

Stefan Satora, Piotr Bugajski, Paweł Satora

**ZMIENNOŚĆ REŻIMU WYBRANYCH ŹRÓDEŁ
WYSTĘPUJĄCYCH W OBREBIE BESKIDU WYSPOWEGO
I GORCÓW**

***CHANGEABILITY OF THE SELECTED SPRINGS'
REGIME IN THE AREA OF GORCE
AND BESKID WYSPOWY MOUNTAINS***

Streszczenie

Opracowanie charakteryzuje reżim źródeł wypływających na terenie górnych części dwóch zlewni potoków Mszanka oraz Kamienica położonych w zachodniej części Beskidu Wyspowego oraz północno-wschodniej Gorców. Na badany reżim składają się pomiary wydajności i temperatury wody źródeł (ilościowe) oraz wyniki analiz chemicznych prób wody (jakościowe). Reżim ilościowy źródeł badany był jednorazowo, wielokrotnie oraz systematycznie (stacjonarnie), natomiast jakościowy wielokrotnie dwu- do sześciokrotnie. Przeprowadzone badania wskazują na występowanie na badanym terenie zlewni Mszanki 192 źródeł, natomiast Kamienicy 33 źródeł. Wydajności źródeł badanych jednorazowo w zlewni Mszanki wahały się w zakresie 2,0–200,0 dm³ · min⁻¹, przy temperaturach wody 5,0–13,0°C. Źródła najczęściej zstępujące i zboczowe zakwalifikowane wg Meinzera do klas V–VI wypływały najczęściej z warstw krośnieńskich, w dalszej kolejności z warstw z Kaniny i eoceńskich łupków pstrych. Na terenie zlewni Kamienicy natomiast, wydajności źródeł badanych jednorazowo wahały się w zakresie 2,0–120,0 dm³ · min⁻¹, przy temperaturach wody 3,0–12,5°C. Źródła zstępujące i zboczowe, zakwalifikowane według Meinzera do klas V–VII, wypływały najczęściej z warstw inoceramowych oraz łupków pstrych. Na zlewni Mszanki badaniami stacjonarnymi objęto 3 źródła, natomiast Kamienicy 2 źródła. Wydajności ich wahały się w zakresie 1,0–247,0 dm³ · min⁻¹, przy temperaturach wód 3,0–11,8°C. Wskaźniki zmienności rocznej wydajności źródeł wynosiły na badanych zlewniach od 2,8 do 56,0, dotyczą więc źródeł od mało zmiennych do bardzo zmiennych.

Badania jakościowe wód źródeł wskazują na występowanie na badanym terenie wód od ultra słodkich, poprzez bardzo słodkie do okresowo normalnie słod-

kich. Pod względem twardości ogólnej badane wody są od miękkich ($100 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) po twarde i bardzo twarde ($580 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Odczyn pH wody wskazuje na wody od słabo kwaśnych po słabo zasadowe (pH 6,4–8,2). W badanych wodach źródeł zlewni Mszanka występują podwyższone do $0,4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ stężenia jonów żelaza i do $1,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ jonów manganu.

Słowa kluczowe: reżim źródeł, wydajności, temperatury i skład chemiczny

Summary

The paper considers the regime of springs which flow out in the area of the top parts of two catchments of Mszanka and Kamienica springs located in the western part of The Beskid Wyspowy Mountains and in the north-eastern part of The Gorce Mountains. The analyzed regime consists of the measurements of the spring water efficiency and temperature (quantitative) and the results of the chemical analyses of the water samples (qualitative). The quantitative regime of springs was measured once, frequently and systematically (stationary), whereas the qualitative regime was measured frequently two to six times. The carried out research indicates that in the tested area of Mszanka catchment 192 springs occur and in the Kamienica catchment – 33 springs. The efficiency of springs which were analyzed once in the Mszanka catchment ranged between $2,0\text{--}200,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, with the water temperature of $5,0\text{--}13,0^\circ\text{C}$. Most frequently the gravity springs and hillside springs, qualified by Meinzer to V–VI classes flew out of the Krosno Beds, then from the Kanina Beds and from eocene spilosites. On the other hand, in the area of the Kamienica catchment, the efficiency of the springs which were measured once, ranged between $2,0$ and $120,0 \text{ dm}^3\cdot\text{min}^{-1}$, with the water temperature of $3,0\text{--}12,5^\circ\text{C}$. The gravity and hillside springs, qualified by Meinzer do classes V–VII, most frequently flew out of the inoceramus beds and from spilosites. In the Mszanka catchment, the stationary measurements enclosed the 3 springs and in the Kamienica catchment – 2 springs. Their efficiencies varied from $1,0$ to $247,0 \text{ dm}^3\cdot\text{min}^{-1}$, with the water temperature of $3,0\text{--}11,8^\circ\text{C}$. The yearly changeability indexes of the springs' efficiency in the tested catchments varied from $2,8$ to $56,0$, therefore they refer to the springs which can be described as slightly changeable to very changeable. The qualitative analyzes of the spring water indicate the presence of ultra fresh water, very fresh water, and periodically normally fresh water in the tested area. Considering the general hardness of water, the tested samples were soft ($100 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) hard and very hard ($580 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). The reaction of water shows that the samples were from lightly acid to alkaliescent (pH 6,4–8,2). The increased concentration of ferric ions ($0,4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) and manganese ions ($1,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) occurred in the tested water samples from the Mszanka catchment.

