

Izabela BOJAKOWSKA, Tomasz GLIWICZ, Olimpia KOZŁOWSKA,
Joanna SZYBORSKA-KASZYCKA
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA WÓD RZEKI WIEPRZ

Streszczenie. W próbkach wody, pobranych z rzeki Wieprz, wzdłuż jej biegu, co ok. 10 km oraz z większości jego dopływów oznaczono zawartość Ag, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, K, Mo, Mg, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V i Zn, metodami ICP-MS, ICP-OES i CV-AAS oraz stężenie Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , metodą HPLC. Wraz z biegiem rzeki stwierdzono wzrost przewodności i stężenia Na, K, Cl^- i SO_4^{2-} oraz występowanie w wodach Wieprza podwyższonych zawartości wapnia i strontu. Badania wykazały obecność podwyższonych zawartości substancji w wodach niektórych dopływów, m.in. Bystrzyca (Co, Cu, Mo, Pb, Cd, Zn, Cl^- , NO_3^-), Świnki (Ba, Na, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) i Siennicy (Ba, Co, Ca, Fe, Mn, K, Na, Mg, P, Cl^- , SO_4^{2-}).

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE WIEPRZ RIVER WATER

Summary. In water samples taken from the river Wieprz, along its course, using about 10 km interval, and most of its tributaries the contents of Ag, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, K, Mo, Mg, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V and Zn were determined by means of ICP-MS, ICP-OES and CV-AAS and the concentration of Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} were determined by HPLC. An increase of conductivity and concentrations of Na, K, Cl^- and SO_4^{2-} along the river course and the presence in the Wieprz river waters elevated calcium and strontium contents were observed. Research has shown the presence of elevated levels of components in the waters of some tributaries, e.g.: Bystrzyca (Co, Cu, Mo, Pb, Cd, Zn, Cl^- , NO_3^-), Świnka (Ba, Na, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) and Siennica (Ba, Co, Ca, Fe, Mn, K, Na, Mg, P, Cl^- , SO_4^{2-}).

1. Wprowadzenie

Wieprz o długości 30,2 km jest prawostronnym dopływem Wisły o powierzchni dorzecza – 10415,2 km². Rzeka wypływa z Jeziora Wieprzowego, leżącego na wysokości 274 m n.p.m., na zachodnich krańcach Grzędy Sokalskiej, koło Wieprzowa Tarnawackiego

i uchodzi do Wisły koło Dębina. Ważniejsze dopływy Wieprza to: Tyśmienica (75 km), Bystrzyca (70,3 km), Świnka (39,5 km), Giełczew (44,8 km), Wolica (41,6 km), Łabuńka (35,4 km) i Pór (52,6 km). Północna część zlewni Wieprza pokryta jest utworami czwartorzędowymi pochodzenia lodowcowego (gliny zwałowe, piaski wodnolodowcowe, utwory zastoiskowe), tworzącymi ciągłą pokrywę. W częściach południowej i środkowej zlewni Wieprza spod plejstocenijskich lessów na powierzchni terenu odsłaniają się osady starsze – paleocenijskie i kredowe wapienie, margle, kreda piszcząca, gezy i opoki. W dolinie Wieprza i dolinach jego dopływów występują holocenijskie zastoiskowe, fluwialne i organiczne utwory (Marks i in. 2006).

