

Tatrzański Park Narodowy
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
Uniwersytet Jagielloński



Z badań hydrologicznych w Tatrach

Pod redakcją Joanny Pociask-Karteczki

Zakopane 2013

Badania hydrologiczne w polskich Tatrach po II wojnie światowej

Joanna Pociask-Karteczka

*Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński
30-387 Kraków, ul. Gronostajowa 7, joanna.pociask-karteczka@uj.edu.pl*

Słowa kluczowe: źródła, rzeki, jeziora, historia badań, Tatrzański Park Narodowy

Keywords: springs, rivers, lakes, history of research, the Tatra National Park

Zarys treści

Rozpoznanie hydrologiczne Tatr jest dość dobre, ale nie jest pełne. W powojennym hydrologicznym dorobku naukowym przeważały początkowo publikacje z zakresu limnologii, co wiązało się z prężnym rozwojem tej dyscypliny w okresie międzywojennym. Później zaczęły się pojawiać prace z zakresu krenologii i potamologii oparte na ciągach obserwacyjnych pochodzących z posterunków hydrometrycznych. Poważny nurt badawczy wiąże się z cechami fizycznymi i chemicznymi wód. Bardzo cenne są opracowania kartograficzne. Niewiele jest jednak opracowań, w których wiedza na temat hydrologii Tatr znajduje przełożenie na sposób zarządzania zasobami wodnymi tego regionu. W upowszechnianiu wyników badań naukowych prowadzonych w polskich Tatrach ważną rolę pełnią konferencje organizowane co pięć lat przez Tatrzański Park Narodowy oraz Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddz. Krakowski. Od końca 2009 r. funkcjonuje w Tatrach nowoczesna sieć monitoringu wód, na którą składają się m.in. 42 bezobsługowe urządzenia pomiarowe stanów i temperatury wody. Zapewne przyczyni się to do rozwoju badań oraz właściwego gospodarowania zasobami wodnymi Tatr.

Wstęp

Już w drugiej połowie lat 40. XX w. ukazały się pierwsze prace hydrologiczne, które dotyczyły jezior tatrzańskich, co wynikało prawdopodobnie z bardzo zaawansowanego rozwoju badań limnologicznych jeszcze w okresie międzywojennym. Kilka lat później zaczęły się pojawiać opracowania bazujące na regularnych obserwacjach hydrometrycznych pochodzących z posterunków hydrologicznych założonych po I wojnie światowej przez państwową służbę hydrologiczną (Instytut Hydro-

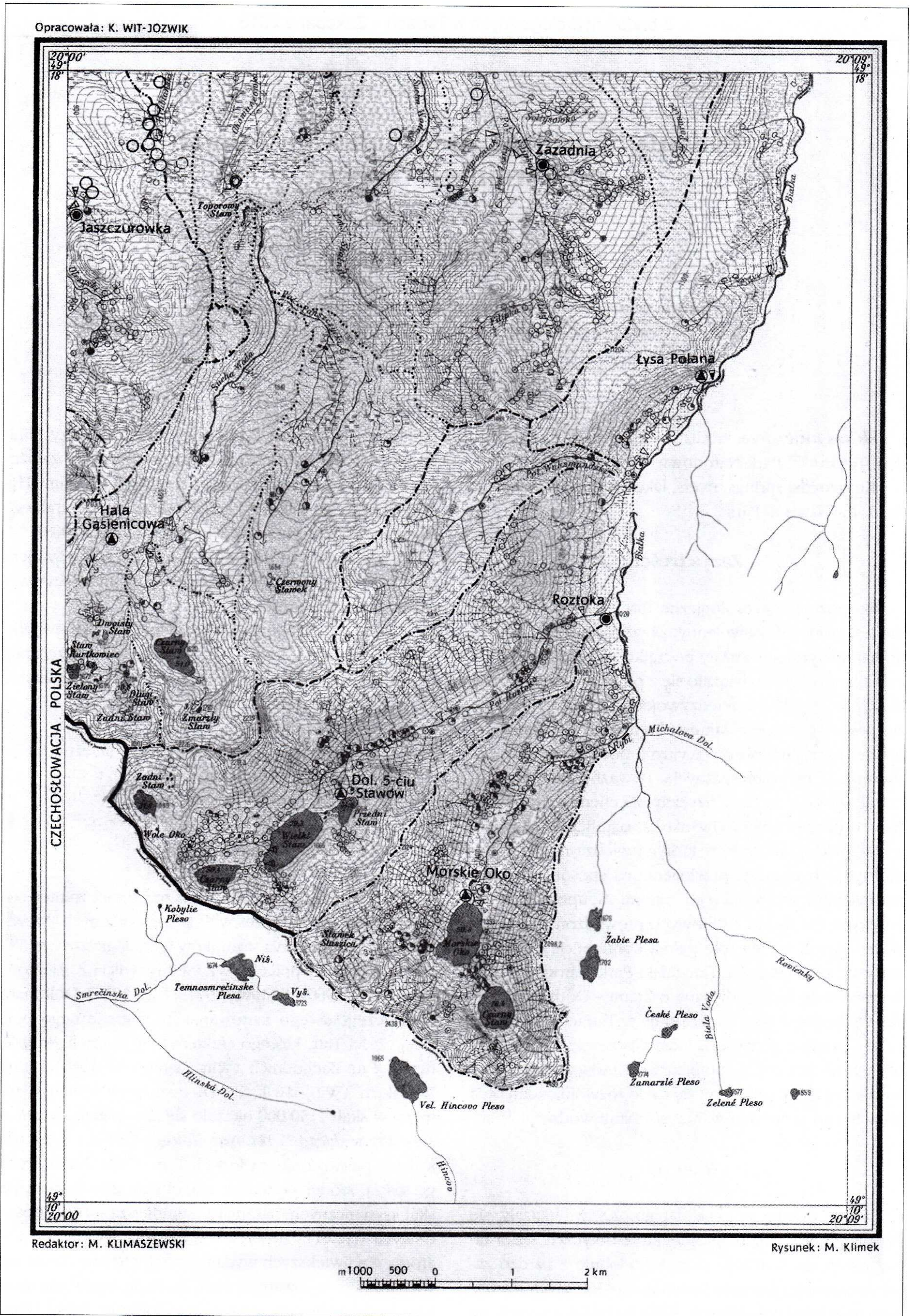
graficzny – wcześniej Biuro Hydrograficzne przy Ministerstwie Robót Publicznych) oraz posterunków założonych przed I wojną światową przez Krajowe Biuro Hydrograficzne we Lwowie będące oddziałem Centralnego Biura Hydrograficznego w Wiedniu (Mikulski 2008).

W zależności od dominującej tematyki, w powojennym hydrologicznym dorobku naukowym można wyróżnić prace z zakresu:

- krenologii (rozmieszczenie i cechy źródeł),
- potamologii (charakterystyka sieci rzecznej, dynamika odpływu ze zlewni tatrzańskich),
- limnologii (charakterystyka jezior),
- hydrochemii,
- dynamiki wieloletnich płatów śnieżnych i lodowców miniatury,
- kartografii hydrologicznej.

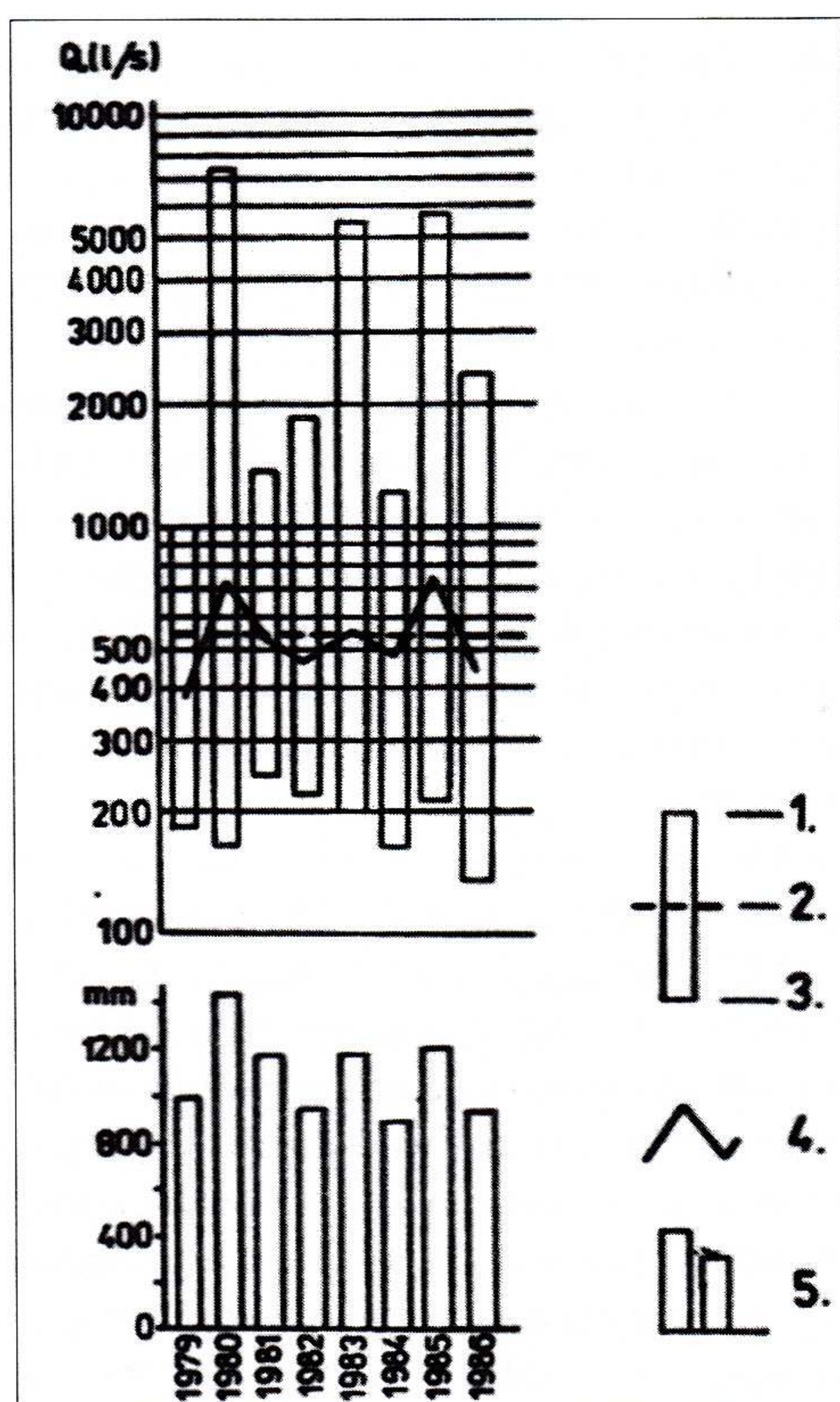
Krenologia

Uźródłowienie Tatr stanowiło przedmiot zainteresowania badaczy od wczesnych lat powojennych. Szczegółowego rozpoznania stosunków krenologicznych w Tatrach dostarczyły prace K. Wit (Wit-Józwick) i Z. Ziemońskiej (1958; 1960a, b; 1966; 1971a, b, c; 1974). Dokonały one szczegółowego kartowania hydrograficznego polskiej części Tatr, którego efektem były mapy hydrograficzne Tatr Zachodnich (Wit, Ziemońska 1960) i Tatr Wysokich (Wit-Józwick 1974). Późniejsze wydanie tej mapy w skali 1:50 000 ukazało się jako plansza w *Atlasie Tatrzańskiego Parku Narodowego* (1985) i było tożsame z pierwodrukiem (Siwek i in. 2010). Największą gęstością źródeł odznacza się obszar zbudowany ze skał krystalicznych, natomiast najmniejszą – ze skał osadowych (ryc. 1). Tu jednak występują wywierzyska – źródła o największych wydajnościach i to one cieszą się wielkim zainteresowaniem nie tylko hydrologów, ale również hydrogeologów oraz geomorfologów krasu (Barczyk 1998b; 2001; 2005; Barczyk i in. 2002; Głazek 1995; Sobol 1959; Solicki, Koisar 1973). Już w latach 50. XX w. i później J. Rudnicki (1958) i T. Dąbrowski (Dąbrowski, Rudnicki 1967) barwią wodę fluoresceiną w m.in. Jaskini



Ryc. 1. Fragment mapy hydrograficznej Tatr Wysokich (Wit-Jóźwik 1974)

Fig. 1. Hydrographic map of the High Tatra Mountains (Wit-Jóźwik 1974)



Ryc. 2. Średnie i ekstremalne wydajności Wywierzyska Olczyzkiego w latach 1979–1986 z pracy D. Małeckiej i W. Humnickiego pt. *Rola warunków hydrodynamicznych w kształtowaniu reżimu wywierzyska Olczyzkiego* (1989; 1 – najwyższa w roku, 2 – średnia wydajność z okresu 1979–1986, 3 – najniższa wydajność w roku, 4 – średnie roczne wydajności, 5 – roczne sumy opadów na stacji w Zakopanem na Równi Krupowej)

Fig. 2. Mean and maximal discharges of the Olczyzkie vaucuse spring in 1979–1986 after D. Małeczka and W. Humnicki *Rola warunków hydrodynamicznych w kształtowaniu reżimu wywierzyska Olczyzkiego* (1989; 1 – annual maximum value of discharge, 2 – average discharge in 1979–1986, 3 – annual lowest value of discharge, 4 – yearly average discharge, 5 – annual totals of precipitations at the station Zakopane at the Równia Krupowa)

Śnieżnej potwierdzili naukowo panujący od dawna pogląd o zasilaniu wywierzysk spoza ich zlewni topograficznych. Z kolei T. Dąbrowski wraz z J. Głazkiem (1968) a potem D. Małeczka i W. Humnicki (1989) udowodnili pogląd wyrażony jeszcze w 1933 r. w publikacji A. Wrzóska *Z badań nad zjawiskami krasowymi Tatr Polskich* (1933) o zasilaniu Wywierzyska Olczyzkiego ze zlewni Suchoj Wody. Głównym czynnikiem wpływającym na czas dopływu wód do źródła jest stan zawodnienia masywu. Nawet niewielkie różnice w ilości uruchomionych systemów szczelin i próżni krasowych powodują, że czas migracji wód w górotworze jest zróżnicowany i wynosi od 40 do 48 godz. Badania znacznikowe w systemie wywierzyska Chochołowskiego wykonano w latach 80. (Rogalski 1984).

Charakterystyki źródeł tatrzańskich na tle źródeł południowej części Polski dokonał J. Pawlik-Dobrowolski (1965), natomiast na tle źródeł Karpat Zachodnich – L. Ko-

strakiewicz (1996). J. Pawlik-Dobrowolski wyróżnił w Tatrach region wysokogórski a w nim subregion krystaliczno-morenowy oraz subregion krasowy, w którym zlokalizowane są wywierzyska odznaczające się skomplikowanym zasilaniem.

