ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA
VOL.XLVIII, 20 SECTIO B 1993

Zakład Geografii Fizycznej i Paleogeografii
Instytutu Nauk o Ziemi UMCS

Andrzej ŚWIECA

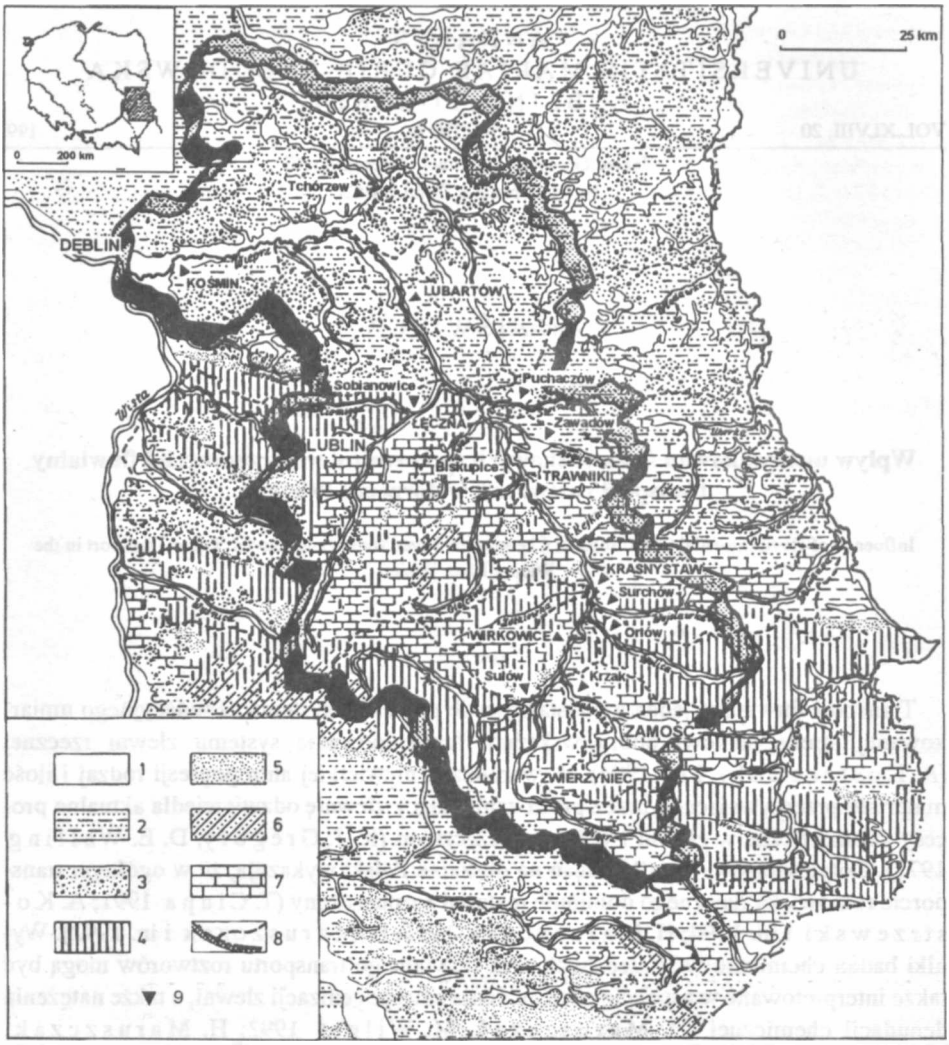
Wpływ uwarunkowań środowiskowych na chemizm wód rzecznych i fluwialny transport roztworów w dorzeczu Wieprza

Influence of Environmental Conditions on Chemism of River Waters and Fluvial Solute Transport in the Wieprz River Basin

WSTĘP

Transport fluwialny, jeden z podstawowych procesów systemu denudacyjnego umiarkowanej strefy, stanowi dobry wskaźnik funkcjonowania systemu zlewni rzecznej (A. Kostrzewski i in. 1994). W warunkach niewielkiej antropopresji rodzaj i ilość materiału przepływającego przez profil zamykający zlewnię odzwierciedla aktualne procesy geomorficzne w zlewni i w korycie rzecznym (K. J. Gregory, D. E. Walling 1973). Dotychczasowe wyniki badań na obszarze Polski wykazują, że w ogólnym transporcie rumowiska rzecznego dominuje materiał rozpuszczony (T. Ciupa 1991; A. Kostrzewski i in. 1994; H. Maruszczak 1991; H. Maruszczak i in. 1992). Wyniki badań chemizmu wód rzecznych oraz fluwialnego transportu roztworów mogą być także interpretowane w aspekcie oceny stopnia antropogenizacji zlewni, a także natężenia denudacji chemicznej (H. Maruszczak, M. Wilgat 1992; H. Maruszczak, M. Wilgat 1993; A. Świeca 1995b).

Problematykę chemizmu i zanieczyszczenia wód w dorzeczu Wieprza podejmowano w opracowaniach różniących się zakresem i sposobem ujęcia. Opracowania dotyczące chemizmu wykonywane były na podstawie niewielkiej ilości pomiarów: M. Stangenberg (1951) – jednokrotne badania w lipcu 1941 r. w 17 stanowiskach; K. Czyż i in. (1963) – czterokrotnie powtarzane badania w 14 punktach na Wieprzu i w czterech na jego dopływach; B. Stępień i in. (1981) czterokrotne pomiary w 14 stanowiskach na Wieprzu w 1974 i 1975 r. Szczegółowszy obraz chemizmu i zanieczyszczenia wód rzecznych, na podstawie znacznie bogatszego materiału, przedstawił A. Świeca (1995a) dla górnego Wieprza powyżej wodowskazu w Wirkowicach. Na podstawie własnych analiz próbek wód pobieranych co dwa tygodnie w latach 1989-1991 w 30 punktach oraz wyników pomiarów wykonywanych raz w miesiącu w latach 1980–1991 w 11 punktach po-



Ryc. 1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych w dorzeczu Wieprza na tle budowy geologicznej. 1 – mady, iły, piaski ze żwirami akumulacji rzecznej i jeziornej (holocen); 2 – mułki, piaski i piaszczysto-gliniaste utwory jeziorne, rzeczno-jeziorne oraz zboczowe; 3 – gliny morenowe, utwory fluwioglacjalne i limnoglacjalne oraz produkty ich wietrzenia (plejstocen); 4 – lessy (plejstocen); 5 – lessy spiaszczone (plejstocen); 6 – wapienie, margle, iły i mułowce, miejscami zlepieńce i żwiry (miocen); 7 – opoki, gezy, opoki margliste, wapienie, kreda pisząca (mastrycht); 8 – działy wodne; 9 – punkty wodowskazowe IMiGW (budowę geologiczną międzyrzecza Wisły i Bugu zestawił autor na podstawie Mapy Geologicznej Polski 1:500 000, Warszawa 1986)

Distribution of measurement points in the Wieprz river basin against the background of the geologic structure; 1 – alluvial soils, clays, sands with gravels of river and lacustrine accumulation (Holocene); 2 – muds, sands and sandy-loamy lacustrine, fluviolacustrine and slope deposits; 3 – tills, fluvioglacial and limnoglacial deposits and their residua (Pleistocene); 4 – loesses (Pleistocene); 5 – sandy loesses (Pleistocene); 6 – limestones, marls, clays and mudstones, in places conglomerates and gravels (Miocene); 7 – opokas, gaizes, marly opokas, limestones, chalk (Maestrichtian); 8 – watersheds; 9 – water gauge points of the Institute of Meteorology and Water Management (geologic structure of the region between the Vistula and Bug rivers is presented by the author on the basis of the Geological Map of Poland 1:500 000, Warszawa 1986)

miarowych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Zamościu, określił zróżnicowanie cech fizyczno-chemicznych wód Wieprza i jego dopływów w zależności od budowy geologicznej i sposobu zagospodarowania terenu (w tym zrzutu ścieków komunalnych i przemysłowych).

Niewiele jest także prac dotyczących denudacji chemicznej w dorzeczu Wieprza, określonej metodami hydrometrycznymi. W dotychczasowych opracowaniach analizowano odpływ roztworów tylko w niektórych przekrojach hydrometrycznych na Wieprzu i na podstawie krótkich serii pomiarowych: K. Dębski (1968) czteroletnia seria pomiarowa w Krasnymstawie, Woli Skromowskiej i w Kośminie; M. Jaworska (1968) dwuletnia seria w Kośminie; H. Maruszczak i in. (1992) czteroletnia w Łęcznej. Własne wyniki badań prowadzonych w latach 1989-1992 w górnej części dorzecza Wieprza były podstawą określenia odpływu roztworów Wieprza w Zwierzyńcu i w Wirkowicach oraz jego dopływów: Poru w Sułowie i Łabuńki w Krzaku (A. Świeca 1994a, b; 1995b).

Bardziej szczegółowy obraz zróżnicowania przestrzennego odpływu roztworów w dorzeczu Wieprza przedstawił H. Maruszczak (1991) na mapie „Rzeczny odpływ roztworów z terenów rolniczych w dorzeczu Wisły w latach 1976-1985". Wyniki chemicznych analiz wód Wieprza z dziesięciolecia 1976–1985 były również podstawą obliczeń wielkości oraz określenia struktury odpływu roztworów w przekroju w Kośminie (H. Maruszczak, M. Wilgat 1991). W dwu wymienionych opracowaniach wykorzystano wyniki chemicznych analiz wód rzecznych, udostępnione przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska. Dane z tych instytucji wykorzystano również w niniejszym opracowaniu. Dorzecze Wieprza objęte jest badaniami inspektoratów w Lublinie, Zamościu i Chełmie*. Uwzględniono wyniki analiz próbek wód rzecznych, pobieranych raz na miesiąc w latach 1981–1992: mineralizacja ogólna, stężenie jonu chlorkowego, tlenu rozpuszczonego, fosforanów i azotu amonowego, a także obciążenie substancją organiczną (BZT_5). W wymienionych inspektoratach uzyskałem także dane dotyczące kubatury ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych w latach 1989–1992. Dla tych lat określiłem parametry chemizmu wód rzecznych, a dla uchwycenia dynamiki zmian chemizmu odniosłem je do średnich wieloletnich z dziesięciolecia 1981-1990.

Uwzględniłem wyniki analiz próbek wód rzecznych w 7 spośród 24 stanowisk na Wieprzu oraz w 13 spośród 15 na dopływach Wieprza (ryc. 1). Z intencją ujęć bilansowych odpływu roztworów oraz uchwycenia zmian chemizmu wód rzecznych na tle zmian odpływu rzecznego oraz wielkości kubatury ścieków uwzględniłem tylko punkty poboru wody położone w pobliżu przekrojów wodowskazowych IMiGW. Na Wieprzu są to: Zwierzyniec, Wirkowice, Krasnystaw, Trawniki, Łęczna, Lubartów, Kośmin (tab. 1). Dla dopływów Wieprza są to następujące przekroje: Sułów na Porze, Biskupice na Giełczwi, Sobianowice na Bystrzycy oraz Krzak na Łabuńce, Orłów na Wolicy, Surchów na Wojsławce, Puchaczów na Śwince i Tchórzew na Tyśmienicy (tab. 2).

---

* Za wyrażenie zgody na udostępnienie odpowiednich danych składam serdeczne podziękowanie dyrektorom tych instytucji.

