

Jerzy Jonczak

Akademia Pomorska
Słupsk

CHEMIZM WÓD ZASILAJĄCYCH JAROSŁAWIANKĘ (ZLEWNIA WIEPRZY)

THE CHEMISTRY OF WATERS SUPPLYING JAROSŁAWIANKA RIVER (WIEPRZA BASIN)

Zarys treści: W artykule przedstawiono charakterystykę głównych typów wód stanowiących podstawę zasilania Jarosławianki – lewobrzeżnego dopływu dolnej Wieprzy. Analizowano wody drenarskie (2 przekroje), wody stokowe wyciekające z pierwszej warstwy wodonośnej (2 przekroje) oraz wody wyciekające z niszy źródłiskowej i osadów dawnego stawu młyńskiego w dnie doliny. Stwierdzono wyraźne różnice pomiędzy poszczególnymi typami wód pod względem ich składu chemicznego. Wody drenarskie charakteryzowały się na tle pozostałych niską mineralizacją oraz dużą zmiennością składu chemicznego w czasie. Wody stokowe cechował stosunkowo stabilny w czasie skład chemiczny i znaczna zawartość składników rozpuszczonych. Wyciekające wody stokowe zasilają bezpośrednio rzekę lub filtrują przez osady dna doliny, podlegając dalszej transformacji. Analiza wód wypływających z niszy źródłiskowej oraz osadów stawu młyńskiego wskazuje, że jest to głęboka transformacja. W bilansie jonowym badanych wód dominowały jony HCO_3^- , SO_4^{2-} i Ca^{2+} .

Słowa kluczowe: źródła, wody stokowe, wody drenarskie, nisze źródłiskowe, Jarosławianka, Wieprza

Key words: water sources, slope waters, drain waters, spring niches, Jarosławianka river, Wieprza river

Wstęp

Podstawą zasilania rzek jest woda opadowa, w systemie zlewni odprowadzana powierzchniowo lub podpowierzchniowo w kierunku obniżen terenu. Woda opadowa jest roztworem o małym stężeniu, który w kontakcie z biosferą, pedosferą i litosferą ulega transformacji. Pierwsze jej wzbogacenie zachodzi w kontakcie z roślinnością (Tyszka 1995, Kowalkowski, Józwiak 2000, Janek 2002, Józwiak, Kozłowski 2004, Kruszyk 2007), a następnie z glebami i osadami litosfery. Kierunek oraz zakres transformacji składu chemicznego wód przemieszczających się w profilu atmosfera-roślinność-gleba-litosfera-wody gruntowe jest uwarunkowany przede wszystkim

charakterem zbiorowiska roślinnego, właściwościami fizycznymi i chemicznymi gleb i osadów litosfery oraz intensywnością filtracji. Spośród składników gleby dla kształtowania chemizmu wód gruntowych i drenarskich podstawowe znaczenie mają minerały ilaste oraz materia organiczna. Składniki te biorą czynny udział w sorpcji, przyczyniają się do ograniczenia tempa filtracji, a także są źródłem jonów (Prusinkiewicz, Kosakowski 1986, Maciaszczyk 1988, Szpikowska 2007). Wody pochodzące ze spływów powierzchniowych, mające stosunkowo krótki kontakt jedynie z powierzchnią gleb, charakteryzuje zazwyczaj niewielki ładunek składników rozpuszczonych. Również wody drenarskie, mające charakter wód wierzchówkowych, na ogół charakteryzują się niską mineralizacją. Intensywność filtracji i dynamika odpływu wód drenarskich wykazują ścisły związek ze składem granulometrycznym utworów zalegających ponad drenami (Celmer, Marszelewski 1987). Systemy drenarskie odprowadzają wody z obszarów rolniczych i dlatego często obserwuje się w nich podwyższoną koncentrację takich jonów, jak NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , K^+ , będących podstawowymi składnikami nawozów (Wysocka-Czubaszek, Banaszuk 2001, Koc i in. 2003, Durkowski 2007). W porównaniu z wodami odpływającymi powierzchniowo oraz drenarskimi wody gruntowe mają dłuższy kontakt z fazą stałą gleby, w związku z czym charakteryzują się na ogół większą mineralizacją. Udział ilościowy poszczególnych form zasilania (powierzchniowe, drenarskie, gruntowe) oraz skład chemiczny wód różnego pochodzenia decydują o chemizmie wód rzecznych, a także intensywności denudacji chemicznej zlewni.

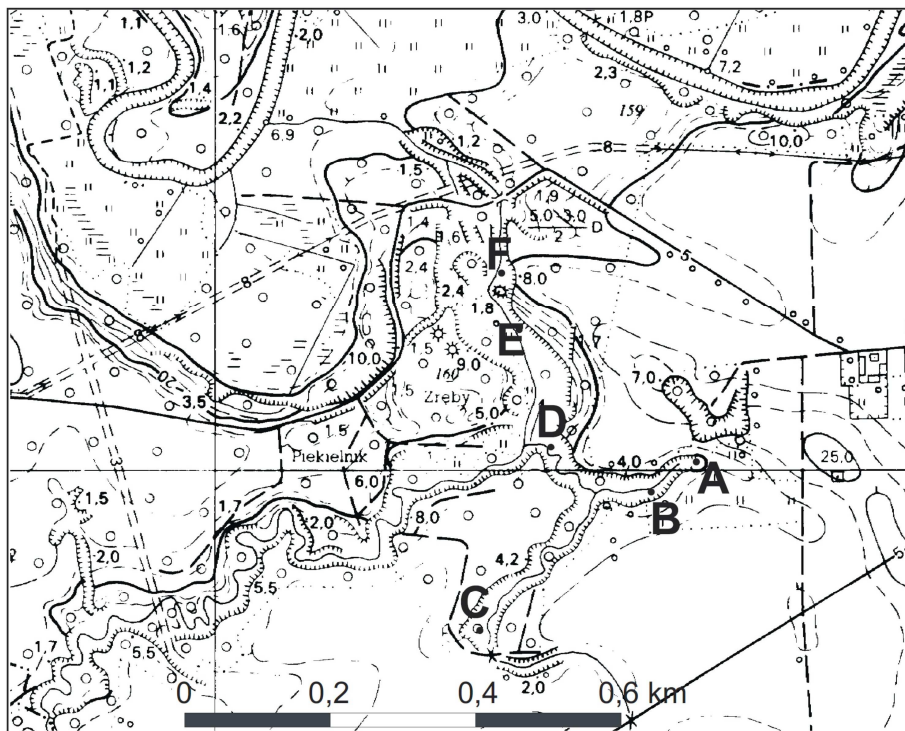
Celem pracy jest charakterystyka głównych typów wód, stanowiących podstawę zasilania Jarosławianki – lewobrzeżnego dopływu dolnej Wieprzy.

