

Renata Graf, Zbigniew Ziętkowiak

## SKŁAD FIZYCZNO-CHEMICZNY WÓD POWIERZCHNIOWYCH DORZECZA WRZEŚNICY

### Zarys treści

W opracowaniu przedstawiono wyniki badań składu fizyczno-chemicznego wód powierzchniowych dorzecza Wrześnicy. Analizę fizyczno-chemiczną wód rzecznych przeprowadzono w okresie od XII 1986 do XI 1987 roku. Stwierdzono znaczną zmienność wybranych elementów składu wód Wrześnicy i jej dopływów w różnych częściach dorzecza, a także w poszczególnych terminach badawczych. Potwierdzono, że zasadnicze cechy składu fizyczno-chemicznego wód powierzchniowych związane są z warunkami fizyczno-geograficznymi obszaru badań, a w przypadku wód Wrześnicy, również z wpływem przeobrażeń antropogenicznych.

### Wstęp

Podstawowe cechy i właściwości fizyczno-chemiczne wód powierzchniowych, zwłaszcza wód rzecznych, zależą głównie od warunków fizyczno-geograficznych zlewni, procesów i zjawisk zachodzących w jej obrębie i w samym środowisku wodnym, jak również od wpływów zewnętrznych.

Dla poznania uwarunkowań i zmian składu fizyczno-chemicznego wód powierzchniowych, podjęto w okresie od XII 1986 do XI 1987 badania na obszarze dorzecza Wrześnicy. Dorzecze to stanowiło obiekt wcześniejszych badań, których celem było rozpoznanie warunków lokalnego obiegu wody na obszarze typowym dla Wielkopolski (A. Kaniecki, 1982).

Charakterystyka wód pod względem fizyczno-chemicznym stanowi materiał uzupełniający problematykę wodną tej jednostki hydrograficznej.

Zagadnienie jakości wód rzecznych, zagrożonych przez punktowy dopływ ścieków oraz powierzchniowe spływy zanieczyszczeń z obszarów wy-

korzystywanych przez rolnictwo, jest szczególnie istotne z punktu widzenia wykorzystania zasobów wodnych, zwłaszcza na obszarach deficytowych w wodę, do których zaliczane jest również dorzecze Wrześnicy.

### Ogólna charakterystyka fizyczno-geograficzna dorzecza

Dorzecze Wrześnicy o powierzchni 375,4 km<sup>2</sup>, położone w obrębie Niziny Wielkopolskiej, wchodzi w skład regionu geomorfologicznego Wysoczyzny Gnieźnieńskiej (B. Krygowski 1967). Jest to obszar o małym zróżnicowaniu hipsometrycznym, leżący na wysokości od 65,0 do 130,0 m n.p.m. Dorzecze budują utwory czwartorzędowe, reprezentowane przez plejstoceny utwory glacialne i fluwioglacialne oraz holoceny aluwia. Utwory lodowcowe obejmują osady zlodowacenia bałtyckiego, stadiału leszczyńskiego i poznańskiego. Występują one w formie wzgórz czołowo-morenowych (głównie w północnej części dorzecza na linii Fałkowo-Gniezno) oraz związanych z nimi trzech poziomów sandrowych (K. Rotnicki 1963).

Wśród utworów powierzchniowych dominują piaski sypkie i piaski gliniaste, zajmujące 53,5% powierzchni obszaru. Gliny piaszczyste stanowią 41,6% powierzchni, pozostałe 4,9% powierzchni dorzecza zajmują utwory organiczne (ryc. 1).

W użytkowaniu terenu 69,5% powierzchni zajmują grunty orne, 18,3% – lasy, 6,2% łąki (ryc. 1).

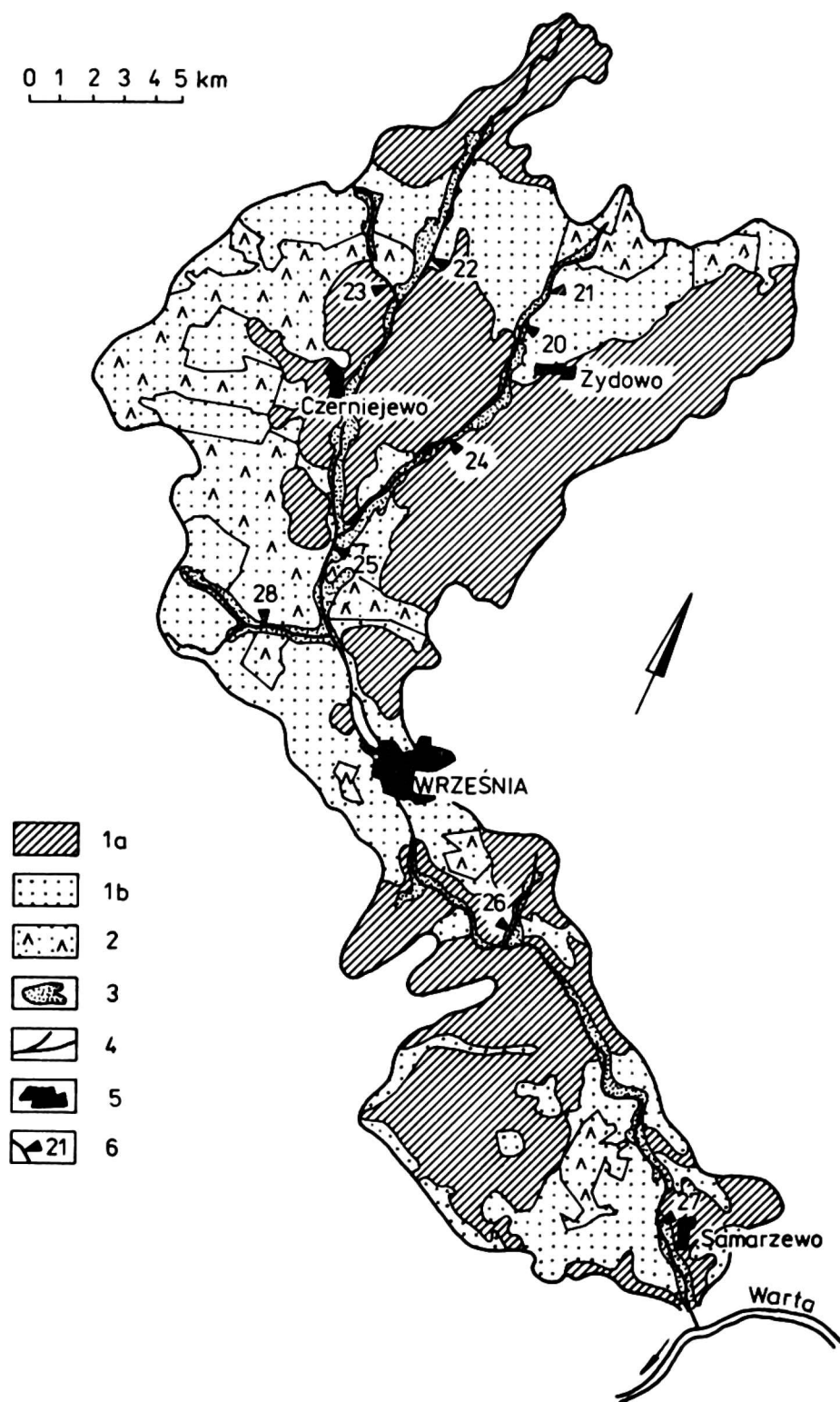
Dorzecze Wrześnicy posiada dość gęstą i wyrównaną sieć rzeczną (1,1 km/km<sup>2</sup>). Układ sieci hydrograficznej tworzą Wrześnica o długości 53,8 km z Małą Wrześnicą (długość 13,2 km, powierzchnia zlewni 89,1 km<sup>2</sup>). Pozostałe niewielkie ciekі wpadające do Wrześnicy, głównie powyżej Wrześni, nie mają istotnego znaczenia hydrologicznego. Na rozpatrywanym obszarze brak jest jezior, spotyka się jedynie małe zbiorniki wodne, najczęściej o charakterze stawów.

Klimat dorzecza charakteryzuje się umiarkowanym reżimem termicznym (średnia roczna temperatura wynosi 8,0 – 8,5°C) oraz najmniejszym w Polsce średnim opadem rocznym (roczna suma opadów spada poniżej 550 mm).

