

Alicja Kicińska

UWARUNKOWANIA JAKOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH BESKIDU SĄDECKIEGO

NA PODSTAWIE OCENY WYBRANYCH PARAMETRÓW
FIZYCZNO-CHEMICZNYCH I MIKROBIOLOGICZNYCH



WYDAWNICTWA AGH

KRAKÓW 2010

KU 0369 pozycja wydawnictw naukowych
Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica w Krakowie

© Wydawnictwa AGH, Kraków 2010
ISBN 978-7464-307-8

Redaktor Wydawnictw AGH: *Jan Sas*

Komitet Naukowy Wydawnictw AGH:
Tomasz Szmuc (przewodniczący)
Marek Capiński,
Jerzy Klich,
Witold K. Krajewski,
Tadeusz Sawik,
Mariusz Ziółko

Recenzenci: *prof. dr hab. inż. Jacek Motyka*
dr. hab. inż. Stanisław Małek

Praca została sfinansowana z badań własnych AGH, WGGiOŚ, nr umowy 10.10.140.326
oraz przez Sądeckie Wodociągi Sp. z o.o.

Adiustacja, korekta i redakcja techniczna: *Joanna Ciągala*

Projekt okładki i strony tytułowej: *Piotr Dąbrowski*, dabrowskiptr@gmail.com

Skład komputerowy: **LIBRA**, tel. 600 053 872

Redakcja Wydawnictw AGH
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel. 12 617 32 28, tel./faks 12 636 40 38
e-mail: redakcja@wydawnictwoagh.pl
www.wydawnictwa.agh.edu.pl

Spis treści

| | |
|---|----|
| Streszczenie | 6 |
| Content | 7 |
| Wstęp | 9 |
| 1. Wprowadzenie | 11 |
| 1.1. Szkic budowy geologicznej..... | 16 |
| 1.2. Uwarunkowania klimatyczne..... | 18 |
| 1.3. Hydrografia..... | 19 |
| 2. Infrastruktura wodno-ściekowa Beskidu Sądeckiego | 25 |
| 3. Materiał i metody badań | 31 |
| 4. Wyniki badań | 39 |
| 4.1. Parametry fizyczne..... | 39 |
| 4.2. Wskaźniki tlenowe..... | 48 |
| 4.3. Biogeny..... | 48 |
| 4.4. Zasolenie..... | 53 |
| 4.5. Zawartości metali..... | 57 |
| 4.6. Inne pierwiastki i substancje nieorganiczne..... | 65 |
| 4.7. Parametry mikrobiologiczne..... | 65 |
| 5. Ocena stanu wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego | 70 |
| 5.1. Ocena ogólna..... | 72 |
| 5.1.1. Zlewnia Kamienicy Nawojowskiej..... | 81 |
| 5.1.2. Zlewnia Popradu..... | 81 |
| 5.1.3. Zlewnia Dunajca..... | 83 |
| 5.2. Badania jakości wód WIOŚ..... | 84 |
| 5.3. Nowe rozporządzenie Ministra Środowiska..... | 86 |

| | |
|--|------------|
| 6. Gospodarcze wykorzystanie wód powierzchniowych Sądeczyny | 88 |
| 6.1. Cele spożywcze | 88 |
| 6.2. Kąpieliska..... | 90 |
| 6.3. Środowisko życia ryb..... | 90 |
| 7. Ocena statystyczna badań | 94 |
| 7.1. Analiza czynnikowa (PCA) | 94 |
| 7.2. Analiza skupień | 95 |
| 8. Proponowane kierunki działań | 105 |
| 9. Uwagi końcowe..... | 107 |
| Literatura..... | 113 |
| Załączniki..... | 117 |

PODZIĘKOWANIA

Autorka czuje się w miłym obowiązku podziękować osobom, dzięki którym praca ta mogła powstać w ostatecznej formie. Gorące podziękowania kieruję do: prof. Jacka Motyki, prof. Andrzeja Krawczyka, dr. hab. Stanisława Małka, dr. Krzysztofa Głuca, dr. Rafała Wójcika oraz mgr. Piotra Garwola i mgr. Wiesława Knapa za pomoc i cenne uwagi. Prof. Tadeuszowi Słomce i prof. Kazimierzowi Jeleniowi dziękuję za przyznanie środków finansowych na częściowe pokrycie kosztów badań.

Szczególne podziękowania kieruję do mojego syna, Piotra Świderskiego, za wyrozumiałość i wsparcie, bez których praca ta nigdy by nie powstała.

ALICJA KICIŃSKA

Uwarunkowania jakości wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

Streszczenie

W książce przedstawiono charakterystykę wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego: pH, przewodności, temperatury, Eh, BZT₅, stężenia wybranych kationów: B, Na, Li, K, Zn, P, Al, Fe, Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Pb, Ni, As, Tl, Cd i Cr oraz anionów: F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, HCO₃⁻, PO₄³⁻ i SO₄²⁻. Przeprowadzono ocenę jakości wód powierzchniowych i ich ewentualnego wykorzystania jako wód przeznaczonych do spożycia oraz do celów gospodarczych czy turystyczno-rekreacyjnych, a także wskazano główne czynniki degradujące jakość tych wód. Przedstawiono również działania, jakie należy podjąć, aby wymogi ramowej dyrektywy wodnej mogły zostać spełnione w roku 2015.

Słowa kluczowe: wody powierzchniowe, właściwości fizyczno-chemiczne, mikrobiologia, Beskid Sądecki

ALICJA KICIŃSKA

Assesment of attending on surface waters quality in the Beskid Sądecki

Content

The paper presents the evaluation of selected physical and chemical parameters of surface waters from the Beskid Sądecki Mts. These parameters are: pH, electric conductivity, temperature, redox potential (Eh) and biochemical oxygen demand (BOD₅). At 123 sampling sites, surface water samples were taken in which concentrations were measured of cations: B, Na, Li, K, Zn, P, Al, Fe, SiO₂, Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, and concentrations of follow anions: F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, HCO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻. Surface water quality was evaluated for their usage as potable waters and/or for farming and recreational purpose. Principal factors were identified which deteriorate the quality of these waters and actions were proposed which would enable the accomplishing of the requirements of the Water Framework Directive before 2015.

Key words: surface waters, physic-chemical parameters, microbiological parameters, Beskid Sądecki Mts

Wstęp

Beskid Sądecki jest regionem o niezwykłych walorach przyrodniczych i kulturowych, które zapewniają mieszkańcom możliwości rozwoju społecznego i gospodarczego oraz determinują jego bogatą ofertę turystyczną. Koncepcja zrównoważonego rozwoju gwarantuje społecznościom lokalnym prawo do korzystania z dóbr środowiska, mającego służyć zaspokajaniu ich potrzeb egzystencjalnych, ale jednocześnie nakłada na gospodarzy terenu obowiązek rozsądnego i perspektywicznego dbania o stan przyrody (ożywionej i nieożywionej) w celu utrzymania bio- i georóżnorodność oraz trwałości występujących ekosystemów. Spuścizna, jaka zostanie pozostawiona następnym pokoleniom przez obecnych mieszkańców, winna świadczyć o rozumieniu i przestrzeganiu praw natury, świadomości nieodnawialności niektórych elementów przyrody oraz poszanowaniu otrzymanego dziedzictwa.

Wyjątkowość Sądecczyzny wynika m.in. z mnogości i różnorodności form prawnie chronionych. Ustanowienie Popradzkiego Parku Krajobrazowego, Obszaru Natura 2000, rezerwatów przyrody, pomników przyrody oraz innych form ochrony przyrody wskazuje na konieczność mądrego i racjonalnego gospodarowania tym obszarem.

Niewątpliwym bogactwem ziemi sądeckiej były i są wody, to one dały podstawę funkcjonowania uzdrowiskom oraz coraz liczniejszym rozlewniom wód mineralnych. Akces Polski do Unii Europejskiej zobowiązał samorządy terytorialne do podejmowania działań związanych m.in. z: zaopatrzeniem mieszkańców w przyłącza wodno-kanalizacyjne, utylizacją i właściwą gospodarką odpadami, dostępnością dla społeczeństwa informacji o środowisku i jego ochronie, ale również do osiągnięcia w roku 2015 dobrego stanu wód powierzchniowych. Czy jest to możliwe na obszarze Beskidu Sądeckiego?

Mając na uwadze powyższe fakty, w latach 2007–2008 wykonano opróbowanie wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego. Celem przeprowadzonych badań było określenie:

- jakości sądeckich cieków powierzchniowych, w zakresie wybranych parametrów fizyczno-chemicznych i wskaźników mikrobiologicznych;

- wpływu czynników naturalnych i antropogenicznych na jakość wód;
- obecnego i przyszłościowego wykorzystania oraz ochrony wód powierzchniowych Sądecczyzny;
- działań, jakie należy podjąć, aby osiągnąć dobry stan ekologiczny rzek Beskidu Sądeckiego w roku 2015.

Ze względów typograficznych niektóre rysunki w pracy zostały pomniejszone do rozmiarów kolumny. We właściwych formatach są zamieszczone na płycie CD dołączonej do książki.

1. Wprowadzenie

Beskid Sądecki zajmuje obszar ok. 670 km² w części południowo-wschodniej województwa małopolskiego. Na wschodzie graniczy z Beskidem Niskim, na północy z Kotliną Sądecką, a na zachodzie z Gorcami. Jego południową granicę stanowi granica państwa, a w części południowo-zachodniej graniczy z pasmem Pienin. Według geograficznego podziału Polski jest to część regionu karpackiego, prowincja Karpaty Zachodnie, podprowincja Zewnętrzne Karpaty Zachodnie, makroregion Beskidy Zachodnie (Kondracki 2002).

Jednostką administracyjną zarządzającą większością obszaru Beskidu Sądeckiego jest powiat nowosądecki. Zajmuje on obszar 1550 km² i zamieszkały jest przez 200 015 osób, co daje wskaźnik zaludnienia 129 osób/km². W miastach żyje zaledwie 18,5% ogółu ludności (dane GUS 2008). W granicach Beskidu Sądeckiego położone są gminy miejsko-wiejskie: Muszyna, Krynica, Piwniczna-Zdrój, miasto i gmina Stary Sącz, Szczawnica; gminy wiejskie: Rytro, Łabowa, Nawojowa oraz miasto Nowy Sącz na prawach powiatu. Szerokie doliny rozciągające się wzdłuż dużych rzek przyczyniły się do rozwoju osadnictwa na ziemiach sądeckich już 4000 lat p.n.e. Z czasów późniejszych pochodzą liczne znaleziska po ludach i plemionach pasterskich trudniących się zbieractwem, rybołówstwem czy handlem, wykorzystujących w tym celu duże trakty wodne (Fot. 1, 2). Dunajcem spławiano drewno, miód czy owoce suszone do Warszawy i Gdańska (Kicińska & Słomka 2006).

Teren Beskidu Sądeckiego użytkowany jest jako grunty orne wielkoobszarowe, użytki zielone, obszary zabudowane oraz porośnięty jest przez lasy (lasy mieszane i bory), które stanowią ok. 60–70% powierzchni tego terenu (Ryc. 1). Dominują gleby brunatne kwaśne i brunatne wylugowane, wytworzone z niewęglanowych zwietrzelin skał osadowych (o średnim i ciężkim składzie mechanicznym) lub z pyłów, glin i ilów. W okolicach Tylicza i Krynicy oraz Starego Sącza i Kotliny Sądeckiej występują gleby płowe, brunatne wylugowane, odgórnie oglejone – wytworzone z gliniastych i ilastych zwietrzelin (Małek 2000).

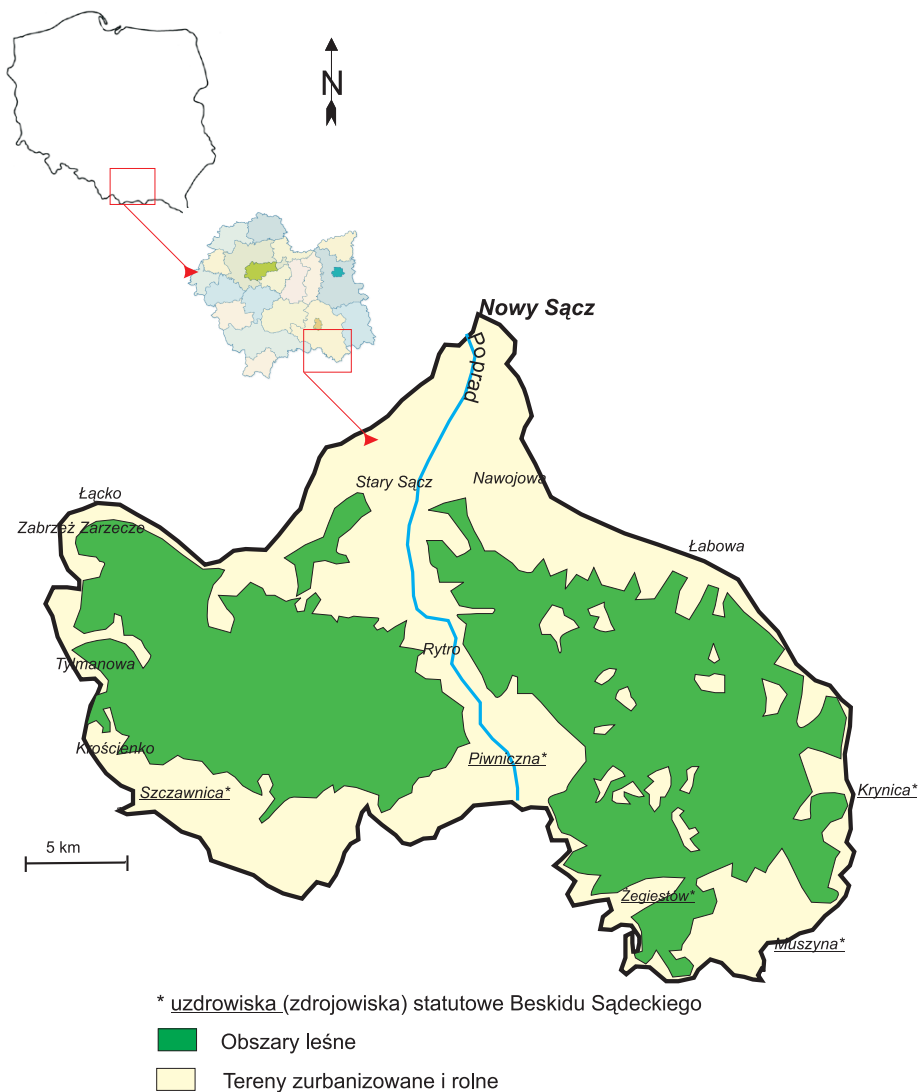


Fot. 1. Widok na dolinę Popradu ze wzgórza zamkowego w Ryrtrze (fot. A. Kicińska, 2005 r.)



Fot. 2. Widok na dolinę Popradu ze wzgórza zamkowego w Muszynie (fot. A. Kicińska, 2003 r.)

Zdecydowanie większa część Beskidu Sądeckiego (ok. 78%) została objęta ochroną prawną (Fot. 3, 4). W 1987 roku został utworzony na tym terenie Popradzki Park Krajobrazowy, znajduje się tu również 14 rezerwatów przyrody, 75 pomników przyrody ożywionej, dwa projektowane Obszary Natura 2000 i wiele innych obiektów proponowanych do objęcia ochroną prawną (Alexandrowicz 1996; Kicińska & Garwol 2007).



Ryc. 1. Zalesienie i lokalizacja uzdrowisk statutowych na obszarze Beskidu Sądeckiego

Wody Beskidu Sądeckiego stanowią jego niezwykle walor przyrodniczy i podstawę kreowania markowego produktu turystycznego tego regionu (Fot. 5, 6). Dały podstawę egzystencji pięciu statutowym uzdrowiskom: Krynicy, Muszynie (z dzielnicą uzdrowiskową Złockie), Żegiestowowi, Piwnicznej i Szczawnicy. Na obszarze Beskidu Sądeckiego występuje ok. 20% wszystkich wód mineralnych Polski i dlatego teren ten nazwany jest „popradzkim zagłębieniem balneologicznym” (Ciężkowski & Kozłowski 1999; Reško 2000; Ciężkowski 2007).



Fot. 3. Widok w stronę Nawojowej z Źeleźnikowej (fot. A. Kicińska, 2007 r.)



Fot. 4. Widok z Przehyby w kierunku północnym (fot. A. Kicińska, 2006 r.)



Fot. 5. Źródło wody mineralnej w Muszynie „Na Wapiennym” (fot. A. Kicińska, 2003 r.)



Fot. 6. Dolina Potoku Uhryńskiego (fot. A. Kicińska, 2006 r.)

1.1. Szkic budowy geologicznej

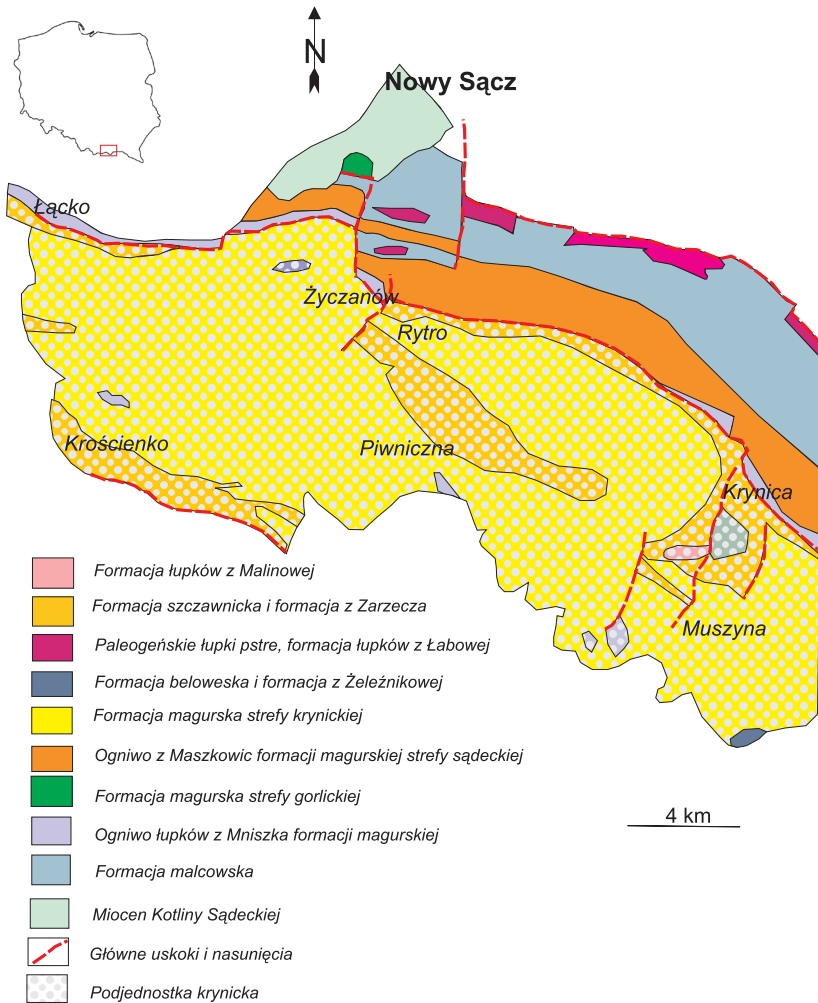
Beskid Sądecki jest częścią Zachodnich Karpat Zewnętrznych, zbudowaną z pasm górskich Jaworzyny (1114 m n.p.m.) i Radziejowej (1262 m n.p.m.). Są to góry średnie i niskie z wysokimi pogórzami, na których występują resztki zrównań. Charakterystycznym elementem morfologicznym Beskidów jest widlasty układ grzbietów i ich kulisowe zachodzenie. Geograficznie należą one do młodych, alpejskich gór fałdowych. Beskid Sądecki rozciąga się w widłach Dunajca (granica zachodnia) i Kamienicy Nawojowskiej (granica wschodnia), a przecięty jest wskroś doliną Popradu. Rzeki wiją się licznymi zakolami, meandrami, głęboko wciętymi w utwory skalne dwóch z czterech wyróżnionych podjednostek wchodzących w skład płaszczowiny magurskiej: sądeckiej (zwanej też bystrzycką), zajmującej część północną opisywanego obszaru, i krynickiej, ciągnącej się od nasunięcia północnego aż po granicę południową państwa (Ryc. 2).

Osady wchodzące w skład tych ogniw datowane są na okres od górnej kredy po dolny oligocen. Obydwie jednostki wykazują duże zróżnicowanie w wykształceniu facjalnym osadów i tektonice. W obydwu strefach facjalnych największe rozprzeszczenie wykazują i pełnią główną rolę grzbietotwórczą utwory formacji magurskiej reprezentowane przez grubo- i bardzo gruboławicowe piaskowce muskowitowe z licznymi przeławiczeniami zlepieńców i miejscami cienkoławicowego fliszu. Stanowią one też główne zbiorniki wód podziemnych tego regionu (Oszczypko 1979; Zuchiewicz & Oszczypko 1992; Oszczypko *et al.* 1999; Oszczypko & Zuchiewicz 2007). Z badań składu mineralno-petrograficznego i zawartości węglanów w piaskowcach magurskich przeprowadzonych przez Bromowicza (1992) wynika, iż dominującymi minerałami są: kwarc (37–40%), skalenie (8–13%), miki (2–5%), piryty i detryt (ok. 1%), sporadycznie występuje glaukonit (ok. 0,3%). Resztę składu stanowią okrucy skalne skał: magmowych, osadowych i metamorficznych. Dominującym spoiwem jest lepiszcze ilaste i krzemionkowe oraz węglanowo-ilaste. Oznaczone zawartości węglanów wahały się między 6 a 7% wag., dolomitów – od 2 do 7% wagowych.

Budowa geologiczna, a zwłaszcza zróżnicowanie litostratygraficzne i ułożenie warstw (oraz wynikające z nich cechy, takie jak: przepuszczalność i współczynnik filtracji skał), decydują o chemizmie oraz uwarunkowaniach hydrograficznych wód podziemnych i powierzchniowych (Bombówna 1991).

Charakter dwóch dużych rzek Sądeczyzny – Dunajca i Popradu, określony został jako antecedentny (Klimaszewski 1937). Doliny mniejszych cieków (np. Kryniczanki, Czarnego Potoku, Palenicy) charakteryzują się płaskimi, sterasowanymi dnami, z licznymi zwirowiskami i łachami rumoszu skalnego naniesionego podczas ulew i roztopów. Górne odcinki potoków górskich, których na terenie Beskidu Sądeckiego nie brakuje, mają strome zbocza o nachyleniu nawet do 45°, a ich dna są głęboko wcięte wskutek erozji wgłębnej w podłoże skalne. Spotykane są tu ciek

stałe, okresowe i epizodyczne. Na obszarze tym zaznacza się piętrowe zróżnicowanie zjawisk wodnych. Wyróżnia się piętro alimentacji (charakterystyczne dla grzbietów górskich), piętro tranzytu oraz piętro akumulacji (w dnach dolin). Ukształtowanie terenu decyduje o różnych możliwościach odprowadzania wód ze stoków, poprzez: krążenie podziemne (głębokie, śródpokrywowe) oraz spływy powierzchniowe uwarunkowane występującymi zbiorowiskami leśnymi, przepuszczalnością gleb i pokryw stokowych oraz gęstością rozcięć naturalnych i sztucznych (Starkel 1991). Uwarunkowania hydrograficzne wynikają również z klimatu.



Ryc. 2. Uproszczona mapa geologiczna Beskidu Sądeckiego (wg Burtan i in. 1981, uzupełniona przez Birkenmajera & Oszczyrkę 1989, Oszczyrkę 1991)

1.2. Uwarunkowania klimatyczne

Opady atmosferyczne na terenie Beskidu Sądeckiego w półroczu ciepłym (maj – październik) wahają się pomiędzy 600–700 mm, natomiast w półroczu chłodnym (listopad – kwiecień) są zwykle znacząco mniejsze i wynoszą 250–350 mm (Tab. 1). Z danych przedstawionych w *Atlasie klimatu Polski* (2005) wynika, iż średnia roczna wilgotność powietrza dla Beskidu Sądeckiego wynosi 80%, a średnie roczne ciśnienie atmosferyczne – powyżej 1018 hPa. Parowanie gruntowe waha się pomiędzy 520 a 460 mm, natomiast parowanie z powierzchni wody mieści się w przedziale 500–480 mm. Pokrywa śnieżna pojawia się zwykle po 15 listopada i zanika w okolicach 10–20 kwietnia. Roczna liczba dni z pokrywą śnieżną wynosi zatem 80–125, a jej średnia grubość to 12–20 cm. Na podstawie zmierzonych temperatur powietrza w latach 1971–2000 wyliczono średnią roczną, mieszczącą się w przedziale 6–7°C. Tyle samo wynosi średnia temperatura w porze wiosennej oraz jesiennej. W okresie letnim średnia temperatura wzrasta do ok. 15–17°C, a w zimowym spada do ok. –2°C. Z uwagi na duże zróżnicowanie wysokościowe Beskidu Sądeckiego istnieje znaczna rozbieżność pomiędzy zjawiskami klimatycznymi w partiach szczytowych gór (wysokość ok. 900–1262 m n.p.m.) a kotlinami śródgóorskimi (ok. 292–500 m n.p.m.). Na opisywanym obszarze niewątpliwie kształtowanie się pogody i klimatu uzależnione jest od czynników cyrkulacyjnych. Decydującymi są tu fronty atmosferyczne warunkujące zachmurzenie, opady, promieniowanie słoneczne oraz wpływające na temperaturę i wilgotność powietrza (Niedźwiedz & Obrebska-Starkłowa 1991).

Tabela 1

Wybrane parametry klimatyczne odnotowane dla stacji IMiGW – Nowy Sącz w 2007 r.

| Parametr | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|-----|-----|------|
| Miesięczne sumy opadów atmosferycznych [mm] | 49 | 33 | 56 | 17 | 60 | 94 | 5 | 58 | 146 | 84 | 59 | 32 |
| | roczna suma opadów 693 mm | | | | | | | | | | | |
| Średnia miesięczna temperatura [°C] | 3,4 | 2,0 | 6,1 | 9,2 | 16,0 | 18,6 | 19,8 | 18,6 | 12,1 | 7,6 | 1,6 | -1,9 |
| | średnia dla półrocza chłodnego (XI–IV) 3,4°C | | | | średnia dla półrocza ciepłego (V–X) 15,4°C | | | | | | | |
| Średnia miesięczna wilgotność [%] | 76 | 82 | 72 | 62 | 64 | 72 | 66 | 75 | 78 | 88 | 87 | 87 |
| | średnia roczna 76% | | | | | | | | | | | |

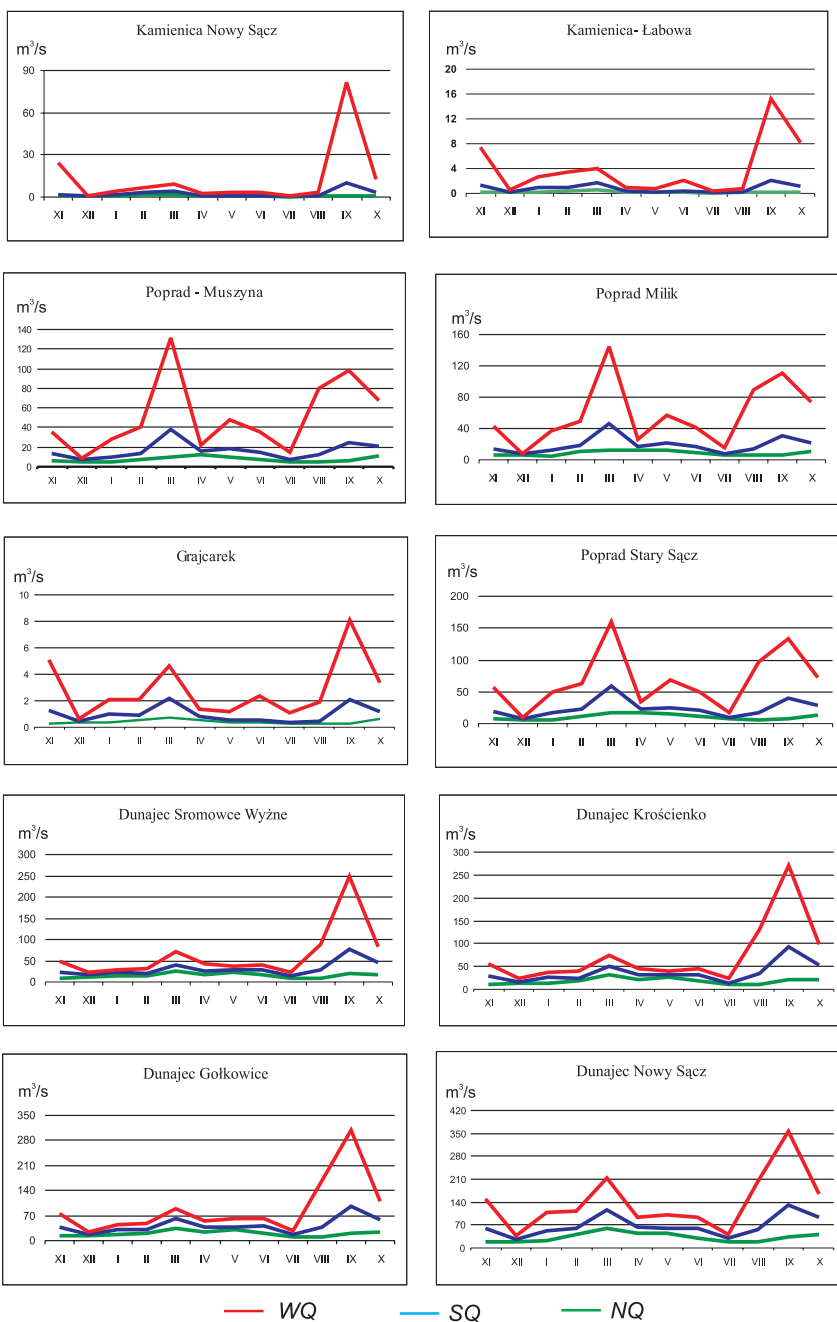
1.3. Hydrografia

Długość cieków powierzchniowych Sądecczyzny określa się na około 1900 km. Spełniają one ważną rolę gospodarczą, ekologiczną oraz zwiększają różnorodność krajobrazową i turystyczną tego regionu. Główną rzeką jest **Dunajec** – prawobrzeżny dopływ Wisły, którego zlewnia zajmuje powierzchnię 6804,1 km², a całkowita długość to 248,2 km. Drugą ważną rzeką płynącą na tym terenie jest **Poprad** – będący dopływem Dunajca. Na terenie Polski długość tego ciekę wynosi 59 km, a jego dorzecze ma powierzchnię 2077,3 km², z czego na obszarze Polski znajduje się jedynie 482,8 km². W Leluchowie rzeka wkracza na terytorium Polski, a następnie rozdziela pasmo Jaworzyny od pasma Radziejowej, by w Kotlinie Sądeckiej połączyć się z Dunajcem. Trzecia z dużych rzek to **Kamienica Nawojowska**, jest wschodnią granicą Beskidu Sądeckiego rozdzielającą go od Beskidu Niskiego. Bieg swój rozpoczyna u podnóża północnych stoków Przysłopu, a po przepłynięciu 33 km uchodzi w Kotlinie Sądeckiej do Dunajca na wysokości 279 m n.p.m. Dorzecze tego ciekę wynosi 238,4 km².

Powierzchnia i charakter zlewni, obok ilości opadów, ściśle określa wielkość przepływów w rzekach, a w konsekwencji ładunek składników (w tym zanieczyszczeń) niesiony przez wody (Punzet 1991). Z danych przedstawionych w *Atlasie hydrologicznym Polski* (1986) wynika, iż roczny odpływ całkowity wód powierzchniowych z Sądecczyzny wynosi około 4988 mln m³. Średni jednostkowy odpływ pochodzenia podziemnego w przypadku Popradu i Dunajca (do Krościenka) wynosi ok. 9–12 dm³/(s·km²) w przypadku pozostałych rzek jest znacząco mniejszy – ok. 2,5–3,0 dm³/(s·km²) (poniżej 30% w ogólnej masie odpływu).

Pomiary przepływów wód powierzchniowych Sądecczyzny prowadzone są przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, oddział w Nowym Sączu w 11 punktach pomiarowych. Na podstawie analizy wskazań poziomu wód w rzekach Sądecczyzny w roku 2007 najwyższe stany stwierdzono: w Dunajcu we wrześniu (2329–4001 m³/s), w Popradzie w marcu (1181–1809 m³/s) i we wrześniu (750–1183 m³/s), a w korycie Kamienicy Nawojowskiej we wrześniu 65–301 m³/s (Ryc. 3). Typowe okresy wezbrań na rzekach odnotowywane są od maja do sierpnia, a występowanie niżówek ma miejsce zwykle w listopadzie i grudniu (wczesnozimowe) oraz w styczniu i lutym (zimowe).

Średni roczny przepływ (Q_{sr}) określa wskaźnik zasobów wód powierzchniowych danego obszaru (średnia arytmetyczna wyliczona z codziennych przepływów zmierzonych w danym roku). Najniższy średni przepływ roczny na Sądecczyźnie stwierdzono w miejscowości Łabowa w Kamienicy Nawojowskiej (0,81 m³/s), przy czym na posterunku znajdującym się u ujścia tej rzeki w Kotlinie Sądeckiej wskaźnik ten wzrósł trzykrotnie i wyniósł 2,42 m³/s (Tab. 2).



Ryc. 3. Krzywe przepływów (*WQ* – najwyższe przepływy, *SQ* – średnie przepływy, *NQ* – najniższe przepływy) na wybranych posterunkach rzecznych IMiGW na obszarze Beskidu Sadeckiego

Tabela 2

Przebiegi i wskaźniki odpływów na kilku posterunkach rzek Beskidu Sądeckiego w roku hydrologicznym 2007 (źródło IMiGW)

| Dopływ – posterunek | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Poprad – Muszyna | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 387,96 | 217,74 | 318,50 | 377,90 | 1181,9 | 470,50 | 587,50 | 424,82 | 242,18 | 398,48 | 750,10 | 633,90 |
| H [mm] | 22,10 | 12,40 | 18,20 | 21,60 | 67,40 | 26,80 | 33,50 | 24,20 | 13,80 | 22,70 | 42,80 | 36,20 |
| Poprad – Miliik | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 427,02 | 233,64 | 389,82 | 501,70 | 1406,2 | 525,90 | 662,00 | 497,60 | 260,07 | 442,95 | 932,56 | 687,60 |
| H [mm] | 21,80 | 11,90 | 19,90 | 25,60 | 71,70 | 28,80 | 33,70 | 25,40 | 13,20 | 22,60 | 47,50 | 35,00 |
| Poprad – Stary Sącz | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 557,10 | 252,44 | 524,06 | 659,30 | 1809,0 | 668,60 | 774,40 | 601,80 | 317,00 | 540,10 | 1183,3 | 862,80 |
| H [mm] | 23,20 | 10,50 | 21,90 | 27,50 | 75,50 | 27,90 | 32,30 | 25,10 | 13,20 | 22,50 | 49,40 | 36,00 |
| Kamienica – Nowy Sącz | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 60,04 | 23,28 | 56,99 | 82,77 | 119,92 | 35,55 | 26,11 | 27,45 | 19,06 | 29,92 | 301,1 | 100,7 |
| H [mm] | 21,80 | 8,50 | 20,70 | 30,10 | 43,60 | 12,90 | 9,50 | 10,00 | 6,90 | 10,90 | 109,4 | 36,60 |
| Kamienica – Łabowa | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 37,38 | 7,70 | 29,63 | 29,24 | 50,19 | 11,19 | 8,68 | 9,58 | 4,70 | 7,01 | 65,72 | 33,22 |
| H [mm] | 49,70 | 10,20 | 39,40 | 38,90 | 66,70 | 14,90 | 11,50 | 12,70 | 6,20 | 9,30 | 87,40 | 44,20 |
| Dunajec – Krościenko | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 883,60 | 530,00 | 791,10 | 682,80 | 1532,9 | 917,30 | 965,80 | 985,10 | 429,20 | 1036,7 | 2822,2 | 1659,3 |
| H [mm] | 48,30 | 29,00 | 43,20 | 37,30 | 83,80 | 50,20 | 52,80 | 53,80 | 23,50 | 56,70 | 154,30 | 90,70 |
| Dunajec – Sromowce Wyzne | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 726,60 | 508,30 | 639,70 | 575,30 | 1230,2 | 813,10 | 863,80 | 890,20 | 424,70 | 863,50 | 2329,0 | 1381,8 |
| H [mm] | 49,10 | 34,40 | 46,90 | 38,90 | 83,10 | 55,00 | 58,40 | 60,20 | 28,70 | 58,40 | 157,40 | 93,40 |
| Dunajec – Gólkowice | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 1156,0 | 557,2 | 931,7 | 821,3 | 1877,0 | 1083,8 | 1186,2 | 1262,0 | 538,8 | 1141,3 | 2901,7 | 1773,0 |
| H [mm] | 48,8 | 23,5 | 39,3 | 34,7 | 79,2 | 45,7 | 50,1 | 53,3 | 22,7 | 48,2 | 122,5 | 74,8 |
| Dunajec – Nowy Sącz | | | | | | | | | | | | |
| suma Q [m^3/s] | 1813,3 | 858,40 | 1642,6 | 1679,8 | 3614,7 | 1862,4 | 1880,5 | 1805,6 | 962,20 | 1763,6 | 4001,0 | 2867,4 |
| H [mm] | 36,10 | 17,10 | 32,70 | 33,40 | 71,90 | 37,10 | 37,40 | 35,90 | 19,20 | 35,10 | 79,60 | 57,10 |

Zdecydowanie większe przepływy odnotowano w Popradzie. W miejscowości Muszyna średni roczny przepływ wyniósł 16,4 m³/s, a w Starym Sączu średnia ilość wód płynących w korycie tej rzeki wyniosła 24 m³/s (jest to dziesięciokrotnie więcej niż w Kamienicy). Największe przepływy w 2007 roku odnotowano na Dunajcu. W posterunku wodowskazowym w Krościenku średni przepływ roczny wyniósł 36,3 m³/s, a w ostatnim punkcie pomiarowym zlokalizowanym w Nowym Sączu stwierdzono $Q_{sr} = 67,8$ m³/s (jest to wskaźnik 28 razy większy niż dla Kamienicy i około trzykrotnie większy niż w przypadku Popradu).

Ilość wód w korycie rzeki jest zależna od powierzchni zlewni, z której odprowadza wodę. Stąd też analizując zasobności poszczególnych dorzeczy, wyliczono **odpływ jednostkowy** (q) uwzględniający wielkość zlewni. Wyliczone odpływy jednostkowe Popradu wynosiły około 11 dm³/(s·km²), podobne wartości wyliczono w odniesieniu do Kamienicy Nawojowskiej (10–12 dm³/(s·km²)). Największy odpływ stwierdzono na posterunku Sromowce Wyżne na Dunajcu ($q = 24,26$ dm³/(s·km²)), co związane jest z większymi opadami w obszarach szczytowych gór i odprowadzaniem wód z opadów z masywu tatrzańskigo, jak również świadczy o największej zasobności tej części dorzecza. Z biegiem rzeki współczynnik ten malał z 22,97 do 15,6 dm³/(s·km²) (Tab. 3).