Tab. 1. Średnie wskaźniki hydrologiczne oraz wskaźniki odpływu roztworów obliczone dla zlewni badanych w dorzeczu Wieprza. Dane dla lat 1989–1992 (A) oraz dziesięciolecia 1981-1990 (B)

Mean hydrological indices and those of the solute yield calculated for the examined catchments in the Wieprz river basin; data of the years 1989–1992 (A) and the decade 1981-1990 (B)

Zlewnia oraz [1] punkty pomiarowe (w nawiasach km biegu rzeki)	Powierzchnia [km^2]	Okres badań	Wskaźniki hydrologiczne			Wskaźniki odpływu roztworów		
			przepływ m^3/s^{-1}	odpływ jednostkowy[2] [dm^{-3}/s^{-1}/a^{-1}]	odpływ [mln m^3/a^{-1}]	mineralizacja[3] [mg/dm^{-3}]	odpływ jednostkowy[4] [t/km^{-2}/a^{-1}]	transport [t/a^{-1}]
Wieprz Q oraz R – Zwierzyniec (262,6 km)	405	A B	1,68 2,07	4,1 5,1(5,2)	53,01 65,31	292	266	43
Wieprz Q – Wirkowice (223,2 km) R – Izbica (215,3 km)	1995	A B	6,50 8,33	3,3 4,2(4,3)	204,78 262,84	404	371	42
Wieprz Q oraz R – Krasnystaw (197,6 km)	3001	A B	9,07 11,30	3,0 3,8(4,0)	292,50 356,55	371 369	35 44	105 500 132 500
Wieprz Q oraz R – Trawniki (166,3 km)	3546	A B	7,19 10,70	2,0 3,0(3,4)	226,87 337,62	384 377	24 36	86 000 126 500
Wieprz Q oraz R – Łęczna (131,6 km)	4548	A B	— 14,40	— 3,2(3,6)	— 454,36	— 386	— 39	— 177 500
Wieprz Q – Lubartów (92,0 km) R – Serniki (100,0 km)	6364	A B	14,38 20,80	2,2 3,3	453,73 656,30	439 413	30 43	194 000 273 500
Wieprz Q – Kośmin (17,9 km) R – Dęblin (0,6 km)	10 231	A B	23,20 34,69	2,3 3,4	732,03 1094,57	376 352	27 38	279 500 385 500

[1] Q – punkt pomiaru przepływu; R – punkt pomiaru mineralizacji; [2] W nawiasach obok wskaźników dziesięcioletnich podano wielkości średnie trzydziestoletnie (1951–1980) wg Z. Michalczyka (1986); [3] Na podstawie danych z Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Lublinie, Chełmie i Zamościu; [4] Iloczyn średnich rocznych wielkości przepływu i mineralizacji.

[1] Q – measurement point of discharge; R – measurement point of solute load; [2] – Mean values of thirty-years after Z. Michalczyk (1986) are given in brackets next to ten-year indices; [3] – On the basis of data from the Provincial Inspectorates of Environment Protection in Lublin, Chełm and Zamość; [4] – Product of mean annual values of discharge and solute load.

Tab. 2. Średnie wskaźniki hydrologiczne oraz wskaźniki odpływu roztworów obliczone dla zlewni cząstkowych dopływów Wieprza. Dane dla lat 1989-1992 (A) oraz dziesięciolecia 1981–1990 (B)

Mean hydrological indices and those of the solute yield calculated for the partial catchments of the Wieprz river tributaries; data of the years 1989-1992 (A) and the decade 1981–1990 (B)

Zlewnia oraz [1] punkty pomiarowe (w nawiasach km biegu rzeki)	Powierzchnia [km^2]	Okres badań	Wskaźniki hydrologiczne			Wskaźniki odpływu roztworów		
			przepływ m^3/s^{-1}	odpływ jednostkowy[2] [$dm^{-3}/s^{-1}/a^{-1}$]	odpływ [mln m^3/a^{-1}]	mineralizacja[3] [mg/dm^{-3}]	odpływ jednostkowy[4] [$t/km^{-2}/a^{-1}$]	transport [t/a^{-1}]
Por Q oraz R – Sułów (6,5 km)	571	A B	2,21 2,85	3,9 5,0	69,4 89,9	381	362	47 57
Łabuńka Q oraz R – Krzak (4,2 km)	416	A B	1,17 1,64	2,8 3,9 (4,7)	36,8 51,8	524 502	46 62	19 500 25 500
Wolica Q – Orłów (3,8 km) R – Wólka Orłowska (1,6 km)	365	A B	0,96 1,28	2,6 3,5 (3,9)	30,1 40,4	452 414	37 46	13 500 16 500
Wojsławka Q – Surchów (3,5 km) R – Krasnystaw (1,6 km)	274	A B	0,63 —	2,3 — (4,0)	19,8 —	388 386	28 —	7 500 —
Giełczew Q oraz R – Biskupice (4,2 km)	347	A B	0,76 1,25	2,2 3,6 (4,0)	24,1 34,3	343 334	24 38	8 500 13 000
Świnka Q – Puchaczów (7,4 km) R – Łęczna (0,5 km)	211	A B	0,63 0,78	3,0 3,7 (4,1)	19,9 24,6	790 632	75 74	16 000 15 500
Bystrzyca Q – Sobianowice (9,8 km) R – Spiczyn (0,6 km)	1265	A B	3,31 4,61	2,6 3,6 (4,1)	104,4 145,5	525 499	43 57	54 500 71 500
Tyśmienica Q – Tchórzew (15,4 km) R – Kock (3,4 km)	2341	A B	6,65 8,74	2,8 3,7	209,8 275,8	302 296	27 34	62 500 81 000

Objaśnienia jak w tab. 1.

Explanations as in Table 1.

Analizy próbek wody wykonywane są w inpektoratach jednakowymi metodami, są więc porównywalne i pozwalają przeprowadzić ocenę wpływu środowiska na wielkość i jakość rozpuszczonych soli w wodach rzecznych, a więc także i przestrzennego zróżnicowania odpływu roztworów w dorzeczu Wieprza.

CHARAKTERYSTYKA HYDROLOGICZNA ODPŁYWU RZECZNEGO I STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH ŚCIEKAMI KOMUNALNO-PRZEMYSŁOWYMI

Wieprz jest prawobrzeżnym dopływem środkowej Wisły o długości 303,4 km i powierzchni dorzecza 10 415,2 km^2.

Dorzecze dzieli się na część wyżynną i nizinną różniące się warunkami przyrodniczymi (ryc. 1). Wyżynna, tzn. górna i środkowa, część dorzecza wchodzi w obręb Wyżyny Lubelskiej i Roztocza, obejmuje tereny zbudowane ze skał górnokredowych o zróżnicowanych właściwościach litologicznych (opoki i gezy, opoki margliste, wapienie margliste oraz miękkie wapienie typu kredy piszącej). W wielu zlewniach cząstkowych tej części dorzecza skały górnokredowe odsłaniają się na powierzchni, a w innych są pod pokładami skał trzeciorzędowych lub utworów czwartorzędowych o miąższości do kilkunastu metrów. Dolna, tzn. nizinna część dorzecza, należąca do nizin poleskich i mazowiecko-podlaskich, zbudowana jest z różnych mineralno-organicznych osadów czwartorzędowych o miąższości do kilkudziesięciu metrów. Obie części dorzecza różnią się pod względem hydrologicznym. Współczynniki odpływu wahają się od 21% opadów w części nizinnej dorzecza do 28% na Roztoczu, a udział podziemnego zasilania rzek wynosi odpowiednio od około 60 do 80% (Z. Michalczyk 1986).

W analizowanych okresach 1989-1992 i 1981-1991 przepływy rzeczne były znacznie zróżnicowane. Średnie roczne w latach 1989–1992 wahały się od 1,68 m^{-3}/s^{-1} w górnym biegu Wieprza w Zwierzyńcu do 23,20 m^{-3}/s^{-1} w dolnym biegu w Kośminie (tab. 1). Spośród ośmiu uwzględnionych dopływów Wieprza niewielkimi średnimi rocznymi przypływami charakteryzowały się: Wojsławka (0,63 m^{-3}/s^{-1}), Świnka (0,63) i Giełczew (0,76); nieco wyższymi – Wolica (0,96) i Łabuńka (1,17) i znacznie wyższymi – Por (2,21), Bystrzyca (3,31) i Tyśmienica (6,65 m^{-3}/s^{-1}). Odpływy jednostkowe w tym okresie wynosiły około 4 dm^{-3}/s^{-1}/km^{-2} w roztoczańskiej części dorzecza, 2,0–2,5 w wyżynnej części środkowej i 2,5–3,0 w nizinnej części dolnej. W analizowanym czteroleciu przepływy Wieprza były znacznie niższe w stosunku do określonych w trzydziestoleciu 1951–1980: w Zwierzyńcu o 21%, w Wirkowicach o 23%, w Krasnymstawie o 25% i aż o 41% w Trawnikach (tab. 1). Niższymi przepływami charakteryzowały się również dopływy. W stosunku do przeciętnych były niższe: o 27% w Śwince, o 33 i 37% odpowiednio w Wolicy i Bystrzycy. Największe natężenie suszy hydrologicznej stwierdzono w Łabuńce, Wojsławce i Giełczwi. Średnie roczne przepływy z lat 1989–1992 w stosunku do przeciętnych z trzydziestolecia były niższe odpowiednio o 40, 42 i 45% (tab. 2).

W drugim analizowanym okresie, tj. 1981–1990, średnie roczne przepływy były również niższe w stosunku do przeciętnych, ale przy znacznie mniejszych różnicach. Średni dziesięcioletni przepływ Wieprza w stosunku do przeciętnego z trzydziestolecia był niższy o 1,9% w Zwierzyńcu, o 2,8% w Wirkowicach i o 5,8% w Krasnymstawie, o 11,8% w

Trawnikach i o 11,1% w Łęcznej. Znacznie mniejsze różnice zanotowano również w dopływach Wieprza (tab. 2). W przekrojach hydrometrycznych na Bystrzycy i Łabuńce przepływy średnie z dziesięciolecia w stosunku do przeciętnych były niższe odpowiednio o 12 i 17%, a w pozostałych dopływach około 10% (Wolica 10,2, Giełczew 10,0 i Świnka 9,8%).

Można więc stwierdzić, że prezentowane wyniki badań chemizmu wód rzecznych odnoszą się do okresu niskch stanów wód. Określone wielkości odpływu roztworów są więc niższe od wieloletnich (znacznie niższe w latach 1989–1992 i niewiele niższe w dziesięcioleciu 1981–1990).

Wody powierzchniowe w dorzeczu Wieprza są zanieczyszczone ściekami komunalnymi i przemysłowymi. W latach 1989–1992 odprowadzano do nich średnio rocznie około 74,7 mln m³ ścieków. Zlewnia Wieprza, stanowiąca 5,4% powierzchni dorzecza Wisły, w latach 1989–1992 dostarczała 2,9% odpływu rzecznego Wisły i 3,4% ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych w dorzeczu Wisły (ryc. 2A). Stopień oczyszczania ścieków w dorzeczu Wieprza był niezadowalający (ryc. 2B); 54,0% oczyszczono systemem mechanicznym, a więc usuwano zanieczyszczenia nierozpuszczalne; 39,6% oczyszczono systemem znacznie lepiej redukującym zanieczyszczenia, tj. biologicznie (38,3%) i chemicznie (1,3%). Pozostałą część (6,4%) odprowadzano w postaci nieoczyszczonej.

Tab. 3. Wybrane wskaźniki chemizmu wód rzecznych w punktach pomiarowych na Wieprzu
Selected chemism indices of river water at the measurement points on the Wieprz river

Stanowisko	Okres badań	Mineralizacja [mg/dm^{-3}]	Średnie stężenie składników [mg/dm^{-3}]				Wskaźnik BZT$_5$ [mg/O$_2$/dm^{-3}]
			Cl^-	N/NH_4^+	PO_4^{3-}	O_2	
Q – R – Zwierzyniec	A	292	14	0,70	0,20	8,7	3,7
	B	266	12	0,63	028	8,4	3,4
Q – Wirkowice R – Izbica	A	405	18	2,01	0,95	5,0	4,7
	B	371	18	1,57	0,78	4,9	6,2
Q – R – Krasnystaw	A	371	14	1,02	0,68	7,0	3,6
	B	369	14	0,97	0,74	6,4	4,3
Q – R – Łęczna	A	396	23	1,14	0,74	8,4	3,9
	B	386	21	0,87	0,58	8,1	4,7
Q – Lubartów R – Serniki	A	439	41	3,32	2,04	5,2	9,5
	B	412	34	3,10	—	3,8	18,4
Q – Kośmin R – Dęblin	A	376	38	1,40	1,23	10,1	8,4
	B	352	28	1,38	—	8,9	8,9

Według danych Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Lublinie, Chełmie i Zamościu. Dane dla lat 1989–1992 (A) oraz dziesięcioletnie 1981–1990 (B) zestawił autor. Q – punkt pomiaru przepływu; R – punkt poboru prób wody.