Na ciekach obserwuje się przewagę wiosennych wezbrań roztopowych nad letnimi. Latem z reguły występują niżówki (VII, VIII). Ten typ reżimu określany jest jako śnieżno-deszczowy, niżowy lub bezjezierny (T. Bartkowski 1970).

Okres badań (XII 1986 – XI 1987), ze względu na sytuację meteorologiczną, był chłodniejszy i bardziej wilgotny w porównaniu z danymi z okresu wieloletniego.

Średnia roczna temperatura powietrza w Gnieźnie, której wartość dla roku 1987 wyniosła 6,6°C była o 1°C niższa od średniej wartości z wielolecia 1951–1965 (A. Kaniecki 1982). Największe odchylenie ujemne od wartości normalnych wystąpiło w miesiącu styczniu, kiedy zanotowano średnią tem-



Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych na tle litologii i użytkowania terenu:

1a — grunty orne na glinach, 1b — grunty orne na piaskach, 2 — lasy, 3 — łąki, 4 — ciek, 5 — obszary zabudowane, 6 — punkty poboru wody

Fig. 1. Location of research sites against a background of lithology and land use:

1a — arable areas on clays, 1b — arable areas on sands, 2 — forests, 3 — grassland, 4 — streams, 5 — built-up areas, 6 — water sample sites

peraturę – 11°C. Dla okresu 1951–1965 średnia temperatura stycznia wyniosła – 2,4°C (A. Kaniecki 1982). Roczna suma opadów dla stacji Gniezno i Września była wyższa w rozpatrywanym okresie od wartości przeciętnej z wielolecia 1956–1970 o około 5 – 10%, co stanowi wartość opadu od 30 do 50 mm. Opady lipca przekroczyły opad normalny o około 44%. Znacznie wyższe opady od normalnych wystąpiły poza tym we wrześniu (o około 65–91%) i grudniu (o około 41–75%). Najniższe sumy opadów zarejestrowano w marcu (17–21 mm), co stanowiło około 50–70% wartości opadu średniego wieloletniego.

Stany wody Wrześnicy, obserwowane w posterunku IMGW w Samarzewie, przez większą część okresu obserwacyjnego utrzymywały się w strefie stanów niskich. Niżówka jesienna z początku okresu obserwacyjnego została pogłębiona w sezonie zimowym. Minimum stanów zanotowane 7 grudnia 1986 roku, a wynoszące w Samarzewie 46 cm, zbiegło się z okresem silnych mrozów ograniczających dopływ do cieków wód pochodzących z topniejącego śniegu. Wody roztopowe spływające po przemarzniętym gruncie, nie zasilające wód gruntowych, podwyższyły chwilowo stany wody w ciekach. Wezbranie wiosenne rozpoczęło się w trzeciej dekadzie marca i trwało do końca kwietnia. Kulminacja wezbrania przypadająca na 20 kwietnia osiągnęła wartość 215 cm. Po roztopach wiosennych pojawiły się ponownie stany niskie, utrzymujące się w zakresie od 50 do 70 cm.

Typ zasilania śnieżnego przypada zatem na miesiące od grudnia do kwietnia. Są to wody pochodzące z odwilży i roztopów. Zasilanie deszczowe rzeki ma miejsce pod koniec wiosny oraz latem i jesienią (maj – listopad). Zasilanie gruntowe przypada na bezdeszczowy okres letni i wczesnojesienny (lipiec – wrzesień). Występuje poza tym w czasie mrozów, kiedy brak odwilży (grudzień – luty).

Przez większą część roku odpływ Wrześnicy zasilany jest wyłącznie napływem wód podziemnych, wykazującym duże zróżnicowanie w obrębie dorzecza (A. Kaniecki 1982). Udział zasilania podziemnego w odpływie górnej Wrześnicy i Małej Wrześnicy jest niewielki. Na tym obszarze wzrasta odpływ podpowierzchniowy, spływ powierzchniowy oraz napływ wód podziemnych z obniżeń. W zlewni Małej Wrześnicy największy udział w kształtowaniu odpływu rzeczno posiada odpływ podpowierzchniowy, co związane jest z przewagą obszarów zajętych przez gliny zwałowe, warunkujących wielkość występowania tego odpływu. Poniżej ujścia Małej Wrześnicy udział zasilania podziemnego w odpływie rzeczno wzrasta. Szczególnie silnie zaznacza się to w dolnym biegu Wrześnicy, na odcinku od Gozdowa do Samarzewa, gdzie dolina rzeki wciną się najgłębiej w wysoczyznę (około 10 m).

## Zakres i metody badań

Do realizacji tematu wytypowano w dorzeczu Wrześnicy 9 stałych punktów poboru wody powierzchniowej. Wybrano odcinki cieków o różnych charakterystykach fizjograficznych, głównie zmiennej litologii (piaski, gliny) i różnym sposobie użytkowania (lasy, grunty orne). Rozmieszczenie punktów badawczych w różnych częściach dorzecza, dało podstawę analizy rozkładu przestrzennego wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wód powierzchniowych.

Kierując się powyższymi założeniami, kontrolą objęto (ryc. 1) zlewnie cząstkowe Małej Wrześnicy – punkty 20, 21 (Gębarczewo) 24 (Pakszyn) oraz Wrześnicy – punkty 22 (Pawłowo), 25 (Noskowo), 27 (Samarzewo) i jej dopływów – punkty 23 (Goranin), 26 (Gozdowo), 28 (Podstolice – Leśniczówka).

Comiesięczna seria badań obejmowała pobór próbek wody w stałych punktach. Na miejscu dokonywano ponadto pomiaru temperatury wody i powietrza oraz odczytu stanu wody na wodowskazie w Samarzewie.

Analizy fizyczno-chemiczne obejmowały oznaczenia 18 parametrów, wykonywanych zgodnie z Polską Normą. Oznaczono: przewodność właściwą, barwę, pH, tlen rozpuszczony, dwutlenek węgla, utlenialność, jony  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ , żelazo ogólne, zasadowość i twardość ogólną.

Wykorzystując wyniki analiz fizyczno-chemicznych, określono stężenia poszczególnych parametrów w każdym ze stanowisk badawczych, odnosząc je do terminów badań. Uzyskane dane stanowiły podstawę do obliczenia średnich stężeń rocznych oraz stężeń ekstremalnych (tabela 1).

### Charakterystyka oznaczanych parametrów fizyczno-chemicznych

#### TEMPERATURA WODY

Temperatura powierzchniowej warstwy wód rzecznych w ciągu całego okresu badań wahała się od 0,5 do 16,0°C i zależna była od pory roku. Średnia temperatura wód powierzchniowych dla całego dorzecza wynosiła 9,3°C. Najchłodniejsze wody płynęły w lutym (0,5 – 1,0°C) przy średniej temperaturze powietrza 3,0°C. Najwyższe temperatury osiągnęły badane wody w lipcu (13,0 – 16,0°C).

Średnia temperatura wód wzrastała z biegiem rzeki od wartości 8,2°C w Pawłowie (punkt 22) do 10,0°C w Samarzewie (punkt 27).

#### PRZEWODNOŚĆ WŁAŚCIWA DLA 18°C

Badania przewodności właściwej wskazują na wyrównany stopień zdolności wód powierzchniowych do przewodzenia prądu elektrycznego. Świadczą o tym zbliżone wartości średniej przewodności właściwej, kształtujące

się w granicach 3,16–3,84 mS/cm, przy zakresie rocznych wahań od 0,57 do 6,30 mS/cm. Wyrównane wartości tego parametru, pozwalają przypuszczać, że poziom zawartości makroelementów w wodach (jako suma anionów i kationów) jest podobny.

Najniższą przewodnością charakteryzują się wody cieków na obszarach leśnych piasków sandrowych (punkty 21, 23, 28). W składzie tych wód przeważają nad elektrolitami substancje organiczne, nie mające wpływu na wielkość przewodności właściwej wód. Podwyższoną przewodność wykazują natomiast wody cieków na terenach użytkowanych rolniczo (dostawa składników mineralnych drogą spływu z nawożonych pól), spośród których najwyższą ilością składników mineralnych wyróżnia się struga w Gozdowie (5,10 mS/cm).