Tabela 3

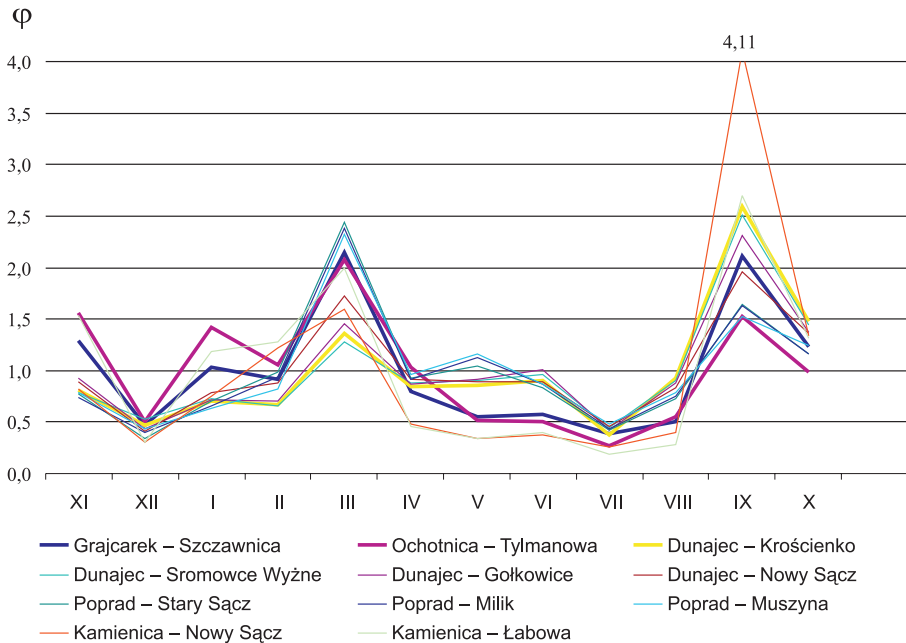
Średnie roczne przepływy (Q_{sr}) i odpływy jednostkowe (q) w profilach wodowskazowych rzek Beskidu Sądeckiego w roku hydrologicznym 2007

| Lp. | Rzeka / profil | Powierzchnia zlewni [km ²] | Q_{sr} [m ³ /s] | q [dm ³ /(s·km ²)] |
|------------------------------|--------------------------|--|------------------------------|---|
| 1 | Ochotnica | 108 | 2,02 | 18,70 |
| 2 | Grajcarek | 73,6 | 0,99 | 13,45 |
| 3 | Poprad / Muszyna | 1514 | 16,40 | 10,83 |
| 4 | Poprad / Muszyna-Milik | 1695 | 19,10 | 11,27 |
| 5 | Poprad / Stary Sącz | 2071 | 24,00 | 11,59 |
| 6 | Kamienica / Łabowa | 65 | 0,81 | 12,46 |
| 7 | Kamienica / Nowy Sącz | 238 | 2,42 | 10,17 |
| 8 | Dunajec / Sromowce Wyżne | 1278 | 31,00 | 24,26 |
| 9 | Dunajec / Krościenko | 1580 | 36,30 | 22,97 |
| 10 | Dunajec / Gołkowice | 2047 | 41,70 | 20,37 |
| 11 | Dunajec / Nowy Sącz | 4341 | 67,80 | 15,62 |
| średnie q dla 1–11 = 15,61 | | | | |

Reasumując, opisywane rzeki cechują zasoby wodne powyżej przeciętnych, gdyż średnia dla rzek Polski wynosi $6 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ (Dynowska & Maciejewski 1991).

Oprócz średnich przepływów wód w rzekach przeanalizowano maksymalne stany i przepływy, ponieważ wysokie poziomy wód mogą wywołać powódzie. W Dunajcu i w Kamienicy Nawojowskiej najwyższe przepływy (WQ) odnotowano we wrześniu. W Kamienicy były to wartości siedmiokrotnie większe niż średnie miesięczne przepływy, a w Dunajcu około trzy razy większe. W Popradzie najwyższy poziom wód odnotowano w marcu, prawie czterokrotnie większy niż średni miesięczny przepływ (Ryc. 3). Porównując najwyższe przepływy odnotowane w roku 2007 z przepływem średniorocznym stwierdzono wielkości większe o: pięć razy w Dunajcu, sześć razy w Popradzie i aż 34 razy większe w Kamienicy Nawojowskiej.

Na podstawie pomiarów przepływów przeprowadzonych dla opisywanych zlewni wyliczono także wskaźniki odpływu (H); jest to iloraz objętości odpływu (wyrażony w m^3) i powierzchni zlewni (wyrażonej w km^2). Największe roczne wskaźniki odpływu stwierdzono w zlewni Dunajca w punktach Krościenko (723,6 mm) oraz Sromowce Wyżne (763,9 mm). W przypadku Kamienicy Nawojowskiej i Popradu miąższość warstwy wody, jaką utworzyłby odpływ rozlany na powierzchni zlewni, waha się w granicach 320–391 mm i jest to wartość około dwukrotnie mniejsza niż w zlewni Dunajca (Tab. 2).



Ryc. 4. Średnie miesięczne odpływy (φ) w profilach wodowskazowych rzek Beskidu Sądeckiego w roku hydrologicznym 2007

Na podstawie odnotowanych przepływów wód w głównych rzekach Sądeczyzny w roku hydrologicznym 2007 wyliczono współczynnik φ charakteryzujący rozkład średniego odpływu w poszczególnych miesiącach (iloraz średniego przepływu miesięcznego i średniego przepływu rocznego). Niemal na wszystkich posterunkach wodowskazowych najwyższe wartości – powyżej 1,5, notowano we wrześniu i marcu (Ryc. 4). Najniższy współczynnik φ – poniżej 0,5, wyliczono dla przepływów grudniowych i letnich (lipiec oraz sierpień). Stany wysokie wód w marcu są wynikiem topnienia śniegu i jest to sytuacja korzystna dla jakości wód. Wysoki przepływ powoduje rozcieńczanie stężenia jonów (głównie azotanów, siarczanów i zanieczyszczeń komunikacyjnych, takich jak: Cl, Zn, Pb oraz Cu) zakumulowanych w pokrywie śniegowej.

Najwyższy współczynnik nieregularności przepływów α (wyliczony jako stosunek Q_{\max}/Q_{\min}) w roku 2007 odnotowano w Kamienicy Nawojowskiej (45). Zdecydowanie mniejsze zróżnicowanie przepływów ($\alpha = 26\text{--}28$) charakteryzowało dorzecze Popradu, a najniższe współczynniki nieregularności ($\alpha = 6\text{--}11$) stwierdzono w przypadku profilu Dunajca.

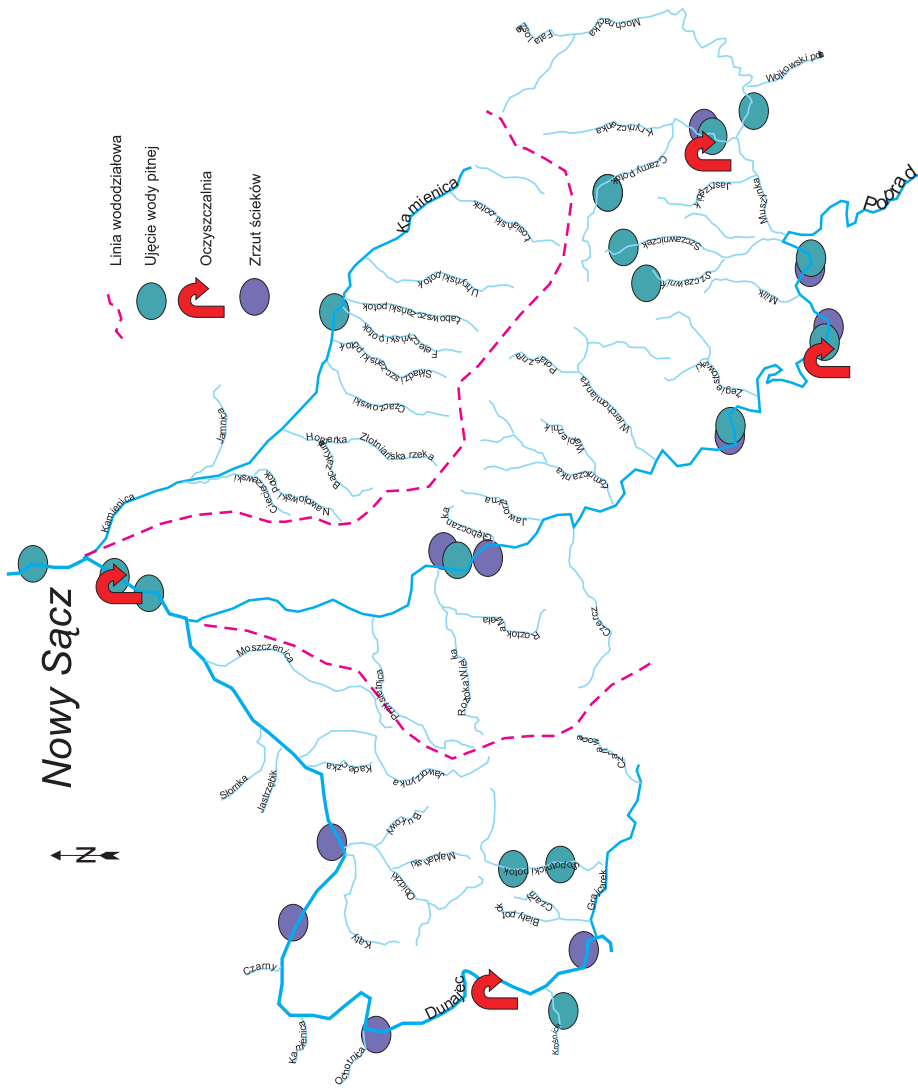
2. Infrastruktura wodno-ściekowa Beskidu Sądeckiego

Z uwagi na dużą zasobność wód powierzchniowych i zapotrzebowanie na wodę pitną w korytach głównych rzek oraz w ich dopływach znajdują się ujęcia wodociągowe. Z Dunajca wodę pobiera się w: Łącku, Świniarsku, Starym Sączu i Nowym Sączu. Krynickyje ujęcia zlokalizowane są na rzekach: Muszynka, Mochnaczka oraz na Czarnym Potoku (Fot. 7), muszyńskie w Złockiem i Szczawniku (Ryc. 5). Ujęcia wód przeznaczonych do spożycia znajdują się także na: Sopotnickim Potoku, Krośnicy oraz na Popradzie w Piwnicznej, za Żegiestowem i Milikiem.



Fot. 7. Wodospad na Czarnym Potoku, Krynica-Zdrój (fot. A. Kicińska, 2005 r.)

Istotne dla stanu wód powierzchniowych są miejsca zrzutu oczyszczonych lub nieoczyszczonych ścieków. Według informacji z Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej (RZGW 2007) w Nowym Sączu zrzuty z oczyszczalni odbywają się do Dunajca w: Tylmanowej, Łącku, Jazowsku; do Popradu w: Muszynie, Andrzejówce, Żegiestowie, Piwnicznej i Ryrze; do Kamienicy Nawojowskiej w Łabowej (Tab. 4).



Ryc. 5. Lokalizacja ujęć wody i oczyszczalni ścieków na obszarze Beskidu Sądeckiego (na podstawie danych RZGW w Nowym Sączu)

Tabela 4
Lokalizacje oczyszczalni ścieków i ujęć wód na ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

| Lp. | Nazwa ciek | Długość ciek [km] | Lokalizacja zrzutu z oczyszczalni [km biegu rzeki] | Lokalizacja ujęcia wód [km biegu rzeki] | Uwagi |
|-----|---|-------------------|--|---|---|
| 1 | Krośnica (Krośniczanka) | 12,3 | – | 9,45 1,04 | Ujęcie wody pitnej dla m. Krośnica (ok. 100 gospodarstw) |
| 2 | Sopotnicki Potok | 10,5 | – | 2,65 4,65 | Ujęcie dla m. Szczawnica (ok. 100 gospodarstw) |
| 3 | Dunajec (od ujścia Ochotnicy do ujścia Grajcarka) | 248,2 | 150,4 | – | Przeputowość oczyszczalni wg pozwolenia wodnoprawnego $Q_{dśr} = 3030 \text{ m}^3/\text{dobę}$, $Q_{\text{max}} = 6000 \text{ m}^3/\text{dobę}$, RLM = 11500 |
| | | | 147,35 | – | Przeputowość nominalna oczyszczalni wg pozwolenia wodnoprawnego $Q_{dśr} = 770 \text{ m}^3/\text{dobę}$, $Q_{\text{dmax}} = 1000 \text{ m}^3/\text{dobę}$, RLM = 7000 |
| | | | 146,55 | – | Zrzut ścieków nieoczyszczonych m. Krościenko-Zawodzie, ok. 500 mieszkańców |
| 4 | Dunajec | 248,2 | 137,25 m. Tylmanowa | – | $Q_{dśr} = 600 \text{ m}^3/\text{dobę}$ |
| 5 | Dunajec | 248,2 | 131,03 m. Łącko | – | $Q_{dśr} = 650 \text{ m}^3/\text{dobę}$ |
| | | | – | m. Łącko | Studnia wiercona $Q = 36,9 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| 6 | Dunajec | 248,2 | 123,2 m. Jazowsko | – | $Q_{dśr} = 56,4 \text{ m}^3/\text{dobę}$, $Q_{\text{dmax}} = 70,3 \text{ m}^3/\text{dobę}$ |
| 7 | Kamienica Zabrzaska | 21,8 | 9,8 m. Szczawa | – | $Q_{dśr} = 100 \text{ m}^3/\text{dobę}$ (I etap), $Q_{dśr} = 300 \text{ m}^3/\text{dobę}$ (II etap) |

b.l. – brzeg lewy, b.p. – brzeg prawy.

Tabela 4 cd.

| Lp. | Nazwa ciek | Długość ciek [km] | Lokalizacja zrzutu z oczyszczalni [km biegu rzeki] | Lokalizacja ujęcia wód [km biegu rzeki] | Uwagi |
|-----|----------------------|-------------------------|--|---|---|
| 8 | Poprad | 62,3 | 50,4, m. Muszyna 45,36 m. Andrzejówka 35,15 przez ciek b.n. m. Zegiestów 20,85 m. Piwniczna 18,08 przez Borownice m. Piwniczna 12,05 m. Rytro | – | – |
| 9 | Krynica | 9,5 | 0,33 m. Krynica | – | Prawobrzeżny dopływ Muszynki |
| 10 | Szczawnik | 7,2 | – | 5,7 m. Szczawnik | Prawobrzeżny dopływ Popradu |
| 11 | Czarny Potok | 7,6 | – | 4,43 m. Krynica | Prawobrzeżny dopływ Krynicy |
| 12 | Muszynka | 19,7 | – | 7,66 m. Powroźnik | Prawobrzeżny dopływ Popradu |
| 13 | Szczawniczek | 5,9 | – | 2,8 m. Złockie | Lewobrzeżny dopływ Szczawnika |
| 14 | Dunajec | 248,2 | 108,5 b.l. m. Mała Wieś | – | $Q = 100 \text{ m}^3/\text{dobę}$ |
| | | | – | 116 b.p. m. Stary Sącz | Ujęcie nurtowe $520 \text{ m}^3/\text{h}$ (Sądeckie Wodociągi) $Q_{\text{śred}} = 12\,240 \text{ m}^3/\text{dobę}$ |
| | | | – | 110,77 b.l. m. Świnia | Ujęcie brzegowe $Q_{\text{max}} = 1386 \text{ m}^3/\text{h}$ (Sądeckie Wodociągi) |
| 15 | Kamienica Nawojowska | 33,3 | 13,07 b.p. m. Wielopole | – | $Q = 42\,000 \text{ m}^3/\text{dobę}$ |
| | | | 18,05 b.l. m. Łabowa | – | $Q = 250 \text{ m}^3/\text{dobę}$ (ok. połowa gospodarstw wsi Łabowa) |
| | | | – | 6,444 b.l. m. N. Sącz | Ujęcie infiltracyjne (stawy rybne) $Q = 36 \text{ m}^3/\text{dobę}$, brzegowe $Q = 96 \text{ m}^3/\text{dobę}$ |
| – | – | 22,1 b.p. m. N. Wieś | $Q = 8 \text{ m}^3/\text{dobę}$ (stawy rybne) | | |

Średni dobowy zrzut wód ze wszystkich oczyszczalni na opisywanym terenie wynosi 47 556 m³, a wyliczony pobór wód to około 49 968 m³/dobę. Jednakże z uwagi na brak danych dotyczących ujęć: Krośnica, Sopotnicki Potok, Szczawnik, Czarny Potok, Muszynka oraz Szczawniczek, istnieje niedoszacowanie ilości pobieranej wody. W roku 2002 powstało 1800 Mg odpadów pochodzących z oczyszczalni ścieków, z czego ok. 90% to osady ściekowe. Obecnie nie prowadzi się dokładnego monitoringu dotyczącego gospodarki i składu chemicznego odpadów. Większość (ok. 60%) osadów wykorzystywana jest do nawożenia terenów rolniczych, ok. 37% składowana jest na wysypiskach komunalnych, a niewielka część wykorzystywana jest do kompostowania (*Plan gospodarki odpadami...*). Prognozuje się, iż do roku 2014 ilość tego typu odpadów wzrośnie dwukrotnie, co wynikać będzie z planowanej rozbudowy przyłączy kanalizacyjnych. Wytyczonym celem ekologicznym jest zmniejszenie o 35% ilości osadów ściekowych na składowiskach, ograniczanie czasu magazynowania osadów przy oczyszczalniach ścieków oraz zwiększenie kontroli nad osadami wykorzystywanymi do celów przyrodniczych.

Wody powierzchniowe stanowią ok. 63% wód pobieranych w celach komunalnych i przemysłowych. Pozostałą część stanowią wody podziemne, pobierane głównie ze zbiorników czwartorzędowych GZWP (za Kleczkowskim 1990): 435 (Zakliczyn – dolina Dunajca), 436 (Istebna – Cieżkowice) i 437 (Dunajec – Nowy Sącz) oraz ze zbiorników znajdujących się w obrębie piaskowców magurskich: 438 (Magura – Nowy Sącz) i 439 (Magura – Gorce). Wody zbiorników podziemnych zasilane są wodami infiltracyjnymi i są to wody typu HCO₃-Ca i HCO₃-Ca-Mg, o ogólnej mineralizacji 250–500 mg/dm³ (Reško *et al.* 2007).

Ze względu na górzyste ukształtowanie terenu, niski stopień zwartości zabudowy obszarów wiejskich i stosunki gruntowo-wodne wskaźnik nasycenia infrastruktury wodnej i ściekowej na ziemi sądeckiej nie przedstawia się najlepiej. W roku 2007 (stan na 31 grudnia) w podregionie nowosądeckim¹ wynosił on średnio 56,7 km/ 100 km². W stosunku do roku 2003 nastąpił przyrost o 34%, a w porównaniu z rokiem 1990 – o 73% (Kwapisz 2005, *Rocznik statystyczny...* 2007). Długość sieci kanalizacyjnej w roku 2007 wynosiła 3088,7 km, co daje wskaźnik nasycenia 41,3 km/100 km². Wskaźnik ten w roku 1990 dla omawianego terenu był ośmiokrotnie mniejszy i wynosił 5,2 km/100 km², przy czym dla obszarów wiejskich – zaledwie 1,2 km/100 km². Ogółem w 2007 r. w podregionie nowosądeckim 101 860 budynków mieszkalnych było podłączonych do sieci wodociągowej, ale 35% z nich nie miało przyłącza z siecią kanalizacyjną. W powiecie nowosądeckim zaledwie 29,2% ogółu ludności korzysta z oczyszczalni ścieków, a w podregionie nowosądeckim

¹ Wg podziału TERYT-TERC10 w woj. małopolskim wydzielone zostały: podregion krakowsko-tarnowski, miasto Kraków i podregion nowosądecki, w skład którego wchodzi powiaty: gorlicki, limanowski, myślenicki, nowosądecki, nowotarski, m. Nowy Sącz, suski, tatrzański i wadowicki.

wskaźnik ten wynosi 45,1% (*Rocznik statystyczny...* 2007). W roku 2008 aż 88% mieszkańców miasta i gminy Nowy Sącz obsługiwanych było przez sieć wodociagową, a 85% przez sieć kanalizacyjną. Istniejąca duża dysproporcja pod względem liczebności pomiędzy przyłączami wodociagowymi a przyłączami kanalizacyjnymi wpływa na wielkość i jakość zrzutów bezpośrednich do cieków powierzchniowych z gospodarstw indywidualnych. Stanowi to główny problem w gospodarce wodnej Sądeckizny rozumianej jako zaopatrywanie i oczyszczanie wód używanych do celów komunalnych i przemysłowych. W roku 2008 spółka Sądeckie Wodociągi oszacowała koszty ujęcia i uzdatniania wody na kwotę 3 885 585 zł, natomiast koszty oczyszczania ścieków były znacząco większe, wyniosły 6 003 922 zł (informacje z Sądeckich Wodociągów 2009).

Inwestycje wodno-kanalizacyjne uzależnione są od dochodów mieszkańców danego regionu. W podregionie nowosądeckim przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w roku 2007 wyniosło 2242 zł, natomiast w Małopolsce niewiele więcej, bo 2666 zł (*Rocznik statystyczny...* 2008). Pomimo niewielkiej różnicy w średnich zarobkach to właśnie w powiecie nowosądeckim zanotowano 18-procentową stopę bezrobocia, najwyższą w Małopolsce (w całym województwie wyniosła 8,7%). W powiecie nowosądeckim w roku 2007 nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska wyniosły 73 zł na mieszkańca (średnia dla województwa małopolskiego wyniosła 199 zł, przykładowo w powiecie krakowskim 485 zł). Nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej wyniosły jeszcze mniej, bo zaledwie 53 zł (średnia dla województwa to 110 zł).

3. Materiał i metody badań

W maju 2007 roku w 123 punktach zlokalizowanych w górnych i dolnych odcinkach najważniejszych rzek Beskidu Sądeckiego: Dunajca, Popradu i Kamienicy Nawojowskiej wraz z dopływającymi do nich potokami, pobrano próbki wód i zmierzono ich podstawowe wskaźniki fizyczne, tlenowe, zasolenia oraz oznaczono koncentrację wybranych kationów (w tym metali ciężkich) oraz anionów. Dodatkowo w 30 miejscach zostały pobrane próbki wody w celu oznaczenia wskaźników mikrobiologicznych. Schematyczną mapę poboru prób przedstawia rycina 6, dokładną lokalizację miejsca poboru próby wody podano w załączniku nr 1.

Próbki pobierano przy średnim stanie wód (por. Ryc. 3):

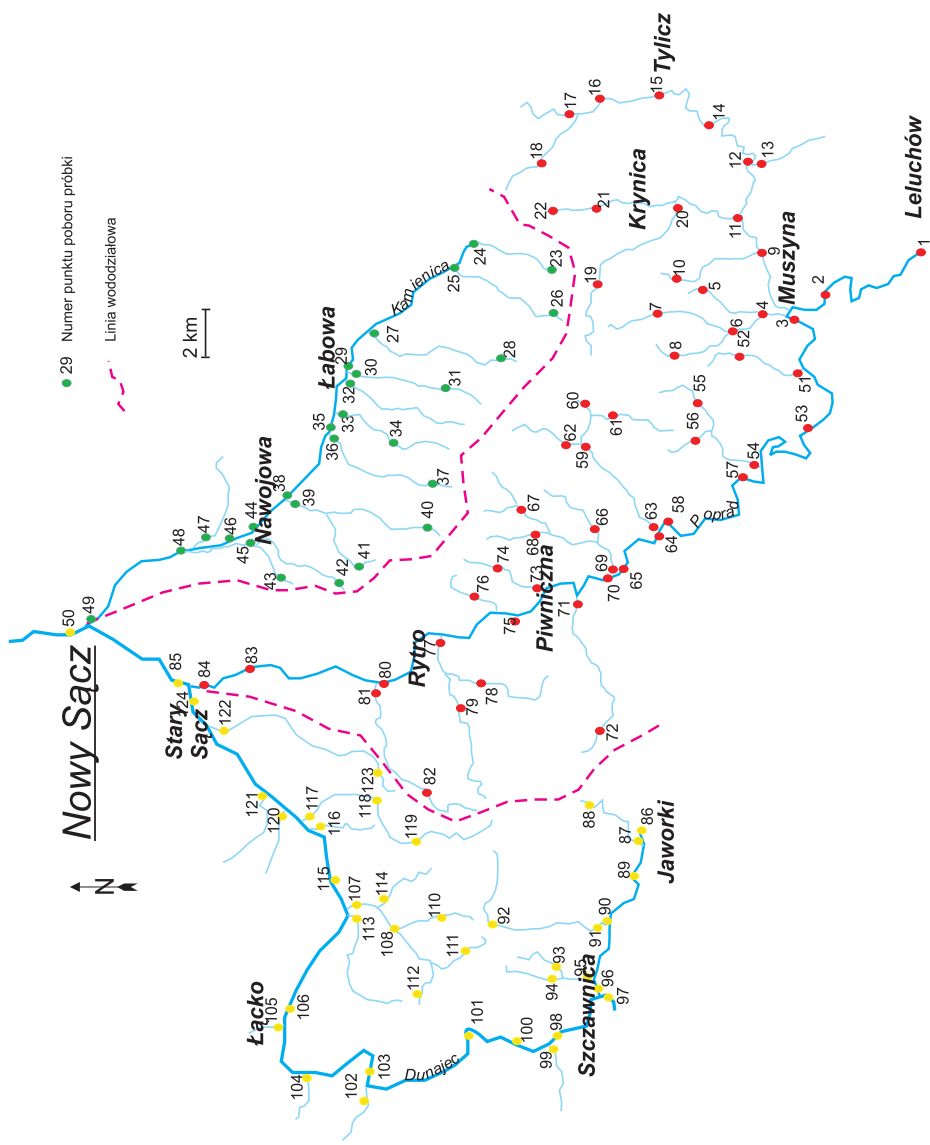
- w górnym odcinku cieką przed pierwszymi zabudowaniami oraz poniżej ostatnich zabudowań,
- przed połączeniem i po połączeniu się badanego cieką z cieką wyższego rzędu,
- przed każdą większą miejscowością i bezpośrednio poniżej niej,

przy czym zasadniczym kryterium była możliwość poboru reprezentatywnej próbki (tzn. w opróbowywanym cieką musiał istnieć stały, naturalny przepływ wód).

W roku 2008 przeprowadzono opróbowania mikrobiologiczne.

Próbki pobierano zgodnie z wytycznymi zawartymi w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku* (Dz. U. Nr 32, poz. 284), a ocenę wyników badań wykonano zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001. *In situ* zostały wykonane następujące pomiary: metodą termometrii – temperatura, metodą elektrochemiczną – pH, Eh oraz przewodnictwo. Wykorzystano aparat firmy WTW model MultiLine P3 323i.

We wszystkich miejscach opróbowania, oprócz wykonania pomiarów *in situ*, zostały pobrane po dwie próbki wody o objętości 500 cm³ każda, które zostały następnie przefiltrowane filtrami Millipore Ø 47. Przy użyciu metody chromatografii jonowej, aparatem firmy DIONEX model DX-100 oznaczono następujące aniony: F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ oraz PO₄³⁻.



Ryc. 6. Lokalizacja punktów poboru wód powierzchniowych w maju 2007 r.

Z wykorzystaniem aparatów absorpcyjnych i spektralnych zostały oznaczone stężenia następujących kationów: Mn, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr (aparat ICP-MS Elan 6100, firmy PerkinElmer, granica oznaczalności 0,00002 mg/dm³) oraz B, P, Al, Fe, Mg, Sr, Ca, Ba, Na, Li i K (aparat ICP-AAS Plasma 40 firmy PerkinElmer, granica oznaczalności 0,002 mg/dm³). W pobranych próbkach wód zostały oznaczone **formy rozpuszczone metali**. Wartość „0” przypisano oznaczeniom poniżej granicy oznaczalności użytego aparatu, a potencjał elektrody chlorosrebrowej (użytej do mierzenia Eh) został przeliczony względem elektrody wodorowej.

W 14 wytypowanych miejscach zostały pobrane próby wody (Zał. 1), w których oznaczono BZT₅, wykorzystując manometryczny aparat do określania biochemicznego zapotrzebowania na tlen OxiTop® IS 6.

W celu stwierdzenia obecności i liczby bakterii grupy coli oraz obecności i liczby bakterii grupy coli termotolerancyjnych i *Escherichia coli* w badanych wodach wykonano badania mikrobiologiczne metodą badawczą PB-OL-LBW/B-03 (wyd. 2, z 21.11.2006). Próbki wody o pojemności 1000 cm³ zostały pobrane do jałowych pojemników i dostarczone w ciągu 4 godzin do Powiatowej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Nowym Sączu, do Laboratorium Badania Wody, w którym wykonano oznaczenia mikrobiologiczne.

Próbki wody pobierano pobierakiem z 6-metrowym wysięgnikiem, ze środkowego nurtu rzeki, na ok. 2/3 wysokości od dna koryta. Warunki atmosferyczne panujące podczas opróbowania nie miały negatywnego wpływu na poprawność i reprezentatywność pobranych próbek wód powierzchniowych (Szczepańska & Kmiecik 1998).

W zlewni Kamienicy Nawojowskiej wytypowanych zostało 27 miejsc poboru wód powierzchniowych, w tym dziewięć w korycie rzeki, po dwie próbki (jedna w odcinku górnym, źródłiskowym – przed zabudowaniami gospodarskimi oraz druga w odcinku dolnym, tuż przed połączeniem z Kamienicą) w następujących potokach: Łosiańskim, Uhryńskim, Łabowszczańskim, Składziszczzańskim, Czaczowskim, Ciecierzewskim; po jednej próbce (w dolnym odcinku) pobrano w potokach: Feleczyńskim, Homerce, Złotniańskiej Rzece, Kamionce i z ciekłu spływającego z Bączej Kuniny. Miejsca poboru próbek z wykazem wykonanych analiz przedstawiono na rycinie 7, były to próbki o numerach 23–49.

W zlewni Popradu hydrologicznie należącej do Beskidu Sądeckiego wytypowano 56 miejsc poboru próbek wód, w tym 13 zlokalizowanych zostało w korycie Popradu, po dwie lub więcej próbek (analogicznie pierwsza przed zabudowaniami, druga przy ujściu do rzeki głównej lub przed połączeniem z kolejnym dopływem i trzecia tuż po złączeniu cieków) zostało pobranych w: Szczawniku, Żegiestowskim Potoku, Mochnacze, po dwie próbki w: Czarnym Potoku, Kryniczance i Łomniczance, Miliku, Jaworzynce, Roztoce Wielkiej, Przysietnicy i w Czerczu, oraz po cztery próbki w: Muszynie i Wierchomlance.

Po jednej próbkce pobrano w: Szczawniczku, Złockim Potoku, Jastrzębiku, Wojkowskim Potoku, Fataloszcze, Potaszni, Wapienniku, Małej Łomniczce, Głębozance oraz w Roztoce Małej. Miejsca poboru próbek z wykazem wykonanych analiz przedstawiono na rycinie 8, były to próbki o numerach 1–22 oraz 51–84.

Na obszarze zlewni Dunajca zostało wytypowanych 41 miejsc poboru próbek, 10 miejsc zlokalizowano w korycie Dunajca, po dwa miejsca wytypowano w: Czarnej Wodzie, Białym Potoku, Moszczenicy oraz w Sopotnickim Potoku. W Grajcarku i Jaworzynce wytypowano po trzy miejsca poboru prób, z Potoku Obidzkiego zostały pobrane cztery próbki wody, po jednym miejscu opróbowania zlokalizowano w: Białej Wodzie, Czarnym Potoku (Szczawnica), Krośnicy, Ochotnicy, Kamienicy (Zabrzeż), Czarnym Potoku (Łącko), Majdańskim Potoku, Kątach, Bukowym Potoku, Łazach Brzyńskich, Jastrzębiku (w Gołkowicach Dolnych) oraz w Słomce. Miejsca poboru próbek z wykazem wykonanych analiz przedstawiono na rycinie 9, były to próbki o numerach 85–124 i próbka nr 50.

W pobranych próbkach wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego wykonano:

- a) 123 pomiary pH, przewodności, temperatury;
- b) 123 analizy stężenia: Fe^{3+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , As^{5+} , Tl^+ , Cd^{2+} , Cr^{6+} , F^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} ;
- c) 71 pomiarów Eh;
- d) 15 pomiarów BZT₅;
- e) 26 pomiarów stężenia: B^{3+} , Na^+ , Li^+ , K^+ , P^{5+} , Al^{3+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , SiO_2 ;
- f) 30 oznaczeń wskaźników mikrobiologicznych, tj. obecności i liczby bakterii grupy coli oraz obecności i liczby bakterii grupy coli termotolerancyjnych i *Escherichia coli* w 100 ml wody.

Zróznicowanie pod względem liczby wykonanych oznaczeń wynikało z założeń opróbowania, jakie przyjęto na etapie planowania badań. Podstawowymi badanymi parametrami i wskaźnikami są wyszczególnione w punktach a), b) i e). Do grupy tej należą składniki główne wód np.: siarczany, chlorki, sól, potas, wapń i magnez. Z uwagi na uzdrowiskowy charakter obszaru skupiono uwagę na zawartość makro- i mikroskładników, takich jak: Al, As, F, Fe, B, Li, Sr, Ba, Mn, Zn, Cr, P i Ni oraz metali szczególnie zagrażających środowisku biologicznemu, tj. Cd i Pb. Analizy mikrobiologiczne wykonano w 40% opróbowanych punktów, ale mając na uwadze fakt, iż trzecia część z przebadanych próbek została pobrana w odcinkach źródłowych bądź znajdujących się ponad gospodarstwami zlokalizowanymi w poszczególnych miejscowościach, wykonane opróbowania należy uznać za reprezentatywne.

Po przeanalizowaniu raportów WIOŚ (*Ocena jakości wód... 2008*) dotyczących stanu wód powierzchniowych Sądeczyzny z lat 2000–2005 pobrano próbki do badań mikrobiologicznych oraz zmierzono w 15 punktach wskaźnik tlenowy BZT₅.

Z jednego punktu pobierania próbek zrezygnowano, ze względu na zanik przepływu wody w tym cieku (numer próbki 109).

Z uwagi na fakt, iż próbki wody pobierano w roku 2007, omawiając jakość wód i klasyfikując oznaczane parametry, wykorzystano obowiązujące w tym czasie *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku* (Dz. U. Nr 32, poz. 284) przedstawiające klasyfikację obejmującą pięć klas jakości wód i graniczne wartości stężeń zanieczyszczeń dla tych klas. Obecnie obowiązuje *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych* (Dz. U. Nr 162, poz. 1008) dostosowane do *Dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej* (zwanej ramową dyrektywą wodną).

W celu określenia wewnętrznej zależności pomiędzy mierzonymi parametrami a miejscami opróbowania zastosowano analizę skupień, umożliwiającą grupowanie próbek i cech w struktury, wskutek analizy podobieństw badanych zmiennych cech. Z uwagi na asymetryczny rozkład wyników oznaczeń posługując się programem Statistica 8.0, wykonano wielowymiarowymi technikami eksploracyjnymi analizę skupień. Wykorzystując metodę Warda grupowania aglomeracji (jako miarę odległości przyjęto odległość euklidesową), opracowano dendrogramy dla następujących zbiorów oznaczeń:

- aniony: F^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} ;
- kationy główne: Fe, Mn, Mg i Ca;
- mikroelementy: Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cr i Cd;
- pozostałe jony: B, Na, Li, K, P, Al, Sr, Ba oraz SiO_2 ;
- wskaźniki mikrobiologiczne.

Podział ten ma charakter umowny i wynika z geochemicznego znaczenia badanego wskaźnika (wskaźników) w środowisku wodnym. Na podstawie uzyskanych dendrogramów dokonano podziału na grupy, dla których poszukiwano wspólnych cech determinujących ich parametry.

4. Wyniki badań

W odniesieniu do zlewni Kamienicy Nawojowskiej, Popradu i Dunajca opracowano tabele zbiorcze pomierzonych parametrów (Tab. 5–7). Największy współczynnik zmienności – powyżej 5, stwierdzono w przypadku PO_4^{3-} i F^- , współczynnik zmienności dla Fe, Mn oraz Zn wahał się między 2–5, a współczynniki zmienności pozostałych wskaźników były poniżej 2.

4.1. Parametry fizyczne

W grupie wskaźników fizycznych oznaczano temperaturę wody i odczyn. Temperatura ma szczególnie ważne znaczenie dla rozwoju biocenozy wody (Dojlido 1995). Średnia temperatura wód powierzchniowych jest w ok. 25% modyfikowana warunkami mikroklimatycznymi i w takim samym stopniu wpływem zasilania podziemnego (zwłaszcza w odcinkach źródłowych). Zmierzona temperatura wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego zawierała się w przedziale 6,5–24,5°C (Ryc. 10). Kierując się wartościami granicznymi tego parametru zawartymi w rozporządzeniu, należy uznać, iż wody te należą do klasy I, II i III. Najkorzystniejszą sytuację obserwujemy w zlewni Popradu: na 56 oznaczeń zaledwie jedna próbka należy do klasy II (temp. powyżej 22°C), pozostałych 55 mieści się w klasie I. W zlewni Dunajca na 40 oznaczeń tylko trzy próbki zaliczono do II klasy, a 37 do klasy I. Najmniej korzystną sytuację odnotowano w zlewni Kamienicy Nawojowskiej: siedem próbek zaklasyfikowano do II klasy (zmierzona temperatura wahała się w przedziale 22–24°C), w trzech próbkach odnotowano temperaturę powyżej 24°C i zaklasyfikowano je do klasy III. Zdecydowany wpływ na wysokość temperatury wód Kamienicy ma fakt wybudowania na rzece 17 progów betonowych, służących za otwarte baseny kąpielowe. Nie bez znaczenia jest wielkość tego cieku, rozumiana jako ilość przepływających wód. W dniach opróbowania temperatura powietrza wynosiła 7–15°C (w porze porannej), wzrastając do 20–22°C (w godzinach popołudniowych).

Na **odczyn** wód powierzchniowych zasadniczy wpływ ma: układ węglanowy (zawartość węglanów i CO_2), rodzaj podłoża i gleb w zlewni oraz ilość i jakość odprowadzanych zanieczyszczeń (Dojlido 1995). Odczyn wód płynących Beskidu Sądeckiego wahał się między 6,20 a 8,93 (Ryc. 11).

Tabela 5
Parametry fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne dla zlewni Kamienicy

| Lp. | Badany wskaźnik | Jednostka | Liczba prób | Zmierzony zakres | | Mediana | Odchylenie standardowe | Współczynnik zmienności |
|------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|------------------|------------|---------|------------------------|-------------------------|
| | | | | <i>n</i> | min.–maks. | | | |
| Wskaźniki fizyczno-chemiczne | | | | | | | | |
| 1 | pH | – | 27 | 7,89–8,60 | 8,25 | 0,19 | 0,02 | |
| 2 | Przewodność | [μ S/cm] | 27 | 161–819 | 517 | 152 | 0,30 | |
| 3 | Temperatura | [°C] | 27 | 13,9–24,5 | 21,5 | 3,0 | 0,15 | |
| 4 | Eh | – | 24 | 319–442 | 218 | 274 | 1,92 | |
| 5 | BZT ₅ | | 4 | 12–33 | 22 | 11 | 0,48 | |
| 6 | B | | 3 | 0–0,020 | 0 | 0,012 | 1,73 | |
| 7 | Na | | 3 | 2,98–11,78 | 7,90 | 4,41 | 0,58 | |
| 8 | Li | | 3 | 0,014–0,018 | 0,018 | 0,002 | 0,13 | |
| 9 | K | | 3 | 1,33–3,04 | 2,63 | 0,89 | 0,38 | |
| 10 | P | | 3 | 0,022–0,119 | 0,080 | 0,049 | 0,66 | |
| 11 | Al | [mg/dm ³] | 3 | 0,109–0,155 | 0,113 | 0,025 | 0,20 | |
| 12 | Fe | | 27 | 0–0,027 | 0 | 0,005 | 2,33 | |
| 13 | Mg | | 27 | 7,37–19,04 | 10,37 | 3,07 | 0,28 | |
| 14 | Sr | | 3 | 0,176–0,252 | 0,200 | 0,039 | 0,18 | |
| 15 | Ca | | 27 | 29,53–93,67 | 48,00 | 16,83 | 0,33 | |
| 16 | Ba | | 3 | 0,069–0,119 | 0,073 | 0,028 | 0,32 | |

Tabela 5 cd.

| | | | | | | | |
|-----------------------|---|--|----|---------------|--------|--------|-------|
| 17 | Mn | | 27 | 0,189–50,870 | 1,749 | 9,583 | 2,47 |
| 18 | Zn | | 27 | 1,601–21,210 | 2,635 | 4,847 | 1,01 |
| 19 | Pb | | 27 | 0,031–0,533 | 0,152 | 0,135 | 0,69 |
| 20 | Ni | | 27 | 0–0,775 | 0,190 | 0,199 | 0,92 |
| 21 | As | | 27 | 0,256–0,832 | 0,483 | 0,129 | 0,27 |
| 22 | Tl | | 27 | 0,001–0,016 | 0,003 | 0,002 | 0,72 |
| 23 | Cd | | 27 | 0,003–0,031 | 0,008 | 0,006 | 0,65 |
| 24 | Cr | | 27 | 1,869–29,350 | 2,975 | 5,132 | 1,36 |
| 25 | F ⁻ | | 27 | 0,004–0,017 | 0 | 0,003 | 4,28 |
| 26 | Cl ⁻ | | 27 | 0,567–18,456 | 2,475 | 5,258 | 1,10 |
| 27 | NO ₃ ⁻ | | 27 | 0,061–6,391 | 1,329 | 1,209 | 0,77 |
| 28 | PO ₄ ³⁻ | | 27 | 0,025–17,240 | 0,190 | 7,633 | 11,48 |
| 29 | SO ₄ ²⁻ | | 27 | 8,974–40,789 | 17,598 | 6,968 | 0,37 |
| 30 | SiO ₂ | | 3 | 3,363–6,112 | 5,327 | 1,410 | 0,28 |
| Wskaźniki biologiczne | | | | | | | |
| 1 | Obecność i liczba bakterii grupy coli w 100 ml [j.t.k.] | | 5 | 11 000–40 000 | 30 000 | 12 166 | 0,49 |
| 2 | Obecność i liczba bakterii grupy coli termotolerancyjnych i <i>Escherichia coli</i> w 100 ml [j.t.k.] | | 5 | 11 000–40 000 | 30 000 | 12 166 | 0,49 |

Tabela 6
Parametry fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne dla zlewni Popradu (maj 2007 r.)

| Lp. | Badany wskaźnik | Jednostka | Liczba prób | Zmierzone zakres | | Mediana | Odchylenie standardowe | Współczynnik zmienności |
|------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|------------------|-------|---------|------------------------|-------------------------|
| | | | | min. | maks. | | | |
| Wskaźniki fizyczno-chemiczne | | | | | | | | |
| <i>n</i> | | | | | | | | |
| 1 | pH | – | 56 | 6,20–8,89 | | 8,13 | 0,53 | 0,07 |
| 2 | Przewodność | [μ S/cm] | 56 | 152–640 | | 443 | 163 | 0,44 |
| 3 | Temperatura | [°C] | 56 | 6,5–22,3 | | 14,6 | 3,5 | 0,24 |
| 4 | Eh | – | 7 | 408–426 | | 420 | 7 | 0,02 |
| 5 | BZT ₅ | | 5 | 8–29 | | 15 | 10 | 0,62 |
| 6 | B | | 22 | 0–0,041 | | 0,004 | 0,012 | 1,32 |
| 7 | Na | | 22 | 1,88–45,74 | | 4,37 | 9,29 | 1,33 |
| 8 | Li | | 22 | 0,003–0,030 | | 0,018 | 0,006 | 0,36 |
| 9 | K | | 22 | 1,17–3,84 | | 2,27 | 0,66 | 0,28 |
| 10 | P | | 22 | 0,041–0,129 | | 0,071 | 0,028 | 0,36 |
| 11 | Al | [mg/dm ³] | 22 | 0–0,229 | | 0,072 | 0,071 | 0,76 |
| 12 | Fe | | 56 | 0–2,624 | | 0,006 | 0,405 | 4,85 |
| 13 | Mg | | 56 | 6,10–18,67 | | 9,27 | 3,17 | 0,31 |
| 14 | Sr | | 22 | 0,095–0,507 | | 0,206 | 0,104 | 0,48 |
| 15 | Ca | | 56 | 26,87–163,00 | | 44,12 | 21,16 | 0,45 |
| 16 | Ba | | 22 | 0,003–0,282 | | 0,062 | 0,063 | 0,83 |

Tabela 6 cd.