Materiały i metody

Zlewnia Jarosławianki o powierzchni 5,74 km² położona jest w obrębie obszaru zastoiskowego. Warstwę powierzchniową litosfery stanowią głównie utwory pylasto-ilaste, bezwęglanowe, o miąższości około 5 m. Są to utwory słabo przepuszczalne dla wody, zbite, silnie uwilgotnione, kwaśne. Wykształciły się z nich gleby brunatne kwaśne oglejone, gleby płowe opadowo-glejowe, a w lokalnych obniżeniach terenu gleby opadowo-glejowe. Pod utworami zastoiskowymi zalega szara glina zwałowa o uziarnieniu gliny drobnopiaszczystej, zawierającej do kilku procent węglanów.

Gwałtowny odpływ wód jeziora polodowcowego u schyłku plejstocenu spowodował głębokie rozcięcie terenu i powstanie doliny Jarosławianki. W okresie holocenu nastąpiło tylko częściowe wypełnienie dna doliny osadami. Współcześnie dolny odcinek rzeki jest wcięty w podłoże na głębokość przekraczającą 10 m. W dnie doliny występują liczne wycieki i wysięki wód gruntowych oraz ujścia systemów drenarskich, stanowiące podstawę zasilania rzeki. Wycieki wody w niektórych miejscach powodują zabagnienie terenu i rozwój niewielkich nisz źródłiskowych z glebami torfiasto-glejowymi lub torfowo-mułowymi. W zlewni w okresie zimowym obserwowano również spływy powierzchniowe wody o różnym natężeniu.

Badania prowadzono w latach 2007 i 2008 w dolnym odcinku Jarosławianki. Do badań wytypowano sześć przekrojów reprezentujących główne formy zasilania rzeki



Ryc. 1. Lokalizacja przekrojów pomiarowych w dolnym odcinku Jarosławianki
 Fig. 1. Locations of sampling points in a lower part of Jarosławianka river

(ryc. 1). Przekroje A i C zlokalizowano w ujściach systemów drenarskich odwadniającego ugory (przekrój A) i pola uprawne (przekrój C). W okresie wiosennym w przekroju A obserwowano również odpływ powierzchniowy wód z przyległych terenów. Przekroje B i F zlokalizowano u ujścia wycieków wód gruntowych z pierwszej warstwy wodonośnej. Przekrój D zamyka odpływ wód z niszy źródłiskowej z glebami torfowo-mułowymi. W przekroju E zbierano wodę wypływającą w pobliżu rzeki z mineralno-organicznych osadów dawnego stawu młyńskiego.

W miesięcznych odstępach wykonywano pomiar przepływu wody w poszczególnych przekrojach z użyciem zastawek oraz pobierano jej próbki do analiz. Bezpośrednio po poborze próbki wody były filtrowane przez sączi bibułowe ilościowe średnie, a następnie w nich oznaczono:

- odczyn i konduktywność – przy pomocy miernika ELMETRON CP-401,
- zawartość jonów Ca^{2+} i Mg^{2+} metodą wersenianową,
- zawartość jonów K^+ i Na^+ metodą emisyjnej fotometrii płomieniowej,
- zawartość jonów HCO_3^- metodą miareczkowania roztworem HCl ,
- zawartość jonów Cl^- metodą miareczkowania argentometrycznego,
- zawartość jonów SO_4^{2-} metodą kolorymetryczną,
- zawartość jonów NO_3^- metodą kolorymetryczną z odczynnikiem Nesslera.

Uzyskane wyniki poddano obróbce statystycznej w programie STATISTICA.

Wyniki i dyskusja

Ilość wody odprowadzanej do Jarosławianki była zróżnicowana zarówno pomiędzy przekrojami, jak i w czasie na poszczególnych stanowiskach (tab. 1). Maksymalne jej odpływy rejestrowano w okresie zimowym i wczesnej wiosny, zaś minimalne latem. W przekroju A ilość odprowadzanej wody mieściła się w przedziale 90-180 000 dm³·h⁻¹. Wartość maksymalną odnotowano w zimie 2007 roku. Wynikała ona z wystąpienia w tym okresie spływu powierzchniowego wód pochodzących częściowo z opadów, a częściowo z topniejącego śniegu. Podobną sytuację, ale na mniejszą skalę zarejestrowano w styczniu 2008 roku. Analogiczne tendencje wyka-

Tabela 1

Odpływ wody [dm³·h⁻¹] w analizowanych przekrojach w latach 2007 i 2008

Table 1

Outflow of water [dm³·h⁻¹] in sampling points during 2007-2008

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	10 800	144	-	90	252	90
	29 I	180 000	144	18 000	360	3600	360
	27 II	28 800	119	3600	162	108	252
	27 III	3600	72	1800	54	180	288
	22 IV	360	18	360	54	65	198
	3 VI	360	14	360	4	5	162
	24 VI	144	18	180	4	7	180
	22 VII	1620	22	1440	25	65	180
	26 VIII	180	108	720	36	108	216
	30 IX	1260	108	2160	36	144	252
	28 X	90	108	576	54	144	216
25 XI	16 200	72	5400	180	216	360	
2008	6 I	1800	36	720	0	216	720
	26 I	28 800	180	7200	180	216	468
	23 II	3600	18	900	180	216	360
	28 III	14 400	180	3600	180	360	720
	31 V	180	36	180	36	90	360
	24 VI	180	36	72	36	108	288
	26 VII	180	4	72	7	90	180
	30 VIII	3600	36	144	72	180	180
	27 IX	180	36	18	7	144	180
	25 X	1800	36	900	0	144	180
2 XII	14 400	18	3600	0	180	360	
Średnia		13 588	68	2261	76	297	293

zywał odpływ w przekroju C. Wartości maksymalne rejestrowano tu w okresie zimowym ($18\ 000\ \text{dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ w roku 2007 i $7200\ \text{dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ w roku 2008), zaś minimalne w okresie letnim (tab. 1). Należy jednak zaznaczyć, że w tym przekroju nie występowało dodatkowe zasilanie wodami odpływającymi powierzchniowo. W analizowanym okresie system drenarski odprowadzał wodę przez cały rok. Jest to związane z występowaniem w zlewni gleb ciężkich, które charakteryzują się stabilniejszym odpływem wody w czasie w porównaniu z glebami lekkimi. Obserwacje prowadzone w zlewniach drenarskich Rolniczego Zakładu Doświadczalnego UMK w Koniczynie wykazały, że na dynamikę i wielkość odpływu wód drenarskich w zlewniach z glebami ciężkimi duży wpływ ma suma i rozkład opadów w latach poprzednich

