliny na pogórzu jest kilkakrotnie większa niż w Beskidach na takich samych utworach fliszowych [S. Uziak 1964].

Występujące na przeważającej części obszaru Karpat utwory fliszowe odznaczają się małą przepuszczalnością i zdolnością retencyjną. Ich wodochłonność jest uzależniona od stopnia spękania i porowatości oraz od funkcjonowania systemu szczelin, które bywają często wypełnione materiałem nieprzepuszczalnym, utrudniającym krążenie wód. Zdolność retencyjna utworów może, w przypadku występowania miąższych ławic spękanych piaskowców i przy dogodnym układzie warstw, lokalnie znacznie wzrastać. Ma to miejsce np. w synklinach inwersyjnych grzbieców zbudowanych z piaskowców, podścielonych łupkami (Beskid Wyspowy, Beskid Niski). Dużą wodonością odznaczają się skrasowiałe utwory wapienno-dolomityczne tatrzańskiego pasma wierzchowego i reglowego. Występują one jednak na niewielkiej przestrzeni, podobnie jak wapienie serii pienińskiej i czorsztyńskiej, z których zbudowane jest Pasma Skalicowe. Upad wapieni reglowych w kierunku północnym, gdzie zanurzają się pod utwory fliszu podhalańskiego, stwarza możliwości wy-

stępowania zbiorników wód podziemnych na większych głębokościach. Znaczną wodonośnością charakteryzują się czwartorzędowe utwory żwirowo-piaszczyste, z których zbudowane są stożki i terasy wypełniające dna dolin większych rzek. Pojemność ich jest ograniczona rozmiarami dolin.

Należy stwierdzić, że zarówno rzeźba, jak też budowa geologiczna omawianego obszaru nie stwarzają korzystnych warunków dla infiltracji i retencji wód, a tym samym dla rozwoju wód podziemnych. Istnieją natomiast dogodne warunki dla kształtowania się szybkiego i dużego spływu oraz dużego odpływu.

#### STOSUNKI KLIMATYCZNE

Cechą charakterystyczną obszarów górskich jest piętrowy układ elementów klimatycznych. Wraz z wysokością zmniejsza się temperatura powietrza, wzrasta ilość opadów, a także dni z mrozem, śniegiem jak również siła i częstotliwość wiatrów. E. Romer [1949] określa klimat Karpat jako górski i podgórski (F) oraz zaciśzy śródgórskich (G). M. Hess [1965] wyróżnia w Polskich Karpatach Zachodnich, a raczej w ich zachodniej części, kilka pięter klimatycznych (tab. 1).

Najchłodniejsze piętra klimatyczne ograniczone są do Tatr i szczytowych partii Beskidu Żywieckiego. Na pozostałym obszarze Karpat występują piętra od chłodnego do umiarkowanie ciepłego. W części wschodniej spotykamy jedynie piętro umiarkowanie chłodne i umiarkowanie ciepłe, charakteryzujące się wyższymi temperaturami powietrza, co wpływa na wzrost wielkości parowania na tym terenie. Pogórze Karpackie leży w zasięgu piętra umiarkowanie ciepłego. W następstwie większej ilości chłodnych pięter klimatycznych w części zachodniej notowane są tu większe opady, w tym również śnieżne, oraz dłuższy okres zalegania pokrywy śnieżnej.

Istotną ze względu na hydrologiczne następstwa jest cyrkulacja powietrza na tym terenie, zwłaszcza napływ wilgotnych mas powietrza z kierunków zachodnich. Powietrze polarnomorskie stanowi 60% mas powietrza zalegającego nad Karpatami [T. Niedźwiedź 1968]. Szczególnie uprzywilejowane pod względem opadowym są części Karpat wysunięte na zachód i północ-zachód (Pogórze Śląskie, Beskid Śląski, Beskid Żywiecki). Znacznie mniej opadów otrzymują położone w ich cieniu obszary kotlin śródgórskich oraz niżej wzniesionych pasm górskich. Przewaga wiatrów z kierunków południowych w okresie zimowym jest charakterystyczna dla wschodniej części obszaru, gdzie ich przemieszczaniu sprzyja szerokie, poprzeczne obniżenie Beskidu Niskiego. Wpływają one na podniesienie minimalnych temperatur powietrza w okre-

Tabela 1. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich\*

Nazwa piętra	Średnia temperatura powietrza w °C	Obszar występowania						Opady w mm	Ilość dni z opadem śnieżnym %	Ilość dni z pokrywą śnieżną
		Tatry		Beskid Żywiecki	Beskid Śląski, Pogórze Śląskie	Beskid Sądecki, Wyspowy, Niski, Pogórze Wielickie	Kotliny			
		stoki S	stoki N							
		wysokość w m n. p. m.								
Zimne	-4 - -2	> 2350	> 2200					1625	85	290
Umiarkowanie zimne	-2 - 0	2350-2050	2200-1850	> 1670				1750	77	250
Bardzo chłodne	0 - +2	2050-1650	1850-1550	1670-1400				1800	65	215
Chłodne	+2 - +4	1650-1200	1550-1150	1400-1080	> 980	> 1100	> 950	1600	57	185
Umiarkowanie chłodne	+4 - +6	< 1200	< 1150	1080-680	980-670	1100-750	950-500	1400	45	140
Umiarkowanie ciepłe	+6 - +8			680-260	670-250	750-280	500-200	800-1000	15-30	65-105

\* Według M. Hessa

sie zimowym [J. Lewińska 1967], a także powodują odwilże śródziemne. Notowana jest również duża ilość wiatrów typu fenowego, powodujących niszczenie pokrywy śnieżnej.

Karpaty wyróżniają się największymi w Polsce opadami. Roczna ich suma wynosi ponad 800 mm na pogórzcu, 900-1400 mm w Beskidach i ponad 1500 mm w Tatrach. Obszary położone w cieniu opadowym jak również kotliny otrzymują mniejsze ilości opadów. Maksimum przypada na lipiec, a w obszarze wysokogórskim Tatr na czerwiec. Opady skoncentrowane są w okresie letnim. Maksymalne wartości dobowe osiągają 285 mm. Następstwem ich jest wielkie zagrożenie powodziowe.

Wskutek dużej ilości opadów w Karpatach niższe części pogórzca znajdują się w warunkach klimatu dostatecznie i umiarkowanie wilgotnego, natomiast Beskidy, Tatry, Podhale — nadmiernie wilgotnego [M. Hess 1965].

Obszar na wschód od Wisłoki [E. Kamińska 1912, R. Madany 1961], a nawet od Dunajca [A. Czemerda 1967], charakteryzuje się krótszym potencjalnym okresem występowania opadów śnieżnych i pokrywy śnieżnej. Wcześniejsze przymrozki a późniejsze opady śnieżne pozwalają przypuszczać, że pokrywa śnieżna we wschodniej części Karpat wkracza, w przeważającej liczbie przypadków, na zamrożone podłoże. Ma to decydujące znaczenie dla kształtowania się odpływu w okresie zimowym podczas odwilży śródziemnych, zwiększa bowiem spływ po nieprzepuszczalnym, zamrożonym podłożu i może powodować wezbrania.

Podkreślić należy, że obszar na wschód od Popradu i Dunajca charakteryzuje się mniejszym zachmurzeniem; wynosi ono poniżej 60% na wschodzie, powyżej 60% na zachodzie i ponad 65% w Tatrach. Bilans promieniowania wykazuje również wzrost sum bezpośredniego promieniowania słonecznego w kierunku wschodnim od 57,5 do 65 kcal/cm<sup>2</sup> [A. Schmuck 1959]. Średnie roczne temperatury powietrza zmniejszają się wraz z wysokością przeciętnie o 0,5°C na 100 m wzniesienia, od 8°C na Pogórzcu do -4°C na szczytach Tatr. Wszystkie te czynniki wpływają na zróżnicowanie stosunków wodnych a zwłaszcza odpływu we wschodniej i zachodniej części Karpat.

#### SZATA ROŚLINNA

Karpaty wykazują dużą odrębność florystyczną w porównaniu z innymi regionami Polski. Znaczne zróżnicowanie wysokości i związana z tym zmiana warunków klimatycznych powodują pionową zmienność szaty roślinnej. Występuje tu sześć naturalnych pięter roślinnych [Szata roślinna Polski 1959], z których dla prawidłowego rozwoju stosunków wodnych największe znaczenie mają piętra leśne. Piętro

leśne pogórza, które pierwotnie tworzyły zespoły lasów dębowo-grabowych (*Querceto carpinetum*) obejmujących kotliny podkarpackie, pogórza do wysokości 550-650 m n.p.m. oraz obniżenia śródgórskie, pod względem florystycznym zbliżone jest do sąsiednich obszarów nizinnych. Piętro regla dolnego, od którego począwszy roślinność ma charakter górski, w stanie pierwotnym składa się z zespołów bukowo-jodłowych (*Fagetum carpaticum*), sięga w Beskidach 1150-1250 m, a w Tatrach do 1250 m n.p.m. Piętro regla górnego złożone z zespołów świerkowych (*Piceion excelsae*) osiąga w Beskidach 1350-1440 m, a w Tatrach 1550 m n.p.m. (*Piceetum excelsae tatricum*). Ponad nimi występuje piętro kosówki (*Mughetum carpaticum*) dochodzące na stokach Babiej Góry i Pilska do 1650-1700 m, a w Tatrach do 1800 m n.p.m. Powyżej występuje piętro halne z zespołem (*Trifido distichetum*) ograniczone do Tatr (do wysokości 2200 m n.p.m.) oraz do szczytowych partii Babiej Góry. Piętro turniowe (zespół *Distichetum subnivale*) rozwinięte jest jedynie w szczytowych partiach Tatr. Zaznacza się wpływ ekspozycji w przebiegu granicy pomiędzy poszczególnymi piętrami. Na stokach południowych, z racji korzystniejszych warunków klimatycznych, zwłaszcza termicznych granica osiąga większe wysokości.

Naturalne piętra roślinne w dużej mierze przekształca działalność człowieka i zamienia w piętra gospodarcze. Leśne piętro pogórza zostało w przeważającej części zajęte pod uprawę żyta, pszenicy i ziemniaków. Na duże obszary w obrębie regla dolnego do wysokości 1100 m n.p.m. wkraczała często uprawa ziemniaków i owsa oraz łąki kośne. W wyższych piętrach rozwinęła się gospodarka pasterska. Obszar karpacki w porównaniu z innymi górami Europy wykazuje największy procent powierzchni ornej, a tym samym mniejszy stopień zalesienia [S. Murczyński 1963].

Roślinność najpełniej rozwinęła się na obszarach o dużych różnicach wysokości, to jest w Tatrach, gdzie na niewielkiej przestrzeni występuje kilka pięter roślinnych. Lasy regla górnego mają mniejszą wartość hydrologiczną ze względu na płytkie zakorzenie zespołów litych świerczyn. Najlepsze warunki dla rozwoju zespołów leśnych, korzystnych z hydrologicznego punktu widzenia dla właściwego kształtowania się stosunków wodnych, istnieją na terenach niżej położonych, pogórskich i kotlinowych. Obszary te z racji dogodnych warunków dla rolnictwa są najczęściej wylesione.

Obok podziału na piętra roślinne istnieje podział na jednostki geobotaniczne. Stanowią je Karpaty Zachodnie i Karpaty Wschodnie, których granica nie dość ściśle sprecyzowana biegnie pomiędzy Beskidem Niskim i Bieszczadami [Szata roślinna 1959].

Układ pięter roślinnych w Bieszczadach jest odmienny niż w Karpatach Zachodnich. Brak jest górnoreglowego pasa świerkowego, którego miejsce zajęła strefa karłowatych buczyn sięgająca do 1200-1300 m n.p.m. Stanowi ona równocześnie górną granicę lasu, powyżej której występuje piętro wschodniobeskidzkich połonin. Mimo niedużych wysokości flora ma tu charakter wysokogórski.

Lasy, które są naturalnym regulatorem obiegu wody w glebie oraz przeciwdziałają skutecznie jej splukiwaniu i erozji, tworzą zwarte kompleksy w wyższych położeniach. Rozproszone występowanie zespołów leśnych zaznacza się na pogórzu, gdzie zajmują one zazwyczaj źródłowe odcinki potoków. Zwarte zespoły leśne, o znacznej powierzchni, występują w Beskidzie Śląskim (270 km<sup>2</sup>), w grupie Pilska i Wielkiej Raczy (180 km<sup>2</sup>), na stokach Pasma Babiogórskiego (100 km<sup>2</sup>), w Gorcach (240 km<sup>2</sup>), w Beskidzie Sądeckim (260 km<sup>2</sup>) i w Bieszczadach (800 km<sup>2</sup>), [L. Kulig, S. Smólski 1962]. Stopień zalesienia waha się w poszczególnych zlewniach od 0 do 97% [P. Prochal 1961]. Najbardziej wylesione są zlewnie potoków podhalańskich i pogórskich.

Najmniej lasów (do 10%) występuje w północnej części Pogórza Wielickiego, Strzyżowskiego, Dynowskiego, a także w obrębie Dołów Jasielsko-Sanockich, Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, Sądeckiej i Żywieckiej [D. Zabierowska 1967]. Stopień zalesienia Pogórza Śląskiego wynosi 17%, pozostałych pogórzy około 14%. Powierzchnia lasów na Podhalu wynosi 18-20%, w Pieninach 25%, w Beskidach 35-40%, w Bieszczadach 50-60%, w Tatrach 67%. Duże jednak obszary zajęte są przez jednogatunkowe lasy świerkowe, mniej korzystne dla właściwego kształtowania się stosunków wodnych a zwłaszcza retencji.

#### ROLA CZŁOWIEKA W PRZEOBRAŻANIU STOSUNKÓW WODNYCH

Naturalne przeobrażenie środowiska zachodzi w sposób ciągły, lecz bardzo wolny, natomiast wskutek ingerencji człowieka może być znacznie przyspieszone. Sprzyja temu gwałtowny wzrost uprzemysłowienia oraz urbanizacji. Wzrastające zapotrzebowanie na wodę jako na podstawowy surowiec przemysłowy, chęć maksymalnego wykorzystania i wyeksploatowania zasobów wodnych prowadzi do ilościowych i jakościowych zmian w stosunkach wodnych.

Ingerencja człowieka w środowisku [T. Wilgat 1970]:

1) może polegać na świadomym przekształcaniu jego komponentów, na sterowaniu przebiegiem procesów w kierunku pożądanym przez człowieka,

2) może być świadomym oddziaływaniem, które na skutek niedostatecznej znajomości praw przyrody przynosi niezamierzone skutki w postaci niekorzystnej zmiany nasilenia procesów,

3) może być oddziaływaniem nieświadomym, nie mającym na celu przekształcania środowiska, a przynoszącym niezamierzone szkody.

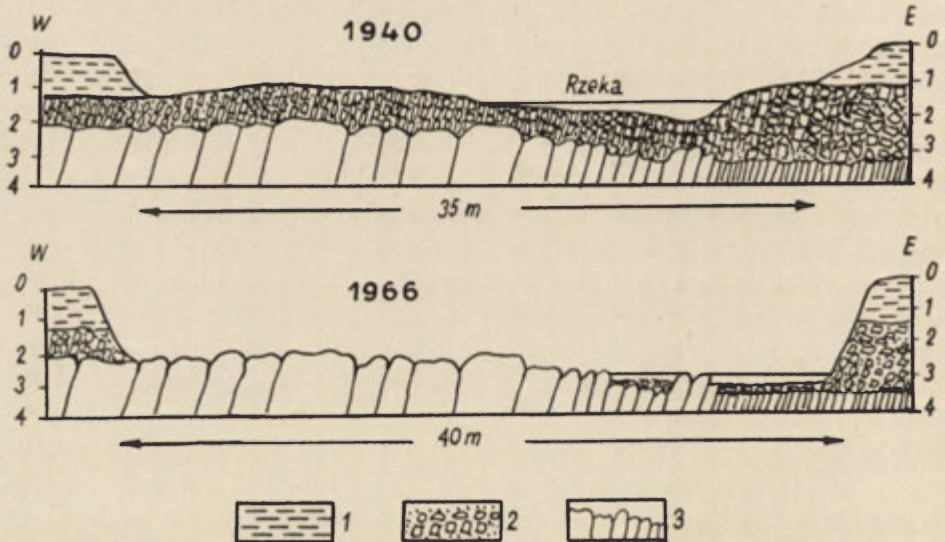
Pogórze, a także Beskidy, są niemal na całym obszarze gęsto zaludnione, często przeludnione i w wysokim stopniu użytkowane rolniczo. Gęstość zaludnienia w Karpatach, poza pewnymi częściami województwa rzeszowskiego, przekracza średnią krajową wynoszącą 105 mieszkańców/km<sup>2</sup>. W powiatach górskich województwa katowickiego przypada 300 osób/km<sup>2</sup>, a po wyłączeniu mieszkańców miast — 142 osoby/km<sup>2</sup>. Liczba ta nie obejmuje osób przebywających czasowo w miejscowościach letniskowych i uzdrowiskowych. W województwie krakowskim jedynie powiaty: nowotarski, limanowski, nowosądecki i suski wykazują nieco mniejszą od średniej krajowej gęstość zaludnienia. Przypada tu również największa ilość osób zatrudnionych w rolnictwie, bo aż 60/km<sup>2</sup> użytków rolnych, wzrastająca w powiecie myślenickim do 124, limanowskim do 111, sądeckim do 102, w nowotarskim do 82 osób/km<sup>2</sup>. Przeciętna gęstość zaludnienia w województwie rzeszowskim jest nieco mniejsza (95 osób/km<sup>2</sup>). Szczególnie w małym stopniu zasiedlone są powiaty: ustrzycki (15 osób/km<sup>2</sup>), leski (27), sanocki (59), lecz już w powiecie brzozowskim zamieszkuje 108, strzyżowskim 118, jasielskim 119 i ropczyckim 209 osób/km<sup>2</sup> [Rocznik stat. 1971].

Działalność człowieka, pomijając zagrożenie zanieczyszczenia wód, powoduje często pogorszenie z natury niekorzystnych warunków retencji, wzrost wahań stanów wody i powiększenie spływu, a tym samym zwiększenie zagrożenia powodziowego. Dzieje się to na skutek trwającego od kilku wieków wylesiania obszaru, niszczenia naturalnych zespołów roślinnych w obrębie dolin rzecznych i stoków o mniejszym nachyleniu a także przekształcania mieszanych drzewostanów piętra pogórza i regła dolnego na lasy jednogatunkowe, głównie świerkowe.

Zajmowanie coraz to większych przestrzeni pod zabudowania, drogi o twardej nawierzchni zwiększa areał powierzchni nieprzepuszczalnych, zmniejszając równocześnie obszar infiltracji wód opadowych i możliwość zasilania oraz odnawiania wód podziemnych. System dróg zwiększa rozczłonkowanie terenu, a będąc często przedłużeniem naturalnej sieci rzecznej, ułatwia i przyspiesza spływ wód opadowych, jak również roztopowych. Na tereny zabudowane oraz drogi przypada znaczny i stale wzrastający obszar: w powiecie żywieckim stanowi 4,5%, w sądeckim (bez Nowego Sącza) 3,7%, w limanowskim 3,4% [Materiały 1971]. Gęstość dróg o twardej nawierzchni wynosi w województwie krakowskim 0,493 km/km<sup>2</sup>, a polnych dochodzi do kilku kilometrów na km<sup>2</sup>. Budownictwo zajmuje ponadto tereny bardziej wartościowe dla retencji, tj. dna dolin oraz stoki o mniejszym nachyleniu. Zwarta zabudowa, jak również nie zawsze właściwy system upraw rolnych,

wskutek przyspieszania i zwiększania spływu pogarszają warunki retencji, utrudniają odnawianie zasobów wodnych a tym samym prowadzą do ich zubożenia. Urządzenia regulacyjne, szczelna betonowa obudowa koryt, odcinająca je od podłoża i zaburzająca krążenie, jak również urządzenia odwadniające, drenaż pól ornych na stokach i w dolinach jeszcze bardziej pogarszają sytuację. Nie prowadzi się natomiast w Karpatach prac nawadniających lub zmierzających do poprawy zaburzonych warunków retencji.

Eksploatacja kamieńca z koryt rzecznych i den dolinnych bez ich rekultywacji pociąga za sobą obniżenie poziomu wód gruntowych jak również zwierciadła wody w rzece, a niekiedy zanik horyzontu wodonośnego, zwiększenie spadku i przyspieszenie spływu. Zjawisko to występuje w kotlinach śródgórskich i dolinach większych rzek, np. w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej (Czarny Dunajec, Koniówka, Podczzerwone, Długopole, Wróblówka, Krauszów), w dolinie Dunajca (Marcinkowice, Dąbrówka Szczepanowska), w dolinie Łososiny, w Kotlinie Żywieckiej, w Dołach Jasielsko-Sanockich, w dolinie Ropy (ryc. 2), Wiślo-



Ryc. 2. Zmiany w korycie rzeki Ropy pod wpływem eksploatacji żwirów (wg B. Augustowskiego)

1 — namuły holocenijskie w stropowej części terasy zalewowej, 2 — żwiry fliszowe w spągowej części terasy zalewowej, 3 — utwory fliszowe skalnego podłoża

Changes of the river Ropa bed caused by exploitation of gravel (after B. Augustowski)

1 — Holocene fluvial-silt deposits, 2 — flysch gravels, 3 — flysch bedrock

ki, Wiśloka i Sanu. Eksploatacja żwirów osiąga znaczne rozmiary, w dolinie Ropy obliczana jest na 1,5 mln m<sup>3</sup> [B. Augustowski 1968]. W okresie 11 lat (1955-1964) wybrano z doliny Wiśloki poniżej Jasła około



2 mln m<sup>3</sup> żwirów, z dolin Ropy i Jasiołki 422 tys. m<sup>3</sup>, powodując pogłębienie koryta rzek o 67-118 cm [B. Osuch 1968] a równocześnie obniżenie bazy erozyjnej i poziomu wód gruntowych, a także przesuszenie gleb oraz zagrożenie stateczności budowli wodnych. Problem jest tym poważniejszy, ponieważ doliny rzeczne i kotliny są obszarem zbiorczym nie tylko wód aluwialnych, lecz również fliszowych. Ponadto wody aluwialne — to jeden z najzasobniejszych i najbardziej eksploatowanych zbiorników wód podziemnych w Karpatach. Należy dodać, że okres odnawiania złóż jest bardzo długi, trwa tysiące a nawet dziesiątki tysięcy lat.

Rozwijający się przemysł wraz z postępującą urbanizacją powoduje daleko idące zanieczyszczenie wód rzecznych, które w Karpatach nie jest tak wielkie jak w innych bardziej uprzemysłowionych regionach Polski, lecz równie dotkliwe, gdyż występuje w miejscowościach uzdrowskich oraz rekreacyjnych (Zakopane, Rabka, Krynica i inne). Sporadyczne zanieczyszczanie wód rzek górskich (Skawa, Wisłoka, Wisłok) powoduje niszczenie ich fauny, a skutki odczuwalne są w miejscowościach niżej położonych. Tym bardziej należy wody rzek górskich otoczyć ochroną.

Działalność człowieka zmierzająca do poprawy sytuacji nie jest wystarczająca i dość skuteczna, a problem uregulowania obiegu wody i stosunków wodnych w obszarach górskich czeka w dalszym ciągu na właściwe rozwiązanie. Zabudowa i regulacja potoków górskich w większości przypadków ma na celu zapobieżenie erozji gleb i często nie jest dostosowana do dużych przepływów, przez co ulega stałemu niszczeniu podczas powodzi (np. w 1970 r. na Rabie, Dunajcu i ich dopływach). Regulacja rzek karpaccich, począwszy od ubiegłego stulecia, objęła tylko dolne i środkowe odcinki ich biegu. W jej wyniku nastąpiło częściowe skrócenie biegu rzek oraz zwiększenie spadku, a w konsekwencji przyspieszenie spływu. Zabudowa biologiczna potoków, rozpoczęta i prowadzona w okresie międzywojennym, zwłaszcza w dorzeczu górnej Soły, została zdewastowana podczas II wojny. Przy postępującym wylesieniu i wzroście erozji gleb nastąpiło zwiększenie transportu rzecznoego. Melioracje, jak dotąd, polegają na odwodnieniu, a więc w przypadku terenów górskich powodują zwiększenie i przyspieszenie spływu. Nie prowadzi się natomiast w Karpatach prac nawadniających, mających duże znaczenie w okresie suszy nie tylko dla rolnictwa.

Zbiorniki wodne usytuowane w dolinach Soły, Dunajca i Sanu pełnią w założeniu funkcje retencyjno-energetyczne, jednak gospodarka nimi dostosowana jest do potrzeb energetyki, pozostających często w kolizji z celami retencji i ochrony przeciwpowodziowej. Z punktu widzenia energetyki korzystne jest napełnienie zbiorników wodą, gwarantujące stały wyrównany przepływ. Przy dużej częstotliwości i gwałtowności wezbrań letnich na rzekach karpaccich pożądane jest utrzyma-

wanie w tym okresie niskiego stanu wody. Kolizje bywają dotkliwe w skutkach, co wykazały dobitnie powodzie w 1951 i 1970 r. Ponadto znaczne dobowe wahania przepływów poniżej zbiorników wpływają ujemnie na kształtowanie się poziomu wód aluwialnych. Niekorzystne zmiany w środowisku geograficznym zaznaczają się również w górnej części zbiorników i w obrębie cofki, gdzie wskutek zmniejszenia spadku rzeki i szybkości płynięcia wód następuje odkładanie transportowanego materiału, co tak wyraźnie można zaobserwować w miejscowościach położonych nad zbiornikiem rożnowskim, tj. w Tęgoborzy, Kurowie, Strudze, Zbyszycach. Tylko jedna powódź w lipcu 1970 r. spowodowała przyrost warstwy наносów o 1,5 m (informacja dr. J. Cyberskiego). Zamulanie zbiornika czchowskiego przyjmuje niepokojące rozmiary.

Większość zabiegów hydrotechnicznych (budowa zbiorników, wałów) ma na celu zabezpieczenie przed skutkami powodzi, nie ma natomiast charakteru profilaktycznego, wyrażającego się właściwym zagospodarowaniem alimentacyjnych zlewni źródłowych. Obszary te odznaczają się największym spływem oraz dostawą materiału skalnego do koryt rzecznych. W nich też rodzą się powodzie.

Zmiany w stosunkach wodnych wynikają nie tylko z bezpośredniego oddziaływania na nie, lecz także na skutek przekształcania innych elementów środowiska geograficznego (szaty roślinnej, stosunków glebowych). Dlatego plany gospodarki wodnej powinny mieć charakter kompleksowy, ujmujący całość zagadnień wodnych w zlewni, nie ograniczający się tylko do doliny czy też koryta cieku, a zmiany w środowisku wodnym przyjmować charakter pożądany dla człowieka.

Ze względu na rosnące zapotrzebowanie oraz wzrastający deficyt wody zagadnienie ochrony wód w Karpatach, będących wielkim rezerwuarem wód powierzchniowych również dla innych regionów Polski, nabiera szczególnej wagi. Zasoby wód karpaccich winny być równocześnie zasobami wód użytecznych. W tym celu konieczna jest ścisła współpraca w zakresie gospodarki wodnej, nauk technicznych i przyrodniczych [W. Szafer 1957, 1958, W. Goetel 1957, 1962].

Reasumując, należy stwierdzić, że środowisko geograficzne Karpat zarówno rzeźba (duże wysokości bezwzględne i względne, nachylenia, rozczłonkowanie obszaru), jak też budowa geologiczna (mała przepuszczalność fliszowego podłoża) oraz stosunki klimatyczne (obfite opady, niskie temperatury) sprzyjają dużemu, szybkiemu spływowi wód i znacznemu odpływowi, a działalność człowieka przyczynia się do stałego pogarszania z natury niekorzystnych warunków retencji. Wynika stąd oczywisty wniosek, że rekultywacja tego obszaru powinna w pierwszym rzędzie uwzględnić ich poprawę.

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA HYDROGRAFICZNA

Istotnym elementem hydrografii Karpat jest bogactwo i różnorodność zjawisk wodnych, a w szczególności wód powierzchniowych, zasilanych przez liczne źródła wodami podziemnymi. Poza obszarem Tatr brak jest naturalnych zbiorników wodnych w postaci jezior. W opracowaniu ograniczono się do charakterystyki wód podziemnych oraz rzek i potoków, pomijając mokradła, nieliczne jeziora, stawy.

### ŹRÓDŁA I WODY PODZIEMNE

Analiza materiałów dotyczących rodzaju, sposobu występowania źródeł, ich wydajności, jak również mapy hydrograficznej, geologicznej i hydrogeologicznej wykazuje znaczne przestrzenne zróżnicowanie zjawisk, nie wskazuje jednak na większe zasoby wód podziemnych w obrębie zewnętrznych Karpat fliszowych.

Utworami wodonośnymi na terenie Karpat są zarówno lite utwory skalne, jak i luźne pokrywowe. Ogólną charakterystykę wód podziemnych zawiera tab. 2. Obszary występowania utworów wodonośnych są równocześnie obszarami infiltracji wód opadowych i roztopowych oraz zasilania wód podziemnych. Głównymi obszarami infiltracji są: w Tatrach kras wierchowy, w mniejszym nieco stopniu reglowy, a także kotły i dna dolin lodowcowych wyścielone utworami morenowymi, zalegającymi na nieprzepuszczalnym podłożu; na Podhalu zachodnia część Pogórza Gubałowskiego zbudowana z piaskowców ostrzyckich, również dolina Dunajca wypełniona utworami żwirowo-piaszczystymi teras i stożków. Zdolność retencyjna pokryw fluwialnych jest często lokalnie obniżona wskutek niewłaściwej eksploatacji żwirów z koryta rzeki i dna doliny. Zewnętrzne Karpaty fliszowe charakteryzuje ubóstwo wód podziemnych. Głównymi obszarami infiltracji są tu kotliny śródgórskie i doliny rzeczne wypełnione aluwiami. Pojemność ich jest ograniczona wielkością den dolinnych oraz miąższością utworów aluwialnych, która na ogół nie przekracza 30 m. Zbiorniki wód podziemnych związane są z przeważającym występowaniem piaskowców. W zachodniej części Beskidów i pogórza są to warstwy istebniańskie, godulskie, magurskie, inoceramowe a we wschodniej —

Tabela 2. Charakterystyka głównych zbiorników

Region	Utwory wodonośne	Obszar występowania (alimentacji)	Rodzaj wód	Gęstość źródeł/km <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	
Tatry	krystaliczne, magmowe i metamorficzne (spękane)	obszar krystaliczny	szczelinowe, płytkie krążenie, okresowe	7–14 większość okresowych	
	pokrywy morenowe, utwory gruzowe	obszar krystaliczny	porowo-warstwowe, głębokość kilka m	kilkanaście	
	skrasowiale wapienie i dolomity wieku mezozoicznego	obszar krasowy (wierchowy)	szczelinowe, głębokie krążenie	3	
	kompleksy wapienno-dolomitowe przegradzane łupkami	obszar krasowy (regłowy)	szczelinowe, płytsze krążenie	7	
Podhale	utwory żwirowo-piaszczyste teras i stożków (fluwioglacjalne)	Rów Podtatrzański	porowo-warstwowe, głębokość 2-7 m	1	
		Kotlina Orawsko-Nowotarska	głębokość < 10 m powiązanie z wodami fliszowymi	1-2	
	flisz podhalański: piaskowce warstw ostryskich piaskowce warstw chochołowskich piaskowce warstw zakopiańskich	Pogórze Gubałowskie	szczelinowo-porowe	głębokość kilka do 20 m	4-5
			głębokość kilka m	5-6	
		Pieniny (Pasma Skalicowe) Pieniny	wody szczelinowo-porowe	głębokość < 14 m	10
	pokrywy zwietrzelinowe, gliniasto-piaszczyste	na całym obszarze	wody porowo-szczelinowe	głębokość < 4 m	5
wody porowe związane z wodami fliszowymi			głębokość < 4 m		

wód podziemnych w Karpatach\*

Dane o zasobności zbiornika			Tempe- ratura °C	Minerali- zacja mg/l	pH	Twardość w stopniach niemieckich
Wydajność źródeł 1/s	Wydajność jednostkowa 1/s/km <sup>2</sup>	Wynik pompo- wań 1/s				
6	7	8	9	10	11	12
zróżnicowana, od niewielkiej do kilkunastu, okre- sowo do kilku- dziesięciu 1		—	2,0-9,5	bardzo mała	6,2-7,2	< 2,0
zróżnicowana	< 14,0		2,0-8,0	bardzo mała	6,2-7,0	< 2,0
< 1000	< 40 (w pojedyn- czych przy- padkach więcej)	7,5-170,0	4,0-8,0	100-150	7,8-8,2	5,0-8,0
kilkanaście	zróżnico- wana	8,0-95,0	5,5-8,0	150-250		7,5-11,0
< 1	2,5-4,5	2,5-4,5			6,8-8,5	3,2-12,0
< 4,5	1,4	< 12,0	6,0-11,0	< 200	< 7	
< 7	< 3,0	< 3,0	6,0-7,0			
< 3	0,7-1,0		7,0-9,0	140-210	6,5-7,5	8,0-14,0
< 1			8,0-14,0			
< 3	2,0-4,0	< 2	6,0-8,0	< 300	7,4-7,7	
			5,0-9,0			
< 0,5			8,0-14,0			12,0-20,0

c.d. tabeli 2

1	2	3	4	5
Beskidy	piaskowce warstw inoceramowych	Beskid Śląski, Gorce, Beskid Niski		2
	piaskowce warstw godulskich	Beskid Śląski, Beskid Żywiecki		3-5
	piaskowce warstw istebniańskich	Beskid Śląski, Beskid Żywiecki	wody szczelinowo-porowe głębokość od kilku do 30 m	4-5
	piaskowce magurskie	Beskid Żywiecki, Średni, Sądecki, Wyspawy, Niski		7-12
	piaskowce warstw podmagurskich	Beskid Sądecki, Wyspawy, Niski		7-8
	piaskowce dolnych warstw krośnieńskich	Bieszczady		2-4
	utwory żwirowo-piaszczyste teras i stożków	doliny większych rzek	wody porowo-warstwowe głębokość 2-10 m	mała
	pokrywy zwietrzelinowe	na całym obszarze	porowe, głębokość kilka m	kilka
Pogórze Karpackie	piaskowce warstw inoceramowych	Pogórze Wielickie, Strzyżowskie, Dynowskie	wody porowo-szczelinowe o różnicowanej głębokości 20 i więcej m	3-9
	piaskowce warstw godulskich	Pogórze Śląskie, Wielickie,		3-5
	kompleksy piaskowcowo-zlepieńcowe i piaskowce warstw istebniańskich	Pogórze Śląskie, Wielickie	wody szczelinowo-porowe głębokość zróżnicowana	3-5
	piaskowce warstw krośnieńskich	Pogórze Strzyżowskie, Dynowskie	do 20 i więcej m wody porowo-szczelinowe	3-9
	utwory aluwialne	doliny rzeczne	wody porowo-warstwowe głębokość < 5 m, w dolinie Sanu < 10 m	mała
	utwory zwietrzelinowe	na całym obszarze	wody porowe i porowo-warstwowe, głębokość 5 m	2-7

piaskowce dolnych warstw krośnieńskich. Na całym obszarze występują zbiorniki wód podziemnych w pokrywach zwietrzelinowych. Są one płytkie i mało zasobne w wodę, a często okresowe. Lokalnie, zwłaszcza w osuwiskach, mogą tworzyć się zasobniejsze zbiorniki.

6	7	8	9	10	11	12
< 0,7	0,6	0,8-1,7	5,5-10,0			
< 3,0 < 4,0	0,6-1,0	< 6 < 6	8,0-9,0 5,0-8,0	> 50 > 70	ok. 6,5 ok. 6,5	
< 6,0	< 2,5	0,3-5,6	5,5-8,1	> 70	7,2-8,6	4,5-12
< 2,5	< 1,0	0,2-6,0		160-400	5,5-8,0	
< 0,5	0,12	< 6,0 < 10	7,0-9,0 9,0-11,0	< 400 zróżnicowa- na	6,0-7,0 ok. 7,2	< 19
< 0,5			9,0-15,0	zróżnico- wana		
< 0,5	ok. 0,6		9,0-12,0			
< 0,5	0,13	ok. 0,2	9,0-10,0			
< 0,5 (sporadycznie do 2)	0,2-0,6		8,0-11,0	230-280	6,0-6,8	9,0-12,0
< 0,3						
< 1,0		0,8-1,4	9,0-12,0	zróżnico- wana		
< 0,1	0,1-0,2		11,0-14,0			

\* Opracowano na podstawie materiałów Instytutu Geografii PAN i UJ oraz własnych, Przeglądowej Mapy Hydrogeologicznej Polski, analiz chemicznych K. Oleksynowej.

Znaczne rozczłonkowanie obszaru siecią dolin powoduje częściowy drenaż poziomów wodonosnych oraz wypływ wód na powierzchnię w postaci źródeł. Gęstość źródeł w Karpatach jest duża i znacz-

nie zróżnicowana. Na pogórzach przypadają przeciętnie 3 źródła na km<sup>2</sup>, a miejscami znacznie więcej. W Beskidach ilość ich waha się od kilku do kilkunastu na km<sup>2</sup>, przeważnie jednak nie przekracza dziesięciu. Mała gęstość źródeł związana jest z występowaniem warstw krośnieńskich. W Bieszczadach nie przekracza ona 3/km<sup>2</sup>. Najmniejsza, około 1/km<sup>2</sup>, występuje w kotlinach śródgórskich, ma tu bowiem miejsce bezpośrednio zasilanie rzek wodami podziemnymi.

Źródła wykazują znaczne wahania wydajności. Reakcja na opady świadczy o dużej szybkości krążenia wód. Część źródeł, zwłaszcza zwierzelinowych, funkcjonuje okresowo i zanika podczas zimy oraz posuchy. Występowanie licznych, lecz mało wydajnych, a często okresowych źródeł nie świadczy o zasobności zasilających je zbiorników wód podziemnych. Średnia wydajność źródeł na terenie pogórz nie przekracza na ogół 0,5 l/s (większa notowana jest tylko sporadycznie), a w 90% przypadków 0,1 l/s. Wydajność źródeł w Beskidach jest nieco większa — do 3 l/s a niekiedy więcej. W 90-95% przebadanych źródeł jest mniejsza niż 0,3 l/s. W Pieninach, z wyjątkiem pojedynczych przypadków, nie przekracza 1 l/s. Duże źródła, wywierzyiska krasowe o wydajności do 1 m<sup>3</sup>/s występują jedynie w Tatrach. Okresowo wydajność dochodzącą do kilkudziesięciu litrów na sekundę wykazują źródła morenowe. Wahania jej są znaczne, brak jest jednak systematycznych, szczegółowych obserwacji w tym zakresie.

Mała wydajność źródeł Karpat fliszowych wskazuje również na słabe zasilanie źródlane rzek karpaccich. Duży odpływ jednostkowy źródeł notowany jest w Tatrach analogicznie do wydajności. W Tatrach Zachodnich wynosi on 19 l/s/km<sup>2</sup>, w krasie wierchowym nawet około 40 l/s/km<sup>2</sup>, a w zachodniej części Pogórz Gubałowskiego, zbudowanej z warstw ostrzyckich i chochołowskich około 3 l/s/km<sup>2</sup>. Znacznie mniejszy jest we wschodniej części pogórz, zbudowanej z warstw zakopiańskich. W Pasmie Skalicowym wynosi 1,4 l/s/km<sup>2</sup> [D. Stachnal-Talanda 1965]. J. Pawlik-Dobrowolski [1965] oblicza odpływ jednostkowy źródeł Pogórz Wielickiego na 0,13-0,55 l/s/km<sup>2</sup>, Pogórz Dynowskiego na 0,14-0,46 l/s/km<sup>2</sup>. Zasilanie źródlane w Beskidach jest zróżnicowane w zależności od budowy geologicznej. Największe zanotowano z warstw magurskich — 1,5 l/s/km<sup>2</sup> w Beskidzie Śląskim, do 6,4 l/s/km<sup>2</sup> w Beskidzie Niskim [J. Pawlik-Dobrowolski 1965]. J. Niemirowska [Badania 1970] podaje znacznie niższy odpływ jednostkowy źródeł bijących z warstw magurskich w zachodniej części Beskidu Niskiego, bo zaledwie 0,5-0,6 l/s/km<sup>2</sup>. Odpływ jednostkowy źródeł zasilanych z warstw podmagurskich wynosi 0,4-0,7 l/s/km<sup>2</sup>. Źródła z warstw godulskich i istebniańskich w Beskidzie Śląskim wykazują odpływ 0,6-1 l/s/km<sup>2</sup>. Naj-



mniejszym odpływem jednostkowym charakteryzują się źródła bijące z warstw krośnieńskich, wynosi on bowiem od 0,12 do 0,46 l/s/km<sup>2</sup> [J. Pawlik-Dobrowolski 1965]. Tak więc odpływ jednostkowy źródeł nie przekracza na pogórzu 1 l/s/km<sup>2</sup>, a w obrębie kotlin śródgórskich 0,5 l/s/km<sup>2</sup>.