According to data from the Provincial Inspectorates of Environment Protection in Lublin, Chełm and Zamość; data of the years 1989-1992 (A) and the decade 1981–1990 (B) are compiled by the author. Q – measurement point of discharge; R – point of water sampling.

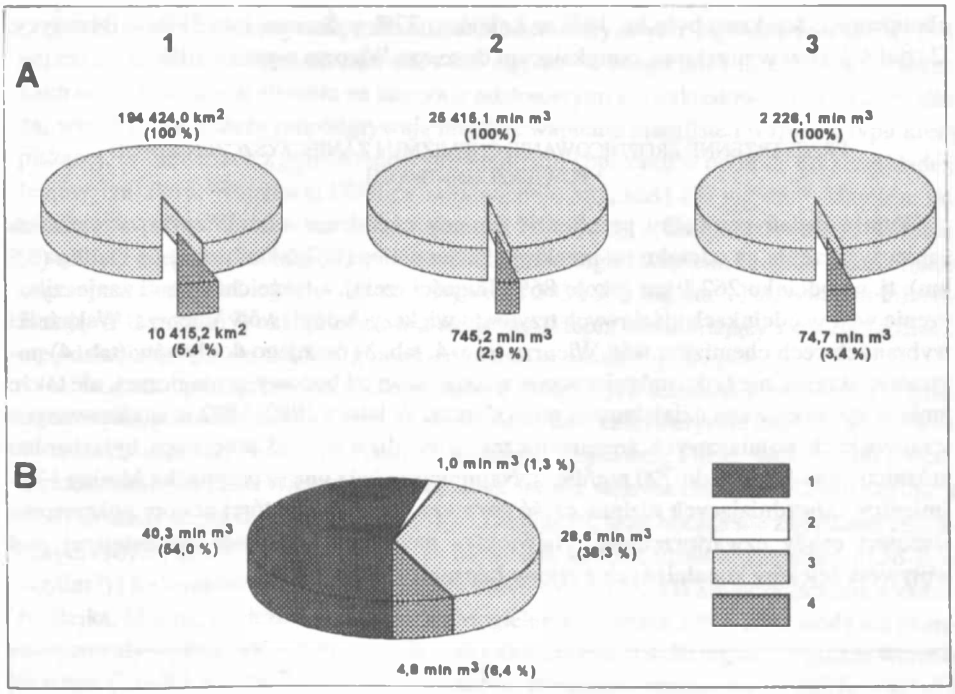
Obciążenie wód powierzchniowych ściekami komunalnymi i przemysłowymi w dorzeczu Wieprza jest nierównomierne. Około 17% ścieków odprowadzanych było bezpośrednio do Wieprza, a 83% pochodziło z dopływów Wieprza (w tym 81% z dopływów wymienionych w tab. 4). Najmniejszą ilością ścieków wyróżniały się Mogielnica, Wojsławka i Wolica, które w latach 1989–1992 odprowadzały średnio rocznie odpowiednio: 0,015, 0,020 i 0,030 mln m^3 ścieków. Wyższe obciążenie ściekami charakteryzowało Por

Tab. 4. Wybrane wskaźniki chemizmu wód rzecznych w odcinkach ujściowych rzek – dopływów Wieprza
Selected chemism indices of river waters in the mouth sections of rivers – tributaries of the Wieprz river

Rzeka stanowisko pomiarowe (km biegu rzeki)	Okres badań	Mineralizacja [mg/dm^{-3}]	Średnie stężenie składników [mg/dm^{-3}]				Wskaźnik BZT_5 [mg/O_2/dm^{-3}]
			Cl^-	N/NH_4^+	PO_4^{-3}	O_2	
Por Sułów (6,5 km)	A	381	14	0,83	0,24	9,0	1,9
	B	362	12	0,67	0,25	9,8	2,2
Łabuńka Krzak (4,2 km)	A	524	41	6,37	3,11	2,7	20,3
	B	502	45	4,54	2,50	2,0	30,1
Wolica Wólka Orłowska (1,6 km)	A	452	16	0,68	0,24	9,4	2,6
	B	414	15	0,75	0,28	8,9	2,6
Wojsławka Krasnystaw (1,6 km)	A	388	12	0,38	0,30	8,4	3,0
	B	386	11	0,37	0,36	8,9	4,4
Żółkiewka Rońsko (1,4 km)	A	353	16	0,92	0,50	9,6	4,2
	B	363	15	0,70	0,57	9,7	3,9
Rejka Borowica (0,6 km)	A	408	18	1,46	0,59	7,6	5,1
	B	401	17	1,29	0,64	6,6	10,1
Giełczew Biskupice (4,2 km)	A	343	18	0,68	0,66	8,2	4,3
	B	334	16	0,55	0,64	8,3	4,7
Mogielnica Ciechanki (2,7 km)	A	402	26	0,78	0,31	9,1	5,8
	B	395	21	0,75	0,30	9,4	6,3
Stawek Zakrzew (0,5 km)	A	500	49	10,80	6,40	3,8	14,8
	B	473	37	7,57	2,84	5,2	12,3
Świnka Łęczna (0,5 km)	A	790	274	0,83	0,39	9,8	4,8
	B	632	181	0,73	0,39	9,4	7,5
Bystrzyca Spiczyn (0,6 km)	A	525	66	9,51	5,22	2,9	47,0
	B	499	53	9,11	5,05	0,9	74,2
Tyśmienica Kock (3,4 km)	A	302	20	0,77	0,32	8,6	4,9
	B	296	18	0,62	—	8,6	6,5
Minina Krupy (0,5 km)	A	280	18	1,36	0,60	7,8	5,7
	B	272	16	0,82	0,45	8,1	8,5

Według danych Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Lublinie, Chełmie i Zamościu. Dane dla lat 1989-1992 (A) oraz dziesięcioletnie 1981-1990 (B) zestawił autor.

According to data from the Provincial Inspectorates of Environment Protection in Lublin, Chełm and Zamość; data of the years 1989-1992 (A) and the decade 1981-1990 (B) are compiled by the author.



Ryc. 2.A. Udział powierzchni dorzecza Wieprza (1), średniego rocznego odpływu rzecznego Wieprza w latach 1989–1992 (2) oraz średniej rocznej kubatury ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych w dorzeczu Wieprza w latach 1989–1992 (3) w odpowiadających wielkościach określonych dla dorzecza Wisły. B. Struktura oczyszczania ścieków w dorzeczu Wieprza w latach 1989–1992; ścieki oczyszczone: 1 – mechanicznie, 2 – chemicznie, 3 – biologicznie, 4 – ścieki nieoczyszczone (dane do rycin A i B określono na podstawie materiałów Głównego Urzędu Statystycznego z lat 1990–1993; zestawił autor)

A. Percentages of the area of the Wieprz river basin (1), of the mean annual discharge of the Wieprz river in the years 1989–1992 (2), and of mean annual volume of sewage discharged into surface waters in the Wieprz river basin in the years 1989-1992 (3), calculated in relation to the whole Vistula river basin. B. Structure of sewage purification in the Wieprz river basin in the years 1989-1992; purified sewage: 1 – mechanically, 2 – chemically, 3 – biologically, 4 – unpurified sewage (data for Figs A and B were defined on the basis of materials from the Chief Census Bureau of the years 1990-1993: compiled by the author)

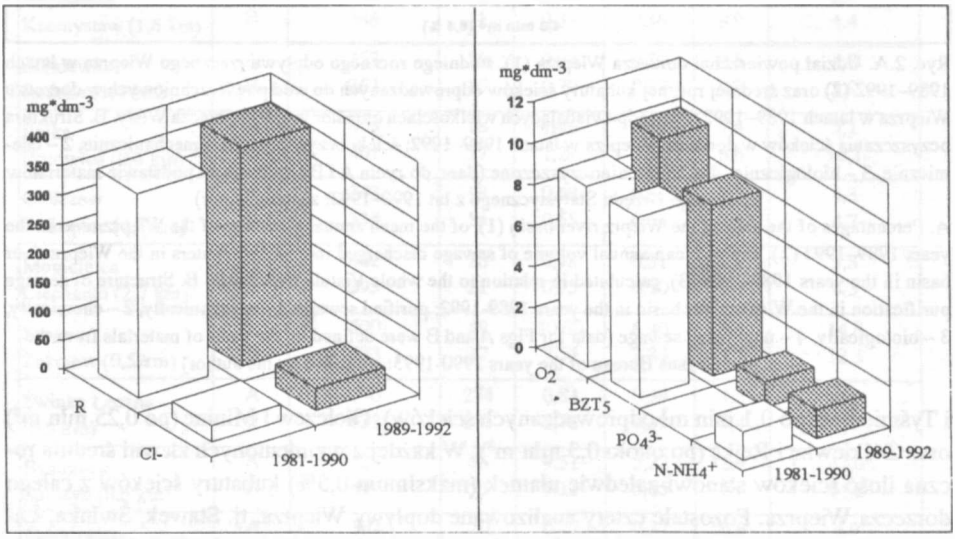
i Tyśmienicę (po 0,1 mln m^3 odprowadzanych ścieków), Giełczew i Mininę (po 0,25 mln m^3) oraz Żółkiewkę i Rejkę (po około 0,3 mln m^3). W każdej z wymienionych zlewni średnia roczna ilość ścieków stanowi zaledwie ułamek (maksimum 0,5%) kubatury ścieków z całego dorzecza Wieprza. Pozostałe cztery analizowane dopływy Wieprza, tj. Stawek, Świnka, Łabuńka i Bystrzyca, były znacznie bardziej obciążone ściekami. W latach 1989–1992 średnia roczna ilość wynosiła: 4,0 mln m^3 w zlewni Stawka, 5,5 mln m^3 w zlewni Świnki, 6,5 mln m^3 w zlewni Łabuńki i aż 42,5 mln m^3 w zlewni Bystrzycy; stanowiło to odpowiednio 5, 8, 9 i 57% (w sumie 79%) średniej kubatury ścieków z całego dorzecza Wieprza.

Dla 8 z 13 analizowanych zlewni cząstkowych udział ścieków w odpływie rzecznym w latach 1989-1992 był bardzo mały (nie przekraczający 0,2%) w przypadku Poru, Wolicy, Wojsławki i Tyśmienicy i niewielki (około 1%) Giełczwi. W zlewniach znacznie bardziej

obciążonych ściekami było to: 18% w Łabuńce, 27% w Śwince i aż 38% w Bystrzycy. Udział ścieków w przekroju zamykającym dorzecze Wieprza wynosił 10%.

PRZESTRZENNE ZRÓŻNICOWANIE CHEMIZMU I ZANIECZYSZCZENIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Wyniki badań pozwoliły prześledzić zmiany chemizmu wód Wieprza, stopnia ich zanieczyszczenia na odcinku od przekroju Zwierzyniec (262,6 km biegu) po Dęblin (0,5 km), tj. na odcinku 262,1 km (około 86% długości rzeki), a także chemizm i zanieczyszczenie wód w odcinkach ujściowych trzynastu większych dopływów Wieprza. Wskaźniki wybranych cech chemizmu wód Wieprza (ryc. 4, tab. 3) oraz jego dopływów (tab. 4) pozwalają określić nie tylko zróżnicowanie w zależności od budowy geologicznej, ale także zmiany spowodowane działalnością gospodarczą. W latach 1989–1992 w analizowanych stanowiskach pomiarowych średnia roczna mineralizacja wód rzecznych była bardzo zróżnicowana (od 280 do 790 mg/dm^{-3}). Najmniejsza była ona w przypadku Mininy i Tyśmienicy, odwadniających nizinną część dorzecza Wieprza, w której utwory pokrywowe stanowią osady czwartorzędowe. Największa natomiast w Śwince, pozostającej pod wpływem ścieków kopalnianych z rejonu Łęcznej.



