

Janusz Burchard, Zygmunt Maksymiuk

ŹRÓDŁA W DORZECZU WIDAWKI

SPRINGS OF THE WIDAWKA DRAINAGE BASIN

W artykule omówiono występowanie źródeł w dorzeczu Widawki. Przeprowadzono klasyfikację morfogenetyczną wypływów oraz przedstawiono charakterystykę hydrochemiczną wód źródłanych. Ustalono typy hydrochemiczne i oceniono jakość wód z punktu widzenia przepisów sanitarnych oraz kryteriów monitoringu środowiska.

WPROWADZENIE

Badania źródeł w dorzeczu Widawki po raz pierwszy podjęto w latach sześćdziesiątych bieżącego stulecia. Był to okres intensywnego rozwoju hydrologii jako samodzielnej dyscypliny naukowej. W pracach hydrologicznych powszechnie zaczęto stosować nową metodę badawczą – kartowanie hydrograficzne, która pozwalała na ukazywanie powiązań przejawów wodnych nie tylko z warunkami klimatycznymi, lecz także z pozostałymi komponentami środowiska, przede wszystkim z rzeźbą i litologią. W polskiej literaturze przyrodniczej pojawiły się wówczas pierwsze publikacje traktujące o wodach środkowej Polski (Krzemiński, Maksymiuk 1966; Maksymiuk 1970, 1977).

Kolejne lata przynoszą pełne rozpoznanie występowania źródeł w dorzeczu Widawki (Maksymiuk 1980), wraz z typologią i próbą oceny ich roli w zasilaniu rzek. Późniejsze badania dotyczyły zmienności wydatku źródeł (Nądzrowicz 1987). Rozmieszczenie, warunki występowania i dalsze wyniki badań wydajności wybranych wypływów prezentowano w pracach traktujących o regionie środkowej Polski (Maksymiuk, Mela 1995; Jokić, Maksymiuk 1995). Antropogeniczne zmiany jakości wód gruntowych dorzecza Widawki, a także podstawowe aspekty ochrony wód źródłanych ukazano natomiast w publikacjach J. Burcharda (1995a, 1996a).