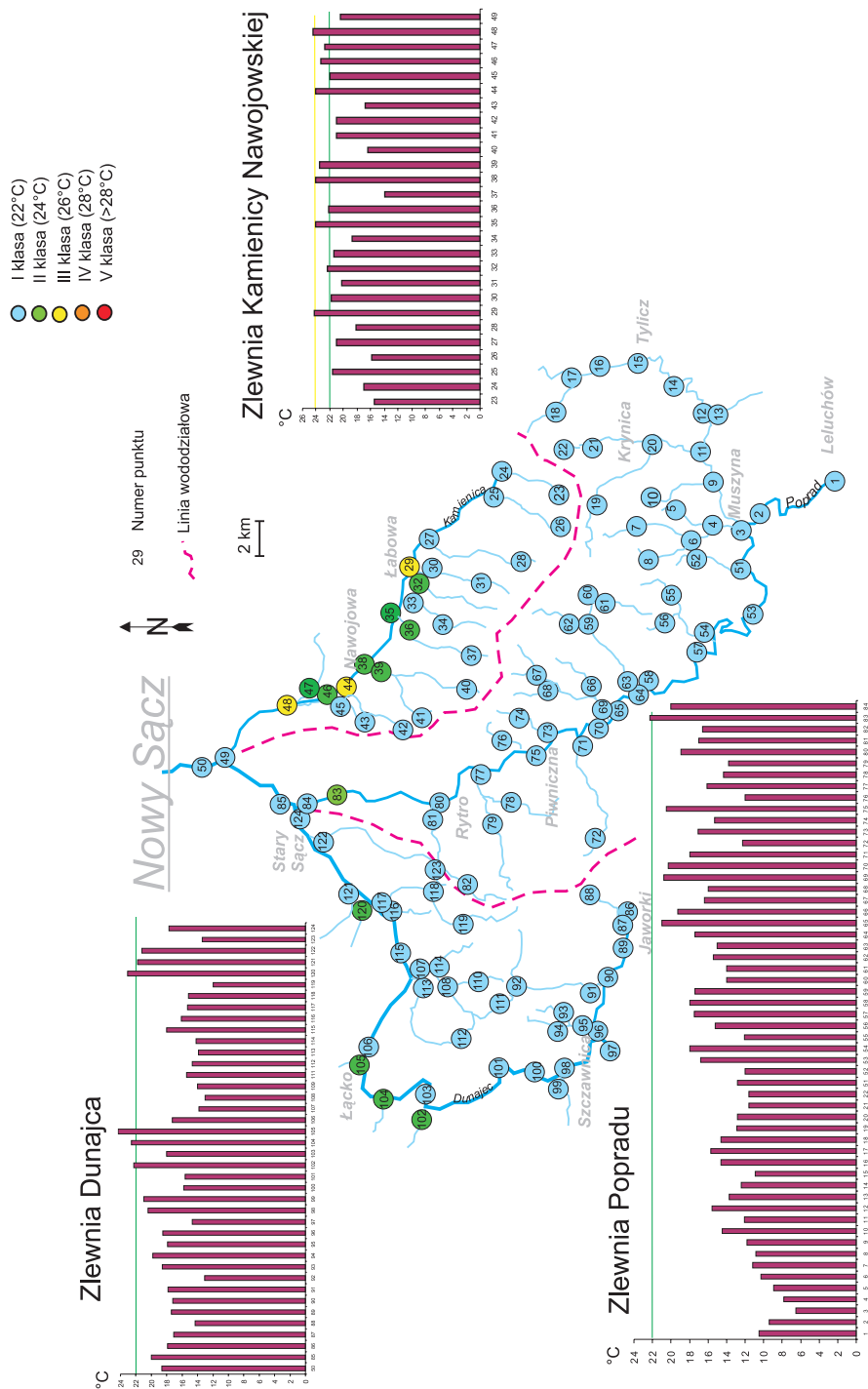
| | | | | | | | |
|-----------------------|---|--|----|---------------|--------|---------|------|
| 17 | Mn | | 56 | 0,166–844,169 | 2,306 | 118,508 | 4,91 |
| 18 | Zn | | 56 | 0,147–20,542 | 2,315 | 6,206 | 0,93 |
| 19 | Pb | | 56 | 0,018–1,858 | 0,110 | 0,539 | 1,26 |
| 20 | Ni | | 56 | 0–2,240 | 0,148 | 0,377 | 1,50 |
| 21 | As | | 56 | 0,157–3,560 | 0,420 | 0,491 | 1,02 |
| 22 | Tl | | 56 | 0,001–0,028 | 0,003 | 0,006 | 1,21 |
| 23 | Cd | | 56 | 0,004–0,103 | 0,007 | 0,002 | 1,21 |
| 24 | Cr | | 56 | 1,424–7,493 | 1,941 | 1,619 | 0,56 |
| 25 | F ⁻ | | 56 | 0–0,161 | 0 | 0,023 | 4,56 |
| 26 | Cl ⁻ | | 56 | 0,737–48,720 | 1,796 | 6,921 | 2,00 |
| 27 | NO ₃ ⁻ | | 56 | 0,424–5,498 | 2,437 | 0,987 | 0,44 |
| 28 | PO ₄ ³⁻ | | 56 | 0–0,515 | 0 | 0,070 | 4,94 |
| 29 | SO ₄ ²⁻ | | 56 | 4,039–28,014 | 15,610 | 3,634 | 0,23 |
| 30 | SiO ₂ | | 22 | 4,541–10,284 | 5,837 | 1,383 | 0,22 |
| Wskaźniki biologiczne | | | | | | | |
| 1 | Obecność i liczba bakterii grupy coli w 100 ml [j.t.k.] | | 17 | 80–73 000 | 1200 | 22 529 | 1,7 |
| 2 | Obecność i liczba bakterii grupy coli termotolerancyjnych i <i>Escherichia coli</i> w 100 ml [j.t.k.] | | 17 | 64–73 000 | 1080 | 22 574 | 1,7 |

Tabela 7
Parametry fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne dla zlewni Dunajca (maj 2007 r.)

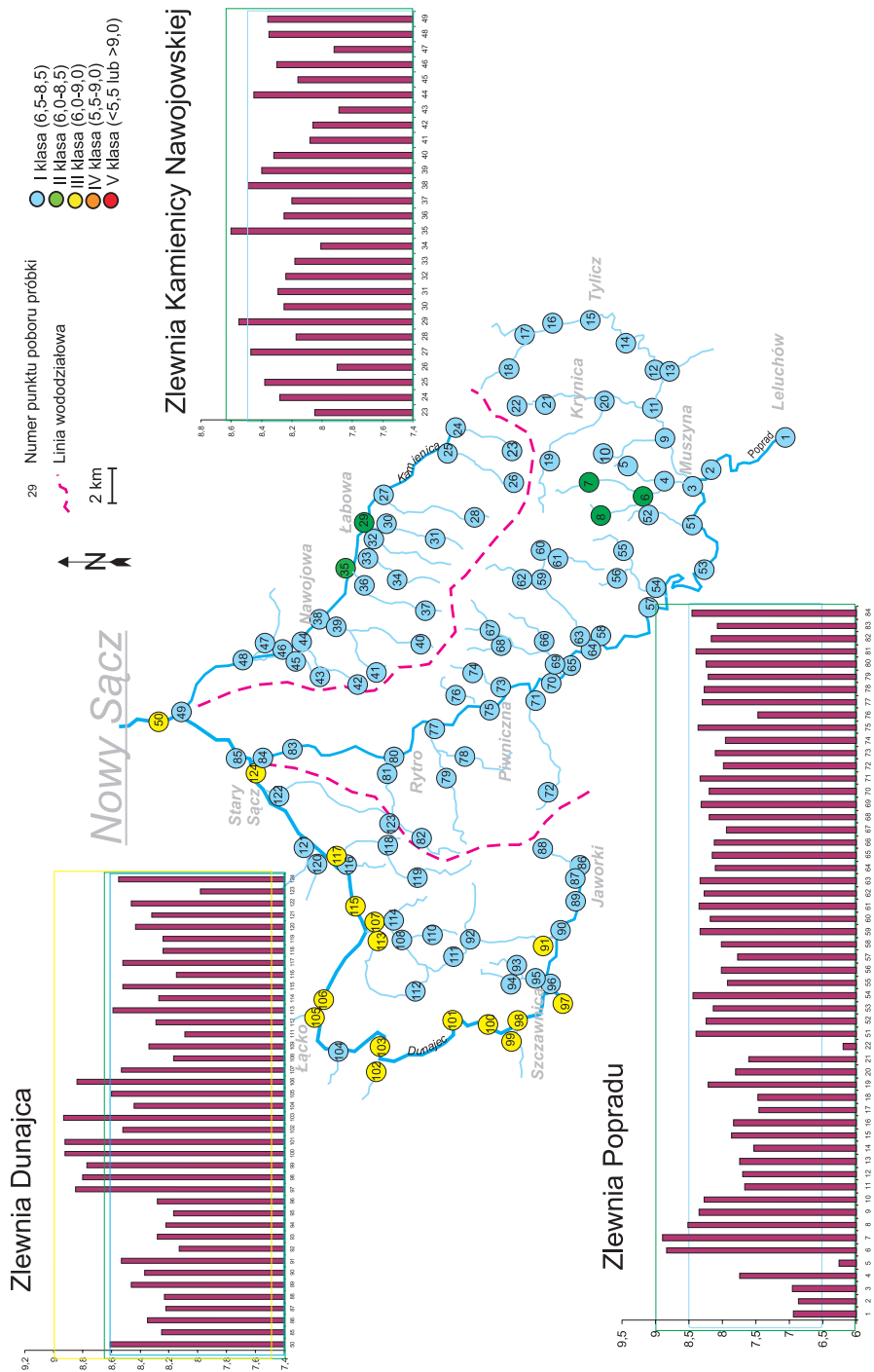
| Lp. | Badany wskaźnik | Jednostka | Liczba prób | Zmierzone zakres | | Mediana | Odchylenie standardowe | Współczynnik zmienności |
|------------------------------|------------------|---------------|-------------|------------------|-------------|---------|------------------------|-------------------------|
| | | | | n | min.–maks. | | | |
| Wskaźniki fizyczno-chemiczne | | | | | | | | |
| 1 | pH | – | 40 | | 7,98–8,93 | 8,40 | 0,25 | 0,03 |
| 2 | Przewodność | [μ S/cm] | 40 | | 156–820 | 491 | 97 | 0,19 |
| 3 | Temperatura | [°C] | 40 | | 12,0–24,3 | 17,3 | 3,1 | 0,18 |
| 4 | Eh | – | 40 | | 382–428 | 401 | 10 | 0,03 |
| 5 | BZT ₅ | | 6 | | 3–12 | 10 | 3 | 2,55 |
| 6 | B | | 1 | | 0,007 | 0,007 | – | – |
| 7 | Na | | 1 | | 6,42 | 6,42 | – | – |
| 8 | Li | | 1 | | 0,012 | 0,012 | – | – |
| 9 | K | | 1 | | 2,66 | 2,66 | – | – |
| 10 | P | | 1 | | 0,015 | 0,015 | – | – |
| 11 | Al | | 1 | | 0,045 | 0,045 | – | – |
| 12 | Fe | | 40 | | 0–0,018 | 0 | 0,004 | 1,55 |
| 13 | Mg | | 40 | | 6,58–22,70 | 9,22 | 2,96 | 0,29 |
| 14 | Sr | | 1 | | 0,168 | 0,168 | – | – |
| 15 | Ca | | 40 | | 30,32–97,30 | 41,90 | 12,12 | 0,27 |
| 16 | Ba | | 1 | | 0,041 | 0,041 | – | – |

Tabela 7 cd.

| | | | | | | | |
|-----------------------|---|--|----|---------------|--------|--------|------|
| 17 | Mn | | 40 | 0,190–22,699 | 0,800 | 5,139 | 2,20 |
| 18 | Zn | | 40 | 0,165–137,240 | 2,057 | 21,721 | 3,05 |
| 19 | Pb | | 40 | 0,008–0,148 | 0,044 | 0,030 | 0,58 |
| 20 | Ni | | 40 | 0–1,324 | 0,138 | 0,275 | 1,29 |
| 21 | As | | 40 | 0,080–1,519 | 0,259 | 0,219 | 0,71 |
| 22 | Tl | | 40 | 0–0,029 | 0,002 | 0,004 | 1,33 |
| 23 | Cd | | 40 | 0,003–0,039 | 0,007 | 0,006 | 0,76 |
| 24 | Cr | | 40 | 1,114–2,132 | 1,563 | 0,212 | 0,14 |
| 25 | F ⁻ | | 40 | 0–0,267 | 0 | 0,047 | 3,11 |
| 26 | Cl ⁻ | | 40 | 0,262–30,560 | 2,861 | 5,970 | 1,19 |
| 27 | NO ₃ ⁻ | | 40 | 0–11,819 | 2,146 | 2,180 | 0,86 |
| 28 | PO ₄ ³⁻ | | 40 | 0–4,918 | 0 | 0,777 | 6,12 |
| 29 | SO ₄ ²⁻ | | 40 | 3,842–54,464 | 15,747 | 8,064 | 0,48 |
| 30 | SiO ₂ | | 1 | 2,807 | 2,807 | – | – |
| Wskaźniki biologiczne | | | | | | | |
| 1. | Obecność i liczba bakterii grupy coli w 100 ml [j.t.k.] | | 8 | 1700–120 000 | 8500 | 40 196 | 1,73 |
| 2. | Obecność i liczba bakterii grupy coli termotolerancyjnych i <i>Escherichia coli</i> w 100 ml [j.t.k.] | | 8 | 1700–120 000 | 8500 | 40 196 | 1,73 |



Ryc. 10. Klasy jakości wód wraz z pomiarami temperatury wody w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 11. Klasy jakości wód wraz z pomiarami pH wody w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

Zdecydowana większość pobranych prób należała do I klasy. W potokach Szczawnik i Szczawniczek zmierzono pH powyżej 8,50 i według rozporządzenia wody te przynależą do klasy II. Najmniej korzystną sytuację obserwowano w zlewni Dunajca. Wody płynące korytem tej rzeki od Szczawnicy miały pH powyżej 8,88 – są to wartości odpowiadające III klasie jakości. Większość rzek polskich ma pH od 6,50 do 8,50 (raporty IOŚ 1997–2003). Zmierzone wartości pH powyżej 8,50 tłumaczyły obecnością węglanów i/lub wodorowęglanów, mogących pochodzić ze spoiwa węglanowego wchodzącego w skład skał występujących podjednostek.

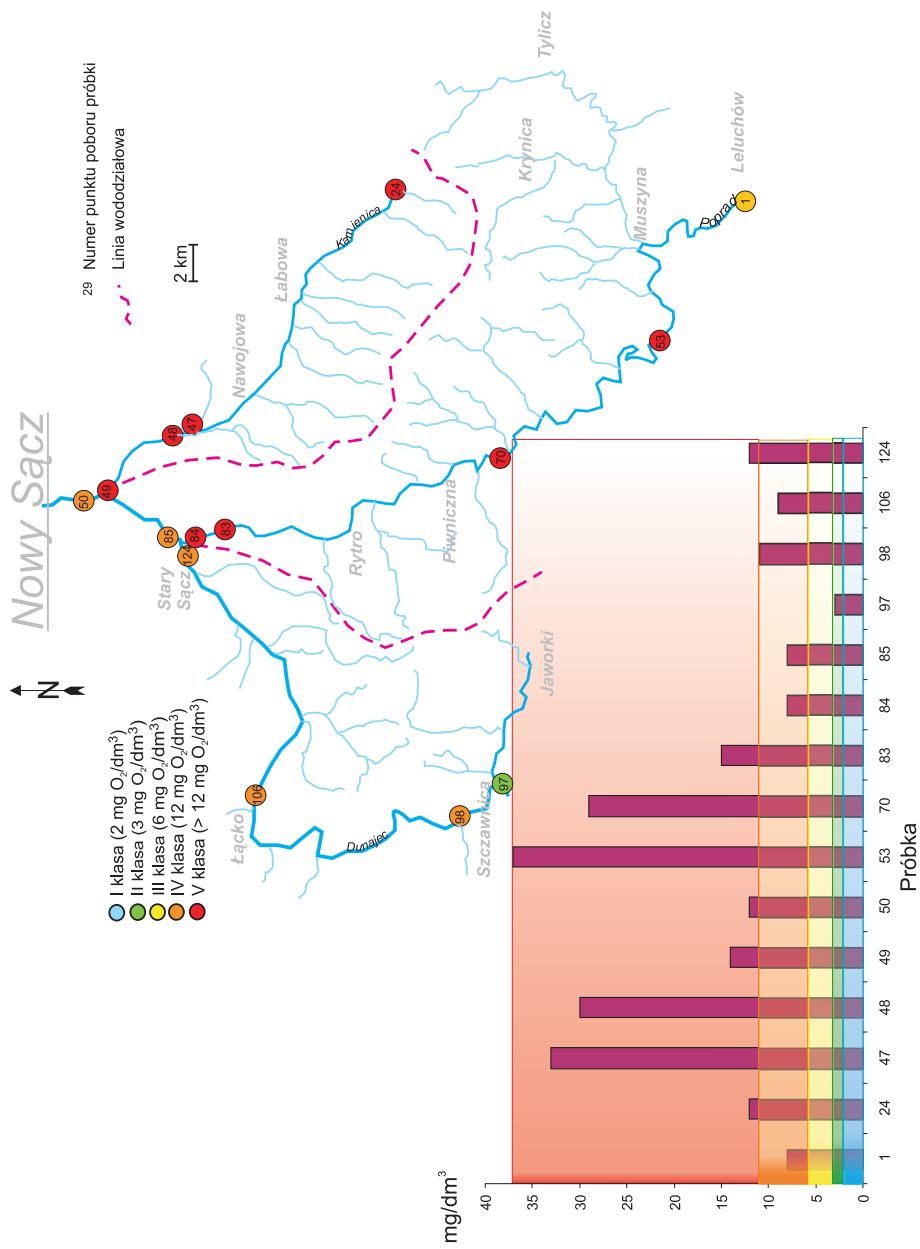
4.2. Wskaźniki tlenowe

W grupie wskaźników tlenowych w 15 wybranych punktach zmierzono **pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenowe** (BZT_5 , mg/dm^3), które jest wskaźnikiem zanieczyszczenia organicznego, zależnym od rodzaju związków organicznych, mikroorganizmów i innych czynników środowiskowych (Dojlido 1995). W dorzeczu Kamienicy Nawojowskiej stwierdzono bardzo niekorzystne warunki tlenowe (zmierzony zakres BZT_5 wyniósł 12–33 mg/dm^3 – V klasa jakości wód) (Ryc. 12). W zlewni Popradu na pięć pobranych prób w czterech oznaczone wartości BZT_5 mieściły się w przedziale 8–37 mg/dm^3 (V bądź IV klasa). W zlewni Dunajca najlepsze warunki tlenowe stwierdzono w Szczawnicy (3 mg/dm^3 – II klasa), w pozostałych pięciu próbkach oznaczony parametr mieścił się w przedziale 8–12 mg/dm^3 (IV klasa).

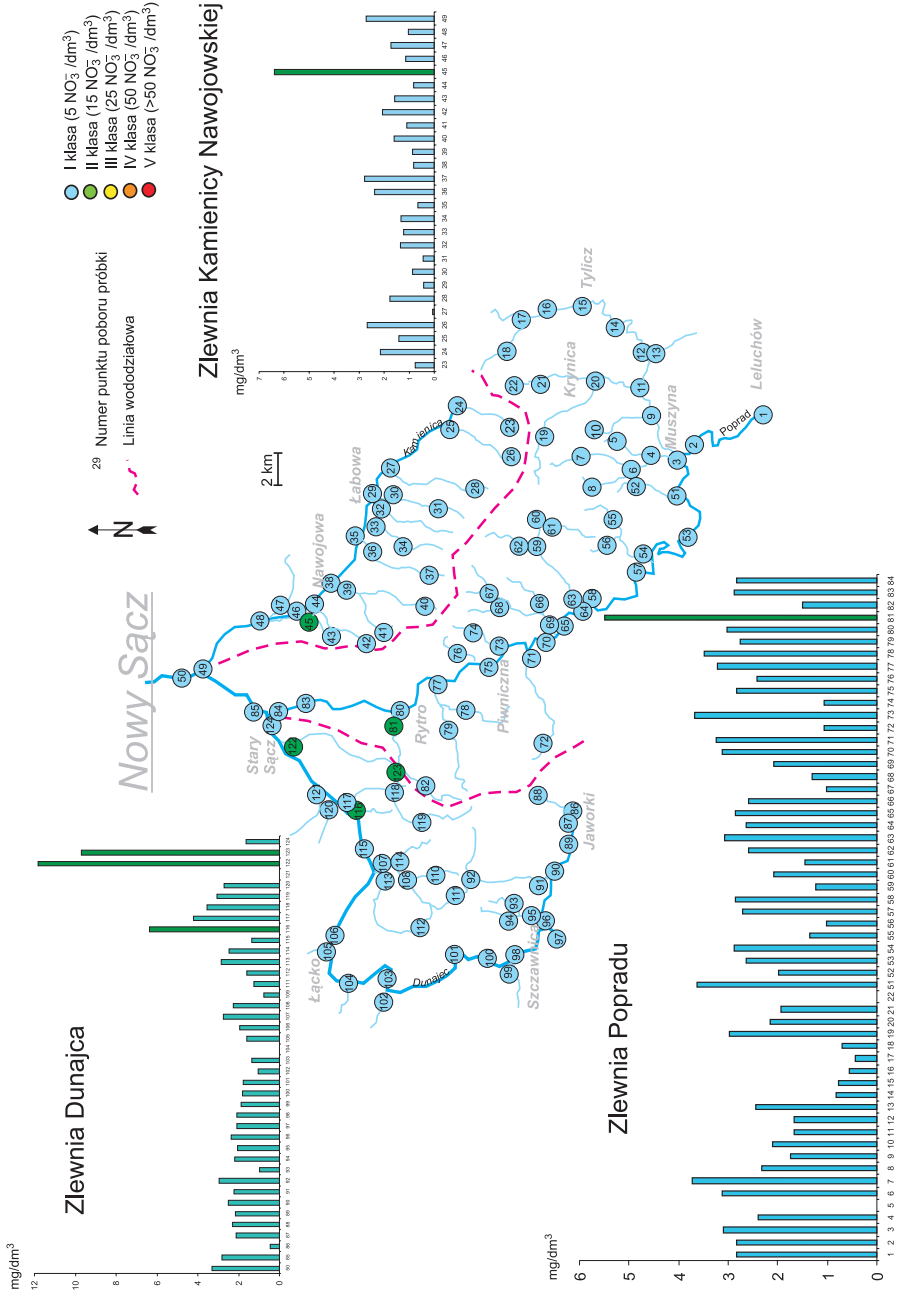
4.3. Biogeny

Oznaczone wskaźniki biogenne, tj.: azotany, fosforany i fosfor ogólny, wskazały, iż zaledwie w kilku próbkach stwierdzono większe wartości niż graniczne ustalone dla I klasy jakości wód (Ryc. 13).

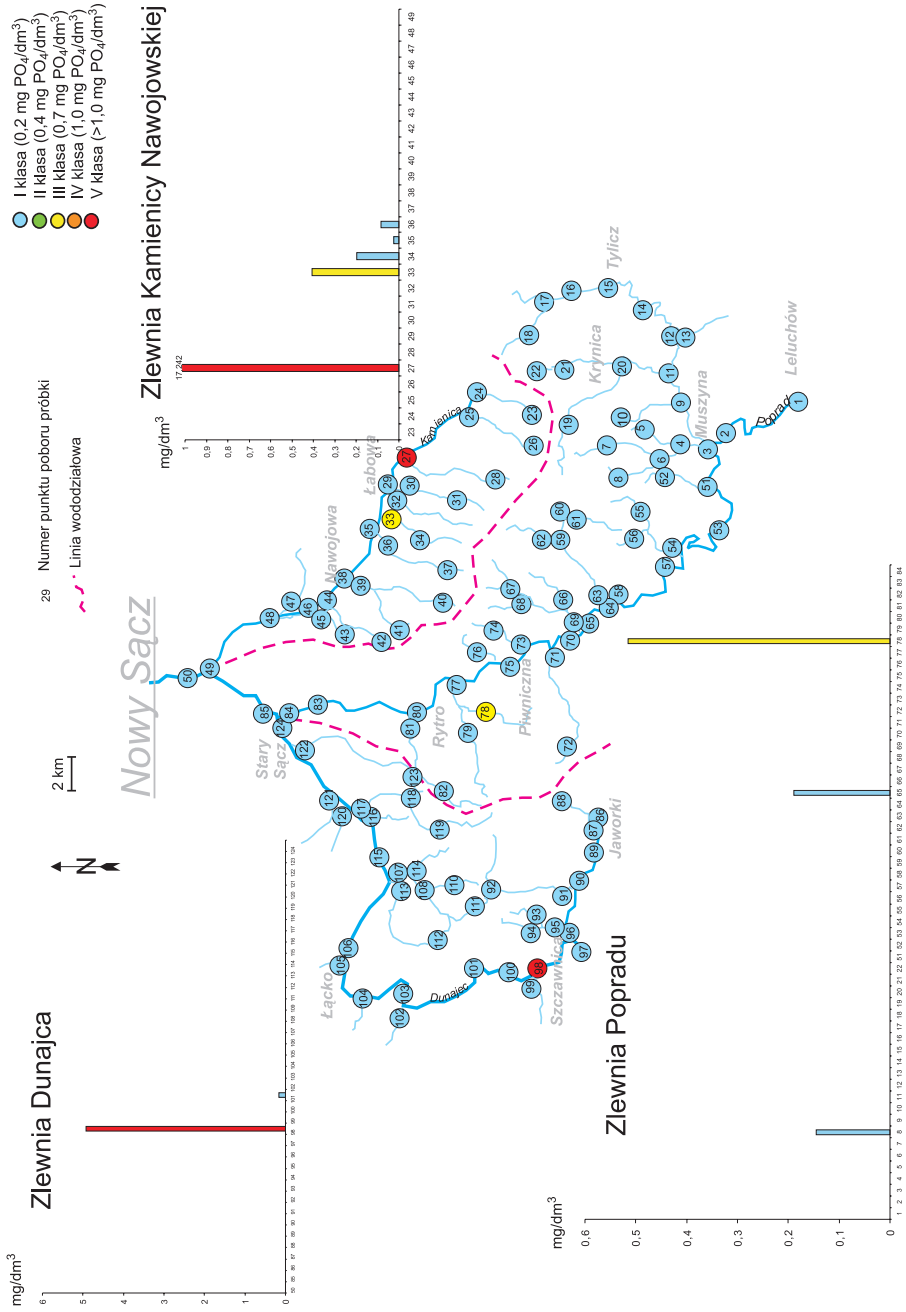
Zawartości azotanów w wodach płynących Beskidu Sądeckiego w zdecydowanej większości nie przekraczały 5 mg/dm^3 (klasa I), z wyjątkiem wód Moszczenicy, Przysietnicy i Kadeczki, w których ilości NO_3 wynoszą 6–12 mg/dm^3 (II klasa). Stwierdzone ilości **fosforanów** w większości punktów opróbowania jednoznacznie wskazały, iż wody płynące na tym terenie nie wykazują zanieczyszczenia tym składnikiem. Jedynie w Składziszczańskim Potoku i w Roztoce Małej stwierdzono III klasę, IV klasę oznaczono przy ujściu Potoku Uhryńskiego, a w Dunajcu tuż przed Krościenkiem wskaźnik ten uzyskał wartość charakterystyczną dla V klasy jakości (Ryc. 14). Przedział stężeń **fosforu** ogólnego wahał się od 0,015 do 0,129 mg/dm^3 , zatem wszystkie pobrane próbki należały do I klasy jakości wód (Ryc. 15).



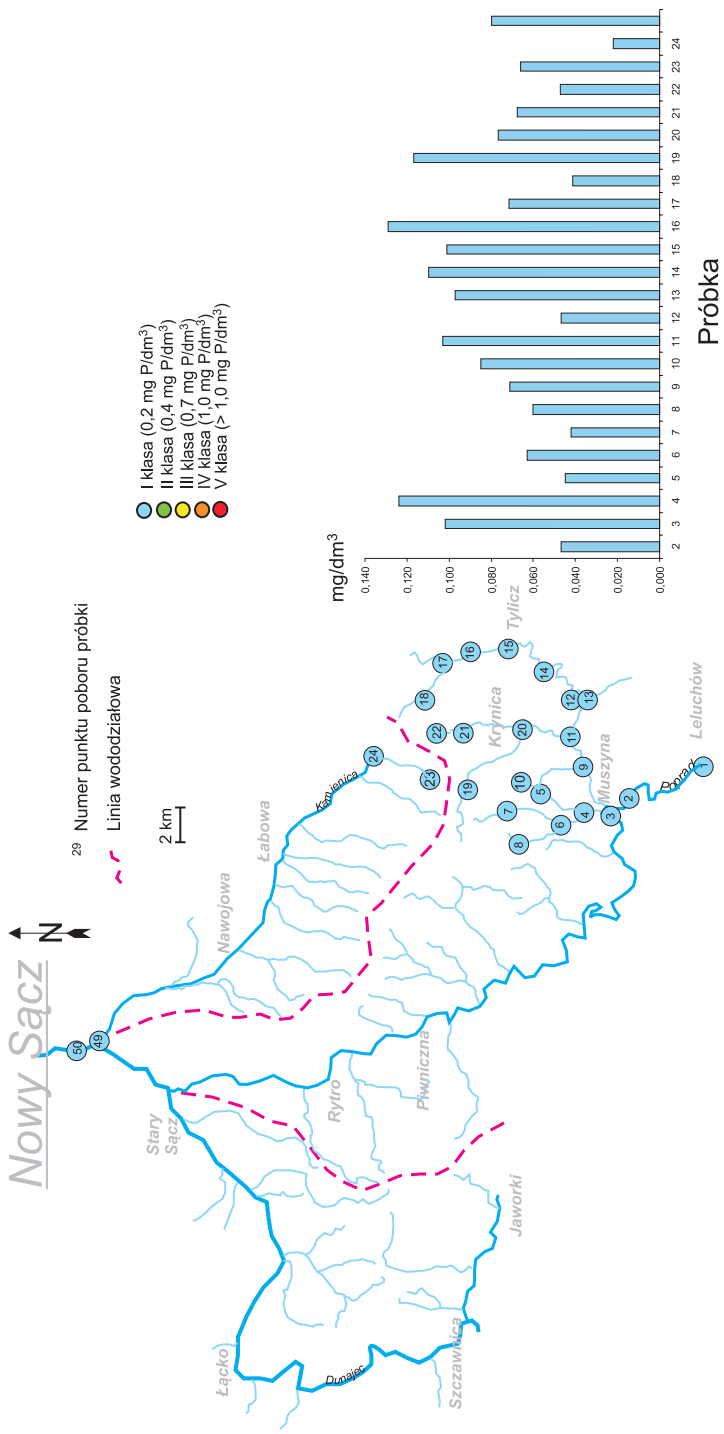
Ryc. 12. Klasy jakości wód wraz z pomiarami BZT₅ w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 13. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń NO₃⁻ w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 14. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń PO₄³⁻ w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 15. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń P w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

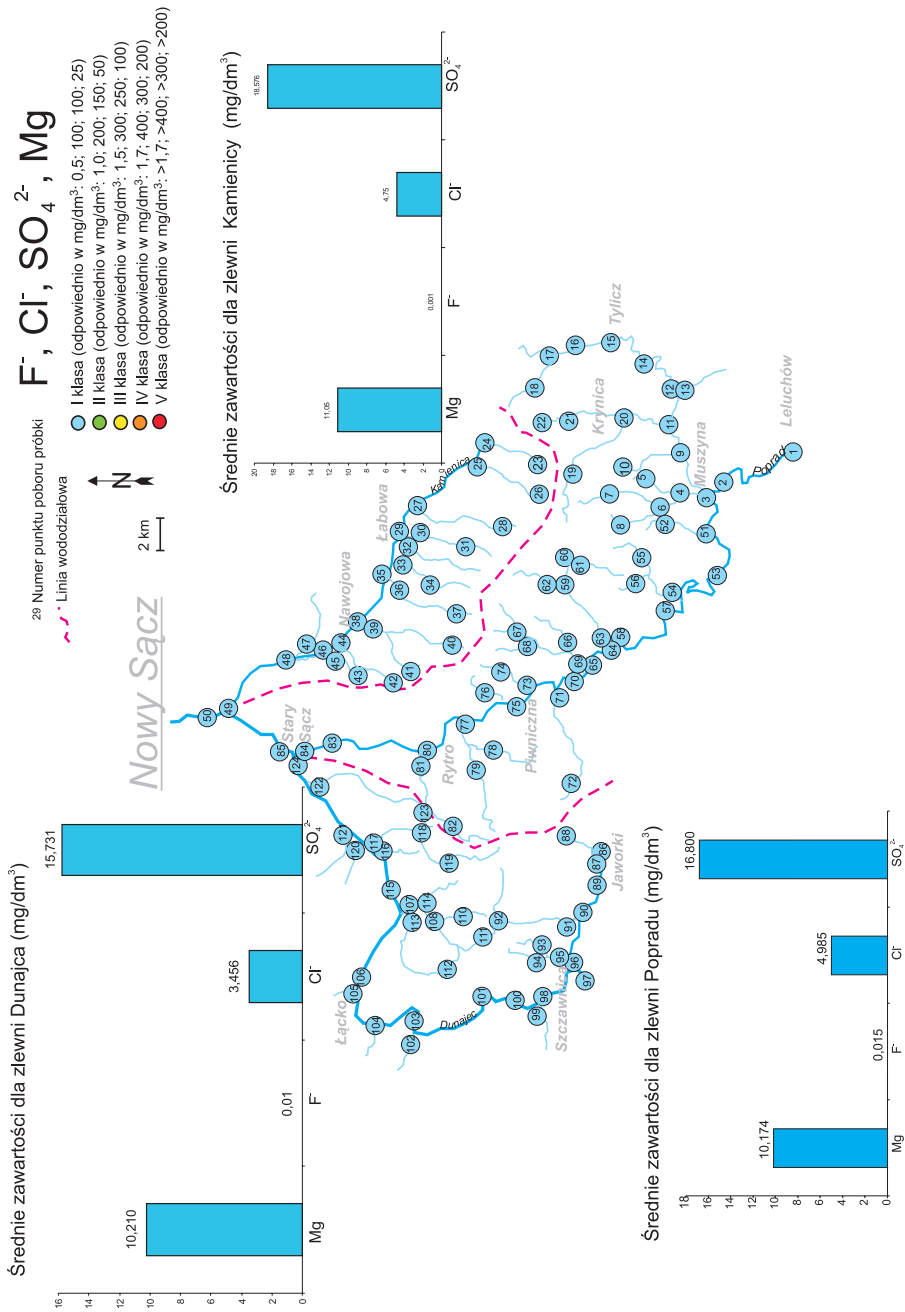
4.4. Zasolenie

Czwartą badaną grupą były wskaźniki zasolenia, do których należą następujące parametry: przewodność elektrolityczna właściwa (PEW), zawartość siarczanów, chlorków, wapnia, magnezu i fluorków.