Ryc. 3. Średnie wskaźniki chemizmu wód Wieprza w Dęblinie w latach 1989–1992 na tle średnich z dziesięciolecia 1981–1990; 1 – stężenie roztworów (R) oraz jonu chlorkowego (Cl^-); 2 – stężenie tlenu rozpuszczonego (O_2), wskaźnik pięciodobowego biochemicznego zapotrzebowania na tlen (BZT_5), stężenie jonu fosforanowego (PO_4^{3-}) oraz amonowego (N/NH_4^+)

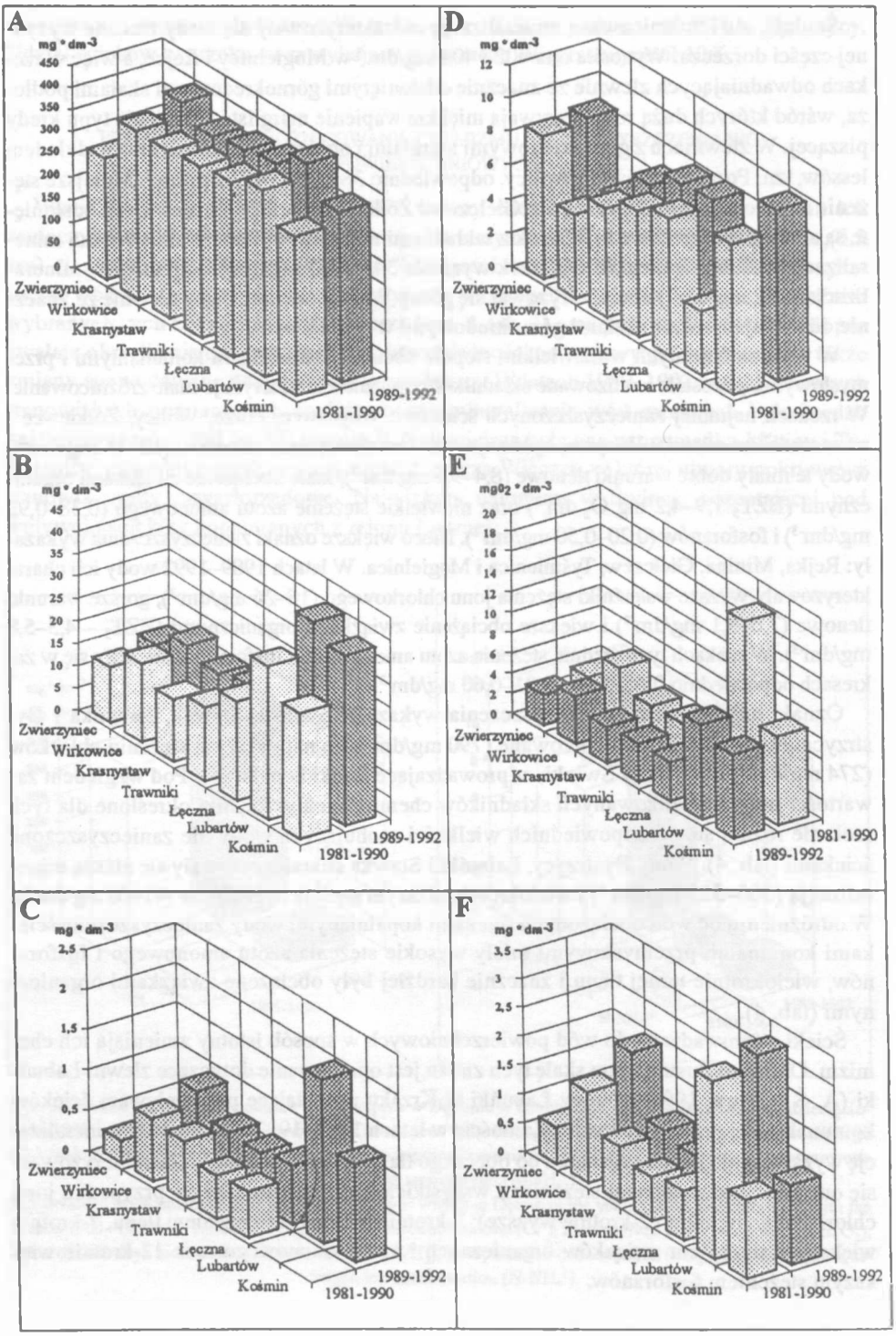
Mean values of chemism indices of the Wieprz river waters in Dęblin in the years 1989-1992 compared with the decade 1981–1990; 1 – solute load (R), chloride ion concentration (Cl^-); 2 – dissolved oxygen concentration (O_2), index of five-days biochemical oxygen demand (BZT_5), phosphate ion concentration (PO_4^{3-}) and ammonium nitrogen ion concentration ($N-NH_4^+$)

Średnią, ale i zróżnicowaną mineralizacją charakteryzowały się wody rzeczne wyżynnej części dorzecza. Wynosiła ona 402 i 408 mg/dm^{-3} w Mogielnicy i Rejce, a więc w rzekach odwadniających zlewnie ze znacznie odsłoniętymi górnokredowymi skałami podłoża, wśród których dużą rolę odgrywają miękkie wapienie margliste i wapienie typu kredy piszącej. W zlewniach z górnokredowymi marglami i opokami w podłożu oraz nadkładem lessów, tzn. Poru, Wojsławki i Wolicy, odpowiednio 381, 388 i 452 mg/dm^{-3}. Mniejsze stężenie roztworów charakteryzowało Giełczew i Żółkiewkę, w których zlewniach odsłonięte są skały górnokredowe typu opok z wkładkami margli i wapieni. Średnia roczna mineralizacja w dolnych biegach tych rzek wyniosła 343 i 353 mg/dm^{-3}. Najmniejszą mineralizacją (292 mg/dm^{-3}) charakteryzował się górny Wieprz odwadniający zlewnię ze znacznie odsłaniającymi się skałami górnokredowymi w postaci opok i gez.

W wodach rzecznych w niewielkim stopniu obciążonych ściekami komunalnymi i przemysłowymi, pozostałe analizowane składniki chemiczne charakteryzuje małe zróżnicowanie. W rzekach najmniej zanieczyszczonych ściekami: Wojsławce, Porze, Wolicy, Żółkiewce i roztoczańskim odcinku Wieprza, było najniższe średnie stężenie chlorków (12–16 mg/dm^{-3}); wody te miały dobre warunki tlenowe (8,4–9,6 mg/dm^{-3}), małe obciążenie związkami organicznymi (BZT_5 1,9–4,2 mg O_2 dm^{-3}) oraz niewielkie stężenie azotu amonowego (0,38–0,92 mg/dm^{-3}) i fosforanów (0,20–0,50 mg/dm^{-3}). Nieco większe oznaki zanieczyszczenia wykazały: Rejka, Minina, Giełczew, Tyśmienica i Mogielnica. W latach 1989–1992 wody ich charakteryzowały wyższe wskaźniki stężenia jonu chlorkowego (18–26 mg/dm^{-3}), gorsze warunki tlenowe (7,6–9,1 mg/dm^{-3}) i większe obciążenie związkami organicznymi (BZT_5 – 4,3–5,8 mg/dm^{-3}). W rzekach tych średnie stężenia azotu amonowego i fosforanów mieściły się w zakresach odpowiednio 0,68–1,46 i 0,31–0,60 mg/dm^{-3}.

Oznaki największego zanieczyszczenia wykazały: Świnka, Stawek, Łabuńka i Bystrzyca. Najbardziej zmineralizowane (790 mg/dm^{-3}) i o najwyższym stężeniu chlorków (274 mg/dm^{-3}) były wody Świnki, odprowadzające ścieki kopalniane. Pod względem zawartości innych analizowanych składników chemicznych wskaźniki określone dla tych rzek nie różnią się od odpowiednich wielkości cechujących wody nie zanieczyszczone ściekami (tab. 4). Wody Bystrzycy, Łabuńki i Stawka charakteryzowały się niższą mineralizacją (500–525 mg/dm^{-3}) i wielokrotnie niższym stężeniem chlorków (41–66 mg/dm^{-3}). W odróżnieniu od wód obciążonych ściekami kopalnianymi wody zanieczyszczone ściekami komunalno-przemysłowymi miały wysokie stężenia azotu amonowego i fosforanów, wielokrotnie mniej tlenu i znacznie bardziej były obciążone związkami organicznymi (tab. 4).

Ścieki odprowadzane do wód powierzchniowych w sposób istotny zmieniają ich chemizm. Obrazem ilustrującym skalę tych zmian jest opracowanie dotyczące zlewni Łabuńki (A. Świeca 1994c). Wody Łabuńki w Krzaku pozostające pod wpływem ścieków komunalnych i przemysłowych z Zamościa w latach 1989–1992 wykazywały mineralizację wyższą około 30% w stosunku do obecnego tła hydrochemicznego. Charakteryzowały się one znacznie wyższymi stężeniami wszystkich makroskładników (w przypadku jonu chlorkowego było ono 2-krotnie wyższe); 3-krotnie mniejszym stężeniem tlenu, 7-krotnie większym stężeniem związków organicznych i azotu amonowego oraz 12-krotnie większym stężeniem fosforanów.


A
mg * dm-3
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Zwierzyniec
Wirkowice
Krasnystaw
Trawniki
Łęczna
Lubartów
Kośmin
1989-1992
1981-1990
D
mg * dm-3
12
10
8
6
4
2
0
Zwierzyniec
Wirkowice
Krasnystaw
Trawniki
Łęczna
Lubartów
Kośmin
1989-1992
1981-1990
B
mg * dm-3
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Zwierzyniec
Wirkowice
Krasnystaw
Trawniki
Łęczna
Lubartów
Kośmin
1989-1992
1981-1990
E
mgO2 * dm-3
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Zwierzyniec
Wirkowice
Krasnystaw
Trawniki
Łęczna
Lubartów
Kośmin
1981-1990
1989-1992
C
mg * dm-3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
Zwierzyniec
Wirkowice
Krasnystaw
Trawniki
Łęczna
Lubartów
Kośmin
1989-1992
1981-1990
F
mg * dm-3
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
Zwierzyniec
Wirkowice
Krasnystaw
Trawniki
Łęczna
Lubartów
Kośmin
1989-1992
1981-1990

W niniejszym opracowaniu podjąłem również próbę prześledzenia zmian chemizmu wód Wieprza na tle zmian odpływu rzecznego oraz wielkości kubatury ścieków. Dla okresu czteroletniego (1989–1992) dysponowałem wynikami przepływu w sześciu przekrojach hydrometrycznych IMiGW, tj. w Zwierzyńcu, Wirkowicach, Krasnymstawie, Trawnikach, Lubartowie i Kośminie.

Odcinek Wieprza od źródeł do Zwierzyńca o długości 40,8 km stanowi 13,4% biegu rzeki; odwadnia zlewnię w niewielkim stopniu dotkniętą działalnością człowieka. Można przyjąć, że podstawowe wskaźniki składu chemicznego wód określone w tym przekroju (tab. 3) są nadal w zakresie właściwym dla naturalnego tła hydrochemicznego tego obszaru.

Od Zwierzyńca do Wirkowic, czyli na odcinku 39,4 km (13% długości rzeki) stwierdzono 3-krotny przyrost przepływu (na tym odcinku mają swe ujścia Por i Łabuńka) i prawie 50-krotny przyrost kubatury ścieków (głównie ścieki dostarczane przez Łabuńkę). Wyniki badań wód Wieprza w Wirkowicach w stosunku do uzyskanych w Zwierzyńcu wykazały wzrost mineralizacji o 39%, stężenia jonu chlorkowego o 29%. Na tym odcinku pogorszyły się warunki tlenowe o 42%, wzrosło obciążenie związkami organicznymi o 57%. Największe zmiany zaznaczyły się w stężeniu fosforanów (wzrost około 4-krotny) i azotu amonowego (wzrost około 3-krotny).

