



You have downloaded a document from  
**RE-BUŚ**  
repository of the University of Silesia in Katowice

**Title:** Antropogeniczne zmiany odpływu rzecznoego w zlewni Rudy

**Author:** Damian Absalon

**Citation style:** Absalon Damian. (1998). Antropogeniczne zmiany odpływu rzecznoego w zlewni Rudy. Katowice : Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego



Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych Polska - Licencja ta zezwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach niekomercyjnych oraz pod warunkiem zachowania go w oryginalnej postaci (nie tworzenia utworów zależnych).



UNIwersytet ŚLĄSKI  
W KATOWICACH



Biblioteka  
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

**Damian Absalon**

# **Antropogeniczne zmiany odpływu rzecznego w zlewni Rudy**



Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego  
Katowice 1998





**Antropogeniczne zmiany  
odpływu rzecznego  
w zlewni Rudy**

**Prace Naukowe  
Uniwersytetu Śląskiego  
w Katowicach  
nr 1732**

Damian Absalon

# Antropogeniczne zmiany odpływu rzecznego w zlewni Rudy



Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego  
Katowice 1998



**Redaktor serii: Nauki o Ziemi  
ANDRZEJ T. JANKOWSKI**

**Recenzent  
JAN DRWAL**

**Publikacja została dofinansowana  
przez Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Rybnik  
i Urząd Miasta Żory**

## Spis treści

<b>1. Wprowadzenie</b>	7
1.1. Cele i zakres pracy	10
1.2. Metody badań	12
1.2.1. Metody oceny zmian ilościowych odpływu rzeczno-	12
1.2.2. Metody oceny zmian jakości wody	16
1.2.3. Metody opracowania cyfrowej mapy hydrograficznej zlewni Rudy	17
<b>2. Charakterystyka fizycznogeograficzna obszaru badań</b>	19
2.1. Położenie, obszar i granice	19
2.2. Budowa geologiczna i rzeźba terenu	21
2.3. Warunki klimatyczne	25
2.4. Wody powierzchniowe	26
2.5. Wody podziemne	29
2.6. Gleby i użytkowanie terenu	32
2.7. Historyczne uwarunkowania antropogenicznych przeobrażeń terenu	34
<b>3. Charakterystyka głównych elementów hydrometeorologicznych w zlewni Rudy</b>	42
3.1. Opady atmosferyczne	42
3.2. Przepływy charakterystyczne i wybrane charakterystyki odpływu	47
<b>4. Antropogeniczne przeobrażenia elementów wpływających na kształtowanie się odpływu w zlewni Rudy</b>	56
4.1. Przeobrażenia powierzchni ziemi	56
4.2. Przeobrażenia koryt rzecznych	58
4.3. Antropogeniczne zbiorniki wodne	59
4.4. Przerzuty wody	63
4.5. Wody kopalniane	67



<b>5. Antropogeniczne zmiany odpływu i jakości wody . . . . .</b>	<b>75</b>
5.1. Zmiany odpływu rzecznoego . . . . .	75
5.1.1. Zmiany wielkości i reżimu odpływu rzecznoego . . . . .	75
5.1.1.1. Zmiany wielkości i reżimu odpływu rzecznoego Rudy spowodowane funkcjonowaniem zbiornika rybnickiego . . . . .	91
5.2. Zmiany jakości wody . . . . .	97
<b>6. Podsumowanie i wnioski . . . . .</b>	<b>122</b>
<b>7. Literatura . . . . .</b>	<b>128</b>
Summary . . . . .	137
Резюме . . . . .	139

# 1. Wprowadzenie

Naturalny charakter odpływu rzek, tak jak i „środowisko naturalne” coraz częściej stają się pojęciami abstrakcyjnymi. Obecnie człowiek w znaczący sposób wpływa na środowisko przyrodnicze, powodując uruchomienie, przyspieszenie lub spowolnienie różnych procesów fizycznogeograficznych. Poszczególne elementy środowiska są ze sobą powiązane, stąd ingerencja w którąkolwiek ze sfer powoduje skutki w innych sferach. Część tych zmian w środowisku są to zmiany zamierzone, część powstała przypadkowo niejako „przy okazji” działalności człowieka. W jednym i drugim przypadku bardzo trudno określić, o ile zmiany w środowisku są efektem bezpośredniej działalności człowieka, a o ile jest to pośrednia „odpowiedź” środowiska na ludzkie poczynania.

