

POZNAN 1997

CZĘŚĆ II

19

# MELIORACJE I INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



ROZCNKI  
AKADEMII ROLNICZEJ  
W POZNANIU  
CCXCIV

ANTONI MILER, SADŻIDE MURAT-BŁAŻEJEWSKA

## WPLYW ROLNICTWA NA JAKOŚĆ WÓD W ZLEWNI STRUGI DORMOWSKIEJ

*Z Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska  
Akademii Rolniczej w Poznaniu*

**ABSTRACT.** In the work results of the 10-years monitoring surface waters in the Struga Dormowska river catchment to gauge station Gorzyń were presented. The time series, trends and seasonal variability of water quality indexes in the river water were described. In spite of relatively high percentage of arable lands in the catchment (65%), water quality in the river water remained high during the whole study period without any significant trends indicating degradation.

**Key words:** hydrology, river catchments, water quality

### Wstęp

W Polsce do terenów o największych deficytach wody należy Wielkopolska (Woś 1989, Miler 1994, Kowalczak i in. 1997). Badania nad szczegółowym rozpoznaniem i ewentualną prognozą ilości i jakości wód powierzchniowych mają w tym regionie bardzo ważne znaczenie nie tylko poznawcze, ale i użytkowe.

W niniejszej pracy przedstawiono wybrane wyniki z wieloletnich badań m.in. nad jakością wód w zlewni Strugi Dormowskiej, zlewni reprezentatywnej dla Wielkopolski.

## Metodyka badań i materiały

Kompleksowe badania terenowe będące podstawą niniejszej pracy prowadzono w okresie 10 lat (1986-1995) w małej zlewni Strugi Dormowskiej do przekroju Gorzyń (44,5 km<sup>2</sup>), położonej w północno-zachodniej części Pojezierza Wielkopolskiego, w okolicy Międzychodu – województwo gorzowskie.

Cieki są szczególnie przydatne do badania długookresowych zmian jakości wody. Ich zlewnie charakteryzują się wysoką jeziornością, występujące bowiem w tym przypadku znaczne wyrównanie przepływów wody i koncentracji zanieczyszczeń, umożliwia mniejszą częstotliwość pobierania do analiz próbek wody (Muratowa i Miler 1993). Objęta badaniami zlewnia Strugi Dormowskiej, oprócz znacznej jeziorności (ok. 2% pow. zlewni zajmują wody stojące – m.in. 5 jezior, 3 kompleksy stawów rybnych), ma pozostałe parametry fizyczno-geograficzne zbliżone do innych zlewni Wielkopolski: średni spadek powierzchni 10,6‰, gęstość sieci rzecznej 0,6 km/km<sup>2</sup>, zalesienie 23,6% oraz 76% gleb słabo gliniastych. Liczne zbiorniki wodne mają na tyle znaczącą zdolność retencyjną, iż skutecznie chronią przed szkodliwymi skutkami zarówno nadmiarów, jak i niedoborów wody, a jednocześnie nieco zmniejszają odpływ (średni odpływ jednostkowy w badanym dziesięcioleciu wynosił 2,09 l/s-km<sup>2</sup>, a współczynnik odpływu 0,13). Dodatkową zaletą tych zbiorników – szczególnie docenianą w ostatnim okresie – jest samoczyszczanie się przepływającej przez nie wody (Murat-Błażejewska i Miler 1996).

Grunty orne w badanej zlewni zajmują 65,1% powierzchni (2897 ha). Udział procentowy powierzchni upraw wynosił średnio w badanym okresie: zboża 89% (pszenica, żyto, jęczmień, owies, pszenżyto, mieszanki zbożowe), ziemniaki 10%, buraki cukrowe, rzepak i warzywa 1%. Średnie plony zbóż (1986-1995) wynosiły 25,3 q/ha, a w bardzo suchym 1992 roku zaledwie 11,1 q/ha. Na użytkach rolnych stosowano średnio 302,9 kg NPK/ha rocznie.

Ocena warunków meteorologicznych przeprowadzona na podstawie rozkładów prawdopodobieństwa sum rocznych opadów atmosferycznych (rozkład Pearsona III typu) oraz średnich rocznych temperatur powietrza (rozkład normalny) wykazała, iż badany okres można traktować jako reprezentatywny, występowały bowiem lata suche (1989, 1991, 1992), średnie (1986, 1990, 1993, 1995) i mokre (1987, 1988, 1994) (Murat-Błażejewska i Miler 1996).