Poniżej Wirkowic po Krasnystaw, tj. na odcinku o długości 25,6 km (8,5% długości rzeki), wody Wieprza wykazują cechy poprawy stanu czystości. Spowodowane to jest nieznacznym przyrostem kubatury ścieków (około 4%) przy stosunkowo dużym (o 43%) przyroście przepływu (ujście Wolicy i Wojsławki). Wody Wieprza w Krasnymstawie wykazały niższą niż w Wirkowicach mineralizację (o 8,5%), niższe było stężenie jonu chlorkowego (o 10,5%), fosforanów (o 28,5%), najbardziej (prawie 2-krotnie) azotu amonowego. Na odcinku tym wody Wieprza poprawiły warunki tlenowe (o 40%) oraz zmniejszyło się w nich obciążenie związkami organicznymi (o 23,5%).

Między Krasnymstawem i Trawnikami, tj. na odcinku o długości 31,3 km (10,3% długości rzeki), stwierdzono spadek przepływu o 22% i prawie taki sam (22,5%) przyrost kubatury ścieków. Na tym odcinku, na 181 km biegu Wieprza, ma swój początek Kanał Wieprz–Krzna. Pobór wody do kanału istotnie wpływa na przepływ w dalszym biegu rzeki (Z. Michalczyk 1988). Wyniki analiz wód w Krasnymstawie w stosunku do określonych w Trawnikach wykazały stosunkowo niewielki przyrost mineralizacji (o 3,2%) i stężenia jonu chlorkowego (o 9%), spadek stężenia fosforanów (o 3%) i azotu amonowego (o 11%). Na tym odcinku zanotowano również poprawę warunków tlenowych (stężenie tlenu wykazało wzrost o 17%).

Ryc. 4. Średnie wielkości wybranych cech chemizmu wód rzecznych w stanowiskach pomiarowych na Wieprzu. A – mineralizacja; B – jon chlorkowy (Cl^-); C – jon fosforanowy (PO_4^{3-}); D – tlen rozpuszczony; E – pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT_5); F – jon azotu amonowego (N/NH_4^+) (wielkości z okresu 1989–1992 na tle okresu wieloletniego 1981–1990 na podstawie danych z Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Lublinie, Zamościu i Chełmie; zestawił autor)

Mean values of selected chemism indices of the river waters at the measurement points on the Wieprz river; A – solute load; B – chloride ion (Cl^-); C – phosphate ion (PO_4^{3-}); D – dissolved oxygen; E – five-day biochemical oxygen demand (BZT_5); F – ammonium nitrogen ion ($N\text{-}NH_4^+$) (values of the period 1989-1992 compared with the period 1981-1990 on the basis of data from the Provincial Inspectorates of Environment Protection in Lublin, Zamość and Chełm; compiled by the author)

Na najdłuższym z analizowanych odcinków biegu Wieprza pomiędzy Trawnikami i Lubartowem (o długości 74,3 km – 24,5% długości rzeki) stwierdzono 2-krotny przyrost przepływu (ujścia Giełczwi, Stawka, Bystrzycy, Mogielnicy i Świnki) oraz 5-krotny przyrost kubatury ścieków (ścieki z rejonu Świdnika, Lublina i Łęcznej). Chemizm wód Wieprza uległ znacznym zmianom, zaznaczyło się pogorszenie stanu czystości wód. Wody Wieprza w Lubartowie wykazały niższą niż w Trawnikach mineralizację (o 15%). Znacznie większe różnice zanotowano w przypadku pozostałych składników chemicznych. Zaznaczył się ponad 2-krotny wzrost stężenia chlorków, 3-krotny wzrost fosforanów oraz 3,5-krotny wzrost azotu amonowego (tab. 3).

Tab. 5. Stan czystości wód Wieprza w Dęblinie w odniesieniu do związków organicznych (O_2 i BZT_5) oraz biogenów (PO_4^{3-} i N/NH_4^+)

Quality of the Wieprz river water in Dęblin depending on organic compounds (O_2 and BZT_5) and biogenic components (PO_4^{3-} and $N\text{-}NH_4^+$)

Wskaźnik zanieczyszczenia wód rzecznych	Ilość danych	1989–1992				Ilość danych	1981–1990			
		klasy czystości wód					klasy czystości wód			
		I	II	III	pzk		I	II	III	pzk
Tlen rozpuszczony[x] (O_2)	70	97,2	—	—	2,8	119	89,9	3,4	0,8	5,9
BZT_5[xx]	71	16,9	53,6	14,0	15,5	119	8,4	47,2	28,6	15,8
Fosforany[xxx] (PO_4^{3-})	71	2,8	35,2	35,3	26,7	—	—	—	—	—
Azot amonowy[xxxx] ($N\text{-}NH_4^+$)	71	19,7	76,1	4,2	—	119	18,5	72,3	9,2	—

Normy klasyfikacji wód na podstawie Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 XI 1991 r.

x	xx	xxx	xxxx
I 6,0 mg/dm^{-3} i powyżej	I 4,0 mgO$_2$/dm^{-3} i poniżej	I 0,2 mg/dm^{-3} i poniżej	I 1,0 mg/dm^{-3} i poniżej
II 5,0–5,9	II 4,1–8,0 mg	II 0,21–0,60	II 1,1–3,0
III 4,0–4,9	III 8,1–12,0 mg	III 0,61–1,00	III 3,1–6,0
pzk poniżej 4,0	pzk powyżej 12,0 mg	pzk powyżej 1,00	pzk powyżej 6,1

Wielkości średnie z okresu 1989–1992 oraz z dziesięciolecia 1981–1990 na podstawie danych z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Srodowiska w Lublinie; pzk – wody poza klasyfikacją.

Mean values of the years 1989–1992 and the decade 1981–1990 on the basis of data from the Provincial Inspectorate of Environment Protection in Lublin. pzk – waters beyond standard. Classification standards of waters on the basis of The Decree of the Minister of Environment Protection, Natural Resources and Forestry of 5 Nov. 1991.

Poniżej Lubartowa aż po Kośmin, a więc na odcinku o długości 74,1 km (24,4% długości rzeki) przy przyroście przepływu o 61% (ujścia Tyśmienicy i Mininy) i nieznacznym (około 1%) przyroście kubatury ścieków nastąpiła poprawa stanu czystości wód. Wyniki badań wód Wieprza w Dęblinie w stosunku do uzyskanych w Lubartowie wykazały zmniejszenie mineralizacji o 14,5%, stężenie chlorków o 7%, fosforanów o 40% i azotu amonowego o 58%. Na tym odcinku zmniejszyło się obciążenie związkami organi-

cznymi o 12% i znacznie poprawiły się warunki tlenowe. W niewielkim stopniu zanieczyszczone ściekami wody Tyśmienicy i Mininy stanowią więc w dolnym biegu Wieprza rozcienczalnik ścieków. Ostatecznie wody Wieprza w przekroju ujściowym do Wisły w latach 1989–1992 wykazały średnie stężenie roztworów 376 mg/dm^{-3}, a jonu chlorkowego 38 mg/dm^{-3} (ryc. 3). W świetle wyników badań wskaźników tlenowych i biogenicznych wykazują poprawę stanu czystości wód. W analizowanym czteroleciu tlen rozpuszczony najczęściej notowano w I klasie czystości wód, wskaźnik BZT_5 i azot amonowy w II, a fosforany w III klasie czystości wód (tab. 5).

DYNAMIKA ZMIAN CHEMIZMU WÓD RZECZNYCH W CZASIE

Porównanie danych z lat 1989–1992 oraz 1981–1990 wskazuje na ich zmiany, które następowały w czasie (ryc. 4, tab. 3 i 4).

W latach 1989–1992 średnia mineralizacja wód rzecznych Wieprza była niższa niż w dziesięcioleciu 1981–1990 we wszystkich stanowiskach pomiarowych. Największy wzrost (5–10%) zanotowano w Zwierzyńcu, Wirkowicach, Lubartowie i Kośminie, a więc w górnym i dolnym biegu rzeki, najmniejszy zaś (do 2%) w Krasnymstawie, Trawnikach i Łęcznej w biegu środkowym. Spośród dopływów Wieprza tylko w Żółkiewce zanotowano niewielki spadek (o 2%) średniego stężenia roztworów. W pozostałych nastąpił wzrost mineralizacji: najmniejszy (do 2%) w Mogielnicy, Wojsławce i Tyśmienicy, a więc w rzekach w niewielkim stopniu zanieczyszczonych ściekami, a największy (25%) w Śwince zanieczyszczonej wodami kopalnianymi.

Stężenie chlorków w dwóch stanowiskach na Wieprzu w Wirkowicach i Krasnymstawie było podobne w porównywanych okresach. W pozostałych punktach nastąpił wzrost – największy (ponad 20%) w dolnym biegu rzeki w Lubartowie i Kośminie (ryc. 4B, tab. 3). W dopływach Wieprza, z wyjątkiem Łabuńki, nastąpił wzrost stężenia chlorków – największy w rzekach o dużym obciążeniu ściekami: w Bystrzycy (o 24,5%), w Stawku (o 32,5%) oraz w Śwince (aż o 51,4%).

Na Wieprzu zanotowano natomiast poprawę warunków tlenowych (ryc. 4D). Największy wzrost wskaźnika stężenia tlenu (BZT_5) na tej rzece zanotowano w Lubartowie. W wodach dopływów wzrost stężenia tlenu nastąpił w Rejce, Śwince, Łabuńce i Bystrzycy; w pozostałych analizowanych rzekach zanotowano spadek, który był maksymalny (o 27%) w Stawku (tab. 4). Wzrost stężenia tlenu w wodach Wieprza wiązał się ze zmniejszeniem obciążenia substancją organiczną. Wskaźniki BZT_5 obniżyły się najbardziej (prawie 2-krotnie) w Lubartowie (ryc. 4E). Zmniejszenie obciążenia wód związkami organicznymi zanotowano również w większości dopływów Wieprza; najwyraźniejsze (prawie 2-krotne) było ono w Rejce (tab. 4). Jedynie Żółkiewka i Stawek wykazały wzrost obciążenia związkami organicznymi (BZT_5 wyższe odpowiednio o 8 i 20%).

Stężenie azotu amonowego we wszystkich stanowiskach na Wieprzu wzrosło najbardziej w Wirkowicach w punkcie położonym poniżej ujścia Łabuńki (o 28%) i w Łęcznej poniżej ujścia Stawka (o 31%). Spośród dopływów jedynie w Wolicy zanotowano spadek (około 10%), w pozostałych zaznaczył się wzrost: niewielki (o 3–4%) w Mogielnicy i Wojsławce, a największy w Żółkiewce (o 32,5%), Łabuńce (o 40%) i Stawku (o 43%).