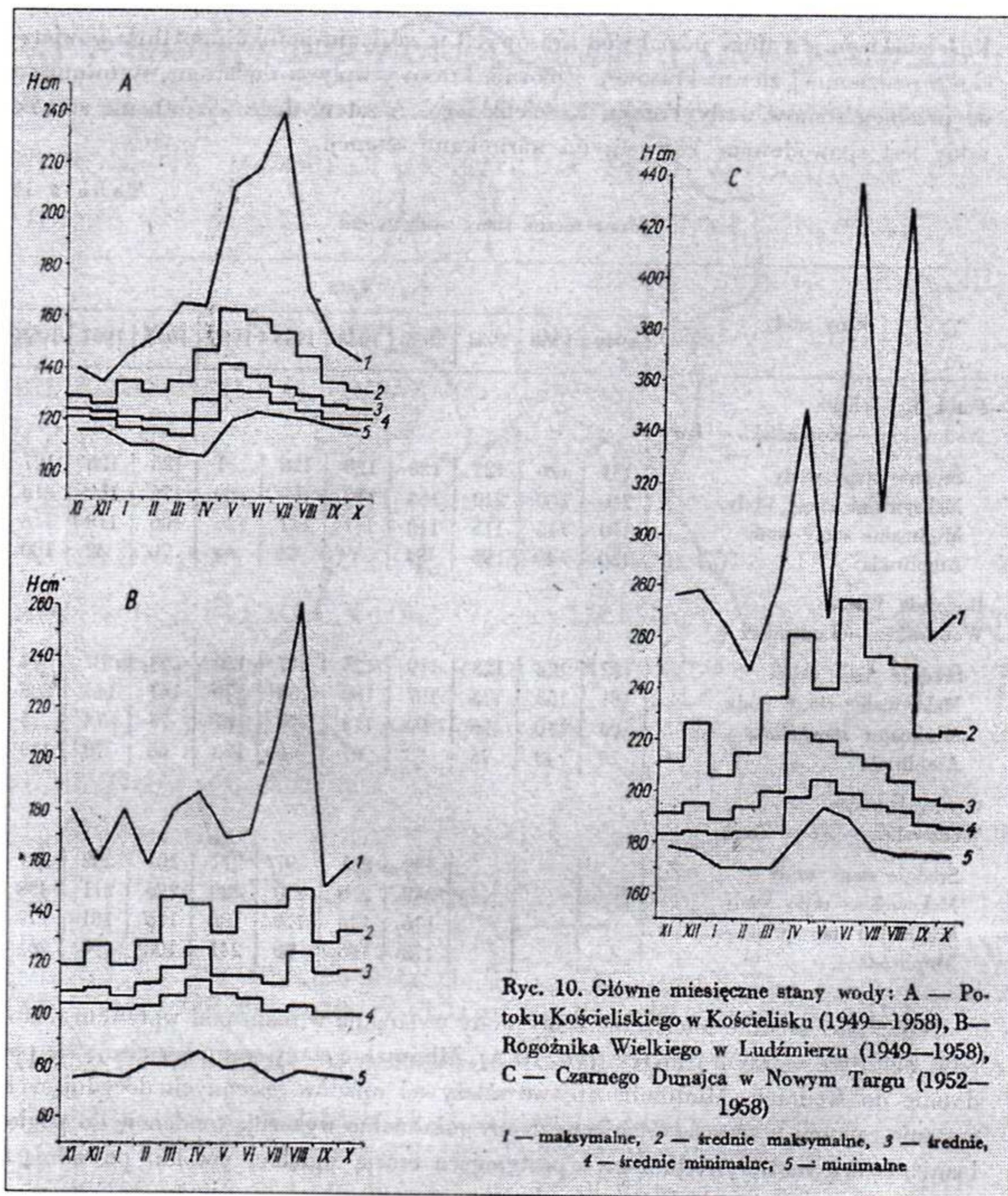
Badania hydrologiczne – w tym także monitoring wywierzysk – zorganizowała, prowadziła i nadzorowała profesor Danuta Małeczka, dzięki której w latach 70. XX w. została założona sieć posterunków wodowskazowych usytuowanych wzdłuż głównych potoków tatrzańskich – od źródeł aż do wylotu z Tatr (Pęksa 2010). Wyniki badań zostały opublikowane w licznych opracowaniach hydrologicznych i hydrogeologicznych (ryc. 2; Małeczka 1984, 1993, 1996, 1997; Małeczka, Humnicki 1989; Pachla, Zaczekiewicz 1985) a także opracowaniach poświęconych zjawiskom krasowym (Barczyk 1993, 2001, 2002, 2003a, b; 2005, 2010; Barczyk i in. 2002).

Zainteresowanie źródłami utrzymuje się również we współczesnych badaniach naukowych, przy czym coraz częściej w uwzględnia się w nich zmienności wydajności, termiki, sposoby zasilania (Plenzler 2012, Pociask-Karteczka 2010, Pociask-Karteczka i in. 2010, Wójcik 2012) oraz cechy fizyczne i chemiczne wód (Żelazny 2012).

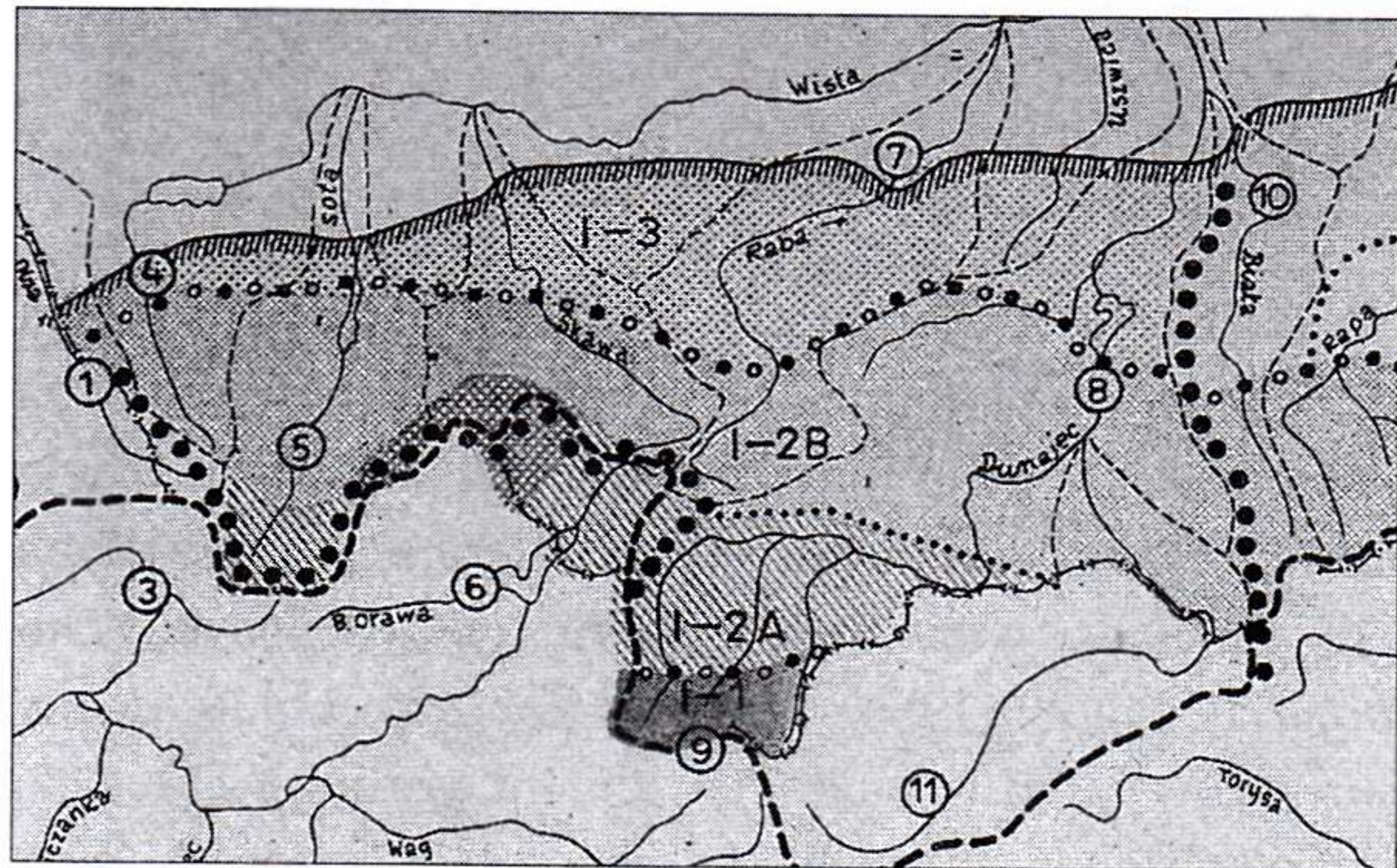
Potamologia

Od lat 50. XX w. zaczęły się ukazywać opracowania bazujące na wieloletnich obserwacjach stanów wody na posterunkach hydrologicznych zlokalizowanych u wylotu głównych dolin tatrzańskich. Jedną z pierwszych prac okresu powojennego była *Monografia górnego Dunajca* K. Figuły (1956), w której dokonano m.in. oceny surowego bilansu wodnego zlewni górnego Dunajca. Kilka lat później ukazały się prace I. Gieysztor i S. Wójcik. Praca I. Gieysztor (1961) jest charakterystyką hydrologiczną zlewni Białki i Potoku Kościeliskiego. Próba oceny bilansu wodnego zlewni została poprzedzona analizą cech morfometrycznych zlewni, ukształtowania powierzchni, rozmieszczenia lasów a także charakterystyką opadów, stanów wody i przepływów. Praca S. Wójcik (1964) zawiera spostrzeżenia dotyczące przepływu wód Potoku Kościeliskiego.

Próbie określenia reżimu rzek tatrzańskich – w tym Potoku Kościeliskiego (Kiry) i Czarnego Dunajca (Nowy Targ) – podjęła Z. Ziemońska (1966) w pracy *Obieg wody w obszarze górskim na przykładzie górnej części dorzecza Dunajca* (ryc. 3A). Przeprowadziła ona szczegółową analizę obiegu wody na podstawie ciągów obserwacyjnych z okresu dziesięciolecia 1949–1958. Zauważyła, iż w przebiegu rocznym stanów wody zaznaczają się jedno lub dwa maksima wywołane roztopami i ulewnymi deszczami. Najniższe stany wody przypadają na zimę oraz wiosnę. Na indywidualność reżimu rzek tatrzańskich zwróciła uwagę Z. Ziemońska jeszcze raz w swoim szerszym opracowaniu pt. *Stosunki wodne w polskich Karpatach Zachodnich* (1973), w którym dokonała m.in. oceny przestrzennego zróżnicowania zjawisk wodnych w powiązaniu z warunkami hydrogeolo-



Ryc. 10. Główne miesięczne stany wody: A — Potoku Kościeliskiego w Kościelisku (1949—1958), B — Rogożnika Wielkiego w Ludźmierzu (1949—1958), C — Czarnego Dunajca w Nowym Targu (1952—1958)
1 — maksymalne, 2 — średnie maksymalne, 3 — średnie, 4 — średnie minimalne, 5 — minimalne



Ryc. 3. Miesięczne stany wody (A) oraz podział na regiony (B) z prac Z. Ziemońskiej (1966, 1973)

Fig. 3. The monthly water levels (A) and hydrological regions (B) after Z. Ziemońska (1966, 1973)

gicznymi. Wydzieliła m.in. region tatrzański (wysokogórski, ryc. 3B), który charakteryzuje się wysokim współczynnikiem odpływu ($> 0,70$), przewagą odpływu w półroczu letnim (60–75%) oraz wyraźnym letnim maksimum odpływu.

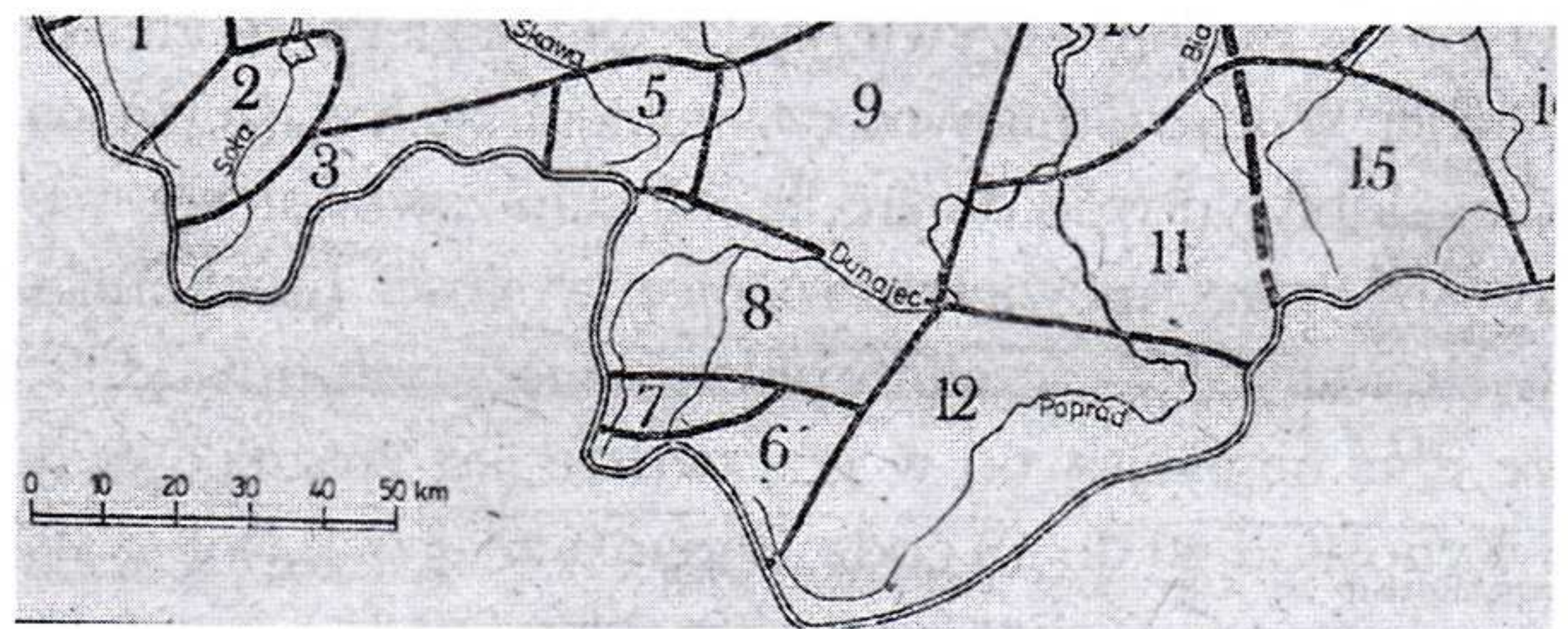
I. Dynowska w opracowaniu *Typy reżimów rzecznych w Polsce* (1971) określiła reżim rzek tatrzańskich jako niewyrównany, z wezbraniami letnim i wiosennym. Duże opady w okresie letnim powodują większy odpływ aniżeli w okresie wiosennych roztopów. Odpływ letni stanowi 30–40% całkowitego rocznego odpływu. Współczynnik nieregularności miesięcznych przepływów wynosi 3,1–4,0, a odpływ jednostkowy $18 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$. Zasilanie rzek jest gruntowo-deszczowo-śnieżne z udziałem 40–60% zasilania podziemnego; przy czym zaznacza się równowaga pomiędzy zasilaniem podziemnym a powierzchniowym. Ten typ reżimu był wydzielony na

podstawie danych z posterunków wodowskazowych na Dunajcu – na przedpolu Tatr. Charakterystyką hydrograficzną, zmiennością odpływu i przebiegiem wezbrań w Karpatach – w tym dorzeczu Dunajca – zajmował się J. Punzet (1967; 1972; 1975 a, b; 1976; 1978; 1979 a, b; 1981; 1982; 1988; 1991).

Sezonową zmienność odpływu ze zlewni tatrzańskich na tle dorzecza górnej Wisły badał A. Dobija (1981). Wydzielił on w Tatrach dwa regiony: Tatry Wysokie – o ekstremalnych wartościach charakterystyk odpływu i wysokich współczynnikach zmienności oraz Tatry krasowe o znacznym zasilaniu podziemnym i o niższym niż w Tatrach Wysokich współczynniku sezonowej zmienności (ryc. 4).