W ramach badań wykonywano m.in. obserwacje i pomiary hydro-meteorologiczne oraz pobierano próbki wody z cieku i wód stojących. Fizykochemiczne analizy wód obejmowały oznaczenia 20 wskaźników i składników charakteryzujących właściwości fizyczne (pH, temperatura), warunki tlenowe (zawartość tlenu), stężenia substancji organicznych (BZT<sub>5</sub>, sucha pozostałość), obecność biogenów (związki azotu i fosforu) oraz skład mineralny (zawartość Ca, Mg, Na, K, Fe, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>). Podstawą do określania właściwości fizykochemicznych wód Strugi Dormowskiej były próbki wody pobierane średnio raz w miesiącu w 6 miejscach charakterystycznych wzdłuż cieku i w zbiornikach wodnych. Analizy wody wyko-



nywano zgodnie z „Wykazem norm z zakresu analityki wody i ścieków” (1993).  
Oznaczano:

- zawartość tlenu rozpuszczonego – metodą Winklera,
- BZT<sub>5</sub> (biochemiczne zapotrzebowanie na tlen) – bez rozcieńczania próbki i metodą rozcieńczeń,
- ChZT (utlenialność) – metoda nadmanganianowa,
- suchą pozostałość – według PN-78/C-04541,
- azot amonowy – metodą kolorymetryczną z kwasem indofenolowym,
- azot (III), tzw. azotynowy – metodą kolorymetryczną z kwasem sulfanilowym i l-naftyloaminą,
- azot (V), tzw. azotanowy – metodą kolorymetryczną z p.-fluorofenolem,
- ortofosforany – kolorymetrycznie metodą molibdenową z chlorkiem cynawym jako reduktorem,
- żelazo – metodą ilościową z zastosowaniem testu kolorymetrycznego,
- twardość ogólną, wapń i magnez – metodą wersenianową,
- siarczany – metodą wagową,
- chlorki – metodą argentometrycznego miareczkowania,
- sód i potas – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej.

Do charakterystyki stanu czystości wód Strugi Dormowskiej wykorzystano głównie wyniki analiz próbek wody pobranych w przekroju Gorzyń. Podstawą oceny jakości badanych wód było Rozporządzenie... (1991) dotyczące dopuszczalnych wielkości zanieczyszczeń śródlądowych wód powierzchniowych. Inwentaryzację zanieczyszczeń obszarowych, związanych z rolnictwem, przeprowadzono na podstawie wizji lokalnych w terenie i dokumentacji Urzędu Gminnego w Międzychodzie.

## Wyniki badań i dyskusja

Wody Strugi Dormowskiej charakteryzowały się naturalnym, lekko alkalicznym odczynem (pH 7,2-8,5). Wartości średnie roczne niektórych wskaźników zmieniły się istotnie wzdłuż biegu rzeki: zawartość tlenu rozpuszczonego (z 10,3 do 8,0 mg O<sub>2</sub>/l), sucha pozostałość (z 343 do 388 mg/l) i wapń (z 72,7 do 94,0 mg Ca/l). Wahania zawartości substancji organicznych w rozpatrywanym okresie były niewielkie (CHZT<sub>Mn</sub> 4,0-14,2 mg O<sub>2</sub>/l), a tuż za stawami rybnymi od niskiej wartości 7,0 na wiosnę do wysokiej 32,5 mg O<sub>2</sub>/l w miesiącach jesienno-zimowych. Badane wody zawierały substancje biogenne w dość niskich stężeniach. Na przykład średnie stężenie azotu amonowego wahało się w granicach 0,2-0,4 mg NH<sub>4</sub>/l, azotu azotanowego 0,1-0,3 mg NO<sub>3</sub>/l, a fosforanów 0,1-0,2 mg PO<sub>4</sub>/l. Istotny wpływ na taki stan rzeczy mogą mieć naturalne bariery (jeziora, stawy rybne i zbiorniki retencyjne oraz lasy i zadrzewienia wzdłuż cieków) charakteryzujące się dużą chłonnością biogenów (Bartoszewicz 1994). Spośród składników występujących

w formie kationowej w wodach Strugi Dormowskiej zdecydowanie dominował wapń i magnez (63% i 21% sumy kationów). Średni poziom stężenia wapnia zmieniał się wzdłuż cieku (73-94 mg Ca/l). Na podstawie rezultatów badań można stwierdzić, że badane wody odpowiadają normom I i II klasy czystości, sporadycznie przechodząc do III klasy i poza nią. Wyniki te potwierdzają wnioski z przeprowadzonej inwentaryzacji zanieczyszczeń w badanej zlewni, że wody Strugi Dormowskiej nie są narażone na dopływy zanieczyszczeń komunalnych czy przemysłowych.