Tabela 2

Odczyn wody w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008

Table 2

Reaction of water in sampling points in 2007-2008 years

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	6,8	7,6	6,9	7,2	7,2	7,3
	29 I	6,5	7,4	6,7	7,0	6,6	7,7
	27 II	7,0	7,6	7,4	7,5	7,3	7,9
	27 III	7,4	7,7	7,6	7,5	7,3	7,8
	22 IV	7,5	7,8	7,6	7,8	7,5	8,0
	3 VI	7,6	7,9	7,7	7,9	7,6	8,0
	24 VI	7,9	7,8	7,8	7,9	7,5	8,0
	22 VII	7,3	7,6	7,5	7,7	7,4	8,0
	26 VIII	7,4	7,4	7,5	7,5	7,3	7,7
	30 IX	7,2	7,3	7,2	7,4	7,3	7,7
	28 X	7,6	7,6	7,7	7,7	7,5	8,2
	25 XI	7,1	7,4	7,2	-	7,2	7,9
2008	6 I	7,6	-	7,5	-	7,2	7,7
	26 I	6,8	7,5	7,3	7,4	7,1	7,9
	23 II	5,8	5,4	5,5	5,4	5,4	5,8
	28 III	6,6	7,0	6,8	6,8	6,6	7,0
	31 V	7,9	8,0	7,9	8,2	7,9	8,4
	24 VI	7,6	7,8	7,7	8,1	7,7	8,1
	26 VII	7,8	7,9	7,9	8,0	7,8	8,0
	30 VIII	7,9	7,5	7,4	7,7	7,4	7,7
	27 IX	7,4	7,6	7,5	7,6	7,4	7,7
	25 X	7,5	7,7	7,6	-	7,5	7,8
2 XII	6,9	6,8	7,1	-	6,6	7,1	
Średnia		7,3	7,5	7,4	7,5	7,2	7,7

(Celmer, Marszelewski 1987). Aby więc w pełni wyjaśnić dynamikę odpływu w analizowanych zlewniach, należałoby prowadzić obserwacje przez wiele lat oraz dysponować szczegółowymi informacjami o warunkach pogodowych, w szczególności temperaturze i opadach.

Średni odczyn wód w latach 2007 i 2008 w poszczególnych przekrojach był zbliżony, kształtując się w granicach odczynu lekko zasadowego (tab. 2). We wszystkich przekrojach najniższe wartości pH notowano w okresie o maksymalnych odpływach wody. Dla przekrojów A, B, D i E uzyskano wysokie, istotne statystycznie współczynniki korelacji pomiędzy wielkością odpływu wody a wartością pH (tab. 14).

Tabela 3
Konduktywność wody w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$]

Table 3
Conductivity of water in sampling points in 2007-2008 years [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	139	424	171	299	504	407
	29 I	66	424	90	152	160	429
	27 II	123	437	178	273	457	441
	27 III	186	426	203	334	456	431
	22 IV	315	427	375	331	446	434
	3 VI	361	457	481	365	450	470
	24 VI	379	458	466	346	459	469
	22 VII	199	426	229	336	441	455
	26 VIII	345	444	321	343	443	451
	30 IX	192	432	216	329	438	448
	28 X	282	421	289	312	431	430
25 XI	130	436	171	-	459	424	
2008	6 I	240	-	284	-	394	386
	26 I	128	376	189	274	411	396
	23 II	157	369	257	283	391	399
	28 III	112	377	146	265	350	385
	31 V	407	454	505	362	451	474
	24 VI	431	458	510	367	462	479
	26 VII	428	470	504	374	475	480
	30 VIII	175	451	344	350	451	473
	27 IX	465	475	497	369	466	471
	25 X	203	477	262	-	464	461
2 XII	139	456	152	-	522	475	
Średnia		243	435	297	319	434	442

Najniższe średnie wartości konduktywności odnotowano w odniesieniu do wód drenarskich. Wyniosła ona $243 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$ w przekroju A i $297 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$ w przekroju C. Nieco wyższe wartości obserwowano w przekroju D – $319 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$, zaś najwyższe w wodach stokowych w przekrojach B ($435 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$) i F ($442 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$) oraz w przekroju E ($434 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$). Konduktywność wynika ze stopnia mineralizacji wód. Wody gruntowe, które w powolnym tempie filtrują przez miększą warstwę utworów zastoiskowych, wysycają się jonami w większym stopniu niż wody drenarskie i spływające powierzchniowo. Słabo przepuszczalne utwory zastoiskowe stanowią rodzaj buforu, zapewniając stosunkowo stabilny odpływ oraz skład chemiczny wód w czasie (tab. 3). W zlewniach drenarskich wody są przechwytywane przez drenaże na ma-

Tabela 4

Stężenie wapnia w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Table 4

Concentration of calcium in sampling points in 2007-2008 years [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	26,2	98,9	17,2	28,5	36,0	85,4
	29 I	24,4	68,0	31,0	42,1	74,7	69,5
	27 II	28,9	75,3	46,4	57,8	77,5	79,1
	27 III	51,7	79,5	65,2	81,0	82,5	87,0
	22 IV	60,3	77,3	72,8	61,8	74,3	82,4
	3 VI	64,4	81,9	80,2	62,1	81,3	80,8
	24 VI	39,1	71,8	49,5	64,9	78,1	78,1
	22 VII	61,3	77,1	55,1	59,4	81,7	83,3
	26 VIII	41,2	82,5	45,7	69,0	86,2	88,5
	30 IX	53,7	77,3	56,7	67,0	85,4	86,1
	28 X	33,6	82,9	45,2	-	85,0	87,7
25 XI	66,7	-	60,7	-	88,5	84,7	
2008	6 I	28,6	76,1	43,7	56,5	84,3	80,6
	26 I	46,6	82,3	49,7	59,0	87,0	90,1
	23 II	25,2	74,1	33,8	51,1	76,2	80,6
	28 III	86,7	83,6	85,1	63,1	82,1	85,1
	31 V	74,9	81,0	93,2	72,6	88,6	89,4
	24 VI	70,8	76,3	85,7	62,9	79,4	81,8
	26 VII	29,8	77,9	51,9	58,8	83,3	76,4
	30 VIII	81,0	81,0	83,3	63,8	79,4	82,5
	27 IX	40,8	82,4	48,1	-	78,7	83,1
25 X	23,6	75,5	24,4	-	88,8	84,1	
Średnia		48,2	79,2	55,7	60,1	80,0	83,0

łej głębokości, przez co następuje znaczne ograniczenie czasu kontaktu wody z glebą, a to wpływa na niską mineralizację (tab. 1, 3, 14, ryc. 2).