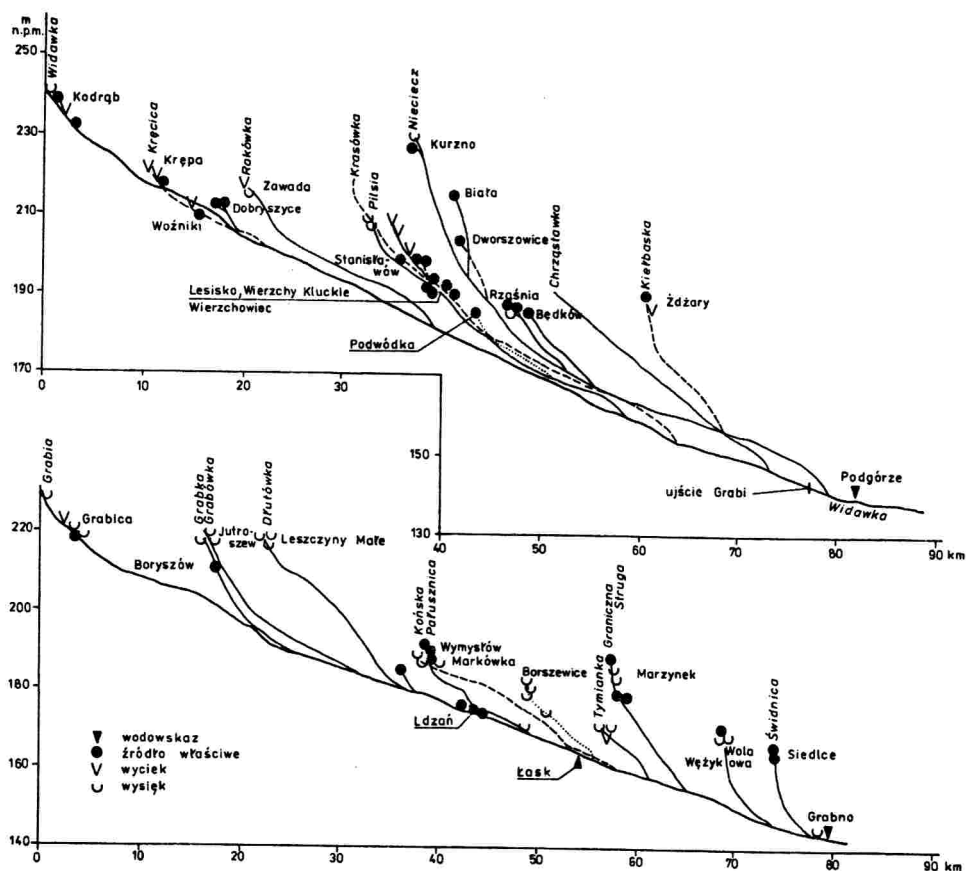


Rys. 1. Występowanie źródeł w dorzeczu Widawki

1 – granice jednostek fizycznogeograficznych; 2 – dział wodny I rzędu; 3 – dział wodny III rzędu; 4 – brama w działle wód; 5 – ciekі stałe, wodowskaz; 6 – stawy; 7 – ciekі okresowe; 8 – ciekі epizodyczne; 9 – zbiorniki retencyjne; 10 – wysięki; 11 – wyciekі; 12 – źródła właściwe (liczby oznaczają wydajność); 13 – źródła właściwe poddane badaniom fizykochemicznym (liczba oznacza wydajność źródła)

Fig. 1. Areal distribution of springs in the Widawka drainage basin

1 – boundaries of physico-geographical units, 2 – the 1st order watershed, 3 – the 3rd order watershed, 4 – watershed gap, 5 – permanent streams; water-gauge, 6 – ponds, 7 – periodical streams, 8 – intermittent streams, 9 – retention reservoirs, 10 – water seepages, 11 – spring sappings, 12 – real springs (numbers mean spring yield), 13 – real springs researched physico-chemically (numbers mean spring yield)



Rys. 2. Profile podłużne cieków systemu Widawki oraz położenie wypływów wód podziemnych

Fig. 2. Stream long profiles of the Widawka system and situation of ground water outflows

- water-gauge
- real spring
- spring sapping
- water seepage

Dobłą. Wpływ wody jest intensywny i mało zmienny. Wiąże się to z zasilaniem źródeł przez wody z poziomu międzymorenowego, który cechuje mała amplituda wahań zwierciadła i napór hydrostatyczny (M a k s y m i u k 1970).

Na uwagę zasługują także wypływy w Wymysławie, dające początek Pałusznicy oraz w dolinie środkowej Grabia koło Łdzania. Wszystkie pozostałe wypływy wód podziemnych mają charakter wysięków bądź wycieków, których wydajność na ogół niewiele przekracza wartość $0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Te wypływy stanowią 75% ogólnej liczby źródeł zarejestrowanych w dorzeczu.

Zestawienie źródeł właściwych poddanych badaniom fizykochemicznym w latach 1994–1996,
w roku 1996 punkty 1–10