Obserwowane zmiany przewodności wód rzecznych w cyklu rocznym (ryc. 2) wiążą się w dużym stopniu ze sposobem zasilania cieków, warunkami pogodowymi oraz wpływem czynników antropogenicznych. Pomierzone w ciągu roku wartości przewodności właściwej są generalnie wyższe od wartości występujących w wodach czystych. Podwyższony stopień przewodności jest efektem oddziaływania zanieczyszczeń powierzchniowych i punktowych.

## BARWA

Zabarwienie badanych wód waha się w granicach 16,0–106,7 mg Pt/dm<sup>3</sup>, przy zakresie wartości średnich od 30,6 do 78,7 mg Pt/dm<sup>3</sup>. Silne zabarwienie jest charakterystyczne dla wód północnej części dorzecza, spływających z obszarów leśnych, terenów zabagnionych i podmokłych (punkty 20, 21, 22, 23). Wody te zawierają w sobie znaczne ilości, wpływających na barwę, związków organicznych pochodzenia roślinnego.

Przewaga gruntów ornych w użytkowaniu terenu, znajduje wyraz w zmniejszeniu wielkości zabarwienia wód na stanowiskach 25, 26, 27. Najniższy stopień zabarwienia posiadają wody cieką płynącego w rejonie Gozdowa przez tereny gruntów ornych na podłożu gliniastym (17,0–48,0 mg Pt/dm<sup>3</sup>).

W rocznym przebiegu zmian zabarwienia wód zauważa się brak widocznej sezonowości. Maksima i minima zabarwienia wód obserwuje się w różnych terminach. Ogólnie zaznacza się tendencja wzrostu barwy w okresie letnim i jesiennym, a spadku zimą i wiosną.

## ODCZYN WÓD

Odczyn wód waha się od pH = 6,5 do pH = 8,5, przy średnich wartościach tego parametru w granicach pH = 7,3–7,6. Stężenie jonów wodorowych utrzymuje się na wyrównanym poziomie, wahając się nieznacznie w ciągu roku.

Niewielkie różnice w wartościach pH wód mogły być wywołane naturalnymi źródłami zakwaszenia (związki humusowe) lub też wpływem zanie-

Tabela 1  
Table 1

Wartości ekstremalne i średnie oznaczonych parametrów fizyczno-chemicznych  
wód powierzchniowych dorzecza Wrześnicy

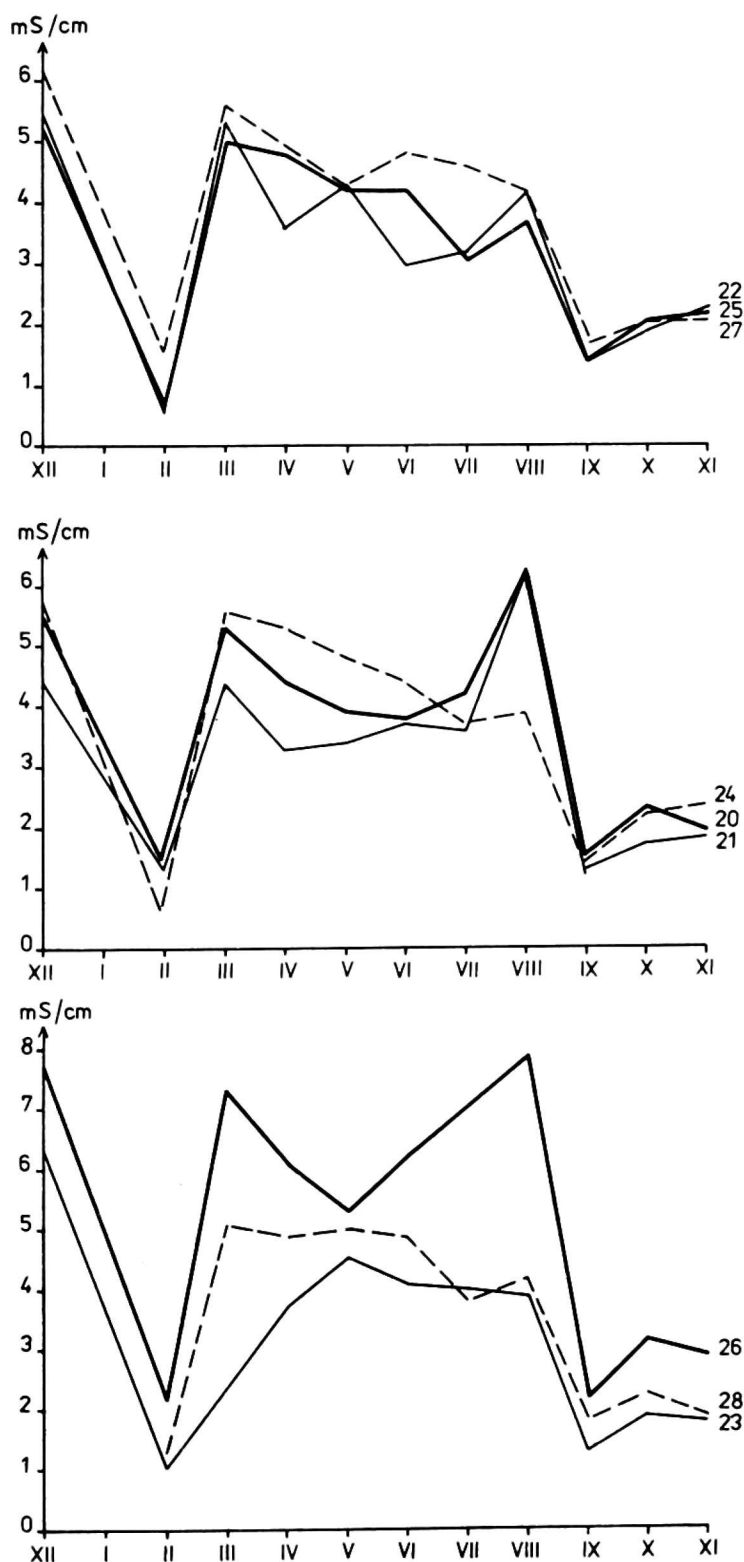
Extreme and average values of physical and chemical fixed parameters  
of surface waters in drainage-basin of Wrześnica river