Tab. 6. Zmiany wybranych cech chemizmu wód rzecznych Wieprza w latach 1941–1992

Changes of the selected chemism indices of the Wieprz river water in the years 1941–1992

Stanowisko	Okres badań	Mineralizacja [mg/dm^{-3}]	Średnie stężenie składników [mg/dm^{-3}]				Wskaźnik BZT$_5$ [mg/O$_2$/dm^{-3}]
			Cl^-	N/NH_4^+	PO_4^{3-}	O_2	
Zwierzyniec	1941[1]	—	—	—	—	—	—
	1952[2]	—	—	—	—	—	—
	1959[3]	236	4,9	0,10	—	—	1,1
	1981–1990[4]	266	12	0,63	0,28	8,4	3,4
	1989–1992[4]	292	14	0,70	0,20	8,7	3,7
Izbica	1941	303	2,3	—	0,47	7,8	—
	1952	—	—	—	—	—	—
	1959	307	6,3	0,17	—	—	1,8
	1981–1990	371	18	1,57	0,78	4,9	6,2
	1989–1992	405	18	2,01	0,95	5,0	4,7
Krasnystaw	1941	337	2,3	—	0,56	7,6	—
	1952	—	—	—	—	—	—
	1959	360	6,4	0,22	—	—	—
	1981–1990	369	14	0,97	0,74	6,4	4,3
	1989–1992	371	14	1,02	0,68	7,0	3,6
Trawniki	1941	—	5	—	0,26	7,8	—
	1952	—	—	—	—	—	—
	1959	340	6,9	0,23	—	—	—
	1981–1990	377	16	0,78	0,55	7,4	4,5
	1989–1992	383	18	0,91	0,66	8,2	3,8
Łęczna	1941	334	8	—	0,28	7,8	—
	1952	—	—	—	—	—	—
	1959	338	7,1	0,20	—	—	—
	1981–1990	386	21	0,87	0,58	8,1	4,7
	1989–1992	396	23	1,14	0,74	8,4	3,9
Lubartów	1941	369	17,7	—	0,38	8,0	—
	1952	—	—	—	—	—	—
	1959	372	11,5	1,42	—	—	—
	1981–1990	412	34	3,10	—	3,8	18,4
	1989–1992	439	41	3,3,2	2,04	5,2	9,5
Dęblin	1941	—	—	—	—	—	—
	1952	204	10	0,10	0,46	—	—
	1959	315	10,3	0,26	—	—	—
	1981–1990	352	28	1,38	—	8,9	8,9
	1989–1992	376	38	1,40	1,23	10,1	8,4

Stężenie fosforanów tylko w dwóch stanowiskach pomiarowych na Wieprzu w Zwierzyńcu i Krasnymstawie zmniejszyło się, a w pozostałych wzrosło – najbardziej (o 28%) w Łęcznej. W dopływach Wieprza nastąpił niewielki spadek stężenia fosforanów (Wolica, Wojsławka, Por, Żółkiewka i Rejka) lub niewielki wzrost (Mogielnica, Giełczew, Minina, Bystrzyca), a znaczny tylko w Łabuńce (o 24%) i w Stawku (prawie 2-krotny).

Największe zmiany chemizmu wód rzecznych zanotowano więc w dwóch przekrojach na Wieprzu, tj. w Wirkowicach i w Lubartowie. W Wirkowicach punkt pomiarowy znajduje się poniżej ujścia Łabuńki silnie zanieczyszczonej ściekami z Zamościa, a w Lubartowie poniżej ujścia Bystrzycy, Stawka i Świnki zanieczyszczonych ściekami z Lublina, Świdnika i wodami kopalnianymi z rejonu Łęcznej.

Wyniki pomiarów z lat 1989–1992 można także porównać z danymi jednorazowych pomiarów z 1941 r. (M. Stangenberg 1951) i z 1952 r. (M. Stangenberg 1958), a także z średnimi z czterech pomiarów wykonanych w różnych sezonach w 1959 r. (K. Czyż i in. 1963).

W 1941 r. obciążenie wód rzecznych antropogenicznymi produktami było bardzo małe. Stężenie chlorków w większości stanowisk pomiarowych na Wieprzu było poniżej 10 mg/dm^{-3}. Jedynie w Lubartowie, poniżej ujścia Bystrzycy odprowadzającej ścieki z Lublina wynosiło 17,7 mg/dm^{-3} (tab. 6). W wodach Świnki i Tyśmienicy stężenie chlorków nie przekraczało 5 mg/dm^{-3}, a stężenie fosforanów wynosiło zaledwie 0,3 mg/dm^{-3}. Znacznie większe oznaki zanieczyszczenia wykazywały tylko wody obciążone ściekami z Lublina. Charakteryzowało je ponad 3-krotnie wyższe stężenie chlorków (17,7 mg/dm^{-3}) i 2-krotnie wyższe fosforanów (0,72 mg/dm^{-3}). Według wyników badań Wieprza przy ujściu do Wisły i Tyśmienicy w odcinku ujściowym do Wieprza, wykonanych w 1952 r. (M. Stangenberg 1958), stężenie chlorków nie przekraczało 10 mg/dm^{-3}, stężenie azotu amonowego mieściło się w zakresie 0,1–0,2 mg/dm^{-3}, a fosforanów 0,4–0,5 mg/dm^{-3}.

W 1959 r. obciążenie produktami antropogenicznymi było niewiele wyższe, o czym świadczą wskaźniki chemizmu wód (tab. 6 i 7). Po r. 1959 największe zmiany w chemizmie wód zanotowano w górnym i dolnym biegu Wieprza (tab. 6). W Izbicy, w przekroju położonym poniżej ujścia Łabuńki, ogólna mineralizacja wód Wieprza wzrosła o 32%, nastąpił 3-krotny wzrost stężenia jonu chlorkowego i obciążenia związkami organicznymi i aż 12-krotny wzrost stężenia azotu amonowego. W dolnym biegu Wieprza, w Lubartowie i w Dęblinie nastąpił mniejszy wzrost stężenia roztworów i azotu amonowego, ale większy wzrost stężenia chlorków (tab. 6). W Rejce, dopływie Wieprza, nastąpiła poprawa stanu czystości wód. W ciągu 30 lat mineralizacja zmniejszyła się o 8%, prawie 2-krotnie mniejsze jest stężenie azotu amono-

---

Wyniki analiz rzecznych według: [1] M. Stengenberg (1951) – wyniki jednorazowych pomiarów wykonanych w lipcu; [2] M. Stangenberg (1958) – wyniki jednorazowych pomiarów wykonanych w lipcu; [3] K. Czyż et al. (1963) – średnie z czterech pomiarów wykonanych w różnych sezonach roku; [4] Dane Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Lublinie, Chełmie i Zamościu – pomiary wykonywane 12-krotnie w roku.

Results of the river water analyses after: [1] M. Stangenberg (1951) – results of single measurements made in July; [2] M. Stangenberg (1958) – results of single measurements made in July; [3] K. Czyż et al. (1963) – mean values of four measurements made in different seasons of the year; [4] Data from the Provincial Inspectorates of Environment Protection in Lublin, Chełm and Zamość – measurements made twelve times during the year.

wego, poprawiły się warunki tlenowe i prawie 7-krotnie zmniejszyło się obciążenie związkami organicznymi. Natomiast w wodach Łabuńki, Bystrzycy i Tyśmienicy wzrosły oznaki degradacji (tab. 7). Największe zmiany zanotowano w Łabuńce obciążonej ściekami z Zamościa. Średnia mineralizacja w punkcie pomiarowym we wsi Krzak wzrosła o 48%, prawie 3-krotnie wzrosło stężenie jonu chlorkowego, 3,5-krotnie zmniejszyło się stężenie tlenu, 7-krotnie wzrosło obciążenie związkami organiczymi, 8-krotnie stężenie azotu amonowego i aż 14-krotnie stężenie fosforanów.

ODPŁYW ROZTWORÓW W DORZECZU WIEPRZA

Dla określenia odpływu roztworów wykorzystano dane hydrometryczne ilustrujące stężenie roztworów wód rzecznych oraz ich przepływ. Odpływ roztworów określono w sposób uproszczony według wzoru zaproponowanego przez H. Maruszczaka (1990), jako iloczyn średniej rocznej wielkości przepływu i mineralizacji. Uwzględniono wskaźniki średnie roczne z lat 1989–1992 oraz z dziesięciolecia 1981–1990. Wybrane dane pomiarowe oraz wyniki obliczeń odpływu roztworów dla przekrojów hydrometrycznych na Wieprzu przedstawione są w tab. 1, natomiast dla dopływów Wieprza w tab. 2.

W latach 1989–1992 wody rzeczne odprowadzały mniej roztworów niż w dziesięcioleciu 1981–1990, o czym decydowały mniejsze odpływy rzeczne. Na Wieprzu najmniejszy spadek (o 12%) zanotowano w Zwierzyńcu, a największy (około 30%) w Trawnikach, Lubartowie i Kośminie. W Kośminie średnia z lat 1989–1992 wynosiła 27 $t/km^{-2}/a^{-1}$ i niewiele różniła się od wskaźnika 29,2 $t/km^{-2}/a^{-1}$ określonego przez M. Jaworską (1968) jako średni dla lat 1960–1961. Średni czteroletni wskaźnik odpływu roztworów w Kośminie był około 25% niższy od wskaźnika 36 $t/km^{-2}/a^{-1}$, określonego na podstawie danych z lat 1957–1959 (K. Dębski 1968) oraz z dziesięciolecia 1976–1985 (H. Maruszczak i M. Wilgat 1991).

Wielkości średnie z dziesięciolecia 1976–1985 były podstawą próby bilansowego ujęcia odpływu roztworów z dorzecza Wieprza (H. Maruszczak, M. Wilgat 1991). Stwierdzono, że składowa pochodząca z denudacji litosfery w dorzeczu tym stanowiła około 64% ogólnego odpływu roztworów, z pozostałych składowych największy był wówczas udział roztworów z opadów (17%) oraz z chemizacji rolnictwa (12%); na składową za ścieków komunalnych i przemysłowych przypadało około 6% rzecznego odpływu roztworów.

Spośród pozostałych przekrojów wodowskazowych na Wieprzu materiał porównawczy był dla Krasnegostawu – wyniki analiz z lat 1956–1959 (K. Dębski 1968) oraz dla Łęcznej – dane z lat 1978–1982 (H. Maruszczak i in. 1992). Dla zlewni Wieprza powyżej Krasnegostawu wskaźnik średni, na podstawie danych z lat 1956–1959 wynosił 48,7 $t/km^{-2}/a^{-1}$, a dla dziesięciolecia 1981–1990 był niewiele niższy 44 $t/km^{-2}/a^{-1}$. Znacznie większe zmiany wskaźnika odpływu roztworów zanotowano w Łęcznej. W latach 1978–

Tab. 7. Zmiany wybranych cech chemizmu wód rzecznych niektórych dopływów Wieprza w latach 1941–1992
Changes of the selected chemism indices of the river waters in some tributaries of the Wieprz river in the years 1941–1992

Rzeka Stanowisko pomiarowe	Okres badań	Mineralizacja [mg/dm^{-3}]	Średnie stężenie składników [mg/dm^{-3}]				Wskaźnik BZT$_5$ [mg/O$_2$/dm^{-3}]
			Cl^-	N/NH_4^+	PO_4^{3-}	O_2	
Łabuńka	1941[1]	—	—	—	—	—	—
	1952[2]	—	—	—	—	—	—
Krzak	1959[3]	354	14	0,80	0,22	9,2	2,9
	1981–1990[4]	502	45	4,53	2,55	2,0	30,1
	1989–1992[4]	524	41	6,37	3,11	2,7	20,3
Rejka	1941	—	—	—	—	—	—
	1952	—	—	—	—	—	—
Borowica	1959	446	16	2,83	0,42	7,0	36,5
	1981–1990	401	17	1,29	0,64	6,6	10,1
	1989–1992	408	18	1,46	0,59	7,6	5,1
Świnka	1941	210	5	—	0,27	6,9	—
	1952	—	—	—	—	—	—
Łęczna	1959	—	—	—	—	—	—
	1981–1990	632	181	0,73	0,39	9,4	7,5
	1989–1992	790	274	0,83	0,39	9,8	4,8
Bystrzyca	1941	381	17,7	—	0,72	9,9	—
	1952	—	—	—	—	—	—
Spiczyn	1959	416	31	7,04	0,84	3,6	55,6
	1981–1990	499	53	9,11	4,77	0,9	74,2
	1989–1992	525	66	9,51	5,22	2,9	47,0
Tyśmienica	1941	—	4	—	0,34	7,5	—
	1952	169	8	0,16	0,38	—	—
Kock	1959	207	9	0,31	0,47	9,6	1,7
	1981–1990	296	18	0,62	—	8,6	6,5
	1989–1992	302	20	0,77	0,32	8,6	4,9

Objaśnienia jak w tab. 6.
Explanations as in Table 6.

1982 wynosił 54,4 t/km^{-2}/a^{-1}, a w dziesięcioleciu 1981–1990 przy prawie 1,5-krotnie niższym przepływie rzecznym – 39 t/km^{-2}/a^{-1}.