Ogromne znaczenie wody w życiu człowieka powoduje, że zmiany ilościowe i jakościowe zachodzące w hydrosferze są szczególnie widoczne. Problematyka oceny antropogenicznych zmian odpływu rzecznego od dawna jest obecna w literaturze hydrologicznej zarówno polskiej, jak i zagranicznej. Najczęściej analizowano wpływ różnych form gospodarczej działalności człowieka na zmiany w obiegu wody i jej jakość (Hojda, 1974; Šiklomanov, 1979; Jankowski, 1980, 1984b; Mikulski, 1982; Mikulski, Nowicka, 1982; Wilgat, 1983, 1984a i b, 1991; Lenart, 1984; Leonov, 1986; Paślawski, 1986; Czaja, 1988b; Absalon, Pełka, 1992; Kaniecki, 1995d). Intensywne procesy urbanizacyjne powodujące konieczność przerzutów wody wpływają zarówno na wielkość (Czaja, 1987; Jankowski, 1988a; Hołda, Ośródka, 1989; Hojda, 1990; Hołda, Wojtylak, 1991; Michalczyk, 1995), jak i reżim odpływu (Uchnast, 1979; Czaja, 1988a; Czaja, Jankowski, 1989; Łoś, Michalczyk, 1994). Na rosnący udział wód obcych (w tym kopalnianych) w przepływach rzek województwa katowickiego

wskazywali między innymi: W. Drobek (1984), A. T. Jankowski (1984a), J. Włodarczyk i L. Ośródką (1988), S. Czaja i A. T. Jankowski (1991, 1992) oraz D. Absalon i M. Wac (1992). Problemy wpływu działalności górniczej na zmiany stosunków wodnych były również przedmiotem prac hydrogeologów i pojawiały się między innymi w opracowaniach: M. Rogoża, A. Rózkowskiego i Z. Wilka (1987), a także M. Rogoża, B. Staszewskiego i Z. Wilka (1987) dotyczących obszaru górnośląskiego. Przedmiotem analiz były też zmiany sieci rzecznej (Jankowski, Trembaczowski, Wach, 1983; Absalon, 1991b; Jankowski, Oleś, 1991; Absalon, Wac, 1992). Hydrologiczne aspekty urbanizacji i sposoby ich poznania zostały zaprezentowane między innymi w pracach U. Soczyńskiej (1974), A. Dobiji (1975), Z. Rayzachera (1984) i A. Kanieckiego (1985). Syntetyczne opracowania dotyczące zmian stosunków wodnych pod wpływem urbanizowania i uprzemysławiania zawierają prace A. T. Jankowskiego (1986, 1987, 1991) odnoszące się do regionów: górnośląskiego i rybnickiego. Z kolei czeskiej części zlewni górnej Odry poświęcone są prace V. Kříža (1981) i J. Kaňoka (1992), a pograniczu polsko-czeskiemu — opracowanie D. Absalona, A. T. Jankowskiego i V. Kříža (1995). Ilościowe, jakościowe i czasoprzestrzenne zmiany w obiegu wody na obszarach zurbanizowanych zaprezentowano także między innymi w następujących pracach: *Hydrological effects...* (1974); J. W. Delleur, H. C. Torno (1983); *Human influences...* (1989), H. Massing, J. Packman, F. C. Zuidema (1990) i Z. Mikulski (1982, 1990). Znaczenie powierzchniowej sieci hydrograficznej w obrazie współczesnego miasta, a także problemy związane z ochroną zasobów wodnych na terenach miejskich podkreśla A. Kaniecki (1993, 1994, 1995a, b, c) i J. Pociask-Karteczka (1995). Istotną sprawą było opracowanie metodyki oceny wpływu antropopresji na odpływ (Dynowska, Jankowski, Soja, 1985; Mikulski, Kuprijanov, 1991). Ważnym czynnikiem w analizie zmian odpływu jest także uwzględnienie zmian klimatycznych, które są przedmiotem wielu prac klimatologów i hydrologów (Kozuchowski, 1985 i 1988; Czaja, Radosz, 1989; Jokiel, Kozuchowski, 1989; Jeż, Jokiel, Kozuchowski, 1990; Kaczmarek, 1993; Bednarz, Niedźwiedź, Obrębska-Starkel, Olecki, Trepieńska, 1994). Syntezę przemian stosunków wodnych w Polsce zawiera opracowanie pod redakcją I. Dynowskiej (1993). Należy sobie również zdawać sprawę z tego, że antropopresja będzie głównym czynnikiem przekształcającym zasoby wodne w przyszłości (Kleczkowski, Mikulski, 1995).