Real springs researched physico-chemically in 1994–1996; in 1996 points 1–10

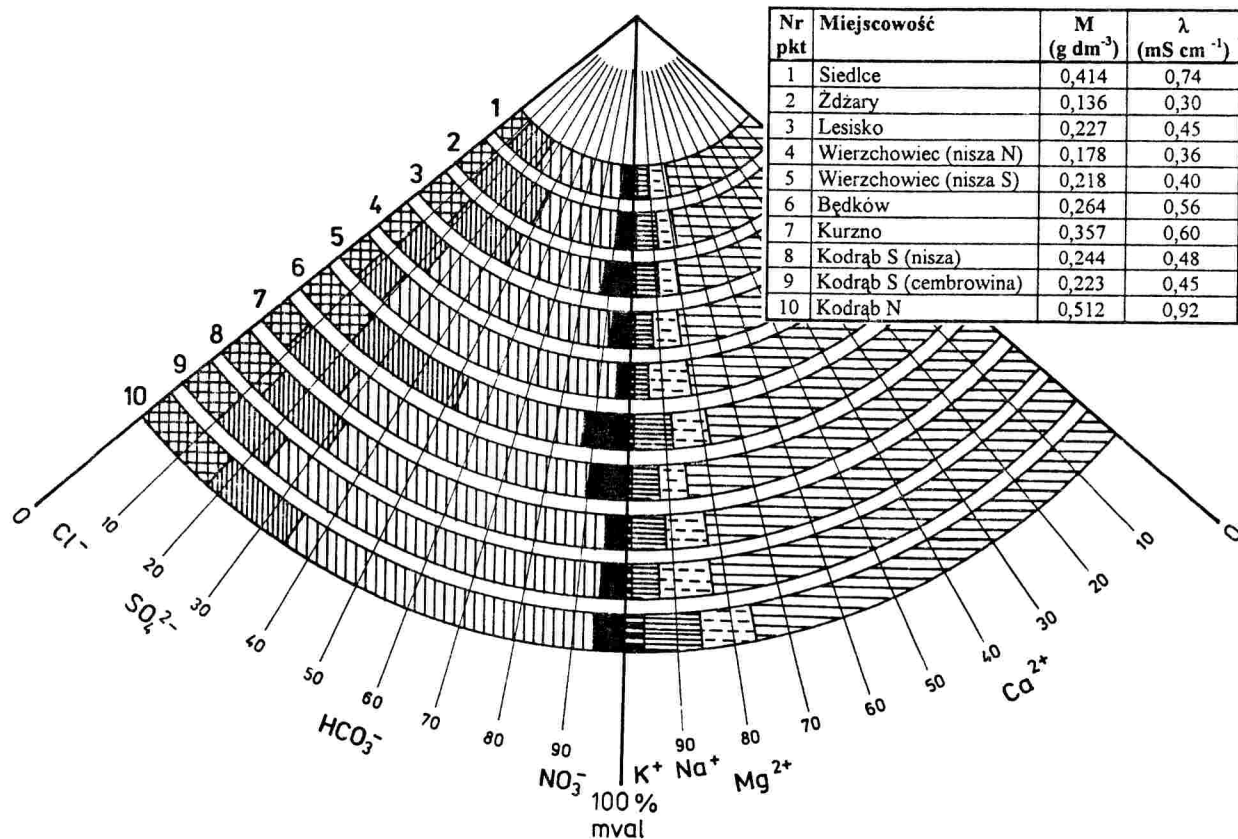
Miejscowość (numer punktu badawczego)	Położenie morfologiczne źródła	Wysokość źródła (m n.p.m.)	Średnia wydajność Q (dm ³ · s ⁻¹)	Wskaźnik zmienności	Typ hydrochemiczny
Będków (6)	stok doliny	188,0	3,0		HCO ₃ -SO ₄ -Ca (HCO ₃ -SO ₄ -Cl-Ca)
Dobryszyc (11)	podnóże pagórka	217,0	1,0	1,3	HCO ₃ -Ca
Kodrąb S (8, 9)	stok doliny	237,5	15,0		HCO ₃ -Ca
Kodrąb N (10)	stok doliny	237,0	1,0		HCO ₃ -Ca
Kurzno (7)	dno doliny – strefa SW krawędzi Kotliny Szczercowskiej	228,0	6,0		HCO ₃ -Ca
Lesisko (3)	stok doliny	198,0	3,0	1,6	HCO ₃ -SO ₄ -Ca
Podwódka (12)	podnóże stoku wysoczyznowego	187,0	9,0	1,3	HCO ₃ -SO ₄ -Ca
Siedlce (1)	stok doliny	165,0	3,0		HCO ₃ -SO ₄ -Ca
Stanisławów (13)	podnóże północnego stoku Wyso- czyzny Sulmierzyckiej	197,0	6,0	1,9	HCO ₃ -Ca (HCO ₃ -SO ₄ -C)
Wierzchowiec N (4)	podnóże stoku w strefie wschodniej krawędzi Kotliny Szczercowskiej	194,0	17,0	1,5	HCO ₃ -Ca
Wierzchowiec S (5)	jak wyżej	194,0	5,0		HCO ₃ -Ca
Wierzchy Kluckie (14)	jak wyżej	190,0	23,0	1,7	HCO ₃ -Ca
Żdźary (2)	podnóże wydmy	190,0	4,0	2,4	HCO ₃ -SO ₄ -Ca

z utworów czwartorzędowych (punkty: 1–6); dwa źródła charakteryzują się wypływem wód z utworów czwartorzędowych i jurajskich łącznie (punkty 8 i 9), zaś dwa to typowe wypływy z wapieni jurajskich (punkt 7 – Kurzno, główne źródło Niecieczy i punkt 10 – Kodrąb).