Koncentracja wskaźników zanieczyszczeń w wodach Strugi Dormowskiej wykazywała pewną cykliczność roczną z nakładającymi się trendami czasowymi i „szumem losowym” (ryc. 1 i 2). Podjęta analiza trendów czasowych w zmianach składu i stanu zanieczyszczeń oraz przepływu i temperatur wody wykazała, iż dla niektórych parametrów (BZT<sub>5</sub>, sucha pozostałość, odczyn, siarczan, chlorki i przepływ) istnieją statystycznie istotne (na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  przy liczności próby  $N = 122$ ) niestacjonarności. Analiza trendów polegała na testowaniu hipotez o zerowym nachyleniu prostych regresji, wyrażających zmiany parametrów w czasie. Metodę tę polecają m.in. McBean i Rovers (1984).

Parametry (21) określające jakość wód (ich odpowiednie stężenia), wielkości przepływów oraz temperatury wody w cieku Struga Dormowska były formalnie w 58 przypadkach na 210 możliwych istotnie ze sobą skorelowane ( $\alpha = 0,05$ ;  $N = 122$ ). Uzyskane jednak współczynniki korelacji są generalnie bezwzględnie małe – tylko w 9 przypadkach  $\geq 0,5$ .

Ustalenie zależności pomiędzy stężeniami poszczególnych składników a natężeniami przepływu wody jest istotne dla identyfikacji źródeł pochodzenia tych składników oraz prognozowania stanu czystości wód. Istotne statystycznie korelacje z przepływem wykazywały: temperatura wody (-0,53), tlen rozpuszczony (+0,43), sucha pozostałość (+0,20), azot azotanowy (+0,37), fosforany (-0,30), twardość (+0,26), wapń (+0,25), siarczan (+0,53). Jednakże na przykład wpływ temperatury wody na stężenia składników był podobnego rzędu co wpływ przepływu. Zmniejszanie się stężenia azotanów w wodzie w okresie letnim (wyższe temperatury) należy wiązać z sorpcją biologiczną przez rośliny zarówno w zlewni, jak i w cieku oraz w stawach. Wapń ulegał najprawdopodobniej wytrącaniu wskutek poboru CO<sub>2</sub> przez rośliny w procesie fotosyntezy. Objawiało się to nie tylko spadkiem stężenia jonów Ca<sup>+2</sup>, ale także pokrywaniem powierzchni podwodnych części roślin kremowym nalotem kredy jeziornej (CaCO<sub>3</sub>). Wzrost stężenia fosforanów przy spadku stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie może wynikać z uwalniania się tych rozpuszczalnych związków fosforu w warunkach anaerobowych, szczególnie w strefie przydennej. Poprawa warunków tlenowych w toni stawu sprzyjała zapewne utlenianiu zredukowanych związków siarki (H<sub>2</sub>S z anaerobowej strefy przydennej) do siarczanów, co powodowało wzrost ich stężenia w badanej wodzie. Drugim czynnikiem wywołującym ten sam skutek był wzrost natężenia przepływu w cieku. Zwiększone prędkości przepływu wody uruchamiały niewątpliwie gnijące osady dennie, a wydzielający się z nich siarkowodór był utleniany do siarczanów. Zwiększone stężenia siarczanów w miarę wzrostu przepływów mogą świadczyć również o dopływie zanieczyszczeń obszarowych (z opadów atmosferycznych oraz ob-

szarów użytkowanych rolniczo), przy zwiększonych przepływach. Wzrost odczynu pH i zawartości w niej jonów wapnia do 1989 roku, a następnie po 1994 roku można tłumaczyć wpływem wapnowania gleb w zlewni, które było wyraźnie mniejsze w latach 1990-1993 niż w pozostałym okresie badań.