Key words: regime of springs, yields, temperature and chemical composition

WSTĘP

Jednym z najstarszych i najwcześniej wykorzystywanych sposobów korzystania z wody było pobieranie jej z samoczynnych, naturalnych i skoncentrowanych wypływów wody podziemnej na powierzchnię terenu czyli źródeł [Pazdro, Kozerski 1990].

Badania źródeł umożliwiają wgląd w charakter wód podziemnych, mają także znaczenie praktyczne, zwłaszcza dla zaopatrzenia ludności w wodę lub w lecznictwie balneologicznym. Znajomość rozmieszczenia i charakteru źródeł jest ważna dla poznania całokształtów stosunków wodnych badanego obszaru. Rozmieszczenie źródeł informuje o miejscu drenażu wód podziemnych; zmienność ich wydajności natomiast wskazuje na wielkość zasobów wód podziemnych, przepuszczalności skał wodonośnych i wielkości obszaru alimentacyjnego. Reżim hydrochemiczny źródeł, czyli cechy fizyczne i chemiczne wody informują o czasie, sposobie i drogach krążenia wody podziemnej. Możliwość ujęcia wód źródeł zależy zatem od charakteru ich reżimu, lokalizacji oraz warunków hydrogeologicznych. Niniejsze opracowanie przedstawia charakterystykę ilościową i jakościową wód wybranych źródeł Beskidu Wyspowego i Gorców. Źródła te zlokalizowane są w makroregionie Beskidy Zachodnie i Gorce, stanowiącym górną część zlewni dwóch potoków Mszanki i Kamienicy, leżących w Beskidzie Wyspowym oraz Gorcach [Matuszczyk 2006].

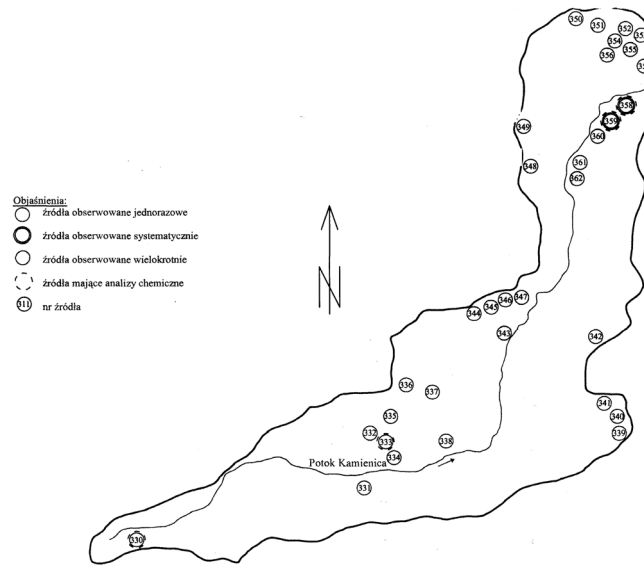
CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Teren badań, stanowiący górne części zlewni dwóch potoków Mszanki i Kamienicy, położony jest w zachodniej części Beskidu Wyspowego oraz północno-wschodniej części Gorców (rys. 1 i 2). Badania obejmują źródłową część zlewni Mszanki. Zlewnia Kamienicy jest dopływem Dunajca. Mszanka stanowi dopływ Raby. Obszary Beskidu Wyspowego i Gorców zaliczane są pod względem morfologicznym i geologicznym do Zewnętrznych Karpat Zachodnich zbudowanych prawie w całości z fliszu płaszczowiny magurskiej wieku górno kredowego i trzeciorzędowego (paleogen). Kompleksy piaskowcowo-lupkowe tworzą tutaj szczyty, główne grzbiety i strome stoki, a doliny i obniżenia ukształtowane zostały w mniej odpornych warstwach łupkowo-piaskowcowych [Kondracki 1994].