Odpływ podziemny ze zlewni tatrzańskich na tle Karpat Zachodnich przedstawili M. Boduch oraz W. Chelmiecki (1977). Szerokiego rozpoznania hydrologicznego Tatr dokonał A. Łajczak w opracowaniu pt. *Opady i odpływ w polskich Tatrach w świetle pomiarów wieloletnich* (1988) bazującym m.in. na dwudziestoletnich seriach pomiarowych z ośmiu posterunków wodowskazowych zlokalizowanych u wylotu dolin tatrzańskich. Scharakteryzował on przestrzenne zróżnicowanie oraz sezonową i wieloletnią zmienność opadów i odpływu w Tatrach. Przedstawiona została struktura odpływu potoków tatrzańskich a także podano charakterystyki przepływów (m.in.: odpływy jednostkowe, współczynniki miesięcznych przepływów i współczynniki zmienności). Szczególnej analizie poddaje asymetrię zasobów wodnych spowodowaną ekranizującą rolą masywu Tatr w odniesieniu do docierających tu mas powietrza.

Zasobom wodnym i zagadnieniem zmian przepływów maksymalnych zajmowali się M. Baścik, Z. Nieckarz i J. Pociask-Karteczka (Baścik, Pociask 2009; Pociask-Karteczka i in. 2010). Stwierdzono m.in., iż nie w każdym przypadku przepływy wezbraniowe pojawiają się synchronicznie we wszystkich zlewniach tatrzańskich. Trudno też wskazać istotne okresowości i trendy w przebiegu średnich przepływów rocznych w wieloleciu. Jedynie średnie roczne przepływy Cichej Wody wykazują bardzo słabą tendencję rosnącą (1964–2006), podobnie jak przepływy maksymalne Potoku Kościeliskiego. Przepływy minimalne w sezonie zimowym badali A. Wołanin i E. Pęksa (2012). Badania potwierdziły bardzo małe



Ryc. 4. Podział na regiony z pracy A. Dobija pt. *Sezonowa zmienność odpływu w zlewni górnej Wisły* (1981)

Fig. 4. Hydrological regions after A. Dobija *Sezonowa zmienność odpływu w zlewni górnej Wisły* (1981)

zasoby wód podziemnych w okresie niżówki zimowej, skutkujące wysychaniem potoków i spadkiem wydajności źródeł.

Transformacja opadu w odpływ – zwłaszcza w przypadku opadów katastrofalnych – jest w Tatrach bardzo specyficzna, typowa dla gór wysokich. Duże znaczenie w studiach nad obiegiem wody w Tatrach mają prace dotyczące aktywności geomorfologicznej wód płynących – zarówno na stokach, jak również w korytach rzecznych. Zagadnieniem tym zajmowali się m.in. A. Kotarba (2006, 2007; Kotarba, Długosz 2010) i K. Krzemień (1991).

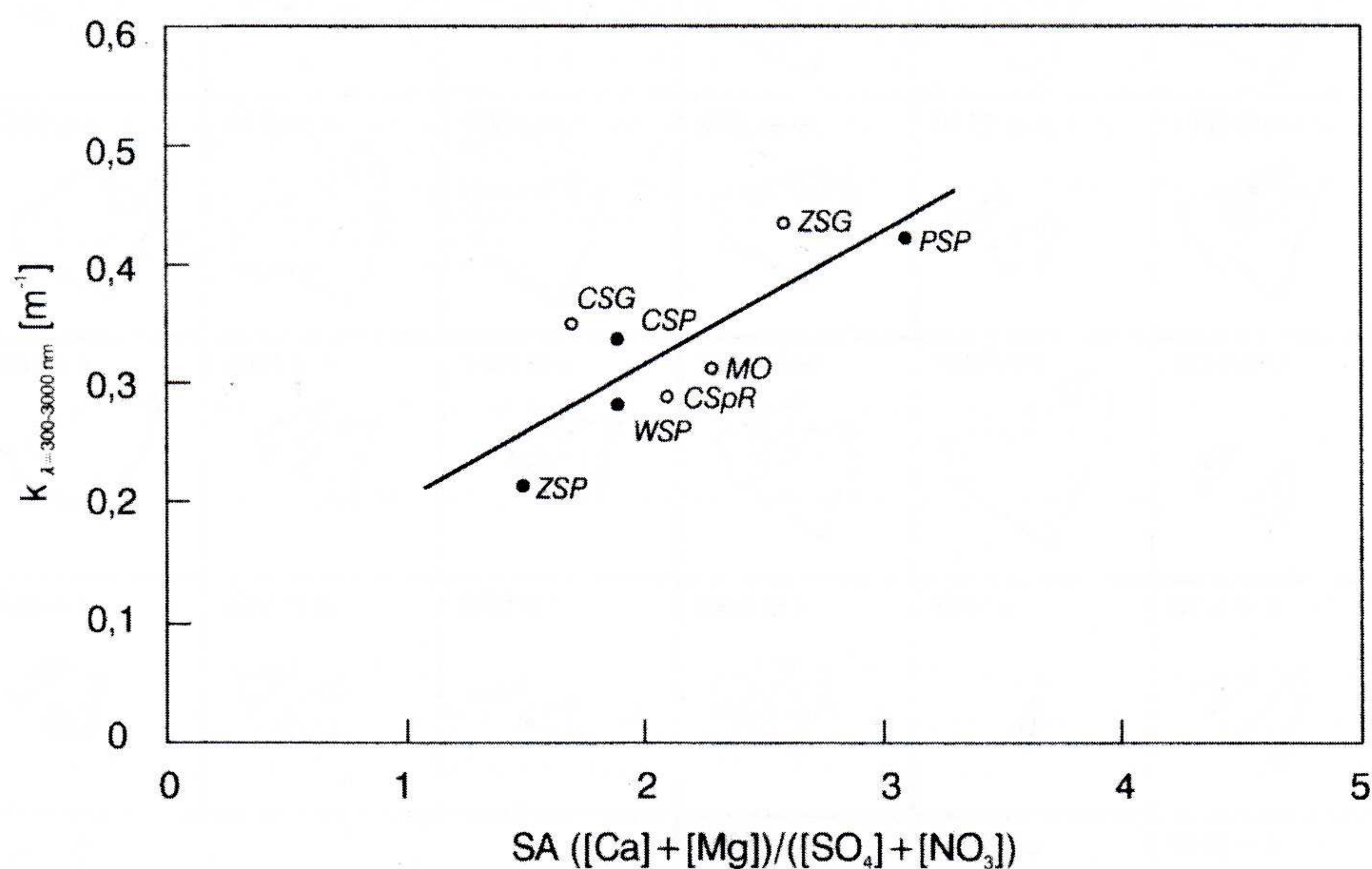
Limnologia

Badania limnologiczne mają w Tatrach najbogatszą tradycję i uwzględniając pomiary głębokości i temperatury wody Czarnego Stawu pod Rysami wykonane przez S. Staszica, sięgają ponad dwustu lat wstecz. Również w okresie powojennym były one kontynuowane – początkowo przez J. Szaflarskiego, a później także przez innych badaczy. Tematyka prac powojennych J. Szaflarskiego nawiązywała do wcześniejszych badań i dotyczyła pionowego rozkładu temperatury wód w jeziorach tatrzańskich w różnych porach roku oraz syntezy z zakresu typologii termicznej jezior (Szaflarski 1948, 1956). Rozmiary najwyższej położonych jezior w Tatrach polskich i słowackich przedstawił J. Nyka w artykule pt. *Stawki pod samym niebem*, jaki ukazał się w czasopiśmie „Poznaj Świat” (1962).

Znaczny postęp w poznaniu tatrzańskich jezior nastąpił w wyniku badań grupy geografów gdańskich przedstawionych m.in. w tomie pt. „Z badań geograficznych w Tatrach Polskich” (Borowiak 2002; Czocharński, Borowiak, red. 2000; ryc. 5). Obok szczegółowego opisu geograficznego jezior tatrzańskich (M. Borowiak) zostały zaprezentowane wyniki uzupełniających pomiarów batymetrycznych jezior (D. Borowiak). Opisano także odrębność i zróżnicowanie fizyczno-limnologiczne jezior Tatr Polskich (W. Lange, W. Maślanka, K. Nowiński) oraz stabilność stratyfikacji letniej jezior (D. Borowiak) a także przedstawiono wyniki badań nad dynamiką i kierunkami transformacji pola światła i temperatury w systemach limnicznych pod wpływem oddziaływań antropogenicznych (D. Borowiak) zapoczątkowane jeszcze przez Z. Mikulskiego (1973) i W. Lange i in. (1977).

Analizą wahań stanów i temperatury przypowierzchniowej warstwy wody jezior oraz stratyfikacją termiczną – w tym Morskiego Oka – zajmowali się Adam Łajczak (1980, 1982, 1996) oraz Danuta Małecka (Małecka 1986). Stratyfikację termiczną Morskiego Oka za pomocą termometru elektrycznego z czujnikiem termistorowym określił w sezonie zimowym J. Mościcki (1996a, b). Badania wykazały możliwość przydennego dopływu zimnych mas wody od strony Dwoistej Siklawy, ruchu dużych mas wody wzdłuż zachodniego brzegu jeziora oraz lokalnego występowania zjawisk konwekcyjnych.

Badania z zakresu zjawisk lodowych oraz batymetrii prowadzi Adam Choiński wraz z zespołem. Stwierdzono, że od początku lat 70. XX w. zaznacza się spadkowa



Ryc. 5. Związek pomiędzy stopniem acidyfikacji (SA) a współczynnikiem pionowego osłabiania promieniowania (k) w jeziorach tatrzańskich (ZSP – Zadni Staw Polski, WSP – Wielki Staw Polski, CSP – Czarny Staw Polski, PSP – Przedni Staw Polski, CSPr – Czarny Staw pod Rysami, MO – Morskie Oko, CSG – Czarny Staw Gąsienicowy, ZSG – Zielony Staw Gąsienicowy) z opracowania pod red. J. T. Czocharńskiego i D. Borowiaka pt. *Z badań geograficznych w Tatrach Polskich* (2000)

Fig. 5. Relationship between stage of acidification (SA) and vertical attenuation coefficient (k) in the Tatra lakes (ZSP – Zadni Staw Polski, WSP – Wielki Staw Polski, CSP – Czarny Staw Polski, PSP – Przedni Staw Polski, CSPr – Czarny Staw pod Rysami, MO – Morskie Oko, CSG – Czarny Staw Gąsienicowy, ZSG – Zielony Staw Gąsienicowy) after J. T. Czocharński and D. Borowiak, eds. *Z badań geograficznych w Tatrach Polskich* (2000)

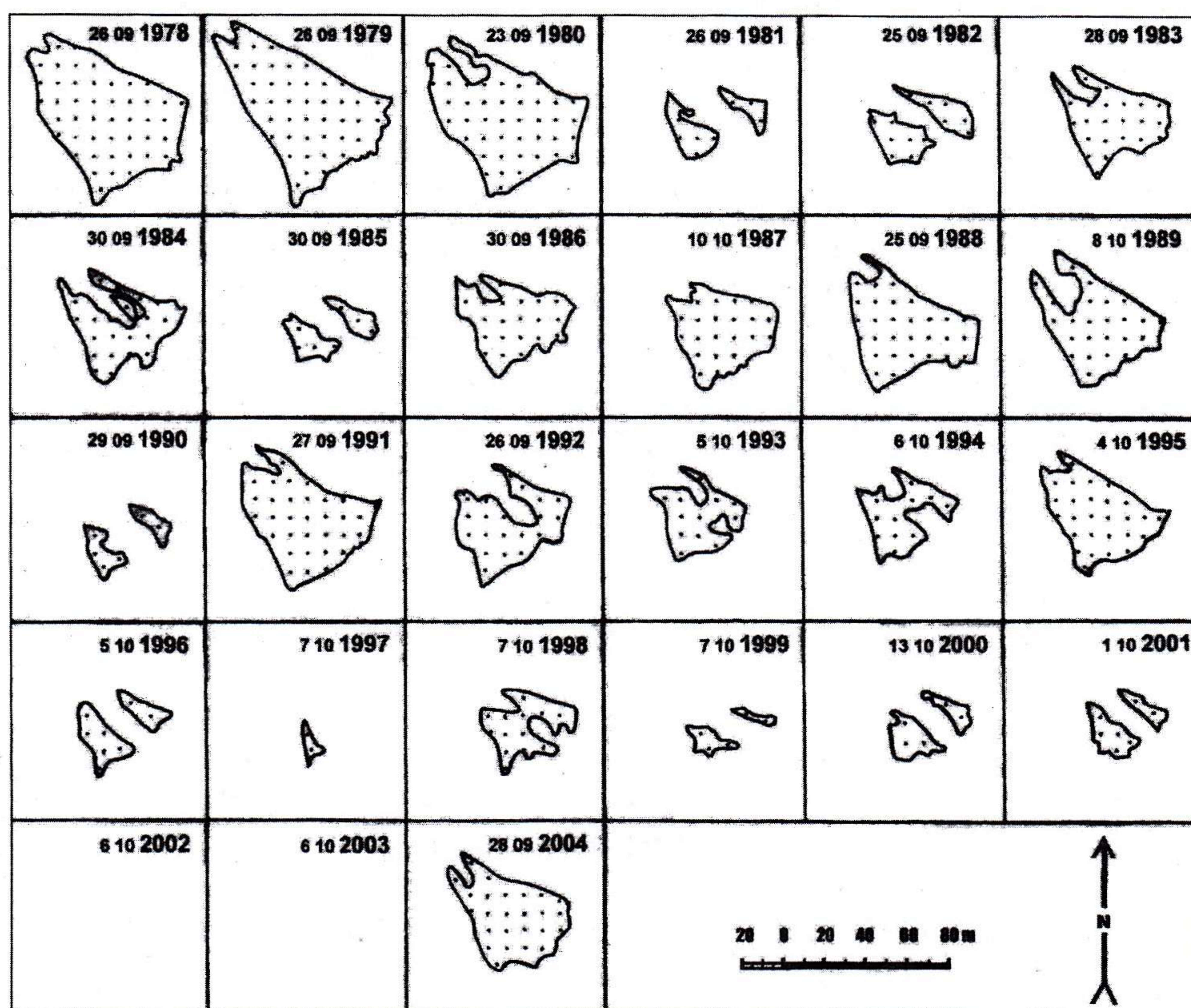
tendencja maksymalnej grubości pokrywy lodowej oraz skrócenie długości trwania zjawisk lodowych i zalegania pokrywy lodowej. Wiąże się to bezpośrednio z coraz późniejszymi terminami pojawiania się i coraz wcześniejszymi datami jej zaniku, przy czym skala natężenia obu trendów jest zbliżona. Jest to w dużej mierze spowodowane zmianami klimatycznymi (Choiński 2000, 2006–2007, 2007; Choiński i in. 2009, 2010a, b, c; 2011; Choiński, Strzelczak 2011; Pociask-Karteczka 2009; Pociask-Karteczka, Choiński 2012). A. Choiński zweryfikował głębokość Morskiego Oka na 51,8 m (zamiast 50,8 m), Wielkiego Stawu Polskiego na 80,3 m (zamiast 79,3 m; Choiński 2000). Najnowsze badania za pomocą echosondy zintegrowanej z GPS oraz skanerem bocznym przeprowadzone przez R. J. Kaczkę wraz z zespołem latem 2012 r. dały bardzo dokładny obraz kształtu misy jeziornej Morskiego Oka (Kaczka i in. 2012). Największa wartość głębokości, jaką uzyskano wynosiła 50,8 m. Rozbieżności w wynikach pomiarów głębokości maksymalnej jeziora wynikają prawdopodobnie z braku wspólnego punktu odniesienia oraz z przeprowadzania badań przy różnych stanach napętnienia akwenu.

Ciekawą grupę stanowią prace z zakresu paleolimnologii odnoszące się do analizy jeziornych osadów dennych będących także wskaźnikami przemian środowiska naturalnego Tatr (Kotarba 1996, Wicik 1984).