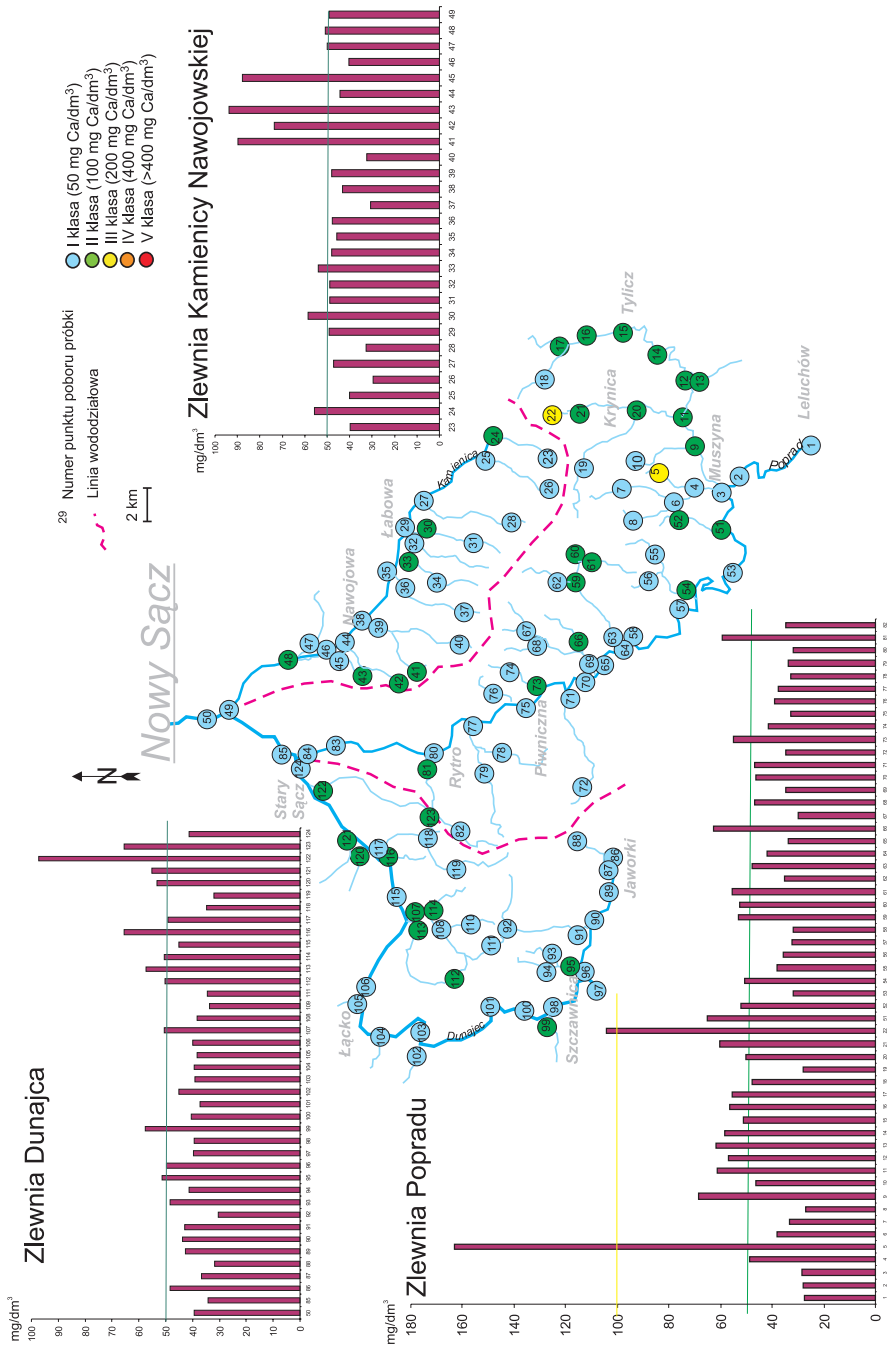
W wodach zlewni Popradu stężenia **siarczanów** wahały się od 4,0 do 28 mg/dm³, w zlewni Dunajca 3,84–54,4 mg/dm³, a w Kamienicy Nawojowskiej 8,9–40,1 mg/dm³. Jak podaje Dojlido (1995), przeciętnie zawartości siarczanów w wodach powierzchniowych wynoszą 10–80 mg/dm³, zatem oznaczone stężenia mieszczą się w przywołanym przedziale. Najwięcej **chlorków** stwierdzono w dolinie Kryniczanki (powyżej 48 mg/dm³), w Mochnacze i Moszczenicy stwierdzono ok. 18 mg/dm³. Oba te miejsca są silnie eksploatowane turystycznie zwłaszcza w sezonie zimowym, a na biegnące wzdłuż potoków drogi w zimie sypana jest sól w celu utrzymania ich przejezdności. Podwyższone zawartości chlorków (powyżej 15 mg/dm³) stwierdzono w wodach Dunajca, Białego Potoku w Szczawnicy, w Słomce (tu nawet powyżej 30 mg/dm³) oraz w Kamienicy Nawojowskiej w miejscowościach: Roztoka i Łabowa (ok. 17 mg/dm³). Kabata-Pendias & Pendias (1999) podają, iż naturalna zawartość chlorków w wodach rzecznych sięga około 8 mg/dm³ i w przedziale tym mieszczą się oznaczenia pozostałych 112 próbek. Stężenie **magnezu** w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego wahały się w zlewni Kamienicy od 7,4 do 19,0 mg/dm³, w zlewni Popradu od 6,1 do 18,7 mg/dm³ i w zlewni Dunajca od 6,6 do 22,7 mg/dm³. Najwyższe stężenia tego pierwiastka stwierdzono w próbce pobranej z Moszczenicy, tuż za Starym Sączem, tj. 22,70 mg/dm³. W tym samym cieku, w próbce z odcinka źródłiskowego oznaczono również najwyższe ilości **fluorków** (0,27 mg/dm³). Maksymalne stężenia Mg i F⁻ nie przekroczyły zawartości naturalnych dla wód rzecznych. Pod względem stężenia: F⁻, Cl⁻, SO₄²⁻ i Mg²⁺ wszystkie z przebadanych cieków należą do I klasy jakości wód powierzchniowych (Ryc. 16).

Zawartości **wapnia** w wodach Sądecczyzny wykazały znacząco większe zróżnicowanie. W zlewniach Dunajca i Kamienicy Nawojowskiej występowanie omawianego pierwiastka mieściło się w przedziale 30–97 mg/dm³. W wodach Popradu i jego dopływów maksymalne stężenie Ca przekroczyło 163 mg/dm³, jednak zawartości te nie odbiegają od stężeń zmierzonych w innych polskich rzekach (Dojlido 1995). W 83 z 123 przebadanych próbkach stwierdzono I klasę, w 38 II klasę oraz w dwóch próbkach stężenie Ca odpowiadało III klasie jakości wód (Ryc. 17). Ilość wapnia jest niewątpliwie związana ze spoiwem węglanowym (głównie kalcytowym bądź dolomitycznym) występującym w utworach fliszowych podjednostki sądeckiej i kryniczkiej, budujących podłoże skalne Beskidu Sądeckiego (Ryc. 2).

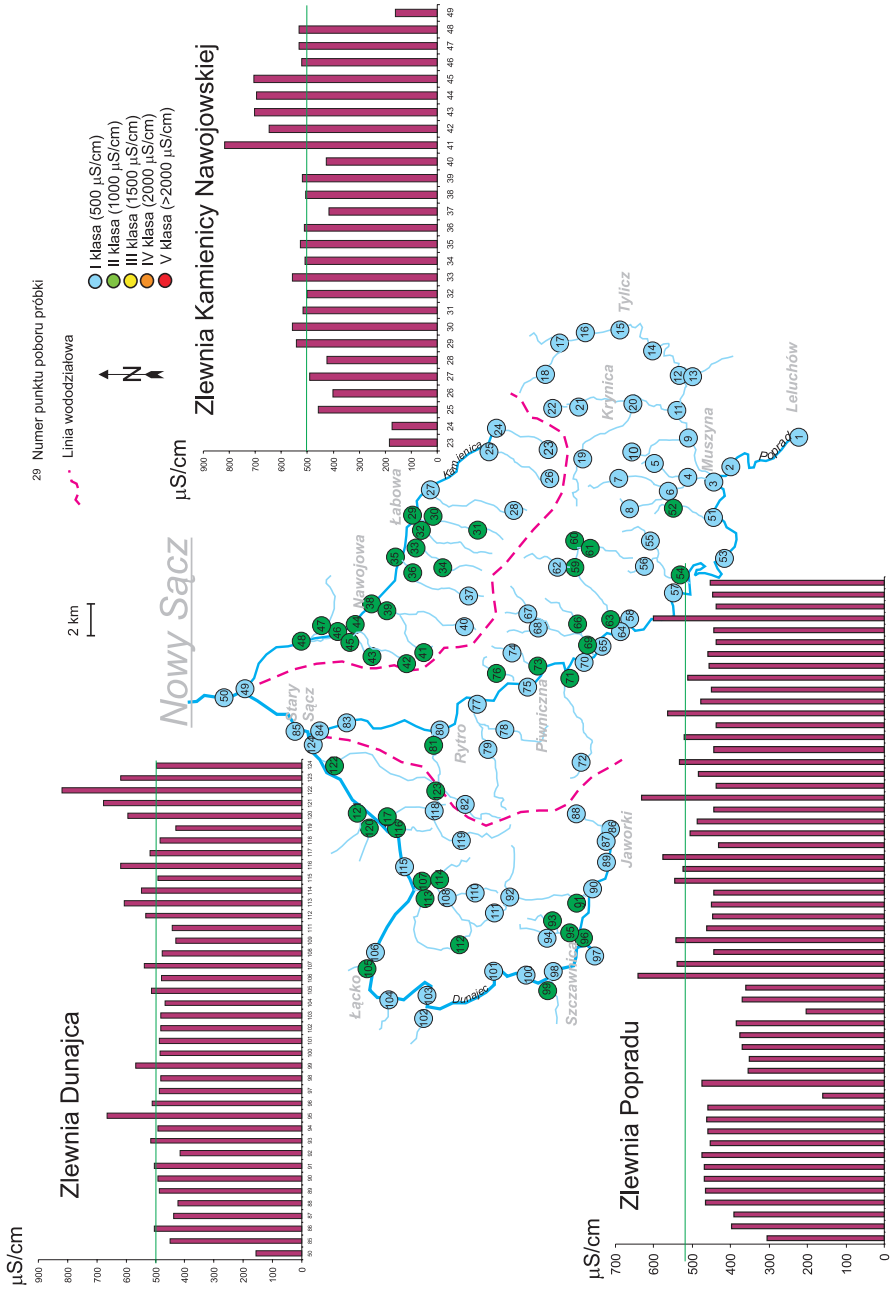
Zmierzona **przewodność** (PEW) mieści się w przedziale 152–820 μS/cm i klasyfikuje badane wody do I bądź II klasy jakości (Ryc. 18).



Ryc. 16. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń: F⁻, Cl⁻, SO₄²⁻ i Mg, w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 17. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń Ca w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 18. Klasy jakości wód wraz z pomiarami PEW w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

W wodach Kamienicy Nawojowskiej średnia przewodność wyniosła 501 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (zakres 161–819 $\mu\text{S}/\text{cm}$), w zlewni Popradu była nieco niższa 368 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (zakres 152–640 $\mu\text{S}/\text{cm}$), a w zlewni Dunajca wyniosła 495 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (zakres 156–820 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Najwyższą wartość zmierzono w punkcie 122, w potoku Moszczenica. Wartości powyżej 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ stwierdzono w wodach zlewni Kamienicy w: Nawojowej i Łabowej, w zlewni Dunajca w okolicach: Szczawnicy, Jazowska, Gołkowic i Starego Sącza, oraz w zlewni Popradu w okolicy Wierchomli.

4.5. Zawartości metali

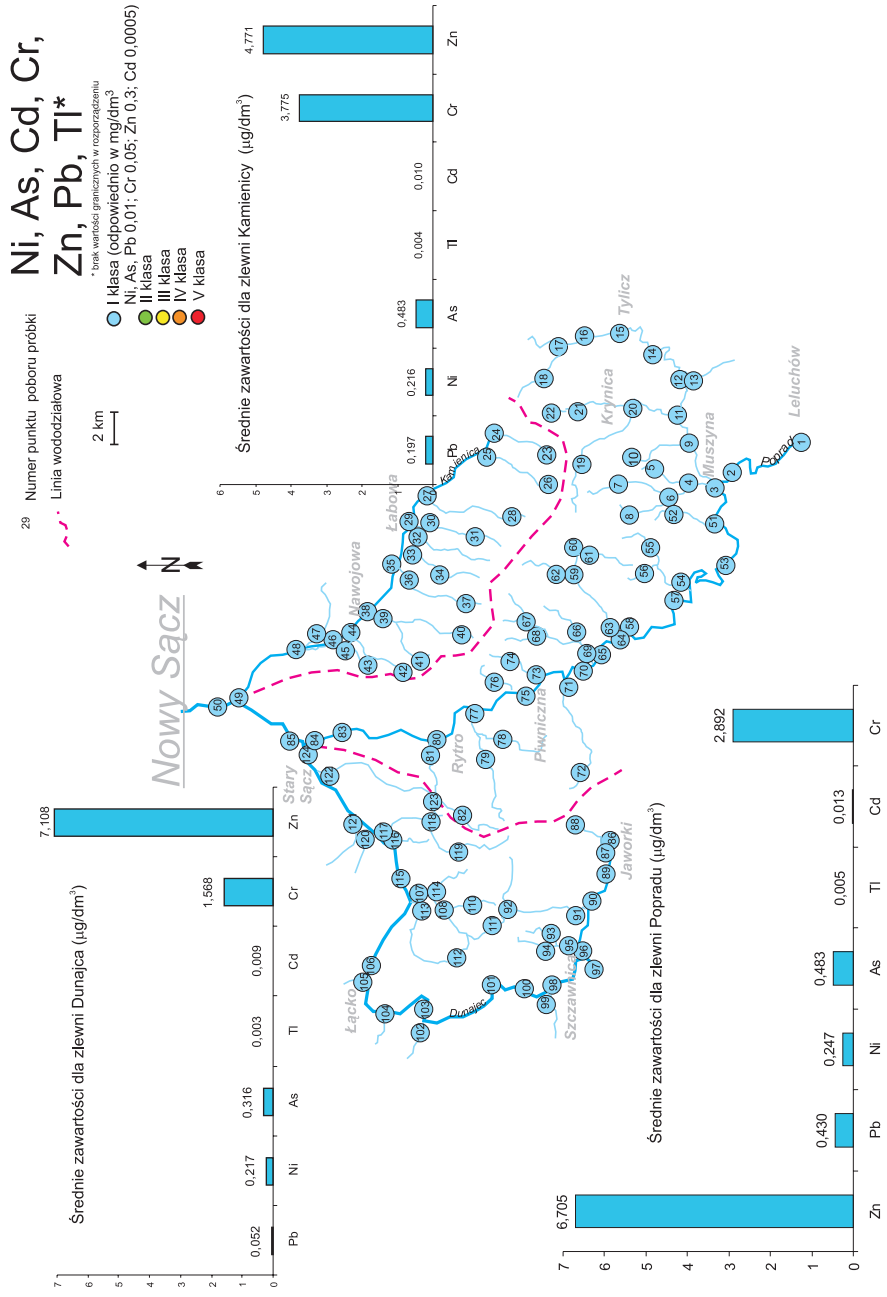
W pobranych próbkach wód zostały określone zawartości metali² (w tym metali ciężkich), przypisane w nowym rozporządzeniu (Dz. U. 162, poz. 1008) do grupy wskaźników chemicznych charakteryzujących występowanie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego nazwane zanieczyszczeniami specyficznymi. W żadnej z 123 pobranych próbek nie stwierdzono przekroczenia wartości granicznych I klasy jakości wód pod względem zawartości: niklu, arsenu, kadmu, chromu, talu, cynku i ołowiu (Ryc. 19).

Średnia zawartość **niklu** w badanych wodach wynosiła zwykle około 0,2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, przy czym największe stężenie (2,2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) stwierdzono w próbce nr 22 pobranej z Kryniczanki. W zlewni Dunajca najwyższe koncentracje (1,1–1,3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) oznaczono w Moszczenicy, tuż za Starym Sączem.

Nie stwierdzono również niepokojąco wysokich zawartości **arsenu**. Najwyższą ilość 3,6 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ oznaczono w Popradzie poniżej miejsca, w którym łączy się z Wierchomlanką, tuż za kamieniołomem. Śladowe ilości (tj. 1,5 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) oznaczono w Moszczenicy, tuż za Starym Sączem.

Innym badanym metalem był **kadm** należący do pierwiastków silnie rozproszonych w skałach i łatwo uruchamianych w procesach wietrzenia. Zasadniczymi źródłami zanieczyszczenia są ścieki komunalne, nawozy fosforowe i przemysł wydobywczy oraz komunikacja (Kabata-Pendias & Pendias 1993). Jako naturalną zawartość dla wód przyjmuje się 0,02 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ – wartość ta została przekroczona w Potoku Obidzkim (0,03 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), w Dunajcu w miejscowości Kłodne (0,04 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), oraz w Kamienicy w Nowym Sączu (0,03 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i w rejonie Roztoki Wielkiej (0,03 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Najwyższą ilość kadmu, 0,1 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ stwierdzono w wodach Popradu w Muszynie.

² W rozporządzeniu tym (Dz. U. Nr 162, poz. 1008) w grupie metale znajdują się pierwiastki niebędące metalami, np. bor i arsen (metaloide). Do grupy tej autorka dołączyła również metale niewzględnione w rozporządzeniu, tj. tal, stront i lit, których oznaczenia wykonano w trakcie badań.



Ryc. 19. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń: Ni, As, Cd, Cr, Zn, Pb i Tl, w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

Kolejny z badanych pierwiastków, **chrom** (Cr^{3+} i Cr^{6+}), szybko ulega wytrącaniu w środowisku wodnym, a jego naturalna zawartość w rzekach wynosi $0,5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$. Wartość ta we wszystkich badanych próbkach została znacznie przekroczona. Najwyższe stężenie chromu $29,4 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ stwierdzono w Łabowszczańskim Potoku w miejscowości Łabowa. To właśnie w zlewni Kamienicy Nawojowskiej stwierdzono najwyższe zawartości tego metalu (Tab. 5–7). Szczegółowe omówienie występowania tego pierwiastka zostało przedstawione w pracy Kicińskiej (2010).

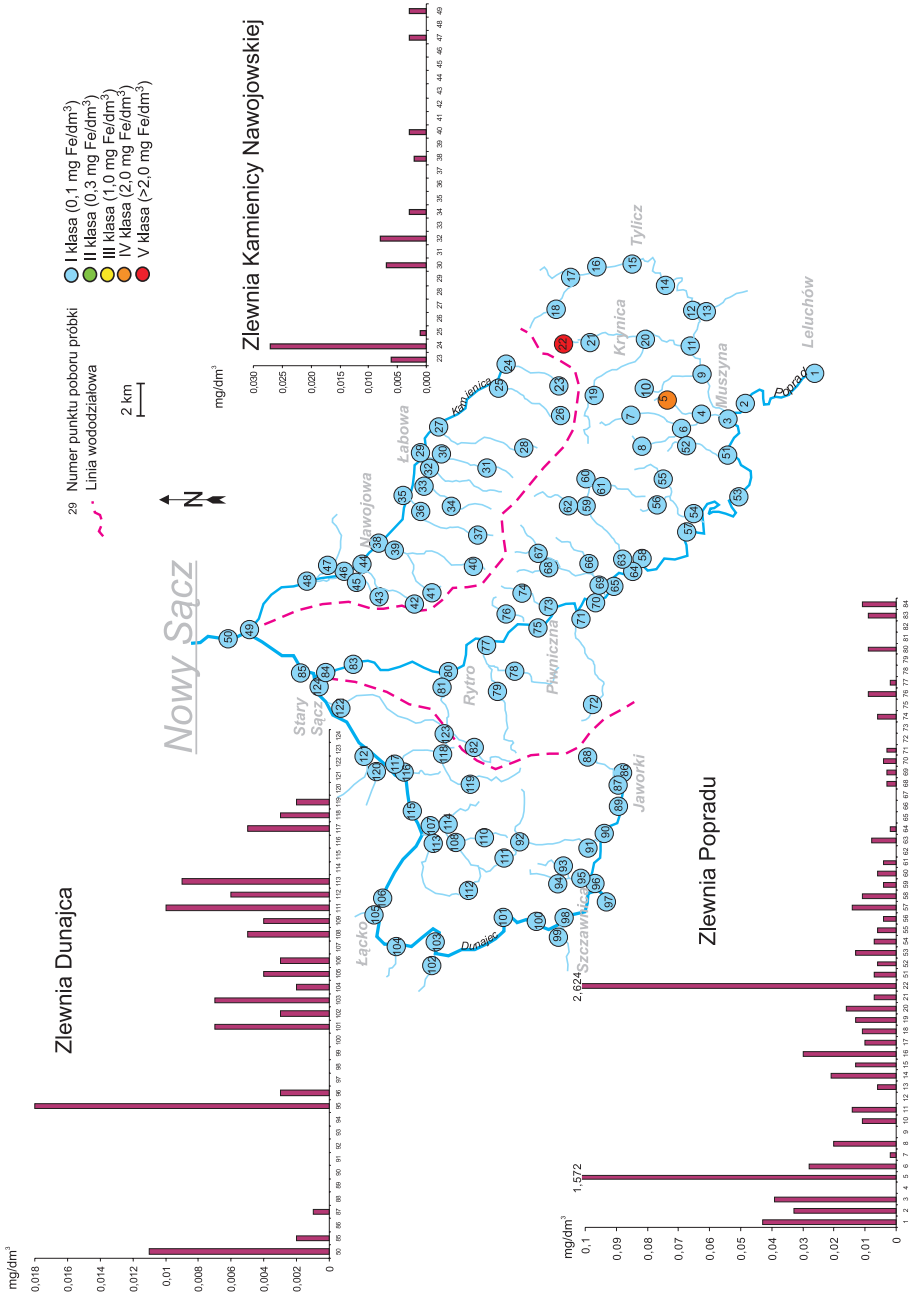
Naturalna zawartość **tal** w wodach rzecznych wynosi $5\text{--}17 \text{ ng}/\text{dm}^3$ (Kabata-Pendias & Pendias 1999). W badanych próbkach oznaczony zakres wahał się od 1 do $3 \text{ ng}/\text{dm}^3$, dlatego też należy uznać, iż nie istnieje zagrożenie zanieczyszczenia wód powierzchniowych tym pierwiastkiem.

Zawartość naturalna **cynku** w wodach rzecznych wynosi około $10 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (Kabata-Pendias & Pendias 1999). W badanych wodach zlewni Dunajca zanotowano przekroczenie tej wartości: na Dunajcu w Nowym Sączu ($137 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), w Potoku Obidzkim ($27 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), w Moszczenicy ($21 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) oraz w Łabowszczańskim Potoku ($21 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), w obszarze źródłiskowym Kamienicy Nawojowskiej w Roztoce ($13\text{--}15 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) oraz we wszystkich pobranych próbkach wód na obszarze Muszyny, Krynicy i Tylicza ($10\text{--}20 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, próbki numer 1–20). Wzrost koncentracji Zn w wodach należy wiązać z zanieczyszczeniami atmosferycznymi pochodzenia komunikacyjnego.

Stężenie **olowiu** w wodach rzecznych według Dojlido (1995) waha się od części dziesiętnych do kilku $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. We wszystkich 123 pobranych próbkach oznaczone koncentracje mieściły się w tym zakresie.

Maksymalne ilości form **żelaza** rozpuszczonych w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego wyniosły odpowiednio $0,027 \text{ mg}/\text{dm}^3$ w zlewni Kamienicy Nawojowskiej, $2,624 \text{ mg}/\text{dm}^3$ w zlewni Popradu oraz $0,018 \text{ mg}/\text{dm}^3$ w zlewni Dunajca. Stężenie Fe uważane za naturalne w wodach rzecznych waha się między $0,010$ a $1,400 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (Kabata-Pendias & Pendias 1999). Porównując otrzymane wyniki z danymi literaturowymi, należy stwierdzić, iż jedynie w dwóch miejscach zawartości tego pierwiastka były wyższe od górnej granicy przywołanego przedziału. Nie została przekroczona wartość graniczna dla I klasy jakości wód w niemal wszystkich badanych próbkach, z wyjątkiem próbki pobranej u źródeł Krynicyzanki ($2,624 \text{ mg}/\text{dm}^3$, próbka nr 22) i próbki nr 5 pobranej w Złockim Potoku, tuż przy mofetach ($1,572 \text{ mg}/\text{dm}^3$). Zwiększone ilości Fe w wodach są wynikiem procesów wietrzenia i jest to naturalna, choć podwyższona zawartość, która i tak ulega rozcieńczeniu w dolnych odcinkach cieków (Ryc. 20).

W tych samych punktach (próbki nr 5 i 22) stwierdzono również podwyższone zawartości **manganu** (odpowiednio klasa IV i III jakości wód). Żelazo i mangan wykazują duże powinowactwo geochemiczne. W wodach rzecznych ilości Mn wahają się w granicach $0,02\text{--}130 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (Kabata-Pendias & Pendias 1999).



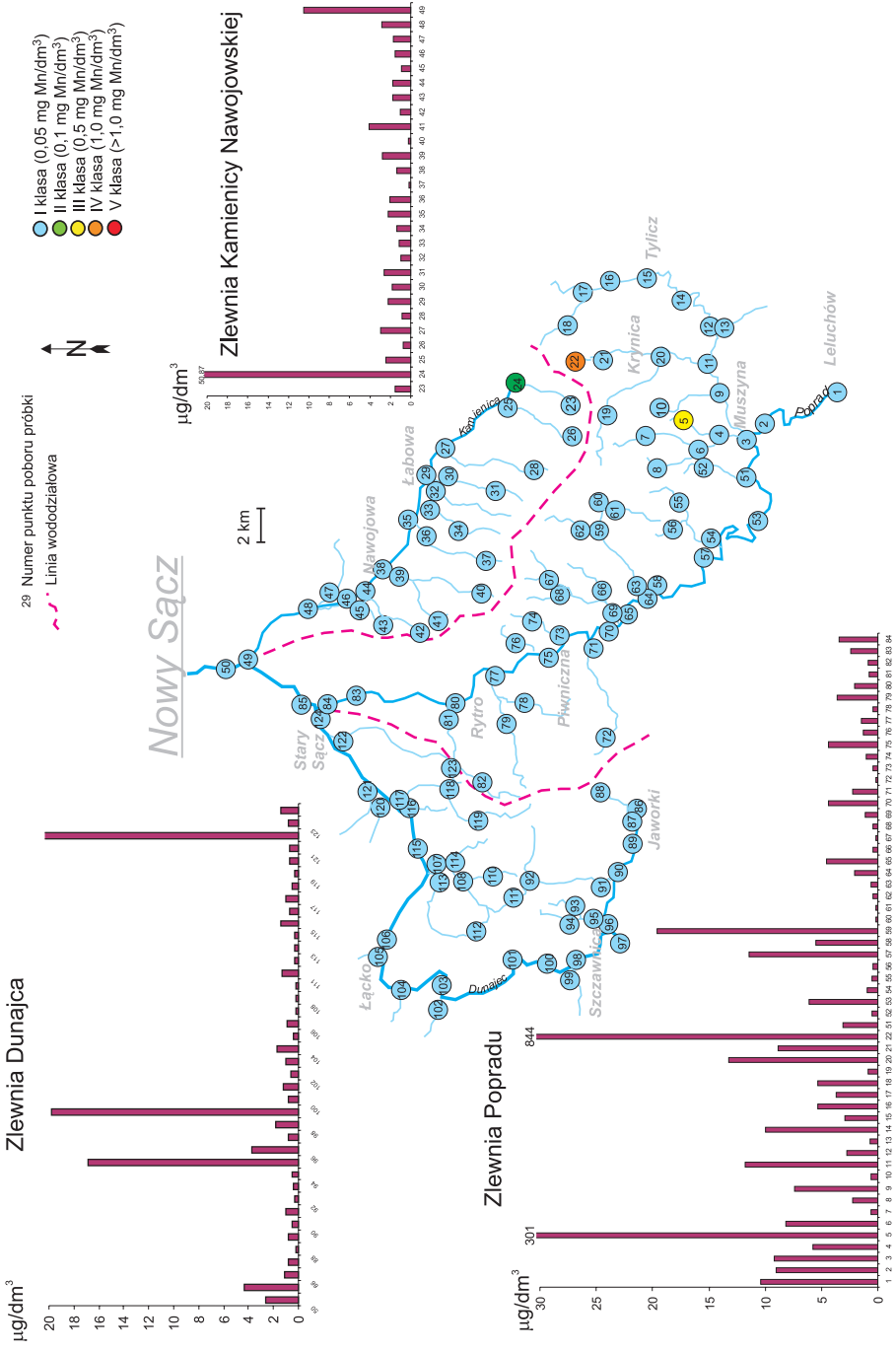
Ryc. 20. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń Fe w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

W zlewni Kamienicy Nawojowskiej stwierdzona zawartość wynosi 0,19–50,87 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, w zlewni Dunajca 0,19–22,70 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, natomiast w zlewni Popradu we wszystkich pobranych próbkach z wyjątkiem dwóch wspomnianych (nr 5 i 22) ilości Mn wahają się 0,17–19,63 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Maksymalne stężenie (844 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) stwierdzono w wodach pobranych w odcinku źródłiskowym Kryniczanki (próbka nr 22). Ponad 300 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ omawianego metalu znajdowało się w wodach Złockiego Potoku. Występowanie tego pierwiastka w dużych ilościach jest charakterystyczne dla osadów fliszowych bogatych w konkretje żelazisto-manganowe. W pozostałych punktach opróbowania zawartość Mn nie przekroczyła wartości granicznej I klasy (tj. 50 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). W jednej próbce wody pobranej w Kamienicy Nawojowskiej w miejscowości Rozтока Wielka zawartość Mn odpowiadała klasie II jakości (Ryc. 21).

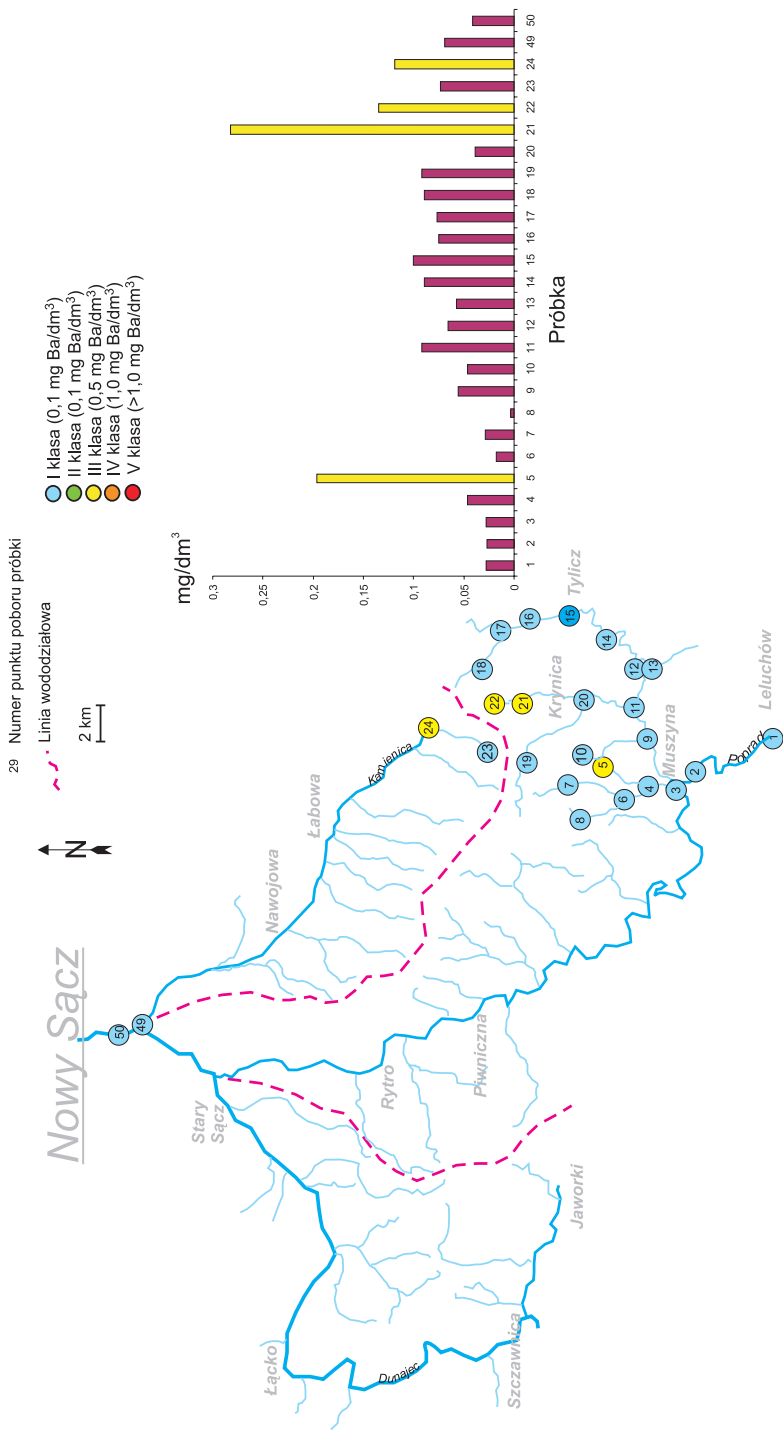
Z uwagi na występowanie wód mineralnych i leczniczych na obszarze Beskidu Sądeckiego, pozyskiwanych z naturalnych wypływów, jak również z odwiertów głębinowych w rejonie Krynicy, Muszyny i Tylicza, wykonano dodatkowe oznaczenia zawartości: baru, glinu i litu.

Zawartości **baru** w większości badanych próbek mieściły się w przedziale 0,003–0,282 mg/dm^3 i odpowiadały I klasie jakości wód. W wodach Kryniczanki, Mochnaczkki i Złockiego Potoku koncentracje badanego pierwiastka wyniosły ponad 100 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, co dało podstawę do wydzielenia III klasy jakości wód (Ryc. 22). Najwyższe stężenie baru, ponad 280 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, stwierdzono w próbce nr 21 pobranej w Parku Słotwińskim w Krynicy. W wodach rzecznych stężenie opisywanego pierwiastka winno oscylować między 10–100 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (Kabata-Pendias & Pendias 1999). Związki baru towarzyszą konkretjom manganowo-żelazistym i są łatwo uruchamiane w procesach wietrzenia, stąd korelacja pomiędzy ilościami Fe, Mn, Cl oraz Ba. Wyliczone współczynniki korelacji wyniosły odpowiednio 0,38, 0,34 i 0,46.

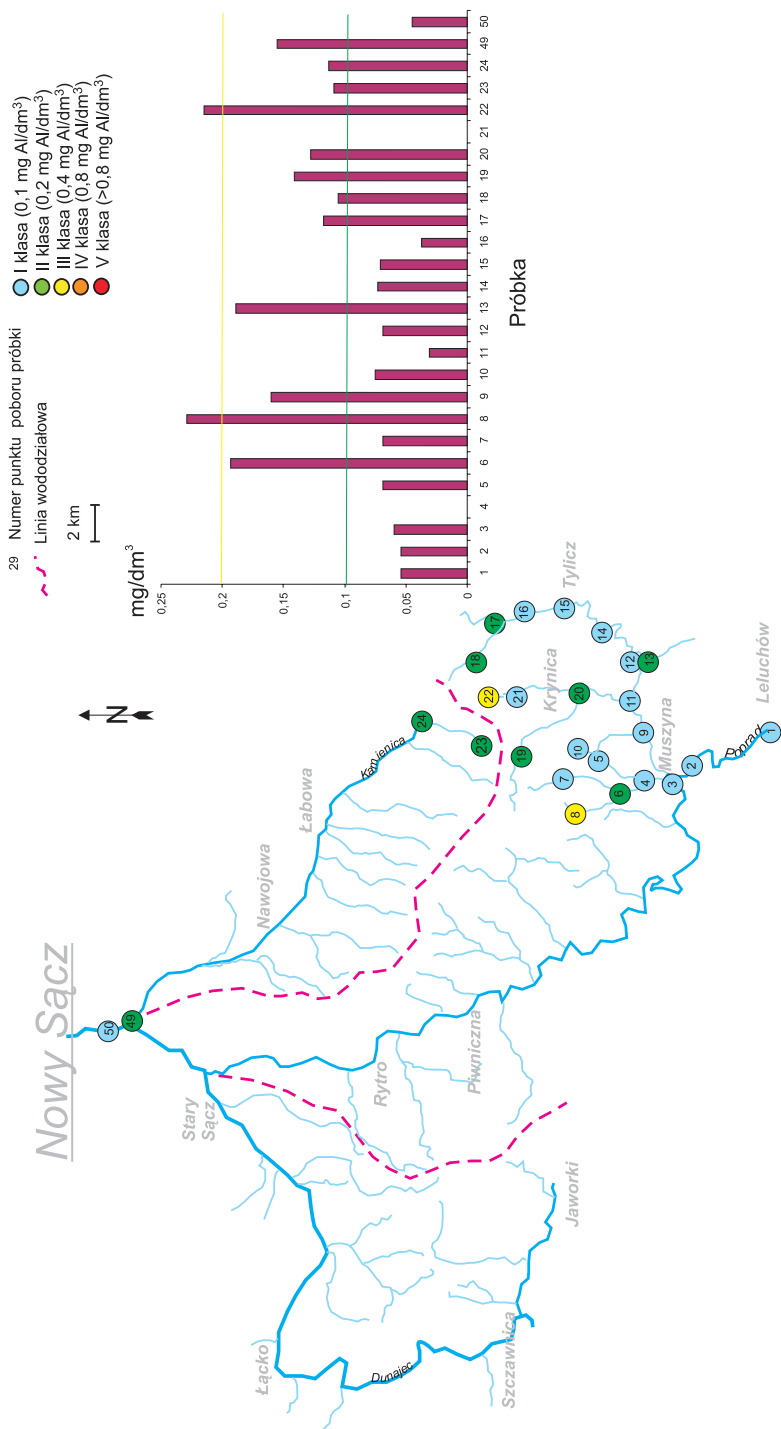
Kolejnym badanym pierwiastkiem był jeden z głównych składników skorupy ziemskiej – **glin**, który tworzy w wodzie kompleksy wodorotlenowe, siarczanowe, fluorkowe i fluoroglinianowe (Dojlido 1995). Związki glinu należą jednak do słabo rozpuszczalnych i jego średnia zawartość w wodach rzecznych wynosi ok. 64 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (Kabata-Pendias & Pendias 1999). Mediana zawartości Al w wodach Sądeczczyzny (dla $n = 26$) wyniosła 74 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Oznaczone ilości tego metalu odpowiadały I, II i III klasie jakości wód (Ryc. 23). Najwyższe stężenia, tj. 229 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i 215 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, stwierdzono odpowiednio w próbce nr 8 (Szczawnik, poniżej ujęcia wody) oraz w odcinku źródłiskowym Kryniczanki (próbka nr 22). Ilość rozpuszczonego glinu związana jest z kwasowością wody (Dojlido 1995) – w próbkach wykazujących najwyższe stężenia glinu stwierdzono najniższe pH (ok. 6,2).



Ryc. 21. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń Mn w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 22. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń Ba w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)



Ryc. 23. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń Al w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

Ostatnim z badanych metali był **lit**, pierwiastek silnie rozproszony w skorupie ziemskiej, występujący w wodach głównie w formie koloidalnej, rzadko w postaci jonowej (Kabata-Pendias & Pendias 1999). Duże ilości tego pierwiastka ($800 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) mogą występować w wodach mineralnych w okolicach Krynicy. Przyjmując zawartość litu $0,16\text{--}2,46 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ jako naturalną dla wód powierzchniowych (Gaillardet *et al.* 2003 *vide* Kabata-Pendias & Mukherjee 2007), w żadnej z badanych próbek nie stwierdzono zawartości litu odpowiadającej przywołanemu przedziałowi. Oznaczone stężenia w pobranych wodach wyniosły $3\text{--}30 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ i wody te należy uznać za wzbogacone w ten pierwiastek.

4.6. Inne pierwiastki i substancje nieorganiczne

W 26 próbkach pobranych na obszarze Beskidu Sądeckiego nie stwierdzono przekroczenia wartości granicznej I klasy pod względem zawartości: boru, strontu, krzemionki, potasu i sodu (Ryc. 24).

Maksymalna zawartość **boru** w badanych próbkach wyniosła $0,02 \text{ mg}/\text{dm}^3$ i na tle zawartości oznaczonych w innych rzekach polskich (zakres $10\text{--}200 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) należy uznać ten wynik za zadowalający (Kabata-Pendias & Pendias 1999).

Podobną sytuację stwierdzono w przypadku **strontu**. Maksymalna ilość tego pierwiastka w badanych próbkach wyniosła $0,51 \text{ mg}/\text{dm}^3$ i jest 10 razy mniejsza, niż wynosi górna granica jego zawartości naturalnej w wodach rzecznych.