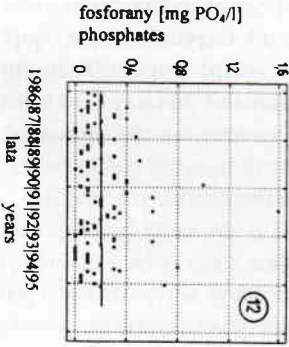
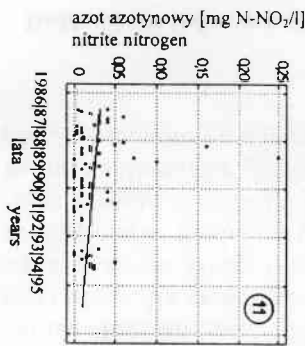
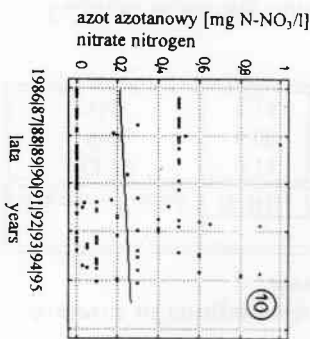
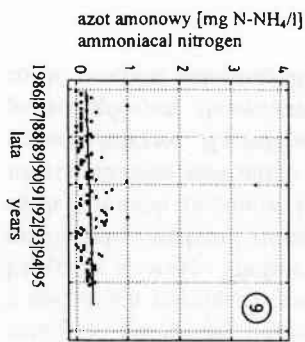
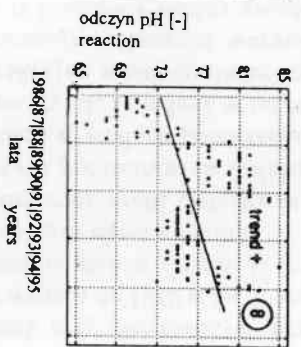
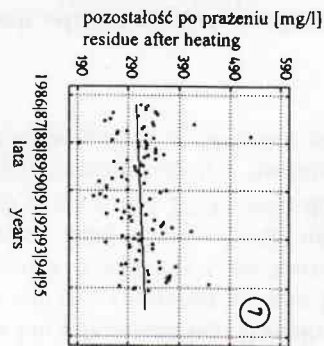
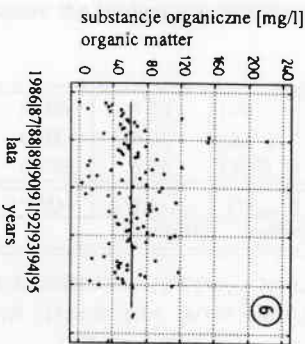
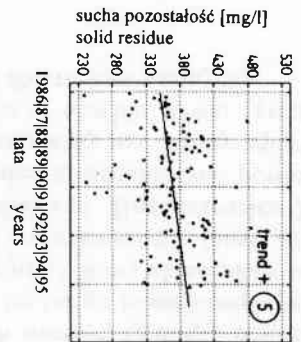
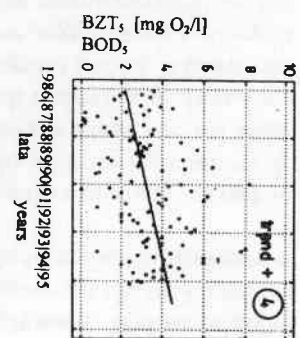
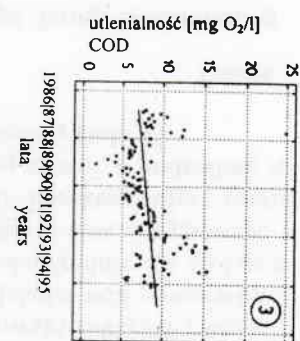
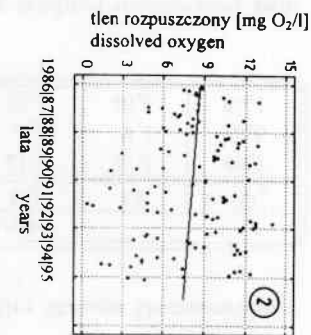
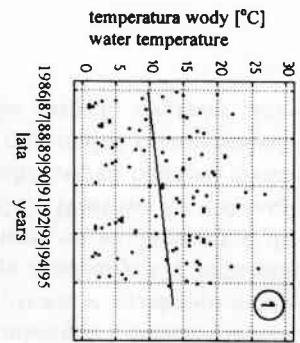
Woda przemieszczająca się przez profil glebowy umożliwia migrację związków chemicznych do wód gruntowych potamicznych, a dalej do wód powierzchniowych. Gromadzenie się zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych może być też związane ze spływami powierzchniowymi. Te jednak w terenach nizinnych mają znaczenie drugorzędne. Silnie interakcyjne współdziałanie topografii terenu, właściwości gleb (w tym warstwy próchnicznej), roślinności, warunków pogodowych i zabiegów agrotechnicznych powoduje, iż transport wodny związków chemicznych może być bardzo długi, np. rzędu kilku lub kilkunastu lat (Ryszkowski 1992). W związku z powyższym dla oszacowania wpływu rolnictwa na stan jakości wód powierzchniowych w zlewni Strugi Dormowskiej wykorzystano wartości średnie dla badanego dziesięciolecia. Średnio w okresie 1986-1995 na użytki rolne w zlewni wysiewano w ciągu jednego roku 302,9 kg/ha nawozów NPK. Wyniki charakteryzujące roczne ładunki składników (kg/ha) odprowadzanych z badanej zlewni z podziałem na półrocze zimowe i letnie przedstawiono w zestawieniu poniżej (tab. 1).