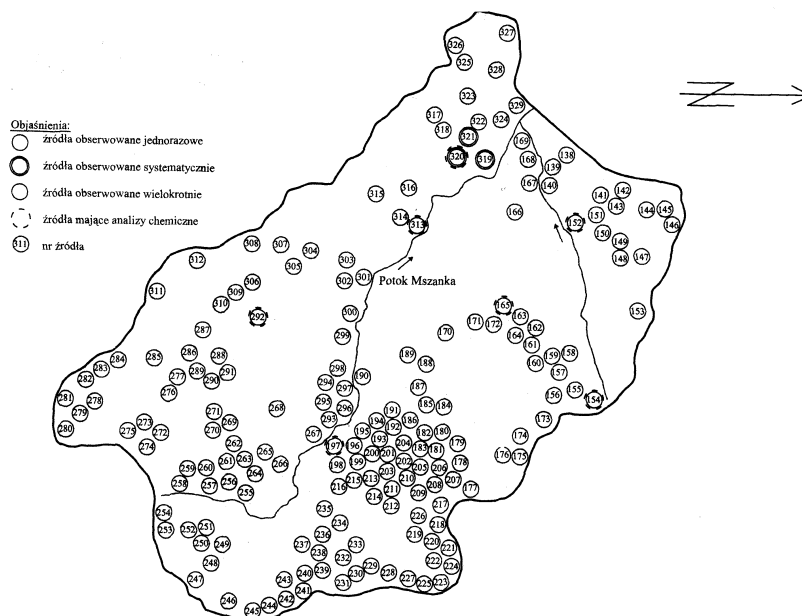
CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Celem opracowania jest charakterystyka reżimu źródeł wypływających w zlewniach Mszanki i Kamienicy. Pod pojęciem reżim należy rozumieć wydajność i skład chemiczny wody. Zakresem badań objęte są górne części opisywanych zlewni znajdujące się w przypadku Mszanki – powyżej dopływu potoku Łętowego, a Kamienicy powyżej miejscowości Szczawa-Białe. Wyniki badań reżimu badanych źródeł obejmują okres od grudnia 1979 r. do lutego 1982 r.

Na badanym terenie w okresie tym przeprowadzono badania jednorazowe, wielokrotne oraz systematyczne (stacjonarne) wszystkich występujących na nim źródeł.



Rysunek 1. Mapa lokalizacji źródeł na zlewni rzeki Kamienicy
Figure 1. Location of the springs in the Kamienica catchment



Rysunek 2. Mapa lokalizacji źródeł na zlewni rzeki Mszanki
Figure 2. Location of the springs in the Mszanka catchment

Badania jednorazowe i wielokrotne obejmowały opis i pomiar takich cech źródeł, jak: data, w której wykonany był pomiar, rzędna wypływu, wydajność, rodzaj wypływu, cechy morfologiczne, litologia warstwy alimentującej, cechy hydrauliczne, stałość źródła, a także temperatura wody i powietrza. Pomiar wydajności i temperatury wody w źródłach badanych wielokrotnie odbywał się co 2–3 miesiące. W źródłach badanych systematycznie mierzono wydajność, temperaturę wody i powietrza w odstępach od 2 do 6 dni. Ponadto ze źródeł tych oraz niektórych obserwowanych wielokrotnie pobierano kilka razy w roku próby wody do analiz fizykochemicznych, obejmujących takie właściwości i skład chemiczny wody, jak stężenia jonów wapniowych, sodowych, potasowych, żelazowych, manganowych, magnezowych, siarczanowych, chlorkowych, azotanowych, azotynowych, amonowych i fosforanowych oraz twardość ogólną, suchą pozostałość oraz odczyn pH. Badania źródeł prowadzono w okresie od grudnia 1979 r. do lutego 1982 r. (27 miesięcy). Na zlewni potoku Mszanka badaniami objęto 192 źródła o numeracji od 138 do 329, z czego źródła 152, 154, 165, 300 oraz 313 były badane wielokrotnie, natomiast źródła 319, 320 oraz 321 badano systematycznie. Dla wód źródeł 152, 154, 165, 197, 292, 313 oraz 320 wykonano analizy fizykochemiczne wody. Analizy przeprowadziło Laboratorium Badania Wód Miejskiego Przedsiębiorstwa w Skawinie.

WYNIKI BADAŃ ICH ANALIZA

Wydajności źródeł badanych jednorazowo wahały się w zakresie 2,0–200,0 dm³·min⁻¹, natomiast temperatura wody 5,0–13,0°C. Źródła najczęściej były stałe, zstępujące i zboczowe, zakwalifikowane według Meinzera do klas V–VI. Wypływały one najczęściej z warstw krośnieńskich (28% ogółu), w dalszej kolejności z warstw z Kaniny (20%), eoceńskich łupków pstrych (16%) oraz warstw ze Szczawnicy (10%).

Wydajności (Q) i temperatury (T) wód źródeł badanych wielokrotnie wahały się w zakresie: źródło nr 152 Q = 4,3–20,0 dm³·min⁻¹, T = 3,2–13,0°C, nr 154 Q = 3,7–13,1 dm³·min⁻¹, T = 5,0–6,8°C, nr 165 Q = 25,2–93,0 dm³·min⁻¹, T = 5,5–6,5°C, nr 300 Q = 6,3–33,0 dm³·min⁻¹, T = 2,8–8,2°C, nr 313 Q = 5,5–144,0 dm³·min⁻¹, T = 4,0–11,5°C.