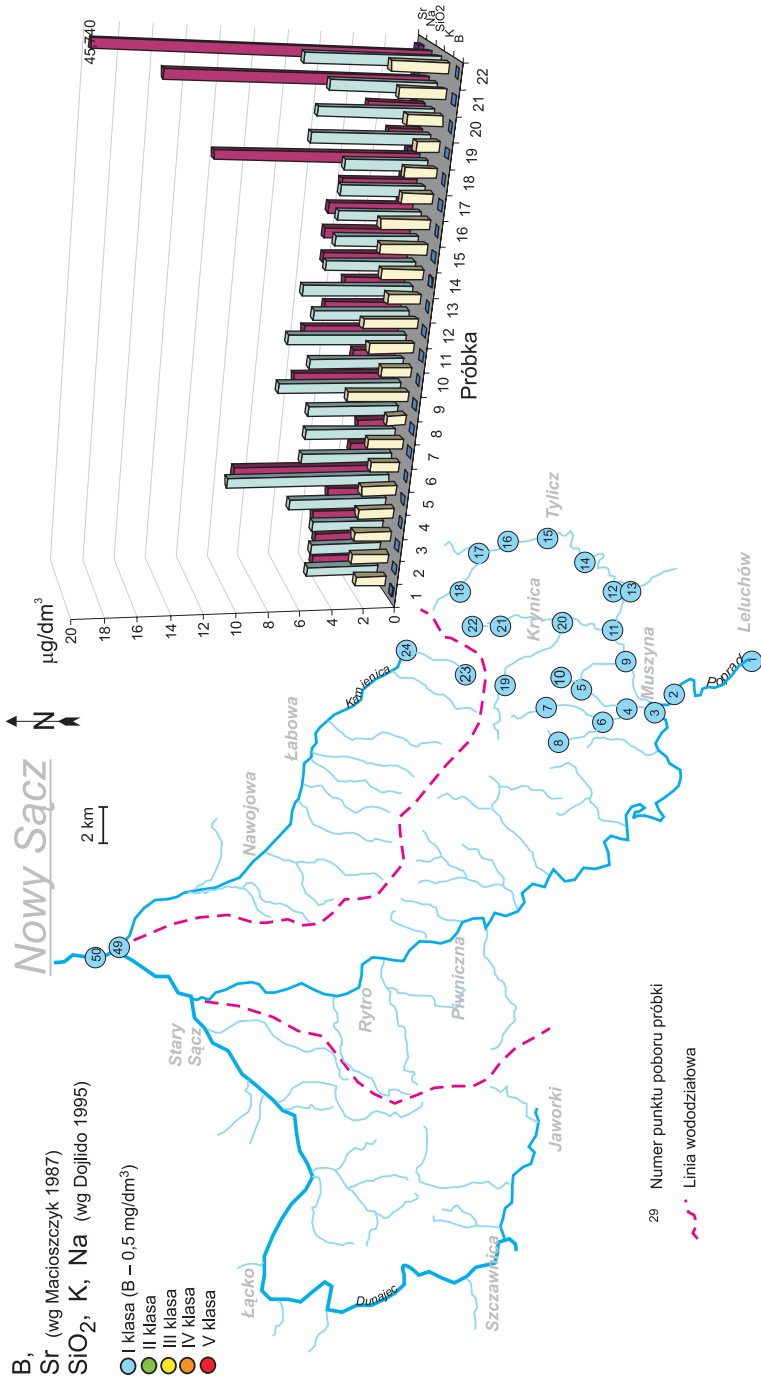
Jak podaje Dojlido (1995), stężenie **krzemionki** w wodach rzecznych waha się między $0,6$ a $14 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (średnia około $5 \text{ mg}/\text{dm}^3$). W próbkach wód pobranych z sądeckich rzek stwierdzono następujące mediany dla zlewni: Kamienicy Nawojowskiej – $5,33 \text{ mg}/\text{dm}^3$; Popradu – $5,84 \text{ mg}/\text{dm}^3$ i Dunajca – $2,81 \text{ mg}/\text{dm}^3$.

Zawartość **potasu** w wodach rzecznych waha się między 2 a $6 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (Dojlido 1995). W wyniku przeprowadzonych badań oznaczono zakres występowania omawianego pierwiastka w zlewniach trzech badanych rzek. Mieszczą się one w przedziale $1,17\text{--}3,84 \text{ mg}/\text{dm}^3$.

Największe stężenie **sodu** stwierdzono w próbce nr 22, pobranej z Krynicy (45,7 mg/dm^3), w pozostałych próbkach zmierzony zakres wahał się od $1,88$ do $15,76 \text{ mg}/\text{dm}^3$ i był adekwatny do zakresu stwierdzonego w innych rzekach polskich ($0, X\text{--}X \text{ mg}/\text{dm}^3$, Dojlido 1995). Wysokie stężenie sodu w próbce nr 22 jest najprawdopodobniej wynikiem stosowania solanek do zimowego utrzymania dróg.

4.7. Parametry mikrobiologiczne

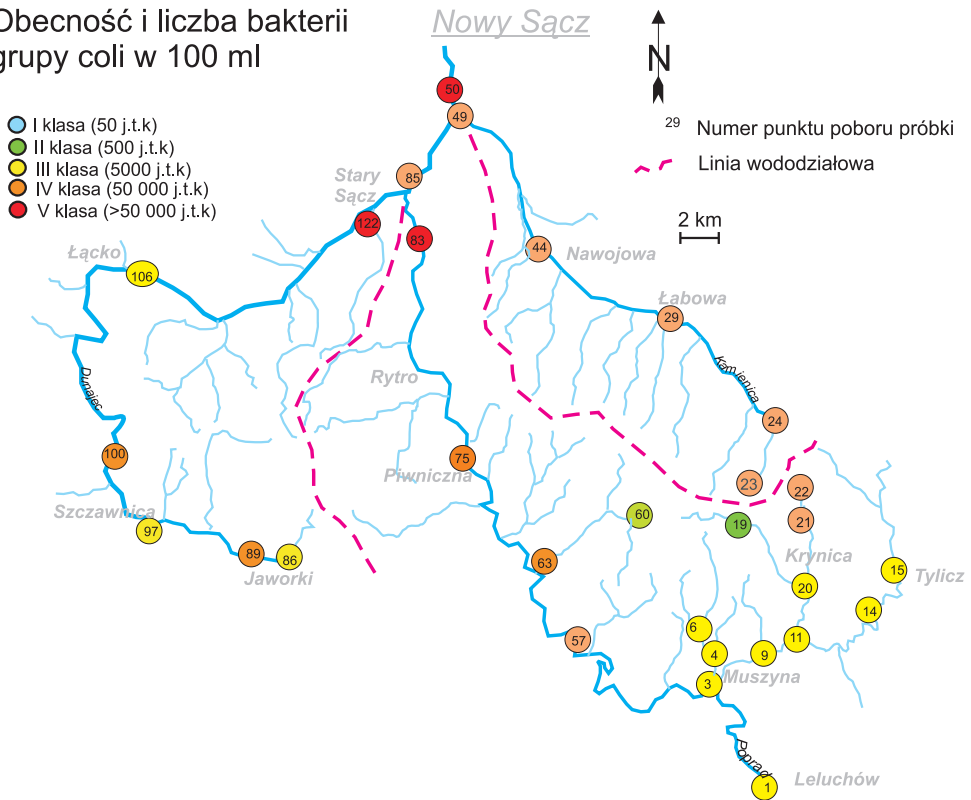
Ostatnią badaną grupą parametrów były wskaźniki mikrobiologiczne, takie jak: obecność i liczba bakterii grupy coli oraz obecność i liczba bakterii grupy coli termotolerancyjnych i *Escherichia coli*.



Ryc. 24. Klasy jakości wód wraz z pomiarami stężeń: B, Sr, SiO₂, K i Na, w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

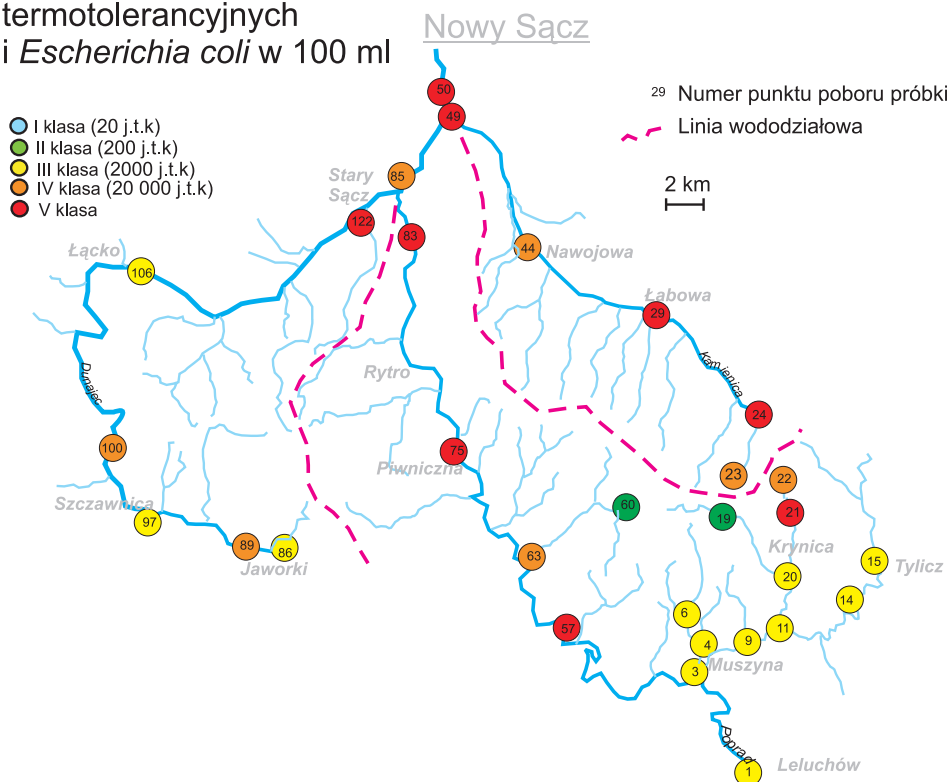
W obu oznaczeniach bakteryjnych w żadnej z badanych próbek nie stwierdzono zawartości odpowiadającej I klasie jakości wód. W zlewni Kamienicy Nawojowskiej w pobranych próbkach oznaczono od 11 000 do 40 000 jednostek tworzących kolonie (j.t.k.) w 100 ml wody. Wszystkie badane próbki należały do IV klasy jakości wód. W dorzeczu Popradu w przypadku obu oznaczanych parametrów mikrobiologicznych stwierdzono od 80 do 63000 j.t.k. bakterii, co odpowiadało wodom II klasy (odcinki źródłowe Czarnego Potoku i Wierchomlanki), klasy III (Mochnaczka, Muszynka i Poprad od Leluchowa do wysokości Muszyny) oraz klasy IV i V (Krynica i Poprad od Muszyny do połączenia z Dunajcem). Wody Dunajca wykazują również znaczne zanieczyszczenia bakteriologiczne. W pobranych próbkach wody stwierdzone ilości bakterii pochodzenia fekalnego mieszczą się w przedziale od 1700 do 120 000 j.t.k., co klasyfikuje je do III, IV i V klasy jakości wód (Ryc. 25, 26). Największą ilość bakterii – 120 000 j.t.k., stwierdzono w cieku wypływającym ze Starego Sącza i łączącym się z Popradem.

Obecność i liczba bakterii grupy coli w 100 ml



Ryc. 25. Klasy jakości wód wg obecności i liczby bakterii grupy coli w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

Obecność i liczba bakterii grupy coli termotolerancyjnych i *Escherichia coli* w 100 ml



Ryc. 26. Klasy jakości wód wg obecności i liczby baterii coli termotolerancyjnych i *Escherichia coli* w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

Główne przyczyny tak fatalnego stanu bakteriologicznego wód Sądeczyzny to: opróżnianie szamb przez mieszkańców bezpośrednio do potoków i rzek, liczne dziki wysypiska śmieci, które można zobaczyć niemal w każdym potoku (Fot. 8), rowie, na obrzeżach wiosek i przysiółków (Fot. 9) oraz punktowe źródła zanieczyszczeń pochodzące z hodowli zwierząt i produkcji artykułów spożywczych.

Najgorszą sytuację mikrobiologiczną stwierdzono w rejonie Starego Sącza, w przypadku którego wskaźniki skanalizowania są najniższe w tym rejonie.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, iż zanieczyszczenia mikrobiologiczne we wszystkich ciekach powierzchniowych dyskwalifikowały wody powierzchniowe do wykorzystania w celach spożywczych oraz jako potencjalne kąpieliska.



Fot. 8. Potoki i jary to często dzikie wysypiska śmieci (fot. A. Kicińska, 2007 r.)



Fot. 9. Pobocze drogi Nowy Sącz – Krynica (fot. A. Kicińska, 2007 r.)

5. Ocena stanu wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników stanu tych wód (Dz. U. Nr 32, poz. 284), mającym obowiązywać od 2004 r. do 1 stycznia 2005 r., a obowiązującym do momentu ogłoszenia Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych wód powierzchniowych (Dz. U. Nr 162, poz. 1008), w § 2 wprowadzono pięć klas jakości wód (I–V) z uwzględnieniem kategorii jakości wody: A1, A2 i A3 (Tab. 8).

Kierując się § 13 pkt 4 dotyczącym „określenia klasy jakości wód powierzchniowych poprzez porównanie wyznaczonych wartości stężeń poszczególnych wskaźników jakości wód występujących w warunkach naturalnych w podwyższonych stężeniach, z wartościami granicznymi określonymi w załączniku do rozporządzenia”, dokonano oceny zmierzonych parametrów (Zał. 2).

Tabela 8

Liczba wystąpień badanych wskaźników w poszczególnych klasach wód
(Dz. U. Nr 32, poz. 284)

| Lp. | Parametr | n | Liczba wystąpień wskaźnika w danej klasie | | | | |
|-----|------------------|-----|---|----------|-----------|----------|---------|
| | | | I klasa | II klasa | III klasa | IV klasa | V klasa |
| 1 | pH | 123 | 101 | 6 | 16 | – | – |
| 2 | Przewodność | 123 | 77 | 46 | – | – | – |
| 3 | Temperatura | 123 | 108 | 12 | 3 | – | – |
| 4 | BZT ₅ | 15 | 0 | 1 | 1 | 5 | 8 |
| 5 | B | 26 | 26 | – | – | – | – |
| 6 | Na | 26 | 26 | – | – | – | – |
| 7 | Li* | 26 | 26 | – | – | – | – |

Tabela 8 cd.

| | | | | | | | |
|----|---|-----|-----|----|----|----|---|
| 8 | K | 26 | 26 | – | – | – | – |
| 9 | P | 26 | 26 | – | – | – | – |
| 10 | Al | 26 | 14 | 10 | 2 | – | – |
| 11 | Fe | 123 | 121 | – | – | 1 | 1 |
| 12 | Mg | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 13 | Sr | 26 | 26 | – | – | – | – |
| 14 | Ca | 123 | 83 | 38 | 2 | – | – |
| 15 | Ba | 26 | 22 | – | 4 | 1 | – |
| 16 | Mn | 123 | 120 | 1 | 1 | 1 | – |
| 17 | Zn | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 18 | Pb | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 19 | Ni | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 20 | As | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 21 | Tl | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 22 | Cd | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 23 | Cr | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 24 | F ⁻ | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 25 | Cl ⁻ | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 26 | NO ₃ ⁻ | 123 | 118 | 5 | – | – | – |
| 27 | PO ₄ ³⁻ | 123 | 119 | – | 2 | 1 | 1 |
| 28 | SO ₄ ²⁻ | 123 | 123 | – | – | – | – |
| 29 | SiO ₂ | 26 | 26 | – | – | – | – |
| 30 | Obecność i liczba bakterii grupy coli w 100 ml | 30 | – | 2 | 12 | 13 | 3 |
| 31 | Obecność i liczba bakterii grupy coli termotolerancyjnych i <i>Escherichia coli</i> | 30 | – | 2 | 12 | 7 | 9 |

n – liczba analiz;

* brak podanego zakresu występowania w poszczególnych klasach w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

Na podstawie częstości występowania mierzonego parametru w poszczególnych klasach (Tab. 8) stwierdzono, iż:

- wody powierzchniowe Beskidu Sądeckiego wykazują naturalną zawartość 21 zmierzonych parametrów, są to: B, Na, Li, K, P, Fe, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F⁻, Cl⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻ oraz SiO₂;
- parametrami wykazującymi niewielki (lokalny) wpływ antropogeniczny lub podwyższone tło geochemiczne są: pH, temperatura, przewodność, zawartość: Al, Ca, Mn oraz NO₃⁻,
- parametrami decydującymi o niezadowalającej i złej jakości wód są: BZT₅ oraz wskaźniki mikrobiologiczne.

Na podstawie wykonanych bilansów jonowych stwierdzono, iż są to wody typu wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowo-magnezowego (HCO₃-SO₄-Ca-Mg).

5.1. Ocena ogólna

Opierając się na wytycznych zawartych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych...* (Dz. U. Nr 32, poz. 284), na podstawie uzyskanych wyników oznaczonych parametrów stwierdzono, iż pobrane 123 próbki wód powierzchniowych uzyskały następującą **ocenę ogólną** (Tab. 9, Ryc. 27):

- 89 próbek klasę I,
- 22 próbki klasę II,
- 9 próbek klasę III,
- 2 próbki klasę IV,
- 1 próbka klasę V.

Wynik ten należałoby uznać za wyjątkowo dobry, gdyby nie fakt, iż w żadnej próbce nie stwierdzono I klasy jakości wód pod względem parametrów mikrobiologicznych (Tab. 8).

W wyniku przeprowadzonych oznaczeń stwierdzono, iż głównymi zagrożeniami antropogenicznymi są zrzuty ścieków z gospodarstw indywidualnych powodujące zmiany ilościowe i jakościowe populacji biologicznych, prowadzące w efekcie do zmian ekosystemów rzecznych Sądecczyzny. W trakcie badań terenowych zaobserwowano wiele zrzutów do przydrożnych rowów ścieków pochodzących z pobliskich domów, jak również powszechną praktykę opróżniania szamb w czasie ulewnych deszczy bądź budowania tzw. szamb „na butelkę”, czyli posiadających otwory w dnie. Niewątpliwie na stan mikrobiologiczny cieków powierzchniowych Sądecczyzny ma wpływ ruch turystyczny i wykorzystywanie infrastruktury turystycznej, np. schronisk górskich (Kicińska & Garwol 2007; Kicińska 2008; Kicińska & Laskowska 2009).

Tabela 9
Klasyfikacja jakości wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (Dz. U. Nr 32, poz. 284)

| Nr próbki | Nazwa cieku powierzchniowego | Ogólna liczba parametrów | Liczba parametrów należących do: | | | | | Klasa jakości wód |
|-----------|--|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------|----------|---------|-------------------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 1 | POPRADEK – LELUCHÓW | 31 | 28 | | 2 | 1 | | I |
| 2 | POPRADEK – MUSZYNA FOLWARK | 28 | 28 | | | | | I |
| 3 | POPRADEK – ZAOPRADZIE | 30 | 28 | | 2 | | | I |
| 4 | SZCZAWNIK – ZŁOCKIE | 30 | 28 | | 2 | | | I |
| 5 | ZŁOCKI POTOK – ZŁOCKIE | 28 | 24 | | 3 | 1 | | III |
| 6 | SZCZAWNIK – połączenie SZCZAWNIKA I SZCZAWNICZKA | 30 | 26 | 2 | 2 | | | II |
| 7 | SZCZAWNICZEK | 28 | 27 | 1 | | | | I |
| 8 | SZCZAWNIK – poniżej ujęcia wody | 28 | 26 | 1 | 1 | | | I |
| 9 | MUSZYNA – POWROŹNIK | 30 | 26 | 2 | 2 | | | II |
| 10 | JASTRZĘBIK – JASTRZĘBIK | 28 | 28 | | | | | I |
| 11 | MUSZYNA – POWROŹNIK/KRYNICA | 30 | 27 | 1 | 2 | | | I |
| 12 | MUSZYNA – powyżej POWROŹNIKA | 28 | 27 | 1 | | | | I |
| 13 | WOJKOWSKI POTOK | 28 | 26 | 2 | | | | I |
| 14 | MUSZYNA – TYLICZ | 30 | 27 | 1 | 2 | | | I |
| 15 | MOCHNACZKA – TYLICZ | 30 | 26 | 1 | 2 | 1 | | II |
| 16 | MOCHNACZKA – MOCHNACZKA NIŻNA | 28 | 27 | 1 | | | | I |
| 17 | FATALOSZKA – MOCHNACZKA NIŻNA | 28 | 26 | 2 | | | | I |

Tabela 9 cd.

| Nr próbki | Nazwa cieku powierzchniowego | Ogólna liczba parametrów | Liczba parametrów należących do: | | | | | Klasa jakości wód |
|-----------|--|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------|----------|---------|-------------------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 18 | MOCHNACZKA – MOCHNACZKA WYŻNA | 28 | 27 | 1 | | | | I |
| 19 | CZARNY POTOK – powyżej ujęcia wody | 30 | 27 | 3 | | | | I |
| 20 | CZARNY POTOK – KRYNICA | 30 | 26 | 2 | 2 | | | II |
| 21 | KRYNICZANKA – PARK SŁOTWIŃSKI | 30 | 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | II |
| 22 | KRYNICZANKA – źródłisko | 30 | 22 | 1 | 3 | 3 | 1 | IV |
| 23 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – źródłisko | 30 | 27 | 1 | | 2 | | I |
| 24 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ROZTOKA | 31 | 24 | 3 | 1 | 1 | 2 | III |
| 25 | ŁOSIAŃSKI POTOK – ŁOSIE – ujście do KAMIENICY NAWOJOWSKIEJ | 19 | 19 | | | | | I |
| 26 | ŁOSIAŃSKI POTOK – źródłisko | 19 | 19 | | | | | I |
| 27 | UHRYŃSKI POTOK – ŁABOWA | 19 | 18 | | | 1 | | I |
| 28 | UHRYŃSKI POTOK – UHRYŃ | 19 | 19 | | | | | I |
| 29 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ŁABOWA | 21 | 16 | 2 | 1 | 1 | 1 | III |
| 30 | ŁABOWSZCZAŃSKI POTOK – ŁABOWA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 31 | ŁABOWSZCZAŃSKI POTOK – ŁABOWIEC | 19 | 18 | 1 | | | | I |
| 32 | FELECZYN – ŁABOWA | 19 | 17 | 2 | | | | I |

Tabela 9 cd.

| | | | | | | | | |
|----|--|----|----|---|---|---|---|-----|
| 33 | SKŁADZISZCZAŃSKI POTOK – MACIEJOWA | 19 | 16 | 2 | 1 | | | II |
| 34 | SKŁADZISZCZAŃSKI POTOK – SKŁADZISTE | 19 | 18 | 1 | | | | I |
| 35 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – MACIEJOWA | 19 | 16 | 3 | | | | II |
| 36 | CZACZOWIEC – CZACZÓW | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 37 | CZACZOWIEC – BARNOWIEC | 19 | 19 | | | | | I |
| 38 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – POPARDOWA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 39 | HOMERKA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 40 | ZŁOTNIAŃSKA RZEKA (HOMERKA) | 19 | 19 | | | | | I |
| 41 | BĄCZA – KUNINA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 42 | NAWOJOWSKI POTOK | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 43 | CIECIERZEWSKI POTOK – ŻELEZNIKOWA MAŁA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 44 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – NAWOJOWA | 21 | 17 | 1 | 1 | 2 | | III |
| 45 | CIECIERZEWSKI POTOK – NAWOJOWA | 19 | 16 | 3 | | | | II |
| 46 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – JAMNICA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 47 | KAMIONKA – JAMNICA | 20 | 17 | 2 | | 1 | | II |
| 48 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – NOWY SĄCZ | 20 | 16 | 2 | 1 | | | II |
| 49 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ujście | 31 | 27 | 1 | | 1 | 2 | II |

Tabela 9 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Ogólna liczba parametrów | Liczba parametrów należących do: | | | | | Klasa jakości wód |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------|----------|---------|-------------------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 50 | DUNAJEC – KOTLINA SADECKA | 31 | 27 | | 1 | 1 | 2 | III |
| 51 | MILIK – MILIK – ujście | 19 | 18 | 1 | | | | I |
| 52 | MILIK – MILIK – źródłisko | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 53 | POPRAĐ – ANDRZEJÓWKA | 20 | 19 | | | 1 | | I |
| 54 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – ŻEGIESTÓW | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 55 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – PALENICA | 19 | 19 | | | | | I |
| 56 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – RUSINÓWKA | 19 | 19 | | | | | I |
| 57 | POPRAĐ – ŻEGIESTÓW | 21 | 19 | | 1 | 1 | | I |
| 58 | POPRAĐ – WIERCHOMŁA | 19 | 19 | | | | | I |
| 59 | WIERCHOMŁANKA – WIERCHOMŁA WIELKA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 60 | WIERCHOMŁANKA – źródłisko | 21 | 17 | 4 | | | | II |
| 61 | WIERCHOMŁANKA – WIERCHOMŁA MAŁA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 62 | POTASZNA – WIERCHOMŁA WIELKA | 19 | 19 | | | | | I |
| 63 | WIERCHOMŁANKA – WIERCHOMŁA | 21 | 18 | 1 | | 2 | | II |
| 64 | POPRAĐ – MEDZIBRODIE | 19 | 19 | | | | | I |
| 65 | POPRAĐ – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | 19 | | | | | I |
| 66 | WAPIENNIK – KĄTY | 19 | 17 | 2 | | | | I |

Tabela 9 cd.

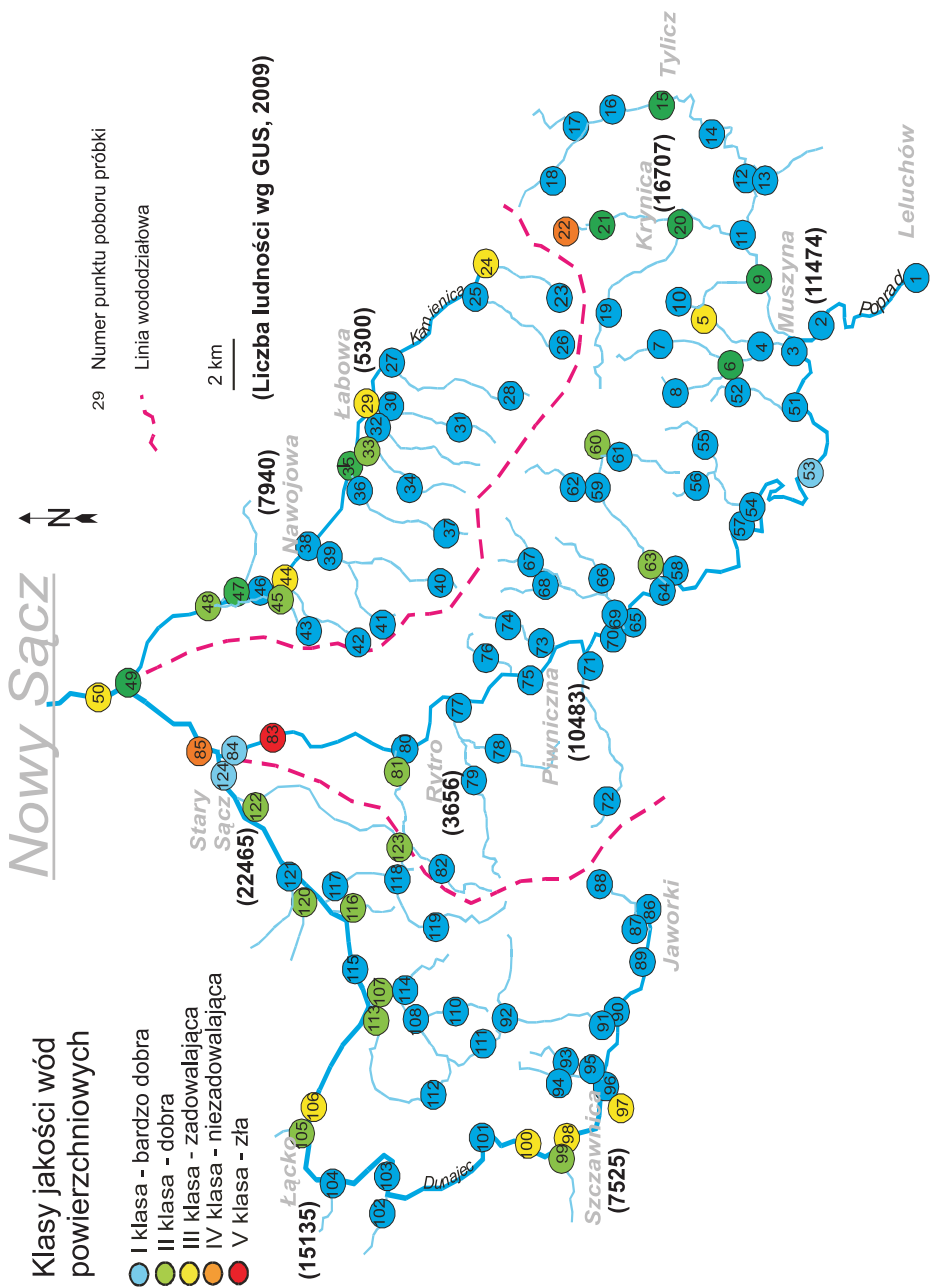
| | | | | | | | | | |
|----|---|----|----|----|---|---|---|--|----|
| 67 | ŁOMNICZANKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 68 | MAŁA ŁOMNICZKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 69 | ŁOMNICZANKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | 18 | 18 | 1 | | | | I |
| 70 | POPRAD – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 20 | 19 | 19 | | | 1 | | I |
| 71 | CZERCZ – PIWNICZNA | 19 | 18 | 18 | 1 | | | | I |
| 72 | CZERCZ – SUCHA DOLINA | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 73 | JAWORZYNA – KOKUSZKA – ujście | 19 | 17 | 17 | 2 | | | | I |
| 74 | JAWORZYNA – KOKUSZKA – źródłisko | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 75 | POPRAD – GŁĘBOKIE | 21 | 19 | 19 | | 1 | 1 | | I |
| 76 | GŁĘBOCZANKA – GŁĘBOKIE | 19 | 18 | 18 | 1 | | | | I |
| 77 | ROZTOKA WIELKA – RYTRO – ujście | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 78 | ROZTOKA MAŁA – RYTRO | 19 | 18 | 18 | | 1 | | | I |
| 79 | ROZTOKA WIELKA – RYTRO – źródłisko | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 80 | POPRAD – PRZYSIETNICA | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 81 | PRZYSIETNICA – PRZYSIETNICA – ujście | 19 | 16 | 16 | 3 | | | | II |
| 82 | PRZYSIETNICA – PRZYSIETNICA – źródłisko | 19 | 19 | 19 | | | | | I |
| 83 | POPRAD – MYŚLEC | 22 | 18 | 18 | 1 | | 3 | | V |
| 84 | POPRAD – BIEGONICE | 20 | 19 | 19 | | | 1 | | I |
| 85 | DUNAJEC – NOWY SĄCZ – PODRZECZE | 22 | 19 | 19 | | 3 | | | IV |

Tabela 9 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Ogólna liczba parametrów | Liczba parametrów należących do: | | | | | Klasa jakości wód |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------|----------|---------|-------------------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 86 | BIAŁA WODA – BIAŁA WODA | 21 | 19 | | 2 | | | I |
| 87 | CZARNA WODA – JAWORKI | 19 | 19 | | | | | I |
| 88 | CZARNA WODA – CZARNA WODA | 19 | 19 | | | | | I |
| 89 | GRAJCAREK – JAWORKI | 21 | 19 | | 2 | | | I |
| 90 | GRAJCAREK – SZCZAWNICA | 19 | 19 | | | | | I |
| 91 | SOPOTNICKI POTOK – SZCZAWNICA | 19 | 17 | 1 | 1 | | | I |
| 92 | SOPOTNICKI POTOK – SEWERYNÓWKA | 19 | 19 | | | | | I |
| 93 | CZARNY POTOK – SZCZAWNICA | 19 | 18 | 1 | | | | I |
| 94 | BIAŁY POTOK – SZCZAWNICA – źródłisko | 19 | 19 | | | | | I |
| 95 | BIAŁY POTOK – SZCZAWNICA – ujście | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 96 | GRAJCAREK – SZCZAWNICA | 19 | 18 | 1 | | | | I |
| 97 | DUNAJEC – SZCZAWNICA | 22 | 18 | 1 | 3 | | | III |
| 98 | DUNAJEC – KROŚCIENKO | 20 | 17 | | 1 | 1 | 1 | III |
| 99 | KROŚNICA – KROŚCIENKO | 19 | 16 | 2 | 1 | | | II |
| 100 | DUNAJEC – ZAWODZIE | 21 | 18 | | 1 | 2 | | III |
| 101 | DUNAJEC – KŁODNE | 19 | 18 | | 1 | | | I |
| 102 | OCHOTNICA – RZEKA | 19 | 17 | 1 | 1 | | | I |
| 103 | DUNAJEC – ZABRZEŻ | 19 | 18 | | 1 | | | I |

Tabela 9 cd.

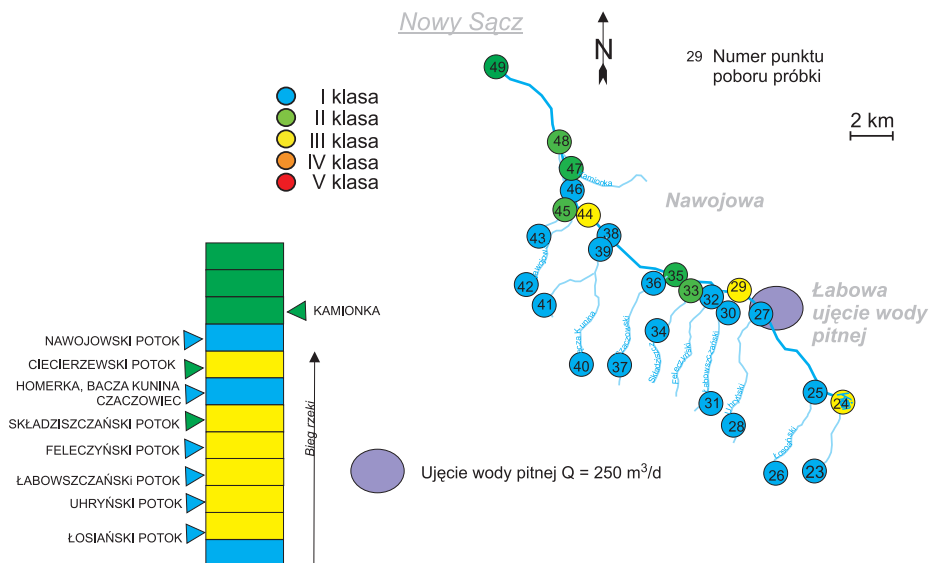
| | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------|----|----|---|---|---|---|-----|
| 104 | KAMIENICA – ZABRZEŻ | 19 | 18 | 1 | | | | I |
| 105 | CZARNY POTOK – ŁĄCKO | 19 | 16 | 2 | 1 | | | II |
| 106 | DUNAJEC – ŁĄCKO | 22 | 18 | | 3 | 1 | | III |
| 107 | POTOK OBIDZKI – JAZOWSKO | 19 | 16 | 2 | 1 | | | II |
| 108 | POTOK OBIDZKI – OPALANKA | 19 | 19 | | | | | I |
| 109 | _____ | – | – | – | – | – | – | – |
| 110 | MAJDAŃSKI POTOK | 19 | 19 | | | | | I |
| 111 | POTOK OBIDZKI – OBIDZA | 19 | 19 | | | | | I |
| 112 | POTOK OBIDZKI – MARASIÓWKA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 113 | KĄTY – TURKÓWKA | 19 | 16 | 2 | 1 | | | II |
| 114 | BUKOWY POTOK – GRABCZAŃSKA | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 115 | DUNAJEC – JAZOWSKO | 19 | 18 | | 1 | | | I |
| 116 | ŁĄZY BRZYŃSKIE | 19 | 16 | 3 | | | | II |
| 117 | JAWORZYŃKA – GOŁKOWICE | 19 | 17 | 1 | 1 | | | I |
| 118 | JAWORZYŃKA – GABOŃ – PRACZKA | 19 | 19 | | | | | I |
| 119 | JAWORZYŃKA – GABOŃ | 19 | 19 | | | | | I |
| 120 | JASTRZĘBIK – GOŁKOWICE DOLNE | 19 | 16 | 3 | | | | II |
| 121 | SŁOMKA – NASZACZOWICE | 19 | 17 | 2 | | | | I |
| 122 | MOSZCZENICA – STARY SĄCZ | 21 | 16 | 3 | | 2 | | II |
| 123 | MOSZCZENICA – MOSZCZENICA WYŻNA | 19 | 16 | 3 | | | | II |
| 124 | DUNAJEC – STARY SĄCZ | 20 | 18 | | 1 | 1 | | I |



Ryc. 27. Klasyfikacja ogólna wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego (maj 2007 r.)

5.1.1. Zlewnia Kamienicy Nawojowskiej

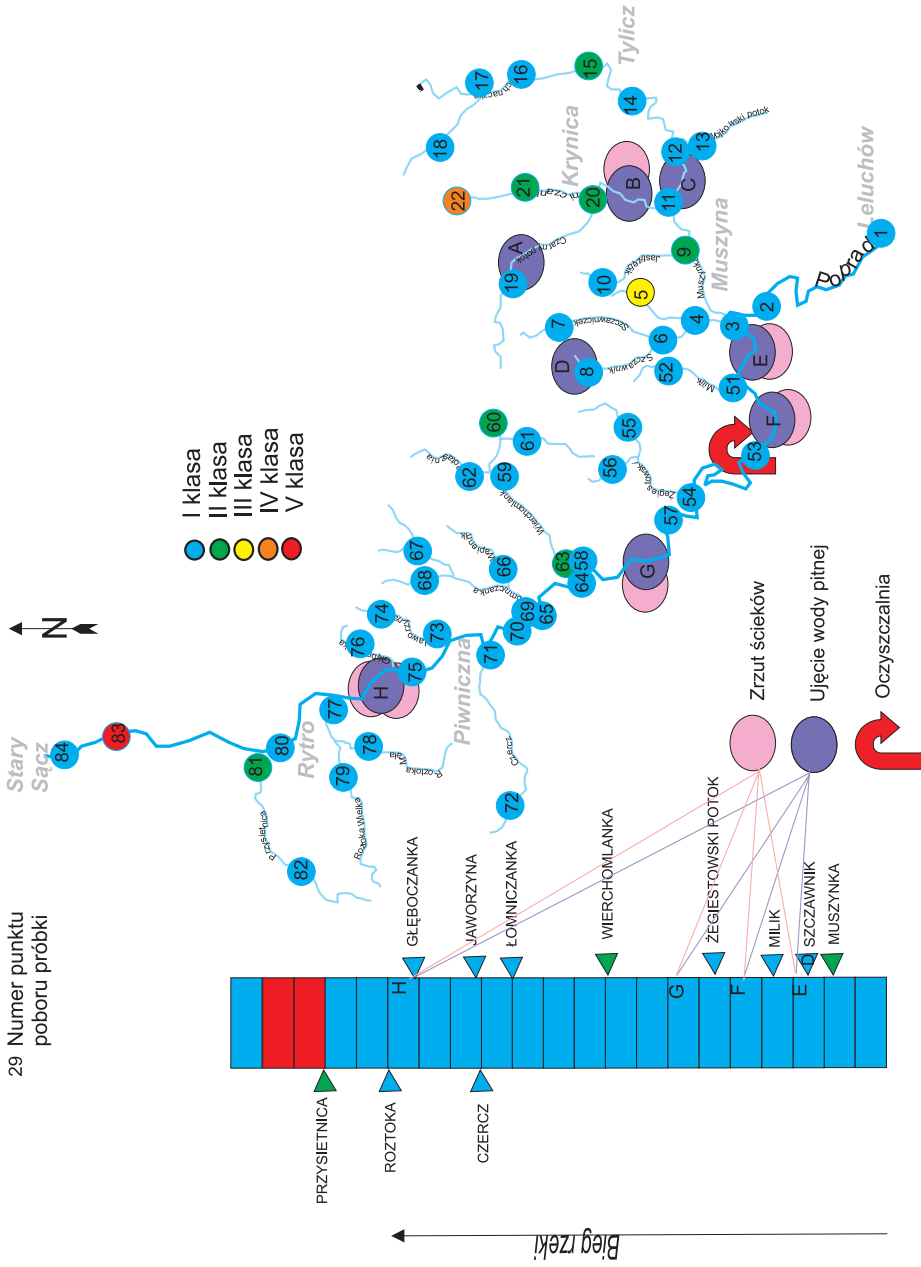
Na podstawie oznaczonych parametrów można stwierdzić, iż wody Kamienicy Nawojowskiej na znacznej długości należą do III klasy jakości wód (Ryc. 28). Zasilające ją potoki: Ciecierzewski, Składziszczański i Kamionka, w odcinku końcowym niosą wody klasy II, pozostałe potoki należą do I klasy. Od miejscowości Jamnica Kamienica Nawojowska należy do II klasy czystości wód. Na pogorszenie jakości wód ma niewątpliwie wpływ gęstość zaludnienia. Łabową obecnie zamieszkuje ponad 5 tysięcy, a Nawojową 7,940 tysięcy osób. W większości gospodarstwa domowe nie mają przyłączy kanalizacyjnych.



Ryc. 28. Klasyfikacja ogólna wód powierzchniowych w dorzeczu Kamienicy Nawojowskiej (maj 2007 r.)