Stężenie jonów Ca^{2+} mieściło się w zakresie 23,6-86,7 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju A, 68,0-98,9 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju B, 17,2-93,2 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju C, 28,5-81,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju D, 36,0-88,8 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju E i 69,5-90,1 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju F (tab. 4). Największe zróżnicowanie stężenia jonów Ca^{2+} w czasie stwierdzono w wodach drenarskich, nieco mniejsze w wodach z niszy źródłiskowej oraz odprowadzanych z osadów stawu młyńskiego, zaś najmniejsze w wodach stokowych. Należy zwrócić uwagę, że stężenia maksymalne wapnia w okresie badań były do siebie zbliżone we wszystkich przekrojach (tab. 4). Wyraźne różnice występują w przypadku

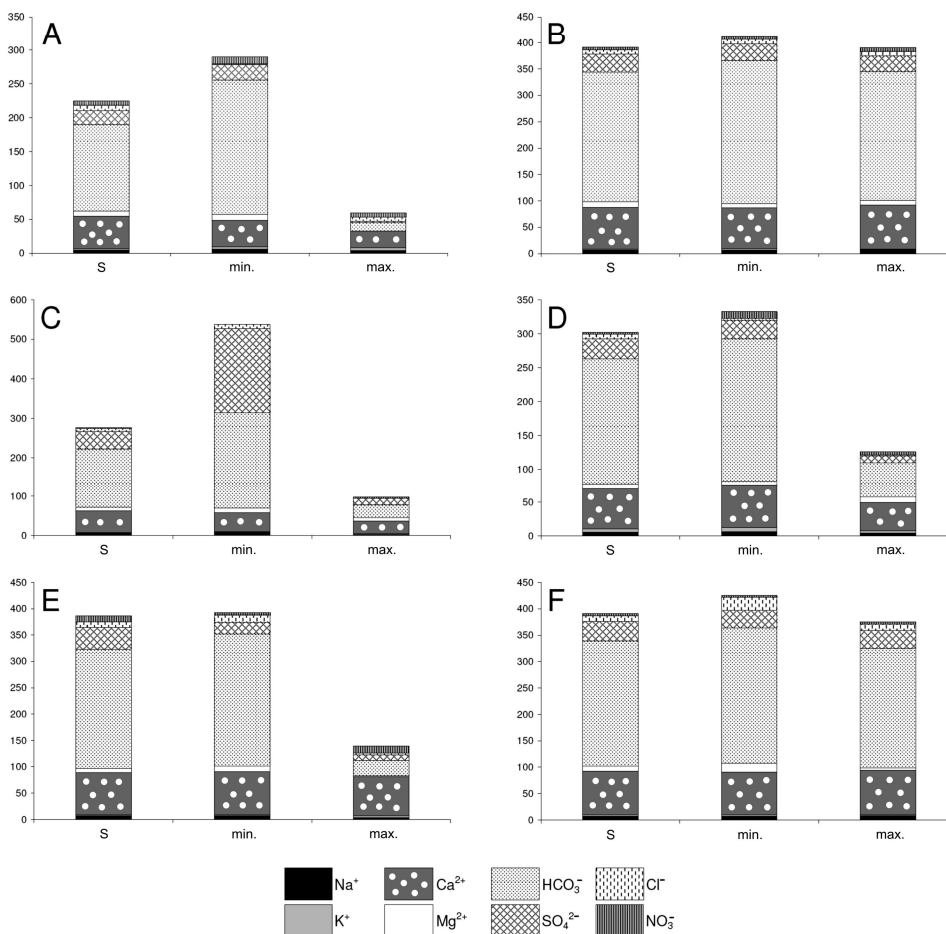
Tabela 5

Stężenie magnezu w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Table 5

Concentration of magnesium in sampling points in 2007-2008 years [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	4,6	12,4	7,3	19,3	22,0	9,2
	29 I	0,5	1,8	9,1	8,2	1,8	7,3
	27 II	3,6	12,1	2,7	7,2	11,2	10,8
	27 III	10,6	12,4	12,9	6,4	6,9	11,1
	22 IV	10,0	15,4	7,7	7,3	7,7	12,7
	3 VI	10,7	13,8	14,3	12,5	11,1	16,5
	24 VI	8,7	7,4	10,7	4,8	8,7	7,2
	22 VII	10,6	16,1	6,3	19,4	5,1	6,8
	26 VIII	4,7	9,3	7,7	4,2	4,7	8,4
	30 IX	8,2	15,9	5,0	3,2	6,4	5,5
	28 X	8,5	10,3	16,9	5,8	4,0	7,6
25 XI	4,2	7,1	15,8	-	6,2	11,6	
2008	6 I	10,9	-	19,5	-	7,7	16,4
	26 I	4,1	14,1	5,9	7,8	11,4	11,9
	23 II	2,8	1,9	5,6	4,7	13,2	11,3
	28 III	6,6	8,8	2,2	4,0	4,4	4,0
	31 V	8,8	5,5	11,5	7,4	6,0	8,3
	24 VI	16,7	11,1	8,3	6,0	11,1	8,8
	26 VII	9,5	7,6	6,7	9,5	7,6	8,1
	30 VIII	4,2	13,9	13,9	8,8	6,9	15,3
	27 IX	18,4	13,7	11,8	6,6	10,4	10,9
	25 X	3,7	7,5	3,5	-	8,4	4,4
	2 XII	0,5	12,4	0,5	-	11,0	8,6
Średnia		7,4	10,5	9,0	8,0	8,4	9,7



Ryc. 2. Porównanie właściwości wody w przekrojach – wartości średnie dla całego okresu badań (S), stężenie przy przepływie minimalnym (min.) i maksymalnym (max.) (skala w $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$)

Fig. 2. Comparison of water properties in sampling points – mean value (S), concentration during minimum outflow (min.) and maximum outflow (max.) (scale in $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$)

stężeń minimalnych (zakres od $17,2 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ do $69,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Wartości najniższe obserwowano w wodach drenarskich w okresach maksymalnego ich odpływu.

Zawartość magnezu wykazywała dużą zmienność w czasie we wszystkich przekrojach, mieszcząc się w przedziałach: $0,5\text{-}18,4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju A, $1,8\text{-}16,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju B, $0,5\text{-}19,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju C, $3,2\text{-}19,4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju D, $1,8\text{-}22,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju E oraz $4,0\text{-}16,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju F (tab. 1, 5). Skrajnie niskie wartości obserwowano w przekroju A w okresie spływu powierzchniowego wody z przylegających terenów.

Stężenie sodu kształtowało się na poziomie $3,10\text{-}7,00 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju A, $2,50\text{-}8,13 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju B, $2,50\text{-}9,90$ w przekroju C, $3,31\text{-}7,00$ w przekroju

D, 3,88-8,40 w przekroju E i 4,70-8,60 w przekroju F (tab. 6). Najniższe średnie stężenie w 2-letnim okresie badań było w wodach drenarskich i wycieku z niszy źródłiskowej. Wyższe stężenia obserwowano w wodach stokowych. Stężenie jonów sodu, szczególnie w wodach drenarskich, wykazywało związek z wielkością odpływu (tab. 1, 6). Występuje tu korelacja ujemna, w przypadku przekrojów C i E istotna statystycznie (tab. 14).