Badaniami stacjonarnymi objęto źródła 319, 320 i 321. Źródła te szczelinowe, zboczowe i zstępujące zlokalizowane są w miejscowości Mszana Górna-Krzystki. Położone są one odpowiednio na wysokości 527,5 m, 537,5 m oraz 555,0 m n.p.m. Utworami alimentującymi te źródła są warstwy krośnieńskie. Wydajności źródła 319 wahały się w zakresie 3,2–177,5 dm³·min⁻¹, źródła 320 od 8,3 do 108,7 dm³·min⁻¹, a źródła 321 od 3,2 do 6,0 dm³·min⁻¹, przy temperaturach wód odpowiednio 3,2–11,8°C; 5,7–10,4°C oraz 6,8–8,7°C. Wskaźniki zmienności rocznej wydajności źródła 319 w badanym okresie wynosiły 7,5–56,0 (1980 r.), źródła 320 od 3,9 do 8,9; a 321 od 11,6 do 18,1.

Spośród trzech badanych stacjonarnie źródeł, temperatury wody źródła 319 były najbardziej uzależnione od temperatur powietrza, najmniej natomiast temperatury wód źródła 321. Najniższe wydajności źródła 319, wynoszące $3,17 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ wystąpiły kilkakrotnie w roku 1979. Najwyższa wydajność $23,67 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ została odnotowana 27 marca 1979 roku. W roku 1980 najniższą wartość $3,17 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ stwierdzono 21 stycznia, natomiast najwyższą $177,50 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ 24 lipca. W roku 1981 najniższą wydajność źródła $3,17 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ pomierzono kilkakrotnie, natomiast najwyższą $36,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ odnotowano 12 marca.

Najniższe i najwyższe wydajności źródła 320 w roku 1979 wynosiły odpowiednio $11,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ (wystąpiły kilkakrotnie) oraz $42,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ (też kilkakrotnie). W roku 1980 wydajności te wynosiły odpowiednio $8,33 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ (odnotowano wielokrotnie) oraz $74,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ (24 lipca).

W roku 1980 najniższą i najwyższą wydajność źródła 321 stwierdzono odpowiednio 4 lutego ($6,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$) oraz 24 i 28 lipca ($108,67 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$). W roku 1981 wartości te wynosiły odpowiednio $3,17 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ oraz $36,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ i zostały zarejestrowane odpowiednio 14 maja oraz 20 marca.

Na terenie zlewni potoku Kamienica [Satora, Bednarczyk 1997] badaniami objęto 33 źródła o numeracji od 330 do 362, z czego źródła 343, 358, 359, 360, 361 oraz 362 były badane wielokrotnie, natomiast źródła 358 oraz 359 systematycznie (stacjonarnie). Dla wód źródeł 330, 333, 358 oraz 359 wykonano analizy fizykochemiczne wody. Dla zlewni tej obliczony wskaźnik krenologiczny wyniósł 4,2. Wydajności źródeł badanych jednorazowo wahały się w zakresie $2,0\text{--}120,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, przy temperaturach $3,0\text{--}12,5^\circ\text{C}$. Źródła te najczęściej były stałe, zstępujące i zboczowe zakwalifikowane według Meinzera do klas V–VII [Pazdro, Kozerski 1990]. Wypływały one najczęściej z warstw inceramowych (63 % badanych źródeł) oraz łupków pstrych (18 % badanych źródeł).

Wydajności (Q) i temperatury (T) wód źródeł badanych wielokrotnie wahały się w zakresie: źródło nr 343 $Q = 0,6\text{--}4,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, $T = 5,4\text{--}7,4^\circ\text{C}$, nr 358 $Q = 4,0\text{--}10,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, $T = 5,5\text{--}7,5^\circ\text{C}$, nr 359 $Q = 13,9\text{--}28,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, $T = 5,5\text{--}6,8^\circ\text{C}$, nr 360 $Q = 2,4\text{--}17,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, $T = 6,8\text{--}7,5^\circ\text{C}$, nr 361 $Q = 0,9\text{--}3,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, $T = 5,3\text{--}7,2^\circ\text{C}$, nr 362 $Q = 0,8\text{--}6,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, $T = 4,3\text{--}7,7^\circ\text{C}$.

Badaniami stacjonarnymi objęto źródła 358 i 359. Źródła te szczelinowe, zboczowe i zstępujące zlokalizowane są w miejscowości Szczawa-Białe. Położone są odpowiednio na wysokości 625,0 m i 610,0 m n.p.m. Utworami alimentującymi te źródła są warstwy inceramowe wieku kredowego. Wydajności źródła 358 wahały się w zakresie $1,0\text{--}34,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ a źródła 359 od $4,7$ do $247,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, przy temperaturach wód $3,0\text{--}7,0^\circ\text{C}$. Wskaźniki zmienności rocznej wydajności źródła 358 w badanym okresie wynosiły od 2,8 do 34,8 (1980), a źródła 359 od 6,6 do 52,9 (1980).

Najniższą wydajność źródła 358 w roku 1980, wynoszącą $1,00 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, zanotowano 22 sierpnia, natomiast najwyższą $34,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ 25 lipca. W roku 1981 najniższa wydajność $2,67 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ wystąpiła dwukrotnie (27.01 i 03.03.1981), natomiast najwyższa wynosząca $7,50 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ została stwierdzona 29.07 i 31.10.1981.