Poza źródłanym istnieje bezpośrednio zasilanie rzek wodami podziemnymi. W Tatrach Zachodnich wynosi ono około 25% całkowitego zasilania podziemnego [Z. Ziemońska 1966], w Karpatach fliszowych może być większe ze względu na znaczne rozmiary dolin rzecznych i lepsze warunki rozwoju aluwialnych zbiorników wód podziemnych, ściśle związanych z systemem rzeczny. Należy jednak dodać, że w okresach średnich i niskich stanów wody na terenie Rowu Podtatrzańskiego, jak również w górnych partiach Kotliny Żywieckiej i Sądeckiej, na co wskazują bezpośrednio pomiary przepływów, notowana jest ucieczka wód rzecznych i zasilanie przez nie wód podziemnych. Ilość gubionych wód w Rowie Podtatrzańskim dochodzi do 25%. Nasuwa to przypuszczenie o zaniżeniu przepływów niżówkowych w profilach stacji wodowskazowych usytuowanych w kotlinach i powoduje konieczność zachowania dużej ostrożności przy wykorzystywaniu danych do obliczeń wielkości odpływu gruntowego. Zjawisko subfluwalnego przepływu wód rzecznych ma miejsce również w dolinie Wisły w okolicach Skoczowa i jest przyczyną błędu w obliczeniu wielkości zasilania podziemnego, które według T. Kicińskiego [1970] wykazuje najniższą wartość 20,4%.

Z badań źródeł wynika, że stałe zasilanie gruntowe, zwane również podstawowym, stanowiące trwały składnik odpływu, kształtuje się w granicach 1,5-3,0 l/s/km<sup>2</sup> w części zachodniej zbudowanej z utworów serii magurskiej i śląskiej, natomiast poniżej 2 a nawet 1 l/s/km<sup>2</sup> w części wschodniej o przewadze warstw krośnieńskich, otrzymującej ponadto mniejsze ilości opadów. Wielkość średniego jednostkowego odpływu źródłanego wykazuje dużą zgodność z wielkością i przebiegiem minimalnego odpływu jednostkowego, przedstawionego po raz pierwszy w postaci profilu podłużnego (ryc. 9). Minimalny odpływ jednostkowy jest znacznie zróżnicowany w poszczególnych dorzeczach na skutek różnych warunków retencji. Wyraźnie zaznacza się wpływ dużej retencji obszaru tatrzańskiego na przebieg minimalnego odpływu jednostkowego w dorzeczu Dunajca i Popradu, który znacznie się zmniejsza w obrębie Beskidów, co świadczy o ich małej retencji. Widoczny jest także wzrastający z biegiem wpływ retencji dolin rzek płynących z Karpat fliszowych, co wyraża się wzrostem minimalnego odpływu jednostkowego. Małą zasobność zbiorników wód podziemnych w Karpatach fliszowych potwierdzają również wyniki pompowań [A. Michalik 1968,

A. Michalik, D. Poprawa 1969, D. Poprawa 1969] oraz badań prowadzonych w Karpatach Słowackich [M. Zátka 1968].

Przyjmując nawet znacznie większe zasilanie bezpośrednie rzek wodami podziemnymi, wielkość odpływu gruntowego z Karpat fliszowych nie przekracza 30-35%. Odpływ gruntowy z terenu Tatr Zachodnich wykazuje wysoką wartość 60% dzięki istnieniu zasobnych zbiorników wód krasowych zasilających wydatnie potoki tatrzańskie, w regionie fliszowego Podhala wynosi około 25% [Z. Ziemońska 1966, 1968], w Karpatach Rumuńskich nie przekracza 15%, wyjątkowo dochodząc do 30% [J. Ujvári 1959]. A. W. Popow [1963] podaje, że w Karpatach Wschodnich wielkość całkowitego odpływu gruntowego waha się w granicach 4-8 l/s/km<sup>2</sup>. T. Kiciński [1970] utożsamia podstawowy odpływ gruntowy ze średnim odpływem niżówkowym, który wynosi 1-5 l/s/km<sup>2</sup> w części zachodniej oraz 0,8-2,0 l/s/km<sup>2</sup> w części wschodniej Karpat Polskich. Całkowity odpływ gruntowy według Kicińskiego waha się od 3 do 8 l/s/km<sup>2</sup> w dorzeczach zachodniej części Karpat oraz 2-6 l/s/km<sup>2</sup> we wschodniej części Karpat. Stanowi to 20-51% ogólnej sumy odpływu. Dane dotyczące zasilania podziemnego różnią się znacznie. L. Skibniewski [1959] określa je w dorzeczu górnej Wisły (po Zawichost) na 32%. T. Kiciński dla tego samego obszaru podaje wartość 47,7%, dla dorzecza karpackiej Wisły 20,4%, Soły 28,2%, Skawy 33,6%, Raby 39%, Dunajca 43,8-46,8%, Białej Dunajcowej 42,2%, Wisłoki 36,9%, Sanu 41-51% i Wiaru 37,6%.

Powszechnie stosowana w obliczeniach wielkości odpływu gruntowego bardzo pracochłonna metoda analizy stanów niżówkowych i ścinania fal wezbraniowych nie daje zadowalających rezultatów w przypadku rzek górskich. Można ją stosować dla rzek o ustroju śnieżnym, płynących z obszaru wysokogórskiego, z wyraźną głęboką niżówką w okresie zimowym, kiedy niedobór wód w rzece pokrywany jest niemal całkowicie z zasobów wód podziemnych. Zastrzeżenie budzą natomiast wyniki uzyskane dla rzek wschodniej części obszaru Karpat Polskich, które charakteryzują się stosunkowo wysokim odpływem w zimie, znacznie wyższym niż w jesieni a nierzadko i lecie, pochodzącym z częstych tu odwilży śródzimowych. Spływ ma miejsce przy utrudnionych warunkach infiltracji w nieprzepuszczalne, bo najczęściej zamrożone, podłoże. Tak na przykład dorzecze Białej Dunajcowej wykazuje obliczony tą metodą, wysoki współczynnik odpływu gruntowego, podczas gdy zarówno warunki hydrogeologiczne, jak i pomiary wydajności źródeł oraz wyniki pompowań, a także niewielkie zalesienie zlewni (17,1%), świadczą o małej retencji obszaru. Obliczenia obarczone są błędem wynikającym z różnego usytuowania stacji wodowskazowych, powszechnym bowiem zjawiskiem w Karpatach jest gubienie wód rzecznych przy

średnich i niskich stanach w utworach stożków i teras. Zjawisko to notowane jest w dolinie Wisły (Skoczów) w Kotlinie Żywieckiej i Kotlinie Sądeckiej. Ponadto wciąż brak jest dostatecznych danych o wielkości spływu podpowierzchniowego, śródpokrywowego i jego udziału w odpływie rzeczonym. Odgrywa on istotną rolę w uwilgoceniu, a także bilansie wodnym gleb, istnieją jednak kontrowersyjne opinie, czy należy go włączyć do odpływu gruntowego czy też powierzchniowego. Wyników badań szczegółowych prowadzonych w obrębie małych zlewni nie można jeszcze uogólniać na cały obszar Karpat. Z tych powodów zagadnienie odpływu gruntowego w obszarze górskim jest bardzo skomplikowane, a jego określenie wymaga opracowania bardziej dokładnych metod. Światło w tej sprawie powinny dać systematyczne badania źródeł. Prace w tym kierunku rozpoczęła J. Koniar-Schaeferowa [1968].

Przytoczone wyżej dane, dotyczące zwłaszcza wydajności źródeł prowadzą do wniosku, że zasilanie rzek Karpat fliszowych wodami podziemnymi nie jest duże. Odgrywa ono jednak istotną rolę w okresach niedoborów wody. Możliwość występowania niżówek w każdej porze roku, z wyjątkiem wiosny, potwierdza fakt małej zasobności zbiorników wód podziemnych, a gwałtowność wahań stanów wody i przepływów świadczy również o małej retencji podłoża. Hydrografia Karpat w przeważającej mierze dotyczy wód powierzchniowych.

#### WODY POWIERZCHNIOWE

Karpaty Polskie odwadniane są przez górną Wisłę i jej dopływy. Niewielka tylko ich część należy do dorzecza Odry (część zlewni Olzy), Dunaju (zlewnia Czadeczki i Czarnej Orawy) oraz Dniestru (zlewnia Strwiąża i Mszanki).

Układ pasm górskich powoduje ekscentryczny rozwój sieci rzecznej w Karpatach. Grzbietami ich przebiega europejski dział wodny, pomiędzy zlewiskami Morza Bałtyckiego i Morza Czarnego. Opisują go W. Pol [1887], A. Rehman [1895] i A. Wrzosek [1968]. Ma on w ogólnym zarysie przebieg równoleżnikowy, zmieniający się na wschodzie na południkowy. Z Beskidów Morawsko-Śląskich przez Przełęcz Jabłonkowską wkracza na teren Polski na Wawroczywym Groniu w Beskidzie Śląskim. Stąd do Babiej Góry przebiega zgodnie z granicą państwową, po czym skręca na południe i przez Policę, dalej Działy Orawskie, a następnie Kotlinę Orawską (gdzie na obszarze torfowisk ma niewyraźny przebieg), w Chochołowie osiąga z powrotem granicę państwową. Stąd kieruje się wzniesieniami Pogórza Gubałowskiego, a następnie szczytami Tatr aż do Cubryny i grzbietami Tatr Słowackich schodzi ku Kotlinie Popradzkiej. Dalej kieruje się poprzez wzniesienia

Lewoczy i Pogórza Czerchowskiego ku Beskidowi Sądeckiemu, gdzie we wsi Dubne osiąga z powrotem granicę polską, zgodnie z którą przebiega wzniesieniami Beskidu Niskiego, Bieszczadów aż do Przełęczy Użockiej, stąd zmienia kierunek na południkowy, oddzielając dorzecza Wisły i Dniestru.

Głównymi węzłami hydrograficznymi są grzbiety: Wysoka w Beskidzie Morawskim, Pochodzita w Beskidzie Śląskim, Babia Góra wraz z Działami Orawskimi oraz działły między Kotliną Liptowską i Popradzką. Główne rzeki Karpat Polskich spływają konsekwentnie w kierunku północnym, zbierając sieć subsekwentnych dopływów.

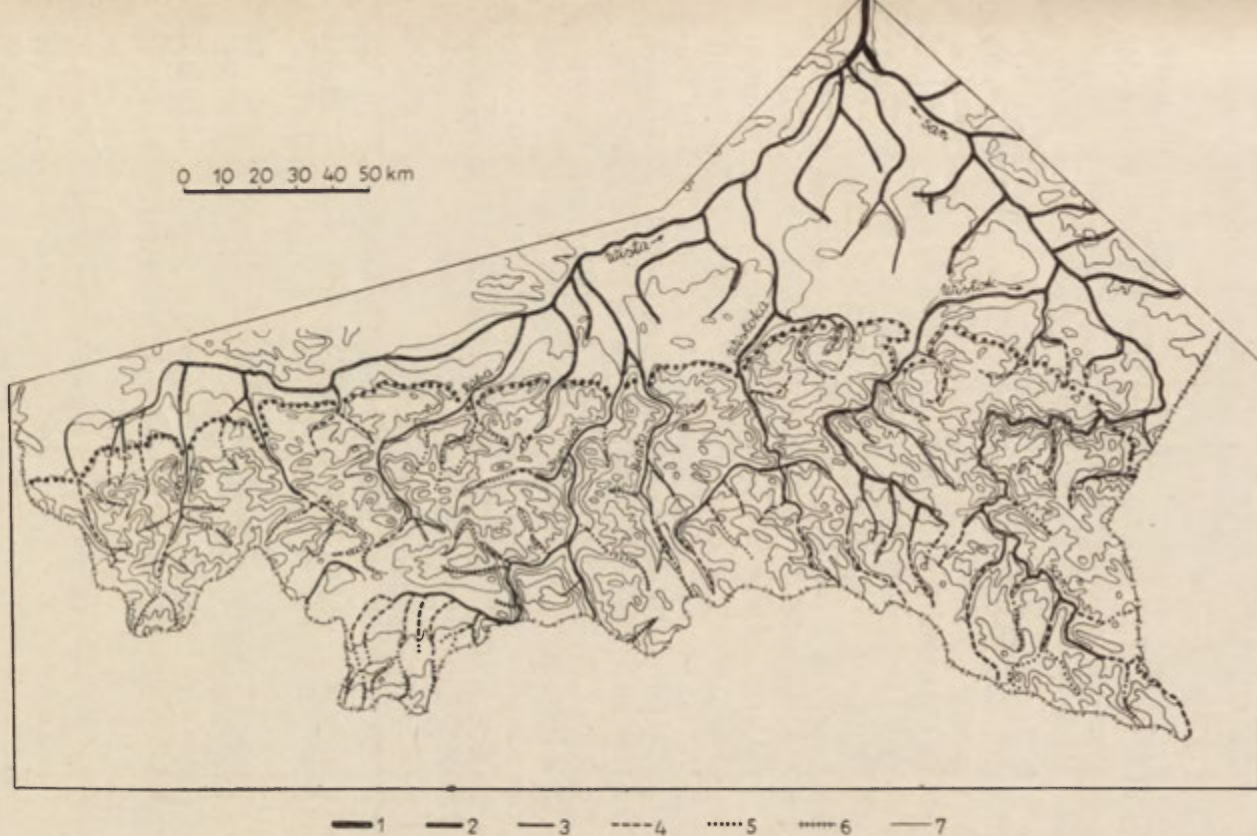
Sieć rzeczna charakteryzuje się dużą gęstością (tab. 3). Jej

Tabela 3. Gęstość sieci rzecznej w Karpatach w km/km<sup>2</sup>

Region	Sieć stała	Sieć okresowa
Tatry	0,940	0,790
obszar krystaliczny	1,320-1,500	0,490
obszar krasowy wierzchowy	0,320	0,840
obszar krasowy regłowy	1,250	1,250
Podhale	1,875	0,760
Rów Podtatrzański	2,600	0,475
Pogórze Gubałowskie	1,700-2,100	0,825-1,600
Kotlina Orawsko-Nowotarska	> 2,000	
Pieniny	1,500	1,730
Beskidy	1,500-4,000	
Beskid Śląski	1,600-4,000	
Beskid Żywiecki	2,500	
Gorce	> 3,000	
Beskid Niski	2,500	
Bieszczady	2,500	
Pogórze Karpackie	1,340-1,500	
Pogórze Śląskie	1,340-1,500	
Pogórze Wielickie	1,500	
Pogórze Strzyżowskie	1,340	
Pogórze Dynowskie	1,340	

Dane według: L. Kostrakiewicz [1965] dla Pienin, J. Dynowskiego [1961] dla Beskidu Śląskiego, K. Waksmundzkiego [1968] dla Beskidu i Pogórza Śląskiego, B. Pydzińskiego [1962] dla Beskidu Żywieckiego, K. Wit-Józwick [1968] dla Bieszczadów oraz *Analiza i ocena* [1969] dla Pogórza Strzyżowskiego.

rozwojowi sprzyja wysoka ilość opadów, znaczne spadki i nachylenia, jak również mało przepuszczalne, fliszowe podłoże, występujące na większej części obszaru. Największa gęstość sieci rzecznej występuje w Beskidach, gdzie wynosi 1,5-4,0 km/km<sup>2</sup>, mniejsza jest na po-



Ryc. 3. Spadki rzek karpaccich w ‰

1 — < 0,1; 2 — 0,1-1,0; 3 — 1,0-5,0; 4 — 5,0-10,0; 5 — 10,0-20,0; 6 — 20,0-40,0; 7 — > 40,0

Gradient of the Carpathian rivers in ‰

1 — < 0,1; 2 — 0,1-1,0; 3 — 1,0-5,0; 4 — 5,0-10,0; 5 — 10,0-20,0; 6 — 20,0-40,0; 7 — > 40,0

górze — 1,3-1,5 km/km<sup>2</sup>. Gęstość sieci rzecznej w Tatrach jest zróżnicowana w zależności od budowy geologicznej. Znaczne rozczłonkowanie terenu sprzyja szybkiemu odprowadzaniu wód opadowych i wpływa na zwiększenie wielkości, a także szybkości spływu, co dobitnie zaznacza się gwałtownym przybojem po ulewnych opadach.

Rzeki karpackie, jak wszystkie rzeki górskie, odznaczają się dużymi spadkami i małym rozwinięciem biegu. Wpływa to również w znacznym stopniu na wielkość i szybkość spływu. Spadki większych rzek karpackich ilustruje ryc. 3. Są one bardzo zróżnicowane w obrębie poszczególnych dorzeczy. Spadki głównych potoków tatrzańskich wynoszą 40-187‰, ich dopływów osiągają 400‰ [K. Wit, Z. Ziemońska 1960]. Spadki potoków podhalańskich są również bardzo zróżnicowane: w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej są niewielkie 4-13‰, większe do 40‰ mają potoki, których źródła biją na stokach Pasma Babiogórskiego. Potoki płynące z północnych stoków Pogórza Gubałowskiego wykazują spadki 12-30‰, z południowych stoków Gubałówki do 200‰, potoki pienińskie 80-140‰ [L. Kostrakiewicz 1965], Krośnica, Grajcarek 35-40‰. Spadki potoków beskidzkich są znacznie większe w części zachodniej, co wynika zarówno z większych wysokości bezwzględnych, jak i względnych tego obszaru. Spadek Wisły w obrębie Beskidu Śląskiego wynosi 25‰, jej dopływów do 200‰. Spadki potoków płynących z Beskidu Żywieckiego i Sądeckiego dochodzą do 130‰, większe notowane są w Gorcach i Beskidzie Wysokim [P. Prochal 1961]. Dopływy Skawy płynące z Beskidu Średniego wykazują spadki do 50‰, z Beskidu Małego do 70‰ (w pojedynczych przypadkach do 150‰). Potoki spływające z Beskidu Niskiego osiągają spadki do 60‰, a z Bieszczadów do 70‰. Spadki potoków pogórskich wykazują mniejsze wartości, do 20‰.

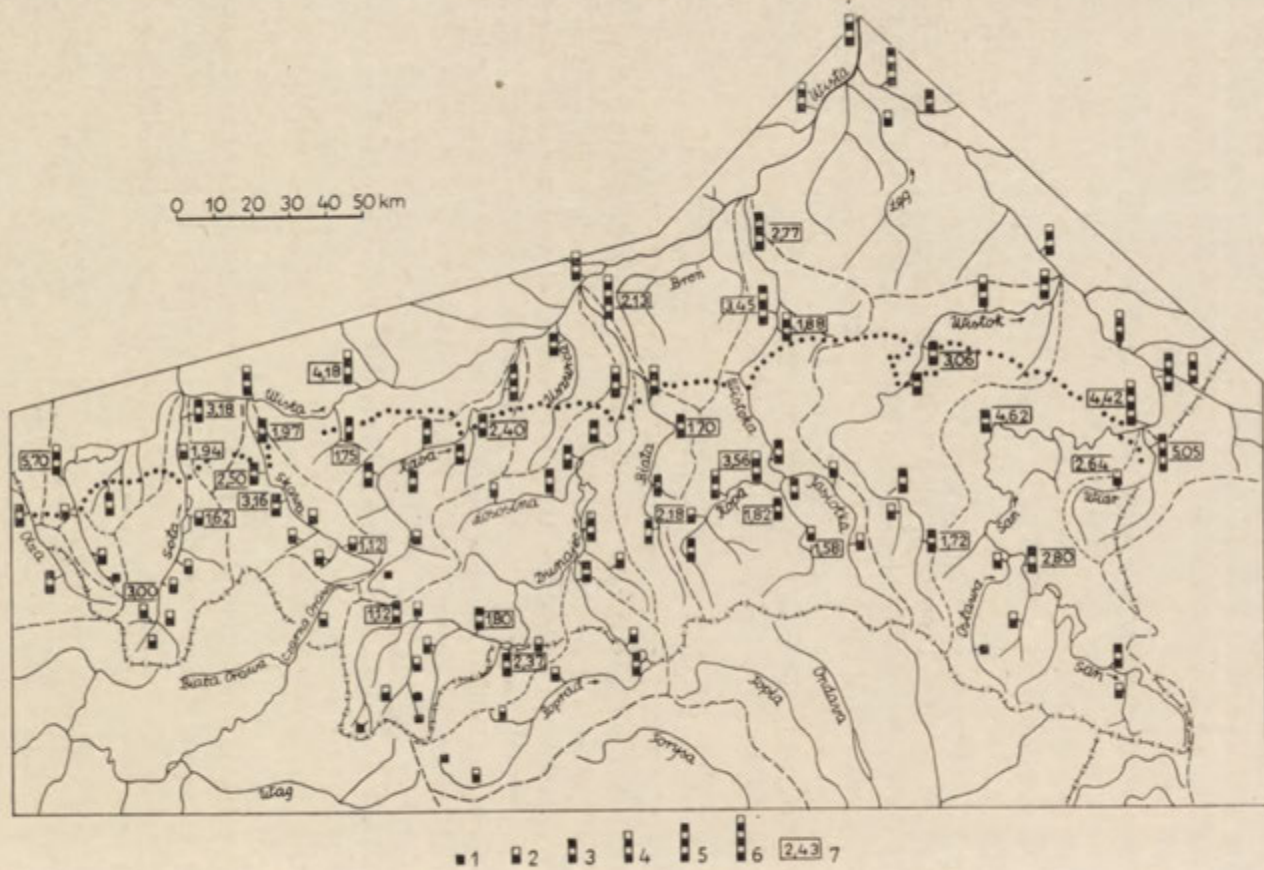
**Wahania stanów wody.** Rzeki karpackie charakteryzują się dużą zmiennością stanów wody. Jest to następstwem obfitych, często ulewnych opadów, powodujących gwałtowny przybór wód. Mało przepuszczalne lub nieprzepuszczalne fliszowe podłoże w połączeniu ze zmniejszonym parowaniem w obszarze górskim, powodowanym niższymi temperaturami powietrza, a także znaczne wylesienie ułatwiają szybki spływ wód. Z intensywnymi opadami deszczowymi związane są letnie wezbrania. Natomiast duża ilość opadów stałych oraz długi okres zalegania pokrywy śnieżnej przyczyniają się do powstawania głębokich, długotrwałych niżówek zimowych, charakterystycznych zwłaszcza dla terenu wysokogórskiego. Mała retencja podłoża powoduje, że niżówki występują również w innych porach roku, np. w jesieni w obszarach średniogórskich i pogórskich, a w przypadku braku opadów również

w lecie. Topnienie śniegu w górach, trwające wskutek różnic wysokości i temperatur kilka tygodni, powoduje znaczny, stopniowy przybór wód, ale nie tak duży i nie tak gwałtowny jak w okresie lata. Spływ roztopowy jest wyraźniej zaakcentowany i ma szybszy przebieg w części wschodniej, gdzie przeważająca część obszaru leży w zasięgu piętra umiarkowanie ciepłego.

Wahania stanów wody i postępujące za nimi wahania przepływów obserwowane są w ciągu całego roku, największe jednak wartości osiągają w okresie miesięcy letnich i to w stosunkowo krótkim czasie. Amplitudy stanów wody są więc duże, w poszczególnych przypadkach już na przedpolu Karpat dochodzą do 10 m [*Roczniki hydr.* 1966-1971]. Mimo że wysokość stanów wody jak również ich wahania zależą przede wszystkim od wielkości opadów, stopnia retencji podłoża, a także od kształtu koryta i łóżyska rzeki oraz jego dostosowania do przyjęcia wód wezbraniowych, czyli pojemności obszaru zalewowego, amplituda wahań stanów wody rzek karpackich wzrasta z ich biegiem. Wynika to z postępującej kumulacji wód, przewyższającej pojemność łóżysk rzecznych, do czego przyczynia się zmniejszenie spadku i szybkości płynięcia.

Jakkolwiek wahania stanów wód wykazują różny przebieg w poszczególnych dorzeczach, można ogólnie stwierdzić, co następuje: potoki tatrzańskie mają wahania stanów wody nie przekraczające 2 m. Potoki zasilane ze zbiorników wód krasowych wykazują mniejsze wahania. W potokach beskidzkich tej samej wielkości wahania dochodzą do 3 m [np. Potok Cichy w Ujsołach], a w potokach większych do 4 m, przy czym szczególnie duże są w potokach płynących z Beskidu Śląskiego i Żywieckiego. Nieco mniejsze wykazuje Skawa wraz z dopływami, której dorzeczce pozostaje w cieniu opadowym, większe natomiast — Soła, Raba i Łososina. Duże wahania stanów wody notowane są na Białej Dunajcowej (w Grybowie 5 m, pod Tarnowem 6,5 m), znaczne na rzekach płynących z Beskidu Niskiego — np. Ropie w Klęczanach 6,32 m, Wisłoku w Besku 5,3 m. Potoki pogórskie o zlewniach do 100 km<sup>2</sup> osiągają amplitudy do 3 m, większe, jak Hłownica, Skawinka, Uswicza — ponad 5 m. Wyjątkowo dużymi wahaniami charakteryzują się potoki płynące z Pogórza Strzyżowskiego i Dynowskiego (Mlecza 7,20 m) oraz Wyżyny Wańkowej (Wiar 8,12 m).

Największe jednak wahania stanów wody wykazują duże rzeki karpackie w Kotlinie Sandomierskiej. Wahania Wisłoki w Mielcu przekraczają 8 m, Sanu w Przemyślu 10 m, Dunajca w Zgłobicach osiągają 7,22 m, w Żabnie 9,22 m, Raby w Proszówkach 9,31 m, (ryc. 4). Miara zagrożenia powodziowego jest wielkość wahań dobowych, które w więk-



Ryc. 4. Wahań stanów wody w m

1 — < 2, 2 — 2-4, 3 — 4-6, 4 — 6-8, 5 — 8-10, 6 — > 10, 7 — wielkość wahań dobowych

Amplitudes of water stage in m

1 — < 2, 2 — 2-4, 3 — 4-6, 4 — 6-8, 5 — 8-10, 6 — > 10, 7 — daily amplitude of water stage



szości przypadków przekraczają połowę wielkości wahań absolutnych. Wahania dobowe potoków tatrzańskich dochodzą do 1 m, rzek pogórskich i beskidzkich do 4 a nawet 5 m, a na Wiśle w Drogomyślu w dniu 25 VII 1925 r. zanotowano 5,70 m. Sytuację pogarsza fakt olbrzymiej szybkości przemieszczania fali powodziowej. Na Wiśle pomiędzy Skoczowem i Drogomyślem obserwowano szybkość 1 m/s, na Białej poniżej Bielska 3 m/s. Dopływy Soły kulminują niemal równocześnie. Zbieżny układ sieci rzecznej w Kotlinie Żywieckiej powoduje spiętrzenie fali i przemieszczanie jej z szybkością do 5 m/s. Poniżej Żywca notowane są szybkości do 2 m/s, mniejsze są na Skawie, ale przekraczają 1 m/s. Na Rabie szybkości dochodzą do 6 m/s, na Dunajcu poniżej Nowego Targu ponad 5 m/s, a poniżej Nowego Sącza do 11 m/s. Szybkość przemieszczania fali powodziowej Dunajca w Kotlinie Nowotarskiej w 1934 r. osiągnęła 6,26 m/s [K. Figuła 1956]. Olbrzymie szybkości 10 m/s wykazuje również Poprad na odcinku między Piwniczną i Starym Sączem, gdzie ma miejsce zwiększenie spadku rzeki z 2,36 do 3,68‰. Wezbrania na Popradzie występują zazwyczaj w innym okresie (na wiosnę) niż na Dunajcu, co powoduje rozłożenie ich w czasie. Zastrzegając, że jeśli nawet obserwacje czasu przejścia szczytu fali nie są zbyt dokładne, to szybkości do 7 m/s są zupełnie prawdopodobne. Mniejsze szybkości przemieszczania fali powodziowej notowane są na rzekach wschodniej części Karpat Polskich, brak jest jednak szczegółowych obserwacji w tym zakresie. Rzeki płynące z Beskidu Niskiego osiągają ponad 3 m/s, pozostałe ponad 1 m/s. Często jednak zdarza się, że w zależności od kierunku opadów oraz ich intensywności kulminują wcześniej potoki pogórskie, zasilające rzeki karpackie w ich dolnym odcinku. W miejscach zbiegu rzek, zazwyczaj w kotlinach śródgórskich może dojść do kumulacji wód dopływów i recypienta. Nawet te fragmentaryczne dane pozwalają stwierdzić i ocenić olbrzymie zagrożenie powodziowe, jakie stwarzają rzeki karpackie. Należy zwłaszcza podkreślić szybkość reakcji na opady potoków pogórskich i beskidzkich, eksponowanych na północo-zachód oraz na groźną w skutkach kumulację wód wezbraniowych w odcinkach ujściowych

Przepływy rzek karpackich kształtują się równolegle do stanów wody. Średnie przepływy są bardzo zróżnicowane od kilku lub mniej litrów na sekundę w przypadku najmniejszych cieków do 6 m<sup>3</sup>/s na Wiśle w Skoczowie i około 70 m<sup>3</sup>/s na Dunajcu u wylotu z Karpat. San w Jarosławiu wykazuje przepływ 63 m<sup>3</sup>/s, Wisłok 25 m<sup>3</sup>/s [Przepływy char. 1967]. Ilustruje to tab. 4, 5, ryc. 5. Są to wielkości najwyższe w Polsce w porównaniu z przepływami innych rzek tej samej wielkości, którym dorównują tylko przepływy najbardziej na zachód eksponowanych rzek sudeckich, płynących z Karkonoszy i Gór Izerskich. Ustępują one

Tabela 4. Przepływy

Rzeka — Stacja wodowskazowa	Powierzchnia dorzecza w km <sup>2</sup>	Okres pomiarów Q (przepływu średniego)	Q (przepływ w m <sup>3</sup> /s)	q (odpływ jednostkowy w l/s/km <sup>2</sup> )	Q maksimum*
1	2	3	4	5	6
Olza - Ropice	384	1951-1960	6,73	17,60	298
Wisła - Ustroń	109	1956-1960	2,58	23,60	270
Wisła - Skoczków	295	1956-1965	5,58	18,80	648
Wisła - Nowy Bieruń	1755	1951-1965	19,80	11,30	760
					581
Hownica - Czechowice	206	1956-1965	2,63	12,60	125
Soła - Żywiec	780	1956-1965	14,20	18,20	1250
Sola - Oświęcim	1371	1951-1965	22,40	15,80	1790
					1750
Skawa - Sucha	475	1951-1960	5,40	11,40	640
Skawa - Wadowice	839	1951-1960	11,20	13,20	935
Skawa - Zator	1151				1580
					1500
Skawica - Skawica	139	1961-1965	2,87	20,70	310
Wieprzówka - Rudze	157	1961-1965	1,76	11,20	170
Raba - Mszana Dolna	156	1961-1965	2,31	14,80	270
Raba - Stróża	642	1956-1965	8,48	13,10	1945
					780
Raba - Proszówki	1467	1951-1965	16,40	11,20	1690
Mszanka - Mszana Dolna	166	1961-1965	2,95	17,70	250
Uswicza - Borzęcin	265	1956-1960	2,30	8,70	265
Czarny Dunajec - Nowy Targ	450	1961-1965	8,59	19,00	870
Dunajec - Nowy Targ	706	1951-1965	14,20	20,10	618
Dunajec - Krościenko	1598	1951-1965	29,60	18,20	3640
					1170
Dunajec - Nowy Sącz	4300	1951-1965	59,50	13,60	3300
Dunajec - Żabno	6748	1956-1965	82,20	12,20	3210
Dunajec - Siedliszowice	6913				4140
Poprad - Matejovce	311	1951-1960	4,31	13,80	243
Poprad - Strażky	670	1951-1960	8,60	12,90	383
Poprad - Chmelnice	1262	1951-1960	16,60	13,20	917
Poprad - Muszyna	1316	1951-1965	16,70	11,90	1120
Poprad - Stary Sącz	2073	1951-1965	23,20	11,20	1200
Kamienica Nowojowska - - Nowy Sącz	239	1961-1965	3,04	12,70	360

\* Wielkość przepływów maksymalnych wg M. Pardego [1961], J. Punzeta [1970], Roczników hydrologicznych [1966-1971] i Hydrologicke pomery CSR [1967]

\*\* Wpływ ujęć wodnych

\*\*\* Pomiar W. Froehlicha

rzek karpackich

q maksimum	Data	Q minimum	q minimum	Data	Q maks. Q min. (współczyn- nik nieregula- rności)	Q max. Q	Q Q min.
7	8	9	10	11	12	13	14
780	31 VII 1926 20 VII 1949	0,160	0,42	często	1860	45	42
2470	29 VI 1958	0,120	1,10	XI, XII 1959	2250	105	22
2200	29 VI 1958	0,120	0,41	IX, X 1961	5400	115	47
478	1940						
321	26 VII 1960	1,500	0,86	VII 1957	505	39	13
607	IX 1963	0,130	0,63	VII, VIII 1962	962	48	20
1604	29 VI 1958	0,700	0,90	I 1961	1780	89	20
1307	30 VI 1958	0,830	0,61	I 1960	2109	83	26
1262	11 VII 1903						
1345	1931	0,500	1,05	I 1954	1280	118	11
1114	29 VI 1958	1,100	1,38	X 1961	850	85	10
1375	17 VII 1934						
1300	29 VI 1958						
1220	29 VI 1958	0,260	1,87	II 1963	1200	109	11
1083	11 VI 1950	0,017**	0,11	III 1963	10000	99	103
1730	8 VI 1948	0,100	0,64	I 1961, II 1962	2700	117	23
1939	17 VII 1934	0,890	1,38	XI 1956	2280	230	10
1212	29 VI 1958	0,890					
1114	18 VII 1934	1,850	1,27	X 1961	900	100	9
1505	29 VI 1958	0,220	1,32	I 1964	1130	87	13
1000	27 VII 1960	0,176	0,67	9-11 VII 1957	1500	115	33
1935	16 VII 1934	0,850	1,88	I 1964	1020	102	10
950	29 VI 1958	1,700	2,40	II 1959	365	44	8
2278	17 VII 1934	3,000	1,88	I 1964	1213	122	10
733	29 VI 1958	7,320	1,68	I 1964	430	56	8
757	17 VII 1934	7,320	1,68	X 1964	450	56	8
	30 VI 1958						
476	30 VI 1958	9,220	1,37	X 1956	350	39	9
600	17 VII 1934						
780	26 VII 1960	0,880	2,57	często	278	56	5
570	29 VI 1958	1,700	2,34	3-5 II 1940	225	45	5
728	29 VI 1958	3,400	2,50	często	270	54	5
740	29 VI 1958	1,500	1,00	XII 1963	747	68	11
580	30 VI 1958	3,000	1,45	XII 1963	400	52	8
1500	29 VI 1958	0,220	0,94	13 VI 1958	1636	118	14

1	2	3	4	5	6
					346
Łososina - Piekiełko	155	1961-1965	2,26	14,60	220
Łososina - Jakubkowice	341	1961-1965	5,08	14,80	438
Biała - Grybów	182	1961-1965	2,67	14,70	310
Biała - Koszyce Wielkie	871	1961-1965	7,17	8,23	800
Wisłoka - Żółków	581	1951-1960	5,43	9,40	500
Wisłoka - Krajowice	2093	1965-1965	19,0	9,20	1700
Wisłoka - Korzeniów	3477				2330
Wisłoka - Mielec	3921	1951-1965	32,50	8,15	2100
					1160
Ropa - Klęczany	482	1951-1965	4,78	10,00	520
Ropa - Topoliny	969	1961-1965	8,62	8,90	720
Jasiołka - Jedlicze	344	1951-1960	3,69	10,50	380
Wielopolka - Brzeźnica	480	1961-1965	3,97	8,30	340
San - Dwernik	414	1961-1965	8,98	21,70	302
San - Lesko	1605	1951-1965	26,10	16,20	468
San - Przemyśl	3663	1951-1965	46,30	12,60	2240
San - Jarosław	7014	1951-1965	63,10	9,00	2500
San - Radomyśl	16703	1951-1965	119,00	7,20	4020
					3340
Solinka - Terka	307	1961-1965	7,20	23,40	256
Ośława - Zagórz	499	1951-1960	7,10	14,30	375
Wiar - Krówniki	791	1951-1965	5,59	7,10	332
Wisłok - Krosno	584	1951-1965	6,92	11,80	650
Wisłok - Żarnowa	1420	1951-1965	12,50	8,90	970
Wisłok - Tryńcza	3525	1951-1965	29,10	8,30	1380

przepływom rzek alpejskich tej samej wielkości [Dati car. 1963, *Annuaire hydr.* 1968, L. A. Władimirow 1962, *Hydr. Jahrbuch* 1963]

Pod względem wielkości średnich przepływów można wyróżnić następujące klasy rzek:

1) do 1 m<sup>3</sup>/s — obejmującą większość małych potoków karpackich;

2) 1-3 m<sup>3</sup>/s — w której znajdują się: Wisła do Ustronia, Olza w górnym odcinku, Iłownica, większe dopływy Soły (Koszarawa), Skawy (Skawica, Wieprzówka), Raby (Mszanka, Stradomka), Skawa po Osielec, Raba po Mszanę Dolną, Uszwica, główne potoki tatrzańskie, Białka Tatrzańska po Łysą Polanę, Kamienica Nawojowska. Tu należą również Biała, Ropa, górna Wisłoka, Jasiołka i Wisłok (po Besko) w obrębie Beskidu Niskiego, Wielopolka oraz dopływy Wisłoka — Mleczka i Stupnica;

3) 3-5 m<sup>3</sup>/s — obejmującą Wisłę od Ustronia do Skoczowa, Sołę do Rajczy, Skawę od Osielca do Suchej, Wieprzówkę, Czarny i Biały Du-

7	8	9	10	11	12	13	14
1450***	18 VII 1970						
1420	8 VI 1948	0,170	1,10	14-20 I 1964	1300	100	13
1320	8 VI 1948	0,320	0,94	IX, X 1961	1370	86	16
1700	8 VI 1948	0,100	0,55	VII 1963	3100	115	27
917	17 VII 1934	0,300	0,34	IX 1963	2660	112	24
860	8 VI 1948	0,304	0,52	6 VII 1958	5000	93	54
		0,100	0,17	XI 1959			
815	8 VI 1948	0,900	0,43	1 1964	1900	91	21
670	17 VII 1934						
537	17 VII 1934	2,800	0,72	VII, VIII 1964	750	64	12
296	28 VII 1960						
1080	16 VII 1934	0,200	0,42	często	2600	108	24
744	16 VII 1934	0,380	0,37	IX 1963	2000	83	24
1105	2 VI 1893	0,130	0,38	XII 1950	2900	103	28
708	17 VII 1934	0,320	0,67	IX 1963	1060	86	12
730	III 1964	0,290	0,70	IX 1961	1040	34	31
292	26 X 1952	0,520	0,32	VII 1961	900	18	50
611	10 VII 1867	1,800	0,49	X 1961	1245	49	25
356	4 IX 1941	5,120	0,73	IX 1961	490	40	12
240	13 VII 1867	15,380	0,92	12 XI 1947	260	34	8
200	29 III 1924	16,100	0,96	4, 5 X 1946			
834	III 1962	0,230	0,75	IX 1961	1110	36	31
753	VII 1953	0,210	0,42	6 VIII 1921	2180	53	41
		0,172	0,35	II 1954			
420	IV 1952	0,170	0,22	21, 22 XI 1959	1950	60	33
1113	1 IV 1952	0,150	0,26	IX, X 1961	4333	94	46
683	2 IV 1952	0,590	0,42	X 1961	1644	78	21
392	27 III 1924	3,400	0,97	VII 1959	406	48	8

najec w przełomie przez Pogórze Gubałowskie, Białkę Tatrzańską od Łysej Polany, Łososinę, Białą w obrębie pogórza po Tuchów, odcinki Ropy, Wisłoki, Jasiołki, Wisłoka w Dołach Jasielsko-Sanockich, Wiar;

4) 5-10 m<sup>3</sup>/s — do której należą: Wisła poniżej Skoczowa, Soła od Rajczy do ujścia Koszarawy, Skawa od Suchej po Wadowice, Raba między Mszaną Dolną a Lubniem, Czarny Dunajec i Białka Tatrzańska w Kotlinie Nowotarskiej, Biała poniżej Tuchowa, Ropa w ujściowym odcinku, Wisłok w pogórskim odcinku między Krosnem a Żarnową, górny San, Osława, Solinka;

5) 10-15 m<sup>3</sup>/s — przepływy tej wielkości wykazuje Skawa poniżej Wadowic, Dunajec po połączeniu Czarnego i Białego Dunajca, Soła od ujścia Koszarawy po Tresnę, Wisłok poniżej Żarnowej;

6) 15-25 m<sup>3</sup>/s — obejmująca Solę poniżej Tresnej, Dunajec w Ko-

Tabela 5. Wielkość średnich przepływów w m<sup>3</sup>/s

Wielkość dorzecza w km <sup>2</sup>	Rzeki karpackie	Rzeki sudeckie	Rzeki wyżynne	Rzeki nizinne
1	2	3	4	5
< 100	< 3,5	< 2,4		
100-200	< 4,7 (1)	< 4,5 (15)		
200-500	2,2-9,0 (20)	1,0-8,3 (27)	1,0-4,2 (10)	0,5-2,3 (8)
500-1000	5,0-18,0 (12)	1,5-8,0 (13)	3,1-6,6 (7)	1,1-4,0 (10)
1000-3000	11,2-40,0 (15)	Izera 15,0 7,6-25,4 (11)	3,8-17,1 (20)	2,2-9,6 (15)
3000-5000	25,7-59,0 (6)	21,7-39,0 (6)	17,4-27,2 (6)	8,4-19,4 (7)
5000-10 000	Wag 79,4 55,9-88,2 (4) Wag 97,0	53,0-69,0 (3)	19,0-39,4 (4)	

tlinie Nowotarskiej, Wisłokę od Krajowic, San powyżej Leska, dolny Wisłok;

7) 25-50 m<sup>3</sup>/s — należy tu dolna Wisłoka, Dunajec w przełomie przez Beskid Wysoki, San do Przemyśla;

8) 50-75 m<sup>3</sup>/s — przepływy tej wielkości wykazuje tylko Dunajec od połączenia z Popradem oraz San poniżej Przemyśla.