Stężenie jonów K^+ wynosiło 0,50-4,00 $mg \cdot dm^{-3}$ w przekroju A, 0,60-2,75 $mg \cdot dm^{-3}$ w przekroju B, 0,13-2,63 $mg \cdot dm^{-3}$ w przekroju C, 0,60-6,25 $mg \cdot dm^{-3}$ w przekroju D, 1,00-2,88 $mg \cdot dm^{-3}$ w przekroju E oraz 1,20-2,75 $mg \cdot dm^{-3}$ w przekroju F (tab. 7). Najniższe średnie stężenia potasu obserwowano w wodach drenarskich, nieco wyż-

Tabela 6

Stężenie sodu w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [$mg \cdot dm^{-3}$]

Table 6

Concentration of sodium in sampling points in 2007-2008 years [$mg \cdot dm^{-3}$]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	-	-	-	-	-	-
	29 I	4,06	7,44	2,50	4,06	3,88	7,56
	27 II	3,50	7,25	3,69	5,13	7,25	7,69
	27 III	4,50	8,06	4,88	7,00	8,13	8,00
	22 IV	5,69	7,56	8,06	6,94	7,81	7,94
	3 VI	5,88	7,25	9,88	6,00	7,44	7,63
	24 VI	6,25	8,13	9,88	6,25	7,75	8,00
	22 VII	4,13	7,38	4,50	5,50	7,38	7,88
	26 VIII	3,69	5,38	4,56	3,31	5,63	6,31
	30 IX	4,50	6,80	4,50	5,70	7,40	7,90
	28 X	5,80	7,40	6,40	6,00	7,90	8,30
	25 XI	3,60	7,30	3,60	-	8,40	8,40
2008	6 I	5,70	-	7,00	-	7,80	8,30
	26 I	4,30	7,60	4,50	6,60	8,10	8,30
	23 II	4,30	2,50	3,40	3,70	4,40	4,70
	28 III	3,30	7,50	3,40	6,10	6,60	8,00
	31 V	3,40	3,60	5,30	3,60	4,20	4,80
	24 VI	6,40	7,00	9,70	5,80	7,60	8,60
	26 VII	6,80	7,30	9,90	6,10	8,00	8,40
	30 VIII	3,90	7,10	6,80	5,40	7,80	8,00
	27 IX	7,00	7,10	9,40	5,50	7,70	7,90
	25 X	3,10	5,00	3,50	-	5,60	5,70
	2 XII	3,50	6,80	3,10	-	7,80	7,80
	Średnia		4,69	6,74	5,84	5,48	7,03

sze w wodach stokowych oraz z osadów stawu młyńskiego, a wyraźnie wyższe w wodach z niszy źródłiskowej (tab. 7). Potas jest jednym z bardziej ruchliwych jonów w środowisku. W postaci jonowej pojawia się w środowisku jako produkt wietrzenia minerałów oraz przemian biochemicznych zachodzących w glebie. Procesy biochemiczne mają charakter cykliczny, więc również stężenie potasu w wodach drenarskich czy gruntowych w ciągu roku waha się. W zlewniach rolniczych należy dodatkowo uwzględniać stosowanie nawozów, których jednym z głównych składników jest potas.

Stężenie jonów siarczanowych wykazuje zróżnicowanie zarówno pomiędzy poszczególnymi przekrojami, jak i w czasie (tab. 8). Minimalne stężenia jonów odno-

Tabela 7

Stężenie potasu w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Table 7

Concentration of potassium in sampling points in 2007-2008 years [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	-	-	-	-	-	-
	29 I	4,00	2,75	2,63	3,50	2,88	2,44
	27 II	0,88	2,56	1,38	4,50	1,88	2,56
	27 III	0,75	2,38	0,63	5,25	2,06	2,75
	22 IV	2,38	2,50	0,75	4,75	1,88	2,63
	3 VI	3,00	2,50	1,00	6,00	2,00	2,63
	24 VI	3,25	2,75	1,00	6,13	2,13	2,75
	22 VII	0,63	2,25	1,00	6,25	2,13	2,75
	26 VIII	2,50	1,38	0,13	5,38	2,25	1,75
	30 IX	1,10	2,30	1,20	5,60	2,10	2,50
	28 X	1,90	2,10	0,90	5,50	2,10	2,70
25 XI	1,00	2,10	1,00	-	2,10	2,10	
2008	6 I	1,80	-	1,20	-	2,20	2,60
	26 I	1,50	2,30	0,70	4,70	2,00	2,40
	23 II	1,10	0,60	0,40	2,50	1,00	1,30
	28 III	3,70	0,80	1,80	0,60	1,80	1,80
	31 V	1,50	1,90	0,50	2,90	1,10	1,20
	24 VI	2,80	2,20	0,90	5,60	2,30	2,30
	26 VII	2,80	2,00	0,80	5,90	2,20	2,10
	30 VIII	0,50	2,10	1,00	5,50	2,00	2,20
	27 IX	2,30	2,00	0,80	5,40	2,00	2,20
	25 X	0,50	2,10	0,70	-	1,90	2,30
	2 XII	1,50	2,20	1,30	-	2,00	2,40
Średnia		1,88	2,08	0,99	4,78	2,00	2,29

towano przy dużym odpływie wód w głównej mierze powierzchniowych wiosną 2007 roku w przekroju A. Stężenie jonów SO_4^{2-} miało związek z wielkością odpływu.

Stężenie chlorków wahało się w granicach $0,0-27,8 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju A, $0,0-29,9 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju B, $0,0-25,4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju C, $1,3-26,7 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju D, $0,6-20,2$ w przekroju E i $1,4-25,1$ w przekroju F (tab. 9). Zawartość tych jonów wykazywała duże wahania pomiędzy poszczególnymi terminami poboru. Nie stwierdzono jednak wyraźnej zależności pomiędzy wielkością odpływu wody a ich stężeniem. Najniższe średnie stężenie jonów chlorkowych w przekroju D jest zapewne efektem transformacji chemicznej wód w niszy źródłiskowej. Na wyraźną redukcję stężenia jonów Cl^- w wodach przepływających przez nisze źródłiskowe wskazują badania Jekatierynczuk-Rudczyk (2006).

Występowanie jonów wodorowęglanowych w wodach gruntowych jest związane z rozpuszczaniem CO_2 w wodzie. Stężenie jonów HCO_3^- mieściło się w granicach $12-253 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju A, $195-271 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju B, $32-250 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju C, $52-223 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju D, $29-255 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju E i $189-268 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju F (tab. 10). Stężenie jonów wykazywało dużą zmienność w czasie w wodach drenarskich, wodach odprowadzanych z niszy źródli-

Tabela 8

Stężenie siarczanów w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Table 8

Concentration of sulphates in sampling points in 2007-2008 years [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	4,0	30,0	3,5	13,0	50,5	29,0
	29 I	2,0	18,5	-	10,5	10,5	10,0
	27 II	9,0	31,0	17,0	21,5	42,0	32,0
	27 III	11,0	25,0	14,0	24,0	33,5	35,0
	22 IV	19,0	26,0	35,5	16,5	40,5	35,5
	3 VI	18,5	23,0	49,5	20,5	22,0	33,0
	24 VI	23,0	32,0	57,0	27,5	31,5	29,5
	22 VII	4,0	13,0	6,0	1,5	18,0	23,5
26 VIII	16,0	19,5	22,0	9,0	22,0	18,0	
2008	31 V	28,0	23,0	63,5	20,5	25,5	34,5
	24 VI	38,0	26,0	63,5	22,0	35,5	38,0
	26 VII	24,0	31,5	58,5	18,0	30,0	35,5
	30 VIII	16,0	30,5	36,0	38,5	45,0	41,0
	27 IX	99,0	168,0	213,0	161,0	200,0	145,0
	25 X	10,0	25,5	20,0	-	25,0	19,5
2 XII	14,0	26,5	12,0	-	35,0	29,0	
Średnia		21,0	34,3	44,7	28,9	41,7	36,8

skowej oraz wypływających z osadów stawu młyńskiego, zaś stosunkowo stabilne było w wodach stokowych. W pięciu spośród sześciu przekrojów stwierdzono wysokie, istotne statystycznie, ujemne korelacje pomiędzy wielkością odpływu wody a stężeniem jonów wodorowęglanowych (tab. 14).