Śnieg i lód

Zanim w literaturze zaczęły się dość regularnie pojawiać publikacje A. Wiślińskiego i geografów lubelskich na temat wieloletnich płatów śnieżno-firnowych oraz miniaturowych lodowców, już pod koniec lat 40 XX w. problem ten został zauważony przez W. Milatę (1949a, b), a potem – na początku lat 60. – przez S. Wdowiaka (1961) i J. Olędzkiego (1965), który wyróżnił trzy rodzaje płatów śnieżnych: resztki pokrywy śnieżnej, zanikającej pod koniec lata, pola firnowe trwające do następnej zimy lub dłużej, lodowczyki nazywane też przez autora śnieżnikami lub lodowcami miniaturowymi, stanowiące formę pośrednią między lodowcami a płatami śnieżnymi.

Od lat 80. XX w. A. Wiśliński wraz z zespołem opublikował szereg prac dokumentujących m.in. liczbę i zasięg płatów śnieżnych (Ciupak i in. 2005; Wiślińska, Wiśliński 1991, 1994; Wiśliński 1984, 1985, 1996, 2002). Jeszcze w 1980 r. w polskich Tatrach znajdowało się siedem obiektów zlodowacenia embrionalnego w postaci ruchomych płatów lodowych (zlewnia Morskiego Oka, ryc. 6). Do roku 2010 przetrwały tylko cztery. Wybranymi aspektami niwacji w Tatrach Wysokich zajmowała się też Z. Rączkowska (1992). W jednym z ostatnich opracowań A. Adamowskiego i A. Wiślińskiego (2010) podjęto próbę nowego wydzielenia typów płatów firnu i lodu w na-



Ryc. 6. Plany płata firnowo-lodowego pod Bulą pod Rysami u schyłku sezonu ciepłego w latach 1978-2004 z opracowania M. Ciupaka, M. Maciejewskiego i A. Wiślińskiego pt. *Zmiany powierzchni płata firnowo-lodowego pod Bulą pod Rysami* (2005)

Fig. 6. Snow patch in the Bula pod Rysami in the end of summer in 1978-2004 after M. Ciupak, M. Maciejewski, and A. Wiśliński *Zmiany powierzchni płata firnowo-lodowego pod Bulą pod Rysami* (2005)

Tabela 4 - Table 4
Skład chemiczny wody /składniki w miligramach na dm³/
Chemical composition of the water samples /components in milligrammes
per dm³/

Woda nr Sample No.	Kationy - Cations				Aniony - Anions					Suma Total	Sucha pozostałość Dry residue /180°/	Δ ⁺
	Ca	Mg	Fe	Al	HCO ₃	SO ₄	Cl	SiO ₃	PO ₄			
728	2,04	1,43	0,05	0,157	0,0	10,6	0	6,1	0,02	20,4	20,0	+4
9	3,08	0,41	0,05	0,157	0,0	19,0	0	1,3	0,00	24,0	29,0	-5
730	3,40	3,20	0,05	0,05	3,1	16,2	0	8,9	0,00	35,3	40,0	-4,7
1	3,08	0,82	0,10	0,03	3,1	8,3	0	5,3	0,02	19,1	25,8	-6,7
2	1,70	1,45	0,00	0,15	0,0	9,8	0	3,8	0,00	16,9	20,0	-3,1
3	28,20	15,8	0,15	0,00	122,0	34,0	0	11,2	0,7	149,4	161,8	-12
4	32,80	16,6	0,05	0,00	148,2	23,0	0	5,1	0,07	150,5	150,0	+0,5
5	48,5	20,9	0,00	0,00	197,6	48,0	0	8,9	0,00	223,5	211,8	+11,7
6	48,3	20,9	0,00	0,00	187,9	55,2	0	6,6	0,02	223,4	218,0	+5,4
7	9,0	1,0	no	0,00	26,2	4,8	0	14,0	no	41,7	45,0	-3,3
8	25,6	5,1	0,05	0,00	81,7	25,9	0	2,8	0,00	99,7	100,0	-0,3
9	28,6	4,0	0,00	0,00	79,9	21,6	0	2,3	0,00	95,8	102,6	-6,8
740	33,6	21,4	0,05	no	179,3	24,0	0	4,1	0,00	171,4	172,2	-0,8
1	34,4	20,6	0,00	0,00	181,2	21,2	0	7,1	0,00	172,3	174,0	-1,7
2	20,0	3,3	0,05	0,00	53,7	18,7	0	7,9	0,02	76,4	79,8	-3,0
3	40,1	9,5	0,00	0,00	126,9	33,5	0	6,3	0,00	151,3	148,8	+2,5
4	45,7	7,9	0,00	no	138,5	31,6	0	13,9	0,00	167,2	167,0	+0,2
5	16,0	6,0	0,00	0,00	61,6	12,9	0	5,1	0,00	70,6	77,0	-6,4
6	18,6	4,0	0,00	0,00	52,5	19,2	0	10,1	0,00	77,7	72,0	+5,7
7	23,8	5,5	0,00	0,00	73,2	21,6	0	7,6	0,00	94,6	93,0	+1,6
8	24,2	6,0	0,00	0,00	81,1	17,7	0	2,5	0,00	90,3	89,8	+0,5
9	34,4	2,9	0,00	0,00	94,6	19,7	0	7,9	0,00	111,4	110,0	+1,4
750	29,2	4,6	0,00	0,00	92,1	16,8	śl.	8,9	0,00	104,8	106,0	-1,2
1	39,3	9,0	0,00	0,00	138,5	20,6	śl.	5,3	0,02	149,3	148,0	+1,3
2	28,4	3,6	0,00	0,00	81,7	18,2	0	11,1	0,02	101,5	103,0	-1,5
3	43,7	2,4	0,03	0,00	111,3	24,9	0	6,3	0,02	133,2	131,8	+1,6
4	32,8	4,0	śl.	0,00	101,3	19,6	0	7,6	0,00	115,8	121,0	-5,2
5	4,7	13,1	0,00	0,00	165,3	33,6	śl.	8,9	0,00	183,6	194,2	-10,6
756	40,90	10,9	0,05	0,00	152,5	20,6	śl.	10,1	0,02	157,6	180,6	-23
7	39,50	22,7	śl.	0,00	192,8	32,6	śl.	7,3	0,02	197,2	203,0	-6
8	44,90	17,3	0,00	0,00	182,4	32,2	śl.	5,1	0,00	189,2	192,2	-3
9	32,0	3,3	0,00	0,00	90,9	8,6	śl.	8,6	0,00	106,8	100,0	+7
760	30,0	3,0	0,00	0,00	92,7	11,0	śl.	7,6	0,00	97,2	97,8	-0,6
1	28,2	11,2	0,03	0,00	105,5	27,3	śl.	7,6	0,00	105,5	105,0	+0,5
2	30,2	14,6	0,03	0,00	131,2	26,9	śl.	6,3	0,02	142,6	143,8	-2
3	16,0	6,1	0,03	0,00	59,2	22,5	śl.	5,6	0,02	79,4	83,0	-4
4	34,4	4,6	0,00	0,00	93,3	26,9	śl.	7,1	0,00	118,9	116,2	+3
5	35,2	5,5	0,00	0,00	99,4	27,9	śl.	7,6	0,00	135,1	139,2	-4
6	34,4	5,8	śl.	0,00	103,7	24,0	śl.	10,1	0,00	125,3	137,8	-13
7	40,3	6,8	0,00	0,00	108,0	38,4	śl.	5,1	0,00	143,7	148,0	-3
8	51,4	7,8	0,00	0,00	137,3	49,5	śl.	5,1	0,0	181,3	186,8	-5,5
9	46,3	11,0	0,00	0,00	119,6	59,5	śl.	3,8	0,00	179,4	183,2	-4
770	30,4	5,4	śl.	0,00	89,7	23,5	śl.	16,5	0,00	119,9	128,2	-8
1	30,0	6,8	0,00	0,00	104,9	16,3	śl.	7,6	0,00	112,3	119,0	-7
2	29,8	6,9	0,00	0,03	103,1	17,7	śl.	10,1	0,00	115,2	125,8	-10
3	33,4	5,8	0,00	0,00	99,4	24,9	śl.	7,6	0,00	120,6	123,0	-2
4	19,0	8,3	0,03	0,00	68,3	24,5	0,0	10,1	0,02	95,5	95,0	+0,5
5	46,5	14,5	no	0,00	131,8	64,8	śl.+	13,9	no	204,5	233,8	+29

*Δ oznacza różnicę w mg między suchą pozostałością a sumą oznaczonych składników z uwzględnieniem CO₃, a nie HCO₃ /CO₃ = HCO₃ *30:61/.

*Δ is the difference in mg between the dry residue and the total of determined constituents with CO₃ taken instead of HCO₃

śl. - ślad, no - nie oznaczone
śl. - trace, no - not determined

Ryc. 7. Tabela z pracy K. Oleksynowej i T. Komornickiego pt. *Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część IX, Dolina Olczyńska* (1989b)

Fig. 7. Contents of the table after K. Oleksynowa and T. Komornicki *Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część IX, Dolina Olczyńska* (1989b)

wiązaniu do międzynarodowej klasyfikacji IASH/WMO z 1970 r. B. Gądek podjął badania nad kriosferą Tatr i m.in. nad obiegiem masy i prędkością ruchu lodowca miniaturowego w Wielkim Kotle Mięguszowieckim (Gądek 1996, 2002, 2011; Gądek, Kotyrba 2003). Prędkość średnią w latach 1998–1999 określono na 0,98 m·a⁻¹ i zbadano, że bilansem dodatnim masy odznaczają się tylko niektóre partie lodowca.

Cechy fizyczne i chemiczne wód

Prace dotyczące cech fizycznych wód pojawiły się w okresie powojennym dość wcześnie i dotyczyły one

zimowych stosunków tlenowych największych jezior tatrzańskich (Olszewski 1946). W sferze zainteresowań P. Olszewskiego znajdowała się także powłoka lodowa jezior oraz bilans cieplny jezior (Olszewski 1948, 1949a, b; 1950–1951, 1951, 1955).

Najwięcej badań z zakresu cech fizycznych i chemicznych wód odnosi się do źródeł. W pracy E. Romera pt. *Kilka spostrzeżeń nad termiką wód Tatr i Podbala* (1962), autor przywołuje wyniki swoich badań prowadzonych w Tatrach jeszcze przed I wojną światową. Sporo miejsca poświęca na analizę przyczyn wahań temperatury wody w potokach górskich. Podobną problematyką zajmowała się M. Gutry-Korycka (1967), która w se-

zanie letnim 1964 r. badała potoki Roztoka, Tomanowy oraz potok wypływający z wrót lodowcowych w Wielkim Kotle Mięgoszowieckim. Wahania temperatury wody uzależnione były od źródeł zasilania: największe wahania temperatury wody zaznaczyły się w potoku wypływającym z jeziora, średnie – ze źródła, natomiast najmniejsze – z lodowca miniaturowego. Synteza wyników badań nad termiką wód w Tatrach polskich i słowackich została zawarta w dziele pt. *Klima Tatier* pod red. M. Končeka (Pacl, Wit-Jóźwik 1974).

Największy wkład w rozpoznanie zróżnicowania cech fizycznych i składu chemicznego wód tatrzańskich mają prace K. Oleksynowej i T. Komornickiego, którzy od lat 50. XX w. prowadzili kartowanie hydrochemiczne wód powierzchniowych i podziemnych (ryc. 7). Wyniki badań publikowane były sukcesywnie w latach 1956–1990 w Zeszytach Naukowych Akademii Rolniczej (Oleksynowa 1970, 1971; Oleksynowa, Komornicki 1956; 1957a, b; 1958; 1960; 1961; 1964; 1965; 1989a, b; 1990; Oleksynowa, Oleksynówna 1971). Badania K. Oleksynowej i T. Komornickiego dały podstawę opracowania *Mapy hydrochemicznej*, jaka ukazała się w *Atlasie Tatrzańskiego Parku Narodowego* (1985).

Dość liczną grupę prac stanowią publikacje dotyczące wpływu kwaśnych opadów na acidyfikację wód powierzchniowych. Problem ten nasilił się zwłaszcza w latach 80. i 90. XX stulecia. Znaczny dorobek w tym zakresie posiada D. Rzychoń (1998, 2009, Rzychoń i in. 2010) oraz A. Worsztynowicz (Rzychoń, Worsztynowicz 1996, 2007). Sporo prac na ten temat powstało w ramach międzynarodowej współpracy naukowej (Křeček i in. 2006; Konček 1950; Kopáček i in. a, b 2006; Stuchlík i in. 2006; Šporka i in. 2006). Ponadto problemem tym zajmowali się m.in. M. Kot (1993, 2005) i D. Borowiak (1996).

Składem chemicznym wód jeziornych lub rzecznych zajmowała się M. Bombówna (1965, 1969, 1971) i K. Wojtan (Bombówna, Wojtan 1996), J. Opołka-Gądek (1996) oraz D. Małecka (1986). Mineralizacja wód opadowych, źródłanych i rzecznych oraz skład chemiczny śniegu wchodziły w sferę zainteresowań badawczych M. Kasiny, A. Wolanin oraz M. Żelaznego (Wolanin, Żelazny 2010a, b; Żelazny i in. 2007, 2009, 2011; Żelazny, Kasina 2009, 2010). Sezonową zmiennością cech fizycznych i chemicznych wód zajmował się M. Żelazny (2012), który wyróżnił m.in. dwa typy reżimów hydrochemicznych wód potoków tatrzańskich: wysokogórski i średniogórski.

Coraz większe zainteresowanie budzi skład izotopowy wód tatrzańskich, który pozwala m.in. na szerszą interpretację cyrkulacji wód atmosferycznych, powierzchniowych i podziemnych (Różański, Duliński 1988; Wachniew i in. 2012; Zuber i in. 2008).

W poznaniu składu chemicznego wód tatrzańskich mają zasługi grupy studentów odbywających tutaj obozy naukowe lub terenowe praktyki hydrologiczne. Niektóre z tych prac są publikowane (Świetlik i in. 1996).

Do prac przeglądowych dotyczących charakterystyk hydrogeologicznej i hydrochemicznej Tatr należy

opracowanie pt. *Charakterystyka hydrogeologiczna rejonów wodnych* (Małecka i in. 2007). Przedstawiono w nim m.in. hydrogeochemiczną rejonizację Tatrzańskiego Parku Narodowego. Wody podziemne rejonu I krążące w skałach krystaliniku i piaskowcach dolnego triasu w dużej mierze dziedziczą cechy wód opadowych. Wody rejonu II reprezentujące skały osadowe serii wierchowej mają mineralizację średnią, zaś wody rejonu III zbudowanego ze skał serii regłowej oraz eocenu węglanowego mają mineralizację najwyższą.

Należy podkreślić, iż w badaniach nad chemizmem wód tatrzańskich są bardzo pomocne opracowania hydrogeologiczne oraz geomorfologiczne nad denudacją chemiczną i zjawiskami krasu powierzchniowego. Szczególne znaczenie mają tutaj m.in. prace D. Małeckiej (1981), J. Chowańca (1996, 2009), G. Barczyka (1998a, c), A. Kortarby (1967, 1971, 1972) oraz M. Puliny (1974).