5.1.2. Zlewnia Popradu

W przypadku zlewni Popradu na podstawie oznaczonych parametrów stwierdzono, iż niemal na całej długości wody tej rzeki należą do klasy I, natomiast w okolicy Starego Sącza wody te reprezentują V klasę jakości wód. Lewostronny dopływ – Przysietnica, oraz prawostronne: Muszynka i Wierchomlanka, zostały zaklasyfikowane jako wody II klasy (Ryc. 29). Na jakość wód niewątpliwie ma wpływ ruch turystyczny w tym rejonie. Krynica-Zdrój jest zamieszkiwana przez 16 tysięcy osób, a w roku 2006 turystów korzystających z noclegów w tej gminie było ponad 150 tysięcy. W Muszynie mającej 11 tysięcy mieszkańców odnotowano bardzo duży ruch turystyczny – około 24 tysięcy osób.

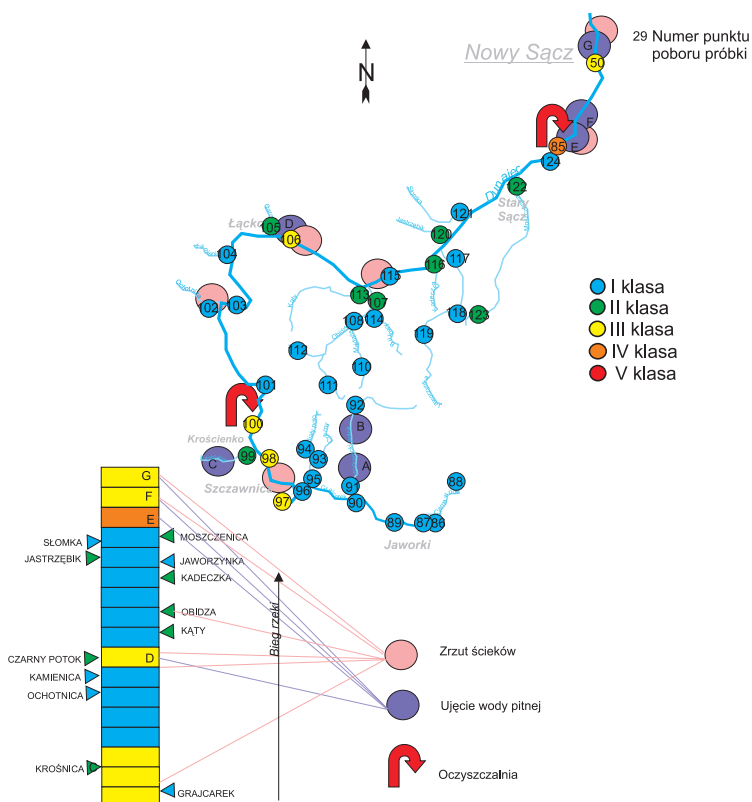


Ryc. 29. Klasyfikacja ogólna wód powierzchniowych w dorzeczu Popradu (maj 2007 r.)

Odwrotną sytuację należy stwierdzić w przypadku Starego Sącza. Na jakość wód powierzchniowych zasadniczy wpływ mają rdzenni mieszkańcy w liczbie ok. 22 tysięcy. Liczba turystów korzystających z noclegów w roku 2006 wyniosła zaledwie 1,961 tysiąca. Na obszarze wiejskim gminy Stary Sącz do sieci wodociągowej podłączonych było 1,791 tysiąca budynków, a zaledwie 11 posiadało przyłącze z siecią kanalizacyjną (dane Urzędu Miasta w Starym Sączu na dzień 31 grudnia 2008 r.).

5.1.3. Zlewnia Dunajca

W przypadku zlewni Dunajca parametry oznaczone w pierwszym punkcie kontrolnym (w Szczawnicy) wskazały na III klasę jakości wód. Od Kłodnego po Stary Sącz jakość wód ulega poprawie (I klasa), z wyjątkiem okolic Łącka, gdzie stwierdzono III klasę. Łącko jest obecnie zamieszkiwane przez 15 tysięcy osób. W okolicach Starego Sącza wody Dunajca należały do IV klasy, a w okolicy Nowego Sącza jakość ich uległa nieznacznej poprawie – stwierdzono klasę III (Ryc. 30).



Ryc. 30. Klasyfikacja ogólna wód powierzchniowych w dorzeczu Dunajca (maj 2007 r.)

Istnieje ścisły związek pomiędzy pogarszaniem się jakości wód a wielkością i charakterem użytkowania obszarów zurbanizowanych. Stąd też konieczna jest dalsza rozbudowa i modernizacja oczyszczalni ścieków oraz podłączanie kolejnych domostw (zwłaszcza na terenach wiejskich) do sieci kanalizacyjnej.

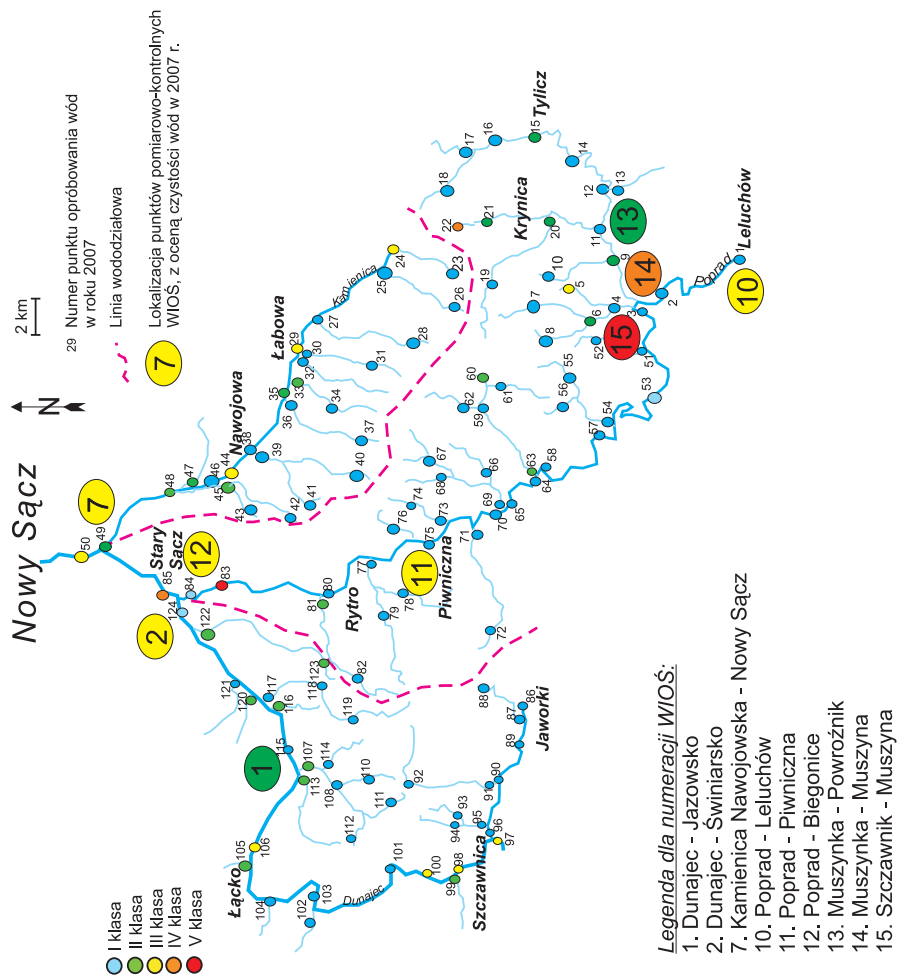
5.2. Badania jakości wód WIOŚ

W roku 2007 zgodnie z zaleceniami *Programu Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2007–2009* – w podsystemie monitoringu jakości śródlądowych wód powierzchniowych obejmującego badania i ocenę jakości wód i osadów wodnych rzek, jezior oraz zbiorników zaporowych w celu pozyskiwania informacji o stanie wód powierzchniowych na potrzeby planowania i zarządzania zasobami wodnymi oraz oceny osiągania celów środowiskowych, tak by do 2015 r. spełniły założenia ramowej dyrektywy wodnej na obszarze Beskidu Sądeckiego – zostały przeprowadzone badania w ramach monitoringu: diagnostycznego, operacyjnego i badawczego.

Ogółem na obszarze powiatu nowosądeckiego objęły one dziewięć punktów znajdujących się w zlewni Dunajca: Jazowsko – Dunajec, Świniarsko – Dunajec, Kurów – Dunajec, Podrzecze – Brzeźna, Nowy Sącz – Kamienica Nawojowska, Nowy Sącz – Biczyczanica, Kłęczany – Smolnik oraz na zbiornikach Rożnowskim i Czchowskim. Na obszarze zlewni Popradu znajdowało się pięć punktów: Leluchów – Poprad, Piwniczna – Poprad, Biegonice – Poprad, Powroźnik – Muszynka, Muszyna – Muszynka oraz Muszyna – Szczawnik. Na terenie powiatu nowotarskiego znajdowały się dwa punkty: Szczawnica-Leśnica na Dunajcu i Szczawnica – Grajcarek (ujście do Dunajca).

Badania prowadzone przez WIOŚ obejmowały: ocenę ogólną jakości wód (według pięciu klas), ocenę stopnia eutrofizacji wód powierzchniowych, ocenę jakości według kryteriów ich przydatności do bytowania ryb w warunkach naturalnych i ocenę jakości wód według kryteriów ich przydatności do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. W wyniku prowadzonego monitoringu stwierdzono wody klasy: II, III, IV i V. Do parametrów decydujących o jakości wód należały: odczyn pH, ChZT-Cr, azot, azotany, fosfor ogólny i fosforany, indeks olejowy oraz liczba bakterii coli (ogólna i pochodzenia fekalnego).

Wód klasy I (bardzo dobrej jakości) nie stwierdzono w żadnym punkcie, wody dobrej jakości (klasa II) zostały stwierdzone w: Dunajcu w Jazowsku i Muszynie w Powroźniku. Wody zadawalającej jakości (III klasa), charakteryzujące się umiarkowanym wpływem oddziaływań antropogenicznych, stwierdzono w: Brzeźnej w Podrzeczu, w Dunajcu we Świniarsku, w Kamienicy w Nowym Sączu, w Popradzie w Leluchowie, w Popradzie powyżej Piwnicznej i w Biegonicach. Wody niezadawalającej jakości (klasa IV), cechujące się znaczącym wpływem antropopresji na środowisko wodne, oznaczono w Muszynie w Muszynie. Najgorszą klasę wód (V), określaną przez ustawodawcę jako wody złej jakości stwierdzono w Biczyczance w Nowym Sączu oraz w Szczawniku w Muszynie (Ryc. 31, raport WIOŚ, delegatura Nowy Sącz *Ocena jakości wód powierzchniowych w województwie małopolskim w roku 1997*).



Ryc. 31. Zestawienie klasyfikacji ogólnej wód powierzchniowych Beskidu Śląskiego na podstawie oprobowania wykonanego w roku 2007 i wyników WIOS (dane za 2007 r.)

Wodom zlewni Dunajca w Jazowsku i Świniarsku przypisano odpowiednio kategorię A2 i A3, w zlewni Popradu w Muszynie w punkcie pomiarowo-kontrolnym w Powroźniku stwierdzono kategorię A2. Wskaźnikami decydującymi o kategorii wód są parametry bakteriologiczne (ogólna liczba bakterii coli oraz liczba bakterii coli pochodzenia fekalnego).

Ocena WIOŚ jakości wód według wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych, wykazała, iż jedynie w Jazowsku (Dunajec) i Powroźniku (Muszynka) stwierdzono przydatność wód do bytowania karpiowatych i łososiowatych. W pozostałych punktach wody nie spełniały wymagań. W niniejszym raporcie nie stwierdzono również zagrożenia związkami azotu z rolnictwa. Wskaźniki eutrofizacji były poniżej stężeń średniorocznych stosowanych przy ocenie eutrofizacji (*Ocena jakości wód...* 2008).

Różnica w klasyfikacji końcowej pomiędzy badaniami przeprowadzonymi w maju 2007 roku a raportem WIOŚ wynika głównie z ilości i jakości oznaczanych parametrów. Niewystarczające natomiast wydaje się opróbowanie i badania stanu biologicznego wód w odcinkach źródłiskowych. Uwaga ta dotyczy zwłaszcza cieków powierzchniowych na obszarach cennych przyrodniczo.

5.3. Nowe rozporządzenie Ministra Środowiska

W nowym *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych* (Dz. U. Nr 162, poz. 1008) wyróżnia się cztery sposoby klasyfikacji, według:

- 1) elementów fizykochemicznych, biologicznych i hydromorfologicznych;
- 2) stanu ekologicznego;
- 3) potencjału ekologicznego;
- 4) stanu chemicznego.

Generalnie wartości graniczne wskaźników jakości wód dotyczące jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych, takich jak: struga, strumień, potok, rzeka, przedstawione w załączniku nr 1 do niniejszego rozporządzenia, odnoszące się do elementów: biologicznych, hydromorfologicznych i fizykochemicznych (wspierające element biologiczny), zostały przesunięte o jedną klasę w porównaniu z klasyfikacją zawartą we wcześniejszym rozporządzeniu (w najnowszym rozporządzeniu stężenie wskaźników klasy II odpowiada klasie III itd.). Procedura ta wydaje się niekorzystna.

Na podstawie wykonanych analiz parametrów fizyczno-chemicznych i mikrobiologicznych oraz kierując się nowymi wytycznymi, należy uznać, iż stan ekologiczny wód Kamienicy Nawojowskiej jest dobry, Dunajca (na odcinku od Szczawnicy

do Nowego Sącza (z wyłączeniem Starego Sącza) – od bardzo dobrego przez dobry po umiarkowany, natomiast wody Popradu reprezentują stan ekologiczny bardzo dobry bądź dobry, z wyjątkiem Starego Sącza, w okolicach którego wody reprezentują stan ekologiczny słaby bądź zły. Analiza ta obarczona jest dużym błędem z uwagi na nieuwzględnienie wielkości przepływów w korytach rzek. Przy niskich stanach następuje koncentracja zanieczyszczeń i wzrost stężeń substancji szkodliwych dla biocenoz wodnych, stąd też może łatwo dochodzić do nieodwracalnych procesów degradacji życia biologicznego w rzekach.

6. Gospodarcze wykorzystanie wód powierzchniowych Sądeckich

6.1. Cele spożywcze

Wody powierzchniowe Beskidu Sądeckiego wykorzystywane są na kilka sposobów, ale nadrzędnym celem jest **zaopatrywanie ludności w wodę przeznaczoną do spożycia**. Na Dunajcu, Kamienicy, Popradzie oraz Sopotnickim Potoku, Szczawniku, Szczawniczku, Czarnym Potoku, Muszynie i Krynicy znajdują się ujęcia wody pitnej (por. Ryc. 4).

Tabela 10

Maksymalne stężenia wybranych parametrów w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego i podstawowe wymagania chemiczne, jakie powinna spełniać woda przeznaczona do celów spożywczych (Dz. U. Nr 61, poz. 417)

| Parametr | n | | | Dopuszczalne stężenie | Najwyższe zmierzone stężenie/ liczba próbek, w których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnego stężenia | | | |
|-------------------|----|----|----|-----------------------|---|------------|------------|------------|
| | K | P | D | | K | P | D | |
| Arsen | 27 | 56 | 40 | [mg/dm ³] | 0,010 | 0,000832/0 | 0,00356/0 | 0,001519/0 |
| Azotany | 27 | 56 | 40 | | 50 | 6,391/0 | 5,498/0 | 11,819/0 |
| Bor | 3 | 22 | 1 | | 1,0 | 0,02/0 | 0,041/0 | 0,007/0 |
| Chrom | 27 | 56 | 40 | | 0,05 | 0,02935/0 | 0,007493/0 | 0,002132/0 |
| Fluorki | 27 | 56 | 40 | | 1,5 | 0,017/0 | 0,161/0 | 0,267/0 |
| Kadm | 27 | 56 | 40 | | 0,005 | 0,000031/0 | 0,000103/0 | 0,00039/0 |
| Nikiel | 27 | 56 | 40 | | 0,02 | 0,000775/0 | 0,002240/0 | 0,001324/0 |
| Ołów (do 2013 r.) | 27 | 56 | 40 | | 0,025 | 0,000533/0 | 0,001858/0 | 0,000148/0 |

n – liczba wykonanych analiz, K – zlewnia Kamienicy Nawojowskiej, P – zlewnia Popradu, D – zlewnia Dunajca.

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. Nr 61, poz. 417) znajdujemy podstawowe wymagania chemiczne, mikrobiologiczne, fizyczno-chemiczne oraz dodatkowe, jakim powinna odpowiadać woda przeznaczona do celów spożywczych. Z porównania najwyższych stwierdzonych stężeń w pobranych próbkach z wartościami granicznymi obowiązującego rozporządzenia wynika iż, w grupie parametrów chemicznych w żadnej z przebadanych próbek nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego stężenia (Tab. 10).

W grupie parametrów fizyczno-chemicznych przekroczenie dopuszczalnych stężeń stwierdzono w przypadku: manganu w trzech miejscach (w Kamienicy Nawojowskiej w Roztoce, Złockim Potoku w Złockim oraz w obszarze źródłiskowym Kryniczanki), glinu w dwóch miejscach (w Szczawniku i w Kryniczance), żelaza w dwóch miejscach (w Złockim Potoku i w Kryniczance). Najgorszą sytuację stwierdzono w grupie wskaźników mikrobiologicznych – wszystkie przeanalizowane próbki były bardzo silnie zanieczyszczone bakteriami grupy coli (Tab. 11).

Tabela 11

Maksymalne stężenia wybranych parametrów w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego oraz dodatkowe wymagania chemiczne i mikrobiologiczne, jakie powinna spełniać woda przeznaczona do celów spożywczych (Dz. U. Nr 61, poz. 417)

| Parametr | n | | | Dopuszczalne stężenie | Najwyższe zmierzone stężenie/liczba próbek, w których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnego stężenia | | | |
|---------------------|----|----|----|--|---|--------------|--------------|-------------|
| | K | P | D | | K | P | D | |
| Bakterie grupy coli | 5 | 17 | 8 | [j.t.k.] [mg/dm ³] [μS/cm] | 0 | 40 000 /5 | 73 000/17 | 120 000/8 |
| Chlorki | 27 | 56 | 40 | | 250 | 18,456/0 | 48,72/0 | 30,56/0 |
| Glin | 3 | 22 | 1 | | 0,200 | 0,155/0 | 0,229/2 | 0,045/0 |
| Mangan | 27 | 56 | 40 | | 0,05 | 0,05087/1 | 0,844/2 | 0,02269/0 |
| pH | 27 | 56 | 40 | | 6,5–9,5 | 7,89–8,6/0 | 6,2–8,89/1 | 7,98–8,93/0 |
| Przewodność | 27 | 56 | 40 | | 2500 | 819/0 | 640/0 | 820/0 |
| Siarczany | 27 | 56 | 40 | | 250 | 40,789/0 | 28,014/0 | 54,46/0 |
| Sód | 3 | 22 | 1 | | 200 | 11,78/0 | 45,74/0 | 6,42/0 |
| Żelazo | 27 | 56 | 40 | | 0,200 | 0,027/0 | 2,624/2 | 0,018/0 |
| Magnez | 27 | 56 | 40 | | 30–125 | 7,37–19,04/0 | 6,10–18,67/0 | 6,58–22,7/0 |

n – liczba wykonanych analiz, K – zlewnia Kamienicy Nawojowskiej, P – zlewnia Popradu, D – zlewnia Dunajca.

6.2. Kąpieliska

Wody powierzchniowe Beskidu Sądeckiego spełniają też inną, ważną z punktu widzenia gospodarki funkcję. W licznych miejscach (Biała Woda, Majdański Potok i inne) powstały otwarte kąpieliska. Na Kamienicy Nawojowskiej znajduje się 17 progów betonowych, poniżej których zostały utworzone baseny kąpielowe. Kotły eworsyjne, jakie uformowały się u podnóży progów skalnych w mniejszych ciekach, to miejsca chętnie wykorzystywane do kąpieli przez miejscową ludność i turystów w upalne dni. W korycie Dunajca i Popradu jest wiele punktów, w których nurt rzeki uformował żwirowe plaże i kąpieliska. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 16 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda w kąpieliskach* (Dz. U. Nr 183, poz. 1530) podaje wartości dopuszczalne składników, częstotliwość pobierania próbek wody oraz sposób informowania ludności o jakości wody w kąpieliskach (zarówno morskich, jak i śródlądowych, zorganizowanych i wykorzystywanych tradycyjnie). W załączniku nr 1 do wspomnianego rozporządzenia przedstawione zostały wymagania, jakim powinna odpowiadać woda w kąpieliskach w badaniach podstawowych, a w załączniku nr 2 – wskaźniki/parametry w badaniach rozszerzonych.

Badając grupę wskaźników mikrobiologicznych, największe ilości bakterii oznaczono w Kamienicy Nawojowskiej i Dunajcu. We wszystkich pobranych próbkach wody stwierdzono około czterokrotnie więcej kolonii bakterii *Escherichia coli* i grupy coli termotolerancyjnych, niż dopuszcza rozporządzenie Ministra Środowiska podające jako wartość graniczną 1000 j.t.k (Tab. 12). W zlewni Popradu aż w dziewięciu miejscach (z ogólnej liczby 17 punktów pobierania próbek) stwierdzona ilość bakterii dyskwalifikowała te wody pod względem możliwości wykorzystania do celów kąpieliskowych. Niekorzystną sytuację zaobserwowano także w przypadku wskaźnika BZT₅. W większości (ponad 93%) pobranych próbek stwierdzono zawartość większą aniżeli dopuszczalna, wynosząca 6 mg/dm³. W trzech przebadanych próbkach odnotowano przekroczenie dopuszczalnej zawartości fosforanów, a w 11 próbkach ogólna zawartość fosforu była wyższa niż wartość graniczna 0,25 mg/dm³. Pozostałe wskaźniki, takie jak odczyn czy stężenie As, Cr, Cd i Pb, odpowiadały wymaganiom zawartym w rozporządzeniu.

6.3. Środowisko życia ryb

Wody dużych rzek, jakimi są Dunajec i Poprad, stanowią środowisko życia ryb w warunkach naturalnych, a zasoby wodne mniejszych cieków wykorzystywane są do celów hodowlanych (Tab. 13). Bytowanie ryb uzależnione jest od: szybkości przepływu wód, rodzaju podłoża, temperatury wody i warunków tlenowych. Istotnym czynnikiem jest również działalność człowieka wiążąca się z przebudową hydrotechniczną koryt rzecznych, budową tam oraz wprowadzaniem zanieczyszczeń.

Tabela 12

Maksymalne stężenia wybranych parametrów w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego i dopuszczalne zawartości w wodach wykorzystywanych w kąpieliskach (Dz. U. Nr 183, poz. 1530)

| Parametr | n | | | Wartość pożądana (badania podstawowe) | Wartość dopuszczalna (badania podstawowe i rozszerzone) | Najwyższe zmierzone stężenie/liczba próbek, w których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnego stężenia | | |
|--|----|----|----|---------------------------------------|---|---|----------|-----------|
| | K | P | D | | | K | P | D |
| Liczba bakterii <i>Escherichia coli</i> lub bakterii grupy coli typu kałowego (bakterie grupy coli termotolerancyjne)/100 ml | 5 | 17 | 8 | < 100 | < 1000 | 40 000/5 | 73 000/9 | 120 000/8 |
| Liczba bakterii grupy coli/100 ml [j.t.k.] | 5 | 17 | 8 | < 500 | <10000 | 40 000/5 | 73 000/4 | 120 000/4 |
| pH | 27 | 56 | 40 | 6–9 | 6–9 | 8,6/0 | 8,89/0 | 8,93/0 |
| BZT ₅ | 4 | 5 | 6 | < 6 | do 6 | 33/4 | 37/5 | 12/5 |
| PO ₄ ³⁻ | 27 | 56 | 40 | – | 0,6 | 17,24/1 | 0,515/0 | 4,92/2 |
| P | 3 | 22 | 1 | – | 0,25 | 0,119/0 | 0,129/0 | 0,015/0 |
| As | 27 | 56 | 40 | – | 0,05 | 0,0008/0 | 0,0035/0 | 0,0015/0 |
| Cr ⁺³ | 27 | 56 | 40 | – | 0,1 | 0,029/0 | 0,0075/0 | 0,0021/0 |
| Cd | 27 | 56 | 40 | – | 0,03 | 0,00003/0 | 0,0001/0 | 0,00004/0 |
| Pb | 27 | 56 | 40 | – | 0,05 | 0,0005/0 | 0,0018/0 | 0,00015/0 |

n – liczba wykonanych analiz, K – zlewnia Kamienicy Nawojowskiej, P – zlewnia Popradu, D – zlewnia Dunajca.

Tabela 13

Maksymalne stężenia wybranych parametrów w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego i dopuszczalne zawartości w wodach śródlądowych będących środowiskiem życia ryb lososiowatych i karpioatych (Dz. U. Nr 176, poz. 1455)

| Parametr | n | | | Wymagania dla lososiowatych | Wymagania dla karpioatych | Najwyższe zmierzone stężenie/liczba próbek, w których nastąpiło przekroczenie wartości dopuszczalnej dla lososiowatych/ dla karpioatych | | |
|------------------|----|----|----|-----------------------------|---------------------------|---|------------|--------------|
| | K | P | D | | | K | P | D |
| Temperatura [°C] | 27 | 56 | 40 | 10*; 21,5 | 10*; 28 | 14-24/12/0 | 6-22/1/0 | 12-24/5/0 |
| pH | 27 | 56 | 40 | 6-9 | 6-9 | 8,6/ 0/0 | 8,89/ 0/0 | 8,93/ 0/0 |
| BZT ₅ | 4 | 5 | 6 | do 3 | do 6 | 33/ 4/4 | 37/ 5/5 | 12/5/ 5 |
| PO ₄ | 3 | 22 | 1 | 0,2 | 0,4 | 0,38/2/0 | 0,417/15/1 | 0,049/ 0/0 |
| Zn | 27 | 56 | 40 | 0,3 | 1,0 | 0,0212/0/0 | 0,02054/0 | 0,13724/0/0 |
| Pb | 27 | 56 | 40 | nie więcej niż 0,04 | | 0,0005/0/0 | 0,0018/0/0 | 0,000148/0/0 |

n – liczba wykonanych analiz, K – zlewnia Kamienicy Nawojowskiej, P – zlewnia Popradu, D – zlewnia Dunajca,
* temperatura równa 10°C odnosi się jedynie do okresu rozrodu i rozwoju narybku.

Na opisywanym terenie wyróżniono trzy krainy przewodnich gatunków ryb: pstrąga potokowego, lipienia (oba należą do łososiowatych) i brzany (należącej do karpiowatych). W wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego opisano występowanie około 20 gatunków ryb. W odcinkach źródliskowych i niewielkich ciekach można spotkać przedstawicieli takich gatunków, jak pstrąg potokowy i głowacz przegopłety. W dolnych biegach potoków żyją: brzanka, strzelba potokowa, lipień, kleń, jelca i śliza. W Dunajcu i Popradzie zobaczyć można: głowacza białopłetwego, głowacice, lipienia, pstrąga, świnkę, okonia, piekielnicę, bolenia, kielba, leszcza, płoć i certę. Obecnie cztery gatunki ryb podlegają ochronie, są nimi: głowacz przegopłety, strzelba potokowa, śliz i piekielnica. Gatunkami mało odpornymi na zanieczyszczenie wód są: śliz, strzelba, certa i minóg strumieniowy (Kukuła 2000).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych klasyfikuje wody jako spełniające wymagania środowiska życia ryb rodzaju łososiowatych (*Salmo spp.*) oraz karpiowatych (*Cyprinidae*) bądź niespełniające tychże wymagań (Dz. U. Nr 176, poz. 1455). Wskaźnikami decydującymi o jakości wód są: temperatura, tlen rozpuszczony, pH, zawiesiny ogólne, BZT₅, fosfor ogólny, azotyny, związki fenolowe, węglowodory ropopochodne, niejonowy amoniak, azot amonowy, całkowity chlor, cynk ogólny i miedź rozpuszczona. Kryterium klasyfikowania jest spełnienie wymagań w zakresie wskaźników w 95% próbach pobieranych z częstotliwością podaną w załączniku do wspomnianego rozporządzenia. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, iż najmniej korzystne warunki środowiskowe dla ryb (zarówno karpiowatych, jak i łososiowatych) wynikają przede wszystkim z ponadnormatywnej wartości parametru BZT₅. Z wyjątkiem jednej próbki pobranej w Szczawnicy na Dunajcu, we wszystkich pozostałych pobranych do analizy próbkach stwierdzono znaczne przekroczenie dopuszczalnych wartości. W zlewni Kamienicy Nawojowskiej stwierdzono przekroczenie zawartości fosforu dopuszczalnej dla łososiowatych w dwóch miejscach, a w zlewni Popradu – aż w 15 miejscach. W pojedynczych miejscach zmierzona temperatura była zbyt wysoka dla ryb z rodziny łososiowatych, zwłaszcza w korycie Kamienicy Nawojowskiej (Tab. 13).

7. Ocena statystyczna badań

7.1. Analiza czynnikowa (PCA)

Uzyskane oznaczenia pozwoliły wykonać analizę czynnikową wszystkich 32 oznaczanych parametrów wód powierzchniowych. Na jej podstawie, z uwagi na różną liczbę danych, wydzielono trzy zespoły cech.

W pierwszej grupie, do której należały wskaźniki BZT₅ i mikrobiologiczne, wyliczone ładunki (łącznie 0,98) pozwoliły wyróżnić jeden determinujący czynnik, tj. wpływ antropogeniczny w postaci bezpośrednich zrzutów ścieków z indywidualnych gospodarstw domowych.

W drugiej grupie, w której znalazło się 18 parametrów (Tab. 14), wyróżniono pięć czynników wyjaśniających łącznie 71% zmienności w obrębie analizowanego zbioru. Pierwszy z czynników został zidentyfikowany jako wpływ podłoża skalnego uwarunkowany zróżnicowaniem litologicznym podjednostki sądeckiej i krynickiej. Dotyczy to zwłaszcza występowania: Fe, Mg, Ca, Mn, Ni, F i Cl; udział tego czynnika wynosi 26%. Drugi z czynników to zanieczyszczenia atmosferyczne, które w nieco mniejszym stopniu (19%) tłumaczą zawartość Zn, Pb, Tl, Cd i SO₄ stwierdzoną w pobranych próbkach wód. Trzeci z wydzielonych czynników ma zasadnicze znaczenie w przypadku występowania dwóch makropierwiastków – Mn i Fe. Są nim czynniki glebowe, rozumiane jako obecność koloidów organicznych. Istotność ostatnich dwóch czynników jest niewielka, rzędu 7%. Jednak w przypadku temperatury i zawartości Cr w wodach wykazano, iż istotną rolę odgrywają zrzuty ścieków przemysłowych z niewielkich zakładów garbarskich działających na tym terenie. Jest to czwarty z czynników. Piątym czynnikiem wpływającym na zawartość Ni, Tl, Cd, F i PO₄ w wodach jest stosowanie nawozów w uprawach rolnych (głównie fosforowych).

Ostatnią, trzecią wyodrębnioną grupę parametrów stanowiły B, Na, Li, K, P, Al, SiO₂, Sr i Ba. Czynnikiem głównym, decydującym w około 33% o ich występowaniu w wodach powierzchniowych, jest budowa geologiczna i charakter dróg przepływu wód podziemnych.

Tabela 14

Ładunki analizy czynnikowej przeprowadzonej dla cech fizyczno-chemicznych wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

| Cecha | Czynnik 1 | Czynnik 2 | Czynnik 3 | Czynnik 4 | Czynnik 5 |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PEW | -0,05 | -0,86 | -0,04 | 0,21 | 0,17 |
| Temperatura | -0,15 | -0,61 | 0,10 | 0,45 | 0,25 |
| Fe | 0,78 | 0,18 | 0,53 | -0,09 | 0,00 |
| Mg | 0,68 | -0,41 | -0,23 | 0,25 | -0,31 |
| Ca | 0,78 | -0,21 | -0,02 | 0,26 | -0,37 |
| Mn | 0,78 | 0,15 | 0,52 | -0,11 | 0,08 |
| Zn | 0,23 | 0,32 | -0,23 | -0,26 | -0,03 |
| Pb | 0,30 | 0,68 | -0,22 | 0,08 | -0,39 |
| Ni | 0,92 | -0,02 | -0,01 | -0,04 | 0,14 |
| As | 0,43 | 0,11 | -0,19 | 0,27 | 0,29 |
| Tl | 0,09 | 0,62 | -0,43 | 0,27 | 0,35 |
| Cd | 0,18 | 0,67 | -0,44 | 0,17 | 0,34 |
| Cr | 0,17 | 0,38 | -0,11 | 0,42 | -0,19 |
| F ⁻ | 0,61 | -0,22 | -0,14 | -0,44 | 0,30 |
| Cl ⁻ | 0,75 | -0,19 | 0,16 | 0,06 | 0,20 |
| NO ₃ ⁻ | 0,2 | -0,34 | -0,64 | -0,46 | 0,14 |
| PO ₄ ³⁻ | -0,05 | 0,01 | 0,22 | 0,31 | 0,39 |
| SO ₄ ²⁻ | 0,29 | -0,57 | -0,66 | 0,09 | -0,17 |
| Wartość własna | 4,62 | 3,45 | 2,10 | 1,33 | 1,19 |
| Udział | 0,26 | 0,19 | 0,12 | 0,07 | 0,07 |

7.2. Analiza skupień

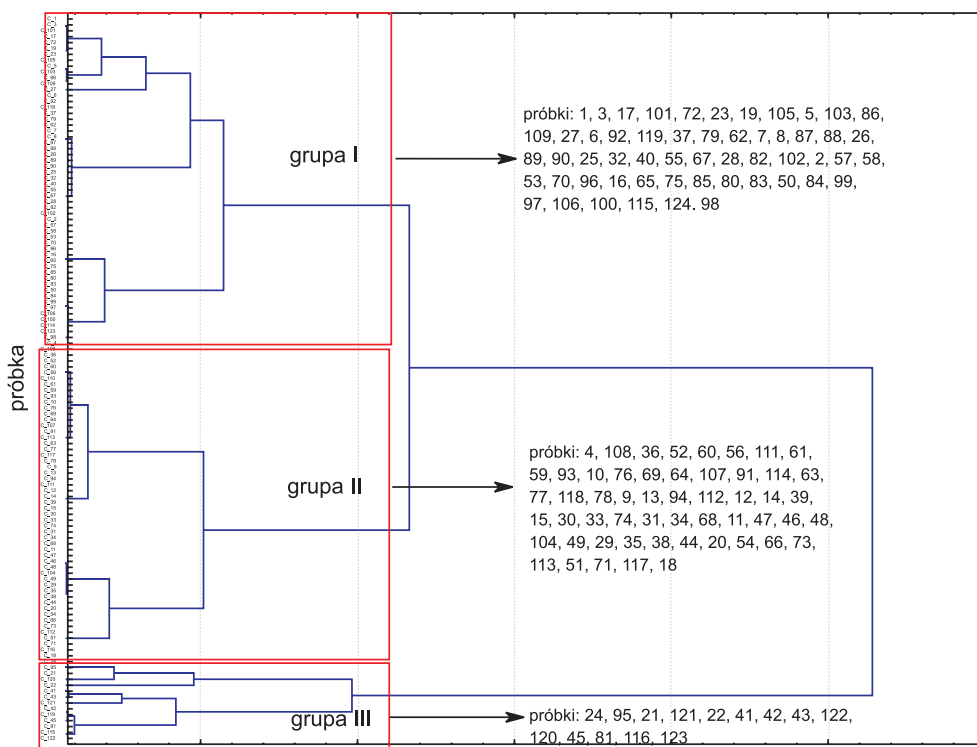
Dendrogram obrazujący zawartość **anionów** w wodach powierzchniowych Sądeckizny pozwolił wyodrębnić trzy grupy próbek (Ryc. 32). Do populacji pierwszej zaklasyfikowanych zostało 55 próbek, do grupy drugiej 54 próbki, a w grupie trzeciej znalazło się 14 próbek.

Analizując rozkład przestrzenny poszczególnych grup na obszarze Beskidu Sądeckiego, zauważono następujące prawidłowości (Ryc. 33):

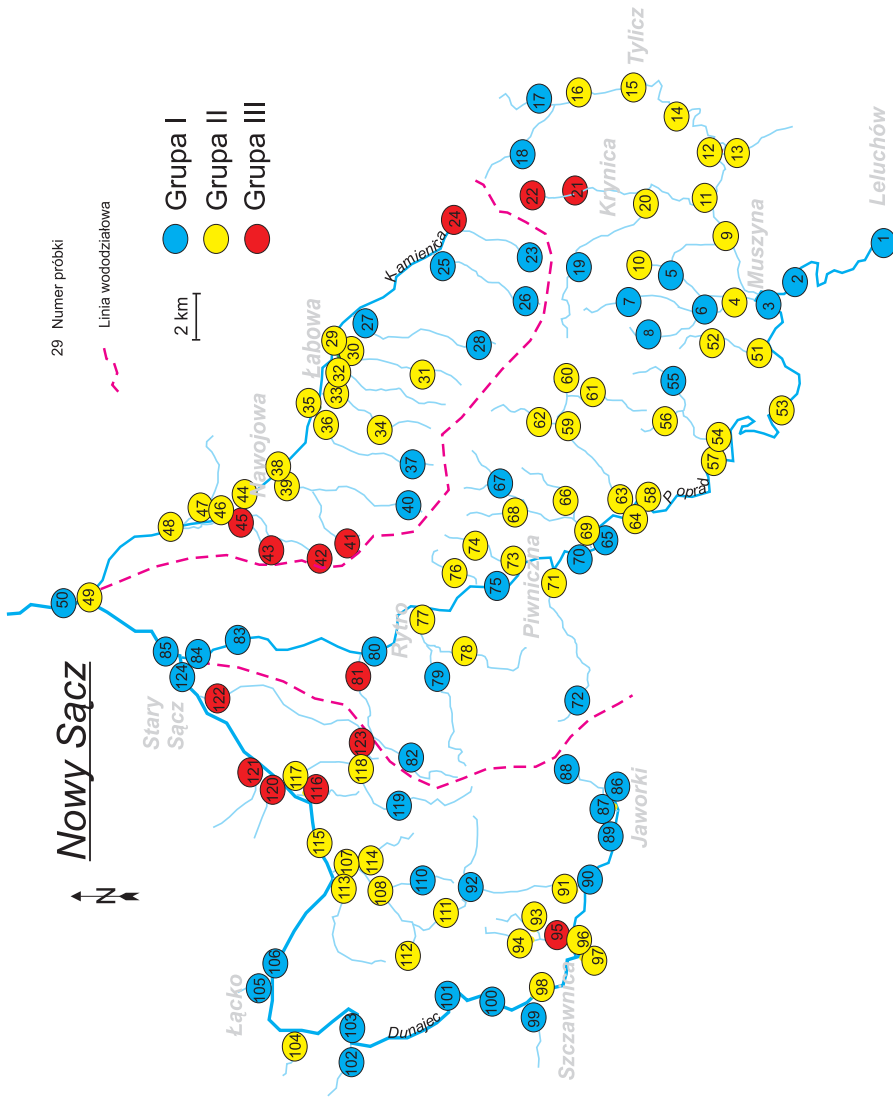
- grupa I to próbki pobrane w przyszczytowych partiach pasm Jaworzyny i Radziejowej; część próbek znajduje się także w głównym korycie Popradu i Dunajca;

- grupa II to próbki pobrane w większości w korycie Kamienicy Nawojowskiej i jej dopływach; w grupie tej znalazły się również próbki pobrane z prawobrzeżnych cieków Dunajca i Popradu;
- grupę III stanowią próbki pobrane w dopływach Dunajca: Jastrzębik, Słomka, Moszczenica, w dopływach Kamienicy: Ciecierzewski Potok, Nawojowski Potok, oraz w źródłowym odcinku Kryniczanki.

Na podstawie wyliczonych średnich arytmetycznych i median dla wyszczególnionych grup można stwierdzić, iż grupa III w istotny sposób różni się od pozostałych dwóch grup średnią zawartością siarczanów (ok. 27 mg/dm³) oraz chlorków (ok. 16 mg/dm³) i azotanów; grupy I i II różnią się średnią zawartością azotanów (większe stężenia stwierdzono w I grupie) oraz siarczanów (Tab. 15). Obecność **siarczanów** w wodach należy wiązać z budową geologiczną i występowaniem pirytu w piaskowcach magurskich oraz wpływami źródeł siarczkowych, odnotowywanych na tym terenie zwłaszcza w okolicy Krynicy i Rytra (Rajchel & Rajchel 1999).