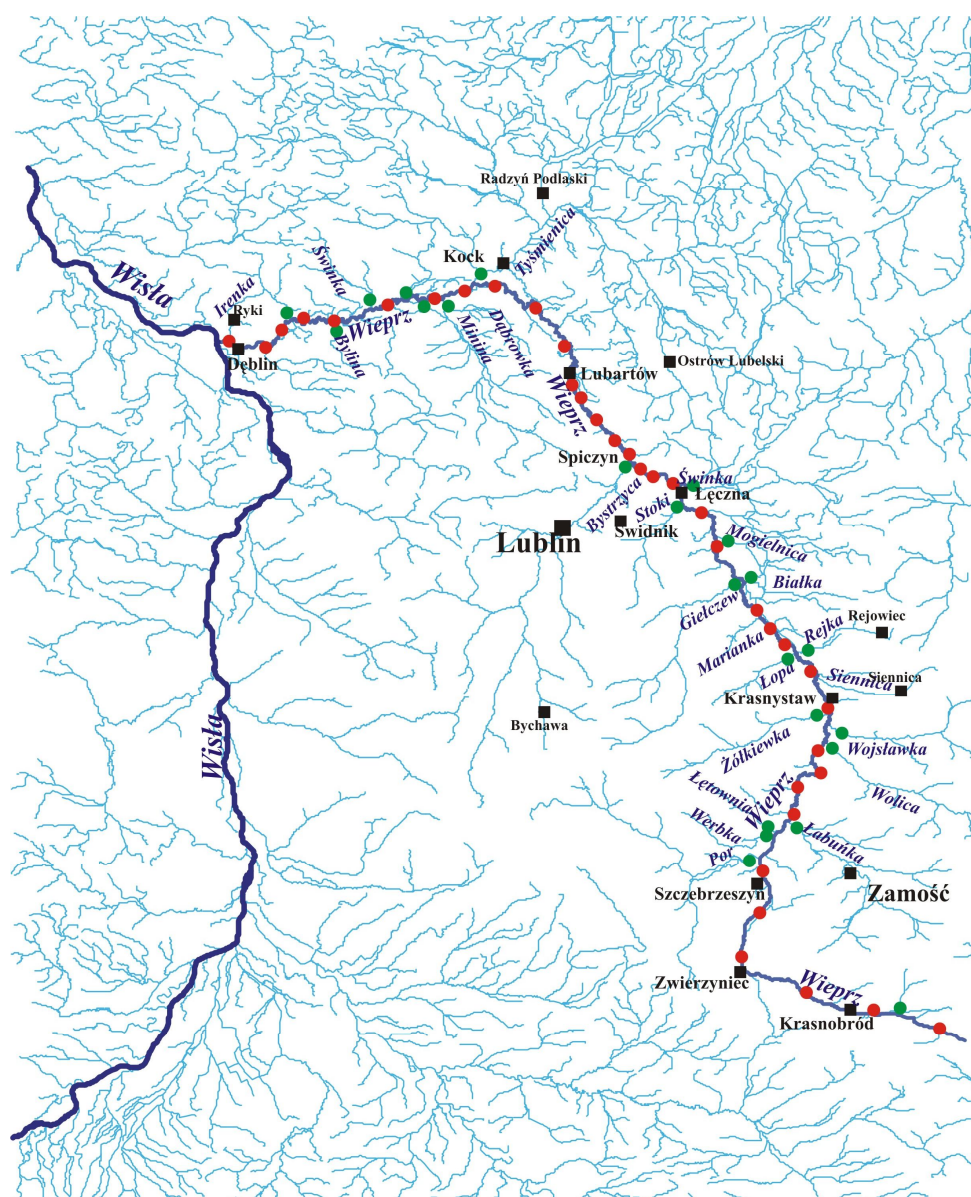
Na obszarze zlewni Wieprza znajdują się rejon typowo rolnicze, olbrzymie kompleksy leśne (m.in. Roztoczański Park Narodowy, Park Krajobrazowy Puszczy Solskiej), a także duże ośrodki przemysłowe (Lublin, Świdnik). W dorzeczu Wieprza eksploatowanych jest wiele kopalni, spośród których największe znaczenia mają surowce energetyczne (węgiel kamienny, ropa naftowa, gaz ziemny) oraz surowce skalne (surowce węglanowe i ilaste oraz kruszywa). Obecnie eksploatowane są dwa małe złoża ropy naftowej: Glinik i Stężycza, złoża gazu ziemnego: Ciecierzyn, Glinik, Stężycza, Mełgiew A i Mełgiew B oraz węgiel kamienny w KWK „Bogdanka” w Bogdancu. Z surowców skalnych, surowce węglanowe wydobywane są w Rejowcu (opoki margliste), surowce ilaste w pobliżu Lublina (Biskupie), Lubartowa (Jeleń i Lisów) oraz Krasnegostawu (Izbica), a złoża kruszyw eksploatowane są w rejonie Ryk (Gęsia Wólka, Chrutne, Huta Zadybska), Lubartowa (Antoniówka, Katarzyn, Kock, Orzechów), Łęcznej (Charleż, Jawidz, Zawieprzycze), Świdnika (Dorohuczka), Lublina (Kępa Borzechów), Parczewa (Koczergi) (Wołkowicz i in. 2009).

Nad Wieprzem zlokalizowanych jest ponad 20 miejscowości i osad, m.in. Krasnobród, Zwierzyniec, Szczebrzeszyn, Krasnystaw, Łęczna, Lubartów i Dęblin, z których ścieki odprowadzane są bezpośrednio do Wieprza lub jego dopływów. Na przykład z Krasnegostawu odprowadzanych jest 698,1 tys. m³/rok ścieków komunalnych oraz 366 tys. m³/rok ścieków z mleczarni, z Lubartowa 1031,5 tys. m³/rok ścieków komunalnych, a także ścieki z zakładów garbarskich. Do Wieprza trafiają ścieki przemysłowe z Zakładów Tłuszczowych „Bolmar” (805,8 tys. m³/rok), Agros-Milejow (612,4 tys. m³/rok), Cukrowni Krasnystaw (268,6 tys. m³/rok) i Cukrowni Klemensów (235,1 tys. m³/rok). W zlewni Wieprza położone są miasta: Lublin, Zamość, Świdnik, Kock, Radzyń Podlaski, Rejowiec i Ostrów Lubelski, z których ścieki odprowadzane są do dopływów Wieprza. I tak ścieki z Lublina trafiają do Bystrzycy (30 677,3 tys. m³/rok), z Zamościa do Łabuńki

(4 438,7 m³/rok), ze Świdnika do Mełgiewki (w tym 701,4 tys. m³/rok z WSK PZL-Świdnik), z Kocka i Ostrowia Lubelskiego do Tyśmienicy, a do rzeki Świnki odprowadzane są ścieki z KWK „Bogdanka” (4 892 tys. m³/rok) oraz Łęcznej (781,7 tys. m³/rok) (Roguska 2007).