Najniższą wydajność źródła nr 359 w roku 1980, wynoszącą $4,67 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, zarejestrowano trzykrotnie w okresie od 25 do 31 marca, natomiast najwyższą wydajność $247 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ 25 lipca. W roku 1981 najniższą wydajność $9,17 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ zarejestrowano 27 stycznia a najwyższą $60,50 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ 24 listopada.

Z wypływów źródeł na zlewni Mszanki w badanym okresie pobrano do analiz fizykochemicznych od dwóch (w źródłach 154, 165 i 292) do sześciu (źródło 320) prób wody. Wskazują one na występowanie na badanym terenie wód od ultra słodkich (źródło 165), poprzez bardzo słodkie (źródła 152, 154, 313 i 320) do okresowo normalnie słodkich (źródło 320). Pod względem twardości (Macioszczyk, Dobrzyński 2002) badane wody są od miękkich (źródła 165, 197 i 292) po twarde i bardzo twarde (źródła 152, 154, 313 i 320). Odczyn pH wody wskazuje na wody od słabo kwaśnych po słabo zasadowe.

Stężenia jonów siarczanowych w wodach badanych źródeł wahały się od $6,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (źródło 313) do $65,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (źródło 320). Najniższe zanotowano 4 lipca 1980 roku, natomiast najwyższe 3 października 1979 roku). Stężenia jonów wapniowych wahały się w wodach źródeł od $4,6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (źródło 154) do $62,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (źródło 320). Najniższe zanotowano 11 sierpnia 1980 roku, natomiast najwyższe 21 czerwca 1979 roku).

Stężenia jonów chlorkowych w wodach źródeł wahały się od $4,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (źródło 152) do $10,4$ do $25,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (źródła 197 i 292) Najniższe zanotowano 11 sierpnia 1980 roku, natomiast najwyższe 4 lipca 1980 roku).

Stężenia jonów azotanowych w wodach źródeł a 152 (tab. 1) wahały się od $0,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (źródła 292 i 313) do $2,8 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (320). Najniższe zanotowano 4 września 1979 roku, natomiast najwyższe 3 października 1979 roku).

Twardość ogólna wód źródeł wahała się od $100,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (197) do $595,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (313). Najniższą W źródle 197 występowały wody miękkie, w źródle 292 – średnio twarde, natomiast w źródłach 152, 154, 165, 313 i 320 występowały wody twarde i bardzo twarde.

Wielkość suchej pozostałości w wodach źródeł wahała się od $181 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (152) do $305 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (320). Najniższą zanotowano 5 maja 1980 roku, natomiast najwyższą 5 lutego 1980 roku). W zlewni potoku Mszanka wody źródeł są od bardzo słodkich do normalnie słodkich [Pazdro, Kozerski 1990; Macioszczyk, Dobrzyński 2002].

Odczyn pH wody badanych źródeł wahał się w przedziale od 6,4 (320) do 8,2 (320). Wskazuje on na wody od słabo kwaśnych do słabo zasadowych.

Wody badanych źródeł w zlewni Mszanki charakteryzują się stężeniami fosforanów $0,06\text{--}0,3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, azotu azotynowego – $0,001\text{--}0,006 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, sodu – $3,2\text{--}16,6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, potasu – $1,0\text{--}5,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, żelaza – $0,05\text{--}0,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, manganu – $1,0\text{--}1,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, magnezu – $4,0\text{--}12,9$ oraz amoniaku – $0,08\text{--}0,36 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Tabela 1. Zestawienie cech fizykochemicznych wód źródeł 152, 154, 165, 197, 292, 313 oraz 320 w zlewni Mszanki
Table 1. Comparison of the chemical analyzes of the spring water samples in the Mszanka catchment