Opracowania kartograficzne i kompleksowe opracowania hydrologiczne

Ważną rolę integrującą naukowy dorobek z zakresu hydrologii Tatr pełnią wydawnictwa kartograficzne. Okres szczegółowego kartowanie hydrograficznego Tatr przypada na drugą połowę lat 50. XX w. Efektem tych prac są mapy hydrograficzne Tatr Zachodnich oraz Tatr Wysokich w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (Wit, Ziemońska 1960a, b; Wit-Jóźwik 1974). Kartowanie wykonano w nawiązaniu do *Instrukcji do opracowania szczegółowej mapy hydrograficznej* (Klimaszewski i in. 1954), stanowiącej podstawę pierwszej koncepcji szczegółowej mapy hydrograficznej Polski w skali 1:50 000, przedstawionej na Kongresie Nauki Polskiej w 1950 r. (Siwek i in. 2012). Mapy te wraz z obszernym komentarzem są jak dotąd najbardziej szczegółowym obrazem stosunków wodnych północnego skłonu Tatr. Późniejsze wydanie mapy Tatr w skali 1:50 000 ukazało się jako plansza w *Atlasie Tatrzańskiego Parku Narodowego* (Trąfas, red., 1985) i było tożsame z pierwodrukiem. *Atlas...* został wydany z inicjatywy Mieczysława Klimaszewskiego przez Tatrzański Park Narodowy oraz Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi, Oddział Krakowski. W *Atlasie...* została zamieszczona m.in. *Mapa hydrochemiczna* autorstwa K. Oleksynowej i T. Komornickiego, opracowana na podstawie kartowania hydrochemicznego prowadzonego przez autorów w Tatrach (ryc. 8).

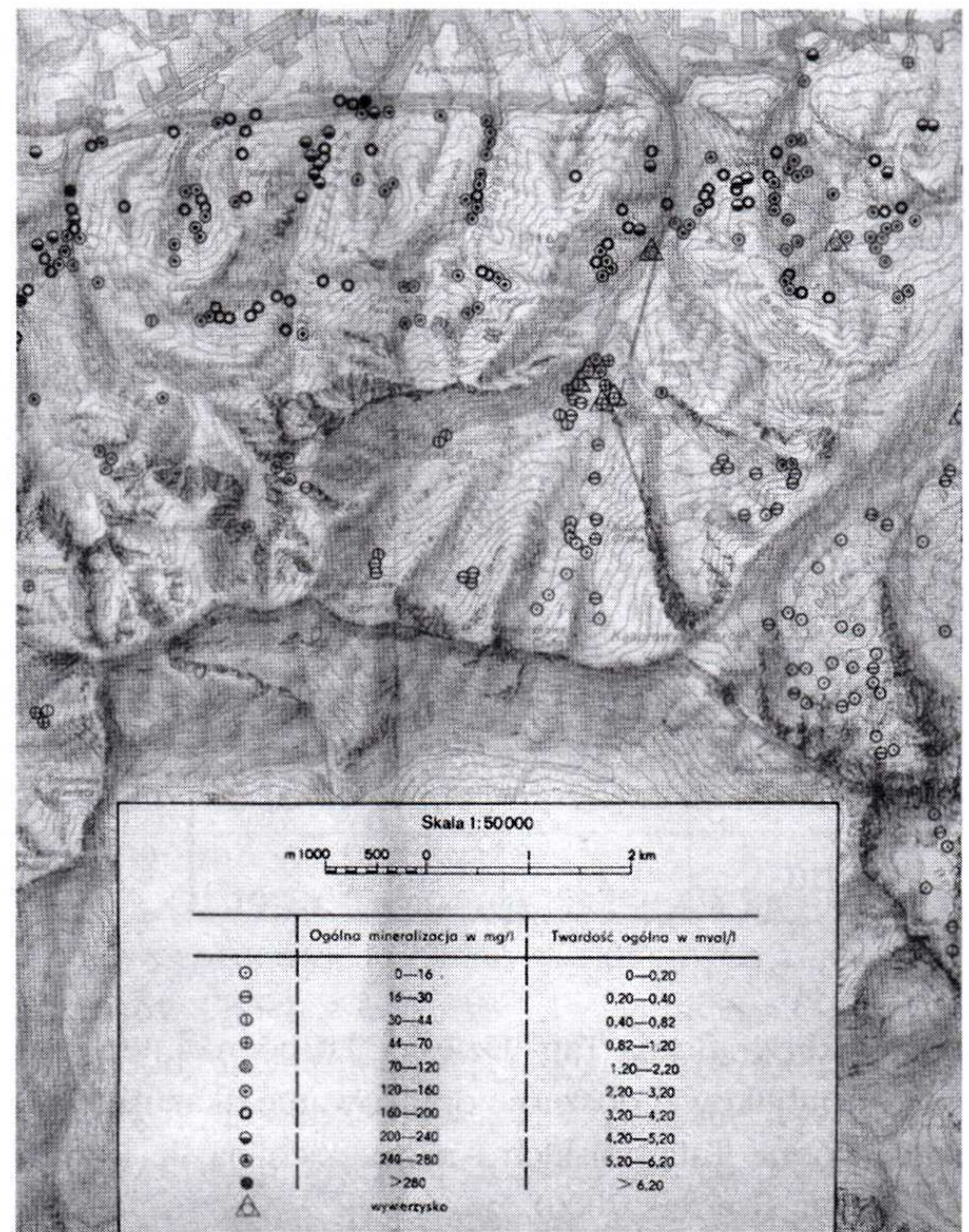
Najnowsze wydanie mapy hydrograficznej 1:50 000 (2006) stanowi zgeneralizowaną wersję mapy pierwotnej, unacześnioną głównie w zakresie obiektów gospodarki wodnej i stanu czystości wód. Mapa wydana została przez Głównego Geodetę Kraju w wersji analogowej i numerycznej w dwóch arkuszach: M-34-100-B Zakopane (Baścik, Chełmicki 2006) oraz M-34-101-A Murzasichle (Pociask-Karteczka, Żelazny 2006). Treść tematyczna przedstawiona jest na tle mapy topograficznej i składa się z siedmiu poziomów informacyjnych: wody powierzchniowe, topograficzne działy wodne, wypływy wód podziemnych, wody podziemne pierwszego po-

ziomu, przepuszczalność gruntów, obiekty gospodarki wodnej, punkty hydrometryczne, źródła zanieczyszczenia wód. Umożliwia to m.in. prognozę zmian i kierunków przekształceń środowiska wodnego a także praktyczne wskazania dotyczące ochrony wód powierzchniowych i podziemnych. Na odwrocie mapy wydrukowany jest komentarz objaśniający i uzupełniający treść mapy. Dane zawarte w komentarzu mogą służyć do oceny zasobności wodnej, jak również do wskazania obszarów z nadmiarem wody i obszarów deficytowych w Tatrach. Na mapie przedstawione są w sposób syntetyczny warunki obiegu wody w powiązaniu ze środowiskiem przyrodniczym, jego zainwestowaniem i przekształceniem. Dużą zaletą mapy są podane w komentarzu średnie wieloletnie i ekstremalne wartości opadów oraz stanów wody i natężenia przepływów rzek w wybranych przekrojach wodowskazowych. Mapa hydrograficzna wraz z mapami geologiczną i sozologiczną stanowią istotny element w systemie informacji o terenie – niezmiernie przydatny w ochronie środowiska przyrodniczego w obliczu wzrastającej antropopresji oraz zagrożeń ekstremalnymi zjawiskami hydrologicznymi (Siwiek i in. 2010).

Najbardziej kompleksowy charakter posiadają opracowania hydrologiczne opublikowane w monografiach Tatrzańskiego Parku Narodowego. W pierwszym wydaniu monografii pod red. W. Szafera (1955) znalazł się rozdział M. Gieysztora pt. *O wodach tatrzańskich i ich faunie*. Zostały w nim ogólnie scharakteryzowane jeziora oraz potoki (długość, spadki) i źródła. Najobszerniejszy opis dotyczy jezior. M. Gieysztor zauważa, że Tatry w całych Karpatach „pod względem ilości jezior nie mają sobie równych”. Charakterystykę hydrologiczną oparł głównie na przedwojennych pracach E. Dzięwulskiego, E. Romera, J. Szaflarskiego, K. Śliwerskiego oraz L. Świerza.

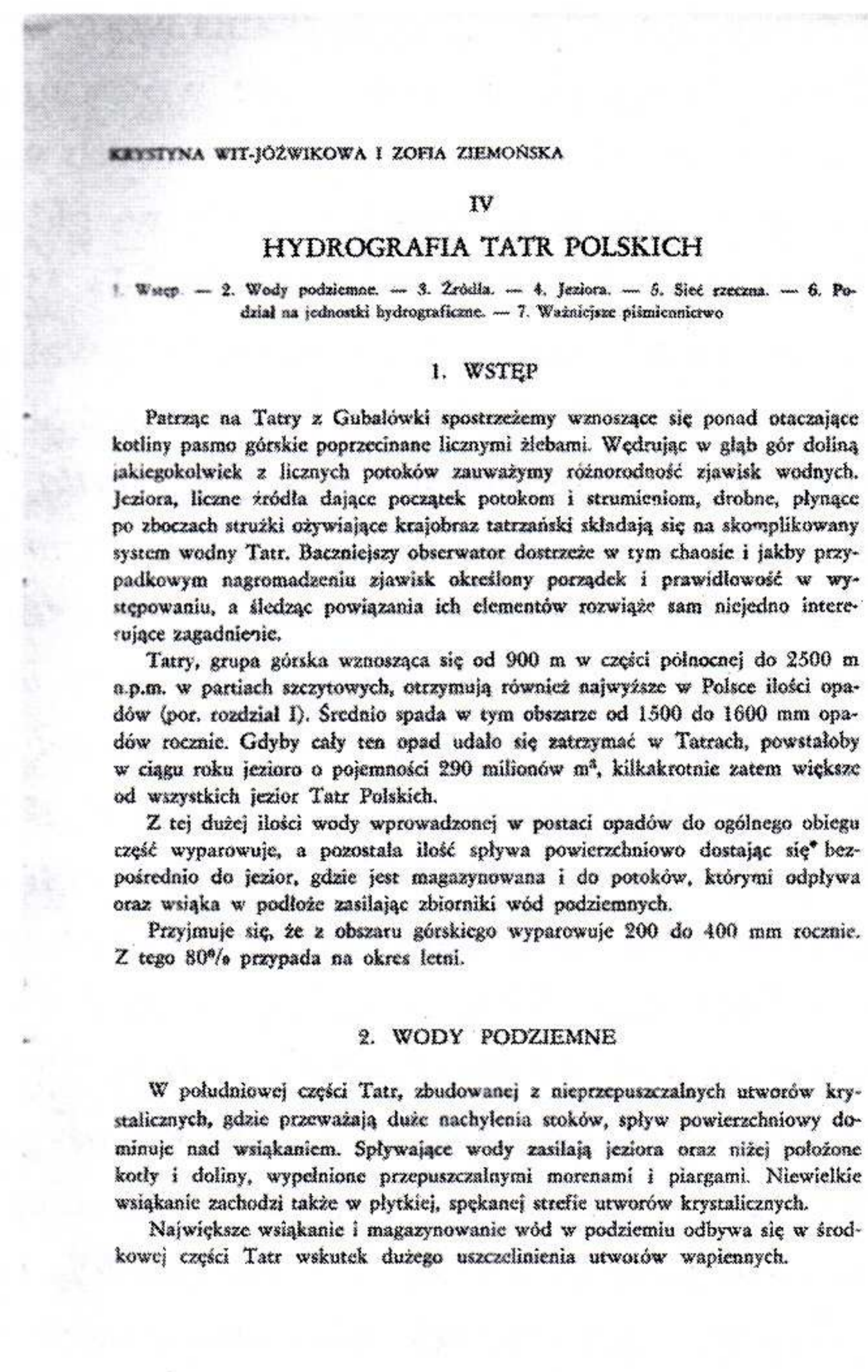
O wiele bogatszy w treść jest rozdział pt. *Hydrografia Tatr Polskich* autorstwa K. Wit-Jóźwikowej i Z. Ziemońskiej, jaki znalazł się w drugim wydaniu monografii Tatrzańskiego Parku Narodowego pod red. W. Szafera (1962; ryc. 9). Zostały w nim scharakteryzowane wody podziemne, źródła, jeziora, sieć rzeczna oraz dokonano podziału na jednostki hydrograficzne (subregiony hydrograficzne: południowy, środkowy, północny). Podstawę opracowania stanowiły zarówno badania własne autorów (Wit, Ziemońska 1958; 1960a, b; Ziemońska 1960), jak również międzywojenny dorobek naukowy J. Szaflarskiego i A. Wrzoska.

Charakterystykę hydrologiczną wzbogaconą m.in. o zagadnienia dynamiki odpływu ze zlewni tatrzańskich zawarł A. Łajczak w kolejnej monografii pt. *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego* (Mirek i in. red. 1996) w rozdziale pt. *Hydrologia*, w której przedstawił następujące zagadnienia: nawodnienie i bilans wodny, roczny cykl krążenia wody, wody podziemne i powierzchniowe, termika i zlodzenie potoków oraz jezior, przezroczystość i barwa wód, płyty wieloletnich śniegów, gospodarcze wykorzystanie wód tatrzańskich, regiony hydrograficzne, piętrowość zjawisk wodnych, odręb-



Ryc. 8. Fragment mapy hydrochemicznej K. Oleksynowej i T. Komornickiego w *Atlasie Tatrzańskiego Parku Narodowego* (Trafas, red. 1985)

Fig. 8. Hydrochemical map after K. Oleksynowa and T. Komornicki in *Atlas Tatrzańskiego Parku Narodowego* (Trafas, ed. 1985)



Ryc. 9. Rozdział pt. *Hydrografia Tatr Polskich* autorstwa K. Wit-Jóźwikowej i Z. Ziemońskiej w monografii Tatrzańskiego Parku Narodowego pod red. W. Szafera (1962)

Fig. 9. The charter *Hydrografia Tatr Polskich* after K. Wit-Jóźwikowa and Z. Ziemońska in the monography of the Tatra National Park ed. by W. Szafer (1962)

Tab. 1. Liczba opracowań hydrologicznych w tomach pokonferencyjnych**Table 1.** Number of hydrological articles in the conference volumes

Rok konferencji <i>Year of conference</i>	Tom: Nauki o Ziemi <i>Volume: Earth Science</i>			Tom: Przyroda i człowiek <i>Volume: Nature and Man</i>		
	ogółem <i>total</i>	hydrologiczne <i>hydrological</i>	% opracowań hydrologicznych <i>% of hydrological articles</i>	ogółem <i>total</i>	hydrologiczne <i>hydrological</i>	% opracowań hydrologicznych <i>% of hydrological articles</i>
1995	42	7	17	22	5	23
2000	21	4	20	24	3	13
2005	17	3	24	24	0	0
2010	23	6	22	19	2	10

ność hydrograficzna Tatr. Dziesięć lat później, ten sam autor opublikował obszerne opracowanie ukazujące zasoby wodne Tatr polskich i słowackich na tle innych gór świata (Łajczak 2006).

Prace niepublikowane

Zapotrzebowanie na wodę wzrastało wraz z rozrastającym się Zakopanem. Utwory fliszu podhalańskiego, w obrębie którego położone jest miasto nie stanowią zasobnego zbiornika wód podziemnych, toteż zaczęto poszukiwać nowych możliwości pozyskania wody pitnej. Obszerna dokumentacja poświęcona możliwościom eksploatacji wód powierzchniowych i podziemnych w Tatrach została opracowana w latach 80. XX w. głównie przez zespół hydrogeologów pod kierunkiem D. Małeckiej. Prace te zgromadzone są w zbiorach archiwalnych Spółki Eksploatacyjnej Wodociągów i Kanalizacji SEWiK (*Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów źródła „Pod Capkami” w kat. C z programu badań dla udokumentowania zasobów w kat. B w Zakopanem, 1984; Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w kat. B źródła w Faktorowym Borze dla wodociągu Zofiówka w Zakopanem, 1993; Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych źródeł „Baptyści” i „Barany” zaopatrujących w wodę wodociąg miejski w Zakopanem, 2001*) oraz w Bibliotece TPN w Zakopanem (trzydziestociowe opracowanie pt. *Przyrodnicze warunki występowania oraz możliwości ujmowania wód na obszarze Tatr i Podtatrza ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb miasta Zakopanego i Gminy Tatrzańskiej, 1983, 1986, 1987; Opinia w sprawie zaopatrzenia w wodę obozowiska TPN na Polanie Rogoźniczańskiej, 1984; Określenie możliwości eksploatacji wód podziemnych i powierzchniowych w obrębie zlewni Suchej Wody na tle rozpoznania warunków hydrogeologicznych terenu, 1987*).