2. Zakres i metodyka badań

Do badań pobrano 38 próbek wody z rzeki Wieprz, wzdłuż jej biegu, co ok. 10 km oraz 26 próbek wody z większości dopływów Wieprza w pobliżu ich ujść.



Rys. 1. Lokalizacja miejsc poboru próbek
Fig. 1. Localization of sampling points

W przesączonych próbkach wody (filtr 0,45 μ m) oznaczono zawartość: Ag, Al, As, Cd, Co, Cu, Mo, Pb, Sb, Se, Sn i Tl, metodą ICP-MS, za pomocą aparatu ELAN DRC II firmy Perkin Elmer, zawartość Ba, Ca, Co, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Sr, Ti, V i Zn, metodą ICP-OES, z zastosowaniem spektrometru iCAP6500 firmy Thermo Scientific, zawartość Hg, metodą CV-AAS, za pomocą aparatu 4100 ZL+FIAS100 firmy Perkin Elmer oraz stężenie chlorków, azotanów, siarczanów i fosforanów metodą HPLC, przy zastosowaniu aparatu firmy Waters.

3. Wyniki

Przewodność wód Wieprza zmieniała się w zakresie 0,284-0,644 mS/cm. Wody górnego odcinka rzeki, do przekroju w Ujazdowie (225 km biegu rzeki), charakteryzują się przewodnością $>0,500$ mS/cm, poniżej (aż do ujścia wody) rzeki wykazują przewodność w zakresie 500-644 μ S/cm. W wodach Wieprza stężenie siarczanów i chlorków jest poniżej 100 mg/dm³, ale widoczny jest wzrost ich zawartości w odcinkach środkowym i dolnym rzeki (rys. 2). Wody rzeki charakteryzują się wyraźnie podwyższoną zawartością wapnia, jest ona wyższa od 50 mg/dm³, a na odcinku od Ujazdowa do Sułoszyna wyższa od 100 mg/dm³. Podwyższone zawartości Ca są charakterystyczne dla wód powierzchniowych na terenach występowania glin zwałowych i skał węglanowych (de Vos i in. 2006). Zawartość magnezu jest na ogół poniżej mg/dm³ i w żadnym przekroju nie przekracza mg/dm³. Sód stwierdzono w zakresie stężeń 3,9-17,6 mg/dm³, a potas 1,4-6,3 mg/dm³. Wody górnego odcinka rzeki charakteryzują się stosunkowo niskimi zawartościami Na, K, Cl, SO₄²⁻. Liczba tych składników wzrasta w wodach rzeki wraz z jej biegiem, przy czym poniżej Lubartowa, Łęcznej i Krasnegostawu ich stężenie znacząco wzrasta. Spośród zbadanych wskaźników biogennych zawartość azotanów w wodach Wieprza stwierdzono w zakresie 1,43-5,95 mg/dm³. W przeważającej większości próbek ich stężenie było poniżej 5 mg/dm³ i jedynie w przekroju Deszkowice i Wywłoczka zawartość azotanów w wodzie była powyżej tej granicy (II klasa jakości). Fosfor w wodach Wieprza odnotowano w stężeniu do 0,4 mg/dm³, jego zawartość – wyższą od 0,2 mg/dm³ (II klasa jakości wód) – jedynie zaobserwowano w przekroju Leszkowice i Lubartów.

Tabela 1
Parametry statystyczne wskaźników w wodach Wieprza (n=38)

Parametr		Średnia	Średnia Geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	
Srebro	μg/dm ³	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,17	
Glin		7,5	5,8	4,6	2,5	28,1	
Arsen		<2	<2	<2	<2	3	
Kadm		0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,49	
Kobalt		0,09	0,07	0,09	<0,05	0,22	
Miedź		1,24	1,16	1,21	0,38	2,20	
Rtęć		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
Molibden		1,31	1,16	1,01	0,26	2,43	
Ołów		0,09	0,08	0,07	0,03	0,30	
Antymon		0,17	0,16	0,17	0,09	0,25	
Selen		<2	<2	<2	<2	<2	
Cyna		0,7	0,6	0,6	<0,5	3,7	
Tal		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Bar		mg/dm ³	0,019	0,018	0,019	0,007	0,026
Chrom			<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Żelazo	0,09		0,06	0,04	0,02	0,63	
Mangan	0,040		0,031	0,032	0,005	0,164	
Nikiel	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	0,006	
Stront	0,789		0,761	0,844	0,258	1,028	
Tytan	<0,002		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Wanad	<0,002		<0,002	<0,002	<0,002	0,004	
Cynk	0,004		0,004	0,004	<0,003	0,020	
Potas	3,7		3,6	3,9	1,4	6,3	
Sód	10,3		9,4	12,1	3,9	17,6	
Fosfor	0,13		0,12	0,13	<0,05	0,40	
Wapń	97,9		96,8	102,8	52,2	114,3	
Magnez	8,7		8,5	9,2	3,6	10,7	
Chlorki	18,11		17,05	20,70	7,76	29,20	
SO ₄ ²⁻	23,7	22,9	23,3	10,8	44,2		
NO ₃ ⁻	3,39	3,24	3,45	1,43	5,95		