Większe przepływy osiągają Wisła, San i Dunajec w Kotlinie Sandomierskiej.

Maksymalne przepływy pod wpływem opadów notowane są w zachodniej części w miesiącach letnich — lipcu (28,2<sup>0</sup>/o) i czerwcu (19,1<sup>0</sup>/o), a we wschodniej, od Wisłoki począwszy, w okresie wiosennym pod wpływem roztopów, w marcu (24,7<sup>0</sup>/o) i w kwietniu (22,3<sup>0</sup>/o), jak również w innych porach roku, nie wyłączając zimy [Przepływy char. 1967]. Regionalne zróżnicowanie występowania przepływów maksymalnych charakteryzuje współczynnik wyrażający stosunek wielkości średnich maksymalnych przepływów półrocza zimowego (XI-IV) do średnich maksymalnych przepływów półrocza letniego (V-X),  $k_1 = \frac{Q \text{ maks } Z}{Q \text{ maks } L}$ . Nie przekracza on 0,4 w zachodniej części, jedynie Raba i Poprad wy-

(w nawiasach liczby rozpatrywanych przypadków)

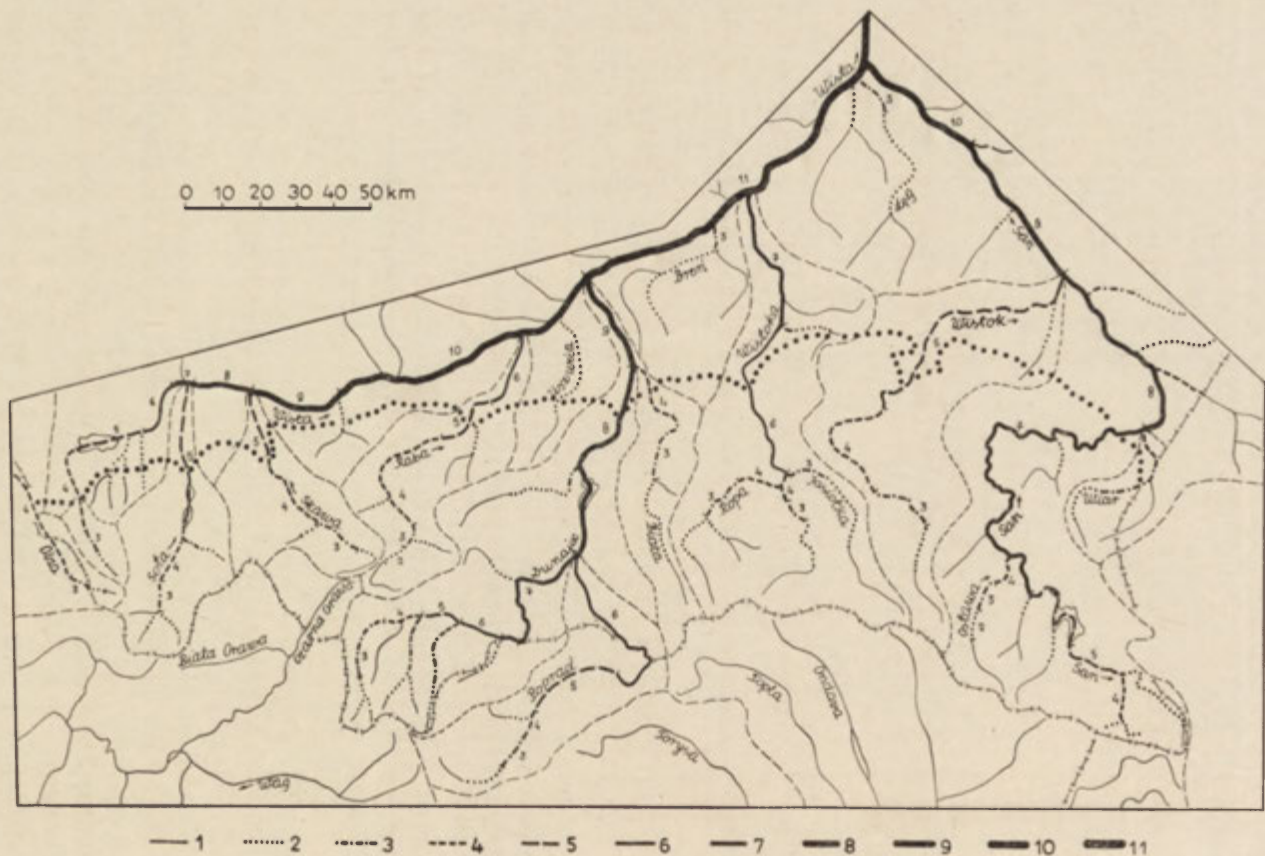
Rzeki pojezierne i nadmorskie	Rzeki zachodnioalpejskie (szwajcarskie)	Rzeki wschodnioalpejskie (austriackie)	Rzeki południowo- alpejskie (włoskie)	Rzeki kaukaskie
6	7	8	9	10
< 2,7	< 6,2 (42) 1,6-12,5 (20)	< 6,3 (37) 3,0-10,2 (część zachodnia) 0,6-2,1 (część wschodnia)	< 2,8 (22) 2,0-7,4 (20)	< 6,5 (58) 0,4-15,0 (57)
2,3-7,8 (4)	2,4-19,0 (27)	1,1-13,0 (45)	5,5-23,4 (17)	1,6-40,6 (57)
5,1-23,5 (16)	20,9-45,8 (14)	5,8-36,4 (24)	13,2-35,8 (8)	4,6-57,6 (23)
11,2-27,4 (8)	40,0-130,0 (14)	16,1-97,0 (20)	29,5-89,0 (11)	9,7-121,0 (35)
24,0-29,6 (4)	182,0-243,0 (4)	63,9-178,0 (8)	87,5-160,0 (3)	
	272,0-552,0 (8)	116,0-285,0 (9)	212,0-300,0 (2)	

kazują nieco wyższe wartości — 0,56–0,58. W części wschodniej jest on znacznie wyższy i wynosi 0,88–1,91.

Największa zmienność zaznacza się w dorzeczu Wisłoki w Beskidzie Niskim, gdzie współczynnik ten wzrasta w kierunku wschodnim od 0,88 do 1,01 (Górna Wisłoka) i 1,3 (Jasiołka). W Bieszczadach jest nieco niższy od 0,88 na Oslawie do 0,97 na Sanie w Lesku [*Przeptywy char.* 1967].

Przeptywy maksymalne rzek karpackich osiągają znaczne wartości. Ponad 1000 m<sup>3</sup>/s prowadzą w czasie katastrofalnych wezbrań: Soła poniżej ujścia Koszarawy, Skawa na odcinku ujściowym, Raba od Stróży, Poprad, Wisłoka poniżej ujścia Jasiołki i Ropy, Wisłok w dolnym biegu; powyżej 2000 m<sup>3</sup>/s prowadzi Dunajec podczas wezbrań w Kotlinie Sądeckiej, a niekiedy już od Krościenka, Wisłoka na odcinku ujściowym i San poniżej Przemyśla. Przeptywy większe niż 3000 m<sup>3</sup>/s wykazuje Dunajec poniżej ujścia Popradu (m. i. w 1934, 1958 i 1970 r.) oraz San w dolnym biegu (M. Pardé 1961, J. Punzet 1970, *Roczniki hydr.* 1966–1971).

Dunajec, a także San, osiągają większe maksymalne przepływy niż



Ryc. 5. Przepływy rzek karpackich w m<sup>3</sup>/s

1 — < 1, 2 — 1-3, 3 — 3-5, 4 — 5-10, 5 — 10-15, 6 — 15-25, 7 — 25-50, 8 — 50-75, 9 — 75-100, 10 — 100-200, 11 — > 200

Discharge of the Carpathian rivers in m<sup>3</sup>/s

1 — < 1, 2 — 1-3, 3 — 3-5, 4 — 5-10, 5 — 10-15, 6 — 15-25, 7 — 25-50, 8 — 50-75, 9 — 75-100, 10 — 100-200, 11 — > 200



Odra u ujścia. Maksymalny przepływ Soły jest większy niż Warty w Gorzowie Wielkopolskim, której dorzecze jest 38 razy większe, a Sanu w Jarosławiu prawie równe są przepływom Narwi w Zegrzu. Maksymalne przepływy największych rzek karpackich ustępują wielkością jedynie przepływom Wisły w jej środkowym i dolnym biegu.

Minimalne przepływy rzek karpackich są zbliżone do przepływów rzek sudeckich podobnej wielkości, są większe niż minimalne przepływy rzek nizinnych, lecz mniejsze niż rzek pojeziernych i wyżynnych tej samej wielkości. Na przestrzeni ostatnich lat notowane są coraz niższe wartości przepływów minimalnych. Minimalne przepływy występują (poza Wisłą karpacką) w części zachodniej w październiku, natomiast we wschodniej we wrześniu [Z. Mikulski 1959]. Minimalne przepływy w Tatrach, Beskidzie Śląskim i Żywieckim występują w zimie, na pozostałym obszarze Karpat jesienią. W dziesięcioleciu 1951-1960 [Przepływy char. 1967] największą częstotliwością występowania niżówek w zachodniej części charakteryzował się styczeń (25,5%) i luty (19,1%) a we wschodniej listopad (22,7%) i wrzesień (20%). Jedynym miesiącem, w którym nie notuje się niżówek, jest kwiecień, a w obszarze wysokogórskim maj i czerwiec. Sezonowe zróżnicowanie niskich przepływów ilustruje współczynnik  $k_2 = \frac{Q \text{ min Z}}{Q \text{ min L}}$ , za pomocą którego przed-

stawiono stosunek wielkości średniego minimalnego przepływu okresu zimowego (XI-IV) do średniego minimalnego przepływu okresu letniego. W zachodniej części w Beskidach wynosi 0,6-0,8, w obszarze pogórskim zbliżony jest do 1,0 lub nieco wyższy. Najniższe wartości, nie przekraczające 0,7 wykazuje Dunajec pozostający pod wpływem hydrologicznym obszaru tatrzańskieg. Część wschodnia charakteryzuje się wyższymi współczynnikami, od 0,86 do 1,47. Największa zmienność zaznacza się podobnie jak w przypadku maksymalnych przepływów w Beskidzie Niskim i świadczy o przejściowym charakterze tego obszaru. Wielkości przepływów minimalnych podane są w tab. 4.

Niżówki wywołane są przyczynami klimatycznymi, brakiem opadów lub też występowaniem ich w postaci stałej, co w obydwu przypadkach wpływa bezpośrednio na zmniejszenie przepływów. Stosunki termiczne, a zwłaszcza wyższe temperatury powietrza, poprzez wzrost parowania przyczyniają się do ich pogłębienia w okresie letnim. Mogą one być również spowodowane działalnością człowieka, nadmierną eksploatacją i wyczerpywaniem zasobów wodnych. Należy zaznaczyć, że najniższe minimalne przepływy notowane są w ostatnich latach, co świadczyłoby o zmniejszającej się retencji w Karpatach.

Zarówno wysokie wartości przepływów maksymalnych, kształtujących się pod wpływem opadów i roztopów, jak i niskie przepływów

minimalnych, w następstwie małej retencji podłoża dają dużą rozpiętość wahań. Współczynnik nieregularności przepływów, tj. stosunek przepływu maksymalnego do minimalnego, jest bardzo wysoki, znacznie wyższy niż to dotychczas przyjmowano (tab. 4). Największą nieregularnością przepływów odznaczają się małe potoki, funkcjonujące okresowo. Zanik przepływu w okresie niżówek zachodzi w małych zlewniach, zwłaszcza wylesionych, o wielkości do kilku km<sup>2</sup>. Duże wahania przepływów notowane są często poniżej zapór, jak np. na Orawie, gdzie współczynnik nieregularności wynosi 18 300, na Byszczy, dopływie Kysucy [Hydr. pomery 1967], Sole i Sanie. Współczynnik nieregularności Wisły karpackiej na obszarze pogórza wynosi ponad 5 tys., rzek beskidzkich 3-5 tys. Wyjątkowo duży współczynnik nieregularności wykazuje Wisłok na skutek głębokich niżówek, jakie mają miejsce w jego dorzeczu. Współczynnik nieregularności rzek karpackich jest większy niż sudeckich a znacznie wyższy niż rzek wyżynnych, nizinnych i pojeziernych tej samej wielkości. Stosunki te w Karpatach kształtują się mniej korzystnie niż w innych obszarach górskich np. w Alpach, a zwłaszcza w przypadku rzek zachodnioalpejskich, gdzie wyraźnie zaznacza się wyrównujący wpływ retencji jezior. Duże wahania przepływów powodują stałe zmiany poziomu koryt rzecznych. W Karpatach przeważa tendencja pogłębiająca. Zjawisko nie ma charakteru ciągłego, lecz nagły, skokowy, związany z wezbrzeniami, oddzielonymi okresami wyrównywania poziomu koryta. Wielkość jednorazowego pogłębienia w poszczególnych przypadkach dochodzi do 1 m. Proces ten może być znacznie przyspieszony wskutek eksploatacji żwirów z koryt rzecznych.

Zarówno duże przepływy maksymalne, jak i niewielkie przepływy minimalne, świadczą o małej retencji podłoża. Wymowny jest zwłaszcza stosunek przepływów maksymalnych do średnich, świadczący o zagrożeniu powodziowym oraz stosunek średniego przepływu do minimalnego, zwracający uwagę na okresowe deficyty wody (tab. 4).

Dane mają charakter orientacyjny z uwagi na niejednorodność materiału i okresu obserwacyjnego.

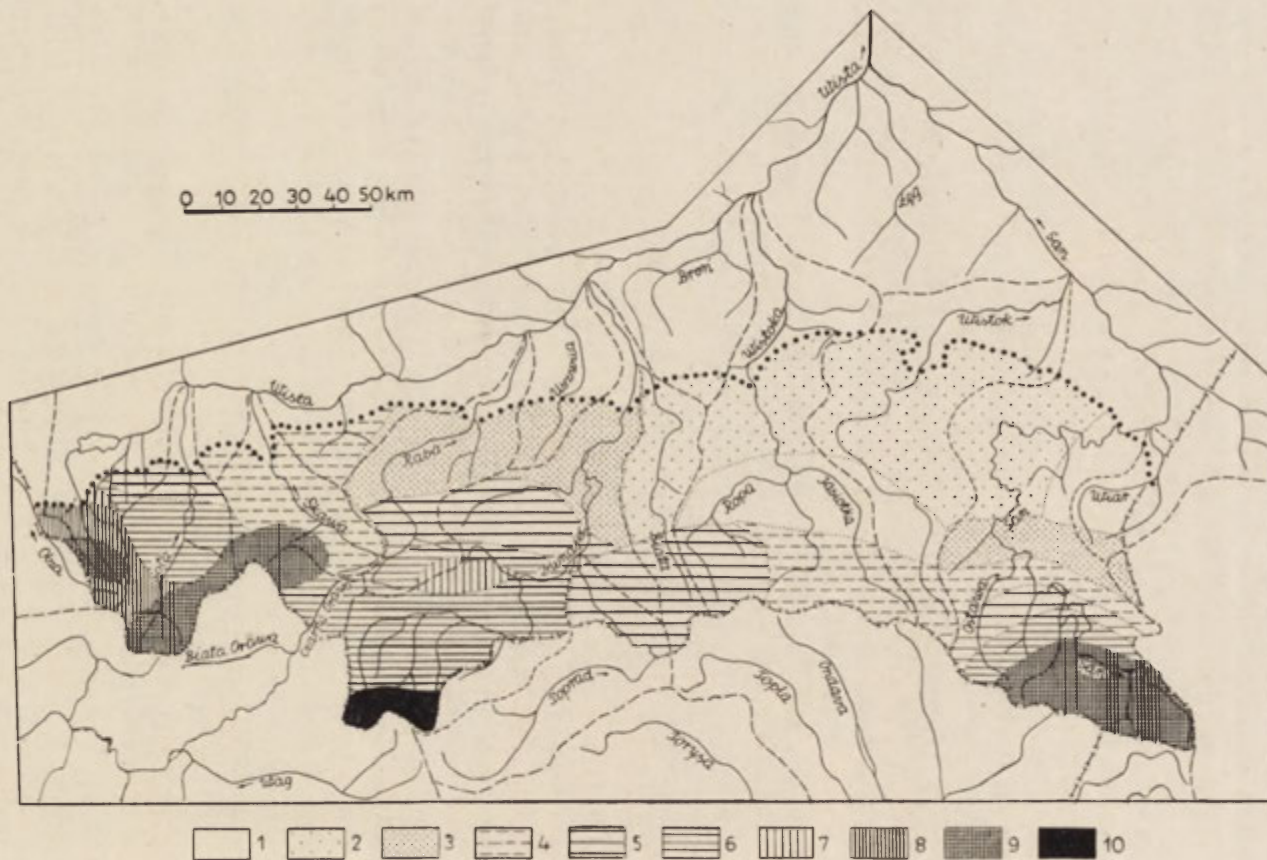
Średni odpływ jednostkowy z obszaru Polski wynosi 5,5 l/s/km<sup>2</sup>, dla rzek karpackich przekracza 6, a w większości przypadków 8 l/s/km<sup>2</sup>. Jest on największy w górnych, źródłowych częściach zlewni. W Tatrach przewyższa 30 l/s/km<sup>2</sup>, tj. 950 mm rocznie, w pojedynczych przypadkach dochodzi do 52 l/s/km<sup>2</sup>. Potoki płynące z Beskidu Śląskiego i Żywieckiego, a także z Bieszczadów Wysokich, mają odpływ jednostkowy ponad 20 l/s/km<sup>2</sup>. Średni odpływ jednostkowy z pozostałych części Beskidów waha się od 17 l/s/km<sup>2</sup> na zachodzie do 10 l/s/km<sup>2</sup> na wschodzie. Potoki pogórskie wykazują duże zróżnicowanie odpływu jednostkowego; na Pogórzu Śląskim około 17 l/s/km<sup>2</sup>, w zachodniej części Pogórza Wielickiego 15 do 11 l/s/km<sup>2</sup> i 11 do 8 l/s/km<sup>2</sup> we wschodniej.

Potoki płynące z Pogórza Dynowskiego i Strzyżowskiego mają odpływ 7-9 l/s/km<sup>2</sup>, a Wiar odwadniający wyżynę Wańkowej w Karpatach Wschodnich — 7 l/s/km<sup>2</sup>. Równie mały odpływ jednostkowy wykazuje pogórska część zlewni Białej Dunajcowej. Średni odpływ jednostkowy w Karpatach zmniejsza się wyraźnie w kierunku wschodnim oraz wykazuje wzrost ze wzniesieniem nad poziom morza wynoszący 1-4,25 l/s/km<sup>2</sup> na 100 m wzniesienia. Regionalne zróżnicowanie odpływu jednostkowego przedstawia ryc. 6 oraz tab. 4.

Maksymalny odpływ jednostkowy rzek karpackich jest najwyższy w Polsce. Równie duże wartości notowane są jedynie w Karpatkach i Górach Izerskich. Najwyższym spływem ponad 3000 l/s/km<sup>2</sup> odznaczają się dopływy Soły o powierzchni dorzeczy do 100 km<sup>2</sup>. Maksymalny odpływ jednostkowy powyżej 2000 l/s/km<sup>2</sup> wykazują większe dopływy Soły (Koszarawa), Wisła karpacka, potoki tatrzańskie, orawskie, oraz górny Dunajec, rzeki karpackie średniej wielkości mają maksymalny odpływ jednostkowy ponad 1000 l/s/km<sup>2</sup> (Soła, Skawa, Raba, Uszwica, Biała Dunajcowa, Ropa, Jasiołka oraz górny Wisłok). Większe rzeki karpackie, jak Dunajec poniżej Nowego Sącza, Poprad, Wisłoka i San prowadzą w czasie wezbrań 500-800 l/s/km<sup>2</sup>. Profil podłużny maksymalnego odpływu jednostkowego rzek karpackich jest zbliżony do profilu rzek Europy Środkowej, przedstawionego przez M. Parde'go [1961]. Soła, Dunajec oraz Wisła wykazują równe wartości, natomiast pozostałe rzeki karpackie nieco niższe (ryc. 7).

Minimalny odpływ jednostkowy z terenu Karpat jest stosunkowo mały (ryc. 8). Wyniki pomiarów przedstawiają często zaniżone wartości, nie uwzględniają subfluwialnego przepływu wód w aluwialnych rzecznych (Wisła w Skoczowie). Najwyższy minimalny odpływ jednostkowy, powyżej 3, notowany jest w Tatrach, a na obszarze krasowym powyżej 4 l/s/km<sup>2</sup>, w zachodniej części Karpat jest większy niż we wschodniej, gdzie spada poniżej 1 a często 0,5 l/s/km<sup>2</sup>. Szczególnie małym minimalnym odpływem jednostkowym charakteryzuje się dorzecze górnego Wisłoka, do czego obok małej retencji podłoża (warstwy krośnieńskie) przyczynia się również wydłużony kształt dorzecza, ograniczający wielkość zasilającego rzekę zbiornika wód podziemnych oraz związany z tym brak większych dopływów.

Profil podłużny minimalnego odpływu jednostkowego (ryc. 9) wykazuje jego zmniejszenie z biegiem w przypadku rzek mających źródła w Tatrach, tj. Dunajca i Popradu. Wyraźne zmniejszenie na Popradzie ma miejsce w Beskidzie Sądeckim. Inne rzeki wykazują wzrost minimalnego odpływu jednostkowego z biegiem, spowodowany wzrostem retencji dolin rzecznych. Rozkład minimalnych odpływów jednostkowych zależy od różnych warunków retencji.

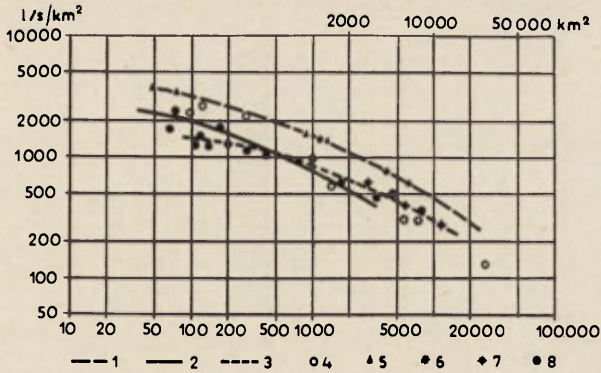


Ryc. 6. Średni odpływ jednostkowy w  $l/s/km^2$

1 — 6-7, 2 — 7-8, 3 — 8-10, 4 — 10-12, 5 — 12-14, 6 — 14-16, 7 — 16-18, 8 — 18-20, 9 —  $> 20$ , 10 —  $> 30$

Mean unit run-off in  $l/s/km^2$

1 — 6-7, 2 — 7-8, 3 — 8-10, 4 — 10-12, 5 — 12-14, 6 — 14-16, 7 — 16-18, 8 — 18-20, 9 —  $> 20$ , 10 —  $> 30$



Ryc. 7. Profil podłużny maksymalnego odpływu jednostkowego

1 — rzeki Europy środkowej (wg M. Pardego), 2 — rzeki zachodniej, 3 — rzeki wschodniej części Karpat. Maksymalny odpływ jednostkowy: 4 — Wisły, 5 — Soły, 6 — Dunajca, 7 — Sanu, 8 — pozostałych rzek karpacckich.

Longitudinal profile of maximal unit run-off

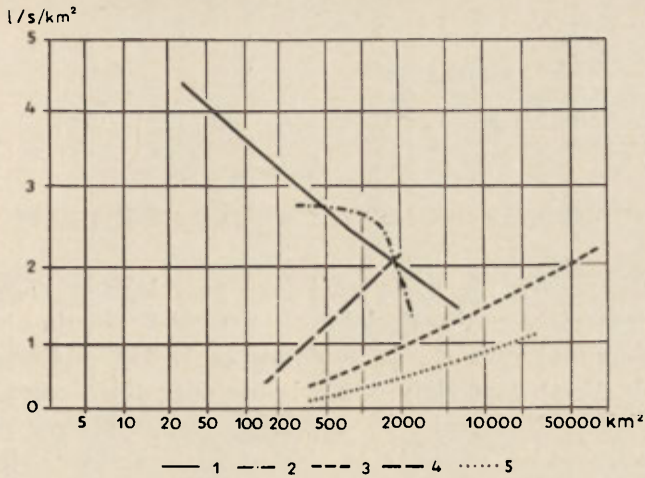
1 — Middle Europe rivers (after M. Parde), 2 — rivers of the western part of West Carpathians, 3 — rivers of the eastern part of West Carpathians. Maximal unit run-off: 4 — of the Vistula, 5 — of the Soła, 6 — of the Dunajec, 7 — of the San, 8 — of the remaining Carpathian rivers

Odpowiednio do wielkości odpływu jednostkowego kształtuje się wskaźnik odpływu z obszaru Karpat (odpływ jednostkowy wielkości 1 l/s/km<sup>2</sup> odpowiada odpływowi wysokości 31,536 mm rocznie). Wynosi on od 185 mm w Dołach Jasielsko-Sanockich do 285 mm na obszarze Pogórza Strzyżowskiego i 540 mm na Pogórzu Śląskim. Odpływ z Beskidów jest wyższy i kształtuje się w granicach od 315 mm w Beskidzie Niskim do 650 mm, więcej w Beskidzie Śląskim. Z wysokogórskiego obszaru Tatr odpływa ponad 950 mm rocznie.

Wykładnikiem wielkości odpływu w stosunku do opadów jest współczynnik odpływu, który osiąga w Karpatach znaczne wartości. Najwyższy, ponad 0,70, jest w Tatrach, następnie ponad 0,60 w eksponowanych na północo-zachód partiach Beskidu Śląskiego i wyższych Beskidu Żywieckiego. Współczynnik odpływu wielkości 0,50-0,60 notowany jest na Podhalu i w Bieszczadach, 0,40-0,50 w zachodniej części Beskidów, 0,35-0,45 w Beskidzie Niskim, 0,35-0,40 na Pogórzu Wielickim, 0,40-0,45 na Pogórzu Śląskim oraz 0,30-0,35 na Pogórzu Strzyżowskim i Dynowskim.

Znacznie mniejsze wartości osiąga współczynnik odpływu w kotlinach. W Kotlinie Sądeckiej nie przekracza 0,40, w Dołach Jasielsko-Sanockich 0,35, dla Kotliny Żywieckiej brak jest danych. Mniejszy współczynnik odpływu w porównaniu z sąsiadującymi obszarami wy-





Ryc. 9. Profil podłużny minimalnego odpływu jednostkowego

1 — Dunajec, 2 — Poprad, 3 — Wisła, 4 — rzeki zachodniej, 5 — rzeki wschodniej części Karpat

Longitudinal profile of minimum unit run-off

1 — Dunajec, 2 — Poprad, 3 — Vistula, 4 — rivers of the western part of West Carpathians,  
5 — rivers of the eastern part of West Carpathians

kazuje również Kotlina Orawsko-Nowotarska oraz kotliny położone na południe od Tatr.

Oto Dub [1954] przytacza zbliżone wartości dla Karpat Słowackich, gdzie współczynnik odpływu kształtuje się powyżej 0,60 w obszarze wysokogórskim, 0,50-0,60 w średniogórskim i poniżej 0,50 na nizinach i pogórzach.

Współczynnik odpływu jest wyraźnie zróżnicowany w części zachodniej i wschodniej, a także wraz z wysokością: w obszarach wysokogórskich, średniogórskich, pogórskich oraz kotlinach w związku ze zmianą warunków retencji i spływu.

W świetle powyższych danych odpływ jest najbardziej istotnym elementem obiegu wody na terenie Karpat.

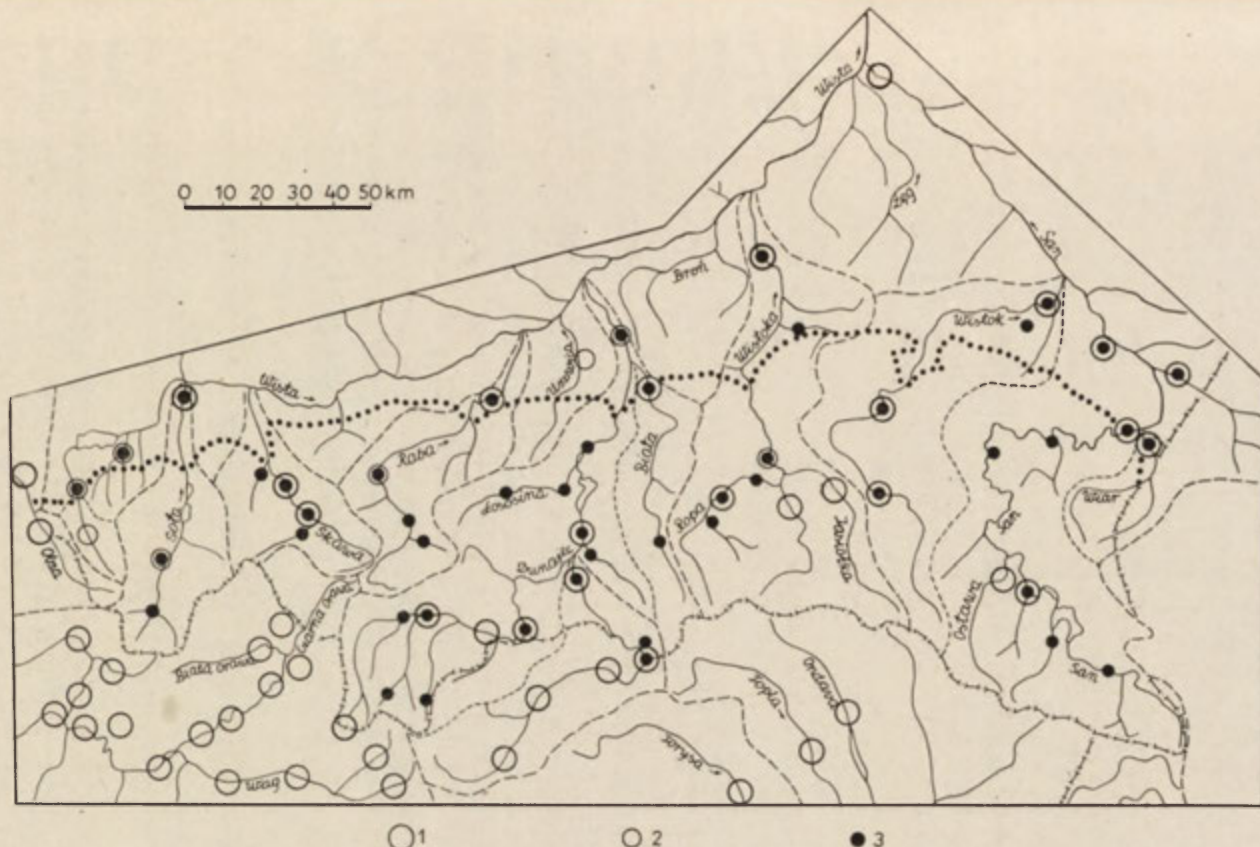
## PRZEBIEG ODPLYWU NA TERENIE KARPAT

Do scharakteryzowania odpływu i jego przebiegu w ciągu roku wykorzystano materiały z dziesięciolecia 1951-1960, przyjmując jako zasadę ich jednolitość czasową [*Przepływy char.* 1967, „Roczniki hydrologiczne” 1966-1971]. Materiały te zawierają dużo luk i odnoszą się przeważnie do większych zlewni (ryc. 10). Brak jest pomiarów przy stanach ekstremalnych, stąd ich szacunek jest obciążony znacznymi błędami. Część danych dotyczy pięciolecia 1956-1960, które w przeciwieństwie do okresu 1951-1955 było bardzo wilgotne i nie reprezentowało w dostatecznym stopniu warunków klimatycznych oraz hydrologicznych właściwych Karpatom. Wynikła więc konieczność częściowego uzupełnienia materiałów na podstawie analogii do sąsiednich zlewni o pełnej serii obserwacji oraz danych z dziesięciolecia 1956-1965 [„Roczniki hydrologiczne” 1966-1971]. Wielce przydatne były w tym zakresie materiały dotyczące zlewni słowackich i morawskich z trzydziestolecia 1931-1960, na tle którego ocenić można było dziesięciolecie 1951-1960 [*Hydr. pomery* 1967]. W sumie wykorzystano i opracowano, przeliczając odpowiednie wskaźniki, współczynniki, dane 52 stacji polskich, 120 morawskich i słowackich, kilkudziesięciu alpejskich oraz wschodnio- a także południowokarpaccich.

Analiza materiałów wykazała, że w porównaniu z latami 1921-1931 i 1940-1963, jak również 1931-1960, dziesięciolecie 1951-1960 było na terenie Polski nieco mniej zasobne w wodę, a w Karpatach w mniejszym stopniu niż w pozostałych częściach. Wielkość odpływu z dorzecza górnej Wisły według danych PIHM wynosiła 98,6% średniego odpływu wieloletniego [*Przepływy char.* 1967]. T. Kiciński [1970] podaje znacznie niższe wartości, bo od 81% w dorzeczu Sanu do 95% w dorzeczu Soły. Obliczenia oparte na danych z sąsiednich zlewni słowackich, beskidzkich i tatrzańskich (*Hydr. pomery* 1967) wykazują zmniejszenie odpływu w dziesięcioleciu 1951-1960 w porównaniu z trzydziestoleciem 1931-1960 o 1,4-6,26 (tab. 6). Wzrost odpływu notowany był tylko w jednym przypadku na terenie Tatr Zachodnich.

Zaznacza się duża różnica w przebiegu odpływu w poszczególnych pięcioleciach. Okres 1951-1955 charakteryzował się znaczną przewagą odpływu w czasie wiosny oraz większą ilością lat suchych. W pięcioleciu 1956-1960 przeważały lata wilgotne oraz wzmożony odpływ w mie-





Ryc. 10. Okresy obserwacji przepływów wody

1 — 1951-1960, 2 — 1956-1960, 3 — 1961-1965

Discharge observation periods

1 — 1951-1960, 2 — 1956-1960, 3 — 1961-1965

Tabela 6. Stosunek odpływu w dziesięcioleciu 1951-1960 do odpływu w trzydziestoleciu 1931-1960 w dorzeczach słowackich

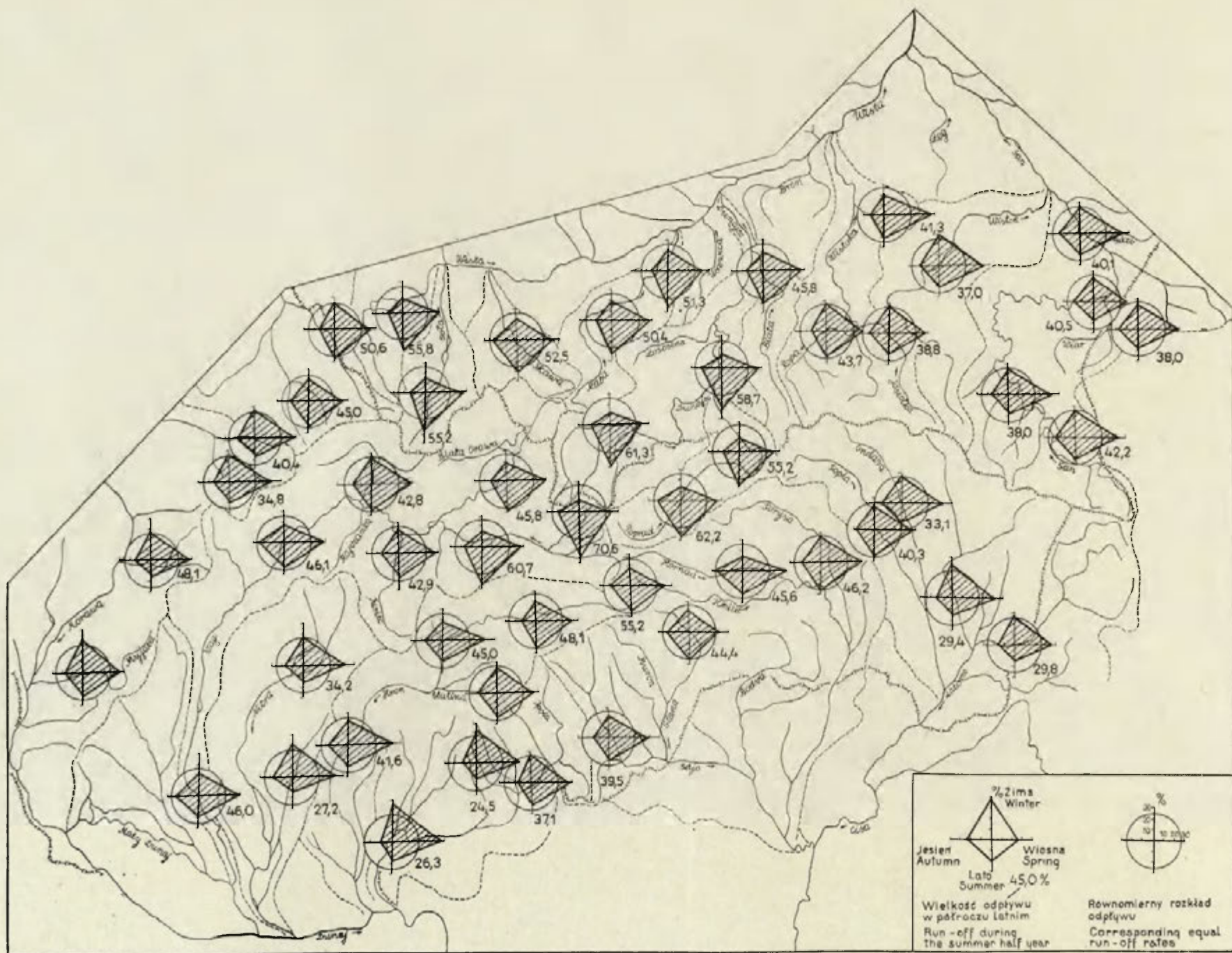
Region	Odpływ 1951 - 1960	Zmienność odpływu
	Odpływ 1931 - 1960	%
Beskidy Morawsko- -Śląskie	0,938	-3,5 - -9,9
Beskid Żywiecki	0,985	-0,7 - -2,5
Beskid Sądecki	0,962	-2,4 - -3,8
Beskid Niski	0,959	-3,7 - -4,5
Tatry	0,986	+0,8 - -3,5

siącach letnich. Piętnastolecie 1951-1965 wykazuje w porównaniu z latami 1956-1960 spadek wielkości przepływów rzek w Beskidzie Śląskim (Wisła karpacka — 7,3<sup>0</sup>/o), w Kotlinie Sądeckiej (Dunajec — 1,2<sup>0</sup>/o) i w Kotlinie Sandomierskiej, znaczny jednak wzrost na terenie Pogórza Śląskiego (Iłownica 10,5<sup>0</sup>/o), Beskidu Żywieckiego (Soła 7<sup>0</sup>/o), jak również niewielki w Beskidzie Wyspowym (górna Raba — 2<sup>0</sup>/o). Wzrost przepływów zaznacza się w piętnastolecie 1951-1965 w porównaniu z dziesięcioleciem 1951-1960. Waha się on w granicach od 0,6<sup>0</sup>/o (San w Przemysłu) do 13,2<sup>0</sup>/o (Wisłok). Niewielki wzrost (1<sup>0</sup>/o) zanotowano na Podhalu, większy (do 10<sup>0</sup>/o) w Beskidzie Średnim (Skawa). Spadek wielkości przepływu w piętnastolecie 1951-1965 w porównaniu z dziesięcioleciem 1951-1960 występuje jedynie w dorzeczu Białej Dunajcowej w obrębie Pogórza Ciężkowickiego (7,7<sup>0</sup>/o).

Jakkolwiek widoczne są pewne różnice w wielkości przepływów, to rozkład odpływu tak w badanym dziesięcioleciu jak i w wieloleciu jest podobny.

#### PRZEBIEG ODPLYWU W POSZCZEGÓLNYCH PORACH ROKU

Analiza materiałów wykazuje, że wielkość odpływu kształtuje się równolegle do wielkości opadów, natomiast przebieg odpływu w ciągu roku różni się od przebiegu opadów. Na całym badanym obszarze rozkład opadów jest podobny. Znaczna ich przewaga, tj. 62-67<sup>0</sup>/o rocznej sumy, przypada na półrocze letnie (V-X), w zachodniej części 62,6-66,8<sup>0</sup>/o i we wschodniej 62-64,3<sup>0</sup>/o. Największa ilość opadów notowana jest w okresie trzech miesięcy letnich (VI-VIII) — od 39,7 do 43,8<sup>0</sup>/o w czę-



Ryc. 11. Sezonowy rozkład odpływu w %  
Seasonal changes of run-off in %

ści zachodniej i od 38,6 do 41,5<sup>0</sup>/o we wschodniej. Najmniejsze opady przypadają na miesiące zimowe (XII-II); wynoszą od 15<sup>0</sup>/o na obszarze pogórskim do 20<sup>0</sup>/o na wysokogórskim (*Stosunki opadowe* 1968). W całych Polskich Karpatach Zachodnich opady wiosenne (III-V) przewyższają jesienne (IX-XI), a w Polskich Karpatach Wschodnich (Bieszczadach) opady jesienne przewyższają wiosenne.