Obszerne opracowania dotyczące jakości wód i gospodarki wodnej na terenie TPN zawarte są w sprawozdaniach z badań naukowych kierowanych przez J. R. Do-

bosza podczas studenckich obozów naukowych Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej, jakie odbywały się w Tatrach w latach 80. XX w. W dwunastu obszerne pracach można znaleźć bardzo szczegółowe informacje na temat gospodarki wodno-ściekowej w obiektach zlokalizowanych na terenie TPN i stanu czystości wód potoków tatrzańskich i powietrza w TPN. Dokumentacja ta znajduje się w zbiorach Biblioteki TPN.

Podsumowanie i wnioski

W upowszechnianiu wyników badań naukowych prowadzonych w polskich Tatrach, w tym głównie na obszarze TPN, ważną rolę pełnią konferencje organizowane co pięć lat począwszy od 1995 r. przez Tatrzański Park Narodowy oraz Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski. Każda z konferencji posiada odrębny profil badawczy (Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek – 1995 r., Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr – 2000 r., Tatrzański Park Narodowy na tle innych górskich terenów chronionych – 2005 r., Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem – 2010 r.).

Pokłosem konferencji są trzydziestociowe lub trzytomowe opracowania poświęcone naukom o Ziemi, naukom biologicznym oraz działalności człowieka w przyrodzie. Udział opracowań hydrologicznych prezentowanych podczas konferencji w grupie tematycznej „nauki o Ziemi” wynosi około 20% (w tym śnieg i lód oraz hydrogeologia). Dużo mniej – zwłaszcza po 2000 r. – prezentowanych jest prac z zakresu antropopresji (tab. 1). Zważywszy jak ważnym komponentem środowiska geograficznego jest woda, wydaje się, iż liczba opracowań hydrologicznych jest zbyt mała. Niewiele jest opracowań, w których wiedza na temat hydrologii Tatr znajduje przełożenie na sposób zarządzania zasobami wodnymi tego regionu – do nielicznych należą tu prace A. Łajczaka (2002) i M. Kota (2010). Brakuje rozpoznania za-

sobów wodnych w kontekście wzrastającej presji na środowisko wodne Tatr. Skromna liczba publikacji dotyczy także antropopresji (Chmielewska i in. 2010).

Biorąc pod uwagę dotychczasowy dorobek naukowy można stwierdzić, iż rozpoznanie hydrologiczne Tatr jest dość dobre, ale nie jest pełne. W zgromadzonej bibliografii hydrologicznej pod względem ilościowym przeważają publikacje z zakresu limnologii i krenologii.

Czytelnik zainteresowany problematyką hydrologiczną nie powinien mieć trudności z dotarciem do literatury z najnowszymi osiągnięciami badawczymi, bowiem TPN od 2012 r. zamieszcza wydawane przez siebie tomy konferencyjne w formie plików .pdf na stronie internetowej Parku (www.tpn.pl). Prowadzenie studiów hydrologicznych nie jest proste. Analiza kluczowych dla Tatr problemów wymaga dysponowania długimi ciągami obserwacyjnymi oraz prac terenowych w trudnym terenie wysokogórkim.

Od lat 70. XX w. oprócz sieci posterunków wodowskazowych IMGW w Tatrach funkcjonowała wspomniana wcześniej sieć założona przez profesor D. Małecką z Uniwersytetu Warszawskiego (Małeczka 1996). Sieć ta w latach 1999–2000 została przekazana pod zarząd i opiekę TPN i od tej pory pracownicy Parku prowadzili obserwacje stanów wody na 29 latach wodowskazowych. Liczba odczytów w zależności od pory roku oscylowała od 4 do 15 na miesiąc. Wzrastająca presja na korzystanie z zasobów wodnych Tatr spowodowała, że do ramowego programu zadań monitoringowych prowadzonych na obszarze TPN wprowadzono zorganizowanie unowocześnionej i zagęszczonej sieci monitoringu wód powierzchniowych i gruntowych. Dzięki staraniom TPN pod koniec 2009 r. udało się uruchomić nowoczesną sieć pomiarową, na którą składają się m.in. 42 bezobsługowe urządzenia pomiarowe stanów i temperatury wody, dokonujące pomiarów w sposób ciągły. Pozwoli to m.in. na właściwe opiniowanie projektów inwestorskich realizowanych w Parku i przy jego granicach. Należy jednak pamiętać, że sam monitoring nie rozwiąże problemu korzystania z wód. Konieczne jest sformułowanie jednoznacznych reguł i zasad gospodarki wodnej w TPN.

Woda pełni wyjątkową rolę w środowisku geograficznym w odniesieniu do każdego elementu środowiska przyrodniczego. Wzrastająca presja na zasoby wodne Tatr powoduje zagrożenie wód – zarówno pod względem ilości, jakości jak i dynamiki krążenia.

W podejmowanych badaniach hydrologicznych w Tatrach byłoby bardzo cenne rozpoznanie następujących zagadnień:

- przemiany stosunków wodnych Tatr: naturalne i antropogeniczne (sieci rzecznej, źródeł, jezior),
- „odpowiedź” systemu hydrologicznego na zachodzące zmiany klimatyczne,
- scenariusze obiegu wody w nawiązaniu do zmieniającego się klimatu,
- rozpoznanie i staranne uszczegółowienie zasad gospodarowania zasobami wodnymi Tatr,

- identyfikacja najpoważniejszych współczesnych zagrożeń dla ilości i jakości zasobów wodnych Tatr i sposoby ich zapobiegania.

Literatura

- Adamowski A., Wiśliński A., 2010, Próba wydzielenia typów płatów firnu i lodu w Tatrach Polskich [w:] A. Kotarba (red.), Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 11–16.
- Barczyk G., 1993, Zastosowanie metody Radczuk & Szarskiej do obliczania odpływu podziemnego w górskich obszarach krasowych, Współczesne Problemy Hydrogeologii, 6, 341–345.
- Barczyk G., 1998a, Denudacja chemiczna krasu węglanowego w świetle badań stacjonarnych zlewni Potoków Chochołowskiego i Kościeliskiego (Tatry Zachodnie), Dokumentacja Geograficzna, 12, 25–34.
- Barczyk G. 1998b, Obserwacje stacjonarne wywierzyisk tatrzańskich, Przegląd Geologiczny, 46 (1), 42–43.
- Barczyk G., 1998c, The carbonate aggressiveness of water in the karst areas of the basin of the Chochołowska and Kościeliski streams (Western Tatra Mts.), Acta Geologica Polonica, 48 (1), 115–121.
- Barczyk G., 2001, Dewastacja Wywierzyiska Olczyńskiego, Współczesne Problemy Hydrogeologii, Wrocław, t. 2, 5–10.
- Barczyk G., 2002, Barwienia w systemach tatrzańskich wywierzyisk krasowych, Materiały XXI Szkoły Speleologicznej, Cieszyn – Morawski Kras, 7–13.02.2002, 58–61.
- Barczyk G., 2003a, Circulation in present-day karst systems sourcing the vacluse springs in the Polish Tatra Mts., based on tracer methods and limnometric observations, Geological Quarterly, 47 (1), 97–106.
- Barczyk G., 2003b, Karst and vacluse springs from the Polish Tatra Mts. results of long-term stationary investigations, Catena, 145–155.
- Barczyk G., 2005, Monitoring wód krasowych na terenie polskich Tatr Zachodnich [w:] A. Kotarba, W. Borowiec (red.), Tatrzański Park Narodowy na tle innych górskich terenów chronionych, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 73–75.
- Barczyk G., 2010a, Hydrogeologiczne badania krasu tatrzańskiego. Stan obecny i perspektywy [w:] A. Kotarba (red.), Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek. Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem, T. 1, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 23–26.
- Barczyk G., 2010b, Ochrona ujęć wód pitnych na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego, Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek, Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem, Stresz-

- czenia prac, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 57.
- Barczyk G., Humnicki W., Żurawska G., 2002, Obserwacje limnimetryczne wywierzyisk tatrzańskich [w:] W. Borowiec, A. Kotarba, A. Kownacki, Z. Krzan, Z. Mirek (red.), Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków-Zakopane, 77–88.
- Baścik M., Chełmicki W., 2006, Komentarz do Mapy Hydrograficznej w skali 1:50000. Arkusz M-34-100-B Zakopane, Główny Geodeta Kraju, GEOKART, Rzeszów.
- Baścik M., Pociask-Karteczka J., 2009, Charakterystyka hydrologiczno-meteorologiczna zlewni tatrzańskich (1961–2000) [w:] Tatrzański Park Narodowy 1955–1977–2004. Długookresowe zmiany w przyrodzie i użytkowaniu obszaru TPN, Konferencja, Zakopane, 21–22 maja 2009, GIS-TPN.
- Birkenmayer L., 1896, Zapiski termo- i hipsometryczne kilku źródeł tatrzańskich, Sprawozdania Komisji Fizjograficznej PAU, 31, 247.
- Boduch M., Chełmicki W., 1977, Przestrzenne zróżnicowanie i sezonowa zmienność odpływu podziemnego na obszarze Karpat Zachodnich, Czasopismo Geograficzne, 48, 385–395.
- Bombówna M., 1965, Hydrochemical investigations of the Morskie Oko Lake and the Czarny Staw Lake above the Morskie Oko Lake in the Tatra Mountains, Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych PAN, Komitet Zagospodarowania Ziemi Górskich, 11, 7–17.
- Bombówna M., 1969, Hydrochemiczna charakterystyka Toporowego stawu Niżnego jednego z dystroficznych stawów tatrzańskich, Acta Hydrobiologica, 11, 7–17.
- Bombówna M., 1971, The chemical composition of the water of streams of the Polish High Tatra Mountains, particularly with regard to the Stream Sucha Woda, Acta Hydrobiologica, 32, 4, 379–391.
- Bombówna M., Wojtan K., 1996, Zmiany składu chemicznego jezior tatrzańskich na przestrzeni lat [w:] Z. Krzan (red.), Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek, T. 3, Wpływ człowieka, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków-Zakopane, 56–59.
- Borowiak D., 1996, Transformacja struktury wewnętrznej stawów tatrzańskich pod wpływem postępującej acidyfikacji wód powierzchniowych [w:] Z. Krzan (red.), Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek, T. 3, Wpływ człowieka, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków-Zakopane, 60–64.
- Borowiak D., 2002, Zmiany właściwości termicznych jezior tatrzańskich [w:] W. Borowiec, A. Kotarba, A. Kownacki, Z. Krzan, Z. Mirek (red.), Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków-Zakopane, 89–94.
- Chmielewska D., Wolanin A., Żelazny M., 2010, Anthropogenic impact on the chemistry of Białka, Biały Dunajec and Czarny Dunajec streamwater (Tatra National Park and southern Podhale, Poland) [w:] H. Holzmann, R. Godina, G. Muller (red.), Hydrological responses of small basins to a changing environment, Book of Abstracts, Seggau Castle, 23–26.
- Choiński A., 2000, Najgłębsze jeziora Tatr Polskich w świetle najnowszych pomiarów głębokości, Czasopismo Geograficzne, 71, 1, 99–103.
- Choiński A., 2006–2007, Zjawiska lodowe na Morskim Oku w Tatrach, Folia Geographica, series Geographica Physica, 38–39, 65–77.
- Choiński A., 2007, Limnologia fizyczna Polski, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 547.
- Choiński A., Kolendowicz L., Pociask-Karteczka J., 2009, Zjawiska lodowe na Morskim Oku jako wskaźnik zmian klimatu w Tatrach [w:] A. T. Jankowski, D. Absalon, R. Machowski, M. Ruman (red.), Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska, UŚ, PTG, RZGW, Sosnowiec, 71–77.
- Choiński A., Kolendowicz L., Pociask-Karteczka J., 2010a, Morskie oko. Tajemnice tafli lodowej, Tatry, 2(32), 34–35.
- Choiński A., Kolendowicz L., Pociask-Karteczka J., 2010b, Zjawiska lodowe na Morskim Oku w latach 1971–2010 i ich związek z temperaturą powietrza oraz cyrkulacją atmosferyczną [w:] red. A. Kotarba, Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 41–46.
- Choiński A., Kolendowicz L., Pociask-Karteczka J., Sobkowiak L., 2010c, Changes in Lake Ice Cover on the Morskie Oko Lake in Poland (1971–2007), Advances in Climate Change Research, 1, 2, 71–75.
- Choiński A., Kolendowicz L., Pociask-Karteczka J., 2011, Badania pokrywy lodowej na Morskim Oku, Wierchy, 75, 204–208.
- Choiński A., Strzelczak A., 2011, Bathymetric measurements of Morskie Oko Lake, Limnological Review, 11, 2, 89–93.
- Chowaniec J., 1996, Hydrogeologiczne warunki zasilania i przepływu wód podziemnych w utworach trzeciorzędowych na pograniczu Tatr i Niecki podhalańskiej [w:] A. Kotarba (red.), Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek, T. 1, Nauki o Ziemi, Kraków-Zakopane, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, 92–94.
- Chowaniec J., 2009, Studium hydrogeologii zachodniej części Karpat Polskich, Biuletyn PIG, 434, Hydrogeologia, 8, ss. 98.
- Cichocki W., Siarzewski W., 1998, Rozwój wiedzy o przyrodzie Tatr do początku XIX wieku, Zeszyty Staszycowskie, 1, Materiały Pierwszego Spotkania Staszycowskiego, 26 września 1997 w Pile, Muzeum St. Staszica, Piła, 43–68.
- Ciupak M., Maciejewski M., Wiśliński A., 2005, Zmiany powierzchni płata firnowo-lodowego pod Bulą pod Rysami w latach 1978–2004 w nawiązaniu do danych meteorologicznych z Kasprowego Wierchu [w:] A. Ko-