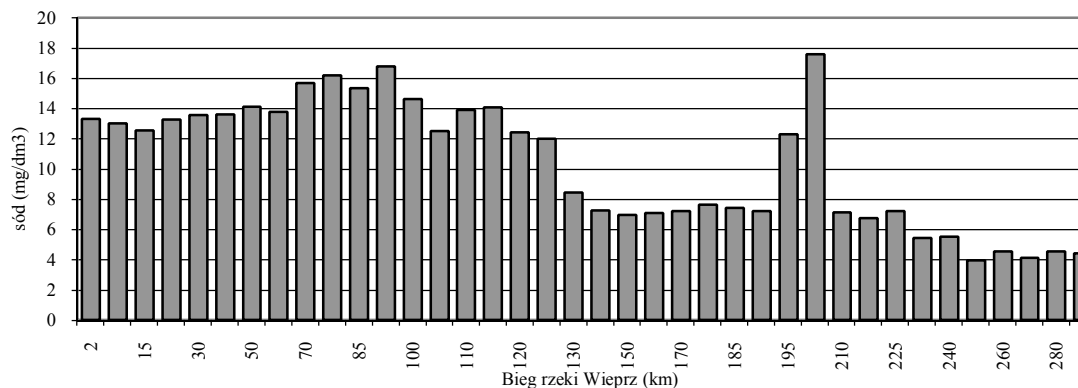
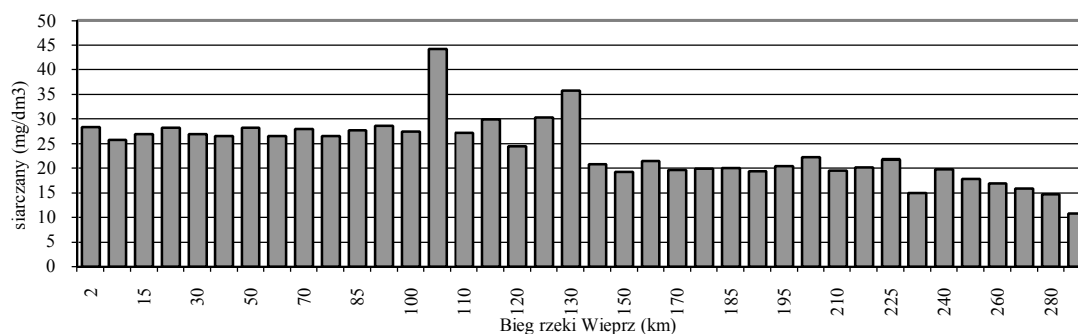
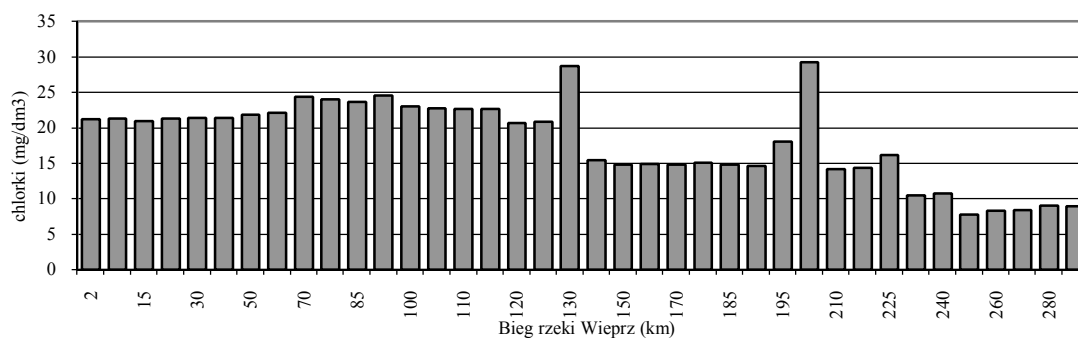
W większości zbadanych próbek żelazo było w zawartości poniżej 0,1 mg/dm³, jedynie w górnym odcinku rzeki (240-280 km) jego zawartość jest wyższa, ale nie przekraczała 1 mg/dm³. W wodach środkowego i dolnego biegu rzeki mangan obecny był w stężeniu poniżej 0,05 mg/dm³. Znacznie wyższe jego zawartości są obserwowane w wodach górnego odcinka rzeki, między Ujazdowem a Hutkami (225-280 km). Bar obecny był w stężeniu nieprzekraczającym 0,03 mg/dm³, a stront w zakresie 0,258-1,028 mg/dm³. Wody Wieprza na odcinku 225–70 km charakteryzują się zawartościami strontu, przekraczającymi 800 mg/dm³. Wysokie zawartości strontu uwarunkowane są występowaniem skał węglanowych na tym obszarze. W żadnej ze zbadanych próbek wody, pobranych z Wieprza, nie wykryto obecności Tl, Hg, Cr i Se, a obecność Cd i Ni wykrywano tylko sporadycznie. Występowanie kadmu