Ryc. 32. Dendrogram zawartości anionów w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego



Ryc. 33. Przynależność próbek do grup wydzielonych na podstawie analizy skupień zawartości anionów w wodach powierzchniowych na obszarze Beskidu Sądeckiego

Tabela 15

Średnie arytmetyczne i mediany dla grup wydzielonych w analizie skupień zawartości anionów w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

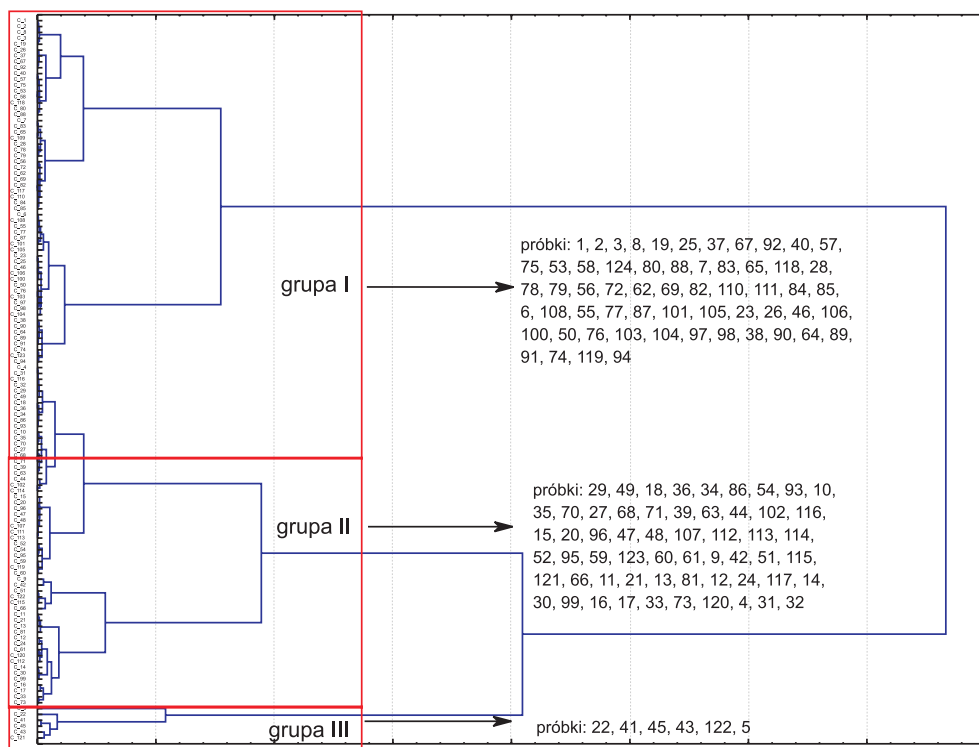
| Grupa | n | Wskaźnik | F ⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ |
|-------|----|------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | [mg/dm ³] | | | | |
| I | 55 | średnia a. | 0,003 | 2,821 | 2,066 | 0,412 | 12,945* |
| | | mediana | 0 | 1,609 | 2,155 | 0 | 13,8 |
| II | 54 | średnia a. | 0,003 | 2,482 | 1,896 | 0,023 | 17,847* ^I |
| | | mediana | 0 | 1,708 | 1,867 | 0 | 17,4645 |
| III | 14 | średnia a. | 0,043* ^{I,II} | 16,577* ^{I,II} | 3,739* ^{I,II} | 0,000 | 27,055* ^{I,II} |
| | | mediana | 0 | 15,128 | 2,11 | 0 | 27,945 |

n – liczba prób w grupie, średnia a. – średnia arytmetyczna;

* różnice istotne statystycznie pomiędzy badaną grupą a: grupą I, grupą II (stwierdzone na podstawie testu *t*-Studenta dla prób niezależnych, jednorodność wariancji sprawdzona testami: *F*, Levene'a oraz Browna i Forsythe'a, dla poziomu istotności *p* = 0,05).

Wysokie stężenia **chlorków** w grupie III w rejonie Słotwin i Jaworzyny Krynickiej mają niewątpliwie związek z migracją i wypłukiwaniem chlorków z gleb oraz stosowaniem soli w miesiącach zimowych w celu utrzymywania przejezdności dróg górskich. Najwyższe koncentracje **fosforanów** (grupa I) związane są z zanieczyszczeniami obszarowymi spowodowanymi spływami powierzchniowymi związków (naturalnych i sztucznych) stosowanych do nawożenia pól uprawnych oraz zanieczyszczeniami pochodzącymi z indywidualnych gospodarstw domowych.

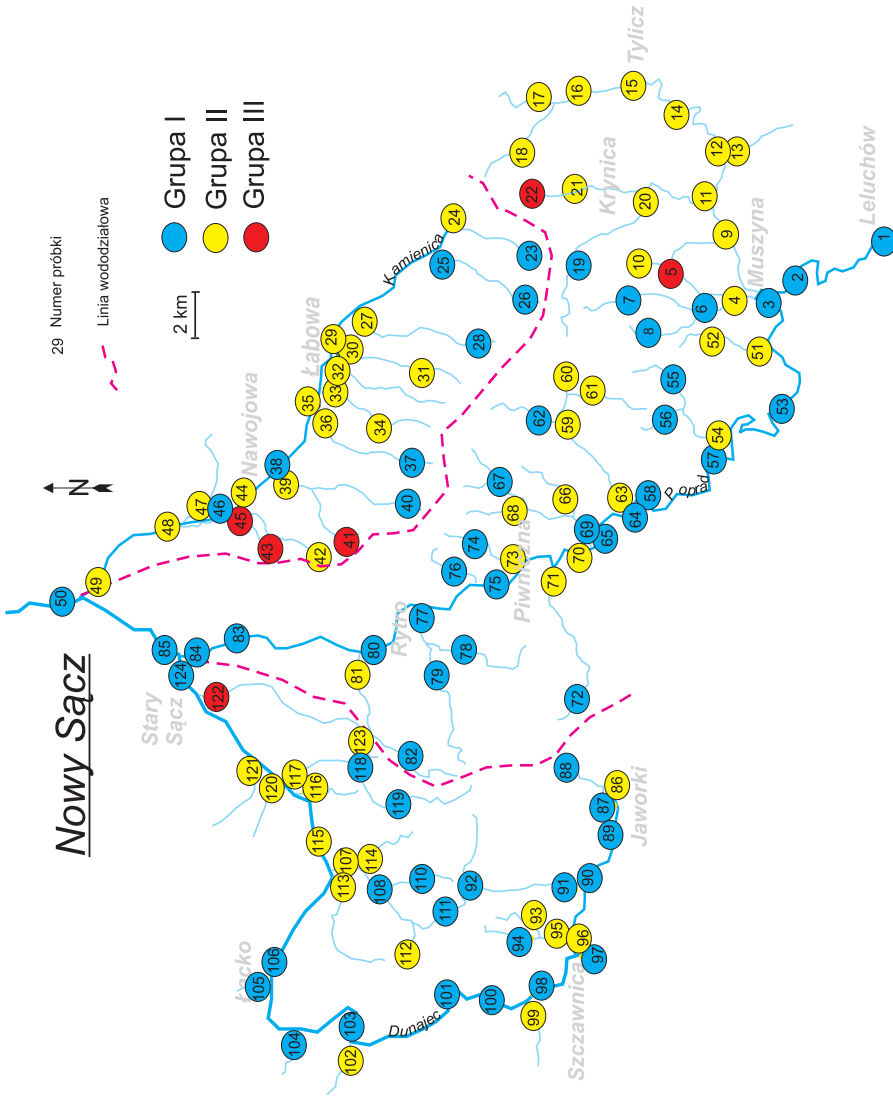
Drugą grupą wskaźników poddanych analizie skupień było stężenie pierwiastków zaliczanych do składników głównych litosfery (zwanymi także makroskładnikami), tj.: Fe, Mn, Mg i Ca. **Żelazo** jest jednym z głównych pierwiastków skorupy ziemskiej i odznacza się szczególną aktywnością, uzależnioną od panujących warunków oksydacyjnych bądź redukcyjnych. **Mangan** jest pierwiastkiem pospolicie występującym w skorupie ziemskiej, łatwo przechodzącym w metastabilne tlenki i wodorotlenki. Odgrywa ważną rolę w procesach geochemicznych, m.in. tworząc związki z kwasami organicznymi, i migruje do zbiorników wodnych. **Magnez** i **wapń** to składniki główne wód powierzchniowych. W wodach rzecznych stężenie tych kationów uwarunkowane jest typem podłoża skalnego oraz odpadami antropogenicznymi zrzucanymi do cieków powierzchniowych (Kabata-Pendias & Pendias 1993). Na dendrogramie opracowanym dla tej grupy cech można wyróżnić trzy populacje próbek. Do grupy pierwszej zakwalifikowano 59 próbek, w grupie drugiej znalazło się ich 58. Grupa trzecia jest najmniej liczna – zostało do niej zaklasyfikowanych zaledwie sześć próbek (Ryc. 34).



Ryc. 34. Dendrogram zawartości pierwiastków głównych w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

Próbki przynależące do grupy I pobrane zostały na obszarze występowania formacji magurskiej strefy krynickiej oraz formacji szczawnickiej i formacji z Zarzecza (Ryc. 35, por. Ryc. 2). Wyliczone średnie zawartości Fe, Mn, Mg i Ca w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego w przypadku tej grupy mieszczą się w przedziałach średnich zawartości podawanych dla rzek polskich (Tab. 16). W odniesieniu do tej populacji nie stwierdzono znaczącego wpływu zanieczyszczeń antropogenicznych, a ilości badanych metali rozpuszczone w wodach należy wiązać z zawartością naturalną wynikającą z budowy geologicznej podłoża skalnego.

W grupie II, stanowiącej próbki pobrane z niemal całego pozostałego obszaru Beskidu Sądeckiego, podobnie jak w grupie I nie stwierdzono przekroczeń średnich zawartości badanych pierwiastków w rzekach polskich z wyjątkiem Ca, którego średnie zawartości we wszystkich trzech klasach są wyższe niż średnia zawartość dla rzek polskich wynosząca $19,5 \text{ mg/dm}^3$. Podwyższone zawartości wapnia należy wiązać z powszechnie występującym w piaskowcach magurskich spoiwem węglanowym; jego stężenie w wodach jak podaje Dojlido (1995), uzależnione jest również od równowagi węglanowej i panujących warunków fizyczno-chemicznych.



Ryc. 35. Przynależność próbek do grup wydzielonych na podstawie analizy skupień zawartości pierwiastków głównych w wodach powierzchniowych na obszarze Beskidu Sądeckiego

Tabela 16

Średnie arytmetyczne i mediany dla grup wydzielonych w analizie skupień zawartości pierwiastków głównych w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

| Grupa | n | Wskaźnik | Fe | Mg | Mn | Ca |
|-----------------------------|----|------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | | [mg/dm ³] | | | |
| I | 59 | średnia a. | 0,006 | 8,35 | 0,002131 | 36,10 |
| | | mediana | 0,002 | 8,35 | 0,000998 | 34,80 |
| II | 58 | średnia a. | 0,005 | 11,52* ^I | 0,004623* ^I | 52,28* ^I |
| | | mediana | 0,003 | 10,94 | 0,001794 | 50,70 |
| III | 6 | średnia a. | 0,699* ^{I,II} | 17,44* ^{I,II} | 0,192162* ^{I,II} | 100,66* ^{I,II} |
| | | mediana | 0,000 | 17,61 | 0,002929 | 91,66 |
| Zakresy dla wód rzecznych** | | | 0,5–0,8 | 2–60 | 0,0002–0,13 | X–X00 |

n – liczba prób w grupie, średnia a. – średnia arytmetyczna;

* różnice istotne statystycznie pomiędzy badaną grupą a: grupą I, grupą II (stwierdzone na podstawie testu *t*-Studenta dla prób niezależnych, jednorodność wariancji sprawdzona testami: *F*, Levene'a oraz Browna i Forsythe'a, dla poziomu istotności $p = 0,05$),

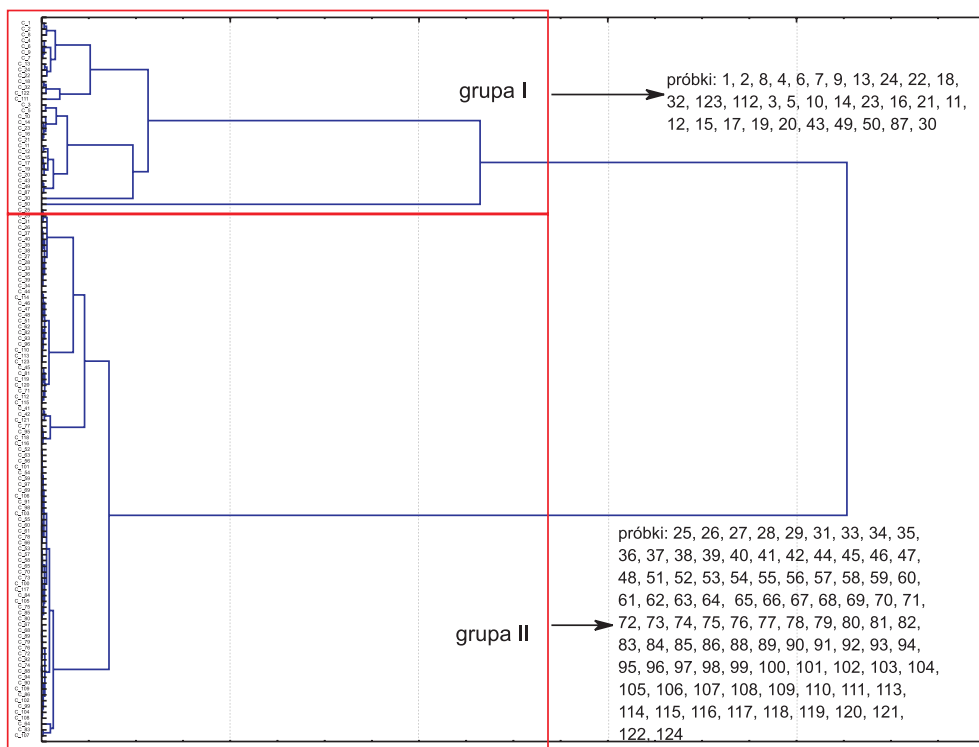
** wg Kabaty-Pendias & Pendiasa (1993), Dojlidy (1995).

Grupa III to zbiór sześciu próbek o numerach: 22 (źródło Kryniczanki), 5 (Złocki Potok), 41 (Bączka Kunina) i 122 (Moszczenica w Starym Sączu) oraz próbki 43 i 45 pobrane z jednego ciekłu, tj. Ciecierzewskiego Potoku (Ryc. 35). W przypadku próbek pobranych na obszarach źródłiskowych Kryniczanki i Złockiego Potoku podwyższone zawartości Fe i Mn należy wiązać z dyslokacjami tektonicznymi i wpływami wód z głębszych stref litosfery wzbogaconych w te pierwiastki oraz kongrecjami żelazisto-manganowymi. Natomiast w Moszczenicy i Ciecierzewskim Potoku podwyższone zawartości są pochodzenia antropogenicznego. Do pierwszego z potoków następują bezpośrednie zrzuty ścieków z domostw okolic Starego Sącza, natomiast podwyższone zawartości omawianych kationów w drugim z potoków mogą wynikać z zanieczyszczeń wypłukiwanych przez infiltrujące wody z terenów zanieczyszczonych przez niedawno jeszcze funkcjonującą jednostkę wojskową i poligon zlokalizowany w tymże rejonie.

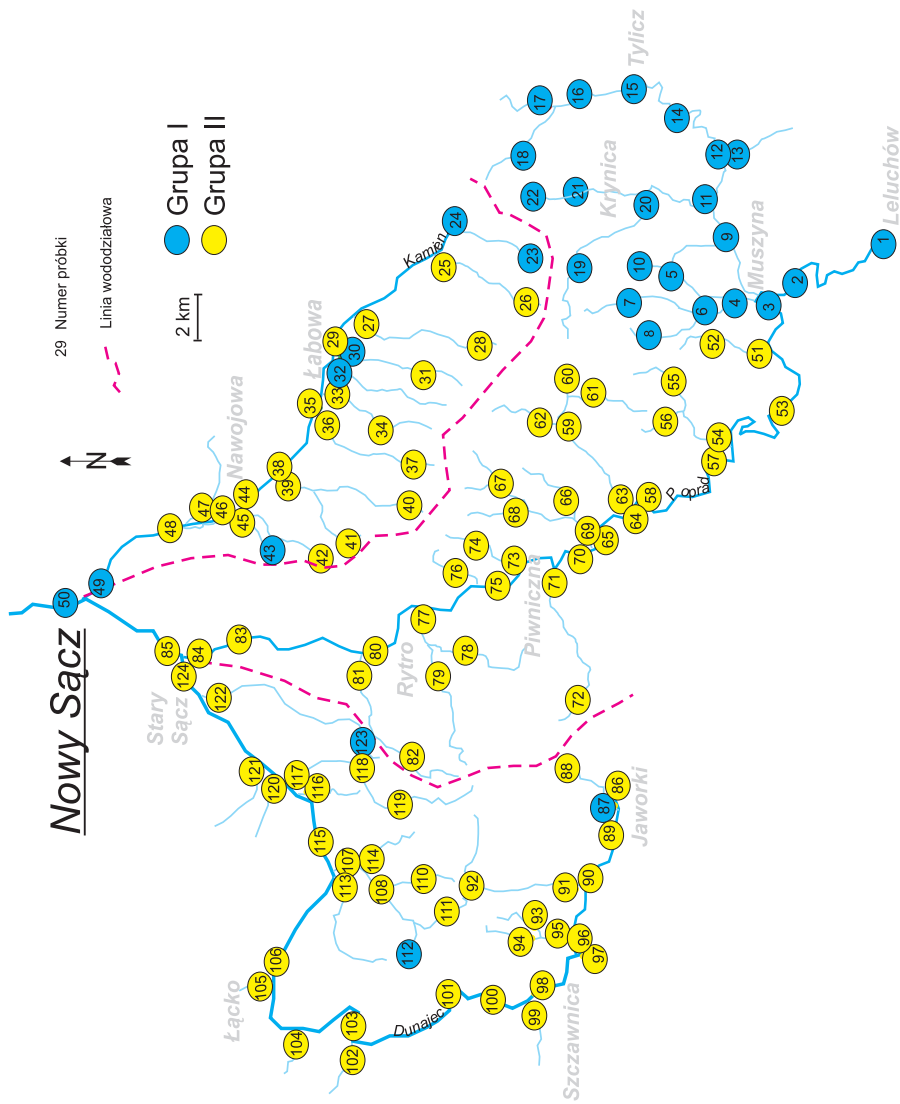
Obok pierwiastków głównych w wodach powierzchniowych znajdują się także **mikropierwiastki** (zwane też mikroelementami czy pierwiastkami śladowymi). Spełniać mogą one specyficzną rolę – stanowią na przykład o leczniczych właściwościach wód lub w przypadku wysokich zawartości mogą powodować ich degradację i stanowić niebezpieczeństwo dla biocenozy wodnych. Na obszarze Beskidu Sądeckiego nie funkcjonują obecnie duże zakłady przemysłowe, nie rozwija się też żadna gałąź przemysłu wydobywczego emitująca związki niebezpieczne czy toksyczne. Dlatego w prowadzonych badaniach skupiono się na zanieczyszczeniach

pochodzenia komunikacyjnego (wynikających ze spalania paliw płynnych i eksploatacji pojazdów), bytowego (tzw. ścieki komunalne), rolniczego oraz zanieczyszczeniach specyficznych (ścieki z zakładów garbarskich, spożywczych i inne). Przeanalizowano stężenia pierwiastków: **As, Tl, Cd, Cr, Ni, Zn i Pb**, jako najbardziej typowych dla tego rodzaju zanieczyszczeń (Adriano 1986).

Na podstawie opracowanego dendrogramu wyróżniono dwie grupy. Do pierwszej zaliczono 32 próbki, a drugą grupę stanowiło pozostałych 91 próbek (Ryc. 36). Analizując rozmieszczenie wydzielonych grup na obszarze Beskidu Sądeckiego, można zauważyć znaczne skupisko próbek grupy I w części południowo-wschodniej badanego terenu (Ryc. 37). Obie grupy znacząco różnią się pod względem wyliczonych średnich zawartości analizowanych metali (Tab. 17). Zdecydowanie większe stężenia metali zostały stwierdzone w próbkach należących do grupy I. Porównując wyliczone mediany dla obu grup, można zauważyć, że różnice są zdecydowanie mniejsze; świadczy to o asymetrycznym rozkładzie.



Ryc. 36. Dendrogram zawartości pierwiastków śladowych w ciekach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego



Ryc. 37. Przynależność próbek do grup wydzielonych na podstawie analizy skupień zawartości pierwiastków śladowych na obszarze Beskidu Sądeckiego

Tabela 17

Średnie arytmetyczne i mediany dla grup wydzielonych w analizie skupień zawartości pierwiastków śladowych w wodach powierzchniowych Beskidu Sądeckiego

| Grupa | n | Wskaźnik | Zn | Pb | Ni | As | Tl | Cd | Cr |
|-----------------------------|----|------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | [μg/dm ³] | | | | | | |
| I | 32 | średnia a. | 16,552 | 0,704 | 0,378 | 0,543 | 0,007 | 0,019 | 4,750 |
| | | mediana | 2,474 | 0,030 | 0,000 | 0,184 | 0,001 | 0,004 | 1,445 |
| II | 91 | średnia a. | 2,845* ¹ | 0,098* ¹ | 0,178* ¹ | 0,388* ¹ | 0,003* ¹ | 0,008* ¹ | 1,919* ¹ |
| | | mediana | 1,954 | 0,056 | 0,132 | 0,273 | 0,002 | 0,007 | 1,718 |
| Zakresy dla wód rzecznych** | | | 10 | 0,X–X | 1–2 | <1–5 | b.d. | 0,02 | 0,1–6 |

n – liczba prób w grupie, średnia a. – średnia arytmetyczna, b.d. – brak danych;

* różnice istotne statystycznie pomiędzy badaną grupą a: grupą I, grupą II (stwierdzone na podstawie testu *t*-Studenta dla prób niezależnych, jednorodność wariancji sprawdzona testami: *F*, Levene'a oraz Browna i Forsythe'a, dla poziomu istotności $p = 0,05$),

** wg Kabaty-Pendias & Pendiasa (1993).

Publikowane w literaturze zakresy występowania badanych pierwiastków w rzekach polskich (Kabata-Pendias & Pendias 1993, Dojlido 1995) nie odbiegają znacząco od oznaczeń otrzymanych w wyniku przeprowadzonych analiz. Jednak stwierdzono podwyższone stężenia Zn, Pb i Cr. Zawartości tych metali mają związek z bliskim sąsiedztwem głównych traktów komunikacyjnych biegnących przez obszar Beskidu Sądeckiego. Rejony Krynicy, Tylicza, Muszyny i Szczawnika należą do najpopularniejszych destynacji turystycznych Sądecczyzny i od wielu lat są rozbudowywane pod względem infrastruktury turystycznej. Dlatego też zauważa się tam coraz większe zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego (Kicińska 2008).

Wykonano również analizę wieloczynnikową koncentracji: B, Na, Li, K, P, Al, Sr, Ba oraz SiO₂ w wodach powierzchniowych. Jednak nie można było w jednoznaczny sposób wydzielić grupy próbek o wyodrębnionych cechach.

W odniesieniu do oznaczeń wskaźników mikrobiologicznych i tlenowych sformułowano oczywisty wniosek, iż jedynym, decydującym czynnikiem są zanieczyszczenia antropogeniczne i wskaźniki te są niezależne od pozostałych badanych parametrów.

8. Proponowane kierunki działań

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej wyraźnie stwierdza, iż:

woda nie jest produktem handlowym takim jak każdy inny, ale raczej dziedzicznym dobrem, które musi być chronione, bronię i traktowane jako takie (...) wody na obszarze Wspólnoty znajdują się pod wzrastającą presją spowodowaną ciągłym wzrostem zapotrzebowania na wystarczającą ilość wody o dobrej jakości (...), wspólnotowa polityka z dziedziny środowiska naturalnego ma przyczynić się do wypełniania celów zachowania, ochrony i poprawy jakości środowiska poprzez **rozsądne i racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych**, oraz powinna być oparta na zasadzie ostrożności oraz zasadach, mówiących, że należy podejmować działania zapobiegawcze; że **szkody wyrządzone w środowisku powinny być przede wszystkim naprawiane u źródła, oraz że zanieczyszczający płaci**.

Artykuł 4 niniejszej dyrektywy określa cele środowiskowe, zobowiązujące państwa członkowskie do:

- wdrażania działań niezbędnych dla zapobieżenia pogarszaniu się stanu wszystkich części wód powierzchniowych;
- ochrony, poprawy i przywrócenia stanu wszystkich części wód powierzchniowych (...), w celu osiągnięcia dobrego stanu wód powierzchniowych (...), najpóźniej w ciągu 15 lat od dnia wejścia niniejszej dyrektywy;
- ochrony i poprawy wszystkich sztucznych i silnie zmienionych części wód, w celu osiągnięcia dobrego potencjału ekologicznego i dobrego stanu chemicznego wód powierzchniowych najpóźniej w ciągu 15 lat od dnia wejścia w życie niniejszej dyrektywy;
- wdrażania koniecznych działań w celu stopniowego redukcjonowania zanieczyszczeń substancjami priorytetowymi i zaprzestania lub stopniowego eliminowania emisji, odprowadzania i strat priorytetowych substancji niebezpiecznych.

Wskazania i zobowiązania szczegółowo przedstawione w dyrektywie wodnej są niemałym wyzwaniem dla Rządu Polskiego, a zwłaszcza dla Ministerstwa Środowiska, tym bardziej że do roku 2015 zostało niecałe pięć lat. Pierwsze konieczne kroki

zostały już sformułowane w *Planie gospodarki odpadami*, a kolejne powinny pojawić się w *Planie gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły* (Witczak & Walczykiewicz 2005).

Lokalne władze i samorządy na obszarze Beskidu Sądeckiego muszą wykazać zdecydowanie większą determinację w zakresie inwestycji kanalizacyjnych, a następnie późniejszego egzekwowania prawidłowego używania kanalizacji i kontroli jej szczelności. Konieczne jest podpisywanie umów na oczyszczanie ścieków z każdego gospodarstwa i przedsiębiorstwa, a następnie ich monitorowanie na bieżąco, jak również stosowanie surowych kar wobec osób niestosujących się do przestrzegania zakazu zrzutu ścieków bezpośrednio do cieków powierzchniowych. Konieczny jest również szczegółowy monitoring odpadów z oczyszczalni ścieków pod względem ilości i składu chemicznego szlamów oraz możliwości ich ewentualnego wykorzystania do nawożenia terenów przyrodniczych. Spółka Sądeckie Wodociągi, która corocznie pobiera ze środowiska ok. 4,7 mln m³ wody w ramach przedsięwzięcia *Modernizacja i rozbudowa systemu gospodarki wodno-ściekowej Miasta Nowego Sącza z przyległymi terenami gmin sąsiednich*, w latach 2009–2012 zamierza: wybudować około 70 km sieci wodociągowej oraz 174 km kanalizacji sanitarnej, zmodernizować i rozbudować stację uzdatniania wody w Starym Sączu, a także przeprowadzić częściową modernizację istniejącej sieci wodociągowej i kanalizacyjnej.

Wpływ antropogeniczny powoduje degradację wód w zakresie wskaźników mikrobiologicznych i w związku z tym należy przedsięwziąć wszelkie środki w celu poprawy jakości poprzez:

- zwiększenie liczby przyłączy gospodarstw do sieci kanalizacyjnej, co wymaga rozbudowy i modernizacji już istniejącej infrastruktury;
- wzmożoną kontrolę i nakładanie dotkliwych kar na posiadaczy nieszczelnych szamb oraz tych, którzy bezprawnie opróżniają swoje instalacje w czasie ulewnych deszczy lub czynią to w sposób ciągły, w przypadku szamb budowanych na tzw. „butelkę”;
- kontrolę i właściwą gospodarkę szlamami i odpadami z oczyszczalni ścieków;
- poprawę infrastruktury turystycznej na górskich szlakach i w schroniskach,
- edukację.

Wody Beskidu Sądeckiego mogą i muszą spełniać wielorakie funkcje: gospodarcze, ekologiczne i turystyczne. Stanowią cenny walor przyrodniczy ziemi sądeckiej, której 78,3% obszaru podlega prawnej ochronie.

9. Uwagi końcowe

Gęsta sieć opróbowania z podziałem na zlewnie: Dunajca, Popradu i Kamienicy Nawojowskiej, umożliwiła ocenę stanu wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego. Uwzględnienie w badaniach każdego ze stałych cieków pozwoliło na wykonanie szczegółowego zdjęcia hydrologicznego, a wyboru oznaczanych parametrów dokonano, biorąc pod uwagę stopień zabudowy terenu i gospodarcze wykorzystanie poszczególnych rzek oraz potoków.

Na podstawie prac terenowych wyróżniono dwie grupy czynników wpływających na jakość wód powierzchniowych:

- **Czynniki naturalne:** budowa geologiczna rozumiana jako zróżnicowanie litologiczne jednostek i ich uwarunkowania tektoniczne, a ściślej – skład mineralny określający zawartość i formy występowania pierwiastków oraz substancji nieorganicznych w poszczególnych typach skał, a także ich cechy, takie jak: przepuszczalność, porowatość, zdolności sorpcji i desorpcji jonów; stopień wypełnienia i skład teksturalno-petrograficzny podłoża skalnego koryta; wielkość opadów atmosferycznych.
- **Czynniki antropogeniczne:** zrzuty bezpośrednio do wód ścieków pochodzących z: działalności gospodarczej, bytowej, składowania odpadów, oczyszczalni ścieków; zanieczyszczenia komunikacyjne i atmosferyczne; wpływ rolnictwa (stosowanie nawozów naturalnych i sztucznych); wielkość i intensywność ruchu turystycznego oraz przebudowa hydrotechniczna koryt rzecznych wpływająca na ilość i charakter przepływu wody w rzece.

Na podstawie przeprowadzonych badań i wykonanych analiz statystycznych stwierdzono, iż czynnikami decydującymi o jakości wód Beskidu Sądeckiego są w:

- ok. 59% zróżnicowanie litologiczne warstw budujących podłoże skalne;
- ok. 27% zrzuty zanieczyszczeń bezpośrednio do wód w postaci: ścieków przemysłowych, gospodarskich, spływów powierzchniowych (związki mineralne i czynniki glebowe);
- ok. 14% zanieczyszczenia atmosferyczne.

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że **parametry chemiczne** wód są uwarunkowane czynnikami naturalnymi, a ich wartości wahają się na poziomie tła geochemicznego. Podwyższone zawartości Fe, Mn, Al, Ba i Li w wodach powierzchniowych rejonu Szczawnika, Kryniczanki i Złockiego wynikać mogą z istnienia głębokich dyslokacji tektonicznych i zasilania zmineralizowanymi wodami podziemnymi. Istotny wpływ na stężenie Fe i Mn mogą mieć także procesy glebowe. W rejonie tym spotykane są osady żelaziste zwane ochrami oraz liczne ekshalacje CO₂, tzw. mofety (Fot. 10, 11). Zawartości Ca w wodach należy łączyć z procesami wymywania tego pierwiastka ze spoiwa węglanowego występującego powszechnie w skałach fliszowych obu podjednostek budujących podłoże skalne Beskidu Sądeckiego. Z kolei stężenia Cr we wszystkich przebadanych próbkach przekroczyły średnią zawartość w wodach rzecznych i z wyjątkiem jednej lokalizacji należy tłumaczyć ten fakt zróżnicowanym udziałem w podjednostce sądeckiej skał zbudowanych z frakcji aleurytowo-pelitycznej, w której dominują minerały ilaste. Właściwości sorpcji i desorpcji (fizycznej i chemicznej) kationów mogą tłumaczyć zróżnicowanie zawartości badanych pierwiastków. W Łabowszczańskim Potoku stwierdzono około dziesięciokrotnie większą koncentrację Cr niż średnia dla pozostałych próbek; prawdopodobnie wynika to z lokalnego zrzutu ścieków z zakładu usługowego. W wodach tego ciekłu oznaczono również wysokie stężenia Zn.



Fot. 10. Mofeta w Złockim Potoku (fot. A. Kicińska, 2005 r.)



Fot. 11. Ekshalacje CO₂ w Żłockim Potoku (fot. A. Kicińska, 2005 r.)

Najgorsze **wskaźniki fizyczne** stwierdzono w zlewni Kamienicy Nawojowskiej. Przebudowa hydrotechniczna koryt rzecznych (w Łosiańskim Potoku czy Łubince) oraz budowa progów kąpielowych na rzece powoduje wzrost temperatury wody wskutek nagrzewania płyt betonowych w czasie słonecznych insolacji, co w konsekwencji prowadzi do trwałych zmian w zespołach biocenoz rzecznych, zwłaszcza ryb z gatunków łososiowatych (Fot. 12, 13). W Kamienicy Nawojowskiej zauważalny jest ciągły spadek ilości wody i wzrost nieregularności przepływów, co ma związek z jakością wód. Przyczyną tego faktu może być zwiększony pobór wody z dopływów rzeki w wyniku rozbudowy stacji narciarskich i budowy zbiorników retencyjnych.

W żadnym z 15 punktów nie stwierdzono dobrych **warunków tlenowych**. Wskaźnik BZT₅ jest odzwierciedleniem ilości związków organicznych w wodach podatnych na proces biochemicznego utleniania i zależy m.in. od obecności substancji pożywkowych oraz toksycznych, a także adaptacji mikroorganizmów; uwarunkowany jest głównie przez antropopresję.

Zauważalny jest wpływ zanieczyszczeń komunikacyjnych transportowanych głównie drogą atmosferyczną, zwłaszcza w rejonach: Nowego Sącza, Muszyny, Łabowej czy Starego Sącza. Najwyższe koncentracje ołowiu, talu i kadmu stwierdzono w zlewni Popradu, a cynku w zlewni Dunajca. Zauważalny jest też wpływ stosowania soli do utrzymania przejezdności dróg zimą.



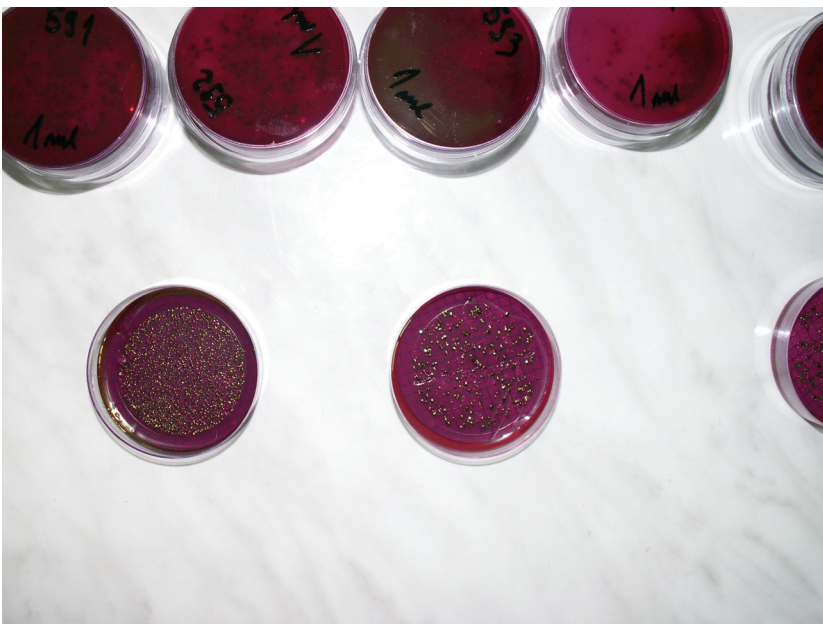
Fot. 12. Strefa kontaktu podjednostki sądeckiej i krynickiej w Łosiańskim Potoku (fot. A. Kicińska, 2006 r.)



Fot. 13. Przebudowane koryto Łosiańskiego Potoku (fot. A. Kicińska, 2006 r.)

Nie stwierdzono znaczącego wpływu rolnictwa na zawartość anionów w wodach. Wyższa koncentracja azotanów, fosforanów, fluorków i chlorków tylko w pojedynczych punktach wskazywała na niewielkie antropogeniczne oddziaływania (w przypadku PO_4 było to ok. 7% z ogólnej zawartości). Niewątpliwie na oznaczone stężenia azotanów, siarczanów czy chlorków miał wpływ okres pobierania próbek, związany z intensywną wegetacją roślin.

Najistotniejszym czynnikiem wpływającym na jakość wód są **zanieczyszczenia mikrobiologiczne**. W wielu przypadkach bakteriologiczna degradacja wód następuje na odcinku pomiędzy obszarem źródłiskowym a niewielkim przysiółkiem czy osadą, przez które rzeka przepływa, głównie w wyniku: bezpośrednich zrzutów ścieków gospodarczo-bytowych, opróżniania szamb, jak również rosnącego ruchu turystycznego w szczytowych partiach pasma Jaworzyny i Radziejowej. Współczynniki skanalizowania dla powiatu nowosądeckiego są bardzo zróżnicowane. Mniejsze wioski i przysiółki nie mają przyłączy w ogóle. Odzwierciedleniem tego faktu są duże ilości bakterii coli termotolerancyjnych i *Escherichia coli*, nawet w odcinkach źródłowych potoków (Fot. 14). Najgorszy stan wód pod względem bakteriologii stwierdzono w rejonie Starego Sącza. W miastach takich, jak: Nowy Sącz, Krynica czy Muszyna, wskaźniki te są nieco lepsze, ale pojawiają się zanieczyszczenia specyficzne, związane z produkcją towarów, głównie substancjami tłuszczowymi, oleistymi.



Fot. 14. Oznaczanie obecności i liczby bakterii grupy coli (fot. A. Kicińska, 2007 r.)

Poważnym problemem są odpady z komunalnych oczyszczalni ścieków (z kratek, piaskowników i procesów stabilizacji oraz odwadniania osadów), które zrzucając bezpośrednio do rzek znacznie pogarszają ich jakość. W trakcie prac terenowych na obszarze Beskidu Sądeckiego zlokalizowano siedem takich miejsc.

W wyniku przeprowadzonych analiz zauważono również zróżnicowanie składu chemicznego w zależności od charakteru użytkowania terenu (np. obszary wiejskie, leśne). Widoczny jest związek pomiędzy jakością wód a intensywnością zabudowy (im gęstsza zabudowa, tym gorsza jakość wód). W mniejszych miejscowościach woda była przeważnie III klasy, a w Starym Sączu – V klasy. Tam też stwierdzono najgorszą sytuację pod względem mikrobiologicznym i tlenowym.

Jakość sądeckich wód nie jest zadowalająca. Żadna z pobranych próbek nie spełnia wymagań stawianych wodom wykorzystywanym do celów spożywczych czy kąpielowych, co – zważywszy na fakt, iż 44 miejsca opróbowania znajdowały się bezpośrednio w sąsiedztwie obszarów źródliskowych – nie jest wnioskiem optymistycznym. Budzi to niepokój, tym bardziej że zlokalizowanych jest tu wiele miejscowości uzdrowiskowych oraz turystycznych i pomimo zagrożenia bakteriologicznego w wielu miejscach miejscowa ludność oraz turyści zażywają kąpiele wodnych. Obserwuje się także spadek populacji ryb, dla których wody te są środowiskiem życia. Dwie największe rzeki Sądecczyzny pełnią ważną rolę gospodarczą. Na Popradzie znajduje się dziewięć ujęć wody pitnej, na Dunajcu kolejne cztery (zaopatrujące w wodę aglomerację Nowego i Starego Sącza).

Dużym atutem sądeckich rzek, zwłaszcza Dunajca i Popradu, są procesy samooczyszczania, związane z prędkością przepływu wody i jej rozcieńczaniem przez czyste dopływy zasilające główne rzeki. Negatywnym czynnikiem w przypadku Kamienicy Nawojowskiej są progi betonowe (jazy), które spowalniają przepływ wody w rzece, oraz zmniejszająca się wielkość i regularność przepływu. W miesiącach letnich, przy niskich przepływach w rzekach, następuje proces wzrostu stężeń zanieczyszczeń wskutek m.in. intensyfikacji ruchu turystycznego i wykorzystania infrastruktury turystycznej. Z kolei gwałtowne spływy, odnotowywane zwłaszcza we wrześniu i marcu, mogą spowodować wzrost ilości zanieczyszczeń pochodzenia organicznego (nawozy sztuczne) oraz zawartości takich pierwiastków, jak: cynk, mangan i miedź.