Przebieg odpływu jest niejednorodny i zróżnicowany w poszczególnych częściach Karpat. Mianowicie rzeki zachodniej części wykazują przewagę (bądź równowagę) odpływu w półroczu letnim (V-X), natomiast we wschodniej, począwszy od Białej Dunajcowej, zaznacza się wyraźny wzrost odpływu w półroczu zimowym (XI-IV). Największy odpływ w półroczu letnim, wynoszący 60-75<sup>0</sup>/o odpływu całkowitego, ma górny Dunajec oraz Poprad płynące z wysokogórskiego obszaru Tatr. Wpływ ten zaznacza się w odpływie Dunajca aż po Nowy Sącz, a na Popradzie na całej jego długości. Analiza przebiegu odpływu w zlewniach różnicowych wykazuje, że już w Beskidzie Sądeckim w dorzeczu Popradu wzrasta odpływ w okresie półrocza zimowego, lecz nie jest on dostatecznie wielki, aby przeważać wpływ obszaru wysokogórskiego. W Beskidzie Śląskim i Żywieckim odpływ w półroczu letnim wynosi 50-60<sup>0</sup>/o, nieco mniej w Beskidzie Średnim. Taki rozkład odpływu w części zachodniej ma miejsce w 60-70<sup>0</sup>/o przypadków.

Odpływ w półroczu letnim ulega wyraźnemu zmniejszeniu w części wschodniej. W Beskidzie Niskim w dorzeczu Białej Dunajcowej wynosi 45,8<sup>0</sup>/o, w dorzeczu Ropy 45,7<sup>0</sup>/o, Jasiołki 38,8<sup>0</sup>/o i Wisłoka 35,3<sup>0</sup>/o. W Bieszczadach wzrasta nieco z wysokością od 38<sup>0</sup>/o w dorzeczu Osławy do 42<sup>0</sup>/o w dorzeczu górnego Sanu. Taki rozkład odpływu ma miejsce w 90-95<sup>0</sup>/o przypadków. Udział odpływu w półroczu letnim w ogólnym odpływie zwiększa się z wysokością (do 75<sup>0</sup>/o), zmniejsza natomiast wyraźnie w kierunku wschodnim (do 35<sup>0</sup>/o).

Analiza przebiegu odpływu w poszczególnych porach roku wykazuje jego dalsze zróżnicowanie zarówno w Karpatach Polskich, jak i Słowackich (tab. 7, 8, 9, ryc. 11). Największym odpływem w miesiącach letnich (VI-VIII) charakteryzują się rzeki płynące z Tatr oraz z wyżej wyniesionych partii Beskidów Żywieckiego i Sądeckiego. Wynosi on 30-40<sup>0</sup>/o, a w Tatrach do 44<sup>0</sup>/o ogólnego odpływu. Na pozostałym obszarze największy odpływ notowany jest w okresie miesięcy wiosennych (III-V) — 28-36<sup>0</sup>/o na zachodzie i 36-46<sup>0</sup>/o na wschodzie. Na przeważającej części obszaru najmniejszy odpływ (12-24<sup>0</sup>/o) ma miejsce w jesieni. W całych Karpatach odpływ wiosenny przewyższa jesienny. Odpływ w okresie trzech miesięcy zimowych (XII-II) wykazuje najmniejsze wartości (8-15<sup>0</sup>/o) w obszarze wysokogórskim Tatr, w dorzeczu Dunajca i Popradu. O. Dub [1954] podaje nieco zaniżoną

Tabela 7. Sezonowy rozkład odpływu w Karpatach w % (1951-1960)

Rzeka — stacja wodowskazowa	Półrocze zimowe XI-IV	Półrocze letnie V-X	III-VIII	XII-V	Zima XII-II	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI
Olza — Ropice	51,0	49,0	66,2	55,0	19,4	35,6	30,6	14,4
Wisła — Skoczów	44,2	55,8	70,4	49,7	14,7	35,0	35,4	14,9
Soła — Żywiec	44,8	55,2	72,0	49,3	13,0	36,3	35,7	15,0
Kysuca — Czadca	57,9	42,1	63,5	60,5	22,0	38,5	25,0	14,5
Skawa — Wadowice	49,9	50,1	60,6	58,2	21,9	30,3	30,3	17,5
Raba — Proszówki	48,7	51,3	68,8	51,4	16,4	35,0	33,8	14,8
Biała Orawa — Lokca	54,2	45,8	65,6	59,0	17,8	41,2	24,4	14,6
Dunajec — Nowy Targ	38,7	61,3	70,3	45,5	12,4	33,1	37,7	16,8
Dunajec — Nowy Sącz	41,3	58,7	71,3	47,9	14,1	33,8	37,5	14,6
Poprad — Stary Sącz	44,8	55,2	69,2	50,2	15,7	34,5	34,7	15,1
Bela — Szczyrbskie Jezioro	29,2	70,8	72,8	45,8	11,5	34,3	38,8	15,7
Czarny Wag — Czarny Wag	41,9	58,1	68,1	52,5	15,1	37,4	30,7	16,8
Biała — Koszyce Wielkie	54,5	45,5	65,1	58,3	20,6	37,7	27,4	14,3
Wisłoka — Żółków	62,5	37,5	62,6	64,5	22,7	41,8	20,8	14,7
Wisłoka — Mielec	62,2	37,8	62,5	64,6	24,0	40,6	21,9	13,5
Ropa — Kłęczany	56,3	43,7	62,7	59,3	22,7	36,6	26,1	14,6
Jasiołka — Jedlicze	61,2	38,8	60,3	60,0	23,8	39,2	21,1	18,9
Wisłok — Krosno	64,7	35,3	58,8	65,1	26,1	39,0	19,8	15,1
Wisłok — Żarnowa	63,0	37,0	59,7	65,4	25,8	39,6	20,1	14,5
San — Lesko	57,8	42,2	61,0	63,1	22,6	40,5	20,5	16,4
San — Przemyśl	59,5	40,5	60,5	63,1	23,5	39,8	20,7	15,6
Oslawa — Nowy Zagórz	62,0	38,0	57,1	63,7	26,1	37,6	19,5	16,8
Wiar — Krówniki	62,0	38,0	58,8	65,5	24,4	41,1	17,7	17,8
Ondawa — Trepec	66,9	33,1	57,8	67,0	28,6	38,4	19,4	13,6
Torysa — Koszyckie Olszany	53,8	46,2	66,7	57,1	19,3	37,8	28,9	14,0
Topla — Hanuszowce	59,7	40,3	62,3	62,3	23,5	38,7	23,6	14,2
Laborec — Michałowce	70,6	29,4	52,0	72,0	33,8	38,2	14,0	14,0

Tabela 8. Sezonowy rozkład odpływu w Polskich Karpatach Zachodnich w %

Rzeki	Półrocze zimowe XI-IV	Półrocze letnie V-X	Zima XII-II	Wiosna III-V	Lato VI-VII	Jesień IX-XI
Tatrzańskie	25-40	60-75	8-13	27-34	36-34	15-20
Beskidzkie						
zachodnie	40-50	50-60	13-20	29-36	30-40	12-17
wschodnie	55-65	35-45	20-27	36-42	19-22	14-19
Podhalańskie	45-55	45-55	17-22	34-36	20-32	14-20
Orawskie	50-60	40-50	15-18	40-45	20-25	14-18
Pogórskie						
zachodnie	45-55	45-55	19-22	28-36	28-38	15-21
wschodnie	62-66	34-38	22-25	40-46	17-22	10-18

Tabela 9. Sezonowy rozkład odpływu w Karpatach Słowackich w %\*

Typ rzek	Zima XII-II	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI
Wysokogórski	5,8-16,2	27,7-31,0	30,8-46,0	20,5-22,0
Sredniogórski	15,9-17,4	36,8-39,5	21,0-24,0	22,1-23,9
Pogórski i nizinny	21,1-24,1	42,2-45,6	14,6-17,9	15,7-18,8

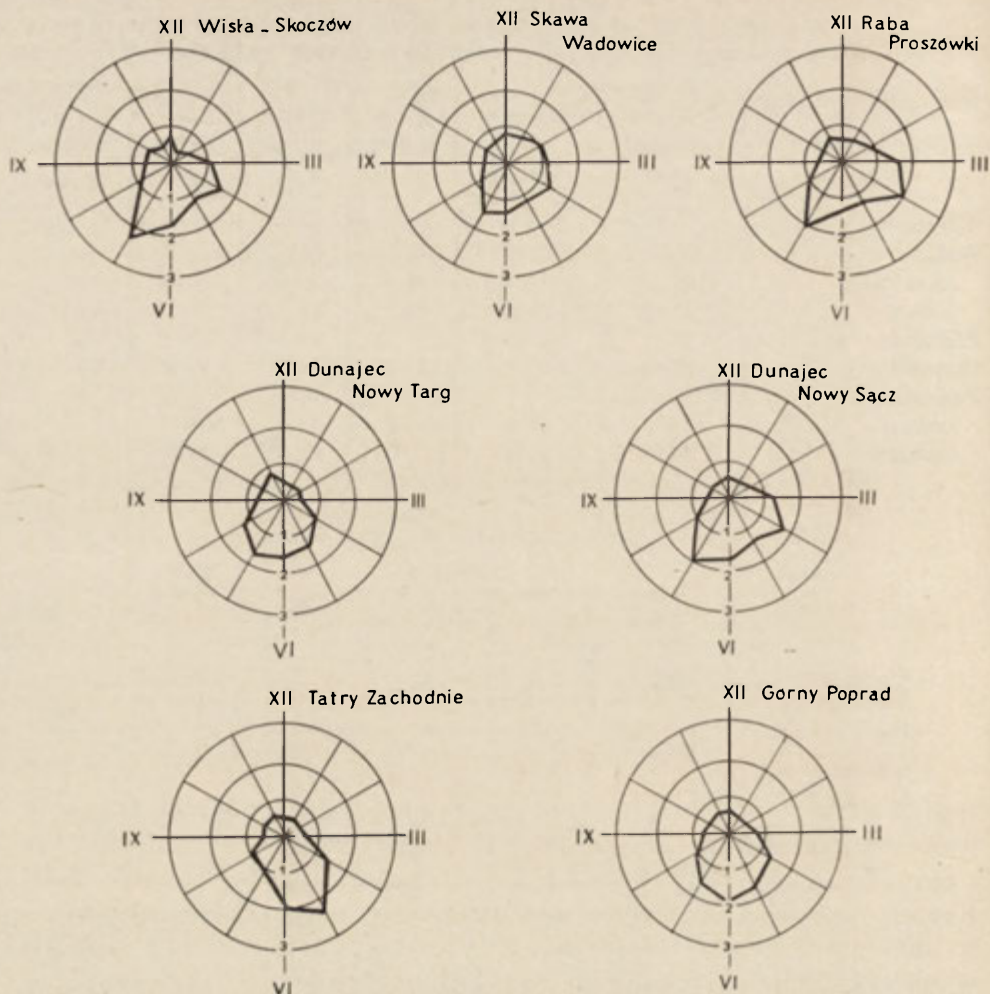
\* Według O. Duba

jego wartość — 5,8<sup>0</sup>/o, która charakteryzuje rzeki o ustroju lodowcowym. Na pozostałym obszarze odpływ zimowy waha się od 13 do 27<sup>0</sup>/o i przewyższa odpływ w miesiącach jesiennych, a we wschodniej części Karpat, począwszy od Wisłoki, oraz na terenie Karpat Słowackich także w miesiącach letnich. Jeśli nawet pomiary i obliczenia przepływu w okresie zimowym obarczone są pewnym błędem, to bezsporny pozostaje fakt jego wzrostu w części wschodniej. To przestrzenne zróżnicowanie przebiegu odpływu jest istotną cechą obszaru Polskich Karpat Zachodnich, pozwalającą na wyróżnienie dwu głównych jednostek hydrograficznych — makroregionu zachodniego i wschodniego.

#### PRZEBIEG ODPLYWU W POSZCZEGÓLNYCH MIESIĄCACH

Przebieg odpływu w poszczególnych miesiącach zilustrowany jest przy pomocy wykresów współczynnika przepływów miesięcznych (ryc. 12, 13, tab. 10).

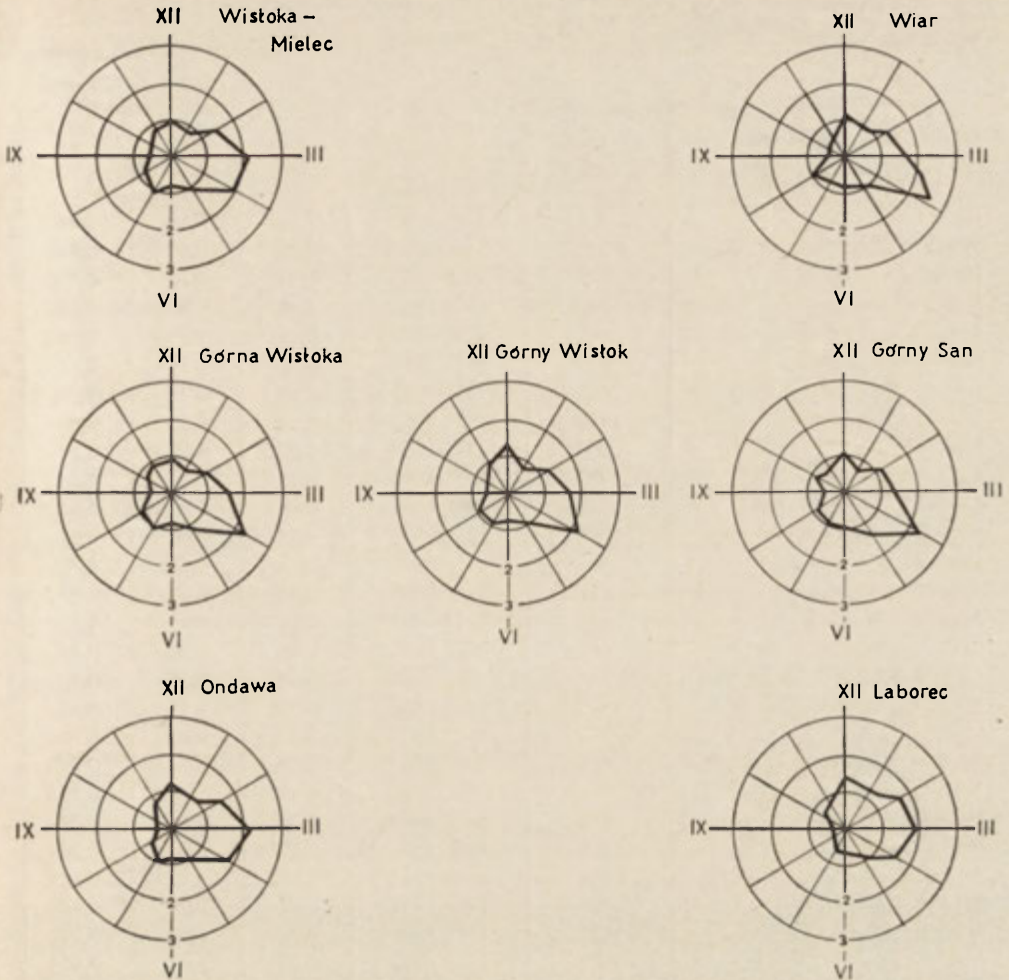
Odpływ w listopadzie wykazuje niewielki wzrost w porównaniu z odpływem w październiku. Jest on większy w części wschodniej niż w zachodniej. Opady deszczowe w tym okresie wpływają na powięk-



Ryc. 12. Współczynnik przepływów miesięcznych rzek zachodniej części Karpat  
 Mean monthly coefficient of discharge of the rivers of the western part of the Carpathians

szenie retencji podziemnej. Wielkość odpływu nie przekracza na ogół średniej wartości.

W grudniu notowany jest dalszy wzrost odpływu z obszarów niżej położonych, tj. pogórskich, oraz z Beskidu Niskiego, a także Karpat Wschodnich. Kształtuje się on poniżej przeciętnej wartości poza obszarem wschodniej części Beskidu Niskiego (Jasiołka, górny Wisłok) oraz Bieszczadów (górny San). Wartości wyższe od przeciętnej wykazują rzeki słowackie odwadniające południowe stoki Beskidu Niskiego i Bieszczadów, będące pod wpływem klimatycznym obszaru śródziemnomorskiego, gdzie występują obfite opady deszczowe [J. Ujvári 1968]. Zaznacza się jednak duża zmienność w tej mierze w poszczególnych



Ryc. 13. Współczynnik przepływów miesięcznych rzek wschodniej części Karpat  
 Mean monthly coefficient of discharge of the rivers of the eastern part of the Carpathians

latach w związku z przebiegiem opadów, stopniem zamarznięcia podłoża i stanem retencji. Spadek odpływu notowany jest jedynie w Tatrach oraz w wyżej wyniesionych partiach Beskidów, gdzie występują już opady śnieżne.

W styczniu zaznacza się ogólny spadek wielkości odpływu. Potoki spływające z południowych stoków Tatr, orawskie a także niektóre zachodniobeskidzkie osiągają swoje minimum. Odpływ w części zachodniej spada do połowy przeciętnej, w części wschodniej jest wyższy, nigdzie jednak nie przekracza przeciętnej wartości.

W lutym minimum wykazują potoki tatrzańskie, a pod ich wpływem Dunajec po Czorsztyn. Wielkość odpływu jest mniejsza od połowy



Tabela 10.

Współczynniki przepływów

Rzeka — stacja wodowskazowa	Powierzchnia dorzecza km <sup>2</sup>	Okres obserwacji	XI	XII	I
Olza — Ropice	384	1951-1960	0,76	0,83	0,65
Wisła — Skoczów	295	1956-1965	0,52	0,66	0,51
Iłownica — Czechowice	206	1956-1965	0,71	0,82	0,72
Soła — Żywiec	780	1956-1965	0,60	0,69	0,39
Kysuca — Czadca	484	1951-1960	0,69	1,05	0,58
Skawa — Wadowice	839	1951-1960	0,75	0,78	0,85
Raba — Stróża	642	1956-1965	0,56	0,74	0,57
Raba — Proszówki	1465	1951-1960	0,74	0,60	0,62
Biała Orawa — Lokca	360	1951-1960	0,70	0,79	0,54
Dunajec — Nowy Targ	706	1951-1960	0,71	0,62	0,44
Dunajec — Czorsztyn	1141	1951-1960	0,66	0,66	0,47
Dunajec — Krościenko	1598	1951-1960	0,64	0,66	0,51
Dunajec — Nowy Sącz	4360	1951-1960	0,58	0,61	0,45
Poprad — Matejowce	311	1951-1960	0,65	0,64	0,55
Poprad — Stary Sącz	2073	1951-1960	0,68	0,66	0,55
Bela — Szczyrbskie Jezioro	93	1951-1960	0,62	0,52	0,45
Czarny Wag — Czarny Wag	243	1951-1960	0,73	0,72	0,52
Wag — Liptowski Mikulasz	1106	1951-1960	0,67	0,68	0,47
Wag — Puchov	7912	1951-1960	0,93	0,80	0,76
Biała — Koszyce Wielkie	871	1951-1960	0,76	0,74	0,79
Wisłoka — Żółków	581	1951-1960	0,77	0,85	0,75
Wisłoka — Mielec	3921	1951-1960	0,76	0,85	0,79
Ropa — Kłęczany	482	1951-1960	0,77	0,90	0,71
Jasiołka — Jedlicze	344	1951-1960	0,83	1,10	0,68
Wisłok — Krosno	584	1951-1960	0,79	1,08	0,74
Wisłok — Żarnowa	1420	1951-1960	0,75	1,02	0,77
San — Lesko	1605	1951-1960	0,66	1,02	0,67
San — Przemyśl	3663	1951-1960	0,71	1,03	0,75
Wiar — Krówniki	791	1951-1960	0,56	0,99	0,80
Torysa — Koszyckie Olszany	1298	1951-1960	0,74	0,82	0,71
Topla — Hanuszowce	1050	1951-1960	0,77	0,88	0,83
Ondawa — Trepec	788	1951-1960	0,86	1,18	0,80
Laborec — Michałowce	1407	1951-1960	0,78	1,33	1,10

wy przeciętnej wartości. Poza Tatrami notowany jest wzrost odpływu, mniejszy w części zachodniej — poniżej średniej wartości, większy na wschodzie począwszy od Beskidu Sądeckiego, gdzie ją znacznie przekracza.

W marcu ma miejsce ogólny znaczny wzrost odpływu. Z wyjątkiem potoków tatrzańskich wszystkie rzeki wykazują współczynnik przepływów 1-2.

W kwietniu notowany jest dalszy ogólny wzrost odpływu. Najwyższy osiągają potoki odwadniające południowe stoki Beskidów Morawsko-Ślą-

miesięcznych rzek karpackich  $\left(\frac{Q_m}{Q_r}\right)$

II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0,85	1,31	1,73	1,24	1,21	1,73	0,73	0,40	0,58
0,57	1,26	1,71	1,22	1,72	2,76	0,74	0,64	0,61
0,79	1,46	1,25	1,12	1,37	1,32	0,62	0,78	1,01
0,47	1,27	1,94	1,13	1,53	2,02	0,70	0,54	0,64
0,99	1,60	2,01	1,01	0,90	1,44	0,66	0,47	0,57
0,99	1,15	1,47	1,02	1,32	1,50	0,81	0,63	9,72
0,66	1,48	1,94	1,04	1,54	1,65	0,83	0,51	0,50
0,74	1,26	1,87	1,07	1,15	1,86	1,08	0,50	0,53
0,82	1,45	2,24	1,28	0,94	1,28	0,72	0,59	0,71
0,42	0,96	1,48	1,52	1,59	1,72	1,22	0,63	0,63
0,47	0,95	1,59	1,56	1,60	1,58	1,18	0,63	0,65
0,56	0,97	1,59	1,53	1,48	1,56	1,20	0,65	0,63
0,62	1,01	1,68	1,28	1,53	1,76	1,18	0,60	0,57
0,59	0,88	1,25	1,61	1,80	1,59	1,10	0,71	0,65
0,68	1,16	1,22	1,30	1,44	1,62	1,10	0,59	0,55
0,39	0,42	1,08	2,62	1,23	1,21	0,78	0,56	0,69
0,56	0,84	1,64	2,00	1,30	1,37	1,02	0,62	0,63
0,53	0,83	1,54	2,10	1,52	1,42	0,94	0,65	0,66
0,78	1,45	1,78	1,29	0,96	0,89	0,91	0,73	0,77
0,94	1,48	1,82	1,22	0,91	1,45	0,93	0,48	0,48
1,13	1,68	2,30	1,03	0,76	0,90	0,83	0,43	0,55
1,26	1,92	1,92	1,06	0,85	1,02	0,77	0,39	0,48
1,12	1,44	1,83	1,14	1,07	1,21	0,86	0,46	0,52
1,08	1,62	2,04	1,03	0,90	0,93	0,71	0,45	0,65
1,30	1,79	2,09	0,83	0,70	0,81	0,88	0,41	0,63
1,30	1,74	2,14	0,90	0,74	0,85	0,81	0,41	0,54
1,03	1,38	2,17	1,32	0,91	0,85	0,71	0,55	0,74
1,04	1,48	2,16	1,17	0,90	0,81	0,75	0,55	0,71
1,14	1,53	2,44	0,98	0,87	0,81	0,92	0,38	0,58
0,80	1,59	1,82	1,14	1,20	1,30	0,97	0,50	0,43
1,12	1,74	1,84	1,07	0,97	1,05	0,81	0,44	0,49
1,47	1,99	1,75	0,87	0,78	0,93	0,62	0,33	0,46
1,63	1,88	1,77	0,95	0,62	0,61	0,44	0,33	0,56

skich i Beskidu Żywieckiego oraz potoki zabierające wody z Pogórza Wielickiego a pod ich wpływem także Raba. Najwyższy współczynnik 2,0-2,5 wykazują rzeki wschodnie, począwszy od Białej Dunajcowej, na rzekach zachodnich nie przekracza 2.

W maju najwyższy odpływ osiągają potoki zachodniotatrańskie, reglowe oraz dopływy Wagu i Popradu płynące z południowych stoków Tatr. Wszystkie inne rzeki wykazują znacznie mniejszy odpływ niż w kwietniu. Wzrost notowany jest tylko na Dunajcu po Czorsztyń pod

wpływem potoków tatrzańskich. Spadek odpływu zaznacza się w części wschodniej, gdzie zbliża się do wartości średnich. Tak więc spływ roztopowy, następnie roztopowo-opadowy ma miejsce począwszy od lutego do kwietnia, a w Tatrach od marca do czerwca.

Odpływ w czerwcu, z wyjątkiem potoków tatrzańskich a pod ich wpływem Dunajca (po Czorsztyn), wykazuje tendencję zniżkową, wyraźniej zaakcentowaną w części wschodniej. Na zachodzie wartość współczynnika przepływu miesięcznego dochodzi do 2, a na wschodzie z wyjątkiem Ropy kształtuje się poniżej 1.

W lipcu na większości obszaru Karpat Polskich notowany jest wzrost odpływu wywołany letnimi opadami, często ulewnymi. Szczególnie duży jest w Beskidzie Żywieckim (2,1). Spadek wielkości odpływu wykazuje jedynie górny Poprad i potoki tatrzańskie, w dorzeczach których maksimum opadowe przesuwa się na czerwiec. Na Podhalu i w Beskidach w lipcu występuje najwyższy odpływ miesięczny, podobnie jak na rzekach pogórskich w części zachodniej i na Popradzie na terenie Beskidów. Zmniejszenie odpływu wykazują natomiast rzeki części wschodniej (Beskidu Niskiego, Dołów Jasielsko-Sanockich, Pogórza Strzyżowskiego i Dynowskiego) oraz Bieszczadów. Wpływają na to wyższe temperatury powietrza i wzrost strat na parowanie, jak również wygasanie intensywności opadów w tej części Karpat. Odpływ osiąga tu zaledwie 0,8 przeciętnej wartości.

W sierpniu ma miejsce ogólne zmniejszenie odpływu. Rzeki Karpat Słowackich osiągają swoje minimum. W poszczególnych przypadkach współczynnik przepływu spada do 0,2. Lekki wzrost odpływu wykazuje jedynie Wisłok w Beskidzie Niskim oraz Wiar. Odpływ w sierpniu jest mniejszy od przeciętnego, wyższe wartości notowane są w Tatrach.

We wrześniu na większości rzek Karpat fliszowych występuje minimum. Wyższe wartości odpływu wykazują potoki tatrzańskie, charakteryzujące się minimum zimowym. Znaczne ilości wody dostarczane przez potoki tatrzańskie wpływają korzystnie na kształtowanie się przepływów Dunajca i Popradu w tym okresie. Minimalne przepływy występują wcześniej na wschodzie i stopniowo przesuwiają się na obszar zachodni.

W październiku obserwowany jest niewielki wzrost przepływu, związany ze wzmożonymi opadami jesiennymi. Odpływ w październiku osiąga 0,5-0,8 wartości przeciętnych. Najwyższy jest na obszarze Beskidu Niskiego i Bieszczadów. Zmniejszenie odpływu notowane jest jedynie w obszarze tatrzańskim oraz w Pieninach.

Wielkość współczynnika przepływów miesięcznych rzek karpaccich waha się od 0,33 do 2,44.

## USTRÓJ RZEK KARPACKICH

Znajomość stosunków odpływu, a zwłaszcza jego przebiegu w ciągu roku, pozwala na określenie ustroju rzek karpackich. Podstawą klasyfikacji jest rytm zmian przepływów uzależniony od wielkości i rodzaju opadów, stosunków termicznych oraz retencji podłoża określających sposób zasilania rzek.

Istniejące klasyfikacje ustrojów rzecznych nawiązują w dużej mierze do podziału klimatycznego A. Pencka, zaadoptowanego dla potrzeb hydrografii przez wprowadzenie w miejsce elementów bilansu wodnego sposobu zasilania rzek bądź też innych elementów ustroju, jak: wielkość odpływu, stopień wyrównania przepływów, ich zmienność, występowanie powodzi i niżówek. Większość podziałów zachowuje też terminologię Pencka. Najpełniejszą klasyfikację ustrojów rzecznych daje M. Pardé [1957, 1964a,b], który wyróżnia czynniki określające ustrój rzek, rozumiejąc przez nie zespół warunków środowiska geograficznego oraz elementy ustroju rzecznego, a wśród nich:

1 — wielkość odpływu, wyrażoną przez średni roczny przepływ oraz odpływ jednostkowy; 2 — zmienność odpływu określoną współczynnikiem przepływów miesięcznych; 3 — stopień wyrównania rzek wyrażony stosunkiem przepływów charakterystycznych o określonym czasie trwania do średniego przepływu z wielolecia (modułu); 4 — występowanie niżówek i wielkość przepływów minimalnych; 5 — występowanie powodzi oraz wielkość przepływów maksymalnych.

Elementy 1,2,4,5 w odniesieniu do rzek karpackich zostały scharakteryzowane w poprzednich rozdziałach. Tabela 11 przedstawia stopień wyrównania przepływów rzek o ustroju określonym przez Pardego oraz rzek karpackich według autorki. Nieregularność przepływów rzek karpackich przedstawia tab. 4. Cechy ustroju rzek karpackich zostały ponadto zestawione w tab. 12.

Klasyfikacje ustrojów rzek karpackich mieszczące się zazwyczaj w ramach ogólnych podziałów przyjmują za punkt wyjścia system zasilania rzek i przebieg odpływu w ciągu roku [M. Pardé 1957, K. Dębski 1970, O. Dub 1954, J. Ujvári 1959 w oparciu o podział M. J. Lwowicza, Z. Ziemońska 1965, 1966]. W ostatnich opracowaniach J. Ujvári [1967, 1968] akcentuje powiązanie wielkości i przebiegu odpływu z wy-

Tabela 11. Stosunek przepływów charakterystycznych okresowych do przepływu średniego

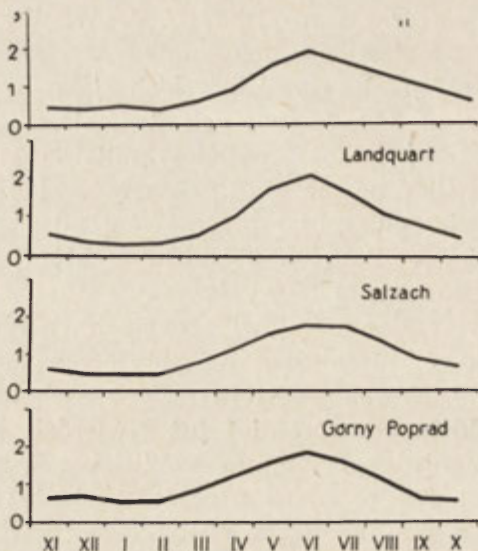
Rzeki o ustroju:	$\frac{Q(365)}{Q}$	$\frac{Q(330)}{Q}$	$\frac{Q(270)}{Q}$	$\frac{Q(180)}{Q}$	$\frac{Q(90)}{Q}$	$\frac{Q(30)}{Q}$	$\frac{Q(10)}{Q}$
Lodowcowym	0,04-0,15	0,05-0,18	0,09-0,25	0,25-0,50	1,55-1,75	2,75-3,25	3,80-4,50
Śnieżnym górskim	0,15-0,25	0,20-0,30	0,25-0,40	0,55-0,65	1,30-1,45	2,30-2,80	3,00-3,70
Śnieżnym górskim przejściowym	0,15-0,30	0,18-0,35	0,35-0,50	0,65-0,75	1,25-1,45	2,10-2,50	2,50-3,00
Śnieżno-deszczowym oceanicznym	0,12-0,20	0,20-0,30	0,25-0,40	0,60-0,75	1,20-1,35	2,10-2,50	3,80-4,20
Deszczowo-śnieżnym oceanicznym	0,08-0,16	0,15-0,25	0,30-0,40	0,60-0,80	1,20-1,35	2,00-2,40	3,50-3,50
Deszczowym oceanicznym	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,45	0,68-0,75	1,20-1,35	2,10-2,50	3,00-3,50
Rzeki karpackie: tatrzańskie	0,13-0,26	0,25-0,46	0,40-0,60	0,60-0,80	1,10-1,20	1,80-2,40	3,00-3,60
Beskidu Śląskiego i Żywieckiego	0,07-0,10	0,12-0,20	0,25-0,35	0,45-0,60	1,00-1,15	2,10-2,70	4,30-5,20
Beskidu Sądeckiego	0,10-0,20	0,25-0,35	0,35-0,45	0,60-0,75	1,00-1,20	1,90-2,30	4,00-5,00
Beskidu Niskiego	0,02-0,06	0,10-0,16	0,20-0,34	0,40-0,62	0,80-1,20	2,10-2,60	4,00-4,80
Bieszczadów	0,02-0,10	0,15-0,21	0,30-0,35	0,50-0,60	0,90-1,10	2,30-2,80	4,30-5,80
Pogórza Wielickiego i Śląskiego	0,07-0,10	0,15-0,35	0,30-0,40	0,40-0,70	0,90-1,20	1,90-2,20	3,80-5,00

sokością, podobnie jak szkoła rosyjska [L. A. Władimirow 1960, 1962]. O. Dub [1957] na podstawie współczynnika wyrównania przepływów charakteryzuje ustrój rzek wysokogórskich jako wyrównany (wielkość współczynnika 1,5-3,0), pozostałych rzek słowackich jako umiarkowanie wyrównany (wielkość współczynnika 3-6) i niewyrównany (wielkość współczynnika ponad 6). I. Dynowska [1971], opierając się na współczynniku nieregularności przepływów miesięcznych, przyjmuje podobną klasyfikację dla rzek polskich, w której ustrój rzek karpackich został określony jako niewyrównany.

Wszystkie klasyfikacje ustrojów rzecznych, zarówno ogólne jak i bardziej szczegółowe, niezależnie od przyjętych kryteriów podziału są zgodne co do zróżnicowania ustroju rzek w zachodniej i wschodniej części Karpat Polskich, co wcześniej już stwierdził E. Romer [1911], ustalając granicę pomiędzy Dunajcem a Wisłoką. W następnych ogólnych podziałach granica ta bywa przesunięta bądź dalej na zachód, obejmując wschodnią część Pogórza Wielickiego [R. Keller 1968], bądź na wschód [F. Grimm 1968]. Istnieje natomiast duża rozbieżność zdań co do sposobu zasilania rzek karpackich. K. Dębski, [M. Pardé 1967] określa początkowo ustrój rzek karpackich jako deszczowo-śnieżny, następnie jako śnieżno-deszczowy typu tatrzańskiego [K. Dębski 1970]. Z. Ziemońska [1965, 1966], wprowadzając element zasilania podziemnego, określa ustrój potoków tatrzańskich płynących z obszaru krystalicznego jako śnieżno-deszczowo-gruntowy, tatrzańskich potoków krasowych jako gruntowo-śnieżno-deszczowy, a beskidzkich i pogórskich jako deszczowo-śnieżno-gruntowy. Pod ich wpływem kształtuje się złożony ustrój większych rzek karpackich. R. Keller [1968] określa ustrój rzek zachodniej części Karpat oraz Bieszczadów jako śnieżno-deszczowy, rzek wschodniej części jako deszczowo-śnieżny. F. Grimm [1968] dla rzek całego obszaru Karpat Polskich przyjmuje zasilanie śnieżno-deszczowe. I. Dynowska [1971] określa je jako deszczowo-gruntowo-śnieżne, a tatrzańskich jako gruntowo-deszczowo-śnieżne. Badacze rumuńscy są zgodni co do śnieżno-deszczowego systemu zasilania rzek płynących z terenów wysokogórskich oraz deszczowo-śnieżnego — płynących z niżej wzniesionych obszarów Karpat Wschodnich i Południowych [*Monografia geogr.* 1960] oraz Karpat Słowackich [J. Ujvári 1967].

Ta rozbieżność zdań w kwestii zasilania rzek karpackich jest dowodem małej dokładności jak też przydatności stosowanych, przeważnie graficznych, metod podziału odpływu.

Autorka wychodzi z założenia, że rzeki płynące z obszarów górskich, gdzie ilość dni w roku z opadem śnieżnym przekracza 50% i pokrywa śnieżna zalega dłużej niż 180 dni, a średnie roczne temperatury powietrza nie przekraczają 2°C, muszą wykazywać znaczny, o ile nie domi-



Ryc. 14. Współczynnik przepływów miesięcznych rzek wysokogórskich o ustroju śnieżnym

Mean monthly coefficient of discharge of high mountain streams with nival regime

nujący, udział zasilania śnieżnego. Niskie temperatury zmniejszają w znacznym stopniu straty na parowanie w okresie spływu roztopowego, które wyraźnie wzrastają podczas letniego spływu deszczowego. Takie warunki panują w obrębie klimatycznych pięter zimnych oraz piętra bardzo chłodnego i górnych części piętra chłodnego, tj. na obszarze Tatr oraz w najwyższych partiach Beskidów, gdzie jednak zajmują niewielkie powierzchnie. Obliczone przez autorkę sumy opadów śnieżnych dla stacji Ornak w Tatrach Zachodnich, położonej na wysokości 1110 m n.p.m., w dziesięcioleciu 1951-1960 dochodziły do 924 mm w roku kalendarzowym i do 805 mm w roku hydrologicznym. Sumy te wzrastają z wysokością i wymownie świadczą o roli retencji śnieżnej. Współczynnik uśnieżenia wahał się od 22 do 54%. Maksymalne zasoby wody w pokrywie śnieżnej, notowane przez dr M. Kłapową na Hali Gąsienicowej dochodziły w okresie wiosennym do 720 mm. Tak duże opady śnieżne nie mogą pozostać bez wpływu na kształtowanie się ustroju rzek tatrzańskich. Zasilanie gruntowe odgrywa dużą rolę w obszarze krasowym Tatr, tj. głównie w Tatrach Zachodnich, mniejszą w morenowym a niewielką w krystalicznym, w którym ma charakter okresowy. Zanika ono w okresie zimowym wskutek przemarzania wód krążących w uszczelnionej, przypowierzchniowej strefie skał krystalicznych, a także wskutek wyczerpywania niedużych zasobów wodnych. Zjawisko to notowane jest

powyżej 1600 m n.p.m. w Tatrach Zachodnich i 1600-1800 m n.p.m. w Tatrach Wysokich. I. Gieysztor [1961] oblicza wielkość zasilania podziemnego w dorzeczu Białki Tatrzańskiej na 65,5<sup>0</sup>%, w sumie tej jednak mieści się również zasilanie jeziernie, które nie zostało wydzielone.