$$\frac{\text{Min}-\text{Max}}{\text{Sr}}$$

$$\frac{\text{Min}-\text{Max}}{\text{Av}}$$

Parametry Parameters	Stanowisko - Station											
	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Przewodność właściwa Specific conductivity 18°C mS/cm	$\frac{1,39-6,30}{3,68}$	$\frac{1,28-6,15}{3,19}$	$\frac{0,63-5,64}{3,22}$	$\frac{1,04-5,33}{3,16}$	$\frac{0,55-5,87}{3,64}$	$\frac{0,57-5,26}{3,31}$	$\frac{2,15-7,86}{5,10}$	$\frac{1,55-6,24}{3,84}$	$\frac{1,78-4,54}{3,23}$			
pH	$\frac{6,5-8,0}{7,3}$	$\frac{6,6-8,0}{7,4}$	$\frac{6,8-8,0}{7,6}$	$\frac{7,5-8,0}{7,5}$	$\frac{6,7-8,0}{7,6}$	$\frac{6,6-8,0}{7,4}$	$\frac{6,5-8,0}{7,4}$	$\frac{6,5-8,5}{7,4}$	$\frac{6,5-7,6}{7,3}$			
Barwa Colour mg Pt/dm <sup>3</sup>	$\frac{38,0-77,3}{53,1}$	$\frac{31,0-86,7}{56,7}$	$\frac{65,0-98,7}{78,7}$	$\frac{38,0-106,7}{68,3}$	$\frac{36,0-90,0}{61,8}$	$\frac{37,3-86,7}{58,2}$	$\frac{17,0-48,0}{30,6}$	$\frac{36,0-72,0}{50,8}$	$\frac{16,0-53,0}{31,0}$			
Dwutlenek węgla Carbon dioxide mg CO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	$\frac{11,66-37,40}{17,94}$	$\frac{12,76-29,48}{21,16}$	$\frac{11,00-33,22}{19,44}$	$\frac{7,26-27,72}{13,00}$	$\frac{10,12-20,24}{15,22}$	$\frac{7,04-25,96}{14,04}$	$\frac{8,80-22,00}{13,20}$	$\frac{9,02-24,20}{13,02}$	$\frac{7,70-22,20}{13,27}$			
Tlen rozpuszczony Dissolved oxygen mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	$\frac{3,8-9,8}{6,6}$	$\frac{0,3-5,2}{2,0}$	$\frac{1,8-13,0}{7,9}$	$\frac{8,4-12,4}{10,2}$	$\frac{2,8-12,8}{7,2}$	$\frac{2,8-15,5}{7,9}$	$\frac{7,4-14,4}{11,0}$	$\frac{2,1-10,0}{6,4}$	$\frac{9,0-13,4}{10,4}$			
Utlenialność Oxidation mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	$\frac{7,3-10,2}{8,8}$	$\frac{6,7-10,0}{8,5}$	$\frac{7,6-10,8}{9,4}$	$\frac{8,0-12,8}{9,6}$	$\frac{7,2-9,8}{8,9}$	$\frac{10,6-8,4}{9,2}$	$\frac{3,5-9,2}{6,9}$	$\frac{5,0-9,7}{8,4}$	$\frac{6,3-9,4}{7,7}$			
Ca <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	$\frac{104-174}{145}$	$\frac{84-160}{133}$	$\frac{72-224}{169}$	$\frac{94-220}{163}$	$\frac{48-200}{163}$	$\frac{68-186}{156}$	$\frac{120-240}{191}$	$\frac{120-172}{149}$	$\frac{86-200}{153}$			
Mg <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	$\frac{7,2-50,4}{27,9}$	$\frac{12,0-60,0}{26,8}$	$\frac{0,5-38,4}{16,2}$	$\frac{0,5-39,6}{12,9}$	$\frac{3,6-38,4}{24,4}$	$\frac{2,4-38,4}{22,5}$	$\frac{1,2-50,4}{27,7}$	$\frac{0,7-36,0}{17,9}$	$\frac{0,7-60,0}{16,2}$			
Fe (general) mg/dm <sup>3</sup>	$\frac{0,14-2,25}{1,06}$	$\frac{0,50-2,96}{1,07}$	$\frac{0,12-1,72}{0,91}$	$\frac{0,13-1,16}{0,46}$	$\frac{0,27-1,21}{0,63}$	$\frac{0,12-0,73}{0,40}$	$\frac{0,01-0,31}{0,09}$	$\frac{0,12-0,97}{0,41}$	$\frac{0,07-1,08}{0,39}$			
Mn <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	$\frac{0,08-0,23}{0,07}$	$\frac{0,07-0,41}{0,09}$	$\frac{0,02-0,64}{0,12}$	$\frac{0,05-0,64}{0,09}$	$\frac{0,05-0,44}{0,09}$	$\frac{0,02-0,35}{0,07}$	$\frac{0,00-0,37}{0,04}$	$\frac{0,05-0,37}{0,12}$	$\frac{0,05-0,37}{0,06}$			
Azot amonowy Ammonium nitrogen mg/dm <sup>3</sup> N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	$\frac{0,15-6,95}{2,32}$	$\frac{0,001-3,59}{0,75}$	$\frac{0,08-2,19}{0,66}$	$\frac{0,01-1,88}{0,46}$	$\frac{0,07-5,19}{2,45}$	$\frac{0,04-2,22}{0,95}$	$\frac{0,09-0,57}{0,12}$	$\frac{0,23-10,0}{3,34}$	$\frac{0,002-0,69}{0,21}$			
Azot azotynowy Nitrite nitrogen mg/dm <sup>3</sup> N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	$\frac{0,002-0,39}{0,15}$	$\frac{0,01-0,19}{0,04}$	$\frac{0,01-0,36}{0,09}$	$\frac{0,01-0,40}{0,09}$	$\frac{0,003-0,84}{0,23}$	$\frac{0,003-0,57}{0,13}$	$\frac{0,02-0,25}{0,07}$	$\frac{0,01-1,27}{0,35}$	$\frac{0,004-0,20}{0,04}$			
Azot azotanowy Nitrate nitrogen mg/dm <sup>3</sup> N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$\frac{0,09-3,58}{1,45}$	$\frac{0,11-2,39}{0,61}$	$\frac{0,10-3,82}{1,23}$	$\frac{0,35-3,81}{1,44}$	$\frac{0,13-7,63}{1,98}$	$\frac{0,15-4,52}{1,52}$	$\frac{0,57-10,15}{4,76}$	$\frac{0,38-3,39}{1,04}$	$\frac{0,18-1,05}{0,49}$			
Wodorowęglany Bicarbonates mg/dm <sup>3</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$\frac{274,5-427,1}{362,1}$	$\frac{305,0-399,5}{380,2}$	$\frac{106,7-478,8}{347,6}$	$\frac{183,0-130,0}{307,7}$	$\frac{88,4-436,1}{365,4}$	$\frac{109,8-411,7}{316,3}$	$\frac{201,3-484,9}{366,6}$	$\frac{274,5-509,3}{357,6}$	$\frac{207,4-286,7}{264,6}$			
Chlorki Chlorides mg/dm <sup>3</sup> Cl <sup>-</sup>	$\frac{41-157}{73}$	$\frac{22-72}{44}$	$\frac{22-544}{112}$	$\frac{40-113}{48,3}$	$\frac{26-164}{77}$	$\frac{22-365}{101}$	$\frac{15-335}{200}$	$\frac{75-194}{101}$	$\frac{63-166}{109}$			
Fosforany Phosphates mg/dm <sup>3</sup> PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	$\frac{0,19-1,30}{0,71}$	$\frac{0,12-1,65}{0,63}$	$\frac{0,24-0,79}{0,44}$	$\frac{0,04-0,31}{0,19}$	$\frac{0,59-4,48}{2,24}$	$\frac{0,52-2,83}{1,51}$	$\frac{0,69-6,11}{2,15}$	$\frac{1,04-9,37}{3,14}$	$\frac{0,12-0,41}{0,28}$			
Zasadowość ogólna General alkalinity mv/dm <sup>3</sup>	$\frac{4,5-7,0}{5,9}$	$\frac{5,0-6,5}{6,2}$	$\frac{1,7-7,9}{5,7}$	$\frac{3,0-7,0}{5,0}$	$\frac{1,4-7,1}{5,9}$	$\frac{1,8-7,9}{5,4}$	$\frac{3,3-7,9}{6,0}$	$\frac{4,5-8,3}{5,9}$	$\frac{3,4-4,7}{4,3}$			
Twardość ogólna General hardness mvale/dm <sup>3</sup>	$\frac{8,4-12,4}{9,6}$	$\frac{6,8-13,0}{8,9}$	$\frac{5,0-11,8}{9,8}$	$\frac{7,4-12,3}{9,2}$	$\frac{4,4-12,2}{10,2}$	$\frac{5,6-11,2}{9,7}$	$\frac{9,1-14,2}{11,9}$	$\frac{7,0-10,3}{8,9}$	$\frac{6,3-10,1}{8,6}$			

czyszczeń, powodujących obniżenie odczynu wód do  $\text{pH} = 6,5-7,0$  (marzec, kwiecień), jak również wpływem procesu fotosyntezy roślin w lecie, przyczyniającego się do wzrostu odczynu wód do  $\text{pH} = 8,0$ .



**Ryc. 2.** Wykresy zmian przewodności właściwej w wodach powierzchniowych

**Fig. 2.** Diagram of specific conductivity changes in surface water samples



## TLEN ROZPUSZCZONY

Średnie stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie są zróżnicowane i kształtują się w granicach od 2,0 (punkt 21) do 11,0 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> (punkt 26). Zakres wahań rocznych wynosi 0,3–15,5 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

Najwyższe średnie stężenia tlenu rozpuszczonego osiągają wody na stanowiskach 23, 26, 28, które charakteryzują się dodatkowo najniższą zawartością dwutlenku węgla. Górny odcinek Małej Wrześnicy (punkt 21) odznacza się najniższym średnim stężeniem tlenu w ciągu roku 2,0 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, podczas gdy wartość normatywna dla tlenu wynosi 4,0 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

Roczne zmiany zawartości tlenu rozpuszczonego w wodach rzecznych są charakterystyczne dla każdego ze stanowisk. W ciekach leśnych zawartość tlenu w cyklu rocznym podlega niewielkim, w porównaniu z wodami pozostałych obszarów, wahaniom. Generalnie zaznacza się tendencja do spadku ilości tlenu rozpuszczonego w wodach latem i jesienią. Wiąże się to z podwyższeniem temperatury, wpływającym na zdolność rozpuszczania tlenu w wodzie oraz większą w okresie niżówek letnich koncentracją zanieczyszczeń, zwiększających zapotrzebowanie na niezbędny do ich neutralizacji tlen. Jesienią, obniżenie stężeń tlenu rozpuszczonego w wodzie jest związane z jego wykorzystaniem w procesie rozkładu obumarłych części roślin.