W ostatnich latach problemy związane z degradacją środowiska wodnego naszego kraju stały się powszechnie znane. Wszyscy zdają sobie sprawę z zagrożeń, jakie występują na terenie województwa katowickiego, lecz niewiele wie o niezaprzeczalnych walorach przyrodniczych niektórych jego części. Jeden z takich obszarów, gdzie tereny silnie przeobrażone przez człowieka sąsiadują z terenami o dużych walorach środowiska, zainspirował

mnie do badań hydrologicznych. Obszarem tym jest zlewnia rzeki Rudy, prawobrzeżnego dopływu Odry. Lewobrzeżna, górna część tej zlewni podlega bardzo silnej antropopresji związanej z górnictwem węgla kamiennego oraz urbanizacją, szczególnie na terenie Żor i Rybnika (Wrona, 1975). Prawobrzeżna górna oraz cała dolna część zlewni stanowi trzon obszaru chronionego — Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”, rzeka Ruda zaś jest osią hydrograficzną całego obszaru chronionego. Fakty te skłoniły mnie do przesłedzenia zmian odpływu w tej zlewni, ich oceny ilościowej i jakościowej. Rozpoznanie warunków kształtowania się odpływu oraz identyfikacja głównych zagrożeń wód powierzchniowych w zlewni Rudy pozwoli, być może, przywrócić tę rzekę do życia, co byłoby bardzo istotnym elementem odbudowy walorów środowiska przyrodniczego badanego obszaru. Ponieważ w Polsce przeważająca część rzek prowadzi wody zanieczyszczone, nie odpowiadające żadnej klasie czystości, ważny jest każdy kilometr sieci hydrograficznej, któremu przywrócono możliwość funkcjonowania jako rzeki, z całym jej bogactwem ekosystemu i rolą, jaką odgrywa w krajobrazie. Niestety w chwili obecnej większość rzek, szczególnie na obszarach zurbanizowanych, pełni tylko funkcję kanału służącego do odprowadzania ścieków.

Antropogenizacja odpływu w zlewni Rudy, rozumiana jako uzyskanie przez ten element nowych cech i właściwości o charakterze stosunkowo stałym, wywołana działalnością ekonomiczną człowieka (antropopresją), jest spowodowana głównie przerzutami wody, urbanizacją terenu, górnictwem wglębnym, oraz budową zbiorników wodnych.

Analiza wpływu poszczególnych czynników jest bardzo trudna, a w niektórych przypadkach wręcz niemożliwa. Decyduje o tym skomplikowanie systemu zaopatrzenia w wodę pitną i przemysłową. Szczególnie system zaopatrzenia w wodę przemysłową, bazujący zarówno na źródłach lokalnych, jak i przerzutach z innych zlewni, wykazuje znaczny stopień skomplikowania, tym bardziej że woda używana do różnych celów technologicznych jest wykorzystywana kilkakrotnie. Również system odprowadzania zasolonych wód kopalnianych, które są częściowo przesyłane kolektorem „Olza” poza teren zlewni, komplikuje obraz sytuacji. Górnictwo węgla kamiennego, którego intensywny rozwój nastąpił tu dopiero w latach 60. naszego stulecia, istnieje na terenie zlewni już od XVIII wieku, z którego to okresu nie ma żadnych informacji hydrologicznych. Dlatego w pracy dokonano oceny rezultatów wpływu działalności człowieka na odpływ rzeczny na drodze analizy hydrologicznej i z użyciem różnych metod statystyczno-ilościowych oraz badając jakość wody. Starano się również wskazywać główne czynniki powodujące zmiany w hydrosferze.

Część badań przeprowadzonych w pracy wykonano w ramach projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych nr 9 S602 046 03 pt. *Tendencje zmian obiegu wody w zlewni górnej Odry po wodowskaz Koźle*, realizowanego pod kierunkiem prof. dr. hab. Andrzeja T. Jankowskiego. Znaczna część prac terenowych była współfinansowana przez Zarząd Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”.

## 1.1. Cele i zakres pracy

Głównym zamierzeniem niniejszej pracy było określenie antropogenicznych zmian odpływu rzecznoego w zlewni Rudy. Rzeka odwadnia tereny zróżnicowane pod względem gospodarczej aktywności człowieka. W zurbanizowanej i uprzemysłowionej południowej oraz wschodniej części zlewni Rudy wielkość i reżim odpływu oraz jakość wody w znacznym stopniu są uzależnione od czynników antropogenicznych, a intensywność tego oddziaływania nawiązuje do przebiegu procesów gospodarczych w zlewni.

Osiągnięcie celu było możliwe dzięki określeniu zmian: wielkości, reżimu i jakości odpływu rzecznoego. Określenie zmian wielkości i reżimu odpływu rzecznoego wymagało:

- oszacowania wielkości antropogenicznej składowej odpływu oraz tendencji jej zmian w głównych profilach wodowskazowych dysponujących odpowiednio długimi ciągami obserwacyjnymi;
- oceny zmian wielkości i reżimu odpływu, które nastąpiły w wyniku funkcjonowania zbiornika rybnickiego.