W latach 1989–1992 i w dziesięcioleciu 1981–1990 wysokie wskaźniki odpływu roztworów notowano w zlewniach wykazujących znaczną antropopresję, tj. w zlewni Świnki, Łabuńki i Bystrzycy (tab. 2). Maksymalnym wskaźnikiem wyróżniała się zlewnia Świnki; średni czteroletni niewiele różnił się od średniego (74 t/km^{-2}/a^{-1}) z dziesięciolecia i był o 22% wyższy od określonego dla lat 1978–1982 (H. Maruszczak i in. 1992). W zlewni Świnki znaczny i wzrastający jest udział roztworów pochodzących z kopalni węgla w Bogdance. W latach 1978–1982 oszacowano go na 20%, natomiast w wieloleciu 1983–1988 już na około 44% (H. Maruszczak i in. 1992). Wysokie wskaźniki odpływu roztworów zanotowano w zlewniach Łabuńki i Bystrzycy. W analizowanym czteroleciu określono je odpowiednio na 47 i 34 t/km^{-2}/a^{-1}, wielkości te były około 25% niższe od średnich określonych na podstawie danych z dziesięciolecia (tab. 2). W obydwu zlewniach duży udział mają roztwory pochodzące ze ścieków komunalno-przemysłowych. Podjęta dla zlewni Łabuńki próba określenia roztworów pochodzących ze ścieków z Zamościa wykazała, że w latach 1989–1992 stanowiły one 21% rzecznego odpływu roztworów (A. Świeca 1995b). Obliczenia wykonane przez H. Maruszczaka (1990), na podstawie danych z lat 1975–1980 dla wód Bystrzycy powyżej i poniżej Lublina wykazały, że ze ścieków komunalno-przemysłowych Lublina pochodziło około 29% ogólnego odpływu roztworów. Odpowiednie dane z lat 1981–1990 wykazały postępującą degradację wód Bystrzycy poniżej Lublina, ze ścieków pochodziło w tym dziesięcioleciu średnio aż 41% ogólnego odpływu roztworów (H. Maruszczak i in. 1994).

Pozostałe analizowane zlewnie (wykazane w tab. 2) są w małym stopniu skażone ściekami komunalno-przemysłowymi. Obliczone dla nich wskaźniki odpływu roztworów są reprezentatywne dla terenów rolniczych i są wyraźnie zależne od stosunków geologicznych i wielkości odpływu roztworów.

W latach 1989–1992 w wyżynnej części dorzecza Wieprza w obszarach występowania opok i gez przy niewielkich odpływach rzecznych (2 dm^{-3}/s^{-1}/km^{-2}) wskaźniki odpływu roztworów wynosiły około 25 t/km^{-2}/a^{-1} (zlewnia Giełczwi), natomiast przy odpływach wyższych (około 4 dm^{-3}/s^{-1}/km^{-2}) około 40 t/km^{-2}/a^{-1} (zlewnia górnego Wieprza powyżej Zwierzyńca). Stosunkowo duże zróżnicowanie odpływu roztworów zanotowano w regionach, w których skały górnokredowe pokryte są lessem. W zlewniach z odpływem rzecznym około 2,5 dm^{-3}/s^{-1}/km^{-2} wskaźniki te wynosiły 30–40 t/km^{-2}/a^{-1} (zlewnia Wojsławki, zlewnia Wolicy), a przy odpływach około 4 dm^{-3}/s^{-1}/km^{-2} około 50 t/km^{-2}/a^{-1} (zlewnia Poru).

Dla nizinnej części dorzecza mamy tylko wyniki dla zlewni Tyśmienicy. W analizowanym czteroleciu przy średnim odpływie rzecznym 2,8 dm^{-3}/s^{-1}/km^{-2} wskaźnik odpływu roztworów wynosił 27 t/km^{-2}/a^{-1}.

Wskaźniki dla lat 1989–1992 były niższe od charakteryzujących dziesięciolecie 1981–1990 w roztoczańskiej części dorzecza Wieprza w Zwierzyńcu o 12%, w Sułowie o 18%, a w pozostałych analizowanych zlewniach nie zanieczyszczonych ściekami wyższe około 20%. Zarysowujący się obraz odpływu roztworów w dorzeczu Wieprza, uzyskany na podstawie danych z lat 1981–1990, niewiele się różni od obrazu zróżnicowania przestrzennego odpływu roztworów w dorzeczu Wieprza na podstawie danych z wielolecia 1976–1985 przedstawionego przez H. Maruszczaka (1991).

Próba bilansowego ujęcia odpływu roztworów podjęta dla zlewni górnego Wieprza w Zwierzyńcu i Poru w Sułowie wykazała, że w latach 1989–1992 składowa pochodząca z denudacji litosfery stanowiła około 75% rocznego odpływu roztworów (A. Świeca 1995b). Można przypuszczać, że podobne relacje występują w innych nie zanieczyszczonych ściekami zlewniach.

WNIOSKI

1. Chemizm wód powierzchniowych nie zanieczyszczonych ściekami wykazał zróżnicowanie w zależności od stosunków geologicznych. Najmniej zmineralizowane wody (280–302 mg/dm^{-3}) miały rzeki odwadniające nizinną część dorzecza Wieprza, w której utwory pokrywowe stanowią osady czwartorzędowe. Średnią, ale i zróżnicowaną mineralizacją (292–452 mg/dm^{-3}) charakteryzowały się wody wyżynnej części dorzecza. W zlewniach ze znacznie odsłoniętymi górnokredowymi skałami podłoża, wśród których dużą rolę odgrywają miękkie wapienie margliste i wapienie typu kredy piszącej, wody rzeczne charakteryzowały się mineralizacją 402–408 mg/dm^{-3}. Bardziej zróżnicowane wskaźniki (381–452 mg/dm^{-3}) określono w zlewniach z górnokredowymi marglami i opokami oraz nadkładem lessów. Mniejsze stężenie roztworów (343–353 mg/dm^{-3}) charakteryzowało wody zlewni z odsłoniętymi górnokredowymi opokami z wkładkami margli i wapieni. Najmniejszą mineralizację (292 mg/dm^{-3}) miały wody w zlewniach wyżynnych z odsłoniętymi górnokredowymi opokami i gezami. Wody nie zanieczyszczone ściekami wykazały dobre natlenienie (7,6–9,6 mg/dm^{-3}), niewielkie stężenie jonu chlorkowego (12–26 mg/dm^{-3}), azotu amonowego (0,38–1,46 mg/dm^{-3}) i fosforanów (0,20–0,66 mg/dm^{-3}), a także małe obciążenie związkami organicznymi (BZT_5 1,9–5,8 mg O_2 dm^{-3}). Zróżnicowanie wskaźników tlenowych i biogenicznych wynika zapewne z różnego natężenia działalności rolniczej.

2. Istotny wpływ na chemizm wód mają ścieki. W latach 1989–1992 odprowadzano do wód średnio rocznie około 74,7 mln m^3 ścieków. Wody obciążone ściekami wyróżniały się najwyższym stężeniem roztworów. Najbardziej zmineralizowane (790 mg/dm^{-3}) i o najwyższym stężeniu chlorków (274 mg/dm^{-3}) były wody Świnki, odprowadzającej ścieki kopalniane. Wody Bystrzycy, Łabuńki i Stawka – obciążone ściekami komunalno-przemysłowymi z Lublina, Zamościa i Świdnika – charakteryzowały się niższą mineralizacją (500–525 mg/dm^{-3}) i wielokrotnie niższym stężeniem chlorków (41–66 mg/dm^{-3}). W odróżnieniu od obciążonych ściekami kopalnianymi wody zanieczyszczone ściekami komunalno-przemysłowymi miały złe warunki tlenowe (2,7–3,8 mg/dm^{-3}), wysokie stężenie azotu amonowego (6,4–10,8 mg/dm^{-3}) i fosforanów (3,1–6,4 mg/dm^{-3}) i wyróżniały się dużym obciążeniem związkami organicznymi (BZT_5 14,8–47,0 mg O_2 dm^{-3}). Wskaźniki stężenia jonu chlorkowego i tlenu były kilka razy, a obciążenie związkami organicznymi i biogenicznymi kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt razy wyższe od charakteryzujących tło hydrochemiczne.

3. Średnie stężenie roztworów zmieniało się wzdłuż biegu Wieprza od 292 mg/dm^{-3} w Zwierzyńcu do 439 mg/dm^{-3} w Lubartowie. W biegu Wieprza zaznaczyły się dwa odcinki znacznego pogorszenia stanu czystości wód, w górnym biegu poniżej ujścia Łabuńki oraz w środkowym po przyjęciu Stawka, Świnki i Bystrzycy. W przekroju w Wirkowicach położonym poniżej ujścia Łabuńki w stosunku do punktu w Zwierzyńcu wody Wieprza wy-

kazały wzrost mineralizacji, stężenia chlorków, składników tlenowych i biogenicznych (wskaźniki wyższe o 30–57%, a w przypadku składników biogenicznych nawet kilkakrotnie). Przepływ Wieprza w Wirkowicach i kubatura ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych w zlewni powyżej tego przekroju w stosunku do określonych w Zwierzyńcu były odpowiednio 3 i 50-krotnie wyższe. Zanieczyszczenie wód środkowego biegu Wieprza ilustrują wskaźniki określone w Trawnikach i Lubartowie. W analizowanym czteroleciu 1989–1992 przy zanotowanym 2-krotnym przyroście przepływu w Lubartowie w stosunku do określonego w Trawnikach i 5-krotnym przyroście kubatury ścieków znacznie wzrosły wskaźniki chemiczne wód Wieprza: mineralizacja o 15%, a pozostałe składniki kilkakrotnie: stężenie jonu chlorkowego 2-krotnie, BZT_5 2,5-krotnie, stężenie fosforanów 3-krotnie i azotu amonowego 3,5-krotnie.

4. W ciągu ostatnich 50 lat nastąpiły znaczne zmiany chemizmu wód. Największe notowano w górnym i dolnym biegu Wieprza. W Wirkowicach w przekroju położonym poniżej ujścia Łabuńki mineralizacja wód Wieprza wzrosła o 32%, nastąpił 3-krotny wzrost stężenia jonu chlorkowego i obciążenia związkami organicznymi i aż 12-krotny wzrost stężenia azotu amonowego. W Łabuńce w tym czasie nastąpił wzrost mineralizacji o 50%, wzrosło 3-krotnie stężenie chlorków. Znacznie zmieniły się wskaźniki tlenowe i biogeniczne; stężenie tlenu zmniejszyło się 3,5-krotnie, wskaźnik BZT_5 wzrósł 7-krotnie, a stężenia azotu amonowego 8-krotnie, największe zmiany zanotowano w stężeniu fosforanów (wzrost 14-krotny). W dolnym biegu Wieprza nastąpił mniejszy niż w górnym biegu wzrost stężenia roztworów i azotu amonowego oraz większy stężenia chlorków. Spośród dopływów Wieprza największe zmiany zanieczyszczenia chlorkami zanotowano w Śwince (wzrost stężenia aż 55-krotny). W tym czasie wody Bystrzycy wykazały wzrost mineralizacji o 26%, stężenie azotu amonowego o 35%; pogorszyły się warunki tlenowe (średnie stężenie tlenu niższe o 19%), a najbardziej (2-krotnie) wzrosło stężenie fosforanów.