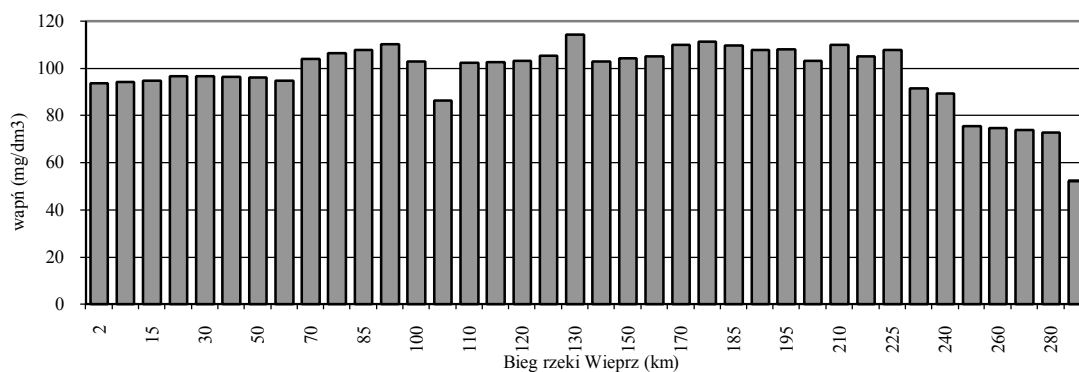
odnotowano w niektórych próbkach, pobranych na odcinku od Lubartowa do ujścia Wieprza, a obecność niklu w przekroju w Jawidzu. Spośród innych, zbadanych pierwiastków śladowych zawartości Ag, As, Sb, Sn, Zn były bardzo niskie. Występowanie nieznacznie podwyższonych zawartości srebra stwierdzono na odcinku Oleśniki – Serniki (100-180 km biegu Wieprza), miedzi wzdłuż całego Wieprza, kobaltu od Zawieprzyc prawie do ujścia (od 115 km), a molibdenu poniżej Łęcznej niemal także do ujścia (od 130 km). W większości zbadanych próbek ołów występował w stężeniu poniżej $0,01 \text{ mg/dm}^3$, nieco podwyższone jego zawartości stwierdzono w Ujazdowie (225 km biegu Wieprza) – $0,018 \text{ mg/dm}^3$ (III klasa jakości) i Zawieprzycach (115 km) – $0,03 \text{ mg/dm}^3$ (IV klasa jakości).

Analiza czynnikowa uzyskanych wyników wykazała obecność trzech czynników. Czynniki pierwszy, łączący potas, sód, chlorki i siarczany określić można jako antropogeniczny, związany jest on z odprowadzaniem ścieków komunalnych i przemysłowych do Wieprza. Czynniki drugi, łączący wapń, magnez i stront jest czynnikiem geogenicznym, związanym z wietrzeniem i erozją skał węglanowych na terenie zlewni Wieprza. Czynniki trzeci, obejmujący cynk i ołów jest czynnikiem antropogenicznym, obecność podwyższonych zawartości obu tych pierwiastków spowodowana jest szerokim wykorzystaniem ich w działalności gospodarczej człowieka.

Wody dopływów Wieprza charakteryzują się przewodnością w zakresie $0,401\text{-}1,269 \text{ mS/cm}$. Większość dopływów ma wody o podwyższonej przewodności, w II klasie jakości (przewodność $>0,5 \text{ mS/cm}$). Przewodność niższą od $0,5 \text{ mS/cm}$ wykazują: Zaleśnianka, Bylina, Świnka, Minina, Dąbrówka i Tyśmienica, przepływające przez północną część zlewni, pokrytą utworami czwartorzędowymi. Przewodnością powyżej 1 mS/cm wyróżniają się wody Świnki (odbiornik ścieków z Łęcznej i KWK „Bogdanka”) i Siennicy. Siarczany w wodach dopływów obecne były w zakresie $6,6\text{-}71,6 \text{ mg/dm}^3$ (I klasa jakości). Podwyższone zawartości siarczanów odnotowano w wodach Świnki, Bystrzycy, Mogielnicy i Siennicy. Chlorki stwierdzono w zakresie $8,6\text{-}148 \text{ mg/dm}^3$, w większości dopływów ich stężenie było poniżej 100 mg/dm^3 , jedynie wody Świnki mają przekroczoną tę zawartość (rys. 3). Wapń odnotowano w zakresie $65\text{-}195,7 \text{ mg/dm}^3$. W większości dopływów zawartość wapnia w wodach jest znacząco podwyższona i mieści się w III klasie jakości wód, niższe zawartości (II klasa) występują w ciekach, w północnej części zlewni. Magnez stwierdzono w przedziale $5,3\text{-}27,3 \text{ mg/dm}^3$, jego podwyższoną zawartość odnotowano w wodach Siennicy i Wolicy. Sód obecny był w zawartości do $152,4 \text{ mg/dm}^3$, a potas do $40,7 \text{ mg/dm}^3$. Zawartości te są wyższe od tych, odnotowanych w wodach Wieprza. W wodach dopływów zawartość