## DWUTLENEK WĘGLA

Dwutlenek węgla występuje w ilościach wahających się od 7,04 do 37,40 mg/dm<sup>3</sup>, przy średnich stężeniach w granicach 13,00–21,16 mg/dm<sup>3</sup>.

Wysokie stężenia CO<sub>2</sub> wykazują wody Małej Wrześnicy (punkty 20, 21) oraz górnej Wrześnicy (punkt 22). Zwiększenie ilości dwutlenku węgla jest spowodowane rozkładem znacznych ilości substancji organicznych zawartych w wodach tego regionu.

W cyklu rocznym stężenie CO<sub>2</sub> w wodach ulegają znacznym zmianom. W okresie zimowym we wszystkich punktach zawartość dwutlenku węgla wzrosła (maksimum w lutym). Wzrostowi zawartości CO<sub>2</sub> w wodzie rzecznej sprzyjała, dodatkowo występująca w tym okresie, zwarta pokrywa lodowa, utrudniająca wymianę gazów z otoczeniem. Źródłem dostawy CO<sub>2</sub> mogły być także wody gruntowe, charakteryzujące się znacznie wyższym w porównaniu z wodami powierzchniowymi poziomem zawartości CO<sub>2</sub>. W miesiącach letnich obserwuje się znaczny spadek dwutlenku węgla w badanych wodach. Jako gaz, CO<sub>2</sub> jest słabo rozpuszczalny w ciepłych wodach, a ponadto jest intensywnie zużywany w przemianach chemicznych procesów metabolicznych organizmów żywych.

## JON Ca<sup>2+</sup>

Zawartość jonów Ca<sup>2+</sup> w wodach waha się w granicach od 48 do 240 mg/dm<sup>3</sup>, przy średnich stężeniach w zakresie 133–191 mg/dm<sup>3</sup>. Duża zasobność wód powierzchniowych dorzecza Wrześnicy w jon wapnia uwarun-

kowana jest litologią obszaru (piaski, gliny), stosunkami glebowymi i użytkowaniem terenu (przewaga gruntów orných).

Wysokie średnie stężenia jonów  $\text{Ca}^{2+}$  (powyżej  $160 \text{ mg/dm}^3$ ) stwierdzono na obszarach glin zwałowych, zajmowanych przez grunty orne (punkty 22, 24, 26). Najwyższą koncentracją jonów wapnia charakteryzują się wody cieków w rejonie Gozdowa (punkt 26). Zawartość tego składnika waha się w tych wodach od  $120$  do  $240 \text{ mg/dm}^3$ , przy średniej  $191 \text{ mg/dm}^3$ . O ilości wapnia wymywanego z gleb tego rejonu decydują zapasy tego składnika w glebie oraz nawożenie.

Górny odcinek Małej Wrześnicy (punkty 20, 21) odznacza się najmniejszą koncentracją jonów  $\text{Ca}^{2+}$  w obrębie dorzecza, wynoszącą odpowiednio  $133 \text{ mg/dm}^3$  i  $145 \text{ mg/dm}^3$ . Zawartość jonów  $\text{Ca}^{2+}$  w wodach zmniejsza się z biegiem Wrześnicy. Spadek ten nie jest jednak znaczny w poszczególnych punktach.

Zróżnicowanie zawartości jonów wapnia w przebiegu rocznym nie wykazuje wyraźnego związku z poszczególnymi porami roku. Maksimum stężeń jonów  $\text{Ca}^{2+}$  w wodach rzecznych przypada w większości stanowisk na okres letni (wzrost dostawy jonów  $\text{Ca}^{2+}$  drogą zasilania podziemnego). Najniższe stężenie osiągnęły jony wapnia w lutym (rozcieńczenie wód płynących w cieków spowodowane dopływem wód roztopowych).

#### JON $\text{Mg}^{2+}$

Stężenia jonów  $\text{Mg}^{2+}$  są 5–10-krotnie niższe od stężeń jonów  $\text{Ca}^{2+}$ . Średnie stężenia jonów magnezu, przy zakresie zmian od  $0,5$  do  $60,0 \text{ mg/dm}^3$ , wynosiły  $12,9$ – $27,9 \text{ mg/dm}^3$ .

Najniższą zawartość jonów  $\text{Mg}^{2+}$  notowano w wodach cieków zajmujących zlewnie piaszczyste i zalesione: punkt 23 ( $12,9 \text{ mg/dm}^3$ ) i punkt 28 ( $16,2 \text{ mg/dm}^3$ ).

Wody Małej Wrześnicy, w odróżnieniu od pozostałych cieków, charakteryzują się wysoką koncentracją jonu  $\text{Mg}^{2+}$ . Wysokie stężenia tego składnika (powyżej  $20,0 \text{ mg/dm}^3$ ) obserwuje się ponadto na tych odcinkach Wrześnicy, które zajmują obszary rolnicze i to zarówno na glebach piaszczystych (punkt 25) jak i gliniastych (punkt 26).

Przebieg zmian zawartości jonów  $\text{Mg}^{2+}$  w okresie rocznym ma bardzo zróżnicowany charakter. Jednoznacznie nie można określić żadnej sezonowości w przebiegu zawartości tego składnika w wodach rzecznych.

#### ZELAZO OGÓLNE I JONY $\text{Mn}^{2+}$

Zawartość żelaza ogólnego zmienia się w zakresie  $0,01$ – $2,96 \text{ mg/dm}^3$ , przy średnim stężeniu wahającym się od  $0,09 \text{ mg/dm}^3$  w punkcie 26 do  $1,07 \text{ mg/dm}^3$  w punkcie 21.

Wysokie stężenie żelaza ogólnego (powyżej  $1,0 \text{ mg/dm}^3$ ) występuje w wodach Małej Wrześnicy (punkty 20, 21) oraz w górnym odcinku Wrześnicy (punkt 22). Wiąże się to z dostawą do rzeki wód pochodzących z ob-

szarów podmokłych i zabagnionych, zawierających w swym składzie znaczną ilość związków organicznych, które w odpowiednich warunkach tworzą z żelazem połączenia. Zwiększonemu poziomowi żelaza w wodach północnej części dorzecza odpowiadają podwyższone zabarwienie i związane z tym wysokie wartości utlenialności.

Żelazo ogólne w ilościach poniżej  $1,0 \text{ mg/dm}^3$  zawierają wody cieków przepływających przez obszary gruntów rolnych wytworzonych na glinach. Najniższe stężenie żelaza ( $0,09 \text{ mg/dm}^3$ ) obserwuje się w punkcie 26.

Zmiany zawartości żelaza w wodach rzecznych zależą od sposobu ich zasilania. W większości stanowisk maksimum stężeń żelaza przypada na okres późnej wiosny (maj, początek czerwca). W miesiącach letnich poziom żelaza w wodach powierzchniowych zmniejsza się (wytrącanie trudno rozpuszczalnego wodorotlenku żelazowego  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Nie stwierdzono wyraźnego wpływu ścieków wprowadzanych do Wrześnicy na zawartość żelaza w wodach rzecznych. Świadczą o tym średnie stężenia żelaza – podwyższone w górnej części dorzecza, obniżone w biegu środkowym i dolnym. Jony  $\text{Mn}^{2+}$  występują w wodach obok żelaza. W wodach powierzchniowych badanego obszaru średnie stężenia jonu manganu są nieznaczne, poniżej  $0,2 \text{ mg/dm}^3$ . W większości serii badawczych obecności tego składnika w wodach nie wykryto.