Analiza elementów ustroju rzek karpackich, zwłaszcza przebiegu odpływu, stosunku przepływów charakterystycznych do modułu oraz porównanie ich z cechami rzek alpejskich wykazuje, że potoki tatrzańskie cechują właściwości ustrojów śnieżnych (ryc. 14, 15, tab. 11). Wykres miesięcznych współczynników przepływu świadczy o bezpośrednim przejściu okresu spływu roztopowego przeciągającego się do maja, a w Tatrach Wysokich do czerwca, w roztopowo-deszczowy a następnie deszczowy okresu letniego bez rozdzielania kolejnych faz spływu. I to jest cecha charakterystyczna rzek o ustroju śnieżnym. Zaznacza się różnica pomiędzy potokami Tatr Zachodnich i Wysokich w występowaniu maksymalnego odpływu miesięcznego, uwarunkowana występowaniem piętra zimnego ograniczonego do Tatr Wysokich. Maksymalny odpływ przypada w Tatrach Wysokich w czerwcu, a w Tatrach Zachodnich w maju. Odpływ w maju w niewielkim stopniu przewyższa odpływ w lipcu i w sierpniu na terenie Tatr Wysokich, w znacznie większym zaś — w Tatrach Zachodnich. Na całym terenie występuje minimum zimowe od stycznia do marca, a niżówka zimowa kształtuje się w wyniku przedłużania i pogłębiania niżówki późnojesiennej. Potoki tatrzańskie płynące z obszarów należących do zimnego, umiarkowanie zimnego i bardzo chłodnego piętra klimatycznego, wznoszących się powyżej 1500 m n.p.m., o średnich rocznych temperaturach powietrza nie przekraczających 0°C, mają ustrój śnieżny górski z maksymalnym odpływem w czerwcu. Ten typ ustroju występuje głównie w Tatrach Wysokich, a jego wpływ zaznacza się na przebiegu odpływu głównych potoków (Białka, górny Poprad), zasilanych również przez potoki płynące z terenów niżej położonych w zasięgu chłodnego i umiarkowanie chłodnego piętra klimatycznego. Potoki płynące z tych pięter, tj. pozostałe potoki tatrzańskie, wykazują ustrój śnieżny górski w formie złagodzonej (umiarkowanie śnieżny), wyrażający się maksymalnym odpływem w maju. Są to głównie potoki Tatr Zachodnich, zarówno z terenów krystalicznych o śnieżno-deszczowo-gruntowym systemie zasilania, jak i z krasowych — o gruntowo-śnieżno-deszczowym. Przebieg odpływu jest w obydwu przypadkach podobny w rozkładzie czasowym, potoki krasowe mają jednak bardziej wyrównane przepływy. Podobnym ustrojem umiarkowanie śnieżnym charakteryzują się potoki alpejskie, których zlewnie nie przekraczają 3000 m wysokości, jak również potoki płynące z pozostałych wysokogórskich obszarów Karpat r.p. Munții Bucegi (ryc. 15). Rzeki karpackie charakteryzują się w porów-



Tabela 12. Cechy ustroju

Rzeki	Piętra klimatyczne	Sposób zasilania	Współczynnik odpływu	Odpływ jednostkowy l/s/km <sup>2</sup>	Maksymalny odpływ miesięczny
Tatrzańskie obszar krystaliczny	zimne, umiarkowanie zimne, bardzo chłodne, chłodne	śnieżno-deszczowo-gruntowy	> 0,70	30	VI > V, VII V > VI, VII
obszar krasowy	bardzo chłodne, chłodne, umiarkowanie chłodne	gruntowo-śnieżno-deszczowy	> 0,80	40	V > VI, VII
Podhalańskie	chłodne, umiarkowanie chłodne, umiarkowanie ciepłe	deszczowo-śnieżno-gruntowy	0,50-0,60	14-16	IV
	klimat kotlin	deszczowo-gruntowo-śnieżny	0,50		IV
Beskidzkie zachodnie średnie góry	chłodne, umiarkowanie chłodne	zmienny, śnieżno-deszczowo-gruntowy lub deszczowo-śnieżno-gruntowy	0,55-0,65	18-25	VII
niskie góry	umiarkowanie chłodne, umiarkowanie ciepłe	deszczowo-śnieżno-gruntowy	0,45-0,55	14-17	VII, IV
wschodnie niskie góry	umiarkowanie chłodne, umiarkowanie ciepłe	deszczowo-śnieżno-gruntowy	0,35-0,45	10-14	IV
Pogórskie zachodnie wschodnie	umiarkowanie ciepłe	deszczowo-śnieżno-gruntowy	0,35-0,40 0,30-0,40	9-16 7-9	VII, III IV, III

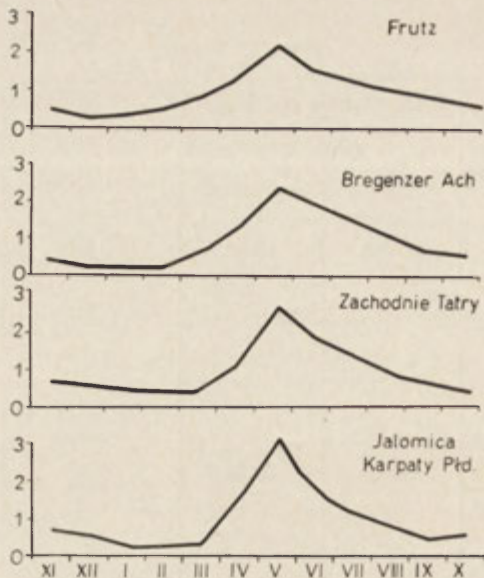
naniu z alpejskimi znacznie mniejszym stopniem wyrównania, postępującym w kierunku wschodnim.

Cechy ustroju śnieżno-deszczowego mogą wykazywać potoki płynące z obszaru reglowego Tatr oraz z najwyższych partii Beskidów (Pasma Babiogórskiego, Gorców, Jaworzyny Krynickiej), brak jest jednak szczegółowych systematycznych obserwacji w tym zakresie.

Pozostałe rzeki karpackie, zarówno podhalańskie jak i bes-

Maksimum	Minimalny odpływ miesięczny	Współczynnik nieregularności przepływów		$k_1 = \frac{Q_{\max Z}}{Q_{\max L}}$	$k_2 = \frac{Q_{\min Z}}{Q_{\min L}}$	$\frac{Q}{Q(180)}$
		rocznych	miesięcznych			
VI, VII VI, VII	III II	1,7-2,5	10-30	0,30	0,70	1,2-1,7
VI, VII	II					
VII	I, IX	2,0-3,0	40-50			około 1,7
VII	I, IX		brak danych			
VII	IX, X	2,0-3,0	30-55			1,3-2,2
				0,25-0,60	0,70-0,90	
VII	IX, X	2,0-3,0	25-40			1,4-1,7
V, VII	IX, X	1,7-3,5	50-75	0,80-1,30	0,90-1,30	1,6-2,5
VII	IX	2,5-3,5	50-70	0,25-0,50	1,40-2,50	1,4-2,5
III, VII	IX	2,5-3,5	70-90	1,30	1,30	1,4-2,5

kidzkie, a także pogórskie, odwadniające obszary leżące w zasięgu dolnych partii piętra umiarkowanie chłodnego oraz umiarkowanie ciepłego, o średnich rocznych temperaturach powietrza powyżej 2°C i opadach śnieżnych wynoszących 15-25% ogólnej ich sumy mają ustrój deszczowo-śnieżny nieco odmienny od typu oceanicznego. Pozwala to na wyróżnienie karpackiej odmiany ustroju deszczowo-śnieżnego. Różnice w przebiegu odpływu są podstawą wydzielenia dwu podtypów — zachodniego i wschodniego. Na całym obszarze zaznacza się wyraźna dwu-

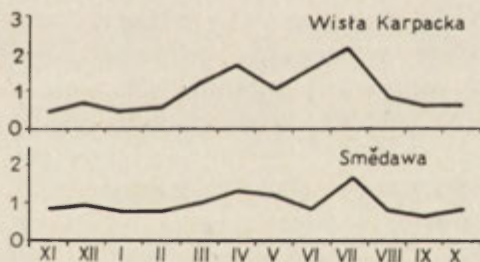


Ryc. 15. Współczynnik przepływów miesięcznych rzek wysokogórskich o ustroju umiarkowanie śnieżnym

Mean monthly coefficient of discharge of high mountain streams with temperate nival regime

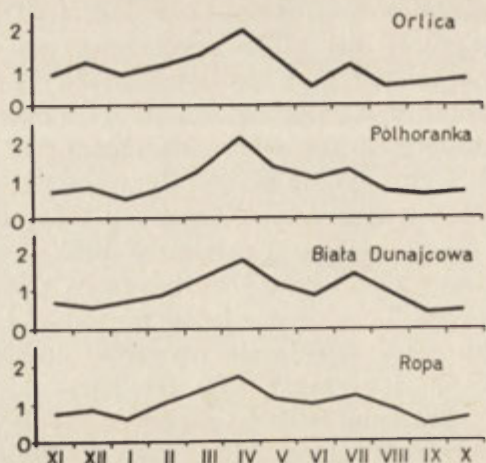
dzielność pomiędzy fazami spływu roztopowego bądź roztopowo-deszczowego na wiosnę oraz deszczowego w lecie, przedzielonych okresem obniżonych stanów wody, często niżówek. Również na całym obszarze maxima maximorum notowane są w lecie pod wpływem opadów. Rzeki zachodnie beskidzkie charakteryzują się wyraźnie zaakcentowanym odpływem letnim z maksimum i powodzią w miesiącach letnich (lipcu). Drugorzędne maksimum wiosenne roztopowo-opadowe ze względu na przedłużony okres zanikania pokrywy śnieżnej ustępuje wielkością letniemu. Niżówki występują jesienią a w wyżej wzniesionych obszarach również w zimie. Rzeki części wschodniej, płynące z obszaru Beskidu Niskiego oraz pogórza, wykazują maksymalny spływ roztopowo-opadowy w kwietniu. Odpływ letni powodowany opadami jest znacznie słabiej zaznaczony niż w części zachodniej, a powódzie letnie mają tu znacznie mniejszą częstotliwość, co wiąże się z wygasaniem opadów frontalnych w kierunku wschodnim. Mimo dużego odpływu roztopowo-opadowego rzeki te wykazują ustrój deszczowo-śnieżny, gdyż udział opadów stałych w ogólnym odpływie, jakkolwiek bardzo zaakcentowany, jest mniejszy od deszczowych. Rzeki płyną w większości z piętra umiarkowanie ciepłego, gdzie ilość opadów śnieżnych nie przekracza 15-25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a z reguły bywa mniejsza. Ponadto obszar ten w porównaniu z zachodnim jest znacznie upośledzony pod względem uśnieżenia, ilości opadów stałych jak i długości okresu występowania pokrywy śnieżnej

oraz jej miąższości. Mimo wzrastającego w kierunku wschodnim stopnia kontynentalizmu i surowości klimatu występują tu stosunkowo wysokie średnie roczne temperatury powietrza a to ze względu na małe wzniesienie obszaru i przynależność do piętra umiarkowanie ciepłego, a w mniejszym stopniu do umiarkowanie chłodnego. Bilans promieniowania słonecznego wykazuje na wschodzie wzrost sum promieniowania o 5 kcal/cm<sup>2</sup> [M. Mackiewicz vide A. Schmuck 1959], a w efekcie wzrost parowania zwłaszcza w miesiącach letnich. Brak jest jednak bardziej szczegółowych opracowań dotyczących stosunków opadowych i termicznych tej części Karpat. Różnice pomiędzy zachodnią i wschodnią częścią wynikają nie tylko z nakładania się wpływów oceanicznych, jak również kontynentalnych, lecz także mas powietrza z południa, których wnikanie ułatwia obniżenie Beskidu Niskiego. Wpływ ten wyraża się zwiększeniem odpływu w miesiącach zimowych wskutek odwilży śródzimowych. Typ kontynentalny występujący dalej na wschodzie (karpacie dorzecze Seretu) odznacza się wyraźnym zmniejszeniem odpływu w zimie pod wpływem surowego klimatu kontynentalnego. Dlatego obszar ten można uznać za przejściowy pomiędzy bardziej oceanicznym na zachodzie i kontynentalnym na wschodzie. Rzeki pogórskie zarówno w części wschodniej, jak i zachodniej, w porównaniu z beskidzkimi mają mniejszy odpływ, a także mniejszy współczynnik odpływu, jak również wcześniejszy spływ roztopowy, którego kulminacja przypada na marzec. Rzeki zachodnie wykazują maksimum letnie, rzeki wschodnie — wiosenne. Rzeki zachodnie charakteryzują się również większym spływem, odpływem oraz współczynnikiem odpływu niż wschodnie.



Ryc. 16. Współczynnik przepływów miesięcznych w eksponowanych na północ-zachód dorzeczach rzek sudeckich i karpackich o ustroju deszczowo-śnieżnym  
 Mean monthly coefficient of discharge of north-west exposed riverbasins of the Sudeten and Carpathians with pluvio-nival régime

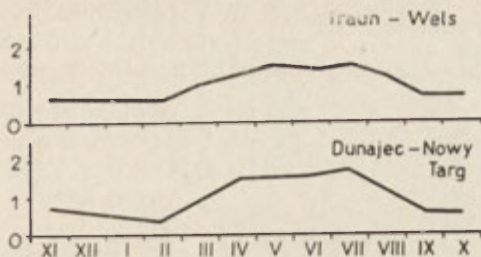
Przebieg odpływu, a tym samym ustrój rzek zachodnich, jest podobny do tego, jaki mają rzeki zachodniosudeckie odwadniające nawietrzne stoki Karkonoszy i Gór Izerskich (ryc. 16). Ustrój rzek części wschodniej przypomina ustrój rzek spływających z Sudetów Środkowych (Orlica) oraz z południowych stoków Karpat Zachodnich, z wy-



Ryc. 17. Współczynnik przepływów miesięcznych w pozostających w cieniu opadowym dorzeczach rzek sudeckich i karpaccich o ustroju deszczowo-śnieżnym  
 Mean monthly coefficient of discharge of the Sudetic and Carpathian rivers whose basins be in rain-shadow and régime is pluvio-nival

jątkiem obszarów wysokogórskich (ryc. 17 i 19). Dowodzi to wpływu ukształtowania, a zwłaszcza wysokości i ekspozycji (nawietrzności, zacienienia), na stosunki klimatyczne (opadowe, termiczne) oraz pozostające pod ich bezpośrednim wpływem stosunki wodne, odpływ i ustrój rzek. W zachodniej części Karpat przeważa zasilanie z obszaru beskidzkiego, natomiast we wschodniej z pogórskiego. Większe rzeki karpaccie zasilane zarówno przez dopływy beskidzkie, jak i pogórskie, wykazują ustrój złożony, wypadkowy z nakładania się ich hydrologicznych wpływów. Wisła karpacka jest zasilana w 90% z obszaru beskidzkiego. Wpływ pogórza zaznacza się w mniejszym stopniu. Wyraża się on zmniejszeniem odpływu jednostkowego oraz wcześniejszym spływem roztopowym na północy. Wisła charakteryzuje się maksimum lipcowym, drugorzędym kwietniowym, a także niżówką jesienną (X) w części pogórskiej i zimową (I) w beskidzkiej.

Soła jest najbardziej beskidzką rzeką Karpat Zachodnich. Charakteryzują ją gwałtowne wahania stanów wody i przepływów. Zarówno maksimum, jak i najwyższy odpływ miesięczny notowane są w lipcu. Spływ roztopowo-opadowy osiąga najwyższe wartości w kwietniu, w niżej położonych częściach dorzecza przesuwają się na marzec. Niżówki wykazują podobny przebieg jak w dorzeczu Wisły. Skawa zasilana jest przez Skawicę z obszaru Beskidu Żywieckiego, a w przeważającej mierze z pozostającego w cieniu opadowym Beskidu Średniego i z pogórza. Różny przebieg roztopów na tym terenie jak również zasłonięcie obszaru wpływają na wyrównanie stanów wody i przepływów Skawy w porównaniu z Sołą lub Rabą. Cięż opadowy wyraża się

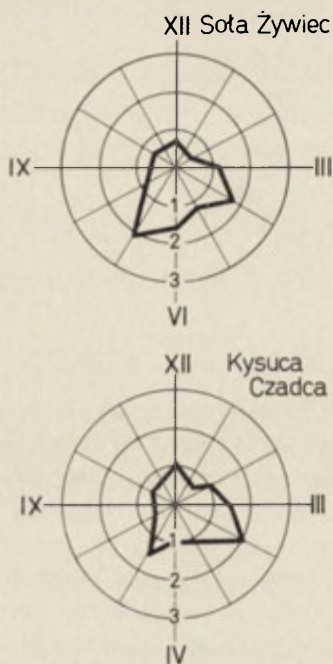


Ryc. 18. Współczynnik przepływów miesięcznych Dunajca w Nowym Targu i Wels w Traun

Mean monthly coefficient of discharge of the Dunajec in the profile Nowy Targ and of the Traun in the profile Wels

również zmniejszeniem wielkości odpływu jednostkowego na terenie Beskidu Średniego, natomiast otwarcie doliny ku zachodowi pozwala na zachowanie tej samej wartości odpływu jednostkowego w odcinku pogórskim. Maksima występują podobnie jak w sąsiednich dorzeczach w lipcu, natomiast niżówka nieco wcześniej, często już we wrześniu. W Beskidzie Średnim zaznacza się również niewielki wzrost odpływu w miesiącach zimowych, spadek natomiast w obszarze źródłowym. Skawa przebiegiem odpływu przypomina nieco rzeki zachodniej części Beskidu Niskiego (Ropę), Raba, której dolina eksponowana jest w kierunku północo-wschodnim, wykazuje z biegiem zmniejszenie odpływu jednostkowego oraz większe wahania przepływów w porównaniu ze Skawą. Maksima, podobnie jak w całej zachodniej części Karpat, notowane są w lipcu. Niżówka na obszarze pogórza występuje we wrześniu, podczas gdy w Beskidach przesuwa się na październik lub listopad. Wcześniej także bo już w grudniu, w dolnym biegu pojawia się niżówka zimowa, w górnym natomiast przesuwa się na styczeń.

Najbardziej złożony ustrój ma Dunajec zasilany zarówno przez dopływy z obszarów wysokogórskich, średniogórskich, jak i pogórskich. Pod wpływem potoków tatrzańskich wykazuje on aż do Nowego Sącza głęboką niżówkę zimową. Spływ wód roztopowych a następnie roztopowo-opadowych trwa od marca do czerwca (z kulminacją w maju) i przechodzi bezpośrednio w maksimum czerwcowe. Wcześniejszy spływ wód roztopowych ma miejsce na Podhalu, co powoduje jego przedłużenie i złagodzenie. Wezbrania wiosenne nie przeradzają się w powódzie, które notowane są w okresie letnim, lipcu lub czerwcu. W Kotlinie Sądeckiej zaznacza się wpływ Popradu odwadniającego w swym górnym biegu południowe stoki Tatr. Jego wezbrania i powódzie przypadają na wiosnę, rzadziej na lato. Pod wpływem Popradu, a także dopływów beskidzkich, zaznacza się na Dunajcu rozdzielenie maksimum wiosennego roztopowego od maksimum letniego deszczowego okresem obniżonych stanów wody, a średnie minimum przesuwa się na styczeń. Poprad wy-



Ryc. 19. Współczynnik przepływów miesięcznych rzek płynących z północnych i południowych stoków Beskidu Żywieckiego i Śląskiego.

Mean monthly coefficient of discharge of the rivers draining the northern and southern slopes of Żywiec and Silesian Beskid

kazuje niżówkę jesiennie-zimową. Dunajec w swym beskidzkim biegu ma podobny przebieg odpływu jak rzeki Traun i Enns, płynące z niezlodowaczonych obszarów Alp Austriackich (ryc. 18). Poniżej zbiornika różnowskiego stany wody są w pewnej mierze regulowane, niżówki przesuwiają się na okres jesiennieletni.

Rzeki wschodniej części wykazują mniejsze zróżnicowanie stosunków odpływu. Wezbranie wiosenne, dominujące na tym obszarze, rzadko przeradza się w powódź.

Współczynnik przepływów miesięcznych w okresie wiosennym jest mniejszy niż rzek nizinnych, lecz większy niż wyżynnych. Ma tu natomiast miejsce wyraźne pogłębienie niżówek jesiennych. W obrębie pogórza zaznacza się wcześniejszy spływ roztopowy (Wisłoka, Wisłok).

Pod przeważającym wpływem potoków karpaccy kształtuje się złożony ustrój górnej Wisły, a zwłaszcza przepływy maksymalne, które, po ujściu Dunajca, występują w lipcu, a od ujścia Wisłoki w kwietniu. Rzeki wyżynne wykazują maksymalny odpływ w marcu, rzeki karpaccy w kwietniu, co wpływa na przedłużenie wysokich stanów wody w okresie wiosennym.

Przytoczone dane upoważniają do stwierdzenia, że ustrój rzek Polskich Karpat Zachodnich jest różny w części zachodniej i wschodniej, a w ich obrębie wykazuje zróżnicowanie pionowe na typ tatrzański, odpowiadający karpaccy wysokogórskiemu, typ beskidzki reprezentujący obszar średnich i niskich gór oraz typ pogórski.

## REGIONY HYDROGRAFICZNE

Ze względu na sphywowy charakter obiegu wody (znaczny odpływ, duży i szybki sphyw, wysoki współczynnik odpływu), uwarunkowany wysokimi opadami, znacznymi nachyleniami i małą zdolnością retencyjną podłoża — rozkład odpływu w ciągu roku oraz jego przestrzenne zróżnicowanie staje się podstawowym kryterium podziału hydrograficznego tego obszaru. Przytoczone w poprzednich rozdziałach dane wykazują, że zarówno wielkość, jak i przebieg odpływu oraz związany z nim ustrój rzek są zróżnicowane poziomo w kierunku zachód-wschód jak i pionowo wraz z wysokością, tj. na obszarze wysokogórskim Tatr, średniogórskim Beskidów oraz pogórskim.

Różnica pomiędzy przebiegiem odpływu w poszczególnych porach roku, a zwłaszcza w okresie letnim (V-X) i zimowym (XI-IV), pozwala na wyróżnienie w Polskich Karpatach Zachodnich dwu dużych jednostek hydrograficznych — mezo- względnie makroregionów (ryc. 20). Są nimi:

I. **Makroregion zachodni**, o większej zasobności wodnej, obejmuje dorzecze karpackiej Wisły oraz dopływów górnej Wisły po Dunajec z Popradem włącznie. Jest to jedyny obszar w całych Karpatach o tak dużym odpływie w miesiącach letnich (VI-VIII), nie ustępującym a często przewyższającym odpływ w miesiącach wiosennych (III-V). Panuje tu również przewaga (a w obszarze pogórskim równowaga) odpływu w okresie letnim (V-X) nad odpływem w okresie zimowym (XI-IV). Powodzie występują w miesiącach letnich, wezbrania w miesiącach wiosennych.

II. **Makroregion wschodni**, o mniejszej zasobności wodnej, obejmuje karpackie dorzecza dopływów górnej Wisły na wschód od Białej Dunajcowej. Przeważa tu, podobnie jak na pozostałym obszarze Karpat, odpływ w miesiącach wiosennych (III-V), zaznacza się jednak wyraźny wzrost odpływu w miesiącach zimowych, który często, zwłaszcza na pogórzcu, przewyższa odpływ w miesiącach letnich. Również odpływ w okresie zimowym (XI-IV) jest większy niż w letnim (V-X). Występują tu często wezbrania wiosenne, rzadziej powodzie wiosenne, oraz powodzie letnie o rozmiarach większych niż wiosenne, lecz o mniejszej częstotliwości niż w makroregionie zachodnim.



Podział na podstawie kalendarzowych pór roku może budzić zastrzeżenia, tym niemniej oddaje on w dostatecznym stopniu zróżnicowanie stosunków odpływu. Istniejące próby wydzielenia hydrologicznych pór roku nie są wystarczające w odniesieniu do rzek karpackich, z których każda stanowi indywidualność. Rozwiązanie problemu jest możliwe na drodze ustalenia związku odpływu nie tylko z opadami, lecz także z temperaturami oraz bilansem promieniowania, do czego brak jest wciąż dostatecznie szczegółowych danych.

Obszary położone na pograniczu tych dwu regionów wykazują względną równowagę pomiędzy odpływem okresu letniego i zimowego (Biała Dunajcowa, Ropa).

Po słowackiej stronie Karpat tylko potoki odwadniające południowe stoki Tatr oraz Niżne Tatry, a pod ich wpływem rzeki przez nie zasilane (górną Wag, Hornad i Hnilec), wykazują przewagę odpływu w okresie letnim, w pozostałych przeważa odpływ w okresie zimowym, podobnie jak to ma miejsce we wschodniej części Polskich Karpat Zachodnich. Należy dodać, że na całym tym obszarze maxima maximum notowane są w miesiącach letnich.

Granica pomiędzy makroregionem zachodnim i wschodnim ma charakter strefowy. Przebieg odpływu zmienia się stopniowo; zmniejsza się w miesiącach letnich a wzrasta w miesiącach zimowych (tab. 10). Przewaga odpływu w miesiącach letnich jest równocześnie miarą i wyrazem oceanizacji klimatu wzrastającej zarówno w kierunku zachodnim, jak i z wysokością. Wyrazem kontynentalizmu jest wzrost odpływu w okresie miesięcy wiosennych. W makroregionie zachodnim odpływ wiosenny nie przekracza na ogół 35% (wyjątkowo osiąga 37%), w makroregionie wschodnim — 36, a w większości przypadków — 40%.

Strefowy charakter ma również granica zachodnia, gdzie dorzecze górnej Olzy pozostaje w cieniu opadowym Beskidu Śląskiego oraz pod wpływem klimatycznym obniżenia Bramy Morawskiej. Granica południowa jest bardziej wyraźna. Na odcinku Beskidów przebiega ona wzniesieniami zgodnie z europejskim działem wodnym, oddzielając eksponowane na północo-zachód stoki nawietrzne i pozostające w cieniu opadowym stoki południowe. Jest to widoczne na przykładzie rzek Beskidu Żywieckiego i Śląskiego (Soła, Kysuca z Bystrycą, Biała Orawa, ryc. 18). Nawet małe potoki odwadniające południowe stoki Babiej Góry, jak Polhoranka i Veselovsky Potok, już na odcinku źródłowym wykazują przewagę odpływu w półroczu zimowym. Na Podhalu zaznacza się wpływ rozległego obniżenia orawskiego, a w jego wyniku przesunięcie granicy w kierunku północnym, Orawa bowiem ma odmienny reżim niż sąsiadujące z nią Skawa, Raba i Dunajec, a płynące w kierunku północnym.

Zwiększony odpływ zimowy jest cechą rzek o ustroju oceanicznym lub śródziemnomorskim strefy klimatu umiarkowanego. Ma on miejsce na skutek wzmózonych opadów deszczowych w okresie jesienno-zimowym, nie jest natomiast cechą rzek typu kontynentalnego. W części wschodniej Karpat Polskich wynika ze śródzimowego spływu roztopowego, spowodowanego orograficznie uwarunkowaną cyrkulacją mas powietrza, a zwłaszcza ich napływem z południa. Jest to możliwe dzięki występowaniu rozległych poprzecznych obniżeń w łańcuchu karpackim w postaci Beskidu Niskiego, pozostających w cieniu opadowym wyżej wzniesionych masywów górskich zachodniej części Karpat. Zjawisko to zaznacza się również, lecz na mniejszą skalę, na terenie mniejszych, otwartych na południe obniżeń, jak np. w Kotlinie Orawskiej, a na większą skalę na obszarach przylegających do obniżenia Bramy Morawskiej.

Z podobnymi stosunkami spotykamy się w pozostałej części Karpat, jak również w innych systemach górskich strefy umiarkowanej — w Sudetach i Alpach.

Rzeki słowackie odwadniające południowe stoki Karpat z wyjątkiem obszaru Tatr, Niżnych Tatr oraz Wielkiej i Małej Fatry (górną Wag, Hron i Hornad), co już wyżej zaznaczono, wykazują przewagę odpływu w półroczu zimowym, wzrastającą w kierunku wschodnim, jak również południowym. Maksymalny odpływ notowany jest w okresie wiosennym (tab. 9, 10).

W Karpatach Wschodnich i Południowych (Rumuńskich) wraz ze zmianą ekspozycji, zróżnicowaniem stosunków termicznych i wzrastającym stopniem kontynentalizmu stosunki wodne mają bardziej skomplikowany charakter. Na całym jednak obszarze zaznacza się maksymalny odpływ w miesiącach wiosennych [Studii de hidrologie 1963-1968]. Rzeki płynące z obszarów wysokogórskich, podobnie jak tatrzańskie, wykazują minimum zimowe, a co za tym idzie przewagę odpływu w półroczu letnim. Rzeki zasilane z średnich i niskich gór mają przewagę odpływu w półroczu zimowym, a pod ich wpływem zmienia się stopniowo ustrój rzek wysokogórskich. Rzeki zachodniej części Karpat charakteryzuje zasilanie deszczowo-śnieżne z wezbraniem zimowymi i wiosennymi w okresie od lutego do maja. Notowane są również powodzie letnie. Rzeki spływające z Karpat Południowych wykazują wiosenne wezbrania roztopowe oraz powodzie letnie lub jesienne pod wpływem opadów. W przebiegu odpływu rzek odwadniających wschodnie stoki Karpat (Seret) zaznacza się wyraźnie wpływ ostrych zim kontynentalnych (tab. 13). Przejawia się on zaniżeniem odpływu zimowego i wzrostem wiosennego. Powodzie występują w miesiącach letnich w następ-

Tabela 13. Sezonowy rozkład odpływu w Karpatach Wschodnich i Południowych w %

Rzeka — stacja wodowskazowa	Półrocze zimowe XI-IV	Półrocze letnie V-X	Zima XII-II	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI
Vișeu — Bistra	46,3	53,7	15,0	39,4	27,0	18,6
Iza — Vad	60,3	49,7	21,8	42,6	20,5	15,1
Suczawa — Itçani	40,7	59,3	10,7	40,0	33,8	15,5
Trotus — Radeana	44,9	55,1	11,1	47,8	28,2	12,9
Seret — Serbanesti	50,1	49,9	12,4	45,7	28,7	13,2
Seret — Lespezi	44,5	55,5	13,6	42,6	30,0	13,8
Górna Aluta — Feldioara	44,6	55,4	14,1	39,3	30,4	16,2
Tur — Turulung	67,9	32,1	33,1	33,2	17,8	15,9
Someșul Mare — Nepos	56,5	43,5	19,6	46,2	21,8	11,8
Someșul Mic — Ulmeni	60,3	39,7	23,7	45,3	21,2	9,8
Somesul Mic — Cluj	52,1	47,9	15,9	45,2	27,1	17,8
Crișul Repede — Vadul Crișului	57,5	42,5	25,3	40,5	22,4	11,8
Crișul Negru — Tinca	68,0	32,0	35,9	37,6	16,4	10,1
Crișul Alb — Chisineu Criș	72,8	27,2	37,7	41,7	14,0	6,7
Górna Jalomica — Dobrești	33,4	66,6	10,1	44,0	30,4	15,5
Jalomica — Slobozia	54,3	45,7	21,7	41,6	24,1	12,6
Górny Argeș — Tunel	37,9	62,1	13,4	38,5	31,6	16,5
Jiu Transylwański — Livezeni- -Iscroni	44,0	56,0	15,7	43,7	28,5	12,1
Jiu — Podari	59,9	40,1	22,3	46,9	18,0	12,8

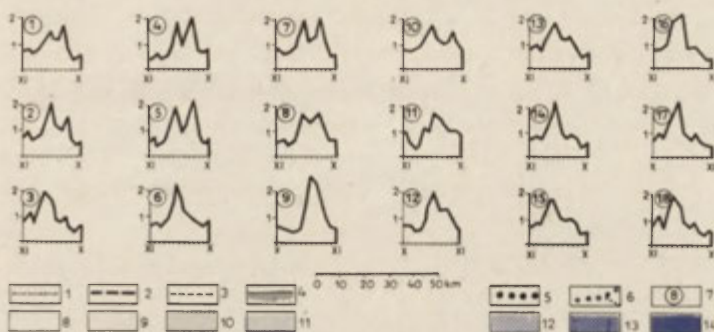
stwie opadów. Ustrój rzek kształtuje się pod wpływem zasilania deszczowego [M. Platagea, J. Ujvári 1960].

Josif Ujvári [1968], przyjmując za podstawę zróżnicowanie odpływu w zależności od wzniesienia nad poziom morza, wydzielił w Karpatach dwie duże jednostki hydrograficzne:

1) o przewadze procesów katabatycznych i małej wilgotności, obejmującą stoki o ekspozycji wschodniej oraz kotliny śródgórskie;

2) o przewadze procesów adiabatycznych i dużej wilgotności, obejmującą stoki o ekspozycji zachodniej.

W obrębie tych dwu jednostek wyróżnił 8 regionów hydrograficznych różniących się gradientem odpływu. W tym układzie Karpaty Polskie zarówno Wschodnie, jak i Zachodnie oraz część Karpat Słowackich (dorzecze Wagu, Nitry i Hronu), a ponadto dorzecze górnego Dniestru, znalazły się w jednym regionie. Wynikło to z dużej generalizacji oraz niedostatku materiałów, jakimi dysponował Ujvári w odniesieniu do Karpat Polskich, gdyż stosunki wodne są tu bardziej zróżnicowane, co wyżej przedstawiono. Podział ten wyraźnie i trafnie podkreśla rolę ekspozycji w kształtowaniu się odpływu, jak również stosunków wodnych w obszarach górskich.



Ryc. 20. Regiony hydrograficzne Polskich Karpat Zachodnich

1 — granica państwa, 2 — europejski dział wodny, 3 — dział wodny dorzeczy, 4 — granica Karpat Zachodnich, 5 — granice makroregionów, 6 — granice regionów i subregionów, 7 — przebieg współczynnika przepływów miesięcznych w wybranych profilach. Współczynnik odpływu  
 8 —  $< 0,30$ , 9 —  $0,30-0,35$ , 10 —  $0,35-0,40$ , 11 —  $0,40-0,50$ , 12 —  $0,50-0,60$ ,  
 13 —  $0,60-0,70$

#### Hydrographic regions of the Polish West Carpathians

1 — state boundary, 2 — European watershed, 3 — watershed of the river-basins, 4 — West Carpathians boundary, 5 — macroregion boundary, 6 — region and subregion boundary, 7 — diagram of the mean monthly coefficient of discharge from the typical profiles. Coefficient of run-off  
 8 —  $< 0,30$ , 9 —  $0,30-0,35$ , 10 —  $0,35-0,40$ , 11 —  $0,40-0,50$ ,  
 12 —  $0,50-0,60$ , 13 —  $0,60-0,70$ , 14  $> 0,70$



W Sudetach, aczkolwiek charakteryzujących się odmienną budową geologiczną, istnieją pewne analogie w przebiegu odpływu, uwarunkowane stosunkami klimatycznymi, rzeźbą oraz ekspozycją. Najwyższe wzniesienia (Karkonosze, Góry Izerskie) występują na zachodzie oraz na wschodzie (Góry Śnieżne, Jesioniki). Znajduje to odbicie w przebiegu odpływu rzek płynących z tych obszarów. Rzeki płynące z eksponowanych na północo-zachód stoków Karkonoszy oraz Gór Izerskich, a także odwadniająca masyw Jesioników Biała Głuchołazka, mają przewagę odpływu w półroczu letnim, podobnie jak rzeki zachodniobeskidzkie (ryc. 16). Pozostałe rzeki Sudetów Zachodnich wykazują równowagę pomiędzy odpływem w półroczu letnim i zimowym, podobnie jak rzeki pogórskie zachodniej części Karpat. W Sudetach Środkowych pozostających w cieniu opadowym ma miejsce przewaga odpływu w półroczu zimowym, znacznie jednak mniejsza niż we wschodniej części Karpat. Wpływ południa poprzez obniżenie Bramy Morawskiej zaznacza się wyraźnie wysokim odpływem zimowym górnej Odry (tab. 14).

Tabela 14. Sezonowy rozkład odpływu w Sudetach w %  
1951 - 1960

Rzeka — stacja wodowskazowa	Półrocze zimowe XI-IV	Półrocze letnie V-X	Zima XII-II	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI
<b>Sudety Zachodnie</b>						
Smedava — Višňová	45,6	54,4	17,4	34,8	30,2	17,6
Witka — Niedów	47,8	52,2	21,0	30,7	28,7	19,6
Nysa Łużycka — Liberec	56,9	43,2	25,6	32,1	22,7	19,6
Izera — Vilemov	45,7	54,3	16,4	40,6	22,9	20,1
<b>Sudety Środkowe</b>						
Strzegomka — Łazany	52,7	47,8	22,9	30,3	29,5	17,3
Metuje — Nachod	61,9	38,1	20,3	34,6	20,1	17,0
Nysa Kłodzka — Bystrzyca	56,7	43,3	24,3	37,1	22,4	16,2
Orlica — Kłášterec	58,7	41,3	24,9	37,6	18,0	19,5
<b>Sudety Wschodnie</b>						
Biała Głuchołazka — Głuchołazy	44,9	55,1	18,0	36,7	27,6	17,6
Opawa — Opawa	50,7	49,3	19,1	40,6	26,8	13,5
Odra — Odry	65,8	34,2	27,3	41,1	12,7	13,9

W Alpach istnieją również wyraźne różnice w przebiegu odpływu pomiędzy wyżej wzniesioną zachodnią częścią o charakterze barierowym, a pozostającą w cieniu opadowym częścią wschodnią, jak również pomiędzy stokami nawietrznymi a osłoniętymi przed deszczonościami wiatrami kotlinami i dolinami we wnętrzu gór. Stosunki wodne są tu

bardziej złożone wskutek występowania lodowców decydujących o zasilaniu i ustroju rzek płynących z najwyższych pasm alpejskich. W części zachodniej duży wpływ na wyrównanie przepływów maksymalnych mają jeziora [M. Pardé 1954]. Przebieg odpływu w niezlodowaczonych wysokogórskich obszarach Alp Austriackich jest podobny do przebiegu odpływu w wysokogórskich obszarach Karpat (tab. 15). Rzeki karpackie odznaczają się jednak większą nieregularnością przepływów, wzrastającą w kierunku wschodnim. Ekranowe działanie bariery gór-

Tabela 15. Sezonowy rozkład odpływu w dorzeczach alpejskich 1951-1960

Rzeka — stacja wodowskazowa	Półrocze zimowe XI-IV	Półrocze letnie V-X	Zima XII-II	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI
Lütschine — Gsteig (lodowce — 19,5% powierzchni)	17,0	83,0	5,1	20,3	55,1	19,5
Aare — Thun (średnia wysokość — 1760 m, lodowce — 10,9% powierzchni)	28,7	71,3	11,8	23,8	43,9	20,5
Aare — Brügg (średnia wysokość — 1010 m, lodowce — 2,9% powierzchni)	45,6	54,4	21,5	26,9	29,9	21,7
Gürbe — Belp (średnia wysokość — 837 m)	48,6	51,4	22,0	29,9	26,6	21,5
Thur — Andelfingen	49,1	50,9	21,7	31,2	27,5	19,6
Ren — Rheinfelden (lodowce 1,1% powierzchni)	34,4	65,6	15,6	22,9	38,2	23,3
Emme — Emmenmat	47,4	52,6	20,6	32,6	26,4	20,4
Inn — Innsbruck	18,0	82,0	7,2	18,8	54,7	19,3
Salzach — Salzburg	30,6	69,4	11,6	26,8	42,5	19,1
Traun — Wels	40,1	59,9	16,0	31,7	35,4	16,9
Steyr — Pergern	39,1	60,9	15,1	31,7	36,3	16,9
Ybbs — Oppenitz	45,4	54,6	17,2	34,5	30,7	17,6
Kleine Erlauf — Wieselburg	50,0	50,0	21,9	32,7	28,1	17,3
Piesting — Peisching	50,3	49,7	21,6	30,9	27,8	23,3
Raab — Feldbach	49,9	50,1	20,3	29,9	28,6	21,2
Gurk — Gummisch	45,6	54,4	18,8	28,4	27,6	25,2

skiej zwłaszcza na przebieg opadów i wezbrań zaznacza się również, podobnie jak w Karpatach Zachodnich, w Pirenejach [M. Pardé 1934].

Powyższe przykłady świadczą, że w obszarach górskich strefy klimatu umiarkowanego rzeźba jest czynnikiem decydującym o zróżnicowaniu stosunków wodnych, a zwłaszcza odpływu. Szczególnie wyraźna

jest rola wysokości, zwartości masywów, układu pasm górskich (barier górskich) oraz ekspozycji, które decydują o cyrkulacji mas powietrza, stosunkach opadowych i termicznych, pod wpływem których kształtują się stosunki wodne.

#### MAKROREGION ZACHODNI

Makroregion zachodni charakteryzuje się przeważającym odpływem w półroczu letnim, maksimum letnim, niżówką późnojesienną i zimową oraz wysokim odpływem jednostkowym, a także współczynnikiem odpływu. W jego skład wchodzi:

1) region tatrzański (wysokogórski), o wysokim współczynniku odpływu (ponad 0,70), dużym odpływie w półroczu letnim (60-75<sup>0</sup>/0), maksymalnym w miesiącach letnich, maksimum w czerwcu lub lipcu i minimum w miesiącach zimowych oraz zróżnicowanych warunkach retencji. Jego szczegółowa charakterystyka zawarta jest we wcześniejszych publikacjach [K. Wit, Z. Ziemońska 1958, Z. Ziemońska 1966].

2) region podhalańsko-beskidzki (średniogórski) a w jego obrębie:

A) subregion podhalański o współczynniku odpływu 0,55-0,60, maksymalnym odpływie wiosennym, letnim maksimum, jesiennym lub zimowym minimum i dużym zróżnicowaniu warunków retencji.

B) subregion beskidzki o współczynniku odpływu powyżej 0,50, a w eksponowanych na północo-zachód zlewniach Beskidu Śląskiego powyżej 0,60, o maksymalnym odpływie letnim, maksimum letnim, minimum jesiennym lub zimowym.

3) region pogórski o współczynniku odpływu 0,35-0,45, maksymalnym odpływie letnim lub wiosennym, maksimum letnim, minimum jesiennym.