Zwartość azotanów była zróżnicowana w czasie oraz pomiędzy przekrojami, mieszcząc się w zakresie: 1,8-12,0 mg·dm⁻³ w przekroju A, 0,7-9,8 mg·dm⁻³ w przekroju B, 0,1-6,4 mg·dm⁻³ w przekroju C, 0,6-10,0 mg·dm⁻³ w przekroju D, 4,0-31,3 mg·dm⁻³ w przekroju E i 1,5-15,2 mg·dm⁻³ w przekroju F (tab. 11). Duże stężenie azotanów w wodach odprowadzanych z osadów stawu młyńskiego to najprawdopodobniej efekt wypłukiwania produktów mineralizacji związków azotu. Osady stawu

Tabela 9

Stężenie chlorków w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [mg·dm⁻³]

Table 9

Concentration of chlorides in sampling points in 2007-2008 years [mg·dm⁻³]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	1,8	2,2	0,7	2,2	-	-
	29 I	0,0	0,3	0,0	1,3	3,8	1,4
	27 II	6,6	22,2	0,0	5,0	15,2	3,6
	27 III	9,0	11,6	3,6	2,5	0,6	3,8
	22 IV	1,1	3,1	4,6	1,9	2,6	3,8
	3 VI	27,8	29,9	25,4	26,7	13,9	25,1
	24 VI	1,0	2,4	1,5	2,7	-	2,3
	22 VII	5,9	2,4	4,2	4,0	7,5	3,4
	26 VIII	26,9	10,5	13,1	10,2	20,2	12,3
	30 IX	-	-	-	-	-	-
	28 X	7,0	8,0	7,0	10,0	12,0	14,0
25 XI	6,8	7,3	7,3	-	9,7	12,6	
2008	6 I	5,4	0,0	7,1	-	7,4	9,8
	26 I	7,3	7,8	7,0	8,5	12,0	12,8
	23 II	7,9	8,2	9,8	9,6	11,8	14,2
	28 III	7,2	8,6	6,2	7,7	10,6	12,0
	31 V	13,0	13,9	14,9	10,1	12,5	14,9
	24 VI	6,4	5,9	11,8	6,9	11,8	13,2
	26 VII	7,8	8,5	13,0	8,8	12,5	13,0
	30 VIII	4,8	7,6	8,8	6,3	12,4	14,4
	27 IX	8,9	8,9	10,6	8,1	9,9	18,5
	25 X	5,1	7,6	6,6	-	11,9	14,1
2 XII	6,7	6,9	6,2	-	15,1	14,4	
Średnia		7,9	8,3	7,7	7,3	10,7	11,1

młyńskiego wypełniające dno doliny Jarosławianki mają charakter mineralno-organiczny (zawartość materii organicznej 15-20%) i są bardzo zasobne w azot. Na uwagę zasługuje wyraźna różnica w stężeniu azotanów w wodach drenarskich odprowadzanych w przekrojach A i C. Różnice te mogą być efektem zróżnicowanego charakteru użytkowania i nawożenia zlewni. Związek pomiędzy stężeniem związków azotu w wodach drenarskich a intensywnością użytkowania rolniczego i nawożenia został wielokrotnie udowodniony.

Sumę głównych kationów (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) i anionów (SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^-) można potraktować jako stopień mineralizacji wód. Najniższe średnie stężenie substancji rozpuszczonych odnotowano w wodach drenarskich – $232,7 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$

Tabela 10

Stężenie wodorowęglanów w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Table 10

Concentration of hydrogen carbonates in sampling points in 2007-2008 years [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Data		A	B	C	D	E	F
2007	8 I	46	238	76	171	224	212
	29 I	12	214	32	52	29	197
	27 II	37	195	76	119	180	192
	27 III	85	250	107	197	241	249
	22 IV	174	256	204	204	247	256
	3 VI	217	262	244	223	250	256
	24 VI	198	268	235	210	255	241
	22 VII	104	241	122	201	232	235
	26 VIII	186	244	168	207	238	238
	30 IX	92	250	119	210	244	247
	28 X	171	242	163	207	233	246
25 XI	70	250	85	-	239	241	
2008	6 I	171	-	149	-	247	256
	26 I	70	244	122	174	247	268
	23 II	98	253	153	177	244	229
	28 III	61	244	73	159	177	226
	31 V	207	244	241	195	229	247
	24 VI	186	210	226	168	226	189
	26 VII	235	271	250	223	253	247
	30 VIII	92	253	165	210	229	244
	27 IX	253	259	244	207	244	235
	25 X	119	268	137	-	250	253
	2 XII	49	244	73	-	223	238
Średnia		127	246	151	185	225	237

w przekroju A i 282,3 mg·dm⁻³ w przekroju C (tab. 12). W przekrojach tych jednocześnie obserwowano bardzo duże wahania w czasie – w zakresie 53,0-435,8 mg·dm⁻³ w przekroju A i 80,4-538,0 mg·dm⁻³ w przekroju C. Najniższe stężenie substancji rozpuszczonych w wodach drenarskich było w okresie dużych odpływów wody, zaś maksymalne w okresach o małym odpływie. Niska mineralizacja wód drenarskich w czasie maksymalnych przepływów jest przede wszystkim efektem obniżonych stężeń jonów SO₄²⁻, HCO₃⁻ i Ca²⁺ (ryc. 2), które wagowo dominują w bilansie jonowym (tab. 13). W porównaniu z wodami drenarskimi nieco wyższą mineralizację miały wody odprowadzane z niszy źródłiskowej (126,2-395,7 mg·dm⁻³, średnia 299,1 mg·dm⁻³). W ich bilansie jonowym dominowały jony HCO₃⁻, SO₄²⁻

Tabela 11

Stężenie azotanów w analizowanych przekrojach w latach 2007-2008 [mg·dm⁻³]

Table 11

Concentration of nitrates in sampling points in 2007-2008 years [mg·dm⁻³]