Badane wody źródłane charakteryzują się średnimi wartościami mineralizacji ogólnej $0,280 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$, przewodności elektrycznej właściwej $0,52 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, a pH 7,5. Wszystkie wody można określić jako miękkie i średnio twarde (z wyjątkiem punktu 2 w Żdżarach – wody bardzo miękkie, wypływ spod wydmy). Twardość ogólna badanych wód wynosi średnio $3,25 \text{ mval} \cdot \text{dm}^{-3}$, przy przewodzie twardości węglanowej, stanowiącej średnio 67,4 % twardości ogólnej; udział twardości węglanowej osiągał w skrajnych przypadkach powyżej 80 % twardości ogólnej, np. w punktach 4, 5, 9, zaś w wielu przypadkach był wyższy od 70 %. Jedynie w punkcie 6 (źródło w Będkowie, położone wśród łąk na otwartym terenie zagospodarowanym rolniczo) stwierdzono w obu terminach badawczych przewagę twardości niewęglanowej, wynoszącej odpowiednio 61,8 i 57,6 % twardości ogólnej. Pełniejszy opis wybranych cech i składników wód źródłanych zawiera tab. 3.

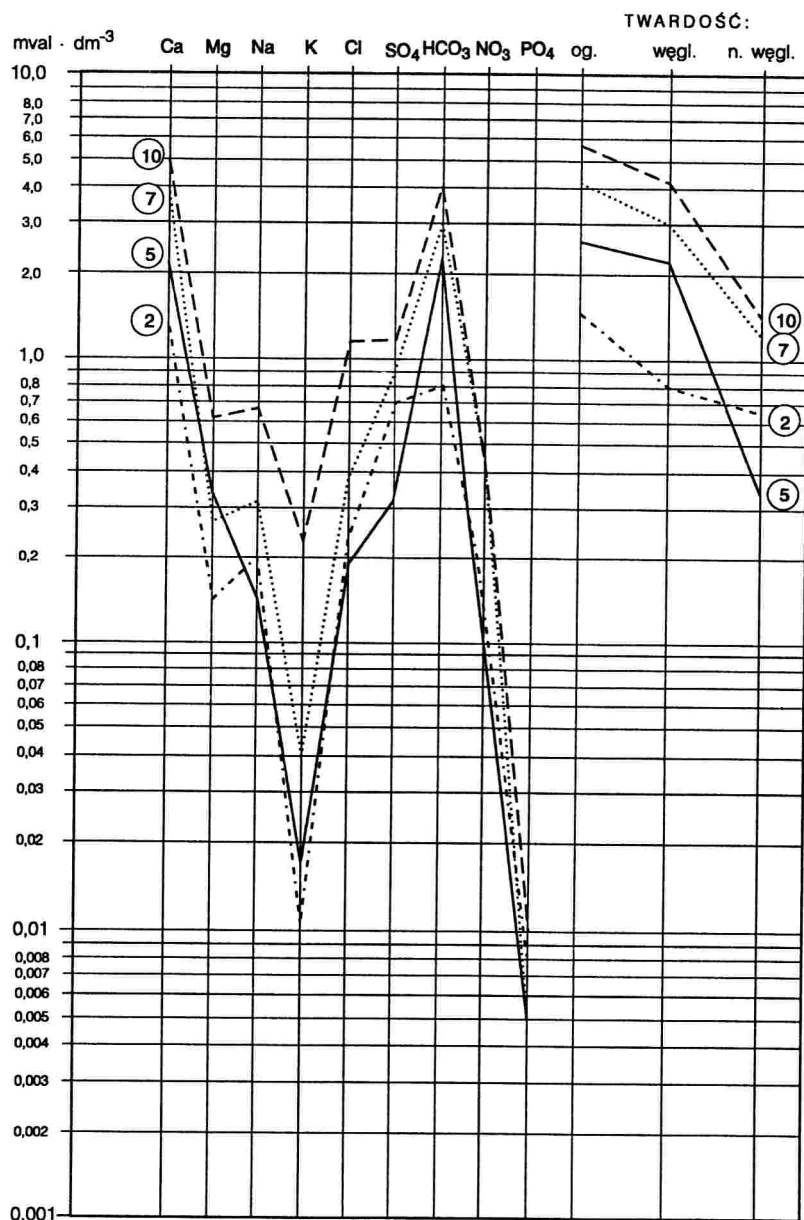
Charakterystykę składu jonowego wód źródłanych dorzecza przedstawiono na rys. 3. W odniesieniu do zawartości głównych kationów można sformułować wniosek, że we wszystkich przypadkach występuje znaczna i dość wyrównana pod względem udziału procentowego przewaga Ca^{2+} nad dość zróżnicowanym, ale proporcjonalnie niższym udziałem kationów Mg^{2+} i Na^{+} . Procentowy udział jonu K^{+} jest z kolei tak niewielki, że w przyjętej skali rysunku słabo się wyróżnia, z wyjątkiem punktu 10 (Kodrąb), w którym zawartość K^{+} wynosi 3,3 % ogólnej sumy kationów. W przypadku zawartości głównych anionów mamy do czynienia ze znacznie większym zróżnicowaniem ich procentowego udziału w poszczególnych punktach badawczych. Co prawda we wszystkich punktach przeważają aniony HCO_3^{-} nad SO_4^{2-} i Cl^{-} , ale wzajemne między nimi proporcje są bardzo zróżnicowane. Na uwagę zasługuje też wysoka zawartość jonu NO_3^{-} , zapewne antropogenicznego pochodzenia. W przyjętej skali rys. 3 nie znajduje natomiast wyrazu zawartość PO_4^{3-} , która w analizowanym terminie badawczym zawarta była w poszczególnych punktach, w przedziale 0,1–0,4% sumy anionów.