Z kolei ocena zmian jakości wody w zlewni wymagała określenia:

- źródeł zanieczyszczeń, które decydują o jakości wody w sieci hydrograficznej;
- zmian poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia wody w jak najdłuższym horyzoncie czasowym;
- jakości wody w nie kontrolowanych zlewniach dopływów Rudy.

Zmiany odpływu rzecznoego zostały przedstawione na tle zróżnicowanych warunków fizycznogeograficznych i gospodarczych zlewni. Przedstawiono także historyczne uwarunkowania zmian stosunków wodnych na terenie zlewni. Analizie poddano antropogeniczne przeobrażenia elementów, które decydują o charakterze i zaburzeniach odpływu ze zlewni, a więc: przeobrażenia powierzchni ziemi, przeobrażenia koryt rzecznych, rozwój antropogenicznych zbiorników wodnych, przebieg i wielkość przrzutów wody spoza i wewnątrz zlewni, ilość i jakość odprowadzanych wód kopalnianych.

Opracowano także charakterystykę wybranych elementów hydrometeorologicznych badanej zlewni w standardowym wieloleciu 1961—1990, którą wykonano na podstawie danych pomiarowych IMGW (odpowiednie informacje dotyczące wykorzystanych danych znajdują się w tab. 1 i 2).

Antropogeniczne zmiany wielkości i reżimu odpływu rzecznoego w badanej zlewni oceniono na podstawie analizy hydrologicznej i statystycznej ciągów pomiarowych opadów i przepływów obserwowanych w posterunkach IMGW (tab. 1 i 2).

Tabela 1

## Posterunki wodowskazowe IMGW w zlewni Rudy

Table 1

## IMGW water-gauge stations in Ruda catchment

Rzeka — profil	Powierzchnia zlewni A [km <sup>2</sup> ]	Okres badań	Uwagi
Ruda — Gotartowice	125,0	1957—1990	zlikwidowany w 1992 roku
Ruda — Ruda Kozielska	382,0	1957—1990	wykorzystano tylko w charakterystyce hydrometeorologicznej
Nacyna — Rybnik	63,6	1979—1990	
Sumina — Nędza	94,4	1958—1990	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW.

Source: The author's elaboration based on data IMGW.

Tabela 2

## Posterunki opadowe IMGW wykorzystane w badaniach

Table 2

## IMGW precipitation stations used in the research

Nazwa posterunku	Położenie			Okres badań	Uwagi
	φ	λ	H [m n.p.m.]		
Adamowice	50°08'	18°20'	240	1958—1990	wykorzystano tylko w charakterystyce hydrometeorologicznej
Królówka	50°05'	18°47'	265	1957—1990	
Popielów	50°03'	18°31'	275	1961—1990 (1891—1930)*	
Rybnik	50°06'	18°33'	245	1957—1990 (1891—1930)*	wykorzystano tylko w charakterystyce hydrometeorologicznej
Rydułtowy	50°04'	18°26'	290	1957—1990	
Stanice	50°12'	18°31'	230	1961—1990 (1891—1939)*	wykorzystano tylko w charakterystyce hydrometeorologicznej
Stanowice	50°08'	18°40'	260	1961—1990	
Zwonowice	50°09'	18°27'	255	1973—1990	wykorzystano tylko w charakterystyce hydrometeorologicznej
Żory	50°03'	18°42'	250	1957—1990 (1891—1930)*	

\* W charakterystyce hydrometeorologicznej wykorzystano również dane z lat 1891—1930, zamieszczone w publikacji W. Wiszniewskiego (1953).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW.

Source: The author's elaboration based on data IMGW.

Długość analizowanych ciągów pomiarowych jest uwarunkowana okresem prowadzonych obserwacji. Nie można było na przykład wykorzystać dłuższych ciągów pomiarowych przepływów, jeżeli w tym samym czasie nie prowadzono obserwacji opadów w zlewni. Wybrane ciągi pomiarowe przepływów wykorzystano również do analizy wpływu zbiornika rybnickiego na zmiany wielkości i reżimu odpływu rzecznej Rudy.

Charakterystykę zmian jakości wody opracowano w dwóch zakresach. Pierwszy obejmuje ocenę zmian jakości wody na podstawie analizy wybranych wskaźników zanieczyszczenia w głównych profilach Rudy i jej dopływów (Nacyny i Suminy) w okresie 1962—1995. W części tej wykorzystano dane Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska w Katowicach, które, niestety, mają spore luki niemożliwe do odtworzenia i uzupełnienia.