Tabela 1

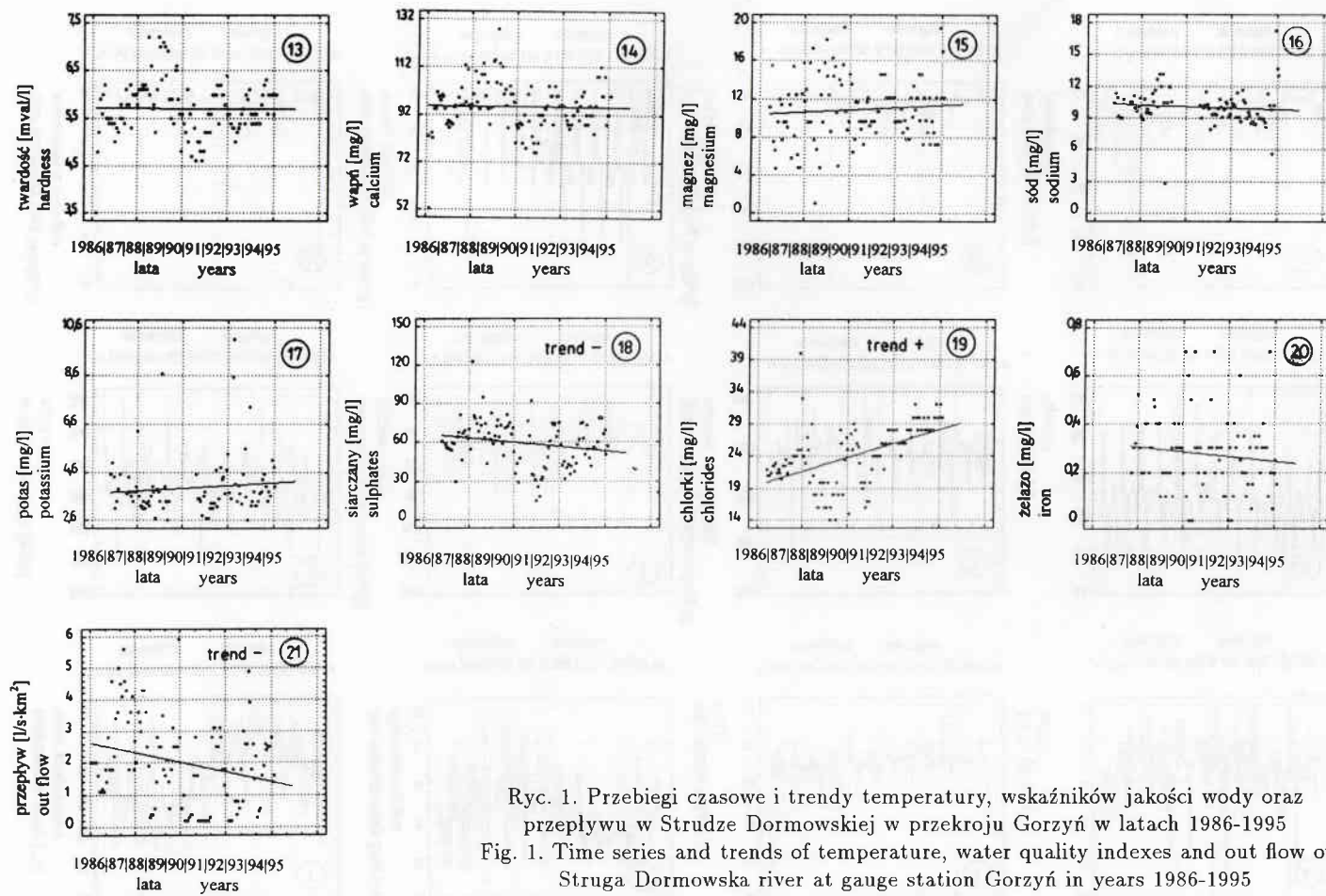
Ilość składników w wodach odpływających ze zlewni Strugi Dormowskiej  
( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ )  
Amount of components in streamflow from small the Struga Dormowska  
river catchment ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$ )