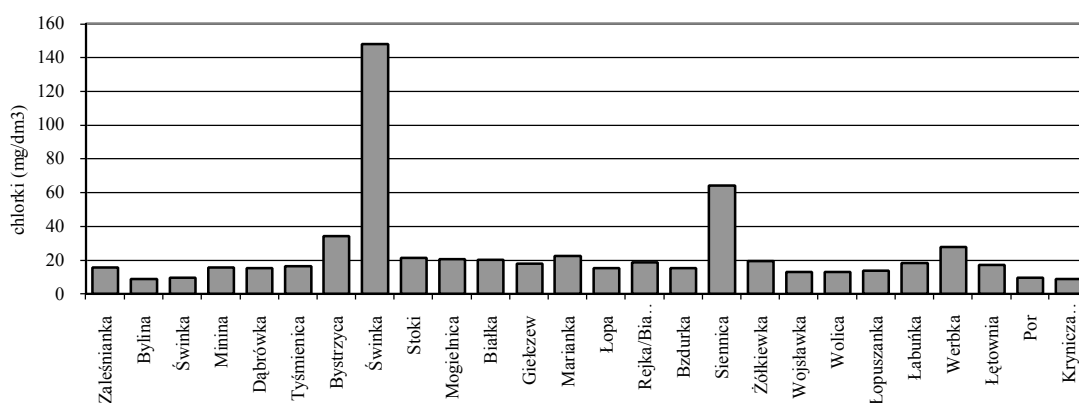
azotanów była w zakresie 0,12-9,21 mg/dm³, w większości dopływów ich stężenie było poniżej 5 mg/dm³ (I klasa jakości). Wyższe zawartości wykryto w wodach Świnki, Gielczewa, Marianki, Wojsławki i Werbki. Fosfor stwierdzono w bardzo szerokim przedziale stężeń od 0,03 do 2,57 mg/dm³, jednakże w większości dopływów stężenie było poniżej 0,2 mg/dm³ (I klasa jakości). Bardzo wysokie zawartości fosforu wykryto w wodach Siennicy – 2,57 mg/dm³ (V klasa jakości). Podwyższone zawartości tego biogenego pierwiastka odnotowano także w Mariance i Żółkiewce.