- tarba, W. Borowiec W. (red.), Przyroda Tatrzańskie-
go Parku Narodowego a Człowiek, T. 1, Tatrzański
Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk
o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 119–126.
- Czocharński J. T., Borowiak D., red., 2000, Z badań geo-
graficznych w Tatrach Polskich, Wyd. Naukowe UG,
Gdańsk, 397.
- Dąbrowski T., 1967, Podziemne przepływy krasowe po-
toków w Tatrach Zachodnich, *Acta Geologica Polo-
nica*, 17, 4, 593–622.
- Dąbrowski T., Głazek J., 1968, Badania przepływów
krasowych we wschodniej części Tatr Polskich, *Spe-
leologia*, 2, 85–98.
- Dąbrowski T., Rudnicki J., 1967, Wyniki badań prze-
pływów krasowych w masywie Czerwonych Wier-
chów, *Speleologia*, 3, 1, 31–35.
- Dobija A., 1981, Sezonowa zmienność odpływu w zlew-
ni górnej Wisły, *Prace Geograficzne UJ*, 53, 51–112.
- Dynowska I., 1971, Typy reżimów rzecznych w Polsce,
Zeszyty Naukowe UJ, 268, *Prace Geograficzne*, 28,
Prace Instytutu Geograficznego, 50, ss. 147.
- Figuła K., 1956, Monografia górnego Dunajca, *Prace i Stu-
dia Komitetu Gospodarki Wodnej PAN*, 1, 327–357.
- Gieysztor I., 1961, Studia hydrologiczne nad potokami
tatrzańskimi. Opady i odpływ na obszarze zlewni
Białki i Potoku Kościeliskiego, *Prace Geograficzne
PAN*, 16, 5–80.
- Gądek B., 1996, Dynamika lodowców i klimat Tatr Wy-
sokich pod koniec ostatniego zlodowacenia (vistu-
lian) [w:] A. Kotarba (red.), *Przyroda Tatrzańskie-
go Parku Narodowego a człowiek*, T. 1, *Nauki o Ziemi*,
Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przy-
jaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–
Zakopane, 132–136.
- Gądek B., 2002, Obieg masy Lodowczyka Mięszow-
wieckiego w latach 1998–1999 [w:] W. Borowiec,
A. Kotarba, A. Kownacki, Z. Krzan, Z. Mirek (red.),
Przemiany środowiska geograficznego Tatr, T. 1,
Nauki o Ziemi, *Nauki o Ziemi*, Tatrzański Park Naro-
dowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Zie-
mi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 95–99.
- Gądek B., 2011, Wieloletnia zmienność kriosfery tatr,
Czasopismo Geograficzne, 82, 371–384.
- Gądek B., Kotyrba K., 2003, Struktura wewnętrzna Lo-
dowczyka Mięszowieckiego (Tatry) w świetle wy-
ników badań georadarowych, *Przegląd Geologiczny*,
51, 12, 1044–1047.
- Głazek J., 1995, Hydrografia krasowa Tatr polskich
[w:] J. Grodzicki (red.), *Jaskinie Tatrzańskiego Par-
ku Narodowego*, Polskie Towarzystwo Przyjaciół
Nauk o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Warszawa,
11–30.
- Gieysztor I., 1961, Studia hydrologiczne nad potokami
tatrzańskimi, *Prace Geograficzne IG PAN*, 26, ss. 80.
- Gutry-Korycka M., 1967, Temperatura potoków tatrzań-
skich o różnych źródłach zasilania, *Przegląd Geo-
graficzny*, 39, 577–584.
- Kaczka R. J., Czajka A., Czajka B., 2012, Badacza szkieł-
ko i Morskie Oko, *Tatry*, 4(42), 50–53.
- Kajetanowicz Z., 1949, Prace o zawartości tlenu i ter-
mice jezior tatrzańskich, *Wierchy*, 19, 219–220.
- Klimaszewski M., Pietkiewicz S., Wieckowska H., Wit K.
1954, Instrukcja do opracowania szczegółowej mapy
hydrograficznej Polski, *Biuletyn Geograficzny*, 7, 1–17.
- Klimaszewski M., 1956, The Detailed Hydrographical
Map of Poland, *Przegląd Geograficzny*, 28, suppl-
ment, 41–47.
- Konček M., 1950, Výsledky pozorovania námrazy na
Lomnickom štite v r. 1941–1944 a 1947–1949, *Sbor-
ník zeměp.*, II, 3(4).
- Kopáček J., Stuchlík E., Hardekopf D., 2006, Chemical
composition of the Tatra Mountain lakes: Recovery
from acidification, *Biologia*, Section Zoology, 61/
Suppl. 18, *Limnology of lakes in the Tatra Mounta-
ins*, 21–34.
- Kopáček J., Kaňa J., Šantrůčková H., 2006, Pools and
composition of soils in the alpine zone of the Tatra
Mountain, *Biologia*, Section Zoology, 61/Suppl.18,
Limnology of lakes in the Tatra Mountains, 35–50.
- Kostrakiewicz L., 1996, Regionalizacja wskaźnika krenolo-
gicznego w polskich Karpatach Zachodnich, *Wszech-
świat*, 97, 3, 61–66.
- Kot M., 1993, Sezonowe zmiany chemizmu wód tatr w wa-
runkach zakwaszenia opadów – wpływ na biocenozy
a możliwość przeciwdziałania ich negatywnym skut-
kom [w:] W. Cichocki (red.), *Ochrona Tatr w obliczu
zagrożeń*, Zakopane, 87–94.
- Kot M., 2005, Zmiany chemizmu wód powierzchni-
owych Doliny Suchej Wody powyżej górnej granicy
lasu od roku 1935 [w:] A. Kotarba, W. Borowiec (red.),
*Tatrzański Park Narodowy na tle innych górskich
terenów chronionych*, T. 1, *Nauki o Ziemi*, Tatrzański
Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk
o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 127–129.
- Kot M., 2010, Analiza potencjalnych skutków przyrod-
niczych sztucznego naśnieżania tras narciarskich na
Kasprowym Wierchu [w:] Z. Krzan (red.), *Nauka
i zarządzanie obszarem Tatr*, T. 3, *Człowiek i środo-
wisko*, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzy-
stwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski,
Zakopane, 41–44.
- Kotarba A., 1967, Żłobki krasowe w Tatrach, *Zeszyty
Naukowe UJ*, *Prace Geograficzne*, 16, 25–42.
- Kotarba A., 1971, Course and Intensity of Present-day
Superficial Chemical Denudation in the Western Tatra
Mts., *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 5,
111–127.
- Kotarba A., 1972, Powierzchniowa denudacja chemicz-
na w wapienno-dolomitowych Tatrach Zachodnich,
Prace Geograficzne IG PAN, 96, ss. 125.
- Kotarba A., 1996, Osady jeziorne jako wskaźnik przemian
środowiska naturalnego Tatr Wysokich, *Dokumen-
tacja Geograficzna*, 4, 33–47.
- Kotarba A., 2006, Współczesne przemiany rzeźby Tatr
i innych wysokich gór Europy pod wpływem spły-
wów gruzowych [w:] A. Kotarba, W. Borowiec (red.),
*Tatrzański Park Narodowy na tle innych górskich te-
renów chronionych*, T. 1, *Nauki o Ziemi*, Tatrzański

- Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 39–45.
- Kotarba A., 2007, Geomorphic activity of debris flows in the Tatra Mts. and in other European Mountains, *Geographia Polonica*, 80, 2, 137–150.
- Kotarba A., Długosz M., 2010, Alpine cliff evolution and debris flow activity in the High Tatra Mountains, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 44, 35–47.
- Krzemień K., 1991, Dynamika wysokogórskiego systemu fluwialnego na przykładzie Tatr Zachodnich, *Rozprawy Habilitacyjne UJ*, 215, ss. 160.
- Křeček J., Turek J., Ljungren E., Stuchlík E., Šporka F., 2006, Hydrological processes in small catchments of mountain headwater lakes: The Tatra Mountains, *Biologia, Section Zoology*, 61/Suppl.18, Limnology of lakes in the Tatra Mountains, 1–10.
- Lange W., Markiewicz W., Przewoźniak M., 1977, Przenikanie promieniowania słonecznego w jeziorach Doliny Pięciu Stawów Polskich (Tatry Wysokie), *Zeszyty Naukowe Wydziału BiNoZ UG, Geografia*, 8, 165–178.
- Łajczak A., 1980, Wahania stanów wody niektórych jezior tatrzańskich, *Wszechświat*, 12, 285–287.
- Łajczak A., 1982, Wahania temperatury przypowierzchniowej warstwy wody w jeziorach tatrzańskich o różnej ekspozycji, *Czasopismo Geograficzne*, 53, 29–44.
- Łajczak A., 1988, Opady i odpływ w polskich Tatrach w świetle pomiarów wieloletnich, *Czasopismo Geograficzne*, 59, 137–170.
- Łajczak A., 1996, Hydrologia [w:] Z. Mirek (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego, Tatry i Podtatrze*, 3, Tatrzański Park Narodowy, Kraków–Zakopane, 169–196.
- Łajczak A., 2002, Zasady ochrony i użytkowania wód w „Planie ochrony Tatrzańskiego Parku Narodowego” [w:] W. Borowiec, A. Kotarba, A. Kownacki, Z. Krzan, Z. Mirek (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr*, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 127–129.
- Łajczak A., 2006, Przestrzenne zróżnicowanie zasobów wodnych na tle innych gór [w:] A. Kotarba, W. Borowiec (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek*, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 19–34.
- Małecka D., 1981, Hydrogeologia Podhala, *Instytut Geologiczny, Prace Hydrogeologiczne, seria specjalna*, 14, ss. 187.
- Małecka D., 1984, Tatry jako obszar zasilania wód podziemnych Podtatrza, *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*, 5, 129–147.
- Małecka D., 1986, Hydrochemiczna charakterystyka wód w profilu pionowym Morskiego Oka [w:] *Rozwój hydrogeologicznych badań regionalnych w Polsce*, UW, AGH, PAN, PTGeol., Warszawa, 361–378.
- Małecka D., 1993, Hydrogeologia krasu tatrzańskiego [w:] J. Grodzicki (red.), *Jaskinie Tatrzańskiego Parku Narodowego*, T. 3, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Tatrzański Park Narodowy, Warszawa, 11–35.
- Małecka D., 1996, Hydrogeologiczna charakterystyka Tatr w świetle badań monitoringowych [w:] *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek*, A. Kotarba (red.), T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 19–30.
- Małecka D., 1997, Źródła masywu tatrzańskiego, *Acta Univ. Lodziensia, Folia Geographica-Physica*, 2, 9–25.
- Małecka D., Barczyk G., Humnicki W., Małecki J., 1998, Tło i strefowość hydrochemiczna Tatr, *Przegląd Geologiczny*, 46, 1, 41.
- Małecka S., Chowaniec J., Małecki J. J., 2007, Charakterystyka hydrogeologiczna regionów wodnych [w:] B. Paczyński, A. Sadurski (red.), *Hydrogeologia regionalna Polski, t. 1, Wody słodkie*, PIG, Warszawa, 108–461.
- Małecka D., Humnicki W., 1989, Rola warunków hydrodynamicznych w kształtowaniu reżimu wywierzyska Olczyskiego, *Przegląd Geologiczny*, 2, 78–84.
- Mikulski Z., 1973, Badania promieniowania słonecznego w jeziorach polskich, *Przegląd Geofizyczny*, 18, 291–301.
- Mikulski Z., 2008, Wkład Polaków w rozwój hydrologii i inżynierii wodnej. Początki służby hydrologicznej na ziemiach polskich [w:] Z. Mikulski (red.), *Wkład Polaków w rozwój hydrologii i inżynierii wodnej*, Polskie Towarzystwo Historii Sztuki, Warszawa, 21–39.
- Milata W., 1949a, Prace nad polami śnieżnymi w Tatrach, *Wierchy*, 19, 219–222.
- Milata W., 1949b, Stacja naukowa PTG na Hali Gąsienicowej w Tatrach, *Wierchy*, 19, 222.
- Mirek Z., red., 1996, *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego, Tatry i Podtatrze*, 3, Tatrzański Park Narodowy, Kraków–Zakopane, ss. 786.
- Mościcki W. J., 1996a, Zimowa termika wód Morskiego Oka, *Dokumentacja Geograficzna*, 4, 49–56.
- Mościcki W. J., 1996b, Zimowa termika wód stawów tatrzańskich [w:] A. Kotarba (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek*, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 155–156.
- Nyka J., 1962, Stawki pod samym niebem, *Poznaj Świat*, 5, 7–8.
- Oleksynowa K., 1970, Charakterystyka geochemiczna wód tatrzańskich, *Acta Hydrobiologica*, 12, 1, ss. 110.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1956, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część I, Dolina Strążyska, *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, Rolnictwo*, 1, 33–52.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1957a, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część II, Dolina Białego, *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, Rolnictwo*, 3, 113–126.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1957b, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część III, Dolina Małej Łąki,

- Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, Rolnictwo, 3, 127–146.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1958, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część IV, Dolina Kościeliska, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, Rolnictwo, 5, 13–44.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1960, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część V, Dolina Chochołowska, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, Rolnictwo, 7, 17–48.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1961, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część VI, Dolina Rybiego Potoku i Dolina Roztoki, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, Rolnictwo, 8, 37–65.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1964, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część VII, Dolina Waksmundzka i Dolina Filipki, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, Rolnictwo, 11, 19–49.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1965, The chemical composition of water in the Polish Tatra Mountains and the problem of its variation in time, Komitet Zagospodarowania Ziemi Górskich PAN, 11, 91–111.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1989a, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część VIII, Dolina Suchej Wody, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, Rolnictwo, 28, 3–31.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1989b, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część IX, Dolina Olczyńska, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, Rolnictwo, 28, 33–53.
- Oleksynowa K., Komornicki T., 1990, Materiały do znajomości wód w Tatrach. Część IX, Dolina Bystrej, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, Rolnictwo, 29, 3–31.
- Oleksynowa K., Oleksynówna B., 1971, Chemical Composition of Karstic Waters in the Tatra Mts. (by Taking as Example the Spring Lodowe), *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 5, 105–110.
- Olędzki J., 1965, Miniaturowe lodowce w Tatrach, *Geografia w Szkole*, 38, 184–188.
- Olszewski P., 1946, Zimowe stosunki tlenowe większych jezior tatrzańskich, *Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego PAU*, 72 A.
- Olszewski P., 1948, Nowsze obserwacje nad lodową powłoką jezior tatrzańskich, *Geografia w Szkole*, 1, 10–12.
- Olszewski P., 1949a, Odmienność uwarstwienia zimowego w jeziorach tatrzańskich, *Wszechświat*, 3, 88–91.
- Olszewski P., 1949b, Podjęcie badań z zakresu limnologii fizycznej w Tatrach, *Wierchy*, 19, 218–219.
- Olszewski P., 1950–1951, Dalsze badania limnologiczne na jeziorach tatrzańskich, *Wierchy*, 20, 236–237.
- Olszewski P., 1950, O gospodarce cieplnej jezior wysokogórskich, Kraków, rękopis (por. Spraw. PAU, 1950, 51, Nr 10, 691).
- Olszewski P., 1955, Badania z zakresu limnologii fizycznej w Tatrach, *Wierchy*, 24, 157.
- Opołka-Gądek J., 1996, Zmienność cech fizykochemicznych wód Doliny Chochołowskiej i Kościeliskiej w latach 1985–1995 [w:] Z. Krzan (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek*, T. 3, Wpływ człowieka, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 72–75.
- Pachla J., Zaczekiewicz W., 1985, Drogi krążenia wód kraśowych na przykładzie zlewni potoku Sucha Woda, *Gacek*, 2, 39–44.
- Pacl J., Wit-Jóźwik K., 1974, Teplota vód [w:] M. Konček (red.), *Klíma Tatier*, Slovenská Akadémia Vied, VEDA, Bratislava, 181–204.
- Pawlik-Dobrowolski J., 1965, Uźródłowienie południowej Polski, *Zesz. Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 12, 34, 7–42.
- Pęksa Ł., 2010, System monitorowania środowiska wodnego w Tatrzańskim Parku Narodowym, *Roczniki Bieszczadzkie*, 18, 372–376.
- Plenzler J., 2010, Chemical composition of spring water in the northern boundary zone of the Tatra Mountains (East-Central Europe) [w:] Zuber A., Kania J., Kmiecik E. (ed.), *XXXVIII IAH Congress – Groundwater Quality Sustainability Extended Abstracts*, University of Silesia Press, 2087–2090, CD.
- Pociask-Karteczka J., 2010, Tajemnice Doliny Olczyńskiej, *Tatry*, wyd. spec., 5, 20–31.
- Pociask-Karteczka J., Baścik M., Nieckarz Z., 2010, Zróżnicowanie przestrzenne i zmienność odpływu ze zlewni tatrzańskich [w:] A. Kotarba (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek. Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem*, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 123–130.
- Pociask-Karteczka J., Choiński A., 2012, Recent trends in ice cover duration for Lake Morskie Oko (Tatra Mountains, East-Central Europe), *Hydrology Research*, 43, 4, 500–506.
- Pociask-Karteczka J., Wójcik S., Żelazny M., 2010, Hydrochemical evidences of hydraulic connection between crystalline and carbonate aquifers (the Tatra Mts., East-Central Europe) [w:] A. Zuber, J. Kania, E. Kmiecik (ed.), *XXXVIII IAH Congress – Groundwater Quality Sustainability Extended Abstracts*, University of Silesia Press, 1279–1285.
- Pociask-Karteczka J., Żelazny M., 2006, Komentarz do Mapy Hydrograficznej w skali 1:50 000. Arkusz M-34-101-A Murzasichle, Główny Geodeta Kraju, GEOKART, Rzeszów.
- Pol W., 1852, Zasługi Długosza pod względem geografii, *Rocznik Towarzystwa Naukowego z Uniwersytetem Jagiellońskim złączonego*, Oddz. Nauk Moralnych, 1, Kraków, 49–102.
- Pulina M., 1974, Denudacja chemiczna na obszarach kraśu węglanowego, *Prace Geograficzne, PAN*, 105, ss. 155.
- Punzet J., 1967, Przebieg wezbrania w dorzeczu górnej Wisły [w:] Powódź w roku 1960, *Monografie IGW, PIHM*, 33–94.
- Punzet J., 1972, Hydrologia Karpat, *Wiadomości Służby Hydrologicznej*, 8, 3/4, 122–124.