| Okres - Period | Składniki - Components |                   |                                 |                  |      |      |                                 |
|----------------|------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------|------|------|---------------------------------|
|                | N-NH <sub>4</sub>      | N-NO <sub>3</sub> | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg   | Cl   | S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |
| XI-IV          | 0,11                   | 0,048             | 0,16                            | 138,5            | 14,9 | 32,5 | 69,9                            |
| V-X            | 0,05                   | 0,04              | 0,06                            | 31,2             | 3,2  | 8,1  | 20,5                            |
| XI-X           | 0,16                   | 0,088             | 0,22                            | 169,7            | 18,1 | 40,6 | 90,4                            |

Ładunki te zostały obliczone na podstawie iloczynów średniej miesięcznej koncentracji, obliczonej z trzech wartości (jednej z danego miesiąca i dwóch wartości z sąsiednich miesięcy) oraz średniego miesięcznego przepływu w przekroju zamykającym zlewnię. Średnie roczne ilości składników odprowadzanych z jednostki powierzchni badanej zlewni - użytkowanej rolniczo są niższe od analogicznych danych z innych regionów Polski (np. Bartoszewicz 1994). Wartości te wskazują na stosunkowo niewielkie zanieczyszczanie wód powierzchniowych badanej zlewni przez rolnictwo. Na taki stan rzeczy ma istotny wpływ optymalne rozmieszczenie poszczególnych ekosystemów w obrębie zlewni (gruntów ornych, użytków zielonych, terenów zalesionych i zbiorników wodnych).

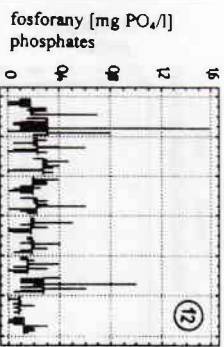
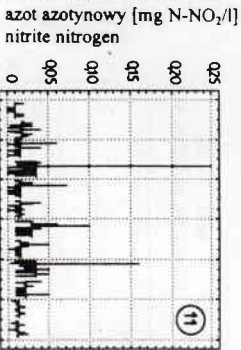
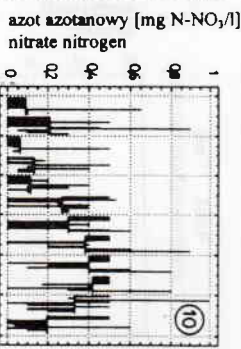
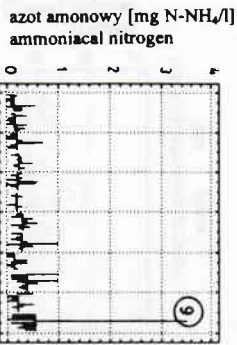
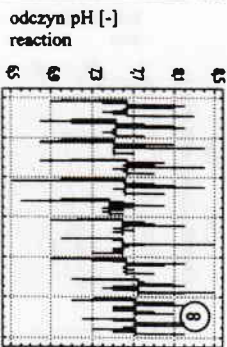
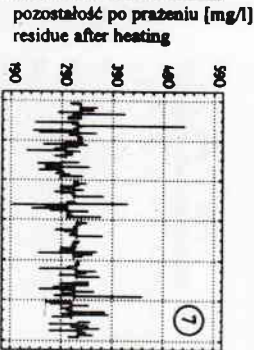
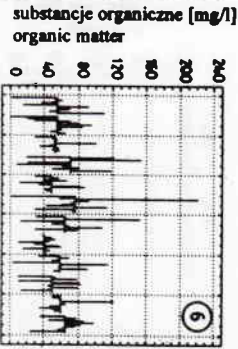
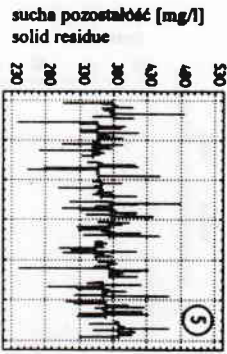
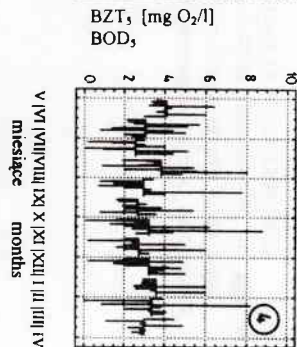
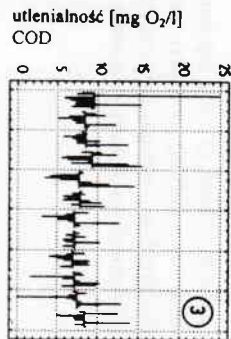
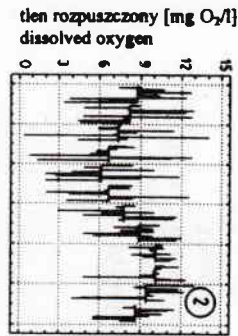
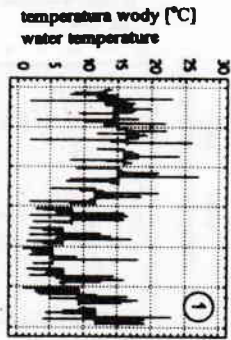