5. W szczegółowiej analizowanym ostatnim dziesięcioleciu 1981–1990 występowało zróżnicowanie odpływu roztworów uwarunkowane przepływami rzecznymi. Dane średnie dla tego 10-lecia były niższe od wieloletnich (1951–1980) od 2 do 12%. Susza hydrologiczna wyraźniej zaznaczyła się w środkowej części dorzecza, znacznie mniejsze nasilenie wykazała w górnej i dolnej części. Dla zlewni Wieprza zamkniętej przekrojem w Kośminie średni odpływ roztworów wynosił 38 $t/km^{-2}/a^{-1}$. Najwyższymi wskaźnikami charakteryzowały się zlewnie znajdujące się pod wpływem ścieków. Maksymalny wskaźnik 74 $t/km^{-2}a^{-1}$ zanotowano w zlewni Świnki, niższymi (62 i 57 $t/km^{-2}/a^{-1}$) cechowały się zlewnie Łabuńki i Bystrzycy. W pozostałych zlewniach wskaźniki są reprezentatywne dla terenów rolniczych i wyraźnie zależne od stosunków geologicznych i wielkości odpływu rzecznego. W wyżynnej części dorzecza najwyższe wskaźniki określono w zlewniach z płatami lessów: 57 $t/km^{-2}/a^{-1}$ przy wyższych odpływach i 46 $t/km^{-2}/a^{-1}$ przy niższych. Zlewnie ze znacznie odsłaniającymi się skałami górnokredowymi wykształconymi w postaci opok i gez charakteryzowały się wskaźnikami: 43 $t/km^{-2}/a^{-1}$ przy wyższych odpływach, a przy niższych 38 $t/km^{-2}/a^{-1}$. Najmniejszy wskaźnik (34 $t/km^{-2}a^{-1}$) określono dla nizinnej części dorzecza Wieprza.

Panu prof. dr Henrykowi Maruszczakowi pragnę złożyć podziękowania za cenne uwagi przy opracowaniu niniejszego zagadnienia.

LITERATURA

Ciupa T. 1991; Współczesny transport fluwialny w zlewni Białej Nidy (sum. Contemporary fluvial transport in the Biała Nida drainage area). WSP, Kielce.

Czyż K., Koziorowski B., Moraczewski J. 1963; Charakterystyka zanieczyszczenia rzeki Wieprz (rez. Charakteristika sostojanija zagrjaznienija reki Wieprz). Prace Instytutu Gospodarki Wodnej 1(3); 75–173.

Dębski K. 1968; Natężenie procesów erozji w zlewni Wieprza (sum. Erosion processes intensity in the Wieprz river catchment area). Prace i Studia Gospodarki Wodnej i Surowcowej, t. 9, Warszawa, 269–287.

Gregory K. J., Walling D. E. 1973; Drainage basin: form and processes. Edward Arnold, London.

Jaworska M. 1968; Erozja chemiczna i denudacja zlewni rzeki Wieprz i Pilicy (sum. Chemical erosion and denudation of Wieprz and Pilica river basins). Prace PIHM, z. 95, Warszawa, 29–47.

Kostrzewski A., Mazurek M., Zwoliński Z. 1994; Dynamika transportu fluwialnego górnej Parsęty jako odbicie funkcjonowania systemu zlewni (sum. Dynamics of the fluvial transport of the upper Parsęta River as a response of the Catchment System). Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań.

Maruszczak H. 1990; Denudacja chemiczna (Chemical denudation). [W:] Współczesne przemiany rzeźby Polski południowowschodniej. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 153, 23—41.

Maruszczak H. 1991; Denudacja chemiczna. [W:] Geografia Polski. Środowisko Przyrodnicze. PWN Warszawa, 413–416.

Maruszczak H., Wilgat M. 1991; Próba bilansowego ujęcia rzecznego odpływu roztworów w zlewni Wisły (w druku).

Maruszczak H., Rodzik J., Świeca A. 1992; Denudacja mechaniczna i chemiczna we wschodniej części pasa wyżyn południowopolskich (sum. Mechanical and chemical denudation in the eastern part of the South Polish Uplands). Prace Geograficzne IGiPZ PAN 155, 105–131.

Maruszczak H., Wilgat M. 1992; Zróżnicowanie regionalne geosystemów dorzecza Bugu w świetle badań odpływu roztworów (sum. Regional differentiation of the geosystems in the Bug river catchment in the light of the solution yield investigations). Annales UMCS, sec.B, vol. 44/45, 131–144.

Maruszczak H., Wilgat M. 1993; Struktura rzecznego odpływu roztworów jako wskaźnik przewodnich cech geoekosystemów nizinnych zlewni w dorzeczu Wisły (sum. Structure of river solution yield as indicator of principle features of geosystems in lowland catchments of the Wisła river basin). Geosystem obszarów nizinnych. Komitet Naukowy „Człowiek i Środowisko" PAN. Ossolineum, Wrocław, 131–136.

Maruszczak H., Świeca A., Wilgat M., Siewiereniuk K. 1994; Udział ścieków komunalno-przemysłowych w odpływie roztworów z wybranych zlewni we wschodniej Polsce jako wskaźnik stopnia degradacji środowiska. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Geografia, Poznań (w druku).

Michalczyk Z. 1986; Warunki występowania i krążenia wód na obszarze Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. Rozpr. habilit., nr 30, UMCS, Lublin.

Michalczyk Z. 1988; Wpływ poboru wody do Kanału Wieprz-Krzna na przepływ środkowego biegu Wieprza (sum. The import of water input to the Wieprz-Krzna Canal on the Wieprz River middle course). [W:] Antropogeniczne uwarunkowania zmian odpływu i reżimu rzek w różnych regionach Polski, Dokumentacja Geograficzna IGiPZ, z. 4, 39–50.

Raport o stanie, zagrożeniu i ochronie środowiska. Studia i analizy statystyczne. GUS 1990, 1991, 1992, 1993, Warszawa.

Stangenberg M. 1951; Skład chemiczny i bakteriologiczne wskaźniki zanieczyszczenia rzek Wieprza i Pilicy. Wiad. Służby Hydrolog. i Meteorolog., nr 2 (4–5), 305–341.

Stangenberg M. 1958; Ogólny pogląd na skład chemiczny wód rzecznych Polski (sum. A general outlook on the chemical composition of river waters in Poland). Polskie Archiwum Hydrobiologiczne 4 (17), 289–359

Stępień B., Radwan S., Kowalik W. 1981; Materiały do znajomości chemizmu wód rzeki Wieprz (sum. Data on water chemism of the Wieprz river). Annales UMCS, sec. B, t. 36, 301–318.

Świeca A. 1994a; Natężenie erozji wodnej na Roztoczu w świetle hydrometrycznych badań Poru i górnego Wieprza (sum. Intensity of water erosion in the Roztocze region in the light of hydrometric studies of the Por and upper Wieprz rivers). Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCLXVI, 163–170.

Świeca A. 1994b; Zróżnicowanie denudacji chemicznej w dorzeczu górnego Wieprza. Przew. Ogólnopolskiego Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego. Referaty i postery, Lublin, 60–62.

Świeca A. 1994c; Changes in chemism of the Łabuńka river catchment waters under the influence of municipal and industrial sewage (str. Zmiany chemizmu wód rzecznych w zlewni Łabuńki pod wpływem ścieków komunalnych i przemysłowych). Annales UMCS, sec. B (w druku).

Świeca A. 1995a; Wpływ ścieków na chemizm wód rzecznych w zlewni górnego Wieprza cz. I, Gospodarka Wodna, nr 1 (553), 12–17.

Świeca A. 1995b; Zróżnicowanie regionalne geoekosystemów zlewni górnej części dorzecza Wieprza w świetle badań odpływu roztworów (w druku).

SUMMARY

On the basis of the investigation results of water chemism, environment influence on the quantity and quality of the substances dissolved in river waters of the Wieprz river basin was evaluated. The examined area is characterized by the differentiated geologic structure (Fig. 1) and hydrologic conditions (Table 1, 2). The selected chemism indices of waters of the Wieprz river (Figs. 3, 4; Table 3, 5) and its tributaries (Table 4) permit to define not only the differentiation depending on the geologic structure but also changes caused by human activity.

Differentiation of chemism of surface waters unpolluted by sewage is conditioned by the geologic structure. Waters of the lowest solute load (280-301 mg · dm^{-3}) were found in the rivers draining the lowland part of the Wieprz river basin covered by the Quaternary deposits. Waters of the upland part of the basin had differentiated solute load (292-452 mg · dm^{-3}). In the catchments with considerably exposed Upper Cretaceous bedrock, in which soft marly limestones and chalk prevail, the solute load of river water was 402-408 mg · dm^{-3}. More differentiated indices (381-453 mg · dm^{-3}) were defined in the catchments with Upper Cretaceous marls and opokas overlain by loesses. Lower solute concentration (343-353 mg · dm^{-3}) was found in waters of catchments with exposed Upper Cretaceous opokas with interbeddings of marls and limestones. The lowest solute load (292 mg · dm^{-3}) was contained in waters in the upland catchments with exposed Upper Cretaceous opokas and gaizes. Waters unpolluted by sewage had a high concentration of dissolved oxygen (7.6-9.6 mg · dm^{-3}), low concentration of chloride (12-26 mg · dm^{-3}), ammonium nitrogen (0.38-1.46 mg · dm^{-3}) and phosphate (0.20-0.66 mg · dm^{-3}) ions, and also a small content of organic compounds (BZT_5 1.9-5.8 mg O_2 · dm^{-3}).

Municipal and industrial sewage have a significant influence on water chemism; annually about 74.7 mln m^3 of sewage was discharged into surface waters. Waters polluted by sewage were characterized by the highest solute concentration. The highest solute load (790 mg · dm^{-3}) and chloride ion concentration (274 mg · dm^{-3}) were found in the Świnka river water, which is supplied by sewage from a coal-mine near Łęczna. Waters of the Bystrzyca, Łabuńka and Stawek rivers – polluted by municipal and industrial sewage from Lublin, Zamość and Świdnik – were characterized by a lower solute load (500-525 mg · dm^{-3}) and many times lower chloride ion concentration (41-66 mg · dm^{-3}). Unlike the waters supplied by coal-mine sewage, those polluted by municipal and industrial sewage had a low concentration of dissolved oxygen (2.7-3.8 mg · dm^{-3}), high ammonium nitrogen (6.4-10.8 mg · dm^{-3}) and phosphates (3.1-6.4 mg · dm^{-3}) concentrations, and a high content of organic compounds (BZT_5 14.8-47.0 mg O_2 · dm^{-3}).

The author has attempted to investigate changes of chemism of the Wieprz river waters in relation to changes of the river discharge and sewage volume. Two river sections of considerably worse water quality were found: one in its upper course, down-stream of the Łabuńka river mouth, and the second in its middle course, downstream of the Stawek, Świnka and Bystrzyca river mouths. In the water-gauges at Wirkowice and Lubartów the Wieprz river waters showed increased solute load, chloride ion concentration, content of biogenic components and organic compounds, and decreased concentration of dissolved oxygen (Fig. 4).

In comparison with the results of earlier studies the dynamics of chemism changes of waters of the Wieprz river and its tributaries was defined (Table 6, 7). During the last 50 years considerable changes of the water chemism occurred – the greatest were found in the upper and lower course of the Wieprz river and in its tributaries: Łabuńka, Świnka and Bystrzyca.

In the last decade 1981–1990 studied more closely, a differentiation of the solute yield conditioned by river runoff was found. Mean data for this decade were smaller by 2 to 12% than those for the period 1951–1980. Hydrologic drought was marked more distinctly in the middle part of the basin; its influence was considerably smaller in the upper and lower parts. For the Wieprz river basin the mean solute yield in the water-gauge at Kośmin was 38 t km^2 a^{-1}. The highest indices were found in the catchments supplied with sewage; maximum index 74 t $km^{-2}a^{-1}$ was found in the Świnka river catchment, lower ones - 62 and 57 t $km^{-2}a^{-1}$ - were recorded in the Łabuńka and Bystrzyca river catchments. The indices in other catchments are typical of rural areas and distinctly depend on the geologic structure and volume of river runoff. In the upland part of the basin the highest indices were found in the catchments with loess patches (46-57 t $km^{-2}a^{-1}$). Catchments with Upper Cretaceous opokas and gaizes considerably exposed were characterized by indices reaching 38-43 t $km^{-2}a^{-1}$. The lowest index 34 t $km^{-2}a^{-1}$ was found in the lowland part of the Wieprz river basin.