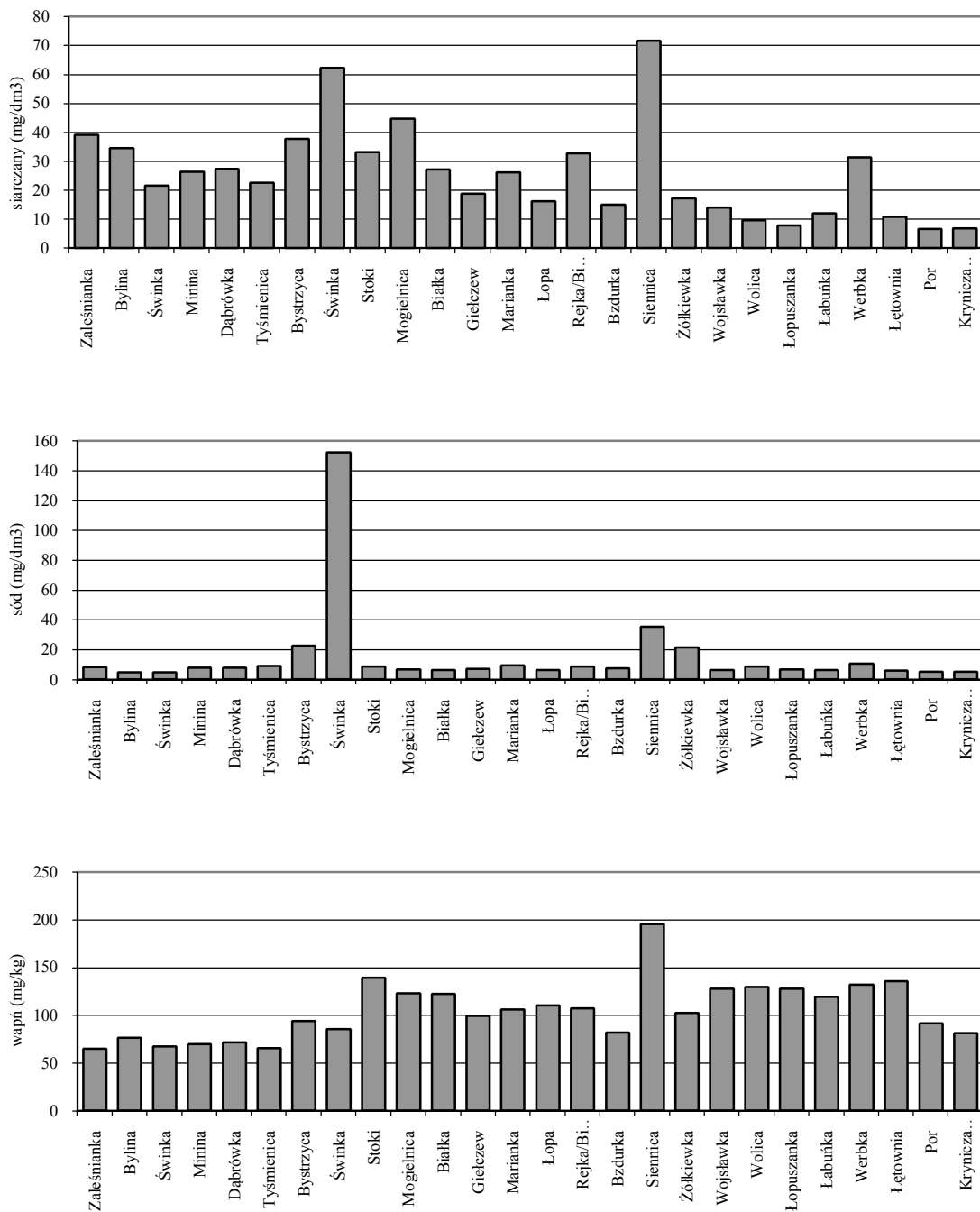




Rys. 2. Zmienność zawartości chlorków, siarczanów, sodu i wapnia w wodach Wierpża
 Fig. 2. Variability of chlorides, sulphates, sodium and calcium contents in the Wierpż river waters

Żelazo w wodach większości dopływów, uchodzących do Wierpża w jego odcinkach górnym i środkowym, występuje w niskich zawartościach – poniżej $0,1 \text{ mg/dm}^3$. Wysoką zawartością żelaza charakteryzują się jedynie wody Bzdurki (III klasa), Siennicy (IV klasa) oraz Kryniczanki (V klasa). Dopływy uchodzące do Wierpża, w północnej części jego zlewni, charakteryzują się zawartościami żelaza w przedziale $0,1-0,3 \text{ mg/dm}^3$ (II klasa jakości), za wyjątkiem Świnki w Sobieszynie (I klasa). Wody większości dopływów Wierpża charakteryzuje podwyższona zawartość manganu. Jedynie wody Dąbrówki, Tyśmienicy, Bystrzycy, Białki, Łopuszanki i Łabuńki zawierają mniej niż $0,05 \text{ mg/dm}^3$ (I klasa jakości). W wodach Zalesnianki, Świnki w Łęcznej, Wojsławki, Wolicy, Pora i Kryniczanki stężenie Mn przekracza $0,1 \text{ mg/dm}^3$ (III klasa jakości), a w wodach – Siennicy 1 mg/dm^3 (V klasa).





Rys. 3. Stężenie chlorków, siarczanów, sodu i wapnia w wodach dopływów Wieprza

Fig. 3. Chlorides, sulphates, sodium and calcium contents in waters of the Wierpz river tributaries

Tabela 2
Parametry statystyczne wskaźników w wodach dopływów (n=26)

dopływy		Średnia	Geometr.	Mediana	Minimum	Maksimum
Ag	μg/dm ³	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
Al		12,1	8,4	7,4	2,4	54,5
As		<2	<2	<2	<2	5
Cd		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
Co		0,15	0,06	0,05	<0,05	0,95
Cu		1,20	1,07	0,97	0,55	3,08
Hg		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Mo		0,86	0,69	0,75	0,10	3,74
Pb		0,11	0,09	0,08	0,03	0,46
Sb		0,16	0,15	0,14	0,08	0,58
Se		<2	<2	<2	<2	3
Sn		0,5	<0,5	0,6	<0,5	0,7
Tl		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ba		mg/dm ³	0,029	0,024	0,020	0,011
Cr	<0,003		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fe	0,25		0,10	0,09	0,02	2,14
Mn	0,154		0,079	0,068	0,020	1,724
Ni	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sr	0,826		0,698	0,885	0,122	1,510
Ti	0,003		<0,002	<0,002	<0,002	0,046
V	<0,002		<0,002	<0,002	<0,002	0,003
Zn	0,006		0,005	0,005	<0,003	0,021
Ca	104,8		100,8	104,2	65,0	195,7
Mg	10,6		9,8	9,5	5,3	27,3
SO ₄ ²⁻	25,8		21,4	24,4	6,6	71,6
Cl	23,7		18,4	16,6	8,6	148,0
K	5,1		3,8	3,3	1,9	40,7
Na	15,0		9,2	7,7	4,9	152,4
NO ₃ ⁻	3,385		2,111	2,860	0,120	9,210
P	0,21		0,10	0,10	<0,05	2,57