### JON $\text{HCO}_3^-$

Jony  $\text{HCO}_3^-$  występujące w wodach powierzchniowych dorzecza stanowią dominujący element składu chemicznego wód. Poziom stężenia wodorowęglanów waha się w szerokich granicach od  $88,4$  do  $509,3 \text{ mg/dm}^3$ , przy średnich stężeniach wynoszących  $265,0$ – $380,0 \text{ mg/dm}^3$ . Znaczne ilości jonów  $\text{HCO}_3^-$  w wodach rzecznych wiążą się z zasobnością obszaru w skały węglanowe. Zaznacza się tendencja spadku zawartości wodorowęglanów w wodach zlewni leśnych, a wzrostu w wodach terenów użytkowanych rolniczo, co odpowiada zmianom stężeń jonów wodorowych, wywierających wpływ na rozpuszczalność skał węglanowych.

### JON $\text{Cl}^-$

Średnie stężenia jonów  $\text{Cl}^-$  wynoszą od  $44$  do  $200 \text{ mg/dm}^3$ , przy zakresie wahań w granicach  $15$ – $544 \text{ mg/dm}^3$ .

Ze średniego obrazu wyłaniają się cieki odprowadzające wodę z obszarów gleb piaszczystych, zalesionych (punkty 21, 23), charakteryzujące się najniższą średnią zawartością jonów chlorkowych ( $44 \text{ mg/dm}^3$  i  $48 \text{ mg/dm}^3$ ). Stanowiska 20 i 24 sygnalizują wzrost stężeń tego składnika w wodach Małej Wrześnicy do około  $75 \text{ mg/dm}^3$ .

Znaczne podwyższenie poziomu jonów  $\text{Cl}^-$  obserwowane w wodach stanowiska 22 spowodowane jest dopływem ścieków z gospodarstw rolnych i ferm hodowlanych.

Wysokie średnie stężenia chlorków (powyżej 100 mg/dm<sup>3</sup>) posiadają wody na stanowiskach zlokalizowanych poniżej ujścia Małej Wrześnicy (stanowiska 25, 26, 27, 28). Sytuację tą należy wiązać z dostawą jonów Cl<sup>-</sup> drogą zanieczyszczeń ściekowych oraz spływów z obszarów użytkowanych rolniczo (nawozy).

## FOSFORANY

Zawartość fosforanów mieści się w granicach od 0,04 do 9,37 mg/dm<sup>3</sup>. Średnie stężenia jonów PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> zawierają się w przedziale od 0,19 do 3,14 mg/dm<sup>3</sup>.

Rozkład przestrzenny tych wartości pozwala wydzielić obszary, dla których średni poziom fosforanów jest wyższy lub niższy od 1,0 mg/dm<sup>3</sup>.

Wodę zawierającą fosforany w ilości od 0,19 do 0,71 mg/dm<sup>3</sup> prowadzą ciekłi północnej części dorzecza (punkty 20, 21, 22, 23). W pozostałych stanowiskach (24, 25, 26, 27), kontrolujących zlewnie cząstkowe środkowej i południowej części dorzecza, poziom fosforanów jest większy od 1,0 mg/dm<sup>3</sup>.

Obserwowany wzdłuż biegu Wrześnicy 7-krotny wzrost koncentracji fosforanów wynika z oddziaływania zanieczyszczeń w postaci ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych, w mniejszym stopniu rolniczych.

W przypadku wód Wrześnicy, fosforany, ze względu na przekroczenie obowiązujących norm, są składnikiem dyskwalifikującym je pod względem stanu czystości (ryc. 3).

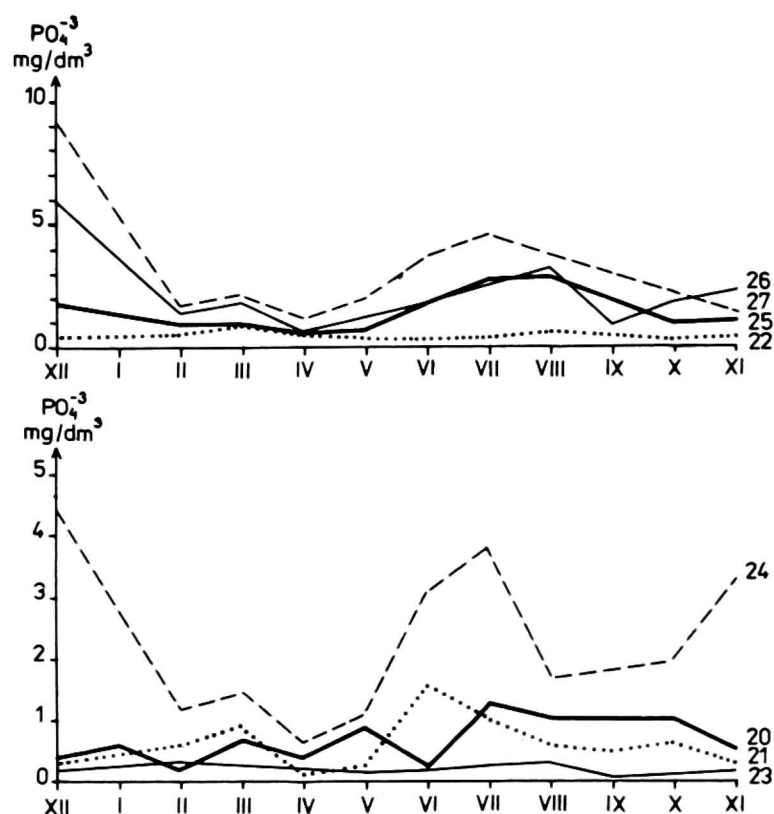
## AZOT AMONOWY

Stężenia azotu amonowego wykazują wahania w zakresie 0,001–10,0 mg/dm<sup>3</sup>, przy średnim stężeniu kształtującym się w granicach od 0,12 mg/dm<sup>3</sup> (punkt 26) do 3,34 mg/dm<sup>3</sup> (punkt 27).

Wysoką koncentracją tego składnika charakteryzują się wody Małej Wrześnicy (punkty 20, 24) oraz wody w strefie przyujściowej Wrześnicy (punkt 27). Niższą zawartość azotu amonowego (poniżej 1,0 mg/dm<sup>3</sup>) notuje się w wodach cieków płynących na terenach zalesionych jak i użytkowanych rolniczo.

W punkcie 26 (gliny, grunty orne) wody osiągają najniższe średnie stężenie azotu amonowego (0,12 mg/dm<sup>3</sup>), przy najwyższym średnim stężeniu azotu azotanowego (4,76 mg/dm<sup>3</sup>). W tym przypadku należy podkreślić niewielki wpływ nawożenia na koncentrację soli amonowych w wodach powierzchniowych (A. Bartoszewicz 1979). Źródłem zwiększonej ilości azotu amonowego są odprowadzane do wód ścieki bytowo-gospodarcze (M. Stangenberg 1958). Oddziaływanie punktowych źródeł zanieczyszczeń, widoczne jest zwłaszcza w dolnym biegu Wrześnicy, poniżej Wrześni. Średnie stężenie azotu amonowego, wynoszące w Samarzewie (punkt 27) 3,34 mg/dm<sup>3</sup>

jest 5-krotnie wyższe od średnich stężeń obserwowanych w górnym biegu Wrześnicy (punkt 22 – 0,66 mg/dm<sup>3</sup>).