Spśród wszystkich punktów badawczych, uwzględnionych na rys. 3, swymi cechami wyróżnia się punkt 6 (Będków, źródło wśród łąk), w którym główne aniony wykazują stosunkowo małe zróżnicowanie procentowe oraz punkty: 7, 8, 9 i 10 o wyraźnym zróżnicowaniu głównych anionów, ze zdecydowaną przewagą HCO_3^{-} nad SO_4^{2-} i Cl^{-} (tylko punkt 10 charakteryzuje się zbliżonym udziałem SO_4^{2-} i Cl^{-} – po około 17%); źródła te (punkty 7–10) dają wypływy z utworów jurajskich, bądź z jurajskich i czwartorzędowych łącznie.



Rys. 3. Porównanie składu jonowego oraz mineralizacji (M) i przewodności elektrycznej właściwej (λ) wód źródłanych dorzecza Widawki – stan z czerwca 1996 r.; numery punktów badawczych: 1–10

Fig. 3. Comparison of ionic composition, mineralization (M) and specific electric conductivity (λ) of the Widawka spring water – state on June 1996; numbers of testing points 1–10



Rys. 4. Charakterystyka hydrochemiczna źródeł dorzecza Widawki, wybrane przykłady – stan z czerwca 1996 r.; numery punktów badawczych: 2 – Żdźary, 5 – Wierzchowiec (nisza S), 7 – Kurzno, 10 – Kodrąb N

Fig. 4. Hydrochemical characteristic of the Widawka drainage basin springs; selected examples – state on June 1996; numbers of testing points: 2 – Żdźary, 5 – Wierzchowiec (niche S), 7 – Kurzno, 10 – Kodrąb N

uzyskano stosując klasyfikację PIOŚ, która pozwala na uwzględnienie większej ilości cech i składników wody niż klasyfikacja MZiOS. W ocenie jakości wód źródłanych wzięto pod uwagę barwę, przewodność elektryczną właściwą, odczyn, substancje rozpuszczone, twardość ogólną i węglanową oraz chlorki, siarczany, wodorowęglany, azotany, fosforany, wapń, magnez, sód, potas i żelazo. Zgodnie z klasyfikacją PIOŚ przy zaliczaniu wody do odpowiedniej klasy jakości uwzględniono między innymi zasadę, według której dopuszcza się przekroczenie wartości granicznych trzech wskaźników z zastrzeżeniem, że przekroczenie musi mieścić się w granicach przyjętych dla bezpośrednio niższej klasy jakości (Błaszyk, Macioszczykowa 1993).