| Numer źródła | 152 | | | | 154 | | 165 | | 197 | | 292 | | | 313 | | | | | 320 | | | | | | |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| | 79-07-09 | 79-09-04 | 80-02-05 | 80-08-11 | 80-12-10 | 80-05-07 | 79-07-09 | 80-08-11 | 79-05-14 | 80-09-05 | 81-01-10 | 79-02-04 | 80-09-02 | 79-08-21 | 79-09-04 | 80-02-05 | 80-07-04 | 80-12-10 | 79-06-21 | 79-10-03 | 79-11-13 | 80-02-05 | 80-07-24 | 80-12-10 | |
| Data pomiaru | 16,2 | 10,0 | 61,7 | 45,6 | 34,0 | 56,6 | 36,2 | 18,3 | 20,6 | nb | nb | nb | nb | 6,1 | 14,4 | 32,9 | 45,0 | 32,0 | 28,8 | 65,0 | 40,0 | 32,0 | 35,6 | 6,4 | |
| Rodzaj badania | Siarczany [mg · dm ⁻³] | 9,6 | nb | 4,8 | 6,0 | nb | 4,6 | nb | nb | nb | nb | nb | nb | 10,3 | nb | nb | 5,9 | 7,6 | 62,4 | 56,0 | 52,0 | 58,0 | 6,5 | 12,9 | |
| | Wapń [mg · dm ⁻³] | 10,4 | 10,4 | 8,4 | 4,5 | 8,4 | 6,4 | 5,5 | 8,4 | 8,4 | 16,7 | 7,1 | 25,1 | 9,0 | 14,4 | 13,2 | 25,1 | 11,4 | 7,4 | 7,4 | 8,4 | 7,4 | 8,4 | 7,4 | |
| | Chlorki [mg · dm ⁻³] | 3,4 | 2,6 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 0,4 | 1,6 | 1,5 | 0,4 | 0,5 | 2,0 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 2,7 | 2,5 | 3,5 | 1,2 | 2,8 | 0,7 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | |
| | Azotany [mg · dm ⁻³] | 425 | 465 | 380 | 485 | 480 | 410 | 400 | 355 | 120 | 140 | 115 | 100 | 180 | 240 | 595 | 580 | 470 | 550 | 515 | 460 | 520 | 475 | 485 | 260 |
| | Twardość ogólna [mg · dm ⁻³] | 251 | 198 | 181 | 295 | 260 | 171 | 265 | 96 | 80 | nb | nb | nb | 289 | 276 | 250 | 187 | 289 | 220 | 206 | 265 | 305 | 276 | nb | |
| Sucha pozostatość [mg · dm ⁻³] | 7,8 | 7,4 | 6,7 | 8,0 | 7,8 | 8,0 | 8,0 | 6,8 | 7,8 | 7,7 | 7,1 | 7,1 | 7,5 | 7,6 | 7,3 | 6,6 | 7,0 | 7,8 | 6,4 | 7,5 | 8,2 | 8,0 | 7,1 | 7,6 | |
| Odczyn pH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 2. Zestawienie cech chemicznych wód źródeł 330, 333, 358 oraz 359 w zlewni Kamienicy
Table 2. Comparison of the chemical analyzes of the spring water samples 330, 333 and 359 in the Kamienica catchment

| Numer źródła | 330 | | 333 | | 358 | | | | 359 | | | | | | |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 80-02-07 | 80-02-07 | 80-02-07 | 80-02-07 | 79-10-03 | 79-11-13 | 80-02-05 | 80-08-11 | 80-12-11 | 79-07-09 | 79-10-03 | 79-11-13 | 80-02-05 | 80-08-11 | 80-12-04 |
| Data pomiaru | 26,7 | 34,9 | 12,5 | 37,6 | 26,0 | 32,9 | 29,9 | 27,2 | 20,5 | 24,8 | 22,0 | 29,0 | 28,8 | 21,2 | 26,0 |
| Rodzaj badania | Siarczany [mg · dm ⁻³] | 40,0 | 27,2 | 37,6 | 28,0 | 33,6 | 57,6 | 76,0 | 38,0 | 24,8 | 21,0 | 29,6 | 28,8 | 48,0 | 24,0 |
| | Wapń [mg · dm ⁻³] | 4,5 | 3,5 | 8,4 | 5,4 | 3,5 | 4,5 | 7,5 | 5,5 | 6,4 | 1,4 | 8,4 | 4,5 | 8,5 | 4,5 |
| | Chlorki [mg · dm ⁻³] | 1,6 | 1,4 | 2,9 | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 0,5 | 1,6 | 3,0 | 3,3 | 2,5 | 1,3 | 0,4 | 1,5 |
| | Azotany [mg · dm ⁻³] | 290,0 | 225,0 | 275,0 | 255,0 | 285,0 | 290,0 | 325,0 | 290,0 | 175,0 | 160,0 | 210,0 | 205,0 | 365,0 | 215,0 |
| | Twardość ogólna [mg · dm ⁻³] | 149,0 | 114,0 | 139,0 | 109,0 | 186,0 | 121,0 | 163,0 | 250,0 | 141,0 | 136,0 | 100,0 | 136,0 | 192,0 | 201,0 |
| Sucha pozostatość [mg · dm ⁻³] | 6,6 | 6,6 | 7,8 | 7,4 | 7,1 | 6,8 | 8,0 | 8,1 | 7,4 | 7,2 | 7,2 | 6,6 | 8,0 | 8,2 | |
| Odczyn pH | | | | | | | | | | | | | | | |

Z wypływów czterech źródeł 330, 333, 358 i 359 na zlewni Kamienicy w badanym okresie pobrano do analiz fizykochemicznych od jednej (źródła 330 i 333) do sześciu prób wody (źródła 358 i 359). Wskazują one na występowanie na badanym terenie wód wyłącznie bardzo słodkich. Pod względem twardości badane wody są od średnio twardych (330 i 333) po twarde (źródła 358 i 359). Odczyn pH wody źródeł wskazuje na wody od słabo kwaśnych po słabo zasadowe.

Stężenia jonów siarczanowych w wodach źródeł wahały się od $12,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (358) do $36,9 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (333). Najniższe zanotowano 9 lipca 1979 roku, natomiast najwyższe 7 lutego 1980 roku).