Ryc. 3. Wykresy zmian zawartości jonu PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> w wodach powierzchniowych

Fig. 3. Diagram of PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ion content changes in surface water samples

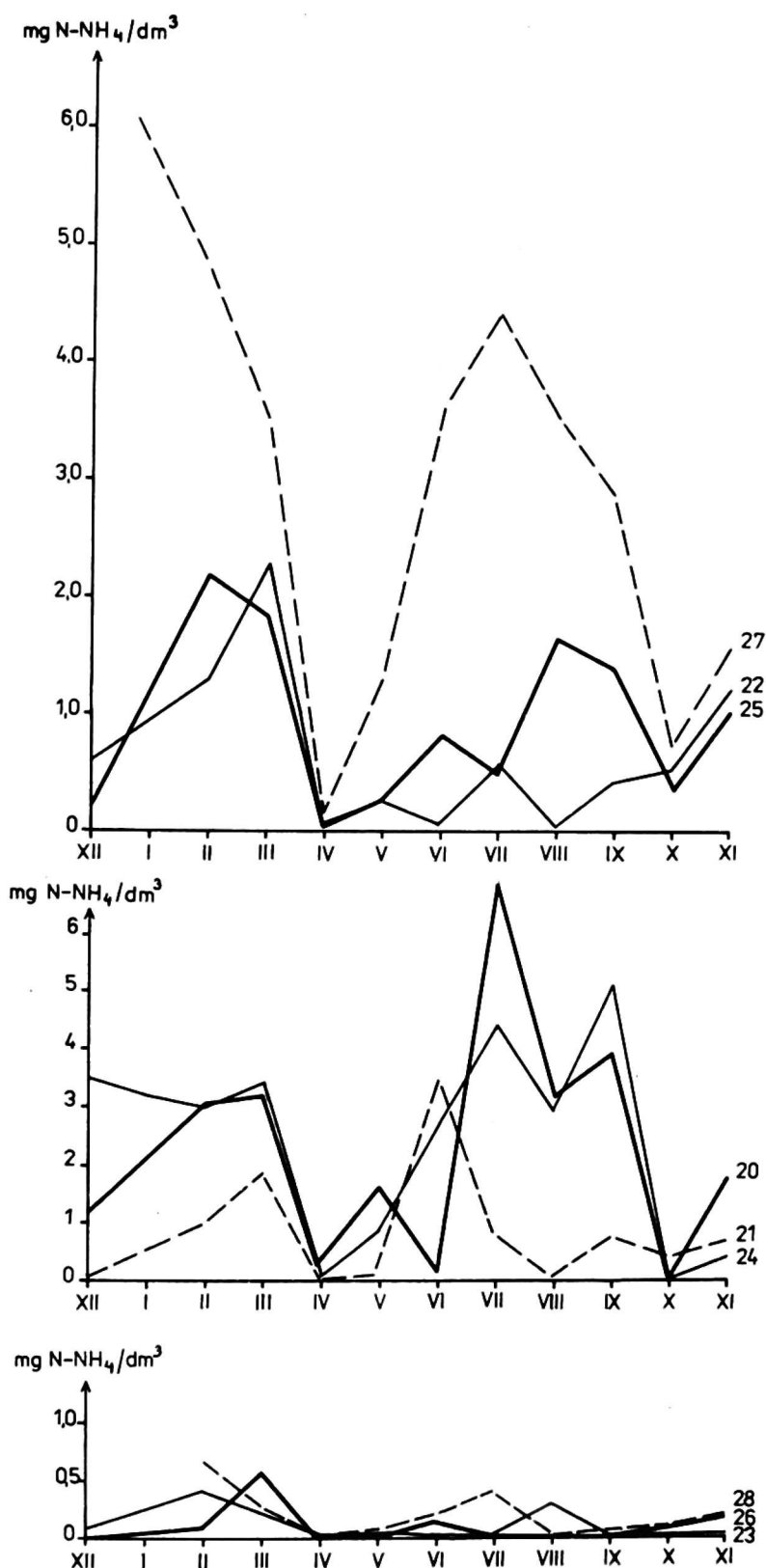
W cyklu rocznym zaznaczają się znaczne wahania zawartości azotu amonowego (ryc. 4). Maksimum stężeń osiągane jest głównie w okresie zimy (luty) i lata, co należy łączyć ze zwiększonym sezonowo zasilaniem wód w ten składnik, głównie drogą zanieczyszczeń ściekowych.

### AZOT AZOTYNOWY

Obecność azotu azotynowanego w wodach Wrześnicy i jej dopływów świadczy o zachodzących procesach utleniania lub redukcji.

Poziom stężenia tego składnika w wodach mieści się w przedziale 0,002-1,27 mg/dm<sup>3</sup>, przy średnim stężeniu wynoszącym 0,04-0,35 mg/dm<sup>3</sup>. Najniższe ilości azotynów (poniżej 0,1 mg/dm<sup>3</sup>) zawierają wody z terenów leśnych (punkty 21, 23, 28). Stężenia azotu azotynowego wyższe od 0,1 mg/dm<sup>3</sup> obserwuje się w wodach stanowisk 20, 24 (Mała Wrześnica) oraz 25, 27 (Wrześnica). Średnie stężenie azotynów w profilu zamykającym zlewnię (punkt 27) wynosi 0,35 mg/dm<sup>3</sup> i jest prawie 4-krotnie wyższe od koncentracji tego składnika w górnym biegu rzeki (0,09 mg/dm<sup>3</sup>).

Zwiększenie ilości azotu azotynowego w wodach świadczy o zanieczyszczeniu rzeki, zwłaszcza produktami rozkładu związków azotowych.



Ryc. 4. Wykresy zmian zawartości jonu  $\text{N-NH}_4^+$  w wodach powierzchniowych

Fig. 4. Diagram of  $\text{N-NH}_4^+$  ion content changes in surface water samples

## AZOT AZOTANOWY

Zawartość azotu azotanowego kształtuje się w granicach od 0,09 do 10,15 mg/dm<sup>3</sup>, przy stężeniach średnich wynoszących od 0,61 do 4,76 mg/dm<sup>3</sup>.

Najniższe średnie stężenia azotanów występują w wodach spływających z obszarów piasków sandorwych (punkty 21, 28). Znacznie podwyższone wartości azotanów spotyka się natomiast w wodach powierzchniowych płynących na terenach przemysłowych i rolniczych. Wzrost zawartości jonów N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> jest spowodowany zrzutem ścieków przemysłowych oraz spływem powierzchniowym azotowych substancji nawozowych wysiewanych na terenach upraw rolnych (punkty 20, 22, 24, 25, 26, 27).

Wpływ nawożenia na wzrost zawartości azotanów w wodach powierzchniowych jest szczególnie dobrze widoczny w okresie wczesnowiosennym. W okresie tym wraz z wodami roztopowymi spływają do cieków nawozy wysiane zimą na śnieg.

## UTLENIALNOŚĆ

Utlenialność wód powierzchniowych dorzecza Wrześnicy zmieniała się w okresie badań w granicach od 3,5 do 12,8 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, przy wartościach średnich mieszczących się w znacznie wyższym przedziale obejmującym zakres od 7,7 do 9,6 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

Najniższą średnią utlenialnością, będącą miarą zawartości substancji organicznych w wodach (J. Dynowski, J. Gołdyn 1973), charakteryzuje się dopływ w rejonie Gozdowa (punkt 26). W składzie jego wód przeważają związki mineralne nad organicznymi. Wody pobierane do badań w punktach 20, 21, 24, 27 cechuje zbliżony stopień utlenialności w granicach od 8,4 do 8,8 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Wzrostowi średniej utlenialności towarzyszy w tych punktach wzrost średniego zabarwienia wód. Utlenialność mierzona w punktach 22, 23, 25 jest wyższa w stosunku do pozostałych i waha się w zakresie od 9,2 do 9,6 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

Najwyższą wśród wymienionych punktów utlenialnością rzędu 8,0–12,9 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> charakteryzują się wody cieku Goranin (punkt 23). Źródłem dostawy substancji organicznych do wód tej strugi są odwadniane przez nią tereny podmokłe i lasy.

Substancje organiczne w wodach powierzchniowych pochodzą głównie z wymywania gleb i terenów podmokłych z substancji pochodzenia roślinnego. Sprzyjające warunki do spływu substancji organicznych pojawiają się zwłaszcza w okresie wiosennym i letnim (roztopy, zasilanie deszczowe). W ciekach obserwuje się wówczas wzrost utlenialności, przy czym maksimum osiągnięte jest w maju, czerwcu i sierpniu. Na wzrost utlenialności wpływają również zanieczyszczenia przemysłowe, zwłaszcza przemysłu spożywczego – gorzelnie, mleczarnie.

Spadek utlenialności zauważa się zimą i jesienią, co spowodowane jest zmniejszeniem dostawy związków organicznych do wód powierzchniowych. W okresie tym wzrasta udział dopływu gruntowego, co wiąże się głównie ze wzrostem stężeń składników mineralnych w wodach rzecznych.