Drugi zakres dotyczy szczegółowej analizy jakości wody na podstawie wybranych i dostępnych do oznaczenia wskaźników zanieczyszczenia określonych w wyniku prowadzonych przez autora badań terenowych w zlewni Rudy w 1995 roku. Wykonywano badania jakości wody oraz równocześnie pomiary chwilowego natężenia przepływu w 16 zlewniach dopływów Rudy (z wyłączeniem tych profilów, które są obserwowane w sieci monitoringu państwowego).

Rezultatem badań jest także opracowanie mapy hydrograficznej (wersje: cyfrowa i analogowa) zlewni Rudy w skali 1:75 000 (mapa 1). Kartograficzna prezentacja zjawisk hydrologicznych wzbogaca i ułatwia ich interpretację, a jednocześnie stanowi dokumentację identyfikacji hydrograficznej (np. sieć obserwacyjna, punkty zrzutu ścieków, klasyfikacja jakości wody, przeobrażenia koryt rzecznych itd.).

## **1.2. Metody badań**

### **1.2.1. Metody oceny zmian ilościowych odpływu rzecznej**

W opracowaniu przedstawiono tendencje zmian opadów i odpływów oraz oszacowano wielkości odpływu spowodowanego czynnikami antropogenicznymi. Dokonano także oceny wpływu funkcjonowania zbiornika rybnickiego na zmiany wielkości i reżimu odpływu.

Tendencje zmian opadów i odpływów określono za pomocą regresji prostoliniowej, powszechnie stosowanej w klimatologii i hydrologii (H i d o r e, 1966; Stachy, 1971; Wilgat, Kowalska, 1975; Soja, 1980, 1988; J a n k o w s k i, 1986; R o t n i c k a, 1988). Obliczono równania prostych regresji postaci:

$$y = a \times t + b, \quad (1)$$

gdzie:

- $y$  — odpływ w roku  $t$ ,
- $t$  — kolejny rok ciągu obserwacyjnego oznaczony jako 1, 2, 3, ...,  $t$ ,
- $a$  — współczynnik regresji,
- $b$  — wartość stała.

Istotność otrzymanych zależności badano za pomocą testu „t”-Studenta (Gregory, 1976) na poziomie 0,1 i 0,05.

Aby określić, kiedy w badanym okresie wystąpiła zauważalna zmiana wielkości odpływu, spowodowana czynnikami antropogenicznymi, zastosowano zalecaną metodę podwójnej krzywej kumulacyjnej (Dynowska, Jankowski, Soja, 1985). W pierwszym rzędzie porównano wartości skumulowanych przepływów i opadów. Następnie w celu uniknięcia ewentualnego wpływu niejednorodności ciągów opadowych wykonano krzywe kumulacyjne odpływu. W wyniku tych operacji otrzymano dwa okresy o różnych warunkach kształtowania się odpływu.

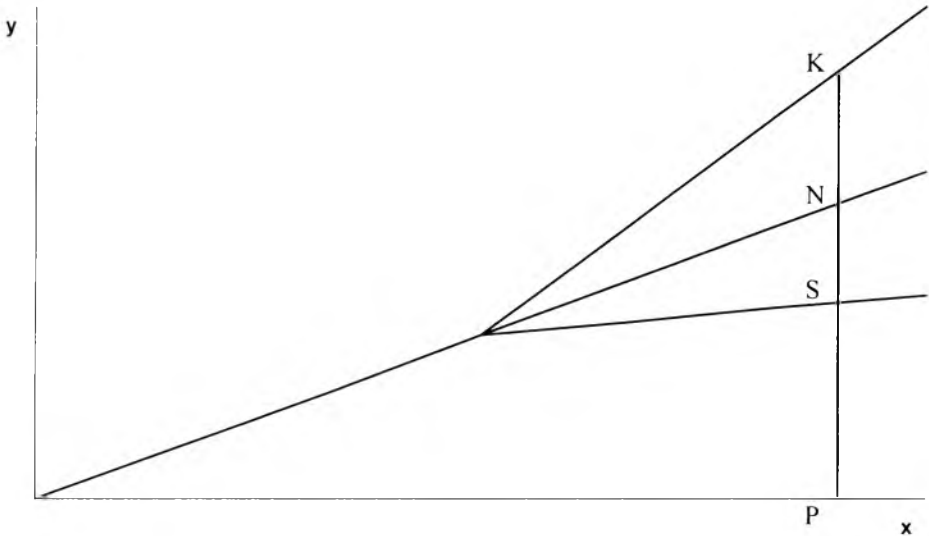
Określenie początku zauważalnych zmian w odpływie ma istotne znaczenie dla dalszego postępowania badawczego, dlatego do testowania istotności otrzymanych różnic odpływu w obu okresach zastosowano test Wilcozona (Anděl, 1978; Gondko, Zgirski, Adamska, 1994). W razie pozytywnej weryfikacji hipotezy o istotności zmian odpływu w obu okresach, pierwszy z nich przyjęto za tzw. okres kalibracji, czyli okres, w którym odpływ ze zlewni miał charakter naturalny lub quasi-naturalny, natomiast drugi to okres ewaluacji, tzn. okres, w którym odpływ wykazywał przebieg zaburzony w wyniku działalności człowieka.