Stężenia jonów wapniowych w wodach źródeł wahały się od $27,2 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (333) do $76,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (358). Najniższe zanotowano 7 lutego 1980 roku, natomiast najwyższe 11 sierpnia 1980 roku).

Stężenia jonów chlorkowych w wodach źródeł wahały się od $1,4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (359) do $8,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Najniższe zanotowano 3 października 1979 r., natomiast najwyższe 11 sierpnia 1980 r.

Stężenia jonów azotanowych w wodach źródeł wahały się od $0,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (358) do $3,3 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (359). Najniższe zanotowano 11 sierpnia 1980 roku, natomiast najwyższe 3 października 1979 roku).

Twardość ogólna wody źródeł 358 wahała się od $160 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (359) do $365 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (359). Najniższą zanotowano 3 października 1979 roku, natomiast najwyższą 11 sierpnia 1980 r.

We wszystkich źródłach występowały więc wody średnio twarde i twarde.

Wielkość suchej pozostałości w wodach źródeł wahała się od $100,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ do $250 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Tabela 3. Zestawienie ekstremalnych stężeń pozostałych jonów w wodach źródeł Mszanki i Kamienicy

Table 3. Comparison of the extreme concentration of the remaining ions in the spring water samples of Mszanka and Kamienica

| Rodzaj jonu | Zlewnia Mszanki | | Zlewnia Kamienicy | |
|----------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| | stężenie | | | |
| | minimalne [mg · dm ⁻³] | maksymalne [mg · dm ⁻³] | minimalne [mg · dm ⁻³] | maksymalne [mg · dm ⁻³] |
| Sód | 3,2 | 16,6 | 3,8 | 13,3 |
| Potas | 1,0 | 5,2 | 1,0 | 3,2 |
| Żelazo | 0,05 | 0,4 | nie badano | nie badano |
| Mangan | 1,0 | 1,1 | nie badano | nie badano |
| Magnez | 4,0 | 12,9 | 0,8 | 10,6 |
| Azot azotynowy | 0,001 | 0,006 | 0,001 | 0,015 |
| Amoniak | 0,08 | 0,36 | 0,02 | 3,02 |
| Fosforany | 0,06 | 0,3 | 0,13 | 0,25 |

Najniższą zanotowano 13 listopada 1979 roku, natomiast najwyższą 11 grudnia 1980 r. W zlewni potoku Kamienica występują więc wody bardzo słodkie.

Odczyn pH wód źródeł wahał się w przedziale od 6,6 (330, 333 i 359) do 8,2 (359). Występowały więc wody od słabo kwaśnych po słabo zasadowe.

Obliczona wielkość statystycznego współczynnika zmienności badanych parametrów chemicznych wskazuje na małą zmienność stężeń w przypadku jonów siarczanowych (wsp. zmienności < 33%) oraz zmienność średnią w przypadku stężeń jonów chlorkowych, wapnia i azotu azotanowego (wsp. 33–66%).

Wody badanych źródeł w zlewni Kamienicy charakteryzują się stężeniami fosforanów 0,13–0,25 mg·dm⁻³, azotu azotanowego – 0,001–0,015 mg·dm⁻³, sodu – 3,8–13,3 mg·dm⁻³, potasu – 1,0–3,2 mg·dm⁻³, magnezu – 0,8–10,6 mg·dm⁻³ oraz amoniaku – 0,02–3,02 mg·dm⁻³. Nie badano stężeń jonów żelaza i manganu.

POSUMOWANIE

Przedstawione wyniki badań przeprowadzonych w latach 1979–1982 dotyczą łącznie 225 źródeł w tym 11 źródeł badanych wielokrotnie oraz 5 źródeł obserwowanych stacjonarnie zlokalizowanych w obrębie Beskidu Wyspowego i Gorców. Źródła wypływają na terenie górnej części zlewni Mszanki i Kamienicy. Badane zlewnie charakteryzują się wysokimi wskaźnikami krenologicznymi (Mszanka – 7,4, Kamienica – 4,2) świadczącymi o bogatych zasobach wód podziemnych. Wskaźnik krenologiczny dla zlewni Mszanki jest dużo wyższy niż stwierdzony dla dwóch sąsiednich zlewni potoków Kasinka i Lubieńka, natomiast Kamienicy jest do nich zbliżony [Satora 1995; Satora, Długosz 1994].