#### *Region tatrzański*

Tatry reprezentują obszar wysokogórski. Ich wpływ hydrologiczny jest daleko większy, niżby to wynikało z powierzchni liczącej w granicach Polski 183,5 km<sup>2</sup>, tj. 1,1<sup>0</sup>/0 ogólnej powierzchni Polskich Karpat Zachodnich. Na odrębność hydrograficzną tego regionu składa się zarówno większa ilość opadów, jak i duże bogactwo zjawisk wodnych, rozwijających się w niezwykle zróżnicowanym środowisku geograficznym. Wskutek tego panują tu różne warunki kształtowania się spływu oraz retencji, związanej z dużym rozprzestrzenieniem utworów przepuszczalnych, gromadzących wody opadowe i roztopowe. Następstwem urozmaiconej budowy geologicznej jest występowanie kilku zbiorników wód podziemnych. Są to, licząc od południa, zbiorniki w uszczelonych skałach krystalicznych, w utworach morenowych i fluwiogla-



cyjnych oraz w krasowych. Z uwagi na wąskość dolin tatrzańskich zbiorniki wód aluwialnych wykształcone są w słabym stopniu. Ze względu na zasobność i udział w zasilaniu potoków w wodę najważniejszą rolę odgrywa zbiornik krasowy, utworzony w uszczelinionych wapieniach i dolomitach pasma wierzchowego a w mniejszym stopniu reglowego. Wskutek dużej miąższości utworów krasowych pasma wierzchowego tylko główne potoki docięły się do poziomu wód krasowych, powodując ich drenaż i wypływ na powierzchnię w postaci wydajnych źródeł — wywierzyisk skoncentrowanych w dnach dolin. W krasie reglowym w związku z mniejszą miąższością wapieni i dolomitów, przegradzanych nieprzepuszczalnymi łupkami i marglami, tworzą się mniej zasobne zbiorniki wód podziemnych. Źródła krasowe dostarczają około 4 m<sup>3</sup>/s wody do potoków tatrzańskich. Temperatura wód krasowych wynosi od 4 do 8°C. Wody morenowe charakteryzują się znacznymi wahaniami wydajności oraz temperaturami w granicach 2-8°C. Okresowo źródła morenowe wykazują znaczne wydajności. Wody krystaliczne nie tworzą większych zbiorników, występują tylko w przypowierzchniowej, spękanej strefie skał krystalicznych, źródła bijące stąd funkcjonują jedynie okresowo (z wyjątkiem zimy). Ich temperatury wykazują znaczną rozpiętość od 2 do 8,5°C. Liczba źródeł na terenie Tatr jest znaczna, średnia gęstość wynosi około 7/km<sup>2</sup> i waha się od 2 do kilkunastu na km<sup>2</sup>.

Tatry są jedynym obszarem w Karpatach Polskich, gdzie obok siebie na niewielkiej przestrzeni występują różne piętra klimatyczne (z wyjątkiem umiarkowanie ciepłego), oraz roślinne. Opady roczne wynoszą około 1500 mm rocznie, maksymalne dobowe ponad 200 mm. Opady stałe stanowią od 20 do 50% i więcej ogólnej ich sumy.

Z obfitymi opadami wiąże się znaczny odpływ oraz spływ, ułatwiony przez duże nachylenie terenu. Średni odpływ jednostkowy wykazuje najwyższe wartości w Polsce — ponad 30 l/s/km<sup>2</sup>, a w przypadku potoków zasilanych z zasobnych zbiorników wód podziemnych ponad 40, a nawet 50 l/s/km<sup>2</sup>. Podobne wielkości odpływu notowane są w południowo zachodniej części Tatr (słowackich). Pozostająca w cieniu opadowym część południowo-wschodnia (dorzecze Popradu) wykazuje znacznie mniejsze wartości odpływu do 20 l/s/km<sup>2</sup>. Mniejszy odpływ jednostkowy mają również małe potoki płynące z obszaru Tatr reglowych. Maksymalny odpływ jednostkowy osiąga wartości 2000 l/s/km<sup>2</sup> (17 VII 1934). Maksymalne przepływy pod wpływem ulewnych opadów notowane są w lipcu lub czerwcu. Minimalny odpływ jednostkowy wykazuje w porównaniu z innymi obszarami Polski wysokie wartości, ponad 3 l/s/km<sup>2</sup>, a w przypadku potoków zasilanych z zasobnych zbiorników krasowych — 4-5 l/s/km<sup>2</sup>.

Rozkład odpływu w ciągu roku jest na całym terenie podobny. Przeważa w półroczu letnim, kiedy odpływa około 70% ogólnej ilości wód (w miesiącach letnich około 40%, w wiosennych około 30%). Najmniejszy odpływ 11-15% ma miejsce w miesiącach zimowych. Jest to charakterystyczna cecha rzek o ustroju śnieżnym. Tę cechę zachowują potoki tatrzańskie w swoim dalszym biegu na terenie Podhala oraz Beskidów — Dunajec aż po Nowy Sącz, a Poprad po Muszynę, mimo że dopływy płynące z tych obszarów wykazują wcześniejsze minimum i najmniejszy odpływ w okresie jesiennym.

Obszar Tatr a więc i jego wody w granicach Tatrzańskiego Parku Narodowego pozostają pod ochroną. Można tu jednak obserwować niekorzystne zjawisko zanieczyszczenia wód potoków niedostatecznie oczyszczonymi ściekami odprowadzanymi przez schroniska.

Ustrój rzek tatrzańskich jest zróżnicowany w zależności od systemu zasilania. Wskutek dużej retencji obszaru krasowego potoki zeń zasilane wykazują ustrój gruntowo-śnieżno-deszczowy, pozostałe śnieżno-deszczowo-gruntowy.

Zróżnicowanie hydrograficzne pozwala na wydzielenie w obrębie Tatr następujących subregionów:

— subregion krystaliczny, wysokogórski o przewadze stałej sieci rzecznej nad okresową, spływowo-infiltracyjnym charakterze i współczynnikiem odpływu gruntowego 0,40-0,50. W Tatrach Wysokich zaznacza się zasilanie jeziorne, w Tatrach Zachodnich ze zbiorników morenowych.

— subregion wapienno-dolomitowy, wysokogórski (krasowy) o przewadze okresowej sieci rzecznej nad stałą, infiltracyjnym charakterze i o współczynnikiem odpływu gruntowego 0,70.

— subregion dolomitowo-lupkowy, średniogórski, o równowadze występowania stałej i okresowej sieci rzecznej, spływowo-infiltracyjnym charakterze oraz współczynnikiem odpływu gruntowego mniejszym niż 0,40.

### *Region podhalańsko-beskidzki*

Region podhalańsko-beskidzki obejmuje obszar średnich i niskich gór Podhala, Beskidów (bez Beskidu Niskiego) oraz Kotlinę Nowotarską. Charakteryzuje się dużym, ponad 0,50 współczynnikiem odpływu, maksimum letnim i drugim wiosennym. Spływ wód roztopowych jest wcześniejszy niż w obszarze wysokogórskim, jego kulminacja przypada na kwiecień. Niżówki występują w zimie (w wyższych partiach) oraz w jesieni. Zaznacza się wyraźna różnica w stosunkach odpływu pomiędzy obszarami eksponowanymi na północo-zachód a pozostającymi w ich cieniu.

## Subregion podhalański

Środowisko geograficzne a pod jego wpływem stosunki wodne na Podhalu są zróżnicowane. Na stosunkowo niedużej przestrzeni występują tu zarówno niskie góry (Pieniny), jak i obszary pogórskie, kotlinowe o różnych warunkach spływu i retencji, oraz stosunkach klimatycznych, a zwłaszcza opadowych, jak również termicznych. Obszary górskie i pogórskie, leżące w zasięgu piętra umiarkowanie ciepłego, a także umiarkowanie chłodnego, charakteryzują się wysokimi opadami, zmniejszającymi się w kierunku wschodnim. Opady na terenie Rowu Podtatrzańskiego wynoszą około 1000 mm rocznie, w zachodniej części Pogórza Gubałowskiego ponad 1000 mm, a we wschodniej (Bukowina), gdzie zaznacza się cień opadowy, nie przekraczają na ogół 800 mm, podobnie jak w Pieninach. Klimat Kotliny Nowotarskiej charakteryzuje się mniejszymi opadami (ok. 700 mm rocznie) oraz częstymi inwersjami temperatury.

Równie zróżnicowane są stosunki retencji. Dogodne warunki dla gromadzenia wód w podłożu i tworzenia się zbiorników wód podziemnych istnieją na terenie Kotliny Nowotarskiej, a także, lecz w mniejszym stopniu, w Rowie Podtatrzańskim, wypełnionych żwirowo-piaszczystymi utworami teras i stożków fluwioglacjalnych, podścielonych utworami małoprzepuszczalnego, fliszowego podłoża. Ich zdolność retencyjna jest różna, ograniczona miąższością osadów oraz wielkością kotliny i dolin. Miejscami infiltracja jest utrudniona wskutek zalegania na dużym obszarze utworów pyłowych miąższości 1-2 m o małej przepuszczalności. Niekorzystnie na stosunkach retencji zaznacza się wpływ nadmiernej eksploatacji żwirów w dolinach i korytach rzecznych bez dostatecznej rekultywacji obszaru. Eksploatacja żwirów spowodowała obniżenie poziomu koryta Czarnego Dunajca o około 1 m, docięcie miejscami do wodoszczelnych skał fliszowych oraz częściowy drenaż poziomu wodonośnego. Piaszkowce ostrzyckie w zachodniej części Pogórza Gubałowskiego odznaczają się znaczną wodonośnością dzięki spękaniam i występowaniu w ławicach o większej miąższości. Lokalnie dużą zasobność mają piaszkowce magurskie, występujące w górnej części dorzecza Piekielnika, z których biją źródła o wydajności przekraczającej niekiedy 1 l/s. Obszar ten jest jednak mało zbadany pod względem hydrograficznym. Podobne wydajności źródeł notuje S. Stomka [1970] w sąsiednim dorzeczu górnej Raby. Pojemność wodna wapieni Pasma Skalicowego jest znacznie zmniejszona wskutek małej miąższości i niedogodnego układu warstw poprzegradzanych utworami marglistymi oraz łupkowymi.

W wyniku złożonych warunków retencji tworzy się tu kilka zbiorników wód podziemnych tak w utworach skalnych jak i pokrywowych.

Największe znaczenie ma i najbardziej jest eksploatowany zbiornik wód aluwialnych w utworach żwirowo-piaszczystych teras, stożków Dunajca oraz jego tatrzańskich dopływów. Zwierciadło wody w niskich terasach kształtuje się na głębokości do 2 m, w wyższych terasach i stożkach do 7 m. Zbiornik wykazuje znaczne wahania stanów wody pod wpływem opadów (1,5-3,0 m). Zaobserwowane dobowe wahania osiągają 1,2 m. Stany wód zbiornika aluwialnego kształtują się równoległe do stanów w rzece. Wody wykazują w lecie temperatury 6,5-11,0°C, w zimie 3,5-6,5°C. Źródła są rzadkie, przeważa bowiem bezpośrednio zasilanie rzek. Wydajność ich bywa znaczna. D. Stachnal-Talanda [1965] notuje w dorzeczu Białki Tatrzańskiej wydajności dochodzące do 4,5 l/s, a wydajność jednostkową oblicza na 1,7 l/s/km<sup>2</sup>. Może tu jednak wchodzić w grę zasilanie wodami rzecznyymi. W zachodniej części Pogórza Gubałowskiego tworzą się zbiorniki w piaskowcach warstw ostrzyckich i chochołowskich. Są to wody porowo-szczelinowe. Wydajność licznych źródeł dochodzi do 5 l/s, a w pojedynczych przypadkach do 7 l/s, waha się jednak znacznie. Zwierciadło wody kształtuje się na głębokości kilku do kilkunastu metrów. Temperatury wody mieszczą się w granicach 6,5-9,0°C. Ubóstwem wód podziemnych charakteryzują się występujące w części wschodniej warstwy zakopiańskie o przewodze łupków. Wody fliszowe w dolinach rzecznych są powiązane z wodami aluwialnymi. W wapieniach serii czorsztyńskiej i pienińskiej występują wody porowo-szczelinowe o temperaturze 6-8°C. Bliższą ich charakterystykę przytacza L. Kostrakiewicz [1965]. Wydajność źródeł w Pieninach nie przekracza na ogół 1 l/s. Pojedyncze źródła wykazują okresowo większe wydajności. Na terenie pogórza występują płytkie wody w utworach zwietrzelinowych, o dużych wahanach wydajności, często okresowo zanikające. Temperatury ich dochodzą do 14°C w lecie, w zimie znacznie się obniżają, doprowadzając do zamarznięcia. Lokalnie znaczniejsze zasoby wodne mogą występować w obszarach osuwiskowych.

Główną arterią wodną obszaru jest Dunajec, zbierający dopływy zarówno z obszaru Tatr i Podhala, jak i z Beskidów. Zachodnią część, Kotlinę Orawską, odwadnia Czarna Orawa o odrębnych cechach hydrologicznych, należąca do systemu rzecznoego Wagu. Europejski dział wodny, biegnący między obydwoma dorzeczami, ma niewyraźny przebieg na terenie torfowisk charakterystycznych dla tego obszaru. Są one na ogół zmeliorowane. Gęstość sieci rzecznej jest znaczna, przekraczająca w kotlinach 2 km/km<sup>2</sup>. Jest to w większości sieć allochtoniczna. Mniejszą gęstością charakteryzuje się Pogórze Gubałowskie (1,7-2,1 km/km<sup>2</sup>), najmniejszą — Pieniny (1,5 km/km<sup>2</sup>).

Odpyw jednostkowy z obszaru Podhala wynosi 14-16 l/s/km<sup>2</sup>, z Po-

górza Gubałowskiego około 15, z Pienin 14,7 l/s/km<sup>2</sup>, podobny mają również potoki słowackie np. Lipnik 14,7 l/s/km<sup>2</sup>. Wyższy odpływ jednostkowy wykazują na terenie Podhala potoki wypływające z Tatr, a pod ich wpływem Dunajec, jak również potoki orawskie, zasilane w źródłowych odcinkach z Pasma Babiogórskiego. Maksymalny odpływ jednostkowy osiąga olbrzymie wartości do 4700 l/s/km<sup>2</sup> w części zachodniej w przypadku potoków o zlewniach nie przekraczających 20 km<sup>2</sup>, a do 3000 l/s/km<sup>2</sup> w części wschodniej [O. Dobrota 1963]. Minimalne przepływy wynoszą około 1 l/s/km<sup>2</sup>, wyższe zachowują potoki tatrzańskie, przepływające przez Podhale oraz Dunajec. Przepływy charakteryzują się dużym współczynnikiem nieregularności i małym stopniem wyrównania. Powodzie notowane są w okresie letnim pod wpływem opadów. Dunajec odznacza się szczególnie dużym potencjałem powodziowym [W. Balcerski 1951]. Zaznacza się również przewaga odpływu w półroczu letnim (w Pieninach 55,2%) oraz równowaga odpływu w miesiącach wiosennych i letnich. Niżówki występują w okresie jesiennym a także letnim. Dunajec, którego przepływy kształtują się w dużej mierze pod wpływem potoków tatrzańskich, zachowuje niżówki zimowe. Potoki płynące z obszaru Pogórza wykazują deszczowo-śnieżno-gruntowy system zasilania. Można przypuszczać, że zasilanie gruntowe odgrywa większą rolę w przypadku potoków autochtonicznych, kotlinowych, brak jest jednak obserwacji w tym zakresie. Odmienny ustrój mają potoki orawskie o przewadze odpływu w półroczu zimowym, związane z dużym i szybkim spływem roztopowo-opadowym w okresie wiosennym, uwarunkowanym południową ekspozycją obszaru i stosunkami termicznymi. Zachowują one niżówki zimowe. Cechy ustroju podobne do tych, jakie wykazują rzeki odwadniające Karpaty Słowackie, pozwalają na wydzielenie obszaru orawskiego jako odrębnego regionu hydrograficznego.

#### Subregion beskidzki

Subregion beskidzki obejmuje obszar Beskidów z wyjątkiem Beskidu Niskiego.

Beskid Śląski wchodzący w skład Beskidów Morawsko-Śląskich stanowi jedną z najbardziej zwartych grup górskich Karpat fliuszowych, wznoszącą się do wysokości 1250 m n.p.m. Zbudowany jest z utworów serii śląskiej o dużym udziale piaskowców wykształconych w postaci płaszczowiny godulskiej, zapadających w kierunku południowym pod kątem 5-30°. Wysunięty na północo-zachód stanowi wraz ze swoim pogórzem pierwszą zapórę na drodze napływających z zachodu i północo-zachodu wilgotnych mas powietrza. Przeszkoda ta powoduje

ruchy pionowe powietrza oraz procesy adiabatyczne. W rezultacie, mimo niezbyt znacznych wysokości, teren ten otrzymuje jedne z najwyższych opadów w Polsce 1000-1300 mm rocznie. Występują tu trzy piętra klimatyczne: chłodne, umiarkowanie chłodne i umiarkowanie ciepłe. Powierzchnie leśne w obrębie zlewni Wisły zajmują 59%, a w zlewniach Czarnej i Białej Wiselki nawet 88,9% [J. Dynowski 1961, K. Waksmundzki 1968], są to jednak przeważnie lasy jednogatunkowe, świerkowe.

Budowa geologiczna stwarza pewne warunki do gromadzenia się wód podziemnych, zarówno w pokrywach stokowych i aluwialnych, jak i w utworach skalnych. Łagodne formy grzbietowe, liczne spłaszczenia umożliwiają powstawanie podmokłości stokowych a niekiedy i grzbietowych, jak np. w zlewni Czarnej Wiselki. Zbiornik wód aluwialnych w utworach żwirowo-piaszczystych, często zaglinionych, teras i stożków Wisły oraz jej dopływów ma ograniczoną pojemność z uwagi na wąskość dolin. Zwierciadło wód aluwialnych zalega do głębokości 3 m. Temperatura wód aluwialnych wynosi około 11°C, a ich stany nawiązują ściśle do stanów wody w rzece. Zbiornik utworzony w pokrywach zwietrzelinowych charakteryzuje się małą zasobnością oraz dużymi jej wahaniami, o czym świadczą liczne, drobne źródła w liczbie do 7 na km<sup>2</sup>, których wydajność nie przekracza 1 l/s. Reagują one szybko na opady, wykazując chwilowy, znaczny wzrost wydajności. Zwierciadło wód zalega na niewielkiej głębokości 0,1-5 m. Wody osiągają temperaturę 9-15°C. Bardziej stałe są źródła rumoszowe, jak również rumoszowo-skalne o wydajności do 3 l/s i temperaturze 7,5-11,0°C. Zbiornik w utworach serii śląskiej, z których największą wodonością odznaczają się warstwy istebniańskie, wykazuje temperaturę wody 6,5-9,0°C [K. Waksmundzki 1968]. Wydajność źródeł bijących z tych warstw dochodzi do 3 l/s, z warstw godulskich, stanowiących kompleks piaskowcowy o miąższości ponad 2000 m, do 1,5 l/s. Południowy upad warstw stwarza możliwość odpływu wód w tym kierunku. Potwierdzałyby to wysoki odpływ jednostkowy górnej Kysucy i jej dopływów. W Beskidzie Śląskim znajduje się jedyny na terenie Karpat rezerwat wodny obejmujący obszar źródłowy Wisły [Z. Alexandrowicz, M. Drzał 1969, Z. Ziemońska 1967].

W następstwie wysokich opadów rozwija się tu gęsta sieć rzeczna (2-3 km/km<sup>2</sup>) oraz kształtuje się duży odpływ jednostkowy rzek odwadniających ten obszar, tj. Wisły, Olzy oraz Kysucy i ich dopływów. Odpływ jednostkowy przewyższa 17, a w zlewniach źródłowych ponad 20 l/s/km<sup>2</sup>. Waha się on w poszczególnych latach od 13 do 40 l/s/km<sup>2</sup> na stokach północnych i 9-24 l/s/km<sup>2</sup> na stokach południowych. Maksymalny odpływ jednostkowy dochodzi do 2500 l/s/km<sup>2</sup>, mniejszy notowany jest w południowo-zachodniej części. Przepływy minimalne wy-

kazują bardzo małe wartości, spadając podczas niżówek poniżej 1 l/s/km<sup>2</sup>, a nawet, jak w przypadku Wisły w Skoczowie, poniżej 0,5 l/s/km<sup>2</sup>. Ten ostatni wynik wydaje się być zaniżony wskutek subfluwialnego przepływu wód Wisły w rozszerzonej dolinie rzecznej, wypełnionej przepuszczalnymi aluwiami. Współczynnik nieregularności przepływów jest bardzo duży, Wisła w Skoczowie wykazuje aż 5400 (przy niedługim ciągu obserwacyjnym), Olza w Ropicach 1860, Kysuca w Czadcy 1234. W małych, zalesionych zlewniach Beskidu Morawskiego, o powierzchni do 5 km<sup>2</sup> (Kychovka) odpływ minimalny spada do 0,24 l/s/km<sup>2</sup>, a współczynnik nieregularności wzrasta do 5640, natomiast w zlewniach wylesionych (Zdechovka) odpływ całkowicie zanika [Hydrol. pomery 1967]. Współczynnik odpływu na północnych stokach wynosi od 0,55 (Olza) do 0,62 (Wisła) a na południowych 0,53-0,59.

Ze względu na szczególne, eksponowane położenie Beskidu Śląskiego jak i zróżnicowanie warunków klimatycznych rzeki stąd płynące wykazują znaczne różnice w rozkładzie odpływu (tab. 7).

Maksimum na tym obszarze związane jest z okresem letnich opadów. W części północnej Beskidu Śląskiego przypada na miesiące letnie a drugorzędne na wiosenne, w kierunku południowym przesuwają się na miesiące wiosenne a następnie letnie, ponieważ obszary południowe pozostają w cieniu opadowym.

Beskid Mały znajduje się w przedłużeniu Beskidu Śląskiego. Wysokości bezwzględne osiągają 935 m n.p.m. a względne 400-500 m. Wzniesienia Beskidu Małego opadają stromymi stokami ku północy. Obszar zbudowany jest z warstw łgockich i godulskich jednostki śląskiej. Warunki hydrogeologiczne nie są korzystne dla retencji. Zlewnia Wieprzówki powyżej Andrychowa jest wyjątkowo uboga w wody gruntowe. Źródła występujące na tym terenie, jakkolwiek liczne, są mało wydajne. Wydajność 90% źródeł nie przekracza 0,2 l/s, stąd zasilanie gruntowe nie jest tu duże [B. Pydziński 1968]. Wody aluwialne gromadzące się w terasach charakteryzują się zwierciadłem zalegającym na głębokości kilku metrów. Płytsze wykazują temperatury 12-14°C, głębsze związane z systemem wyższych teras — 8-9°C. Pojemność tych zbiorników ograniczona jest wąskością dolin rzecznych. Na całym terenie występują płytkie wody w utworach zwietrzelinowych, o wyższych temperaturach.

Północo-zachodnia ekspozycja powoduje, że obszar ten otrzymuje 1000 mm opadu rocznie (Leskowiec 1170 mm). Wartości dobowe są również duże, ponad 200 mm (Leskowiec — 244 mm, 17 VII 1970). Wysokie opady wpływają na wzrost odpływu jednostkowego z tego terenu w porównaniu z pozostającym w cieniu opadowym obszarem źródłowym Skawy w Beskidzie Średnim. Odpływ jednostkowy wynosi

od 15 l/s/km<sup>2</sup> w części zachodniej do 12, a nawet 11 l/s/km<sup>2</sup> we wschodniej. Waha się on w poszczególnych latach od 7 do 20 l/s/km<sup>2</sup>. Odpływ maksymalny wzrasta do 1000 i więcej l/s/km<sup>2</sup>, co jest następstwem intensywnych opadów, małej retencji obszaru oraz dużych spadków i nachyleń. Odpływ minimalny wykazuje także znaczne zróżnicowanie, przeciętnie wynosi około 1 l/s/km<sup>2</sup>, w dorzeczu Wieprzówki w wyniku wzmożonej eksploatacji wód spada poniżej 0,5 l/s/km<sup>2</sup>. Rozkład odpływu w ciągu roku wykazuje w części zachodniej jego przewagę w półroczu letnim, a we wschodniej równowagę pomiędzy odpływem w półroczu letnim i zimowym.

Beskid Żywiecki stanowi najwyższą grupę zewnętrznych Karpat fliszowych, w kulminacji Babiej Góry osiąga 1725 m n.p.m. Rozciąga się na odcinku 100 km od Przełęczy Jabłonkowskiej po Kotlinę Wiśniowej [Geomorfologia Polski 1972]. Od Beskidu Śląskiego oddzielony jest obniżeniem Jabłonkowskim. Składają się nań szerokie pasma górskie, rozcięte głębokimi wciosowymi dolinami dopływów Soły i Orawy. W partiach szczytowych zbudowany jest z utworów płaszczowiny magurskiej, głównie piaskowców, których miąższość dochodzi do 1600 m.

Ze względu na znaczne zróżnicowanie wysokości występuje tu więcej pięter klimatycznych niż w Beskidzie Śląskim — bardzo chłodne i umiarkowanie zimne. Opady wynoszące 1100 do 1400 mm rocznie kontrastują z niskimi, nie przekraczającymi 900 mm w pozostającej w cieniu opadowym Kotlinie Żywieckiej. Liczne obniżenia ułatwiają napływ wilgotnych mas powietrza z północy i północo-zachodu. Dobbwe opady osiągają ponad 200 mm (Babia Góra — 234 mm, 17 VII 1970). Z dużymi opadami wiąże się znaczne rozczłonkowanie terenu i gęstość sieci rzecznej przekraczająca 2,5 km/km<sup>2</sup>. Potoki wykazują duże spadki 200-300‰ (dopływy Skawicy z masywu Babiej Góry). Lasy zajmują około 48‰ powierzchni, w powiecie żywieckim 44,2‰ [D. Zabierowska 1967]. Wartość ich jest znacznie obniżona wskutek niewłaściwego stanu i składu gatunkowego.

Występuje tu dużo źródeł — 3-6/km<sup>2</sup>, liczne są zwłaszcza w masywie Babiej Góry, gdzie osiągają wydajności do kilku, okresowo znacznie więcej litrów na sekundę. Przeważają źródła zwietrzelinowe oraz rumoszowe, bądź rumoszowo-skalne, bijące z pokryw zwietrzelinowych oraz osuwisk. Drobne, skalne źródła występują często na kontakcie z wodoszczelnymi łupkami. Szczególnie dobrze nawodnione są północne stoki Babiej Góry, na co już zwracał uwagę A. Rehmann [1887]. Źródła wykazują duże wahania wydajności w poszczególnych porach roku. Największy odpływ mają w okresie wiosennym, najmniejszy w je-siennym i zimowym. Na stokach południowych źródła występują około



100 m niżej niż na północnych [M. Niemirowski 1963]. Wiąże się to z upadem warstw w kierunku południowym. Temperatura wód źródeł wynosi 8-9°C, wydajność do 4 l/s.

Najbardziej eksploatowany jest zbiornik aluwialny w utworach żwirowo-piaszczystych teras i stożków Soły oraz jej większych dopływów jak Rycerka, Koszarawa. Zwierciadło wody kształtuje się na głębokości do kilku metrów i wykazuje dużą zależność od wahań stanów wody w rzece, temperatura wód wynosi 10-12°C. Płytkie zbiorniki wód podziemnych w utworach zwietrzelinowych pokryw stokowych, a zwłaszcza w licznych osuwiskach mają temperatury 8-11°C [B. Pydziński 1962]. Zbiorniki wód podziemnych w piaskowcach warstw magurskich i istebniańskich osiągają temperatury 4,5-9,3°C.

Beskid Żywiecki charakteryzuje się dużą ilością opadów, dużym odpływem i szybkim spływem. Odpływ jednostkowy przekracza 17 l/s/km<sup>2</sup>, z masywu Babiej Góry nawet 20 l/s/km<sup>2</sup>. Waha się on w poszczególnych latach od 11 do 36 l/s/km<sup>2</sup>. Wahania stanów wody są znaczne i gwałtowne. Maksymalny odpływ jednostkowy osiąga ponad 3000 l/s/km<sup>2</sup>, minimalny wynosi około 1 l/s/km<sup>2</sup>, nie mniej niż 0,5 l/s/km<sup>2</sup>. Współczynnik nieregularności przepływów jest wysoki, ponad 1000, w małych zaś zlewniach na południowych stokach nawet ponad 4000 (Polhoranka). Wysoki jest także współczynnik odpływu 0,50-0,67.

Zaznacza się wyraźna różnica w przebiegu odpływu potoków spływających z północnych, raczej północo-zachodnich stoków Beskidu Żywieckiego, a stoków południowych i południowo-wschodnich (ryc. 18). Na południowych stokach wzrasta odpływ w miesiącach zimowych, a zmniejsza się w letnich. Na stokach północnych odpływ letni jest większy niż wiosenny, na południowych zaś odwrotnie. Wpływają na to temperatury powodujące wzrost parowania w okresie letnim na stokach południowych oraz duże wyniosłości, w cieniu których pozostają obszary południowe.

Beskid Średni będący przedłużeniem Beskidu Żywieckiego jest od niego znacznie niższy. Równoległe, szerokie grzbiety o przeciętnej wysokości 700-900 m n.p.m. mają stoki nachylone 20-40°. Obszar zbudowany jest z piaskowców magurskich oraz łupków, w których wypreparowane zostały obniżenia. Mimo występowania tu gruboławicowych piaskowców zasoby wód gruntowych nie wydają się duże. Przeważają bowiem drobne źródła o małej wydajności, a często spotykaną formą wypływu są wysięki. Dość liczne są źródła zwietrzelinowe, związane z osuwiskami obejmującymi znaczny procent powierzchni. Ich powstawaniu sprzyja wylesienie. Powierzchnia lasów wynosi około 17%, zaznaczają się jednak duże różnice w poszczególnych zlewniach. W dolinach większych rzek występują zbiorniki wód aluwialnych. Badania nad wodami gruntowymi na tym terenie są w toku.

Beskid Średni pozostający w cieniu opadowym Beskidu Małego i Pogórza Śląskiego otrzymuje mniejsze ilości opadów, nie przekraczające 1000 mm. Odbija się to na przepływach rzek stąd płynących, które są mniejsze niż rzek Beskidu Żywieckiego czy też Śląskiego. Odptyw jednostkowy wynosi 11-12 l/s/km<sup>2</sup>, minimalny kształtuje się około 1 l/s/km<sup>2</sup>, maksymalny wzrasta do 1000 l/s/km<sup>2</sup>. Przebieg odpływu na tym obszarze ilustruje do pewnego stopnia dorzecze górnej Skawy. Przeważa odpływ w półroczu letnim, w czym zaznacza się wpływ Skawicy mającej źródła w Beskidzie Żywieckim, równocześnie jednak widoczny jest pewien wzrost (21<sup>0/0</sup>) odpływu w miesiącach zimowych.

Na Beskid Wyspowy rozciągający się pomiędzy Bramą Sieniawską a Kotliną Sądecką składają się strome, odizolowane grzbiety, wznoszące się do 500-600 m nad otaczające doliny i kotliny. Osiągają one w kulminacji 1171 m n.p.m. Nachylenia stoków wznoszą się ku szczytom od 10 do 40° [*Geomorfologia Polski* 1972]. Wiązą się z tym znaczne spadki (do 150<sup>0/0</sup>) spływających z nich krótkich potoków. Obszar zbudowany jest z utworów serii magurskiej, wykształconych w postaci odpornych piaskowców magurskich oraz warstw inoceramowych. Budowa geologiczna stwarza możliwości gromadzenia wód podziemnych w synklinach inwersyjnych grzbietów, zbudowanych z piaskowców magurskich podścielonych nieprzepuszczalnymi łupkami warstw podmagurskich. Świadczą o tym wybijające z nich źródła o wydajności do 6 l/s, jak to ma miejsce na obszarze szczytowym Lubonia [A. Michalik 1968] i Lubogoszczy [D. Rauczyńska 1967]. Źródła zasilane z innych zbiorników mają niewielkie wydajności. Utwory kredowe wykształcone w postaci łupków odznaczają się słabą wodonośnością. Najbardziej eksploatowanym poziomem są zbiorniki wód aluwialnych w utworach żwirowo-piaszczystych wypełniających dna dolin. Zalegają one na głębokości do 5 m. Wyniki pompowań świadczą o niewielkich wydajnościach — 0,1-2 l/s [A. Michalik, 1968].

Obszar ten otrzymuje około 900 mm opadów rocznie. Zalesienie wynosi 35-40<sup>0/0</sup> i jest zróżnicowane w poszczególnych zlewniach od 20 do 98,4<sup>0/0</sup> [P. Prochal 1961]. Odptyw jednostkowy w obszarach źródłowych, zasilanych z wydajnych zbiorników wód podziemnych, przewyższa 20 l/s/km<sup>2</sup>, przeciętnie wynosi 15-29 l/s/km<sup>2</sup> i zmniejsza się w kierunku wschodnim. Maksymalny odpływ jednostkowy osiąga ponad 1000 l/s/km<sup>2</sup> (Łososina — 1320), a wezbrania są gwałtowne. Minimalny odpływ jednostkowy kształtuje się około 1 l/s/km<sup>2</sup>, a w dolnej części zlewni Łososiny nawet poniżej.

Beskid Sądecki rozciąga się na odcinku 85 km pomiędzy Bramą Sieniawską a Przełęczą Tylicką. Stanowi on wał górski wznoszący się do 1311 m n.p.m. w masywie Turbacza, rozcięty do głębokości

800 m i podzielony przełomowymi dolinami Dunajca i Popradu. Na zachód od Dunajca rozciąga się pasmo Gorców i Lubania odwadniane w kierunku północo-zachodnim przez dopływy Raby (Poniczanke i Mszankę z dopływami). Z południowych stoków spływają liczne dopływy Dunajca, charakteryzujące się niewielką długością i znacznymi spadkami, przekraczającymi niejednokrotnie 150%. W kierunku wschodnim płyną z rozrogu Turbacza do Dunajca Ochotnica i Kamienica. Pomiedzy Dunajcem i Popradem wznosi się pasmo Radziejowej (1265 m) odwadniane przez dopływy Dunajca (Grajcarek) i Popradu. Na wschód od Popradu rozciąga się pasmo Jaworzyny Krynickiej (1116 m), którego południowe stoki odwadniają dopływy Popradu (Muszynkę) a północne dopływy Kamienicy Nawojowskiej uchodzącej do Dunajca. Partie szczytowe zbudowane są z odpornych piaskowców magurskich. W strefie brzeżnej płaszczowiny magurskiej występują warstwy podmagurskie, w skład których wchodzi cienkoławicowe piaskowce i łupki margliste. W południowej części płaszczowiny magurskiej spotykane są skały wulkaniczne, andezyty. Spękanie piaskowców magurskich umożliwia krążenie wód podziemnych, a przy dogodnym układzie warstw — tworzenie się zbiorników. Gęstość źródeł dochodzi do 10/km<sup>2</sup>. Częste są źródła kontaktowe. Wydajność źródeł bijących z piaskowców magurskich w Gorcach dochodzi do 2,5 l/s [J. Niemirowska, M. Niemirowski 1968], temperatury wynoszą 5,5-8,0°C. Zbiorniki utworzone w piaskowcach warstw podmagurskich oraz inoceramowych wykazują temperatury wód do 10°C. Wydajność źródeł przez nie zasilanych nie przekracza 1 l/s a w większości przypadków 0,5 l/s. Okresowe zbiorniki wód podziemnych tworzą się w utworach zwietrzelinowych. Temperatury ich wahają się od 9 do 13°C, a wydajność okresowych źródeł nie przekracza na ogół 0,1 l/s.

W dolinach większych rzek występują wody aluwialne. Wody podziemne w Beskidzie Sądeckim mają często podwyższoną mineralizację na skutek kontaktu z wodami mineralnymi pochodzącymi z większych głębokości. Beskid Sądecki jest głównym obszarem występowania wód mineralnych w Karpatach Polskich.

Obszar Beskidu Sądeckiego leży w zasięgu kilku pięter klimatycznych, od umiarkowanie ciepłego do chłodnego. Opady wynoszą od 800 do 1200 mm rocznie, a w dolinie Popradu nieco mniej. Pokrywa śnieżna o średniej miąższości ponad 60 cm zalega w Gorcach około 140 dni. Z wysokimi opadami wiąże się znaczna gęstość sieci rzecznej: w Gorcach 2,5-4,0 km/km<sup>2</sup>, w grupie Radziejowej 3,2-3,5 km/km<sup>2</sup> oraz duży odpływ jednostkowy, zmniejszający się w kierunku wschodnim z 18 do 12 l/s/km<sup>2</sup>. W małych zlewniach gorczańskich odpływ jednostkowy wynosi ponad 20 l/s/km<sup>2</sup>. Maksymalny odpływ jednostkowy notowany

w zlewni Czarnej Wody (11,7 km<sup>2</sup>), odwadniającej stoki Radziejowej, wynosi 3380 l/s/km<sup>2</sup> [K. Figuła 1965], minimalny spada do około 1 l/s/km<sup>2</sup>. Nieco wyższe wartości osiąga minimalny odpływ jednostkowy w zachodniej części Beskidu. Współczynnik odpływu 0,55-0,60 jest wysoki na całym obszarze [T. Kłus 1965].

Odpływ wzrasta wyraźnie w półroczu zimowym, w półroczu letnim nie spada jednak poniżej 45<sup>0</sup>%, a w większości przypadków przekracza 50<sup>0</sup>%. W latach wilgotnych (powodziowych) przeważa odpływ w miesiącach letnich, w latach normalnych i suchych — w miesiącach wiosennych. Rzeki wykazują deszczowo-śnieżno-gruntowy system zasilania, a w odcinkach źródłowych, w szczytowych partiach Beskidu — śnieżno-deszczowo-gruntowy, co nie wpływa na zmianę ustroju większych potoków. Minimalny odpływ występuje w miesiącach jesiennych, a w wyższych partiach w zimowych.

### *Region pogórski*

Zachodni region pogórski obejmuje Pogórze Śląskie i Wielickie. W porównaniu z regionem beskidzkim charakteryzuje się mniejszym odpływem i współczynnikiem odpływu zmniejszającym się w kierunku wschodnim od 0,45 do 0,35. Jest to uwarunkowane klimatycznie położeniem w zasięgu piętra umiarkowanie ciepłego o wyższych temperaturach powietrza (średnia roczna 6-8°C), a tym samym o większych stratach na parowanie. Największy odpływ notowany jest na wiosnę i w lecie, maksimum przypada w lipcu. Spływ roztopowy, wcześniejszy niż w Beskidach, przesuwa się na marzec, minimum przypada na jesień. Nizówki występują w ciągu całego roku z wyjątkiem wiosny. Ilość źródeł zmniejsza się w porównaniu z Beskidami, wzrasta natomiast ilość wysięków oraz drobnych mokradeł. Ich tworzeniu sprzyjają mniejsze nachylenia oraz pokrywy zwietrzelinowe o dużej zawartości frakcji ilastej.

Pogórze Śląskie rozciąga się wąskim pasem (5-15 km) 65 km długim pomiędzy Olzą i Skawą, zajmując powierzchnię około 500 km<sup>2</sup>. Głównym elementem rzeźby są tu płaskie, nachylone w kierunku północnym wierzchowiny wzniesione 300-500 m n.p.m. i rozcinające je doliny rzek: Olzy, Wisły, Iłownicy, Białej Bielskiej, Soły, Wieprzówki, wypełnione zwirowo-piaszczystymi utworami teras i stożków. Ze względu na swą rozciągłość obszar ten wykazuje zróżnicowanie w kierunku równoleżnikowym zarówno pod względem budowy geologicznej, jak i stosunków klimatycznych, co rzutuje na stosunki wodne. Część zachodnia zbudowana jest z utworów fliszowych jednostki cieszyńskiej, we wschodniej — przeważają utwory jednostki śląskiej. Retencja obszaru fliszowego jest nieduża, wzrasta w obrębie den dolinnych, wypełnio-

nych osadami fluwialnymi. Źródła są nieliczne i mało wydajne, jak również nierównomiernie rozmieszczone. Wydajność większych z nich nie przekracza 0,1 l/s. Mało zasobne zbiorniki wód podziemnych tworzą się według K. Waksmundzkiego [1968] w stropowej części dolnych łupków cieszyńskich, w których występują wkładki wapieni. Zwierciadło wody kształtuje się do głębokości 6 m, temperatura wynosi 8-12°C. Okresowo gromadzą się wody w górnych łupkach cieszyńskich zawierających warstwy drobnoziarnistych piaskowców. Zwierciadło wód występuje na głębokości 0-14 m i wykazuje zależność od opadów. Temperatura waha się od 10-13°C. Stały zbiornik wód podziemnych tworzy się w wapieniach cieszyńskich. Głębokość zalegania zwierciadła jest tam zróżnicowana od 2 do 15 m, temperatura wód od 9,0 do 11,5°C. Najbardziej zasobny oraz eksploatowany zbiornik występuje w utworach żwirowo-piaszczystych teras i stożków wypełniających doliny większych rzek, tj. Wisły i Soły. Zwierciadło jego kształtuje się na głębokości 0,5-7,0 m w zależności od wysokości teras i miąższości utworów, z których są zbudowane. Temperatury wody wahają się w granicach 9-12°C, w płytszych warstwach osiągają 14°C. Zbiornik ten zaopatruje w wodę większe osiedla. Jest on okresowo zasilany przez wody rzeczne, zwłaszcza w dolinie Wisły. Mniejsze znaczenie ze względu na małą zasobność, duże wahania i złą jakość wód ma zbiornik utworzony w pokrywie zwietrzelinowej.

Z racji swego położenia i ekspozycji Pogórze Śląskie otrzymuje znaczne ilości opadów, od 980 mm na zachodzie do 730 mm na wschodzie. Są one mniejsze niż w Beskidzie Śląskim, lecz znacznie większe aniżeli na terenie dalej na wschód położonych pogórzy: Wielickiego, Strzyżowskiego i Dynowskiego, mimo że wszystkie znajdują się w zasięgu piętra umiarkowanie ciepłego. Z dużymi opadami wiąże się rozwój sieci rzecznej, której gęstość wynosi 1-1,5 km/km<sup>2</sup> [B. Pydziński 1968], oraz znaczny odpływ i spływ powierzchniowy. Odpływ jednostkowy waha się od 17 l/s/km<sup>2</sup> na zachodzie do 11 l/s/km<sup>2</sup> na wschodzie. Przeważa odpływ w półroczu letnim z maksimum w lipcu pod wpływem opadów. Obok letnich powodzi występują również wezbrania wiosenne roztopowe z maksimum odpływu w marcu. Nizówki przypadają na jesień a także na inne pory roku. Rzeki mają ustrój deszczowo-śnieżny.