Do prezentacji zmian w przebiegu odpływu i opadu w czasie wykorzystano metodę krzywej skumulowanych różnic współczynnika przepływu (K-1) I. Z. Zajcewej (1984) (Jankowski, 1988a; Absalon, 1991a; Absalon, Wac, 1992; Absalon, Leśniok, 1994). Istotą metody jest określenie średniego rocznego przepływu w okresie kalibracji, który następnie przyjmujemy jako równy jedności. Kolejnym krokiem jest obliczenie różnic (K-1) w skumulowanym szeregu przepływów i wykreślenie krzywej skumulowanych różnic wartości współczynnika przepływu. Taki sam tok postępowania stosujemy dla ciągu opadów atmosferycznych. Niedogodnością tej metody jest posługiwanie się wartościami współczynników, a nie konkretnymi wartościami przepływów, co pozwala wprawdzie zobrazować różnice w przebiegu opadów i odpływów w zlewniach, lecz nie pozwala w prosty sposób na uzyskanie konkretnych wartości składowej antropogenicznej odpływu.

Zamierzeniem autora było oszacowanie zmian wielkości odpływu spowodowanego czynnikami antropogenicznymi, dlatego kolejny krok w postępowaniu badawczym stanowiło obliczenie wielkości składowej antropogenicznej odpływu w poszczególnych latach okresu ewaluacji (w jednostkach natężenia przepływu). W tym celu zastosowano zmodyfikowaną metodę podwójnej krzywej kumulacyjnej, pozwalającą dodatkowo na eliminację wpływu zmian wielkości opadów na składową antropogeniczną odpływu (Kaňok, 1994).



Ze względu na to, że na wszystkich posterunkach opadowych w zlewni Rudy zaobserwowano spadkową tendencję wielkości opadów, w postępowaniu badawczym możemy zastosować schemat przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Schemat rozdziału krzywej kumulacyjnej przy wzroście odpływu i spadku opadów w zlewni (na podstawie: Kańok, 1993)

*KP* — odpływ rzeczywisty skumulowany, *NP* — odpływ naturalny określony na podstawie krzywej kumulacyjnej, *KN* — odpływ przeobrażony określony na podstawie krzywej kumulacyjnej, *SN* — odpływ przeobrażony wskutek zmian opadów, *SK* — odpływ przeobrażony kompleksowy

Fig. 1. Diagram of cumulative curve division according to runoff increase and precipitation decrease in a catchment (based on: Kańok, 1993)

*KP* — actual cumulative runoff, *NP* — natural runoff defined from cumulative curve, *KN* — transformed runoff defined from cumulative curve, *SN* — transformed runoff due to precipitation changes, *SK* — composite transformed runoff

Ze schematu wynikają następujące zależności, które są podstawą dalszych obliczeń:

$$SK_i = KP_i - NP_i - SN_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n), \quad (2)$$

gdzie:

$$SN_i = \frac{KN_i}{100} \times \left( K_{P_i} \div \frac{K_{Q_i}}{100} \right), \quad (3)$$

gdzie:

$$K_{P_i} = \Sigma \left( \frac{P_i}{P} + 1 \right), \quad (4)$$

$$K_{Q_i} = \Sigma \left( \frac{Q_i}{Q} + 1 \right), \quad (5)$$

gdzie:

$\frac{P_i}{P}$ ,  $\frac{Q_i}{Q}$  — współczynniki  $K_1$ ,  $K_2$ .

Po rozwiązaniu równania:

$$SK_i = KP_i - NP_i - SN_i, \quad (6)$$

przystępujemy do obliczeń stosunku  $SP_i$  do  $SK_i$ . Obliczenie wielkości odpływu naturalnego ( $Q_{ni}$ ) i odpływu przeobrażonego antropogenicznie ( $Q_{pi}$ ) odbywa się według następujących wzorów:

$$Q_{pi} = \frac{Q_{ri}}{\left(\frac{SP_i}{SK_i} + 1\right)}, \quad (7)$$

$$Q_{ni} = \frac{Q_{ri}}{\left(\frac{SP_i}{SK_i} + 1\right) \times \frac{SP_i}{SK_i}}, \quad (8)$$

gdzie:

- $Q_{ri}$  — przepływ rzeczywisty w roku  $i$ -tym,
- $Q_{ni}$  — składowa naturalna przepływu w roku  $i$ -tym,
- $Q_{pi}$  — składowa antropogeniczna przepływu w roku  $i$ -tym.