Data	A	B	C	D	E	F	
2007	8 I	11,2	3,6	2,1	4,3	27,1	6,2
	29 I	5,8	2,9	3,1	4,5	13,1	3,3
	27 II	5,4	2,7	1,3	1,1	19,2	3,2
	27 III	5,5	2,1	0,9	0,6	13,4	3,1
	22 IV	6,5	4,2	1,8	2,2	8,9	4,9
	3 VI	7,0	3,6	0,9	0,8	5,0	3,1
	24 VI	10,4	7,0	3,5	10,0	11,2	6,5
	22 VII	7,0	9,8	5,9	7,2	9,8	15,2
	26 VIII	5,2	1,7	0,4	2,9	5,4	3,8
	30 IX	10,4	8,6	6,4	7,6	9,5	9,4
	28 X	5,0	1,6	0,7	1,1	4,0	1,5
25 XI	4,8	4,6	2,5	-	12,3	5,5	
2008	6 I	6,3	-	2,7	-	12,4	4,5
	26 I	5,1	0,7	0,6	1,5	15,0	4,4
	23 II	7,1	7,4	1,1	1,8	16,3	5,0
	28 III	4,5	7,3	1,8	1,4	22,3	4,0
	31 V	7,3	5,5	0,3	1,5	4,7	3,1
	24 VI	12,0	5,4	0,9	1,5	5,0	3,1
	26 VII	6,8	5,3	0,3	1,3	5,2	2,7
	30 VIII	1,8	5,6	0,3	1,3	6,7	2,8
	27 IX	6,1	5,8	0,1	0,9	6,8	3,1
	25 X	2,4	3,9	0,7	-	6,4	2,5
	2 XII	7,5	3,4	1,1	-	31,3	3,6
Średnia	6,6	4,7	1,7	2,8	11,8	4,5	

Tabela 12

Suma głównych jonów w przekrojach – wartości minimalne, maksymalne i średnie dla lat 2007-2008 [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Table 12

Sum of basic ions – minimum, maximum and mean values for years 2007-2008 [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]

Wartości	A	B	C	D	E	F
Min.	53,0	302,6	80,4	126,2	139,7	298,1
Maks.	435,8	547,5	538,0	395,7	559,7	505,7
Średnia	232,7	386,5	282,3	299,1	374,5	380,0

Tabela 13

Udział procentowy poszczególnych jonów w bilansie jonowym wód

Table 13

Percentage of ions in ionic balance of water

Jony	A	B	C	D	E	F
Ca^{2+}	9,2*-39,7** 21,0***	15,0-22,1 19,9	8,9-31,2 20,4	17,3-26,1 21,1	14,1-23,8 20,8	16,4-23,9 21,1
Mg^{2+}	0,6-5,9 3,3	1,5-4,3 2,9	0,5-6,2 2,7	1,3-6,4 2,7	1,2-3,4 2,2	1,1-3,9 2,5
Na^+	1,0-4,2 2,1	0,9-2,2 1,8	1,2-3,2 2,2	1,1-2,3 1,8	1,1-2,4 1,8	1,2-2,6 2,0
K^+	0,2-1,8 0,7	0,4-0,7 0,6	0,1-1,3 0,4	0,9-2,0 1,7	0,3-0,6 0,5	0,3-0,8 0,6
SO_4^{2-}	2-22,7 8,8	3,5-30,7 8,5	2,9-39,6 13,3	0,5-40,7 9,3	4,9-35,7 10,2	4,8-28,7 9,7
HCO_3^-	38,8-72,8 58,3	47,4-80,6 63,9	45,4-75,1 59,0	52,4-67,0 61,9	43,6-68,5 60,6	46,4-78,3 61,5
Cl^-	0,0-9,4 4,0	0,0-7,0 2,6	0,4-6,3 3,1	0,0-7,5 2,4	0,1-5,2 2,9	0,6-5,9 2,9
NO_3^-	0,9-9,1 3,0	0,4-2,7 1,2	0,0-2,9 0,6	0,2-3,0 0,8	1,2-9,6 2,7	0,6-4,0 1,1

* wartość minimalna; ** wartość maksymalna; *** wartość średnia

i Ca^{2+} (tab. 13). Stężenie tych jonów wykazywało związek z wielkością odpływu (tab. 14), osiągając wartości minimalne przy dużych odpływach, a maksymalne przy małych (ryc. 2). Największą mineralizacją charakteryzowały się wody stokowe oraz odprowadzane z osadów stawu młyńskiego. Średnie stężenia substancji rozpuszczonych wynosiły odpowiednio $386,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju B, $374,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju E i $380,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w przekroju F. Wody stokowe charakteryzowała jednocześnie duża stabilność w czasie pod względem stopnia mineralizacji (tab. 12, ryc. 2).

Tabela 14

Współczynniki korelacji pomiędzy wielkością przepływu w poszczególnych przekrojach i wybranymi właściwościami wód (podano tylko współczynniki istotne statystycznie z $p < 0,05$)

Table 14

Correlations between outflow and selected properties of water (only statistically significant correlations at $p < 0,05$)

Właściwość	A	B	C	D	E	F
Odczyn	-0,63	-0,70	-	-0,80	-0,79	-
Konduktywność	-0,60	-	-0,82	-0,98	-0,99	-
Ca ²⁺	-	-	-	-0,68	-	-
Mg ²⁺	-	-	-	-	-0,61	-
K ⁺	-	-	-	-0,60	-0,65	-
Na ⁺	-	-	-0,67	-	-0,60	-
HCO ₃ ⁻	-0,67	-0,70	-0,86	-0,95	-0,95	-
SO ₄ ²⁻	-	-	-	-	-	-
Cl ⁻	-	-	-	-	-	-
NO ₃ ⁻	-	-0,63	-	-	-	-

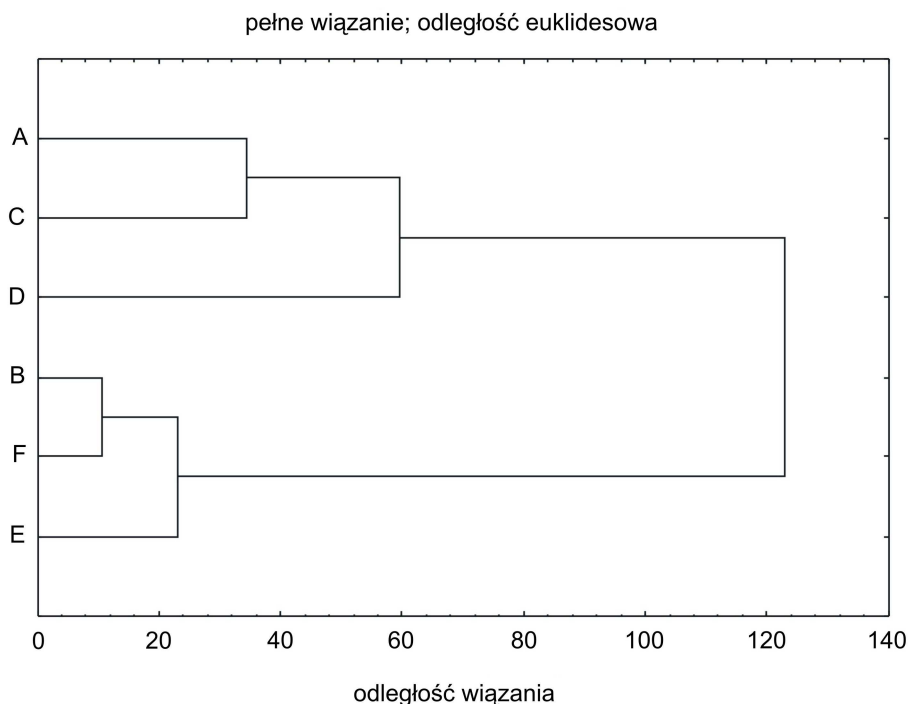
Podsumowanie

Ze względu na skład chemiczny oraz odczyn wody zasilające Jarosławiankę można zestawić w trzy kategorie.