Pogórze Wielickie rozciąga się od Skawy po Białą Dunajcowę pasem o szerokości 15-30 km, wzrastającej ku wschodowi. Dzieli się na mniejsze jednostki: Pogórze Wiśnickie i Ciężkowickie [*Geomorfologia Polski* 1972]. Wysokości bezwzględne wzrastają w kierunku południowym od 350 do 550 m n.p.m. W części zachodniej pogórze zbudowane jest z utworów serii śląskiej, a w części wschodniej także z magurskiej. Zalesienie jest niewielkie i nie przekracza 17%. Opady wynoszą 750-800 mm rocznie.

Słabo przepuszczalne utwory fliszowe ograniczają możliwości gromadzenia wody w podłożu oraz tworzenia zasobniejszych zbiorników wód podziemnych. Występują one w utworach aluwialnych w dolinach większych rzek, które nie docięły się do nieprzepuszczalnego podłoża. Zwierciadło wód aluwialnych w terasach żwirowo-piaszczystych kształtuje się do 10 m głębokości. Wody te mają temperaturę 9,5-11,0°C. Zbiorniki wód w pokrywie zwietrzelinowej o płytkim do 2 m zwierciadle wody wykazują temperaturę 11,5-15,0°C. Są one eksploatowane mimo złej jakości, zwłaszcza na terenie ubogiego w wodę Płaskowyżu Rożnowskiego. Większość tych zbiorników funkcjonuje okresowo. Zaznaczają się różnice w uwilgoceniu stoków północnych i południowych. Tworzą się tu również zbiorniki wód podziemnych w piaskowcach i zlepieńcach o głębokości od kilku do kilkunastu lub więcej metrów i temperaturach 8-11°C. Zbiorniki wód podziemnych odznaczają się małą zasobnością, o czym świadczy wydajność źródeł nie przekraczająca na ogół 0,15 l/s. Pojedyncze źródła skalne osiągają jednak do 2 l/s. Gęstość występowania źródeł wynosi 3/km<sup>2</sup>, a temperatura wody 8,0-14°C. Przeważającą formą wypływu wód są wysięki.

Pogórze Wielickie jest rozcięte doliną Raby i Dunajca oraz siecią mniejszych dolin: Skawinki, Wilgi, Uszwicy, a także ich subsekwentnych dopływów. Gęstość sieci rzecznej wynosi około 1,5 km/km<sup>2</sup>, spadek potoków 5-20‰. Odpływ jednostkowy jest znacznie mniejszy niż w Beskidach, a także na Pogórzu Śląskim; maleje w kierunku wschodnim. W pogórskiej części dorzecza Raby wynosi przeciętnie 9,2 l/s/km<sup>2</sup>, wahając się w poszczególnych latach od 6 do 17 l/s/km<sup>2</sup>, w dorzeczu Uszwicy jest nieco mniejszy — 8,7 l/s/km<sup>2</sup>, utrzymuje w granicach od 5 do 15 l/s/km<sup>2</sup>. Małemu odpływowi na wschodzie sprzyja wydłużenie dorzeczy i brak większych dopływów z obszaru pogórza. Maksymalny odpływ jednostkowy osiąga ponad 1000 l/s/km<sup>2</sup>, minimalny spada poniżej 1 l/s/km<sup>2</sup>. Bardzo niskie wartości, poniżej 0,5 l/s/km<sup>2</sup>, osiąga we wschodniej części Pogórza Ciężkowickiego, już w dorzeczu Białej Dunajcowej. Nie tylko wielkość, lecz również charakter odpływu zmienia się w kierunku wschodnim. Zmniejsza się odpływ w półroczu letnim oraz w miesiącach letnich, wzrasta natomiast w półroczu zimowym i w miesiącach zimowych, lecz nie jest jeszcze tak duży jak dalej na wschodzie. Zaznacza się również niewielki wzrost odpływu w okresie jesiennym.

#### MAKROREGION WSCHODNI

Charakterystyczną cechą hydrologiczną makroregionu wschodniego jest nie tylko znaczna przewaga odpływu w półroczu zimowym, wzrastająca w kierunku wschodnim od 55 do 67‰, lecz także znaczny od-

plyw w miesiącach zimowych przewyższający często zwłaszcza na pogórzcu odpływ w miesiącach letnich. Jest on spowodowany sływem roztopowym w czasie odwilży śródzimowych oraz wzrostem parowania w miesiącach letnich.

W obrębie makroregionu wschodniego wydzielono:

1) region beskidzki o współczynniku odpływu 0,35-0,45, maksymalnym odpływie wiosennym (IV) oraz minimalnym jesiennym. Maksimum notowane jest na wiosnę lub w lecie. Obejmuje obszar Beskidu Niskiego (górne części dorzeczy Białej Dunajcowej, Ropy, Wisłoki i Jasiołki).

2) region pogórski o współczynniku odpływu 0,30-0,35, wcześniejszym maksymalnym odpływie wiosennym (III) oraz minimalnym jesiennym. Maksima notowane są w podobnym okresie jak w regionie beskidzkim. Obejmuje obszar Pogórza Strzyżowskiego i Dynowskiego. W jego skład wchodzi również:

A) subregion kotlinowy przejściowy między regionem beskidzkim i pogórskim. Odznacza się mniejszym od nich współczynnikiem odpływu nie przekraczającym na ogół 0,30. Wykazuje w stosunku do obszaru pogórskiego zmniejszenie odpływu w miesiącach zimowych oraz wzrost odpływu jesienią. Większe wyrównanie przepływów jest wynikiem korzystniejszych warunków retencji. Obejmuje obszar Dołów Jasielsko-Sanockich.

### *Region beskidzki*

Wschodni region beskidzki, obejmujący obszar Beskidu Niskiego, wykazuje w porównaniu z zachodnim regionem podhalańsko-beskidzkim mniejszy współczynnik odpływu, większą nieregularność średnich przepływów rocznych i miesięcznych oraz mniejszy odpływ jednostkowy.

Beskid Niski wznoszący się do 900, a wyjątkowo 1000 m n.p.m., rozciąga się na długości 100 km i stanowi strefę wielkiego poprzecznego obniżenia w Karpatach zewnętrznych, co ma istotne znaczenie dla cyrkulacji i wymiany mas powietrza. Obniżenia śródgórskie o kierunku prostopadłym do masywu karpackiego są naturalnymi drogami dla prądów powietrza z południa, które wpływają na podwyższenie minimalnych temperatur na obszarach znajdujących się na drodze ich ruchu. Napływ ciepłych wiatrów z kierunku południowo-zachodniego, zwanych lokalnie rymanowskimi (w dolinie Popradu ryterskimi), powoduje stosunkowo późne utrwalenie się pokrywy śnieżnej na tym terenie, a także jej częste zmiany oraz wzmożony odpływ zimowy. Późne ustalanie się pokrywy śnieżnej stwarza większe prawdopodobieństwo wkraczania jej na nieprzepuszczalne, bo zamrożone podłoże. W wyniku zmniejszonej

infiltracji następuje zwiększony odpływ w okresie odwilży śródziemnych.

Beskid Niski jest zbudowany ze skał litologicznie zróżnicowanych, w strefie brzeżnej z piaskowców ciężkowickich oraz warstw krośnieńskich jednostki śląskiej (Beskid Rymanowski), na które nasunięte są fałdy dukielskie (pstre łupki, warstwy menilitowe i krośnieńskie, podzielone seriami odpornych wapieni cergowskich). Wzniesienia w zachodniej części Beskidu zbudowane są z piaskowców magurskich, zalegających w synklinie, z czym wiąże się możliwość tworzenia zbiorników wód podziemnych.

Beskid Niski rozciągający się na dużej przestrzeni wykazuje znaczne zróżnicowanie tak pod względem klimatycznym jak i hydrologicznym, chociaż występują tu zaledwie dwa piętra klimatyczne, tj. umiarkowanie chłodne i umiarkowanie ciepłe. Opady wahają się od 730 do 900 mm rocznie. Należy zaznaczyć, że na wschód od dorzecza Dunajca opady, z wyjątkiem obszaru Bieszczadów, nie osiągają 1000 mm rocznie. Zalesienie terenu wynosi 35-40%.

Warunki retencji są zróżnicowane pod wpływem budowy geologicznej i rzeźby. W synklinach inwersyjnych grzbietów, zbudowanych z piaskowców magurskich podścielonych nieprzepuszczalnymi łupkami, podobnie jak to miało miejsce w Beskidzie Wyspowym, tworzą się lokalne zbiorniki wód podziemnych. Źródła z nich zasilane dają początek licznym ciekom i w pojedynczych przypadkach mogą osiągać wydajność powyżej 1 l/s. Temperatury ich wynoszą ponad 7°C. W północnej części Beskidu Niskiego wydajność źródeł bijących z piaskowców magurskich dochodzi do 0,4 l/s a sporadycznie do 2 l/s [Badania 1970]. Mniej zasobny zbiornik tworzy się w utworach inoceramowych. Źródła w większości mają wydajność do 0,2 l/s a czasami do kilku l/s. Przeciętnie przypada na tym obszarze około 3 źródeł na km<sup>2</sup> (1-9/km<sup>2</sup>). Występują tu również wody w utworach pokrywowych, płytkie, często okresowe, o temperaturze 9-16°C, powiązane z niżej zalegającymi wodami skalnymi. W dolinach większych rzek występują wody aluwialne.

Wielkość odpływu jednostkowego na skutek dużej rozciągłości obszaru oraz zróżnicowania budowy geologicznej wykazuje rozpiętość 10-14 l/s/km<sup>2</sup>, minimalny spada poniżej 0,5 l/s/km<sup>2</sup>. Daje to dużą wartość współczynnika nieregularności przepływów, około 2500.

Charakterystyczną cechą tego obszaru jest wyraźne zmniejszenie się wpływu opadów letnich na wielkość i przebieg odpływu, związane z wygasaniem intensywności opadów w tym kierunku oraz wzrostem wielkości parowania. Odpływ w półroczu zimowym jest znacznie większy niż w półroczu letnim, ponadto odpływ w miesiącach zimowych jest wyższy aniżeli w miesiącach letnich. Wynik ten jest nieco zawyżony,



gdźy mniejsze wartości obserwowane są na południowych stokach Beskidu Niskiego. Podobny rozkład odpływu występuje również w dorzeczu Ondawy oraz Topli (tab. 10, ryc. 13) świadczy o jedności hydrologicznej tego obszaru, rozdzielonego europejskim działem wodnym.

### *Region pogórski*

Wschodni region pogórski wykazuje w stosunku do obszaru beskidzkiego mniejszy odpływ, mniejszy współczynnik odpływu oraz wcześniejszy i szybszy spływ roztopowy. W porównaniu z zachodnim regionem pogórskim charakteryzuje się mniejszą częstotliwością powodzi letnich oraz znacznie mniejszym odpływem w półroczu letnim. Obejmuje obszar Pogórza Strzyżowskiego i Dynowskiego oraz Dołów Jasielsko-Sanockich.

Pogórze Strzyżowskie rozciąga się pomiędzy Białą a Wisłokiem. Wzniesione do 592 m n.p.m. jest zróżnicowane pod względem rzeźby. Nachylenia stoków osiągają 5-15°. Partie wierzchowinowe zbudowane z odpornych serii piaskowcowych warstw łgockich i istebniańskich, a niekiedy godulskich, są oddzielone szerokimi obniżeniami wy-preparowanymi w warstwach krośnieńskich oraz inoceramowych.

Obszar fliszu jest słabo zbadany pod względem hydrogeologicznym. Warstwami wodonośnymi są na tym terenie niektóre piaskowce inoceramowe oraz piaskowce warstw krośnieńskich, a także piaszczysto-pylaste utwory pokrywowe. Źródła wykazują gęstość charakterystyczną dla obszarów pogórskich, 3-9/km<sup>2</sup>. Występowanie ich jest rozproszone, wydajność nie przekracza 0,5 l/s. Przeważają źródła zwierzelinowe mające często okresowy charakter. Głębokość zwierciadła wody gruntowej w obrębie wzniesień dochodzi do kilkunastu, a jego wahania do kilku metrów. Miejscami wody całkowicie zanikają. Wody gruntowe występują również w utworach czwartorzędowych wypełniających dna większych dolin. Jest to zbiornik o zmiennej zasobności, ze zwierciadłem zalegającym na głębokości kilku metrów i wahaniami do 5 m [J. Dynowski, M. Kwiek 1963; *Analiza i ocena* 1969]. Zasobność zbiorników czwartorzędowych jest tu nieduża, około 0,4-0,6 l/s.

Opady na tym terenie wynoszą około 700 mm rocznie, maksymalne dobowe osiągają ponad 100 mm. Zalesienie jest niewielkie, w północnej części nie przekracza 10% [D. Zabierowska 1967]. Gęstość stałej sieci rzecznej jest podobna jak w innych partiach pogórzy — do 1,5 km/km<sup>2</sup>. Spadki rzek osiągają kilka do kilkunastu i więcej promil.

Odpływ jednostkowy z Pogórza Strzyżowskiego jest większy niż z Pogórza Ciężkowickiego oraz z Dołów Jasielsko-Sanockich, średni wynosi około 8 l/s/km<sup>2</sup>, maksymalny — 750 l/s/km<sup>2</sup>, minimalny spada do 0,6 l/s/km<sup>2</sup>. Odpływ wykazuje w porównaniu z Pogórzem Ciężko-

wickim znaczny wzrost w okresie zimowym. Jest on również nieco większy niż na terenie Dołów Jasielsko-Sanockich. Wskazuje na to analiza przebiegu odpływu w pogórskiej części dorzecza Wisłoki. Odpływ w półroczu zimowym stanowi 64,3% odpływu rocznego, a odpływ w półroczu letnim tylko 35,7%. Największy odpływ ma miejsce w okresie trzech miesięcy wiosennych (41,8%), a następnie w zimie (25%), odmiennie niż w obszarach pogórskich na zachodzie, gdzie odpływ w miesiącach zimowych był zawsze mniejszy niż w letnich. Odpływ w lecie (VI-VIII) na Pogórzu Strzyżowskim osiąga około 21%. Najmniejszy, podobnie jak na całym obszarze, przypada na jesień (12,2%).

Pogórze Dynowskie rozciąga się na północ od Pogorza Strzyżowskiego, od Wisłoki po Wiar pasmem o długości 105 km i szerokości do 45 km [*Geomorfologia Polski* 1972]. W odróżnieniu od Pogorza Strzyżowskiego jest monotonne i jednolite pod względem krajobrazowym. Długie, wyrównane garby o wysokości 350-450 m, o przebiegu północny zachód — południowy wschód, rozcięte do głębokości 150-200 m dolinami Wisłoka i Sanu mają znaczne nachylenia stoków — 10-30°. Są one zbudowane ze stromo ustawionych fałdów jednostki skolskiej, w których występują twarde, zbite margliste piaskowce dolnej kredy obok kompleksów naprzemianległych łupków i piaskowców, wchodzących w skład warstw inoceramowych. Bardziej na południu znajdują się warstwy krośnieńskie.

Bije tu dużo źródeł: z warstw inoceramowych oraz magurskich i podmagurskich w ilości 7-8/km<sup>2</sup>, z warstw krośnieńskich 4/km<sup>2</sup>. Wydajność ich nie przekracza 0,5 l/s i świadczy o nieznacznych zasobach wodnych. Odpływ jednostkowy źródeł waha się od 0,14 w warstwach krośnieńskich do 0,6 l/s/km<sup>2</sup> w warstwach inoceramowych [J. Pawlik-Dobrowolski 1965]. Zbiorniki wód gruntowych tworzą się również w utworach żwirowo-piaszczystych teras, których miąższość dochodzi do 25 m oraz w pokrywie zwietrzelinowej zalegającej na stokach. Lokalne zbiorniki o niewielkiej zasobności występują w osuwiskach, rozwiniętych głównie na pstrych łupkach i utworach menilitowych. Gęstość źródeł na Pogórzu Dynowskim jest zróżnicowana od 2 do 5/km<sup>2</sup>.

Układ sieci rzecznej jest kratowy, dopasowany do przebiegu długich, wąskich garbów. Odpływ jednostkowy wynosi 7-10 l/s/km<sup>2</sup> i waha się w poszczególnych latach w granicach od 4 do 14 l/s/km<sup>2</sup>. Maksymalny odpływ jednostkowy dochodzi do kilkuset (700) l/s/km<sup>2</sup>. Bardzo niskie wartości, poniżej 0,5 l/s/km<sup>2</sup>, osiąga minimalny odpływ jednostkowy, np. Stupnicy zaledwie 0,29 l/s/km<sup>2</sup>. Współczynnik nieregularności przepływów jest tu duży, około 2000. Rozkład odpływu w ciągu

roku jest podobny jak na Pogórze Strzyżowskim. W półroczu zimowym z pogórskiej części dorzecza Sanu odpływa 62,4<sup>0</sup>/o wód, na półroczu letnie przypada 37,6<sup>0</sup>/o. Największy odpływ ma miejsce w okresie wiosennym (39,6<sup>0</sup>/o). Przewyższa on odpływ całego półroczu letniego. Na miesiące zimowe przypada 25,4<sup>0</sup>/o ogólnej sumy odpływu. Niższa wartość charakterystyczna jest dla okresu letniego, a najmniejsza, jak to ma miejsce na całym obszarze pogórza oraz przeważającej części Beskidów, dla okresu jesiennego, na który przypada zaledwie 13,5<sup>0</sup>/o całkowitego odpływu. W sumie odpływ wiosenno-zimowy przeważa nad letnio-jesiennym.

#### Subregion kotlinowy

Doły Jasielsko-Sanockie reprezentują subregion kotlinowy w obrębie wschodniego regionu pogórskiego. Rozciągają się na 100 km długości i 15-20 km szerokości pomiędzy pasem pogórzy na północy a Beskidem Niskim na południu. Tworzy je szereg płaskodennych kotlin, rozdzielonych płatami niskich pogórzy, wznoszący się zaledwie 50-120 m nad ich poziom, rozciętych doliną Wisłoki i jej dopływów — Ropy i Jasiołki. Doły Jasielsko-Sanockie znajdują się na terenie podłużnego obniżenia tektonicznego, tzw. centralnej depresji karpackiej, wypełnionej stromo ustawionymi, po większej części małoodpornymi, warstwami krośnieńskimi z nielicznymi wychodniami warstw menilitowych i piaskowców ciężkowickich. Wisłoka i jej dopływy osadzają tu materiał wynoszony z Beskidu Niskiego. Obszar ten zasłany aluwiami stwarza dogodniejsze warunki dla infiltracji wód opadowych i roztopowych oraz gromadzenia wód podziemnych niż obszar fliszowego pogórza. Retencja jego jest jednak znacznie obniżona na skutek intensywnej eksploatacji żwirów z koryt i teras rzecznych (ryc. 2), w wyniku której nastąpiło obniżenie poziomu koryta rzek o 67-118 cm [B. Osuch 1968], powodując wzmożony drenaż wód podziemnych a miejscami przesuszenie gruntów.

Gęstość źródeł na tym terenie nie przekracza 1/km<sup>2</sup>, a wydajność dochodzi do 0,4 l/s. Mała gęstość źródeł jest cechą obszarów kotlinowych, nie wyklucza to jednak bezpośredniego zasilania rzek wodami podziemnymi. Występuje tu zbiornik wód aluwialnych, którego zwierciadło kształtuje się na głębokości kilku metrów. Temperatury wody wynoszą 8-13°C. Infiltracja i krążenie wód są utrudnione wskutek zalegania utworów pyłowych oraz pyłowo-gliniastych w stropowej partii teras. Wody zbiornika aluwialnego wykazują często powiązanie z wodami skalnymi podłoża zbudowanego z warstw krośnieńskich, charakteryzującymi się nieco niższymi temperaturami 7-10°C.

Doły Jasielsko-Sanockie są od dawna wylesione i użytkowane rol-

niczo. Leżą w zasięgu piętra umiarkowanie ciepłego. Opady są tu nieco mniejsze niż w sąsiednich obszarach, wynoszą 650-870 mm, przeciętnie 740 mm rocznie. Sieć rzeczna jak w większości kotlin śródgórskich nie ma samodzielnego charakteru, lecz jest allochtoniczna. Gęstość jej jest dość znaczna, natomiast spadki rzek są niewielkie, zaledwie 1,5-3,0‰.

Obszar ten wykazuje mniejszy odpływ w porównaniu z Beskidem Niskim, a także rozciągającym się na północy Pogórzem Strzyżowskim. Odpływ jednostkowy wynosi 6-7 l/s/km<sup>2</sup>, co odpowiada 190-220 mm rocznie. Rozkład odpływu jest podobny do panującego w całym makroregionie wschodnim. Zaznacza się tylko nieco mniejszy procentowy udział odpływu wiosennego oraz zimowego na korzyść jesiennego i letniego, nie wpływa to jednak w zasadniczy sposób na zmianę ustroju Wisłoki i jej dopływów. W okresie półrocza zimowego (XI-IV) odpływa z tego obszaru 62,2‰ ogólnej ilości wód. Największy odpływ ma miejsce w miesiącach wiosennych (III-V — 40,2‰) a następnie w zimowych (XII-II — 24,4‰), który przewyższa odpływ w miesiącach letnich (VI-VIII — 21,9‰). Najmniejszy odpływ notowany jest na jesieni (IX-XI — 13,5‰). W porównaniu z obszarami bardziej wysuniętymi na zachód (dorzecze Dunajca, Raby) zaznacza się wzrost udziału odpływu w półroczu zimowym jak i w miesiącach zimowych w ogólnym odpływie, co jest cechą charakterystyczną dla części wschodniej Karpat Polskich.

## ROLA KARPAT W ZASILANIU GÓRNEJ WISŁY

Z ogólnej ilości wody, jaką dostarczają rzeki Karpat Polskich przy średnim stanie, 84% pochodzi z Karpat Zachodnich, a 16% z Karpat Wschodnich. Tatry dostarczają 4,5%, Podhale 13,2% wód, wykazując nadwyżkę powstałą z dopływu wód słowackiego Popradu. 37,6% wód pochodzi z obszaru Beskidów, 14,2% z Bieszczadów i 30,5% z terenu pogórzy.

W Karpatach Zachodnich głównym dostawcą wód są Beskidy, które łącznie z Podhalem (15,7%) dostarczają 60,7% wód odpływających z tego terenu. Udział pogórza wyraża się cyfrą 33,9%, Tatr 5,4%.

W Karpatach Wschodnich 87,5% wód pochodzi z obszaru Bieszczadów, pozostała część, tj. 12,5%, z terenu pogórza.

W makroregionie zachodnim najwięcej wód odpływa z Beskidów. Ich udział (51,3%) łącznie z Podhalem (22,3%) wynosi 73,6%, pogórze dostarcza 18,3% i Tatry 8,1%. W makroregionie wschodnim aż 69% pochodzi z obszaru pogórza a tylko 31% z Beskidu Niskiego. Jest to także jedną z przyczyn zróżnicowania hydrologicznego Karpat. Rzeki makroregionu wschodniego zasilane w przewadze z obszarów pogórskich mniej zasobnych tak w opady, jak i w wody, wykazują daleko głębsze niżówki oraz odmienny ustrój niż rzeki makroregionu zachodniego, płynące z obszaru średniogórskiego Beskidów i wysokogórskiego Tatr, charakteryzujących się wyższymi opadami i większą zasobnością wodną.

Zlewnie rzek karpaccich (w granicach Karpat) zajmują 1/3 powierzchni dorzecza górnej Wisły. Z 246 m<sup>3</sup> wód odprowadzanych w ciągu jednej sekundy z Karpat aż 235 m<sup>3</sup> odpływa do Wisły. Stanowią one 60% jej średniego przepływu w Zawichoście, który wynosi 392 m<sup>3</sup>/s. Udział ten wzrasta w latach wilgotnych do około 70%, zmniejsza się natomiast w latach suchych. Wynika to z małego stopnia wyrównania rzek karpaccich. W okresach powodziowych udział tych rzek w odpływie górnej Wisły przekracza 80%. Wielkości odpływu z poszczególnych dorzeczy i regionów karpaccich ilustrują ryc. 21-23 oraz tab. 16.

Wpływ rzek karpaccich na kształtowanie się przepływów górnej Wisły, która jest głównym odbiorcą ich wód, polega na zwiększeniu

Tabela 16. Wielkość odpływu z Karpat

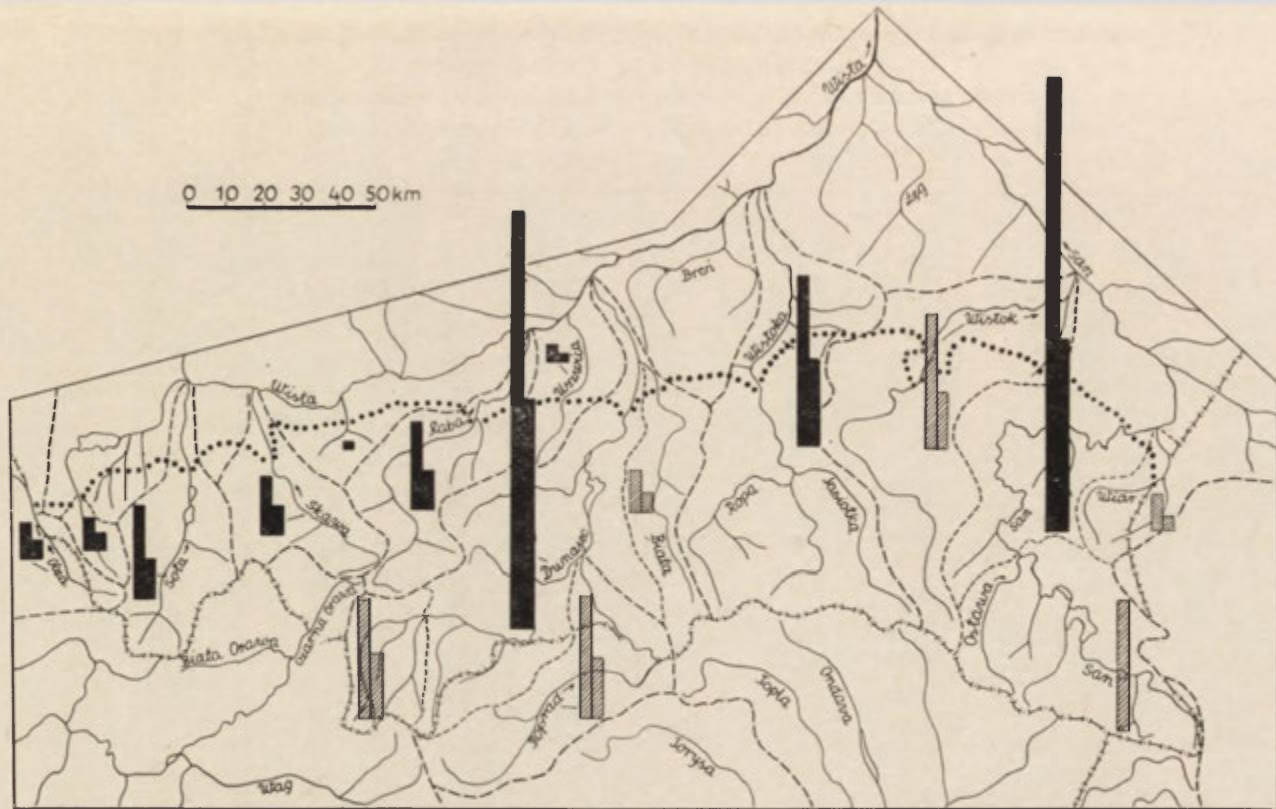
Dorzecze (w granicach Karpat)	Odpływ w m <sup>3</sup> /s						Razem	
	Tatry	Podhale	Beskidy	Bieszczady	Doly Jasielsko-Sanockie	Pogórze	m <sup>3</sup> /s	tys. m <sup>3</sup> /rok
Olza			5,0			1,0	6,0	189 216
Wisła			6,0			0,5	6,5	204 984
Ilownica, Biała Bielska			1,0			2,0	3,0	94 608
Soła			16,0			2,0	18,0	567 648
Skawa			10,0			2,0	12,0	378 432
Skawinka						1,5	1,5	47 304
Raba			9,0			5,0	14,0	441 504
Uszwica						2,0	2,0	63 072
Dunajec:	11,0	30,5	24,3			14,2	80,0	2 522 880
Dunajec	(8,0)	(17,0)	(16,0)			(9,0)		
Poprad	(3,0)	(13,5)	(6,5)					
Biała Dunajcowa			(1,8)			(5,2)		
Wisłoka			13,0		4,5	13,0	30,5	961 848
San:			5,5	35,0	5,0	22,5	68,0	2 144 448
San				(35,0)		(10,0)		
Wisłok			(5,5)		(5,0)	(7,5)		
Wiar						(5,0)		
Czarna Orawa		2,0	3,0				5,0	157 680
Karpaty Polskie								
m <sup>3</sup> /s	11,0	32,5	92,8	35,0	9,5	65,7	246,5	
tys. m <sup>3</sup> /rok	346 896	1 024 920	2 926 541	1 103 760	299 592	2 071 615		7 773 624
Polskie Karpaty Zachodnie								
m <sup>3</sup> /s	11,0	32,5	92,8		9,5	60,7	206,5	
tys. m <sup>3</sup> /rok	346 896	1 024 920	2 926 541		299 592	1 914 235		6 512 184

Polskie Karpaty Wschodnie								
m <sup>3</sup> /s				35,0		5,0	40,0	
tys. m <sup>3</sup> /rok				1 103 760		157 680		1 261 440
Makroregion zachodni (+ Czarna Orawa)								
m <sup>3</sup> /s	11,0	32,5	72,5			25,0	141,0	
tys. m <sup>3</sup> /rok	346 896	1 024 920	2 286 360			788 400		4 446 576
Makroregion wschodni								
m <sup>3</sup> /s			20,3		9,5	35,7	65,5	
tys. m <sup>3</sup> /rok			640 181		299 592	1 125 835		2 065 608

przepływów maksymalnych, zwłaszcza w okresie powodzi letnich, do czego przyczynia się również usytuowanie doliny Wisły wzdłuż krawędzi Karpat powodujące kumulację wód powodziowych. Dopływ wód karpackich oddziałuje na zwiększenie średnich przepływów. Mała retencja fliszowego obszaru przyczynia się do zmniejszenia przepływów niżówkowych, co w sumie powoduje wzrost wahań przepływów.







Ryc. 22. Wielkość odpływu z dorzeczy karpackich w roku wilgotnym i suchym

1 — odpływ z karpackiej części dorzeczy, 2 — odpływ ze zlewni cząstkowych =  $5 \text{ m}^3/\text{s} = 157\,680 \text{ tys. m}^3/\text{rok}$

Run-off from the Carpathian river-basins for the humid and dry year

1 — run-off from the Carpathian part of the basins of the main rivers, 2 — run-off from the basins of the greater tributaries =  $5 \text{ m}^3/\text{s} = 157\,680\,000 \text{ m}^3/\text{year}$



## WNIOSKI

Stosunki wodne obszaru górskiego, jaki reprezentują Karpaty, mają w wyniku zróżnicowania elementów środowiska geograficznego złożony charakter. Klimat (duże, wzrastające z wysokością opady oraz niskie temperatury), ukształtowanie terenu (znaczne wysokości względne jak i bezwzględne oraz nachylenia) jak również budowa geologiczna obszaru (małoprzepuszczalne, po większej części fliszowe podłoże) sprawiają, że obieg wody ma charakter spływowy. W przypadku dogodnych warunków infiltracji i retencji, jakie mają miejsce na obszarze krasu tatrzańskiego oraz w obrębie kotlin śródgórskich, kształtuje się infiltracyjny bądź infiltracyjno-spływowy typ obiegu wody. Głównym jego elementem jest odpływ, który wykazuje przestrzenne zróżnicowanie zarówno w wielkości, jak i w przebiegu rocznym. Wielkość odpływu oraz współczynnik odpływu zmniejszają się w kierunku wschodnim, równoległe do zmian wielkości i intensywności opadów oraz wygasania opadów frontalnych. Zróżnicowanie pionowe wyraża się wzrostem wielkości odpływu jednostkowego z wysokością, wynoszącym 1,0-4,5 l/s/km<sup>2</sup> (tj. 30-140 mm w stosunku rocznym) na 100 m wzniesienia. Jest on spowodowany piętrowym układem elementów klimatu górskiego (opadów i temperatur) zmieniających się wraz z wysokością.

Wyraźnie zaznacza się wpływ ukształtowania, a zwłaszcza wysokości i układu pasm górskich, oraz ekspozycji na stosunki wodne. Zwarta bariera masywów górskich o działaniu ekranowym w części zachodniej oraz rozległe obniżenia w części wschodniej decydują o cyrkulacji mas powietrza, a tym samym o czasowym i przestrzennym zróżnicowaniu odpływu. W eksponowanej na północo-zachód części Karpat największy odpływ przypada w miesiącach letnich i wiosennych, a w pozostałej w cieniu opadowym części wschodniej — w miesiącach wiosennych i zimowych. Na całym jednak obszarze największy spływ notuje się w miesiącach letnich. Te różnice w rozkładzie odpływu mają zasadnicze znaczenie dla gospodarowania zasobami wód powierzchniowych na obszarze Karpat.

Z wysokością i zmianą stosunków termicznych wzrasta udział opadów śnieżnych w zasilaniu rzek karpaccich oraz ich wpływ na ustrój rzek. Potoki tatrzańskie, płynące z obszaru wysokogórskiego, których

zlewnie znajdują się w obrębie klimatycznych pięter zimnych i chłodnych, odznaczają się ustrojem śnieżnym, bądź umiarkowanie śnieżnym. Rzeki płynące z obszaru Beskidów, będące w zasięgu piętra chłodnego, mają ustrój śnieżno-deszczowy, rzeki z piętra umiarkowanie chłodnego oraz umiarkowanie ciepłego, jak również rzeki pogórskie z piętra umiarkowanie ciepłego, wykazują ustrój deszczowo-śnieżny, który panuje na przeważającej części obszaru karpackiego.

Rzeźba terenu, do której dostosowany jest system cyrkulacji mas powietrza oraz pionowy układ elementów klimatycznych, decyduje o przebiegu stanów maksymalnych, a także średnich, powodując przyspieszenie i nasilenie procesów spływu stanowiącego nietrwały składnik odpływu. Budowa geologiczna, od której uzależnione są stosunki infiltracji i retencji oraz zasoby wód podziemnych, decyduje o przebiegu niskich stanów wody i przepływów, jak również o zasilaniu podziemnym stanowiącym trwały składnik odpływu. Szczegółowe badania w tym zakresie wymagają unowocześnienia techniki pomiarów i obserwacji. Środowisko geograficzne, a zwłaszcza rzeźba oraz budowa geologiczna, nie stwarza dogodnych warunków do infiltracji i retencji wód w podłożu, co sprawia, że przy dużych opadach i znacznym odpływie zasoby wód podziemnych w Karpatach, a szczególnie na pogórzu, są niewielkie. Warunki te wskutek działalności człowieka ulegają stałemu pogarszaniu, przejawiającemu się w pogłębianiu niżówek i zmniejszaniu przepływów minimalnych, co może doprowadzić do zużycia zasobów wód podziemnych. Rosnące zapotrzebowanie i wzrastający deficyt wodny przy ogólnej małej ilości zasobów wodnych w Polsce zmuszają do oszczędnego i racjonalnego gospodarowania nimi. Z tych względów ochrona wód w szerokim pojęciu leży w dobrze zrozumianym interesie społecznym, a utrzymanie i zachowanie zasobów wodnych staje się podstawą do dalszego rozwoju gospodarczego. W tej sytuacji zagadnienie ochrony wód karpackich, będących wielkim rezerwuarem wód powierzchniowych, nabiera szczególnego znaczenia.

Cele ochrony przyrody i racjonalnej gospodarki wodnej są zbieżne, wszelkie więc plany gospodarowania wodą powinny być oparte na podstawach przyrodniczych, a w pierwszym rzędzie muszą uwzględnić poprawę stosunków retencji w Karpatach.

## LITERATURA

- Alexandrowicz Z., Drzał M., 1969, *Parki narodowe i rezerваты przyrody w Polsce. Mapa 1 000 000*, Warszawa.
- Analiza i ocena środowiska geograficznego powiatu ropczyckiego, 1969, „Dok. geogr.”, z. 2/3.
- „Annuaire hydrographique de la Suisse”, 1968, Bern.
- Augustowski B., 1968, *Spostrzeżenia nad zmianami antropogenicznymi w korycie Ropy w Karpatach w okolicy Biecza*, „Zesz. geogr. WSP. Gdańsk”, s. 161-168.
- Badania fizyczno-geograficzne otoczenia Stacji Naukowo-Badawczej Instytutu Geografii PAN w Szymbarku, 1970, „Dok. geogr.”, z. 3.
- Balcerski W., 1951, *Zagadnienia powodziowe dorzecza Wisły oraz koncepcja rozwiązania tego zagadnienia za pomocą zbiorników*, „Gosp. wodna”, t. 11, z. 10, s. 367-371.
- Czemerda A., 1967, *Szata i pokrywa śnieżna w Karpatach Polskich*, „Zesz. Kom. Zagosp. Ziem Górskich”, PAN, z. 2, s. 147-167.
- Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani*, 1963, „Servizio Idrografico”, t. 17, Roma.
- Dębski K., 1970, *Hydrologia*, Warszawa.
- Dobrota O., 1963, *Charakteristické hydrologické údaje slovenských tokov*, Bratislava.
- Dub O., 1954, *Vseobecna hydrologia Slovenska*, SAV, Bratislava.
- 1957, *Hydrologia, hydrografia, hydrometria*, Bratislava-Praha.
- Dynowska I., 1971, *Typy reżimów rzecznych w Polsce*, „Zesz. nauk. UJ, Prace geogr.”, z. 28.
- Dynowski J., 1961, *Z badań hydrograficznych w zlewni Białej i Czarnej Wiśki*, „Czas. geogr.”, t. 32, z. 1, s. 31-56.
- Dynowski J., Kwiek M., 1963, *Charakterystyka hydrograficzna zlewni Budziska*, „Zesz. nauk. UJ, Prace geogr.”, z. 7, s. 45-75.
- Figuła K., 1956, *Monografia górnego Dunajca*, „Prace i Studia Komit. Gosp. Wodnej PAN”, s. 327-357.
- 1965, *Wyniki badań nad wpływem lasu na stosunki hydrologiczne w górach*, „Zesz. Kom. Zagosp. Ziem Górskich PAN”, z. 9, s. 9-32.
- Geomorfologia Polski*, 1972, t. 1, *Polska Południowa góry i wyżyny*, Warszawa.
- Gieysztor I., 1961, *Studia hydrologiczne nad potokami tatrzańskimi. Opady i odpływ na obszarze zlewni Białki i Potoku Kościeliskiego*, IG PAN, „Prace geogr.”, nr 26.
- Goetel W., 1957, *O ochronę zasobów wodnych*, „Nauka Polska”, z. 3, s. 67-76.
- 1962, *Działalność Polskiej Akademii Nauk w dziedzinie ochrony zasobów wodnych i oczyszczania ścieków*, „Nauka Polska”, z. 1, s. 41-54.
- Gołąb J., 1959, *Zarys stosunków tektonicznych fliszu zachodniego Podhala*, „Biul. IG”, 149, s. 225-240.