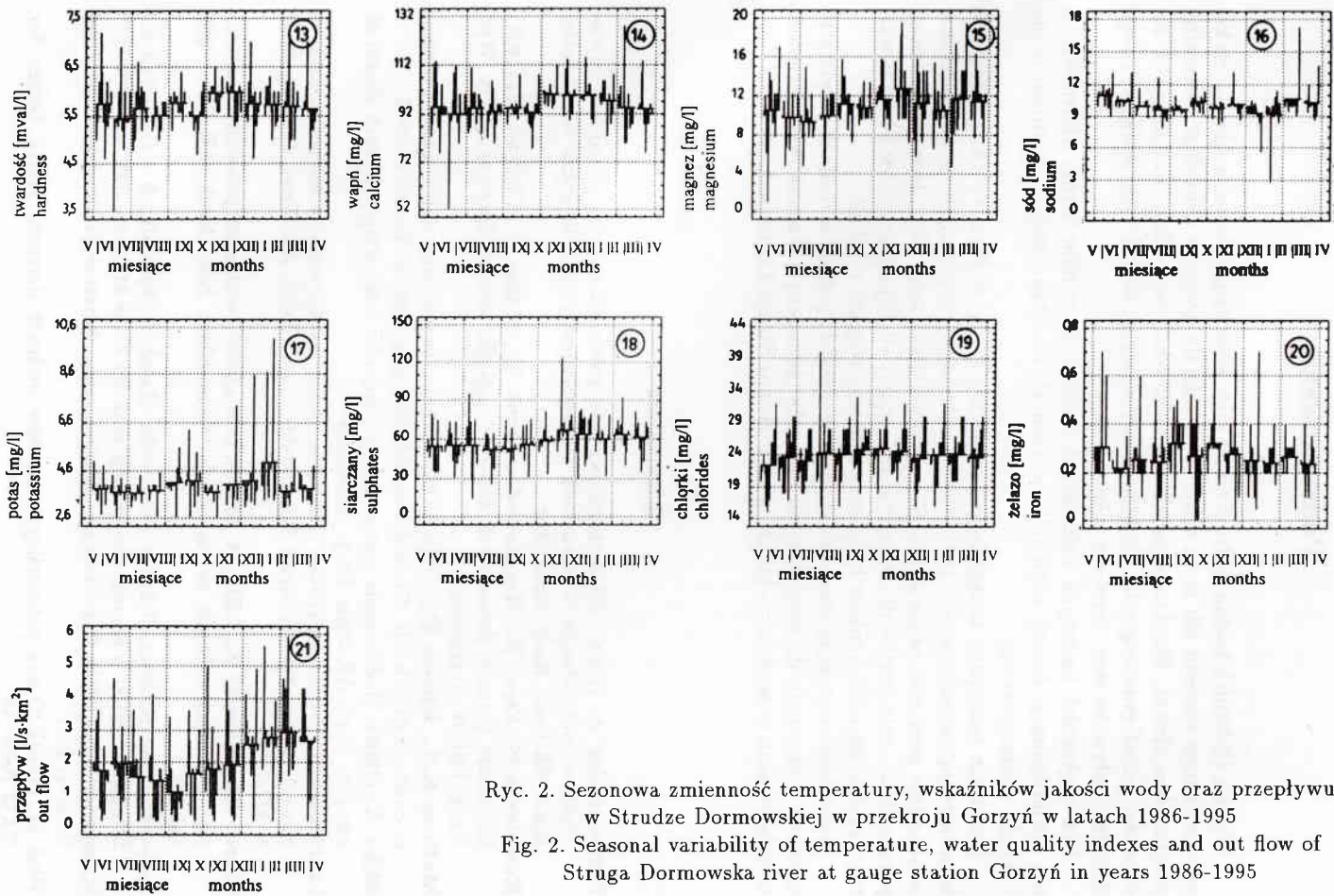




Ryc. 1. Przebiegi czasowe i trendy temperatury, wskaźników jakości wody oraz przepływu w Strudze Dormowskiej w przekroju Gorzyń w latach 1986-1995  
 Fig. 1. Time series and trends of temperature, water quality indexes and out flow of Struga Dormowska river at gauge station Gorzyń in years 1986-1995







Ryc. 2. Sezonowa zmienność temperatury, wskaźników jakości wody oraz przepływu w Strudze Dormowskiej w przekroju Gorzyń w latach 1986-1995  
 Fig. 2. Seasonal variability of temperature, water quality indexes and out flow of Struga Dormowska river at gauge station Gorzyń in years 1986-1995

### Podsumowanie

Wyniki 10-letnich badań hydrochemicznych wód Strugi Dormowskiej nie wykazały istotnego wzrostu ich twardości mimo 65% udziału gruntów ornych w całkowitej powierzchni zlewni. Struktura użytkowania zlewni (szczególnie porośniętych roślinnością stref graniczących z ciekami) oraz znaczny udział wód stojących mają dodatni wpływ na stan czystości wód w cieku.

Dla większości badanych wskaźników jakości w wodzie Strugi Dormowskiej nie stwierdzono w latach 1986-1995 wyraźnych trendów czasowych zmian stanu i składu zanieczyszczeń.

Korelacje pomiędzy natężeniem przepływu wody w Strudze Dormowskiej a koncentracją zanieczyszczeń były dla 8 analizowanych parametrów statystycznie istotne (na poziomie istotności 0,05 przy liczebności serii 122). Jedynie w dwóch przypadkach, mianowicie dla temperatury wody (-0,53) i siarczanów (+0,53) wartości tychże współczynników były bezwzględnie większe od 0,50.