W pierwszym terminie badawczym, tj. w czerwcu 1996 r., dominowała klasa Ib (wody wysokiej jakości); na obniżenie jakości wody do poziomu II klasy w punkcie 10 (Kodrąb) wpłynęła tylko podwyższona wartość przewodności elektrycznej właściwej. W późniejszym terminie, tj. w październiku 1996 r., również stwierdzono obecność wód klasy Ib; tylko w dwóch źródłach dominowały wody II klasy (punkt 2 w Żdżarach – zbyt niska zawartość HCO_3 oraz punkt 10 w Kodrąbiu – podwyższona wartość przewodności elektrycznej właściwej). Podkreślić należy, że składnikami wody, które nie pozwoliły na zaliczenie poszczególnych źródeł do klasy Ia (wody najwyższej jakości), były w każdym przypadku fosforany i azot azotanowy oraz bardzo często względnie wysoka przewodność elektryczna właściwa.

Niezależna klasyfikacja jakości wód źródłanych, badanych w 1996 r., uwzględniająca procentowy udział cech i składników wody, mieszczących się w ustalonym zakresie wartości (klasy I–III), wykazała, że normy klasy Ia spełniają w 100%: odczyn, chlorki, magnez oraz sód, zaś klasy Ib: azotany; w przypadku pozostałych składników występuje duże ich zróżnicowanie. W klasie II, w 71,4% przypadków, są to fosforany, a w 61,9% podwyższona wartość przewodności elektrycznej właściwej, ale także wodorowęglany (zbyt mała ilość) i twardość ogólna (wysoka wartość). W III klasie jakości wód sporadycznie występuje przewodność elektryczna oraz wodorowęglany (tab. 6). Treści tab. 6 nie należy utożsamiać z ostateczną klasyfikacją jakościową wód źródłanych, gdyż warunkiem ustalania klas jest opisana zasada dopuszczania maksymalnie trzech wskaźników przekraczających wartość graniczną (normatywną), ustaloną dla danej klasy jakości.

Rodzaj składników wody i niektóre jej cechy fizykochemiczne świadczą o niewielkim jeszcze, ale wyraźnym wpływie czynników antropogenicznych na kształtowanie się jakości wód źródłanych. Wniosek ten znajduje również potwierdzenie w wynikach analiz fizykochemicznych wód źródłanych, badanych w latach 1994–1995 w dorzeczu Widawki, a także w strefie krawędziowej Wyżyny Łódzkiej (Burchard 1995b, 1996a). Do obniżenia jakości wód przyczyniają się nie tylko zanieczyszczenia obszarowe, o czym świadczyć tu może udział PO_4 i N-NO_3 , ale także dewastacja terenów wokół źródeł oraz samych nisz źródłiskowych.

gdzie:

W_z – współczynnik zanieczyszczenia wód źródłanych;

SD_c – wielkość dopuszczalna wskaźnika miano coli typu fekalnego, wg normy dla wód pitnych;

Sw_c – aktualna, ustalona laboratoryjnie, wartość wskaźnika miano coli typu fekalnego;

Sw_m – aktualne, ustalone laboratoryjnie, stężenia innych wskaźników;

SD_m – wielkości dopuszczalnych stężeń innych wskaźników, według normy dla wód pitnych;

n – liczba wskaźników uwzględnionych we wzorze.

Za czyste uważane są takie wody, dla których wartość W_z jest równa lub niższa od 0,75. Współczynniki W_z obliczono dla wód źródłanych dorzecza Widawki uwzględniając: barwę, chlorki, siarczany, sól, azot azotanowy, żelazo ogólne oraz twardość ogólną, a więc te spośród oznaczanych wskaźników, dla których w Rozporządzeniu MZiOS (1990) ustalone zostały progowe wartości normatywne. Wyznaczenie współczynników zanieczyszczenia wód źródłanych stwarza możliwość oceny tendencji zmian oraz określenia skali tych zmian w przyszłości.