- Grimm F., 1968, *Zur Typisierung des mittleren Abflussganges (Abflussregime) in Europa*, „Freiburger Geogr. Hefte”, z. 6.
- Hess M., 1965, *Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich*, „Zesz. nauk. UJ, Prace geogr.”, z. 12.
- „Hydrographisches Jahrbuch von Österreich”, 1962-1967, Wien.
- Hydrologické pomery CSR*, 1967, t. 2, Praha.
- Kamińska E., 1912, *Trwałość pokrywy śnieżnej na północnym stoku Karpat*, Rozprawy Wydz. Mat. Przyr. PAU, Kraków.
- Keller H., 1899, *Memel, Pregel und Weichselstrom*, t. 3, Berlin.
- Keller R., 1968, *Die Regime der Flüsse der Erde. First Report of the IGU-Commission on the Intern. Hydrological Decade*, Selbstv. d. Geogr. Inst. der Albert-Ludwig-Univ., Freiburg.
- Kiciński T., 1970, *Odptyw gruntowy ze zlewni Wisły po Zawichost*, „Prace i Studia Komit. Gosp. Wodnej i Surowcowej”, z. 10, s. 131-219.
- Klimaszewski M., 1946, *Podział morfologiczny południowej Polski*, „Czas. geogr.”, t. 17, z. 3/4, s. 133-182.
- Klus T., 1965, *Wpływ lokalnych warunków na odptywy w zlewniach górskich*, „Zesz. nauk. WSR”, t. 25, z. 2.
- Koniar-Schaeferowa J., 1968, *Badanie wpływu budowy geologicznej podłoża na rozkład spływów z wybranych małych zlewni Karpat fliszowych*, „Zesz. nauk. SGGW, Melioracje rolne”, z. 8, s. 121-140.
- Kostrakiewicz L., 1965, *Hydrografia Pienin*, „Zesz. nauk. UJ, Prace geogr.”, z. 12, s. 77-111.
- Książkiewicz M., Samsonowicz J., 1952, *Zarys geologii Polski*, Warszawa.
- Kulig L., Smólski S., 1962, *Kierunki rozwoju gospodarki leśnej na karpackich ziemiach górskich*, „Zesz. probl. Postępów Nauk roln.”, z. 37, s. 89-122.
- Lewińska J., 1967, *Wpływ rzeźby terenu na kształtowanie temperatur minimalnych powietrza w polskich Karpatach Zachodnich*, „Zesz. Kom. Zagosp. Ziem Górskich”, z. 3, s. 145-163.
- Lwowicz M. I., 1964, *Wody suszy. Fiziko-geograficzeskij Atlas Mira*, Moskwa.
- Madany R., 1961, *O opadach śniegu i szacie śnieżnej w Karpatach Polskich w okresie 1951-1955*, „Przegl. geof.”, t. 6, z. 3, s. 131-146.
- Materiały hydrograficzne Instytutu Geografii UJ*, 1951-1970.
- Materiały hydrograficzne Zakładu Geografii Fizycznej IG PAN*, 1953-1970.
- Materiały Wydziału Geodezji i Urzędzeń Rolnych*, 1971, WRN, Kraków.
- Michalik A., 1968, *Objaśnienia do Przeglądowej Mapy Hydrogeologicznej Polski. Arkusz Cieszyn 1:300 000*, Warszawa.
- Michalik A., Poprawa D., 1969, *Objaśnienia do Przeglądowej Mapy Hydrogeologicznej Polski. Arkusz Nowy Sącz 1:300 000*, Warszawa.
- Mikulski Z., 1959, *Występowanie niżówek na Wiśle i Odrze*, „Przegl. geof.”, t. 4, z. 2, s. 127-136.
- 1963, *Zarys hydrografii Polski*, Warszawa.
- Monografia geografica a R.P.R.*, 1960, București.
- Murczyński S., 1963, *Wpływ gospodarki wodnej na planowanie przestrzenne w Karpatach Polskich*. Dysertacja doktorska, Politechnika Krakowska.
- Niedźwiedz T., 1968, *Częstotliwość występowania układów barycznych, mas powietrza i frontów atmosferycznych nad polskimi Karpatami Zachodnimi*, „Przegl. geogr.”, t. 11, z. 2, s. 473-478.
- Niemirska J., Niemirowski M., 1968, *Stosunki hydrograficzne zlewni potoków Jaszce i Jamne*, „Studia Naturae”, PAN, z. 2, s. 39-48.

- Niemirowski M., 1963. Szkic geograficzny obszaru babiogórskiego, Babiogórski Park Narodowy. Kraków, s. 21-43.
- Oleksynowa K., 1970, *Charakterystyka geochemiczna wód tatrzańskich*, „Acta Hydrobiol.”, t. 12, z. 1.
- Osuch B., 1968, *Problemy wynikające z nadmiernej eksploatacji kruszywa rzecznego na przykładzie rzeki Wisłoki*, „Zesz. nauk. AGH”, nr 219, z. 15, s. 283-301.
- Pardé M., 1934, *Crues pyrénéennes et crues carpathiques*, „Rev. géogr. des Pyrénées et du Sud-Ouest.”, t. 5, s. 425-433.
- 1957, *Rzeki*, Warszawa.
- 1961, *Sur la puissance des crues en diverses parties du monde*, „Geographica”, 8.
- 1964 a, *Les régimes fluviaux de la Péninsule Ibérique*, „Rev. de géogr. de Lyon.”, t. 39, z. 3, s. 129-182.
- 1964 b, *Etudes potamologiques sur la Loire et ses affluents*, „Norois”, t. 11, z. 44 bis, Poitiers.
- Pawlik-Dobrowolski J., 1965, *Uźródłowienie południowej Polski*, „Zesz. nauk. UJ, Prace geogr.”, z. 12, s. 7-42.
- Platagea H., Ujvári J., 1960, *Les principales caractéristiques du régime hydrologique sur le territoire de la R. P. Roumaine*, „Recueil d'études géogr. Ac. de la RPR”, Bucarest, s. 65-81.
- Pol W., 1887, *Rzut oka na północne stoki Karpat*.
- Popow O. W., 1963, *Podziemny stok w rzece i jego rol w wodnym balansie jeziorskiej części SSSR*, Referat na sympozjum poświęconym zagadnieniu bilansu wodnego, Moskwa.
- Poprawa D., 1969, *Objaśnienia do Przeglądowej Mapy Hydrogeologicznej Polski*. Arkusz Przemysł 1:3 000 000, Warszawa.
- Prace i Studia Komitetu Gospodarki Wodnej PAN*, 1958, t. 2.
- Prochal P., 1961, *Analiza zabudowania potoków karpaccich na tle warunków fizjograficznych w województwie krakowskim*, Kraków.
- Przebiegi charakterystyczne rzek polskich w latach 1951-1960*, 1967, PIHM, Warszawa.
- Punzet J., 1970, *Analiza występowania wielkich wód na górnej Wiśle*, [w:] *Prace i Studia Komit. Gosp. Wodnej i Surowcowej PAN*, t. 10, s. 395-466.
- Pydziński B., 1962, *Stosunki wodne w górnej części dorzecza Soły*, „Prace geogr. WSP Kraków”, z. 10, s. 57-67.
- 1968, *Stosunki wodne dorzecza Soły*. Dysertacja doktorska, WSP Kraków.
- Rauczyńska D., 1967, *Wody podziemne szczytowej partii Lubogoszczy*, „Zesz. nauk. UJ, Prace geogr.”, z. 16, s. 81-92.
- Regionalna geologia Polski. 1951-1953*, t. 1, *Karpaty*, z. 1, 2, Kraków.
- Rehman A., 1895, *Ziemię dawnej Polski i sąsiednich krajów słowiańskich opisane pod względem geograficznym*, cz. 1, *Karpaty*, Lwów.
- „Roczniki hydrologiczne wód powierzchniowych 1961-1967”, 1966-1971, PIHM, Warszawa.
- Rocznik statystyczny 1970*, 1971, Warszawa.
- Romer E., 1902, *Wisła, jej dorzecza i sieć wodna*, „Kosmos”, t. 27, s. 67-120.
- 1911, *Wstęp do fizjografii powiatu mieleckiego*, „Kosmos”, t. 36, s. 585-625.
- 1949, *Regiony klimatyczne Polski*, Wrocław.
- Sawicki L., 1912, *Hydrografia ziem polskich*, [w:] *Encyklopedia Polska*, t. 1, PAU, Kraków, s. 241-298.
- Skibniewski L., 1959, *Podział odpływu Wisły na powierzchniowy i gruntowy w okresie 1950-1954*, „Wiad. Sł. hydr. met.”, t. 7, z. 2.



- Słomka S., 1970, *Charakterystyka hydrograficzna dorzecza górnej Raby*, „Folia Geographica, Ser. geogr.-phys.”, t. 4, s. 129-146.
- Stachnal-Talanda D., 1965, *Stosunki wodne wschodniej części Kotliny Nowotarskiej oraz prognoza zmian w środowisku geograficznym w przypadku budowy zapory na Dunajcu w Czorszynie*, „Ochrona Przyrody”, t. 31, Kraków, s. 203-232.
- Starkel L., 1960, *Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie*, IG PAN, Prace geogr., nr 22.
- Stosunki opadowe w Polsce w okresie 1951-1960*, 1968, PIHM, Warszawa.
- Studii de Hidrologie 1963-1968*, t. 6-24, Inst. Stud. Çerç. Hidrot., Bucureşti.
- Szafer W., 1957, *O konieczności ścisłej współpracy nauk technicznych i biologicznych w gospodarce wodą*, „Nauka Polska”, z. 3, s. 62-65.
- 1958, *Na rozdrożach gospodarki wodnej*, „Za i Przeciw”, nr 21.
- Szata roślinna Polski, 1959, t. 2, Warszawa.
- Ujvári J., 1959, *Hidrografia R.P.R.*, Bucuresti.
- 1967, *Mittlere monatliche Abflüsse im Donaugebiet*, „Deutsche Gewässerkundl. Mitt. Sonderheft”, s. 14-22.
- 1968, *La répartition territoriale de l'écoulement moyen fluvial dans les Carpathes*, „Rev. Roumaine de Géol. Géoph. et Géogr.”, t. 12, z. 1, 2, s. 85-89.
- Uziak S., 1962, *Geneza i klasyfikacja gleb górskich w Karpatach fliszowych*, „Roczniki gleb.”, dodatek do t. 13.
- 1964, *Zagadnienie typologii niektórych gleb pyłowych Pogórza Karpackiego*, „Annales UMCS”, t. 17, Sectio B, s. 1-64.
- Waksmundzki K., 1968, *Z badań hydrograficznych w dorzeczu górnej Wisły*, „Zesz. nauk. UJ, Prace geogr.”, z. 21, s. 39-77.
- Wilgat T., 1970, *Ochrona wartości środowiska przyrodniczego w Polsce. Materiały sesji naukowej poświęconej problemom środowiska człowieka*, Szczecin.
- Wit-Józwiak K., 1968, *Przykłady map hydrograficznych z południowej Polski*, „Przegl. geogr.”, t. 40, z. 2, s. 271-283.
- Wit K., Ziemońska Z., 1958, *Stosunki hydrograficzne Tatr. Przewodnik VI Ogólnopolskiego Zjazdu PTG*, cz. 1, Kraków, s. 32-41.
- Wit K., Ziemońska Z., 1960, *Hydrografia Tatr Zachodnich. Objaśnienia do Mapy Hydrograficznej Tatr Zachodnich 1:50 000*, Kraków.
- Władimirow L. A., 1960, *K istorii issledowanii zakonomiernosti stoka w gornych obłastiach*, Tbilisi.
- 1962, *Sriednij godowej stok riek Gruzji*, Tbilisi.
- Wrzosek A., 1968, *Charakterystyka głównego działu wodnego w Karpatach Zachodnich*, „Przegl. geogr.”, t. 40, z. 2, s. 453-461.
- Wyniki pomiarów objętości przepływu*, 1962, 1963, 1966, PIHM, Warszawa.
- Zabierowska D., 1967, *Analiza użytkowania ziemi w karpackim regionie górskim*, „Zesz. Kom. Zagosp. Ziem Górskich”, z. 2, Kraków, s. 59-104.
- Zarys planu perspektywicznego gospodarki wodnej w Polsce*, 1959, Komit. Gospodarki Wodnej PAN, t. 1.
- Zařko M., 1968, *Niektore otázky geografie podziemnych vód Slovenska*, „Acta Geol. et Geogr. Univ. Comeniana. Geographica”, z. 7, Bratislava.
- Ziemońska Z., 1965, *Wody województwa krakowskiego*, „Prace Komisji Nauk Ekon. Oddział PAN w Krakowie”, nr 7, s. 153-157.
- 1966, *Obieg wody w obszarze górskim na przykładzie górnej części dorzecza Czarnego Dunajca*, IG PAN, Prace geogr., nr 55.
- 1967, *Zagadnienia wodne w ochronie przyrody*, „Chrońmy przyrodę ojczystą”, z. 3, s. 19-22.

- 1968, *Sur le régime des cours d'eau des Tatras Occidentales Polonaises. Mélanges offerts par ses amis et disciples à Maurice Pardé.* Editions Ophrys Gap, s. 743-750.
- 1970, *Sur le régime des cours d'eau des Carpates Occidentales Polonaises. Résumés des communications. Symposium de géographie physique des Carpates,* Bucarest.

## ВОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ В ПОЛЬСКИХ ЗАПАДНЫХ КАРПАТАХ

### Резюме

Предметом настоящей работы являются водные отношения и их пространственная дифференциация на территории Польских Западных Карпат. Работа состоит из четырех частей: 1) вступление, в котором намечается проблематика, описывается состояние знаний относительно гидрографии Польских Карпат и дается характеристику географической среды; 2) общая характеристика подземных и поверхностных вод; 3) характеристика стока, его сезонной изменчивости и пространственной дифференциации, а также речного режима; 4) характеристика выделенных гидрографических районов.

Работа основана на материалах и результатах местных гидрографических исследований, проводившихся в 1951-1970 гг. в рамках работ по подготовке подробной и обзорной Гидрографической карты Польши, а также на материалах, опубликованных Государственными гидро-метеорологическими институтами Польши и Чехословакии. Характеристика стока была подготовлена на основании гидрологических данных для десятилетия 1951-1960, а также 1956-1965 гг. (Фиг. 10). Всего были разработаны материалы, полученные от 52 польских, 120 моравских и словацких, нескольких десятков избранных альпийских и южно- и восточно-карпатских гидрометрических станций.

Польские Западные Карпаты представляют собой самую северо-западную часть карпатской дуги. Их территория, считая от государственной границы на западе до Лупковского перевала на востоке, составляет около 16 500 км<sup>2</sup>. Эта территория дренируется верхней Вислой и ее притоками, только незначительная часть территории входит в состав бассейна Одры и Дуная. Польские Западные Карпаты — это горная территория с весьма дифференцированными элементами географической среды, охватывающая собой полосу внешних флишевых Карпат среднегорного и погорного характера, в пределах внутренних Карпат — цепь Татр, построенную из кристаллических и мезозойских наносных пород (рис. 1). Высокогорные районы (Татры), поднимающиеся до 2 499 м н. у. м., занимают всего 1,1% всей поверхности; средние горы, высотой до 1 725 м н. у. м., и низкие, достигающие 1 000 м (Бескиды) — 50,7%, погорье, холмы которого достигают 300-500 м н. у. м. — 48,3%. Самые высокие горные массивы находятся в западной части, контрастирующей с восточной, где преобладает рельеф погорного характера. Из-за различной высоты климат и растительный покров ярусаобразны.

Водные отношения в Польских Карпатах формируются под влиянием дифференцированных элементов географической среды. Климат — значительное количество осадков при низких температурах воздуха и незначительным испарением; рельеф — значительные абсолютные и относительные высоты, значительные наклоны и густое расчленение территории; геологическое строение — преимущественно флишевое, с малой водопроницаемостью благоприятствует крупному и быстрому стоку воды, мешая инфильтрации и ретенции воды в основании. Рельеф способствует процессам стока, а в совокупности с малой ретенцией основания влияет на увеличение колебания уровня воды и на нерегулярность течения карпатских рек. Вследствие таких условий водооборот на этой территории имеет сточный характер. В то же время, при значительных осадках и значительном стоке, ресурсы подземных вод, равно

как и связанное с ними подземное питание во флишевых Карпатах — особенно в погорье — незначительны, на что отчетливо указывают исследования источников и подземных вод (таблица 2). Более благоприятные для ретенции условия имеются на татринской карстовой территории, в межгорных котловинах, в долинах более крупных рек, усталых флювиальных породами. В результате деятельности человека еще больше ухудшаются неблагоприятные по природе условия ретенции, что проявляется в углублении меженей и может привести к истощению ресурсов подземных вод. Поэтому улучшение условий регулирующего действия рек должно лечь в основу всяких планов в области водного хозяйства на этой территории.

Сток, представляющий собой главный элемент водооборота на горной территории, дифференцирован как по своей величине, так и в годовом масштабе. Это — результат ярусного расположения климатических элементов, главным образом осадков и температуры, соответственно рельефу, прежде всего — высоте и экспозиции. Величина стока и его модуль падают к востоку, увеличиваясь с высотой. Наличие в западной части сплошного барьера горных массивов экранного действия и выступление обширных понижений в восточной части решает о циркуляции воздушных масс на данной территории, следовательно, и о расположении стока в течение года. Экспонированная к северо-западу, более обильная водой и более влажная западная часть резко отличается от восточной, с меньшим количеством осадков, менее влажной и обильной в воду. В западной части самый крупный сток замечается в летние и весенние месяцы, в восточной — в весенние и, особенно, зимние месяцы (таблицы 7, 8, 10, рис. 12, 13). Половодья на всей территории выступают в летний период, поднятия — в весенний. К востоку падает частота летних поднятий, зато растет значение и размеры весенних поднятий.

Дифференциация географической среды и условий стока находит свое отражение в режиме карпатских рек. Для его характеристики учитывались величина течения и стока, изменчивость стока, выраженная коэффициентом месячных течений, степень выравнивания течений, а также выступление наводнений и меженей (таблицы 11, 12). Татринские потоки, спускающиеся с высокогорной территории, бассейны которых расположены в пределах холодных и прохладных климатических ярусов, отличаются снеговым либо умеренно снеговым режимом по терминологии Парде. Здесь преобладает снегово-дождево-грунтовое питание, в случае карстовых потоков — грунтово-снегово-дождевое. Потоки, текущие с территории Бескидов, расположенной в пределах прохладного яруса, имеют снегово-дождевой режим, а остальные бескидские реки в пределах умеренно прохладного и умеренно теплого ярусов, а также реки погорья в пределах умеренно теплого яруса отличаются дождево-снегово-грунтовым режимом. Более крупные карпатские реки имеют сложный режим. Среди них особое место занимает Дунаец, на высокогорной территории, у истоков, имеющий снеговой режим, постепенно переходящий в снегово-дождевой и дождево-снеговой.

Вследствие дифференциации водных отношений, прежде всего — стока, его размеров и распределения в течение года, в Польских Западных Карпатах можно выделить две гидрографические единицы — западный и восточный макрорегионы (рис. 20).

I — Западный макрорегион — богаче водой, с большим течением и стоком, охватывает собой бассейн карпатской Вислы и бассейны притоков верхней Вислы до Дунайца и Попрада включительно. Это единственный на территории Карпат район, в котором преобладает сток в летние (VI-VIII), а затем весенние месяцы. Половодья выступают в летние месяцы, поднятия — в весенние, межени — поздней осенью или зимой.

II — Восточный макрорегион, не так богатый водой, с меньшим стоком, охватывает бассейны карпатских притоков верхней Вислы к востоку от Бялой Дунайцовой. Здесь, как и на остальной территории Карпат, преобладает сток в течение весенних (III-V), а затем зимних (XII-II), реже летних, месяцев. Здесь выступают поднятия и редкие весенние половодья (осадково-талые), а также летние половодья, своими размерами превосходящие весенние, зато более редкие.

В состав западного макрорегиона входят:

1) — татринский (высокогорный) регион отличающийся особенно высоким коэффициентом стока (свыше 0,70), максимальным стоком в летние и весенние месяцы, максимум которого приходится на июнь или июль, минимум — в зимний и осенний периоды.

2) подгалянско-бескидский (среднегорный) регион, а в его пределах:

А) подгалянский субрегион, с коэффициентом стока 0,55-0,60, максимальным стоком в весенний период, с максимумом летом, минимумом — осенью и зимой;

Б) бескидский субрегион, с коэффициентом стока свыше 0,50, а на экспонированный к северо-западу бассейнах Силезского Бескида Живецкого даже свыше 0,60, максимальным стоком в летние и весенние месяцы, максимумом — летом, минимумом осенью и зимой.

3) погорный регион, с коэффициентом стока 0,35-0,45, максимальным стоком летом или весной, летним максимумом, осенним минимумом.

Восточный макрорегион состоит из:

1) бескидского региона (низкие горы) с коэффициентом стока составляющим 0,35-0,45, максимальным стоком весной (IV), ростом стока в зимний период и минимальным — осенью. Максимум выступает весной или летом.

2) погорного региона с коэффициентом стока составляющим 0,30-0,35, максимальным стоком весной (III) и минимальным стоком осенью.

А) котловинного субрегиона охватывающего территорию Ясельско-Саноцких впадин, переходного между бескидскими и погорным регионами. Вследствие более благоприятных условий ретенции этот субрегион отличается от них меньшим стоком и коэффициентом стока, не превышающим 0,30. По сравнению с территорией погорья здесь сток уменьшается в зимние месяцы, возрастает — в осенние.

Гидрографические регионы Карпат в общих чертах совпадают с физико-географическими регионами, так как выступление подземных и поверхностных вод, условия стока и ретенции, а также режим рек зависят от географической среды.

Количество воды, поставляемой из карпатских бассейнов, занимающих 1/3 всей поверхности бассейна верхней Вислы, составляет 60% ее среднего течения. Из общего количества воды, поставляемого реками Польских Карпат при их среднем уровне, 84% идет с Западных Карпат, 16% — с Восточных. В пределах Западных Карпат главным поставщиком воды являются Бескиды, которые вместе с Подгалем (15,7%) поставляют 60,7% общего количества воды. Участие погорья выражается цифрой 33,9%, Татр — 5,4%. Бескиды являются также главным поставщиком воды в западном макрорегионе. Их участие вместе с Подбалем составляет 73,6%, погорья — 18,3%, Татр — 8,1%. В восточном макрорегионе целых 99% воды идет с погорья и только 31% с территории Низкого Бескида. Это, между прочим, одна из причин гидрологической дифференциации Карпат (таблица 16, рис. 21, 22, 23).

Влияние карпатских рек на формирование течений верхней Вислы, которую они главным образом питают, заключается в увеличении максимальных течений особенно в период летних наводнений, чему способствует также расположение долины Вислы, параллельное цепи Карпат, ведущее к кумуляции паводковых вод. Карпатские воды влияют на увеличение средних течений, малая ретенция карпатской территории способствует уменьшению течения в период межени, — все это усиливает колебания и нерегулярность течений верхней Вислы.

## HYDROGRAPHIC CONDITIONS IN THE POLISH WEST CARPATHIANS

### Summary

The subject of the paper are water conditions and their spatial differentiation in the area of the Polish West Carpathians. The elaboration consists of four parts: 1) preliminary, giving an outline of the problem, the state of knowledge on the hydrography of the Polish Carpathians and a characteristic of the geographical environment, 2) general characteristic of the underground and surface waters, 3) characteristic of the run-off, its seasonal changeableness and spatial differentiation as well as the character of water regime, 4) characteristic of the distinguished hydrographical regions.

The paper is based on the materials and results of the field hydrographical investigations carried out in the years 1951-1970 within works on the detailed and general Hydrographical Maps of Poland and on the reports published by the State Hydro-meteorological Institutes of Poland and Czechoslovakia. The characteristic of run-off was elaborated on the basis of hydrological data for the period of 1951-1960 and in individual cases for the ten years' period of 1956-1965 (Fig. 10). In all, there have been elaborated records of 52 water-gauging stations from Poland, of 120 Moravian and Slovakian stations and of few tens of selected stations from the Southern and Eastern Carpathians and the Alps.

The Polish West Carpathians cover the extreme north-western part of the Carpathian arc. Their surface between the state boundary in the west to the Łupkowska Pass in the east is about 16 500 km<sup>2</sup>. The area is drained by the Upper Vistula and its tributaries, only small part of the area belongs to the basins of the Odra and the Danube rivers. The Polish Western Carpathians represent a mountain area of the differentiated elements of the geographical environment. They include a zone of the External Flysch Carpathians of middle-mountain and uplandish character and the range of the Tatra Mts., belonging to the Internal Carpathians built of crystalline and Mesozoic sedimentary rocks. The high-mountain areas (the Tatra) rising up to 2499 m a.s.l. cover as little as 1.1% of the area, middle mountains of a height up to 1725 m a.s.l. together with low mountains rising up to 1000 m a.s.l. (the Beskidy Mts.) — 50.7% while the upland of the Carpathian Foothills with hummocks up to 300-500 m a.s.l. as much as 48.3%. The highest mountain massifs are grouped in the western part, contrasting with the eastern part characterized by a predominantly uplandish relief. As a result of the differentiation of height both climate and the plant cover show vertical zonation.

Water conditions in the Polish Carpathians are under the influence of the differentiated elements of the geographical environment. Climate (especially high amount of precipitation, in combination with low temperatures of the air and decreased evaporation), relief of the terrain (high absolute and relative

altitudes, considerable inclinations and the dense dissection of the area), geological structure (mostly of Flysch character with low permeability of bedrock) — all these favour heavy and quick downflow and big run-off, they do not create good conditions for infiltration and water retention in bedrock. The relief contributes to the intensity and acceleration of the downflow and in combination with a low retention capacity of bedrock it increases the range of water stages and irregularities in the discharge of the Carpathian rivers. These conditions cause that the water circulation in the relevant area is of a run-off character. At the same time, with heavy precipitation and run-off, the stores of the underground waters and the relevant underground alimentation in the Flysch Carpathians and especially in the Carpathian Foothills is inconsiderable, as shown by investigations of springs and underground waters (Table 2). Better retention conditions exist in the karst region of the Tatra Mts., in the mountain basins and in the valleys of major rivers strewn with fluvial deposits. The activity of man brings about deterioration of the retention conditions, poor by nature, which is reflected in the decrease of low-stages: it may also cause an impoverishment of the underground water stores. Therefore, betterment of the retention conditions should be a base for any plan of the water economy in this area.

Run-off being the main element of the water circulation in a mountain area shows horizontal and vertical differentiation both in amount and throughout the year. It is the result of zonation of the climatic elements mainly of precipitation and of temperatures adjusted to the relief and especially to altitude and exposition of slopes. The amount of run-off and of the coefficient of run-off reveals a decrease to the east and a growth related to height. Occurrence of the tight barrier of the mountain massifs in the western part acting as a screen, in addition to the existence of vast depressions in the east, governs the circulation of air-masses in the area and consequently the distribution of run-off during the year. There appears a clear difference between north-facing western part of the area which is more abundant in water and more humid, and the eastern part remaining in rain-shadow, thus less humid and less abundant in water. In the western part the maximum run-off takes place in the period of summer and spring months while in the eastern part it occurs in the spring months with a clearly stressed rise in run-off in the winter months (Tables 7, 8, 10, Figs 12, 13). Floods in the whole area occur in the summer period and high stages in the spring period. To the east the frequency of summer floods decreases while the importance and the size of spring high-stages increases.

Differentiation of the geographical environment as well as of the conditions of run-off is reflected in the régime of the Carpathian rivers. In order to give its characteristic the amount of discharge, mean monthly coefficient of discharge, the degree of uniformity of discharge as well as the occurrence of floods and low waters were taken into consideration (Tables 11, 12). The Tatra streams draining the high mountain area, whose catchment areas are within cold and cool climatic zones are distinguished by the snow or moderate snow régime, according to M. Pardé. Here prevails snow-rain-ground supply and in case of the karst streams that of the ground-snow-rain alimentation. The streams draining the area of the Beskydy Mts. remaining within the cool climatic zone are characterised by the snow-rain régime, while the remaining Beskid rivers are within moderate cool and moderate warm zones, and rivers of the Carpathian Foothills belonging to the moderate warm zone are characterised by the rain-snow-ground régime differentiated in connection with exposition. Major Carpathian rivers reveal the

complex régime. Among them a special position is held by the Dunajec which in the region of its heads shows the snow régime, changing gradually into snow-rainy and rain-snowy régime.

Differentiation of the water conditions, and especially of the run-off, its amount and the distribution throughout the year as well as of the river régimes makes it possible to distinguish in the Polish Western Carpathians two hydrographical units — the western and eastern macroregions (Fig. 20).

I. The western macroregion, more abundant in water, with heavy run-off and downflow, covers the basin of the Carpathian Vistula as well as the basins of the upper Vistula tributaries together with the Dunajec and the Poprad. It is the only area in the territory of the Carpathians where the run-off prevails in the summer months (VI-VIII), similarly as in the spring months, while low waters in late autumn or in winter.

II. The eastern macroregion, less abundant in water and with lower run-off includes the basins of the upper Vistula Carpathian tributaries east of the Biała Dunajcowa. Like in the remaining area of the Carpathians run-off prevails in the spring months (III-V), similarly as in the winter months (X-II), more rarely in the summer period. Here occur high stages and rare spring floods (due to meltwater and rains) also summer floods greater in size than the spring ones, though far less frequent.

The western macroregion includes:

1) the Tatra region (of high-mountain character) — marked by a particularly high coefficient of run-off (over 0.70), the maximum run-off in summer and spring months, with the maximum in June or July and the minimum in winter and autumn months.

2) the region of Podhale of the Beskidy Mts. (of middle-mountain character) and within it:

A) the subregion of Podhale, with the coefficient of run-off between 0.55 and 0.60, the maximum run-off in the spring months, the maximum in the summer months and the minimum in autumn and winter;

B) the subregion of the Beskidy Mts., with the coefficient of run-off over 0.50; in the north-facing catchment areas of the Silesian Beskid it even exceeds 0.60, and with the maximum run-off in the summer and spring months, the summer maximum, the autumn and winter minimum.

3) the region of the Carpathian Foothills, with the coefficient of run-off between 0.35 and 0.45, the maximum run-off in summer or in spring, the summer maximum and the autumn minimum.

The eastern macroregion covers:

1) the region of the Beskidy (low mountains), with the coefficient of run-off between 0.35 and 0.45, the maximum spring run-off (IV), increase in run-off in the winter period and the minimum run-off in autumn. The maximum appears in spring or in summer.

2) the region of the Carpathian Foothills, with the coefficient of run-off of 0.30-0.35, the maximum spring run-off (III), and the minimum run-off in autumn.

A) subregion of the basins, covering the area of the Jasło — Sanok Depression, of transition character between the region of the Beskidy and the Carpathian Foothills. Owing to better retention conditions it is characterised by a lower run-off as well as the coefficient of run-off. In comparison with the area of the Carpathian Foothills it shows decrease of run-off in the winter months and an increase of run-off in the autumn months.



The hydrographic regions of the Carpathians are, in general outline, equivalent to the physical-geographical regions, because both the occurrence of the underground and surface waters, ratios of run-off and of retention capacity as well as the river régime are dependent on the conditions of the geographical environment.

The amount of waters supplied from the Carpathian catchment areas covering one third of the upper Vistula basin, constitute 60.00% of its mean discharge. Of the total amount of the water supplied by rivers of the Polish Carpathians at middle stages some 84% come from the West Carpathians and 16% from the East Carpathians. The main supplier in the West Carpathians are the Beskidy Mts. which together with Podhale (15.7%) supply 60.7% of the total amount of water. The share of the Carpathian Foothills is 33.9% and of the Tatra Mts. 5.4%. In the western macroregion 73.6% of water come from the Beskidy Mts. with Podhale, 18.3% from the Carpathian Foothills and 8.1% from the Tatra Mts. In the eastern macroregion as much as 69% of water come from the Carpathian Foothills and only 31% from the area of the Low Beskid. This is one of the reasons for the hydrological differentiation of the Carpathians (Table 16, Figs 21-23). The influence of the Carpathian rivers on the formation of the discharges in the upper Vistula, which is the main receiver of their waters, consists in increasing the maximum discharges, especially during summer floods, which is contributed also by the situation of the Vistula valley parallel to the escarpment of the Carpathians, bringing about the cumulation of the inundation waves. The supply of the Carpathian waters increases mean discharges and the small retention capacity of the Carpathian area contributes to lowering of discharge during low-water stages, which in all, causes an increase of oscillations and of irregularities of discharge in the upper Vistula.

PRACE GEOGRAFICZNE IG PAN

51. Kostrowicki A. S., Regionalizacja zoogeograficzna Palearktyki w oparciu o faunę motyli tzw. większych (Macrolepidoptera). 1965, s. 100 + 21 ilustr., zł 30,—
52. Gerlach T., Współczesny rozwój stoków w dorzeczu górnego Grajcarka (Beskid Wysoki — Karpaty Zachodnie). 1966, s. 111, 20 ilustr., zł 33,—
53. Klimek K., Deglacjacja północnej części Wyżyny Śląsko-Krakowskiej w okresie zlodowacenia środkowopolskiego. 1966, s. 136 + 26 ilustr., zł 32,—
54. Kosmowska-Suffczyńska D., Rozwój rzeźby w trzeciorzędzie okolic Ostrowca Świętokrzyskiego i Ćmielowa. 1966, s. 114 + 22 ilustr. + 7 fot. + 2 mapy, zł 33,—
55. Ziemońska Z., Obieg wody w obszarze górskim na przykładzie górnej części dorzecza Czarnego Dunajca. 1966, s. 111 + 16 ilustr. + 2 wkładki, zł 34,—
56. Ratajski L., Mapy przemysłu, ich właściwości metodyczne i kartometryczne. 1966, s. 115 + 22 ilustr., zł 28,—
57. Więckowski K., Osady dennie Jeziora Mikołajskiego. 1966, s. 112 + 12 ilustr. + 7 fot., zł 24,—
58. Szostak M., Pochodzenie Jeziora Śniardwy i jego zasoby wodne. 1967, s. 70 + 11 ilustr., zł 20,—
59. Rościszewski M., Siemek Z., Zmiany w rolnictwie krajów gospodarczo słabo rozwiniętych (Egipt, Syria, Turcja). 1967, s. 109 + 9 ilustr., zł 24,—
60. Ziętara T., Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby Beskidów. 1968, s. 116 + 12 ilustr. + 11 fot., zł 33,—
61. Urbaniak U., Wydmy Kotliny Płockiej. 1967, s. 79 + 43 ilustr. + 8 fot., zł 21,—
62. Jewtułowicz S., Geneza Pradoliny Warszawsko-berlińskiej między Nerem a Moszczenicą. 1967, s. 102 + 42 ilustr. + 19 fot., zł 30,—
63. Dziewoński K., Baza ekonomiczna i struktura funkcjonalna miast. Studium rozwoju pojęć, metod i ich zastosowań. 1967, s. 135, zł 32,—
64. Rychłowski B., Regionalizacja ekonomiczna — zagadnienia podstawowe. 1967, s. 139, zł 33,—
65. Bączny J., Masy wodne południowego Bałtyku i wpływ ich ruchów na polską strefę przybrzeżną. 1968, s. 120 + 32 ilustr., zł 31,—
66. Szulc H., Typy wsi Śląska Opolskiego na początku XIX wieku i ich geneza. 1968, s. 105 + 14 ilustr. + 2 wkładki, zł 30,—
67. Szewczyk J., Włóka. Pojęcie i termin na tle innych średniowiecznych jednostek pomiaru ziemi. 1968, s. 113 + 6 ilustr., zł 30,—
68. Wojciechowski K., Zagadnienie metody bilansu wodnego Thornthwaite'a i Mathera w zastosowaniu do Polski. 1968, s. 79 + 23 ilustr., zł 18,—
69. Praca zbiorowa. Problemy regionalizacji fizycznogeograficznej. Materiały z sympozjum zorganizowanego przez PTG w dniach 16-24 września 1966. 1968, s. 114 + 4 ilustr. + 1 wkładka, zł 28,—
70. Pulina M., Zjawiska krasowe we wschodniej Syberii. 1968, s. 94 + 34 ilustr. + 4 fot., zł 19,—
71. Szupryczyński J., Niektóre zagadnienia czwartorzędu na obszarze Spitsbergenu. 1968, s. 127 + 15 ilustr. + 35 fot. + 1 wkładka, zł 34,—
72. Kosiński L., Migracje ludności w Polsce w latach 1950-1960. 1968, s. 106 + 41 ilustr., zł 28,—
73. Korolec H., Procesy brzegowe i zmiany linii brzegowej Jeziora Mikołajskiego.

- 1968, s. 67 + 16 ilustr. + 6 fot. + 1 wkładka, zł 24,—
74. Praca zbiorowa. Ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce. 1968, s. 216 + 12 ilustr. + 11 fot., zł 67,—
  75. Praca zbiorowa. Procesy i formy wydmowe w Polsce. Zbiór prac pod redakcją R. Galona. 1969, s. 386 + 69 ilustr. + 68 fot., zł 98,—
  76. Iwanicka-Lyra E., Delimitacja aglomeracji wielkomiejskich w Polsce. 1969, s. 117 + 12 ilustr., zł 28,—
  77. Praca zbiorowa. Z zagadnień ludnościowych krajów gospodarczo słabo rozwiniętych. 1969, s. 146 + 6 ilustr., zł 32,—
  78. Korcelli P., Rozwój struktury przestrzennej obszarów metropolitalnych Kalifornii. 1969, s. 124 + 34 ilustr., zł 28,—
  79. Koter M., Geneza układu przestrzennego Łodzi przemysłowej. 1969, s. 130 + 13 ilustr. + 2 wkładki, zł 34,—
  80. Kaszowski L., Kotarba A., Wpływ katastrofalnych wezbrań na przebieg procesów fluwialnych (na przykładzie potoku Kobylanka na Wyżynie Krakowskiej) Nowak W. A., Rzeźba podczwartorzędowa i ewolucja układu sieci dolinnej w północnośrodkowej części Wyżyny Małopolskiej. 1970, s. 124 + 71 ilustr. + 1 załącznik kol. + 12 fot., zł 30,—
  81. Stola W., Próba typologii rolnictwa Poniżnia. 1970, s. 146 + 30 ilustr. w tym 7 wkładek + 9 fot., zł 39,—
  82. Praca zbiorowa, Studia z geografii średnich miast w Polsce. Problematyka Tarnowa. 1971, s. 274 + 45 ilustr., zł 71,—
  83. Wiśniewski E., Struktura i tekstura sandru ostródzkiego oraz teras doliny górnej Drwęcy. 1971, s. 95 + 33 ilustr., zł 24,—
  84. Skoczek J., Wpływ podłoża atmosfery na przebieg dobowy bilansu cieplnego powierzchni czynnej. 1970, s. 96 + 49 ilustr. + 10 fot., zł 21,—
  85. Jewtuchowicz S., Rozwój rzeźby okolic Łęczycy po zlodowaceniu środkowopolskim. 1970, s. 78 + 26 ilustr. + 5 fot., zł 18,—
  86. Olechnowicz-Bobrowska B., Częstość dni z opadem w Polsce. 1970, s. 75 + 26 ilustr., zł 18,—
  87. Baza ekonomiczna i struktura funkcjonalna miast: Dziewoński K., Studium rozwoju pojęć, metod i ich zastosowań; Jerczyński M., Metody pośrednie identyfikacji i pomiaru. 1971, s. 182 + 2 ilustr., zł 44,—
  88. Rościszewski M., Kierunki ewolucji rolnictwa w krajach Maghrebu. 1970, s. 127 + 8 ilustr., zł 30,—
  89. Adrjanowska E., Przestrzenne powiązania produkcyjne stoczni gdańskich. 1971, s. 105 + 16 ilustr., zł 22,—
  90. Różycka W., Metody oceny warunków fizjograficznych dla potrzeb planowania przestrzennego miast. 1971, s. 203 + 16 ilustr., zł 40,—
  91. Ciołkosz A., Miszalski J., Wykorzystanie zdjęć lotniczych w geografii stosowanej. 1972, s. 86 + 23 ilustr., zł 15,—
  92. Czyż T., Zastosowanie metody analizy czynnikowej do badania ekonomicznej struktury regionalnej Polski. 1971, s. 114 + 13 ilustr. + 11 map pod opaską, zł 38,—
  93. Kostrubiec B., Analiza zjawisk koncentracji w sieci osadniczej. Problemy metodyczne. 1972, s. 117 + 43 ilustr., zł 24,—
  94. Klimek K., Współczesne procesy fluwialne i rzeźba równiny Skeidararsandur (Islandia). 1972, s. 139 + 31 ilustr. + 48 fot., zł 32,—
  95. Kraujalis M. W., Udział ciepła ze sztucznych źródeł w bilansie cieplnym na obszarze Polski. 1972, s. 74 + 10 ilustr., zł 12,—

96. Kotarba A., Powierzchniowa denudacja chemiczna w wapienno-dolomitowych Tatrach Zachodnich. 1972, s. 116 + 24 ilustr., zł 24,—
97. Chaves L. F., Jerczyński M., Siemek Z., Studia nad strukturą funkcjonalną miast. 1973,
98. Praca zbiorowa. Zmiany w rolnictwie tradycyjnym i migracje ludności wiejskiej w krajach rozwijających się (Irak, Maroko, kraje Afryki Zachodniej, kraje andyjskie). 1973, s. 179 + 6 ilustr., zł 34,—
99. Kozłowska-Szczęśna T., Promieniowanie pochłonięte na obszarze Polski. 1973, s. 119 + 34 ilustr., zł 22,—
100. Biegajło W., Typologia rolnictwa na przykładzie województwa białostockiego. 1973, s. 164 + 30 ilustr., zł 35,—
101. Werwicki A., Struktura przestrzenna średnich miast ośrodków wojewódzkich w Polsce. 1973, s. 167 + 49 ilustr., zł 30,—
102. Matusik M., Próba typologii i regionalizacji rolnictwa na obszarze Dolnego Powiśla. 1973,

#### Varia

Centralny katalog zbiorów kartograficznych w Polsce

Zeszyt 1. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482-1800. 1961, s. 248, zł 72,—

Zeszyt 2. (uzupełniający) Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482-1800. 1963, s. 124, zł 28,—

Zeszyt 3. Katalog atlasów 1801-1919. 1965, s. 343, zł 76,—

Zeszyt 4. Katalog atlasów 1920-1945. 1968, s. 160, zł 48,—



WAŻNIEJSZE BŁĘDY DOSTRZEŻONE W DRUKU

Str.	Wiersz	Jest	Powinno być
9	4 od d.	1863	1963
19	13 od g.	z zespołem ( <i>Trifido distichetum</i> )	(z zespołem <i>Trifido distichetum</i> )
54	6 od d.	1,4—6,26	1,4—6,2%
63	8 od d.	zabierające	zbierające
68	3 od d.	uszczelnionej	uszczelinionej
71	10 od d.	1,40—2,50	> 1,0
86	7 od d.	Stomka	Słomka
102	16 od g.	wznoszący	wznoszących

Z. Ziemońska, Stosunki wodne

Cena zł 25,—