O jakości wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego decydują zanieczyszczenia organiczne, natomiast czynnikiem degradującym wody są zanieczyszczenia mikrobiologiczne. Efektem tego jest brak wód bardzo dobrej jakości, a przyczyny tego należy upatrywać głównie w zrzutach ścieków socjalno-bytowych z gospodarstw domowych. To oddziaływanie antropogeniczne jest głównym czynnikiem degradującym jakość wód Sądecczyzny. Przestrzenne zróżnicowanie hydrogeologiczne oraz warunki hydrometeorologiczne wpływają pozytywnie na chemizm wód.

Literatura

- Adriano D.C. 1986, *Trace Elements in the Terrestrial Environment*, Springer, New York.
- Alexandrowicz Z. (red.) 1996, *Geochrona Beskidu Sądeckiego i Kotliny Sądeckiej*, Studia Naturae, 42, 147.
- Bombówna M. 1991, *Chemizm wód powierzchniowych*, W: Dynowska I., Maciejewski M. (red.), *Dorzecze górnej Wisły*, II, PWN, Warszawa – Kraków, 9–25.
- Birkenmajer K., Oszczytko N. 1989, *Cretaceous and palaeogene lithostratigraphic units of the Magura Nappe, Krynica Subunit, Carpathians*, Annales Societatis Geologorum Poloniae, 59, 145–181.
- Bromowicz J. 1992, *Basen sedymentacyjny i obszary źródłowe piaskowców magurskich*, Zeszyty Naukowe AGH – Geologia, 54, 79–88.
- Burtan J., Golonka J., Oszczytko N., Paul Z., Ślącza A. 1981, *Mapa geologiczna Polski 1:200 000, arkusz Nowy Sącz*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Ciężkowski W. 2007, *Wybrane zagadnienia gospodarki wodami leczniczymi w Polsce*, W: *Współczesne problemy hydrogeologii*, XIII, 1, 101–123.
- Ciężkowski W., Kozłowski J. 1999, *Typy chemiczne wód podziemnych Krynicy*, Przegląd Geologiczny, 47, 6, 560–563.
- Dojlido J.R. 1995, *Chemia wód powierzchniowych*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Dynowska I., Maciejewski M. 1991, *Dorzecze górnej Wisły*, I–II, PWN, Warszawa – Kraków.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.*
- Kabata-Pendias A., Mukherjee A.B. 2007, *Trace elements from soil to human*, Springer, Heidelberg.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 1993 (wyd. 1), 1999 (wyd. 2), *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- Kicińska A. 2008, *Wykorzystanie walorów przyrody nieożywionej w turystyce uzdrowskiej na przykładzie uzdrowisk Beskidu Sądeckiego*. W: Wiatr I., Marczak H. (red.), *Uwarunkowania ekorozwoju turystyki i rekreacji ze szczególnym uwzględnieniem gospodarowania i zarządzania środowiskiem*, PTIE, Lublin, 81–89.
- Kicińska A. 2010, *Chrom w wodach powierzchniowych Beskidu Sadeckiego*. Gospodarka Wodna, Warszawa (w druku).
- Kicińska A., Garwol P. 2007, *Zagospodarowanie turystyczne obszaru Natura 2000 Ostoja Popradzka – stan aktualny, problemy i spodziewane kierunki przemian*, W: Wnuk Z., Ziaja M. (red.), *Turystyka w obszarach Natura 2000*, UR, Rzeszów, 105–119.
- Kicińska A., Laskowska A. 2009, *Rozwój turystyki zrównoważonej a zagospodarowanie turystyczne Popradzkiego Parku Krajobrazowego*, W: Wnuk Z., Ziaja M. (red.), *Turystyka w parkach krajobrazowych*, UR, Rzeszów, 51–64.
- Kicińska A., Słomka T. 2006, *Oferta geoturystyczna wiejskiej gminy Łącko – stolicy krainy sadów przeciętej doliną Dunajca*, *Geoturystyka*, 4 (7), 33–39.
- Kleczkowski A.S. 1990, *Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony*, AGH, Kraków.
- Klimaszewski M. 1937, *Morfologia i dyluwium doliny Dunajca, od Pienin po ujście*, *Prace IG UJ*, 1–54.
- Kondracki J. 2002, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kukuła K. 2000, *Ryby i minogi*, W: Staszkievicz J. (red.), *Przyroda Popradzkiego Parku Krajobrazowego*, Stary Sącz, 251–257.
- Kwapisz J. 2005, *Ocena stanu infrastruktury wodno-ściekowej w gminach powiatów limanowskiego i nowosądeckiego*. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 4, 39–46.
- Lorenc H. (red.) 2005, *Atlas klimatu Polski*, IMiGW, Warszawa.
- Łajczak A. 2000, *Wody*, W: Staszkievicz J. (red.), *Przyroda Popradzkiego Parku Krajobrazowego*, Stary Sącz, 57–71.
- Macioszczyk A. 1987, *Hydrogeochemia*, Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Małek S. 2000, *Zanieczyszczenia powietrza, gleb i wód*, W: Staszkievicz J. (red.), *Przyroda Popradzkiego Parku Krajobrazowego*, Stary Sącz, 119–129.
- Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B. 1991, *Klimat*, W: Dynowska I., Maciejewski M. (red.), *Dorzecze górnej Wisły*, PWN, Warszawa.
- Ocena jakości wód powierzchniowych w województwie małopolskim w roku 2007*, 2008, WIOŚ, Kraków.

- Oszczytko N. 1979. *Budowa geologiczna północnych stoków Beskidu Sądeckiego między Dunajcem a Popradem (płaszczowina magurska)*, Rocznik PTG, XLIX, 293–325.
- Oszczytko N. 1991, *Stratigraphy of the Palaeogene deposits of the Bystrica Subunit (Magura Nappe, Polish Outer Carpathians)*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences, 39, 4, 415–431.
- Oszczytko N., Malata E., Oszczytko-Clowes M., Duńczyk L. 1999, *Budowa geologiczna Krynicy (płaszczowina magurska)*, Przegląd Geologiczny, 47, 6, 549–559.
- Oszczytko N., Zuchiewicz W. 2007, *Geology of Krynica SPA, Western Outer Carpathians, Poland*, Annales Societatis Geologorum Poloniae, 77, 69–92.
- PN-EN ISO/EC 17025:2001, *Ogólne wymagania dotyczące laboratoriów badawczych i wzorujących*.
- Plan gospodarki odpadami dla powiatu nowosądeckiego na lata 2004–2011*, Starostwo Powiatowe w Nowym Sączu.
- Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2007–2008*, 2006, Główny Inspektor Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Punzet J. 1991, *Przepływy charakterystyczne*, W: Dynowska I., Maciejewski M. (red.), *Dorzecze górnej Wisły*, PWN, Warszawa.
- Rajchel L., Rajchel J. 1999, *Karpackie źródła wód mineralnych i specyficznych – pomnikami przyrody nieożywionej*, Przegląd Geologiczny, 47, 10, 911–919.
- Reško D. 2000, *Wody mineralne i surowce balneologiczne*, W: Staszkievicz J. (red.), *Przyroda Popradzkiego Parku Krajobrazowego*, Stary Sącz, 71–81.
- Reško D., Porwisz B., Schmalz A. 2007, *Wody lecznicze dorzecza Popradu oraz wybrane prace i badania wód leczniczych Krynicy Zdroju*, W: *Współczesne problemy hydrogeologii*, XIII, 1, 123–154.
- Rocznik statystyczny województw*, 2008, GUS, Warszawa.
- Rocznik statystyczny województw*, 2007, GUS, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód*. Dz. U. Nr 32, poz. 284.
- Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych*. Dz. U. Nr 162, poz. 1008.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych*. Dz. U. Nr 176, poz. 1455.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi*. Dz. U. Nr 61, poz. 417.

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda w kąpieliskach.* Dz. U. Nr 183, poz. 1530.
- Stachý J. (red.). 1986, *Atlas hydrologiczny Polski*, IMGW, Warszawa.
- Stan czystości rzek, jezior i Bałtyku, 1997–2003*, Biblioteka Ochrony Środowiska, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Starkel L. 1991, *Geoekologiczne uwarunkowania obiegu wody*, W: Dynowska I., Maciejewski M. (red.), *Dorzecze górnej Wisły*, PWN, Warszawa.
- Szczepańska J., Kmieciak E. 1998, *Statystyczna kontrola jakości danych w monitoringu wód podziemnych*, Wyd. AGH, Kraków.
- Witczak S., Walczykiewicz T. 2005, *Rola planów gospodarowania wodami na obszarze dorzecza w strategii ochrony wód podziemnych i powierzchniowych Polski*, W: *Oceny oddziaływania na środowisko na szczeblu krajowym i regionalnym. Konferencja z cyklu Instrumenty zarządzania Ochroną Środowiska*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 45–66.
- Zuchiewicz W., Oszczytko N. (red.). 1992, *Wycieczka B: Stratygrafia, sedymentologia i tektonika stref bystrzyckiej i krynickiej, wody mineralne i zagadnienia geologiczno-inżynierskie, pokrywa mioceńska i czwartorzędowa oraz stosunek płaszczowiny magurskiej do przedpola*. W: *Przewodnik LXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Koninki*, 107–147.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1

Lokalizacja miejsc poboru próbek wód powierzchniowych w Beskidzie Sądeckim z wyszczególnieniem wykonanych analiz

| Numer punktu | Nazwa cieku powierzchniowego Opis miejsca poboru próbki | Wykonane analizy |
|--------------|--|----------------------------|
| 1 | POPRAD – LELUCHÓW – stacja PKP | A, K, BZT ₅ , M |
| 2 | POPRAD – MUSZYNA FOLWARK – na wprost remizy | A, K |
| 3 | POPRAD – ZAPOPRAZDZIE – za rozlewnią Muszynianka | A, K, M |
| 4 | SZCZAWNIK – ZŁOCKIE – parking przy restauracji Zamkowa | A, K, M |
| 5 | ZŁOCKI POTOK – ZŁOCKIE – pomost przy mofetach | A, K |
| 6 | SZCZAWNIK – bezpośrednio po połączeniu Szczawnika i Szczawniczka | A, K, M |
| 7 | SZCZAWNICZEK – powyżej ujęcia wody pitnej | A, K |
| 8 | SZCZAWNIK – powyżej zabudowań, poniżej ujęcia wody | A, K |
| 9 | MUSZYŃKA – POWROŹNIK – połączenie Jastrzębika i Muszynki | A, K, M |
| 10 | JASTRZĘBIK – JASTRZĘBIK – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 11 | MUSZYŃKA – POWROŹNIK/KRYNICA – za oczyszczalnią wody | A, K, M |
| 12 | MUSZYŃKA – powyżej Powroźnika, po połączeniu z Wojkowskim Potokiem | A, K |
| 13 | WOJKOWSKI POTOK – przy mostku | A, K |
| 14 | MUSZYŃKA – TYLICZ – koniec stacji narciarskich | A, K, M |
| 15 | MOCHNACZKA – TYLICZ – początek wsi | A, K, M |
| 16 | MOCHAN CZKA – MOCHNACZKA NIŻNA – koniec wsi | A, K |
| 17 | FATALOSZKA – MOCHNACZKA NIŻNA – mostek | A, K |
| 18 | MOCHNACZKA – MOCHNACZKA WYŻNA – mostek | A, K |
| 19 | CZARNY POTOK – KRYNICA – powyżej ujęcia wody i wodospadu | A, K, M |
| 20 | CZARNY POTOK – KRYNICA – połączenie Czarnego Potoku i Kryniczanki | A, K, M |
| 21 | KRYNICZANKA – KRYNICA – park Słotwiński, mostek | A, K, M |
| 22 | KRYNICZANKA – KRYNICA – źródło Kryniczanki | A, K, M |
| 23 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – obszar źródłiskowy | A, K, M |
| 24 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ROZTOKA WIELKA – przy drodze | A, K, BZT ₅ , M |
| 25 | ŁOSIAŃSKI POTOK – ŁOSIE – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |

Załącznik 1 cd.

| Numer punktu | Nazwa ciekę powierzchniowego Opis miejsca poboru próbki | Wykonane analizy |
|--------------|---|----------------------------|
| 26 | ŁOSIAŃSKI POTOK – ŁOSIE – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 27 | UHRYŃSKI POTOK – ŁABOWA – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |
| 28 | UHRYŃSKI POTOK – UHRYŃ – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 29 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ŁABOWA – pod mostem | A, K, M |
| 30 | ŁABOWSZCZAŃSKI POTOK – ŁABOWA – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |
| 31 | ŁABOWSZCZAŃSKI POTOK – ŁABOWIEC – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 32 | FELECZYN – ŁABOWA – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |
| 33 | SKŁADZISZCZAŃSKI POTOK – MACIEJOWA – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |
| 34 | SKŁADZISZCZAŃSKI POTOK – SKŁADZISTE – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 35 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – MACIEJOWA | A, K |
| 36 | CZACZOWIEC – CZACZÓW – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |
| 37 | CZACZOWIEC – BARNOWIEC – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 38 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – POPARDOWA | A, K |
| 39 | HOMERKA – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |
| 40 | ZŁOTNIAŃSKA RZEKA (HOMERKA) – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 41 | BĄCZA – KUNINA – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 42 | NAWOJOWA – powyżej zabudowań wsi i szkoły rolniczej | A, K |
| 43 | CIECIERZEWSKI POTOK – ŻELEZNIKOWA MAŁA | A, K |
| 44 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – NAWOJOWA | A, K, M |
| 45 | CIECIERZEWSKI POTOK – NAWOJOWA – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K |
| 46 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – JAMNICA | A, K |
| 47 | KAMIONKA – JAMNICA – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | A, K, BZT ₅ |
| 48 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – NOWY SĄCZ – wiadukt PKP | A, K, BZT ₅ |
| 49 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ujście do Dunajca | A, K, BZT ₅ , M |
| 50 | DUNAJEC – KOTLINA SADECKA – za cmentarzem Żydowskim | A, K, BZT ₅ , M |

Załącznik 1 cd.

| | | |
|----|---|------------------------|
| 51 | MILIK – MILIK – koniec wsi, poniżej zabudowań | A, K |
| 52 | MILIK – MILIK – poniżej kapliczki, odcinek źródłiskowy | A, K |
| 53 | POPRAD – ANDRZEJÓWKA – stacja PKP | A, K, BZT ₅ |
| 54 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – ŻEGIESTÓW – przed połączeniem z Popradem | A, K |
| 55 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – PALENICA – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 56 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – RUSINÓWKA – powyżej wsi | A, K |
| 57 | POPRAD – za Żegiestowem | A, K, M |
| 58 | POPRAD – WIERCHOMLA – przed połączeniem z Wierchomlą | A, K |
| 59 | WIERCHOMLANKA – WIERCHOMLA WIELKA – parking | A, K |
| 60 | WIERCHOMLANKA – WIERCHOMLA MAŁA – przed wyciągami narciarskimi, odcinek źródłiskowy | A, K, M |
| 61 | WIERCHOMLANKA – WIERCHOMLA MAŁA – nad stacją narciarską | A, K |
| 62 | POTASZANIA – WIERCHOMLA WIELKA – przed połączeniem z Wierchomlą | A, K |
| 63 | WIERCHOMLANKA – WIERCHOMLA – przed połączeniem z Popradem (wylot) | A, K, M |
| 64 | POPRAD – MEDZIBRODIE – po połączeniu z Wierchomlą | A, K |
| 65 | POPRAD – ŁOMNICA-ZDRÓJ – przed połączeniem z Łomniczanką | A, K |
| 66 | WAPIENNIK – KĄTY – powyżej zabudowań przysiółka | A, K |
| 67 | ŁOMNICZANKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ – powyżej wsi, nad domami | A, K |
| 68 | MAŁA ŁOMNICZKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ – powyżej domów | A, K |
| 69 | ŁOMNICZANKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ – ujście | A, K |
| 70 | POPRAD – ŁOMNICA-ZDRÓJ – po połączeniu z Łomniczanką | A, K |
| 71 | CZERCZ – PIWNICZNA – ujście do Popradu | A, K |
| 72 | CZERCZ – SUCHA DOLINA – nad wyciągami narciarskimi | A, K |
| 73 | JAWORZYNA – KOKUSZKA – ujście do Popradu | A, K |
| 74 | JAWORZYNA – KOKUSZKA – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 75 | POPRAD – GŁĘBOKIE – po połączeniu z Jaworzynką i za Piwniczną | A, K, M |
| 76 | GŁĘBOCZANKA – GŁĘBOKIE – powyżej wsi | A, K |

Załącznik 1 cd.

| Numer punktu | Nazwa cieku powierzchniowego Opis miejsca poboru próbki | Wykonane analizy |
|--------------|--|----------------------------|
| 77 | ROZTOKA WIELKA – RYTRO – ujście do Popradu | A, K |
| 78 | ROZTOKA MAŁA – RYTRO – powyżej zabudowań | A, K |
| 79 | ROZTOKA WIELKA – RYTRO – odcinek źródłiskowy | A, K |
| 80 | POPRAD – PRZYSIETNICA | A, K |
| 81 | PRZYSIETNICA – PRZYSIETNICA – ujście do Popradu | A, K |
| 82 | PRZYSIETNICA – PRZYSIETNICA – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 83 | POPRAD – MYŚLEC | A, K, BZT ₅ , M |
| 84 | POPRAD – BIEGONICE – ujście do Dunajca | A, K, BZT ₅ |
| 85 | DUNAJEC – NOWY SĄCZ – PODRZECZE – po połączeniu z Popradem | A, K, BZT ₅ , M |
| 86 | BIAŁA WODA – BIAŁA WODA – za rezerwatem, parking | A, K, M |
| 87 | CZARNA WODA – JAWORKI – ujście do Grajcarka | A, K |
| 88 | CZARNA WODA – CZARNA WODA – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 89 | GRAJCAREK – JAWORKI – za zabudowaniami | A, K, M |
| 90 | GRAJCAREK – SZCZAWNICA – początek miasta | A, K |
| 91 | SOPOTNICKI POTOK – SZCZAWNICA – ujście do Grajcarka | A, K |
| 92 | SOPOTNICKI POTOK – SEWERYNÓWKA – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 93 | CZARNY POTOK – SZCZAWNICA – koło nowej stacji narciarskiej | A, K |
| 94 | BIAŁY POTOK – SZCZAWNICA – powyżej zabudowań | A, K |
| 95 | BIAŁY POTOK – SZCZAWNICA – ujście do Grajcarka | A, K |
| 96 | GRAJCAREK – SZCZAWNICA – ujście do Dunajca | A, K |
| 97 | DUNAJEC – SZCZAWNICA – przystań flisacka | A, K, BZT ₅ , M |
| 98 | DUNAJEC – KROŚCIENKO – most | A, K, BZT ₅ |
| 99 | KROŚNICA – KROŚCIENKO – ujście do Dunajca | A, K |
| 100 | DUNAJEC – ZAWODZIE – za Krościenkiem | A, K, M |
| 101 | DUNAJEC – KŁODNE | A, K |
| 102 | OCHOTNICA – RZEKA – ujście do Dunajca | A, K |
| 103 | DUNAJEC – ZABRZEŻ – tor kajakowy | A, K |
| 104 | KAMIENICA – ZABRZEŻ – ujście do Dunajca | A, K |

Załącznik 1 cd.

| | | |
|-----|--|----------------------------|
| 105 | CZARNY POTOK – ŁĄCKO – ujście do Dunajca | A, K |
| 106 | DUNAJEC – ŁĄCKO – poniżej zabudowań, przed oczyszczalnią | A, K, BZT ₅ , M |
| 107 | POTOK OBIDZKI – JAZOWSKO – ujście do Dunajca | A, K |
| 108 | POTOK OBIDZKI – OPALANKA | A, K |
| 109 | ————— | – |
| 110 | MAJDAŃSKI POTOK – powyżej wodospadu | A, K |
| 111 | POTOK OBIDZKI – OBIDZA – powyżej zabudowań wsi | A, K |
| 112 | POTOK OBIDZKI – MARASIÓWKA – dopływ lewy, powyżej zabudowań | A, K |
| 113 | KĄTY – TURKÓWKA – ujście do Dunajca | A, K |
| 114 | BUKOWY POTOK – GRABCZAŃSKA – mostek, powyżej zabudowań | A, K |
| 115 | DUNAJEC – JAZOWSKO – za oczyszczalnią ścieków | A, K |
| 116 | ŁAZY BRZYŃSKIE – KADECZKA – ujście do Dunajca | A, K |
| 117 | JAWORZYŃKA – GOŁKOWICE – u wylotu do Dunajca | A, K |
| 118 | JAWORZYŃKA – GABOŃ – PRACZKA – powyżej schroniska i ośrodka wypoczynkowego | A, K |
| 119 | JAWORZYŃKA – GABOŃ – powyżej zabudowań, przy mostku | A, K |
| 120 | JASTRZĘBIK – GOŁKOWICE DOLNE – ujście do Dunajca | A, K |
| 121 | SŁOMKA – NASZACZOWICE – ujście do Dunajca | A, K |
| 122 | MOSZCZENICA – STARY SĄCZ – ujście do Dunajca | A, K, M |
| 123 | MOSZCZENICA – MOSZCZENICA WYŻNA – powyżej wsi | A, K |
| 124 | DUNAJEC – STARY SĄCZ – przed połączeniem z Popradem | A, K, BZT ₅ |

Legenda:

A – analizy zawartości wybranych **anionów** w pobranej próbce wody,

K – analizy zawartości wybranych **kationów** w pobranej próbce wody,

BZT₅ – 5-dobowe **biochemiczne zapotrzebowanie na tlen**,

M – **badania mikrobiologiczne** w pobranej próbce wody.

| | |
|--|--|
| | Dunajec i jego dopływy |
| | Kamienica Nawojowska i jej dopływy |
| | Poprad (od przejścia granicznego) i jego dopływy |

Załącznik 2

Klasyfikacja zmierzonych parametrów wód powierzchniowych Beskidu Sądeckiego i interpretacji wybranych zobrażowań medycznych

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | |
|-----------|--|-------------------|--|----------|--|------------------|---------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy |
| 1 | POPRAĐ – LELUCHÓW | 31 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | BZT ₅ | |
| 2 | POPRAĐ – MUSZYNA FOLWARK | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ²⁻ | | | | |
| 3 | POPRAĐ – ZAOPRAĐZIE | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |
| 4 | SZCZAWNIK – ZŁOCKIE | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |
| 5 | ZŁOCKI POTOK – ZŁOCKIE | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, SiO ₂ , Mg, Sr, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ²⁻ | | Ca, Ba, Mn | Fe | |
| 6 | SZCZAWNIK – połączenie Szczawnika i Szczawniczka | 30 | Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | pH, Al | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | | |
|----|-------------------------------------|----|--|--------|---|--|--|
| 7 | SZCZAWNICZEK | 28 | Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | pH | | | |
| 8 | SZCZAWNIK – poniżej ujęcia wody | 28 | Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | pH | Al | | |
| 9 | MUSZYŃKA – POWROŹNIK | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al, Ca | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |
| 10 | JASTRZĘBIK – JASTRZĘBIK | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | |
| 11 | MUSZYŃKA – POWROŹNIK/ KRYNICA | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |
| 12 | MUSZYŃKA – powyżej Powroźnika | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca | | | |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | |
|-----------|--------------------------------|-------------------|--|----------|---|----------|---------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy |
| 13 | WOJKOWSKI POTOK | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al, Ca | | | |
| 14 | MUSZYŃKA – TYLICZ | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |
| 15 | MOCHNACZKA – TYLICZ | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | Ba | |
| 16 | MOCHANECZKA – MOCHNACZKA NIZNA | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Al, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca | | | |
| 17 | FATALOSZKA – MOCHNACZKA NIZNA | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Al | | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|--|
| 18 | MOCHNACZKA – MOCHNACZKA WYŻNA | 28 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al | | | |
| 19 | CZARNY POTOK – powyżej ujęcia wody | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al, Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | | |
| 20 | CZARNY POTOK – KRYNICA | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al, Ca | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |
| 21 | KRYNICZANKA – KRYNICA – park Slotwiński | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Zn, Pb, Ni, As, Al, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca | Ba | Grupa coli | Grupa coli termot. i E. coli |
| 22 | KRYNICZANKA – źródliko | 30 | Prz., T, B, Na, Li, K, P, SiO ₂ , Mg, Sr, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | pH | Al, Ba, Ca | Mn, Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | Fe |
| 23 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – źródliko | 30 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | |
| 24 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ROZTOKA | 31 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, P, Fe, SiO ₂ , Mg, Sr, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al, Ca, Mn | Ba | Grupa coli | BZT ₅ , Grupa coli termot. i E. coli |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | | |
|-----------|--|-------------------|--|----------|-----------|----------|-------------------------------|------------------------------------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 24 | ŁOSIAŃSKI POTOK – ŁOSIE – ujście do Kamienicy Nawojowskiej | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 26 | ŁOSIAŃSKI POTOK – źródłisko | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 27 | UHRYŃSKI POTOK – ŁABOWA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | PO ₄ ³⁻ | |
| 28 | UHRYŃSKI POTOK – UHRYŃ | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 29 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ŁABOWA | 21 | Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | pH, Prz. | T | | Grupa coli | Grupa coli termot. i E. coli |
| 30 | ŁABOWSZCZAŃ- SKI POTOK – ŁABOWA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | |
|----|--------------------------------------|----|--|-------------|-------------------------------|--|
| 31 | ŁABOWSZCZANŃSKI POTOK – ŁABOWIEC | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | | |
| 32 | FELECZYN – ŁABOWA | 19 | pH, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T | | |
| 33 | SKŁADZISZCZANŃSKI POTOK – MACIEJOWA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | PO ₄ ³⁻ | |
| 34 | SKŁADZISZCZANŃSKI POTOK – SKŁADZISTE | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | | |
| 35 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – MACIEJOWA | 19 | Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | pH, Prz., T | | |
| 36 | CZACZOWIEC – CZACZOW | 19 | pH, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T | | |
| 37 | CZACZOWIEC – BARNOWIEC | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 38 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – POPARDOWA | 19 | pH, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T | | |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | |
|-----------|--|-------------------|--|--|-----------|----------|--|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy |
| 39 | HOMERKA | 19 | pH, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T | | | |
| 40 | ZŁOTNIAŃSKA RZEKA (HOMERKA) | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | |
| 41 | BĄCZA – KUNINA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | | |
| 42 | NAWOJOWSKI POTOK | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | | |
| 43 | CIECIERZEWSKI POTOK – ŻELEZNIKOWA MAŁA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | | |
| 44 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – NAWOJOWA | 21 | pH, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | T | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli |
| 45 | CIECIERZEWSKI POTOK – NAWOJOWA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca, NO ₃ ⁻ | | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | | |
|----|--|----|---|----------|----|------------------|--|
| 46 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – JAMNICA | 19 | pH, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T | | | |
| 47 | KAMIONKA – JAMNICA | 20 | pH, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T | | | BZT ₅ |
| 48 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – NOWY SĄCZ | 20 | pH, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | T | | BZT ₅ |
| 49 | KAMIENICA NAWOJOWSKA – ujście | 31 | pH, Prz., T, B, Na, Li, K, Fe, SiO ₂ , P, Mn, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Al | | Grupa coli | BZT ₅ , Grupa coli termot. i E. coli |
| 50 | DUNAJEC – KOTLINA SĄDECKA | 31 | Prz., T, B, Li, Fe, Mn, Mg, Sr, Al, P, Ca, Ba, Na, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , K, SiO ₂ | | pH | BZT ₅ | Grupa coli termot. i E. coli, Grupa coli |
| 51 | MILIK – MILIK – ujście | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca | | | |
| 52 | MILIK – MILIK – źródłisko | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz. | | | |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|-------------------|---|----------|-----------|----------|------------|------------------------------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 53 | POPRAĐ – ANDRZEJÓWKA | 20 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NNO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | BZT ₅ |
| 54 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – ŻEGIESTÓW | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz. | | | | |
| 55 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – PALENICA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 56 | ŻEGIESTOWSKI POTOK – RUSINÓWKA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NNO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 57 | POPRAĐ – ŻEGIESTÓW | 21 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | Grupa coli | Grupa coli termot. i E. coli |
| 58 | POPRAĐ – WIERCHOMŁA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NNO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 59 | WIERCHOMŁANKA – WIERCHOMŁA WIELKA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz. | | | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | |
|----|----------------------------------|----|--|---|---|--|
| 60 | WIERCHOM-LANKA – źródłisko | 21 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz., Grupa coli, Grupa coli termot. i E coli | | |
| 61 | WIERCHOM-LANKA – WIERCHOMLA MAŁA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz. | | |
| 62 | POTASZNA – WIERCHOMLA WIELKA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 63 | WIERCHOM-LANKA – WIERCHOMLA | 21 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | |
| 64 | POPRADEK – MEDZIBRODIE | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 65 | POPRADEK – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 66 | WAPIENNIK – KAŁY | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz. | | |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | | |
|-----------|--------------------------------|-------------------|--|----------|-----------|----------|---------|------------------|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 67 | ŁOMNICZANKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 68 | MAŁA ŁOMNICZKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 69 | ŁOMNICZANKA – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | | | | |
| 70 | POPRAD – ŁOMNICA-ZDRÓJ | 20 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | BZT ₅ |
| 71 | CZERCZ – PIWNICZNA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | | | | |
| 72 | CZERCZ – SUCHA DOLINA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 73 | JAWORZYNA – KOKUSZKA – ujście | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz. | | | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | | |
|----|--|----|--|------|--|-------------------------------|------------------------------------|
| 74 | JAWORZYNA – KOKUSZKA – źródłisko | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | |
| 75 | POPRAD – GŁĘBOKIE | 21 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | Grupa coli | Grupa coli termot. i E. coli |
| 76 | GŁĘBOCZANKA – GŁĘBOKIE | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | | | |
| 77 | ROZTOKA WIELKA – RYTRO – ujście | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | |
| 78 | ROZTOKA MAŁA – RYTRO | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | PO ₄ ³⁻ | |
| 79 | ROZTOKA WIELKA – RYTRO – źródłisko | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | |
| 80 | POPRAD – PRZYSIETNICA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | |
|-----------|---|-------------------|--|---------------------------------------|-----------|---|---|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy |
| 81 | PRZYSIETNICA – PRZYSIETNICA – ujście | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Ca, Prz. NO ₃ ⁻ | | | |
| 82 | PRZYSIETNICA – PRZYSIETNICA – źródłisko | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | |
| 83 | POPRAD – MYSLEC | 22 | pH, Prz., Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | T | | | BZT ₅ , Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli |
| 84 | POPRAD – BIEGONICE | 20 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | BZT ₅ |
| 85 | DUNAJEC – NOWY SĄCZ – PODRZECZE | 22 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | BZT ₅ , Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli |
| 86 | BIAŁA WODA – BIAŁA WODA | 21 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | |
|----|--------------------------------------|----|--|------|----|---|
| 87 | CZARNA WODA – JAWORKI | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 88 | CZARNA WODA – CZARNA WODA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 89 | GRAJCAREK – JAWORKI | 21 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli |
| 90 | GRAJCAREK – SZCZAWNICA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 91 | SOPOTNICKI POTOK – SZCZAWNICA | 19 | T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | pH | |
| 92 | SOPOTNICKI POTOK – SEWERYNÓWKA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 93 | CZARNY POTOK – SZCZAWNICA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | | |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|-------------------|--|------------------|--|--|-------------------------------|--|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 94 | BIAŁY POTOK – SZCZAWNICA – źródłisko | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 95 | BIAŁY POTOK – SZCZAWNICA – ujście | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | | | |
| 96 | GRAJCAREK – SZCZAWNICA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | | | | |
| 97 | DUNAJEC – SZCZAWNICA | 22 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | BZT ₅ | pH, Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | | |
| 98 | DUNAJEC – KROŚCIENKO | 20 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ | | pH | BZT ₅ | PO ₄ ³⁻ | |
| 99 | KROŚNICA – KROŚCIENKO | 19 | T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | pH | | | |
| 100 | DUNAJEC – ZAWODZIE | 21 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | pH | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | |
|-----|-----------------------------|----|--|----------|---|------------------|
| 101 | DUNAJEC – KŁODNE | 19 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | pH | |
| 102 | OCHOTNICA – RZEKA | 19 | Prz., Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | T | pH | |
| 103 | DUNAJEC – ZABRZEŻ | 19 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | pH | |
| 104 | KAMIENICA – ZABRZEŻ | 19 | pH, Prz., Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | T, | | |
| 105 | CZARNY POTOK – ŁĄCKO | 19 | Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T | pH | |
| 106 | DUNAJEC – ŁĄCKO | 22 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | pH, Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli | BZT ₅ |
| 107 | POTOK OBIDZKI – JAZOWSKO | 19 | T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | pH | |
| 107 | POTOK OBIDZKI – OPALANKA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 109 | _____ | – | – | – | – | – |

Załącznik 2 cd.

| Nr próbki | Nazwa ciekłu powierzchniowego | Liczba parametrów | Parametry należące do: | | | | | |
|-----------|-------------------------------|-------------------|--|--|-----------|----------|---------|--|
| | | | I klasy | II klasy | III klasy | IV klasy | V klasy | |
| 110 | MAJDANŚKI POTOK | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 111 | POTOK OBIDZKI – OBIDZA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | | | |
| 112 | POTOK OBIDZKI – MARASIÓWKA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | | | |
| 113 | KATY – TURKÓWKA | 19 | T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | pH | | | |
| 114 | BUKOWY POTOK – GRABCZAŃSKA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | | | |
| 115 | DUNAJEC – JAZOWSKO | 19 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | pH | | | |
| 116 | ŁAZY BRZYŃSKIE | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca, NO ₃ ⁻ | | | | |

Załącznik 2 cd.

| | | | | | | |
|-----|---------------------------------------|----|--|---|----|---|
| 117 | JAWORZYNKA – GOŁKOWICE | 19 | T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz. | pH | |
| 118 | JAWORZYNKA – GABON – PRACZKA | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 119 | JAWORZYNKA – GABON | 19 | pH, Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | | |
| 120 | JASTRZEBIK – GOŁKOWICE DOLNE | 19 | pH, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., T, Ca | | |
| 121 | SŁOMKA – NASZACZOWICE | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca | | |
| 122 | MOSZCZENICA – STARY SĄCZ | 21 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca, NO ₃ ⁻ | | Grupa coli, Grupa coli termot. i E. coli |
| 123 | MOSZCZENICA – MOSZCZENICA WYZNA | 19 | pH, T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | Prz., Ca, NO ₃ ⁻ | | |
| 124 | DUNAJEC – STARY SĄCZ | 20 | Prz., T, Fe, Mn, Mg, Zn, Pb, Ni, As, Ca, Tl, Cd, Cr, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ | | pH | BZT ₅ |

Prz. – przewodność, T – temperatura, Grupa coli – obecność i liczba bakterii grupy coli w 100 ml, Grupa coli termot. i E. coli – obecność i liczba bakterii grupy coli termotolerancyjnych i *Escherichia coli* w 100 ml.

Sądeckie Wodociągi Spółka z o.o.
ul. Wincentego Pola 22, 33-300 Nowy Sącz
tel.: 18 443 86 43
faks: 18 443 83 04
e-mail: biuro@swns.pl
internet: www.swns.pl



SĄDECKIE WODOCIĄGI
Spółka z o.o.

Spółka Sądeckie Wodociągi powstała w 1998 r. i zajmuje się dostawą wody oraz odbiorem ścieków na terenie pięciu jednostek terytorialnych: Nowego Sącza, Starego Sącza, Nawojowej, Kamionki Wielkiej i Korzennej.

Historia wodociągów w Nowym Sączu sięga czasów Kazimierza Jagiellończyka, kiedy to zbudowano pierwszy rurociąg doprowadzający źródlaną wodę do miasta. Wówczas Nowy Sącz był siódmym polskim miastem wyposażonym w układ wodociągowy, po Poznaniu, Gdańsku, Grudziądzu, Krakowie, Lwowie i Krośnie.



Projekty współczesnego układu wodociągowego powstały w 1893 roku i po 15 latach przygotowań oraz badań zasobów wodnych, w 1908 roku przystąpiono do budowy wodociągu bazując na wodach gruntowych ze Świniarska. Przypieczętowaniem decyzji Rady Miasta Nowego Sącza było rozporządzenie dotyczące przepisów budowy wodociągu podpisane 20 lipca 1909 roku w Bad Ischl przez Cesarza Franciszka Józefa. Wodociąg oddano do eksploatacji 11 maja 1912 roku.

Współcześnie Sądeckie Wodociągi służą blisko 100 tysiącom mieszkańców Nowego Sącza i okolicznych gmin. Spółka zarządza obecnie siecią wodociągową o łącznej długości prawie 400 km oraz siecią kanalizacyjną, której długość przekracza 300 km, nowoczesną oczyszczalnią ścieków oraz dwoma ujęciami wody: w Starym Sączu i Świniarsku.

Od roku 2009 Sądeckie Wodociągi realizują największy w historii na terenie Sądecczyzny projekt inwestycyjny współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.



W ramach projektu do roku 2012 zostanie:

- wybudowane 174 km kanalizacji sanitarnej dla 18 900 mieszkańców i 70 km sieci wodociągowej dostarczającej wodę dla 8000 mieszkańców,
- zmodernizowana stacja uzdatniania wody w Starym Sączu,
- zmodernizowana sieć wodociągowa (2 km) i sieć kanalizacyjna (8 km).

Łączna wartość projektu to ponad 335 milionów złotych brutto a dofinansowanie ze środków POIiŚ wynosi 70%. Dzięki realizacji tego przedsięwzięcia nastąpi skokowa poprawa jakości życia mieszkańców Sądeckizny, a majątek Spółki powiększy się trzykrotnie.



„Przedstawiona do recenzji książka jest cennym materiałem źródłowym dla społeczności lokalnej i samorządów Beskidu Sądeckiego oraz turystów odwiedzających ten region”.

*dr hab. inż. Stanisław Małek
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

„Opublikowanie opiniowanej monografii jest niezbędne, ponieważ ma ona walory poznawcze, a także będzie bardzo przydatna dla władz samorządowych przy opracowywaniu strategii rozwoju regionu i planów zagospodarowania przestrzennego gmin znajdujących się w granicach Beskidu Sądeckiego”.

*prof. dr hab. inż. Jacek Motyka
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*



Dr inż. Alicja Kicińska – absolwentka I LO w Nowym Sączu oraz Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica, specjalności: ochrona środowiska oraz hydrogeologia. Studiowała na Vrije Universiteit w Amsterdamie. Autorka 44 prac naukowych na temat zanieczyszczenia gleb i wód powierzchniowych na terenach oddziaływania przemysłu metalurgicznego, migracji metali ciężkich w układzie gleba – rośliny oraz form występowania metali w pyłach przemysłowych. Obszar jej zainteresowań naukowych obejmuje także geoturystykę i badanie

wpływu ruchu turystycznego na przyrodę obszarów chronionych.

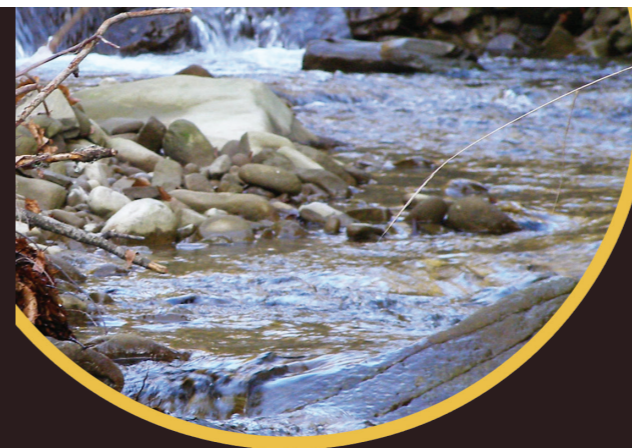
Od 2002 roku pracuje na stanowisku adiunkta na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, wykładając m.in. ekoturystykę, geoekologię i geoturystykę.



ISBN 978-83-7464-307-8

Alicja Kicińska

UWARUNKOWANIA
JAKOŚCI WÓD
POWIERZCHNIOWYCH
BESKIDU
SĄDECKIEGO



Alicja Kicińska

UWARUNKOWANIA JAKOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH BESKIDU SĄDECKIEGO

NA PODSTAWIE OCENY WYBRANYCH PARAMETRÓW
FIZYCZNO-CHEMICZNYCH I MIKROBIOLOGICZNYCH



WYDAWNICTWA AGH KRAKÓW 2010