Pierwszą stanowią wody drenarskie charakteryzujące się dużą dynamiką odpływu oraz dużą zmiennością składu chemicznego w czasie. Są to wody słabo zmineralizowane, w których obserwuje się ujemną korelację pomiędzy stężeniem głównych jonów a wielkością odpływu. Różnice w stężeniu substancji rozpuszczonych w okresach maksymalnych i minimalnych odpływów są bardzo duże.

Drugą kategorię tworzą wody stokowe, które w powolnym tempie infiltrują przez osady zastoiskowe, a następnie wyciekają wzdłuż stoków doliny. Słaba przepuszczalność utworów budujących zlewnię gwarantuje stosunkowo stabilne w czasie zasilanie rzeki tymi wodami. Długi kontakt infiltrującej wody z glebą i osadami litosfery wpływa na względnie dużą mineralizację oraz stabilność składu chemicznego w czasie. Wody stokowe częściowo są odprowadzane bezpośrednio do koryta rzeki, a częściowo filtrują przez osady wypełniające dno doliny, podlegając dalszej transformacji.

Trzecia grupa to wody przesiąkające przez zasobne w materię organiczną gleby nisz źródliskowych oraz osady stawu młyńskiego. Wody te charakteryzują się dużą zmiennością składu chemicznego w czasie, która zapewne w znacznym stopniu nawiązuje do dynamiki procesów biochemicznych, mających charakter cykliczny. Analiza statystyczna wskazuje, że wody odprowadzane z analizowanej niszy źródliskowej pod względem chemizmu są zbliżone nieco do wód drenarskich,



Ryc. 3. Zróżnicowanie wód zasilających Jarosławiankę pod względem właściwości chemicznych

Fig. 3. Differentiation of chemical properties of waters supplying Jarosławianka river

zaś wody odprowadzane z osadów stawu młyńskiego przypominają wody stokowe (ryc. 3).

W bilansie jonowym analizowanych wód dominują jony wodorowęglanowe (średnio około 60% wagowych), jony wapnia (około 20% wagowych) i siarczany (średnio około 10% wagowych). Stężenie tych jonów wykazywało związek z wielkością odpływu, osiągając minimalne wartości przy dużych odpływach, a maksymalne przy małych. Tendencja ta jest szczególnie wyraźna w przypadku wód drenarskich, a także wód odprowadzanych z osadów stawu młyńskiego i niszy źródłiskowej.

Literatura

- Celmer T., Marszelewski W., 1987, *Kształtowanie się odpływu wody w zlewniach drenarskich na polach RZD w Koniczynie w zależności od warunków pogodowych i terenowych*, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Biologia, XXXV, s. 63-77
- Durkowski T., 2007, *Zanieczyszczenia małych rzek rolniczych substancjami nawozowymi*. W: *Funkcjonowanie geosystemów zlewni rzecznych 4. Procesy ekstremalne w środowisku geograficznym*, red. A. Kostrzewski, J. Szpikowski, Poznań, s. 263-273
- Janek M., 2002, *Wpływ drzewostanów iglastych na jakość wód opadowych. Część III. Do-*

- plyw depozytu do dna lasu w drzewostanach iglastych Puszczy Augustowskiej*, Prace IBL, A, 2002.3, 942, s. 97-107
- Jekatierynczuk-Rudczyk E., 2006, *Zmiany składu chemicznego wody w niszach źródełk nizinnych*, Dokumentacja Geograficzna, 32, Idee i Praktyczny Uniwersalizm Geografii. Geografia Fizyczna, s. 113-118
- Józwiak M., Kozłowski R., 2004, *Transformacja opadów atmosferycznych w wybranych geosystemach w Górach Świętokrzyskich*, Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 5, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, s. 199-217
- Koc J., Szymczyk S., Cymes I., 2003, *Odływ substancji z gleb*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 493, s. 395-400
- Kowalkowski A., Józwiak M., 2000, *Skład chemiczny wód opadowych*. W: *Świętokrzyski Park Narodowy. Przyroda, gospodarka, kultura*, red. S. Cieśliński, A. Kowalkowski, Kraków, s. 407-414
- Kruszyk R., 2007, *Znaczenie ponadprzeciętnych warunków opadowych dla zmienności przestrzennej depozycji atmosferycznej pod koronami drzew na przykładzie zbiorowiska boru świeżego (zlewnia górnej Parsęty, Pomorze Zachodnie)*. W: *Funkcjonowanie geosystemów zlewni rzecznych 4. Procesy ekstremalne w środowisku geograficznym*, red. A. Kostrzewski, J. Szpikowski, Poznań, s. 317-329
- Maciaszczyk A., 1988, *Chemizm wód podziemnych dolin rzecznych oraz główne czynniki kształtujące go*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 347, s. 205-219
- Prusinkiewicz Z., Kosakowski A., 1986, *Zwilżalność próchnicy jako czynnik kształtujący gospodarkę wodną gleb leśnych*, Roczniki Gleboznawcze, XXXVII, s. 3-23
- Szpiłkowska G., 2007, *Transformacja cech fizykochemicznych wody w profilu atmosfera – strefa aeracji – strefa saturacji (zlewnia Chwalimskiego Potoku, górna Parsęta)*, Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Program Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego a zadania ochrony obszarów Natura 2000, Warszawa, s. 227-239
- Tyszką J., 1995, *Rola i miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej*, Sylwan, CXXXIX, 11, s. 67-79
- Wysocka-Czubaszek A., Banaszuk P., 2001, *Zróźnicowanie chemizmu płytkich wód gruntowych w bagiennej dolinie górnej Narwi na obszarze Narwiańskiego Parku Narodowego*, Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej, Inżynieria Środowiska, 12, s. 187-195

Summary

The aim of the study was to characterize the chemistry of the basic types of waters which supply Jarosławianka river – the left bank tributary of the lower Wieprza. From 2007 to 2008 samples of water from two drains, two leakages of ground water, water leakage from spring niche and water leakage from the sediments in the river bottom were taken and analyzed. The study shows differences in chemistry between the waters of different origin. Drain waters were low-mineralized. The concentration of ions changed over time and related to the water flow. Ground waters were more mineralized and the concentration of ions was more stable over time than in the waters of different origin. In the waters supplying Jarosławianka river dominated such ions as HCO_3^- , SO_4^{2-} and Ca^{2+} .