Wyniki obliczeń  $Q_p$  i  $Q_n$  przedstawiono na wykresach. (Objaśnienia symboli:  $KP$ ,  $NP$ ,  $KN$ ,  $SN$ ,  $SK$  ze wzorów (2)–(8) znajdują się w podpisie pod rys. 1).

Na zakończenie dokonano oceny tendencji zmian odpływu przeobrażonego antropogenicznie za pomocą równań wielomianowych drugiego stopnia postaci:

$$y(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2, \quad (9)$$

gdzie:

- $t$  — kolejny rok ciągu obserwacyjnego oznaczony jako 1, 2, 3, ...,  $t$ .

Istotność korelacji między rozkładem rzeczywistym a obliczonym określono za pomocą testu „ $t$ ”-Studenta na poziomie 0,01 i 0,001.

Dokonano także wstępnej oceny zmian reżimu rzecznego, wykorzystując wskaźnik sezonowości zaczerpnięty z modelu wahań w czasie (Czaja, Janowski, 1989) oraz współczynnik zmienności średnich miesięcznych przepływów.

Wskaźnik sezonowości służy do określenia zakresu wahań sezonowych. Średnie procentowe wartości wskaźników sezonowości dla poszczególnych podokresów (miesiące) obliczono według wzoru:

$$S_i = \frac{\bar{y}_i \times d}{\Sigma \bar{y}_i} \times 100, \quad (10)$$

gdzie:

- $S_i$  — wskaźnik sezonowości podokresów i cyklu rocznego (wartości średnie) [%],
- $\bar{y}$  — średnia wartość przepływu w danym podokresie [ $m^3 \times s^{-1}$ ],
- $d$  — liczba miesięcy.

Współczynnik zmienności  $C_v$  wyraża stosunek odchylenia standardowego do przepływu średniego (D y n o w s k a, T l a ł k a, 1982):

$$C_v = \frac{\delta}{\bar{Q}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum(Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}}{\bar{Q}}. \quad (11)$$

Wstępnej oceny wpływu Jeziora Rybnickiego na wielkość i reżim odpływu rzeczny dokonano, analizując przepływy charakterystyczne dla okresów przed i po wybudowaniu zbiornika. Określono także wpływ zbiornika na zmiany sezonowego przebiegu odpływu oraz przepływów ekstremalnych na podstawie analizy odpowiednich ciągów przed i po jego wybudowaniu. Przyjęto zasadę analizy dwóch ciągów o tej samej długości, a więc długość analizowanego okresu po wybudowaniu zbiornika jest taka sama, jak długość okresu przed jego powstaniem. Szczegółowej analizie poddano przede wszystkim przebiegi miesięcznych współczynników przepływu w obu okresach. Do obliczeń wpływu zbiornika na przepływy ekstremalne wykorzystano następujące wzory:

$$\frac{SNQ_{(2)}}{SNQ_{(1)}} - 1 [\%], \quad (12)$$

$$1 - \frac{SWQ_{(2)}}{SWQ_{(1)}} [\%], \quad (13)$$

gdzie:

- (1) — przepływy w okresie przed powstaniem zbiornika,
- (2) — przepływy po jego wybudowaniu.

Wzory (12) i (13) pozwalają na ocenę podwyższenia przepływów minimalnych i obniżenia przepływów maksymalnych, co najczęściej ma miejsce wtedy, gdy w zlewni są większe zbiorniki wodne.

### 1.2.2. Metody oceny zmian jakości wody

Zmiany jakości wody w ujęciu historycznym oceniono na podstawie analizy wybranych wskaźników zanieczyszczenia w charakterystycznych profilach rzeki Rudy i jej dopływów. Ponieważ materiał archiwalny ma liczne luki, niemożliwe było wykorzystanie metod statystycznych, które pozwoliłyby na całościową ocenę zmian jakości wody w zlewni Rudy. Przykładowo: określenie wskaźnika zanieczyszczenia wód  $W_z$  (Burchard, Dubaniewicz, 1981; Burchard, Hereźniak-Ciotowa, Kaca, 1990) wymaga

znajomości miana Coli, które w zlewni Rudy nie było oznaczane w całym analizowanym okresie. Niewłaściwe byłoby też posługiwanie się wskaźnikiem stwierdzonej klasy czystości, gdyż w poszczególnych okresach różna była ilość oznaczanych substancji, które stanowiły podstawę do określenia klasy czystości. Dlatego też wartości średnie roczne poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia (wybrano te, które były oznaczane przez cały analizowany okres 1962—1995) zestawiono w tabelach, a zmiany zaprezentowano na wykresach.