- Punzet J., 1975a, Hydrologia rzek karpaccich i jej związki z gospodarką wodną terenów górskich, *Zeszyty Problewne Postępy Nauk Rolniczych*, 162, 255–263.
- Punzet J., 1975b, Odpływ średni w dorzeczu Wisły górnej, *Gospodarka Wodna*, 35, 2, 45–49.
- Punzet J., 1976, Z badań nad występowaniem maksymalnych przepływów w Karpatach Polskich, *Przegląd Geofizyczny*, 21, 4, 227–245.
- Punzet J., 1978, Zasoby wodne dorzecza górnej Wisły, cz. 2, Przepływy maksymalne. Zmienność przestrzenna i prawdopodobieństwo występowania, *Materiały Badawcze, IMGW, Mater. Bad., ser. Hydrologia i Oceanografia*, Warszawa, ss. 138.
- Punzet J., 1979a, Analiza przebiegu wielkich wód prawdopodobnych Dunajca i Popradu (w świetle badań weryfikacyjnych 1978 r.), *Przegląd Geofizyczny*, 24, 27–35.
- Punzet J., 1979b, Przebieg kulminacji wezbrań w górnym biegu Wisły i w jej dopływach karpaccich, *Gospodarka Wodna*, 2, 37–42.
- Punzet J., 1981, Występowanie przepływów minimalnych w Karpatach Polskich, *Gospodarka Wodna* 2, 38–42.
- Punzet J., 1982, Charakterystyka hydrologiczna dorzecza Dunajca, *Rocznik Sądecki*, 17, 369–399.
- Punzet J., 1988, Udział karpaccich dopływów w bilansie odpływu letnich wezbrań Wisły, *Wiadomości IMGW*, 11(32), 1–2, 35–47.
- Punzet J., 1991, Przepływy charakterystyczne [w:] I. Dynowska, M. Maciejewski (red.), *Dorzecze górnej Wisły*, cz. I, PWN, Warszawa–Kraków, 167–215.
- Rączkowska Z., 1992, Niektóre aspekty niwacji w Tatrach Wysokich, *Prace Geograficzne IGIPZ PAN*, 155, 209–223.
- Rogalski R., 1984, Badania znacznikowe przepływów podziemnych w Dolinie Chochołowskiej w Polskich Tatrach Zachodnich, *Przegląd Geologiczny*, 32, 223–225.
- Romer E., 1962, Kilka spostrzeżeń nad termiką wód Tatr i Podhala [w:] *Wybór prac*, T. 3, PWN, Warszawa, 159–168.
- Różański K., Duliński M., 1988, A reconnaissance isotope study of waters in the karst of the Western Tatra Mountains, *Catena*, 15, 289–301.
- Rudnicki J., 1958, Geneza jaskiń systemu Lodowego Źródła i ich związek z rozwojem Doliny Kościeliskiej, *Acta Geological Polonica*, 8(2), 13–27.
- Rzychoń D., 1998, Wpływ opadów kwaśnych na zakwaszenie jezior Tatr Wysokich, *Wyd. UŚ, Katowice*, ss. 132.
- Rzychoń D., 2009, Reakcja zlewni jezior wysokogórskich na zmiany depozycji kwaśnej z atmosfery na przykładzie wybranych jezior tatrzańskich, *Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko*, Białystok, ss. 132.
- Rzychoń D., Worsztynowicz A. 1996, Wpływ opadów kwaśnych na zakwaszenia jezior tatrzańskich [w:] A. Kotarba, Z. Krzan (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek*, T. 3, Wpływ człowieka, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 92–94.
- Rzychoń D., Worsztynowicz A., 2007, What affects the nitrogen retention in Tatra Mountains' lakes' catchments in Poland? *Hydrology and Earth System Sciences Discussion*, 4, 3113–3144.
- Rzychoń D., Worsztynowicz A., Moraczewska-Majkut K., Ulańczyk R., 2010, Zmiany zakwaszenia jezior tatrzańskich w wyniku opadów kwaśnych na tle wyników badań w innych krajach – udział w pracach Międzynarodowego Programu Oceny i Monitorowania Wpływu Zanieczyszczeń Powietrza na Rzeki i Jeziora [w:] Z. Krzan (red.), *Nauka i zarządzanie obszarem Tatr*, T. 3, Człowiek i środowisko, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 93–98.
- Siwek J., Chełmicki W., Baścik M., 2010, Hydrographic maps as sources of information about the Polish Carpathians [w:] J. Kozak, K. Ostapowicz (red.), *Forum Carpathicum. Integrating Nature and Society Towards Sustainability*, Conference Proceedings, 18–20 September 2010, Kraków, 153–155.
- Sobol H., 1959, Badania stosunków wodnych i zjawisk krasowych na terenie ciepicy w Jaszczurówce, *Speleologia*, 1 (1/2), 13–26.
- Solicki T., Koisar B., 1973, Zagadka Wywierzyska Chochołowskiego, *Taternik*, 49(1), 30–31.
- Stuchlík E., Kopáček J., Fott J., Hořická Z., 2006, Chemical composition of the Tatra Mountain lakes: Response to acidification, *Biologia, Section Zoology*, 61/Suppl.18, Limnology of lakes in the Tatra Mountains, 11–20.
- Šporka F., Stuchlík E., Turek J., Galas J. 2006, Water temperatures and ice cover in lakes of the Tatra Mountain, *Biologia, Section Zoology*, 61/Suppl.18, Limnology of lakes in the Tatra Mountains, 77–90.
- Szafer W., red., 1955, *Tatrzański Park Narodowy*, Zakład Ochrony Przyrody PAN, wyd. I, Kraków, ss. 326.
- Szafer W., red., 1962, *Tatrzański Park Narodowy*, Zakład Ochrony Przyrody PAN, wyd. II, Kraków, ss. 675.
- Szaflarski J., 1948, Z zagadnień zimowej termiki jezior tatrzańskich, *Przegląd Geograficzny*, 22, 281–289.
- Szaflarski J., 1956, Warstwa tzw. przedwiosenna w termice wód jezior tatrzańskich, *Przegląd Geofizyczny* 1(9), 3–4, 229–238.
- Szukała P., 2010, Zmiany bilansu masy lodu w Jaskini Lodowej w Ciemniaku (Tatry Zachodnie, Polska) z zastosowaniem technik trójwymiarowego modelowania jaskiń [w:] A. Kotarba (red.), *Nauka i zarządzanie obszarem Tatr*, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 145–150.
- Świetlik R., Mendrycki A., Marszałek A., Religa P., Krawczyk A., Kępczyński R. i inni członkowie Koła „Środowisko”, 1996, *Badania chemiczne wód tatrzańskich* [w:] Z. Krzan (red.), *Przyroda Tatr Parku Narodowego a człowiek*, T. 3, Wpływ człowieka, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 68–71.

- Wachniew P., Kosiarz N., Pociask-Karteczka J., Baran A., Jelonekiewicz E., 2012, Use of environmental isotopes and hydrochemistry in the study of a high mountain karstic system, *Proceedings: Confronting Global Change, International Association of Hydrogeologists, Niagara Falls, Canada, September 2012*, 60.
- Wdowiak S., 1961, Współczesny lodowiec karowy w Wielkim Kotle Mięszowieckim nad Morskim Okiem w Tatrach, *Biuletyn Geologiczny UW*, 1, 1, 87–92.
- Wicik B., 1984, Osady jezior tatrzańskich i etapy ich akumulacji, *Prace i Studia Geograficzne UW*, 5, 55–69.
- Wiśliński A., 1984, Badania płatów śnieżnych w Tatrach Polskich 1981 r., *Wszecławiat*, 85(103), 7–8, 161–164.
- Wiśliński A., 1985, Lodowczyki otoczenia Morskiego Oka w Tatrach, *Annales UMCS, B*, 40, 55–76.
- Wiśliński A., 1996, Nowe mapy płatów firnu i lodu w Tatrach Polskich [w:] A. Kotarba (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek*, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 126.
- Wiśliński A., 2002, O zmianach zasięgu niektórych płatów firnu i lodu w zlewni Morskiego Oka [w:] W. Borowiec, A. Kotarba, A. Kownacki, Z. Krzan, Z. Mirek (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr*, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Kraków–Zakopane, 71–76.
- Wiślińska Z., Wiśliński A., 1991, Lubelscy geografowie badają lód w Tatrach, *Tatry*, 2, 10–12.
- Wiślińska Z., Wiśliński A., 1994, Tatrzański firn i lód w liczbach, *Tatry*, 4, 26–28.
- Wit-Józwiak K., 1974, Hydrografia Tatr Wysokich. Objasnienia do mapy hydrologicznej „Tatry Wysokie” 1:50 000, *Dokumentacja Geograficzna*, 5, ss. 103.
- Wit K., Ziemońska Z., 1958, Stosunki hydrograficzne Tatr, *Przewodnik VI Ogólnopolskiego Zjazdu PTG*, 5-8 IX 1958, cz. I, Kraków, 32–41.
- Wit K., Ziemońska Z., 1960a, Mapa hydrograficzna Tatr Zachodnich 1:50 000, Warszawa.
- Wit K., Ziemońska Z., 1960b, Hydrografia Tatr Zachodnich, Objasnienia do mapy hydrograficznej Tatr Zachodnie 1:50 000, IG PAN, ss. 100.
- Wojtan A., Galas J., 1994, Acidification of small mountain lakes in the High Tatra Mountains, Poland, *Hydrobiologia*, 274, 179–182.
- Wolanin A., Pęksa E., 2012, Przestrzenne zróżnicowanie odpływu w sezonie zimowym 2011/2012 w zlewniach Tatrzańskiego Parku Narodowego [w:] W. Marszelewski (red.), *Gospodarowanie wodą w warunkach zmieniającego się środowiska*, Monografie Komisji Hydrologicznej PTG, 1, 219–226.
- Wolanin A., Żelazny M., 2010a, Sezonowe zmiany chemizmu wód źródeł tatrzańskich w zlewniach Potoku Chochołowskiego i Potoku Kościeliskiego w 2009 roku [w:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.), *Woda w badaniach geograficznych*, Instytut Geografii Uniwersytetu J. Kochanowskiego, Kielce, 347–355.
- Wolanin A., Żelazny M., 2010b, Sezonowe zmiany chemizmu wywierzysk tatrzańskich na przykładzie wywierzysk: Chochołowskiego i Lodowego [w:] A. Kotarba (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek. Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem*, T. 1, Nauki o Ziemi, Tatrzański Park Narodowy, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 151–156.
- Wrzosek A., 1933, Z badań nad zjawiskami krasowymi Tatr Polskich, *Wiadomości Służby Geograficznej*, 3, 233–273.
- Wójcik S., 1963, Z obserwacji przepływu wód Potoku Kościeliskiego, *Wierchy*, 32, 238–243.
- Wójcik S., 2012, Zróżnicowanie i sezonowa zmienność chemizmu wybranych źródeł zlewni Potoku Olczyskiego w Tatrach, *Prace Geograficzne IGIP UJ*, 128, 61–75.
- Ziemońska Z., 1960, Związek temperatury źródeł morenowych z wysokością ich występowania na północnych stokach Tatr Zachodnich, *Przegląd Geograficzny*, 32, 3, 321–328.
- Ziemońska Z., 1966, Obieg wody w obszarze górskim na przykładzie górnej części dorzecza Czarnego Dunajca, *Prace Geograficzne IG PAN*, 55, ss. 111.
- Ziemońska Z., 1971a, Charakterystyka hydrograficzna dwu zlewni krasowych, górskiej i wyżynnej, na przykładzie zlewni Kościeliskiego Potoku i Prądnika, *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 29, 97–102.
- Ziemońska Z., 1971b, Przewodnik wycieczki hydrograficznej w obszar krasowy Tatr Zachodnich, *Ogólnopolska Konferencja Hydrograficzna, Kraków, 22–26 września 1971*, ss. 14.
- Ziemońska Z., 1973, Stosunki wodne w polskich Karpatach Zachodnich, *Prace Geograficzne IG PAN*, 103, ss. 127.
- Ziemońska Z., 1974, O hydrografii polskich Tatr, *Czasopismo Geograficzne*, 45(1), 63–74.
- Zuber A., Małecki J. J., Duliński M., 2008, Groundwater ages and altitudes of recharge areas in the Polish Tatra Mts. as determined from ^3H , $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$ data, *Geological Quarterly*, 52(1), 71–80.
- Żelazny M., Astel A., Wolanin A., Małek S., 2011, Spatio-temporal dynamics of spring and stream water chemistry in a high-mountain, *Environmental Pollution*, 159, 1048–1057.
- Żelazny M., Kasina M., 2009, Skład chemiczny świeżej pokrywy śnieżnej w Tatrzańskim Parku Narodowym [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.), *Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 476–480.
- Żelazny M., Kasina M., 2010, Zróżnicowanie chemizmu pokrywy śnieżnej w dolinach polskich Tatr [w:] M. Ziulkiewicz (red.), *Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce*, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, Komisja Hydrologiczna PTG, T. 6, Wyd. UE, Łódź, 21–28.
- Żelazny M., Kot, M., Rzonca, B., Siwek, J., 2007, Skład chemiczny wód w wybranych małych zlewniach w Dolinie Chochołowskiej w Tatrach, *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 13, 919–928.

Żelazny M., Wolanin A., Płaczowska E., 2009, Przestrzenne zróżnicowanie i sezonowe zmiany cech fizyczno-chemicznych wód potoków Kościeliskiego i Chochołowskiego w Tatrach Zachodnich [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.), Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 461–467.

Żelazny M., 2012, Czasowo-przestrzenna zmienność cech fizykochemicznych wód Tatrzańskiego Parku Narodowego, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, ss. 285.

Summary

Hydrological studies in the Polish Tatra Mountains after World War II

Recognition of the hydrology of the Tatra Mts. is fairly good, but it is not complete. Scientific publication in the field of limnology dominated shortly after the

World War II. It was connected with very good development of this discipline in the period between world wars. Then work on potamology began to appear based on observation data sets from hydrometric water level gauges located in the Tatra Mts. catchments. Crenology and chemical composition of waters, snow cover and ice dynamic are very important currents of research in the Tatra Mts. Very valuable are hydrological maps published in the 1:50 000 scale. Comprehensive knowledge on the hydrology of the Tatra Mts. contain chapters published in the Tatra National Park monographs (1955, 1962, 1996). However, there are not enough works integrated science and water management in the region. The important role in the dissemination of the scientific research carried out in the Tatra Mts. play conferences organized by the Tatra National Park every five years. A new hydrological network established in the end of 2009 (42 divers measured water level and water temperature) should contribute to the development of research and proper management of water resources in the Tatra Mts.