Najwięcej źródeł w zlewni Mszanki wypływa w przedziałach wysokości 700–800 m n.p.m oraz 600–700 m n.p.m. W zlewni Kamienicy najwięcej wypływa w przedziałach wysokości 900–1000 m n.p.m oraz 1000–1100 m n.p.m. Obserwowane źródła alimentowane najczęściej są przez fliszowe utwory trzeciorzędowe-paleogeńskie oraz kredowe, którymi na zlewni Mszanki są warstwy krośnieńskie, z Kaniny oraz eoceńskie łupki pstre a na zlewni Kamienicy warstwy inoceramowe oraz pstre łupki. Wydajności źródeł badanych jednorazowo na zlewni Mszanki wahały się w zakresie od 2,0 do 200,0 dm³·min⁻¹, przy temperaturach 5,0–13,0°C, źródeł badanych wielokrotnie od 4,3 do 144,0 dm³·min⁻¹ przy temperaturach wody 2,8–13,0°C, natomiast badanych stacjonarnie w zakresie od 3,2–177,5 dm³·min⁻¹, przy temperaturach wód 3,2–11,8°C. Na zlewni Kamienicy wydajności źródeł badanych jednorazowo wahały się w zakresie 2,0–120,0 dm³·min⁻¹, przy temperaturach 3,0–12,5°C, źródeł badanych wielokrotnie 0,6–28,8 dm³·min⁻¹, przy temperaturach wody 4,3–7,7°C, źródeł obserwowanych stacjonarnie 1,0–247,0 dm³·min⁻¹, przy temperaturach wód 3,0–7,0°C.

Źródła na zlewni Mszanki najczęściej były stałe, zstępujące i zboczowe zakwalifikowane według Meinzera do klas V–VI. Wskaźniki zmienności rocznej

wydajności źródeł badanych stacjonarnie wahały się od 3,9 do 56,0, wskazując na zmienność od małej do bardzo dużej.

Źródła na zlewni Kamienicy też były najczęściej stałe, zstępujące i zboczowe i zakwalifikowane według Meinzera do klas V–VII. Wskaźniki zmienności rocznej wydajności badanych źródeł wynosiły od 2,8 do 52,9, wskazując na zmienność od małej do bardzo dużej.

Przeprowadzone badania chemiczne prób wody pobranych ze źródeł zlewni Mszanki wskazują na występowanie wód od ultra słodkich (źródło 165), poprzez bardzo słodkie (źródła 152, 154, 313 i 320) do okresowo normalnie słodkich (źródło 320). Pod względem twardości badane wody są od miękkich (źródła 165, 197 i 292) po twarde i bardzo twarde (źródła 152, 154, 313 i 320). Odczyn pH wody wskazuje na wody od słabo kwaśnych po słabo zasadowe. W badanych wodach źródeł zlewni Mszanki występują podwyższone stężenia jonów żelaza do 0,4 i manganu do 1,1 mg·dm⁻³.

Badania chemiczne wód źródeł zlewni Kamienicy wskazują na występowanie wód wyłącznie bardzo słodkich. Pod względem twardości badane wody są od średnio twardych (330 i 333) po twarde (źródła 358 i 359). Odczyn pH wody źródeł jest od słabo kwaśnego po słabo zasadowy.

Dopuszczalne stężenie jonów w wodach przeznaczonych do spożycia przez ludzi zostały przekroczone w przypadku jonów żelaza i manganu w wodach źródeł zlewni Mszanki oraz w wodach źródeł obydwu zlewni w przypadku stężenia amoniaku.

Przedstawione powyżej jeszcze nigdzie nie prezentowane wyniki badań prowadzone były pod względem wysokości opadów podczas lat suchych (1979) i normalnych (1981 i 1982) o odpowiednio rocznej sumie opadów 590 mm oraz 890 i 905 mm.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych wody źródeł w zlewniach Mszanki i Kamienicy zaklasyfikowano do II i III klasy czystości. Są one zatem wodami o zadowalającej jakości, których wartości wskaźników jakości wody są podwyższone i których mniejsza część wskaźników jakości wody przekracza wartości dopuszczalne jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

BIBLIOGRAFIA

- Kondracki J. *Geografia regionalna Polski: Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
- Macioszczyk A., Dobrzyński D. *Hydrogeochemia. Strefa aktywnej wymiany wód podziemnej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- Matuszczyk A. *Beskid Wyspowy – Przewodnik*. Wydawnictwo Rewasz. Warszawa 2006.
- Pazdro Z., Kozerski B. *Hydrogeologia ogólna*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1990.

Stefan Satora, Piotr Bugajski, Paweł Satora

- Satora S. *Źródła w rejonach górskich Południowej Polski – zlewnia potoku Kasinka*. Zesz. Nauk AR nr 298, 1995.
- Satora S., Długosz M. *Źródła w rejonach górskich południowej Polski – zlewnia potoku Lubieńka*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 3, 1994.
- Satora S., Bednarczyk T. *Źródła w rejonach górskich południowej Polski – zlewnia górnej części Kamienicy*. Zesz. Nauk. AR nr 321, Seria Inż. Środowiska z.17, 1997, s. 147–156.

Dr hab. inż. Stefan Satora prof. UR

Dr inż. Piotr Bugajski

e-mail: rmsatora@cyf-kr.edu,

pbugajski@ur.krakow.pl

Katedra Inżynierii Środowiska i Gospodarki Wodnej,

Dr inż. Paweł Satora

Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej

e-mail: p.satora@ur.krakow.pl

Uniwersytet Rolniczy 31-120 Kraków Al. Mickiewicza 21

Recenzent: *Prof. dr hab. Jacek Motyka*