W wodach dopływów zawartość: niklu, chromu, talu i rtęci była poniżej granicy oznaczalności zastosowanych metod analitycznych. Arsen, selen, bar, kadm, cynk, glin i miedź występują w bardzo niskich zawartościach, które w wodach dopływów nie przekraczają wartości granicznych I klasy jakości wód powierzchniowych, z wyjątkiem baru w wodach Siennicy. W porównaniu do przeciętnych ich zawartości, w wodach strumieni (de Vos i in. 2006) odnotowano podwyższenie zawartości kobaltu, w wodach Świnki i Bystrzycy, miedzi – w Łętowni i Bystrzycy, arsenu – w Siennicy, selenu – w Świnie, baru – w dopływach północnej części zlewni, kadmu – w Bystrzycy, glinu – w Łętowni i Krynicy, cynku w Bystrzycy i Krynicy. W większości dopływów zaobserwowano podwyższenie zawartości molibdenu. W kilku ciekach odnotowano podwyższoną zawartość

ołowiu, m. in. w wodach Bystrzycy (IV klasa), Łętowni (IV klasa) Łopy, Bzdurki, Werbki i Kryniczanki.

Źródłem zanieczyszczenia wód Bystrzycy (Co, Cu, Mo, Pb, Cd, Zn, Cl⁻, NO₃⁻) są ścieki odprowadzane z Lublina. Do Świnki, której wody charakteryzują się wyższymi stężeniami baru, sodu, siarczanów i chlorków, zrzucane są wody kopalniane z kopalni Bogdanka i ścieki z Łęcznej. W wodach Siennicy, stwierdzone znacząco podwyższone stężenia Co, Sb, Ni, Mn, Ca, K, P, Cl⁻ i SO₄²⁻ mogą być spowodowane przez odcieki z nieczynnego składowiska odpadów, zlokalizowanego nad tą rzeką. W wodach Łętowni odnotowane, podwyższone zawartości Cu, Pb, Zn mogą być związane np. z działalnością ferm hodowlanych lub plantacjami roślin (chmiel, tytoń).

4. Wnioski

1. Wody Wieprza, w górnym odcinku rzeki, charakteryzują się stosunkowo niską przewodnością i niskimi zawartościami Na, K, Cl⁻ i SO₄²⁻, od Ujazdowa (225 km) wraz z biegiem rzeki następuje wzrost przewodności i stężenia tych składników. Zawartości NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, P i Mg w wodach rzeki mieszczą się najczęściej w I klasie jakości wody, sporadycznie są to stężenia na poziomie II klasy jakości.

2. Wody rzeki wyróżniają się wyraźnie podwyższoną zawartością wapnia i strontu, w porównaniu do przeciętnych zawartości tych składników w wodach powierzchniowych, zwłaszcza na odcinku 225-70 km biegu rzeki, co uwarunkowane jest budową geologiczną zlewni.

3. Wody górnego Wieprza cechują się podwyższoną zawartością żelaza i manganu. Zawartości Ag, As, Sb, Sn, Zn, Ba (w wodach Wieprza) są bardzo niskie, zbliżone do tła geochemicznego. W żadnej ze zbadanych próbek wody nie wykryto obecności Tl, Hg, Cr i Se, a obecność Cd i Ni wykrywano tylko sporadycznie, w dolnym odcinku rzeki. Zaobserwowano podwyższone stężenie Pb w Ujazzdowie i Zawieprzycach.

4. Badania wykazały występowanie podwyższonych zawartości pierwiastków i anionów w wodach niektórych dopływów Wieprza, m.in. Bystrzycy (Co, Cu, Mo, Pb, Cd, Zn, Cl⁻, NO₃⁻), Świnki (Ba, Na, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻) i Siennicy (Ba, Co, Ca, Fe, Mn, K, Na, Mg, P, Cl⁻, SO₄²⁻).

BIBLIOGRAFIA

1. De Vos W., Tarvainen T., (Chief-editors), Salminen R., Reeder S., De Vivo B., Demetriades A., Pirc S., Batista M., J., Marsina K., Ottesen R., O'Connor P., Bidovec M., Lima A., Siewers U., Smith B., Taylor H., Shaw R., Salpeteur I., Gregorauskiene V., Halamic J., Slaninka I., Lax K., Gravesen P., Birke M., Breward N., Ander E., Jordan G., Duris M., Klein P., Locutura J., Bel-Lan A., Pasieczna A., Lis J., Mazreku A., Gilucis A., Heitzmann P., Klaver G., Petersell V.: Geochemical atlas of Europe. Part 2. Geological Survey of Finland, Espoo 2006.
2. Wołkowicz S., Malon A., Tymiński M.: Bilans Zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2008 r., Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2009.
3. Marks I., Ber A., Gogołek W., Piotrowska K.: Mapa geologiczna Polski w skali 1: 500 000 http://www.pgi.gov.pl/mapy/mgp500/MGP500_main.html, 2006.
4. Roguska A.: Raport o stanie środowiska w województwie lubelskim. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2007.

Recenzent: Dr hab. Krzysztof Labus, prof. nzw. w Pol. Śl.