W roku 1996, we wszystkich punktach badawczych, współczynniki zanieczyszczenia wód źródłanych zawarte były w przedziale 0,14–0,36, co

Tabela 7

Wartość współczynników zanieczyszczenia (W_z) wód źródłanych dorzecza Widawki w 1996 r.

Coefficients of spring water pollution (W_z) in the Widawka drainage basin in 1996

Nr punktu	Miejscowość	Współczynnik W_z	
		03.06.1996	21.10.1996
1	Siedlce	0,24	0,27
2	Żdźary	0,16	0,18
3	Lesisko	0,21	0,23
4	Wierzchowiec (nisza N)	0,14	0,16
5	Wierzchowiec (nisza S)	0,15	0,20
6	Będków	0,35	0,36
7	Kurzno	0,26	0,28
8	Kodrąb S (nisza)	0,17	0,20
9	Kodrąb S (cembrowina)	0,16	0,14
10	Kodrąb N	0,29	0,30

- Burchard J., 1996a, *Praktyczne aspekty ochrony wód źródlanych*, [w:] *Materiały VII Ogólnopolskiego Seminarium Naukowo-Technicznego „Ochrona jakości i zasobów wód. Zasady regionalnej gospodarki wodą”*, Zakopane, 3-4 X 1996 r., PZLiTS, Oddział w Krakowie
- Burchard J., 1996b, *Ocena tendencji zmian stanu czystości wód powierzchniowych i podziemnych*, [w:] *ibidem*
- Gołąb J., 1954, *Jak zdobywamy wodę dla gospodarki narodowej*, Warszawa
- Jokiel P., Maksymiuk Z., 1995, *Zastosowanie analizy wydajności źródeł do oceny niektórych charakterystyk zbiorników wód podziemnych*, *Przegl. Geol.*, vol. 43, nr 5
- Krzemiński T., Maksymiuk Z., 1966, *Próba rekonstrukcji niektórych elementów krajobrazu pierwotnego okolic Łęczycy. Łęczycza wczesnośredniowieczna*, t. 1, *Polskie Badania Archeologiczne*, t. 14, Wrocław
- Maksymiuk Z., 1970, *Hydrografia dorzecza Grabi*, *Acta Geogr. Lodz.*, nr 25, Łódź
- Maksymiuk Z., 1977, *Wody gruntowe i strefy ich wypływu na powierzchnię w regionie łódzkim*, *Zesz. Nauk. Uniw. Łódz.*, ser. II, 5
- Maksymiuk Z., 1980, *Formy alimentacji rzek i ich rola w bilansie wodnym na przykładzie dorzecza Widawki*, *Acta Geogr. Lodz.*, 42, Ossolineum
- Maksymiuk Z., Mela S., 1995, *Źródła Polski środkowej*, *Acta Univ. Lodz.*, Folia Geogr., 20
- Nazdrowicz K., 1987, *Charakterystyka źródeł stref krawędziowych Wyżyny Łódzkiej i Kotliny Szczercowskiej*, maszynopis w Zakładzie Hydrologii i Gospodarki Wodnej UŁ
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 4.05.1990 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, *Dziennik Ustaw RP*, 35

Pracownia Kształtowania i Ochrony Środowiska
i Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej
Uniwersytetu Łódzkiego

Janusz Burchard, Zygmunt Maksymiuk

SUMMARY

In this article the authors have presented the zones in which springs occur (fig. 1). They have divided the researched springs into morphogenetic types and indicated a dependence of the different types of the spring water outflows upon height-intervals. The analysis shows that the springs with the biggest outflows of water are related to the abundance of underground water horizons (tab. 1). The outflows selected from different types were researched in a physico-chemical way (tab. 2).

From among the 10 springs examined in a physico-chemical way in 1996, six are typical outflows from the Quaternary deposits (points 1-6), two are supplied with water both from the Quaternary deposits and from the Jurassic ones (points 8 and 9) and the last two are typical outflows from the Jurassic limestones (points 7 and 10).

The physico-chemical researches of the springs in the Widawka drainage basin have shown that the predominant physico-chemical types are: $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$, $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ (tab. 2, 4, 5; fig. 3, 4).

The spring water quality analysis has proved that in all the cases the standards for potable water and economic purposes established by the Ministry of Health were satisfying (tab. 6). The water quality classification made according to the rules suitable for the environmental