## ZASADOWOŚĆ OGÓLNA

Zasadowość waha się w granicach od 1,4 do 8,3 mvali/dm<sup>3</sup>. Przeciętna zasadowość wynosi od 4,3 do 6,2 mvali/dm<sup>3</sup>. Generalnie zasadowość uzależniona jest od ilości występujących w wodzie wodorowęglanów wapnia i magnezu. Dlatego też najmniejszą zasadowość obserwuje się w ciekach prowadzących zakwaszone wody z obszarów leśnych (punkty 23, 28). W wodach tych średnia zasadowość kształtuje się w granicach 4,3–5,0 mvali/dm<sup>3</sup>.

Wyższą zasadowość w zakresie od 5,0 do 6,0 mvali/dm<sup>3</sup> osiągają wody płynące przez obszary zarówno piaszczyste jak i gliniaste użytkowane rolniczo.

## TWARDOŚĆ OGÓLNA

Twardość wód rzecznych utrzymuje się w granicach od 5,0 do 14,2 mvali/dm<sup>3</sup>, co odpowiada 14–40°n twardości.

Rzeki badanego obszaru prowadzą wody zarówno o średniej jak i znacznej twardości (10–20°n twardości), wody twarde (20–30°n twardości), i niekiedy bardzo twarde (powyżej 30°n twardości).

Dużą twardością odznaczają się wody na obszarach glin zwałowych o intensywnej uprawie rolniczej (punkty 24, 26). Największe wartości twardości wiążą się z najwyższą średnią roczną zawartością jonów wapnia i magnezu. W wodach cieków przepływających przez tereny piasków wykorzystywanych rolniczo (stanowiska 20, 22, 25) twardość nieznacznie spada, ale nadal utrzymuje się na wysokim poziomie, który pozwala zaliczyć je do wód twardych. Najniższą wartość rzędu 25°n twardości osiągają wody terenów leśnych.

## Podsumowanie

Badania fizyczno–chemiczne wód powierzchniowych dorzecza Wrześnicy, przeprowadzone w okresie od XII 1986 do XI 1987 roku, pozwoliły określić skład fizyczno–chemiczny wód rzecznych, dając jednocześnie podstawę do oceny stanu ich czystości.

Uzyskane wyniki wskazują na wyraźne zmiany przestrzenne i czasowe zachodzące w składzie chemicznym i właściwościach fizycznych wód Wrześnicy i jej dopływów. Rozkład przestrzenny oznaczonych parametrów fizyczno–chemicznych jest bardzo zróżnicowany. Odmienny skład wód posiadają cieki płynące przez obszary o niejednorodnej fizjografii, głównie różnej litologii (piaski, gliny), i sposobie użytkowania (lasy, grunty orne). Zasadnicze różnice obserwuje się w zlewniach w przewadze zalesionych i zlewniach zajętych przez uprawy rolnicze. Mniejsze zróżnicowanie w zawartości poszczególnych elementów fizyczno–chemicznych wykazują wody przepły-



wające przez obszary o podobnym sposobie użytkowania lecz odmiennej litologii (grunty orne na piaskach lub glinach).

Cieki leśne charakteryzują się podwyższoną wartością wskaźników decydujących o naturalnym zanieczyszczeniu, a więc wyższą barwą, utlenialnością, poza tym zwiększoną zawartością żelaza w wodzie. Ze względu na przewagę terenów nienawożonych (formacji leśnych) cechują się ponadto obniżonym poziomem składników mineralnych, w przeciwieństwie do wód rzecznych obszarów zajętych przez grunty orne, w których ilość zanieczyszczeń mineralnych wzrasta. W wodach rzecznych terenów rolniczych obserwuje się wysoką koncentrację jonów  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{N-NO}_3^-$ .

Zmiany koncentracji składników chemicznych wód zauważa się również w profilu podłużnym Wrześnicy. Różnice dotyczą zwłaszcza wód strefy przyźródłowej (punkt 22) i odcinka dolnego biegu rzeki (punkt 27). W strefie ujścia Wrześnicy do Warty, pojawiają się wyższe w porównaniu z górną częścią dorzecza stężenia wodorowęglanów, fosforanów, azotu amonowego i azotynów. Największy wzrost zawartości wzdłuż biegu rzeki wykazują fosforany (7-krotny wzrost w stosunku do górnej partii dorzecza) i azot amonowy (wzrost 5-krotny). Spowodowane jest to przede wszystkim dopływem zanieczyszczeń. Wody w górnym biegu Wrześnicy mają charakter bardziej zbliżony do naturalnego niż wody pozostałych odcinków rzeki, narażone w większym stopniu na dopływy ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych.

Potwierdzeniem powyższych wniosków jest ocena stanu czystości wód Wrześnicy. Wysoki stopień zanieczyszczenia wód zaznacza się szczególnie wyraźnie poniżej Wrześni. Składnikami decydującymi o niskiej jakości wód są fosforany, chlorki, niekiedy również azot amonowy i tlen rozpuszczony.

W przebiegu rocznym obserwuje się zmienność właściwości fizykochemicznych wywołaną współdziałaniem procesów wzbogacających jak i zużajających wodę w substancje rozpuszczone. Dopływ składników do wód następuje drogą zasilania podziemnego, spływem powierzchniowym zanieczyszczeń, wodami opadowymi oraz poprzez bezpośredni zrzut ścieków.

Rozcieńczająca rola wód pochodzących z zasilania śnieżnego (okres odwilży i roztopów) oraz deszczowego (okres późnowiosenny, letni, jesienny) maskowana jest napływem do cieków substancji nawozowych wymywanych z pól. Dotyczy to zwłaszcza azotanowej formy azotu, wapnia i magnezu. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym interpretację wyników, a szczególnie określenie związku między składem chemicznym wód a litologią terenu jest nieuporządkowana gospodarka ściekowa.

W podsumowaniu można stwierdzić, że wody Wrześnicy i jej dopływów posiadają skład fizyczno-chemiczny przekształcony w dużym stopniu antropogenicznie oraz, że uzyskany obraz zmian tego składu jest wyłącznie adekwatny do obszaru i czasu badań.

Instytut Geografii Fizycznej  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza  
Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej

## LITERATURA

- B a r t k o w s k i T., 1970: *Wielkopolska i środkowe Nadodrze*. PWN, Warszawa.
- B a r t o s z e w i c z A., 1979: *Zasolenie wód glebowo-gruntowych Wielkopolski oraz jego związek z warunkami glebowymi i intensyfikacją nawożenia*. Roczn. AR Poznań, Rozpr. Nauk. z. 19.
- D y n o w s k i J., G o ł d y n J., 1973: *Analiza chemiczna wód. Skrypt dla geografów*. Kraków.
- K a n i e c k i A., 1982: *Pojemność retencyjna i zmienność zasobów wodnych małej zlewni nizinnej na przykładzie dorzecza Wrześnicy*. Ser. Geogr. nr 26, UAM Poznań.
- K r y g o w s k i B., 1967: *Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej, cz. I, Geomorfologia*. PTPN, Pr. Wydz. Mat.-Przr., Poznań.
- R o t n i c k i K., 1963: *Zagadnienie zasięgu stadiatu leszczyńskiego i poznańskiego w południowo-wschodniej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej*. Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., t. XI, Poznań.
- S t a n g e n b e r g M., 1958: *Ogólny pogląd na skład chemiczny wód rzecznych Polski*. Pol. Archiw. Hydrobiol. 4 (17).

## PHYSICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF SURFACE WATERS IN THE WRZEŚNICA DRAINAGE BASIN

### Summary

Samples of water from the Wrześnica River and its tributaries have been analysed through an annual research cycle. Points of sampling were located in partial drainage areas which differ from each other by phziographic conditions and degree of land utilization. Larger content of organic substances and general iron in waters of forest streams in comparison with agricultural areas streams has been found in this study. River water samples from agricultural areas contain higher amount of ions of calcium, magnesium, chlorides, nitrite nitrogen and phosphates. Differences in chemical

composition of water consed by varied land use of areas under consideration were concealed by local sites of municipal sewages and industrial wastes. The composition of the water samples has been dependent on dominant type of alimentation (surface, subsurface and underground flow).

Section of Hydrology and Water Managment  
Institute of Physical Geography  
Adam Mickiewicz University in Poznań