Stosunkowo niewielkie ładunki azotu, fosforanów i potasu w wodach powierzchniowych w stosunku do wysiewanych nawozów, świadczą o stosunkowo niewielkim oddziaływaniu rolnictwa na jakość wód w zlewni Strugi Dormowskiej.

### Literatura

- Bartoszewicz A.** (1994): Skład chemiczny wód powierzchniowych zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo w warunkach glebowo-klimatycznych Równiny Kościańskiej. *Rocz. AR Pozn. Rozp. Nauk.* 250.
- Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Mager P., Pietras W.** (1997): Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji dla obszaru dorzecza Warty. *Wyd. Nauk. IMGW, Warszawa.*
- McBean E.A., Rovers F.A.** (1984): Alternatives for assessing significance of changes in concentration levels. *Ground Water Monitoring Review.* Summer: 39-41.
- Miler A.** (1994): Modelowanie matematyczne zdolności retencyjnych małych zlewni nizinnych. *Rocz. AR Pozn. Rozp. Nauk.* 258.
- Muratowa S., Miler A.** (1993): Tendencje zmian jakości wody w małych ciekach nizinnych na przykładzie Strugi Dormowskiej. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 232, Inż. Środ. 3: 277-285.
- Murat-Błażejewska S., Miler A.** (1996): Ilość i jakość wód retencjonowanych w jeziorach i stawach rybnych zlewni Strugi Dormowskiej. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 289: 143-154.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód. *Dz.U.* nr 116, poz. 503.
- Ryszkowski L.** (1992): Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. *Post. Nauk Roln.* 4: 3-14.
- Woś D.** (1989): Ocena potencjalnych zasobów wodnych dorzecza Warty. *Geogr. Ser. UAM Pozn.* 46.