Zmiany jakości wody w okresie badań terenowych określono na podstawie analiz hydrochemicznych, które wykonywano w Laboratorium Naukowo-Dydaktycznym Katedr Geograficznych Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Próby do analiz jakości wody pobierano raz w miesiącu w wybranych profilach głównych dopływów Rudy. Równocześnie w profilach tych wykonywano pomiar natężenia przepływu, który pozwolił na określenie ładunku substancji odprowadzanych w danym profilu. Pomiaru natężenia przepływu dokonywano metodą pośrednią, punktową za pomocą młynka hydrometrycznego HEGA-1, produkcji polskiej, a obliczenia wykonywano metodą rachunkową (Bajkiewicz-Grabowska, Magnuszewski, Mikulski, 1993).

Pomiaru odczynu pH dokonywano metodą elektrometryczną za pomocą pH-metru mikrokomputerowego CP 315 połączonego z elektrodą zespoloną, a pomiaru przewodności elektrolitycznej właściwej metodą konduktometryczną za pomocą konduktometru mikrokomputerowego CC 315 C z elektrodą platynową (Markowicz, Pulina, 1979).

Twardość ogólną, zawartość jonów wapniowych, magnezowych, wodorowęglanowych i chlorkowych oznaczano za pomocą metod miareczkowych (Krawczyk, 1992).

Stężenia azotanów określano metodą potencjometryczną z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej (Krawczyk, 1989).

Fosforany oznaczano metodą kolorymetryczną, siarczany zaś metodą turbidymetryczną za pomocą spektrofotometru „Spekol” (Krawczyk, Opółka-Gądek, 1993).

Zawartość sodu i potasu określano metodą fotometrii płomieniowej z wykorzystaniem fotometru płomieniowego „Flapho 4”.

Na podstawie wyników analiz hydrochemicznych dokonano klasyfikacji jakości wody zgodnie z obowiązującymi normami (*Rozporządzenie...*, 1991), a wyniki zestawiono w tabelach i przedstawiono na wykresach.

### 1.2.3. Metody opracowania cyfrowej mapy hydrograficznej zlewni Rudy

We wrześniu 1995 roku wykonano hydrograficzne zdjęcie polowe, którego efektem jest mapa hydrograficzna zlewni Rudy w skali 1:75 000 (mapa 1).

Kartowanie hydrograficzne oparto na *Wytycznych technicznych K-3.4* (1985). Posiłowano się także wcześniejszymi mapami hydrograficznymi tego obszaru. Były to opracowane w układzie współrzędnych 1965 arkusze map w skali 1:50 000: 530.2 *Kędzierzyn-Koźle* (1988a), 530.4 *Racibórz* (1988b), 531.1 *Gliwice* (1988c), 531.1 *Rybnik* (1987a) i 531.4 *Tychy* (1987b). Nową mapę hydrograficzną zlewni Rudy wykonano w układzie współrzędnych 1942, w odwzorowaniu Gaussa-Krügera. Przy opracowaniu mapy wykorzystano technikę cyfrową opartą na oprogramowaniu Mapinfo for Windows. Prace nad cyfrową mapą hydrograficzną przebiegały w następujących etapach:

1. Zebranie materiałów źródłowych.
2. Hydrograficzne zdjęcie polowe.
3. Cyfrowa obróbka zebranych materiałów, a w tym:
  - skanowanie i digitalizacja,
  - obróbka zeskanowanych i zdigitalizowanych obiektów,
  - utworzenie bazy danych o znajdujących się na mapie obiektach.
4. Wykonanie obrazu kartograficznego.
5. Druk mapy w wersji analogowej.

Poszczególne typy obiektów (np. wody powierzchniowe, działy wodne, źródła, zrzuty ścieków) są umieszczone w odrębnych warstwach, co pozwala na oglądanie dowolnie wybranych elementów i zjawisk, a także na szybkie unaczęśnianie mapy. Niezaprzeczalną zaletą mapy cyfrowej jest możliwość „podłączenia” do obiektów graficznych informacji w bazie danych, na przykład do obiektu z warstwy „zrzuty ścieków” można dołączyć informację o ich rodzaju, wielkości, obiekcie zanieczyszczającym i kierunku zrzutu.

## **2. Charakterystyka fizycznogeograficzna obszaru badań**

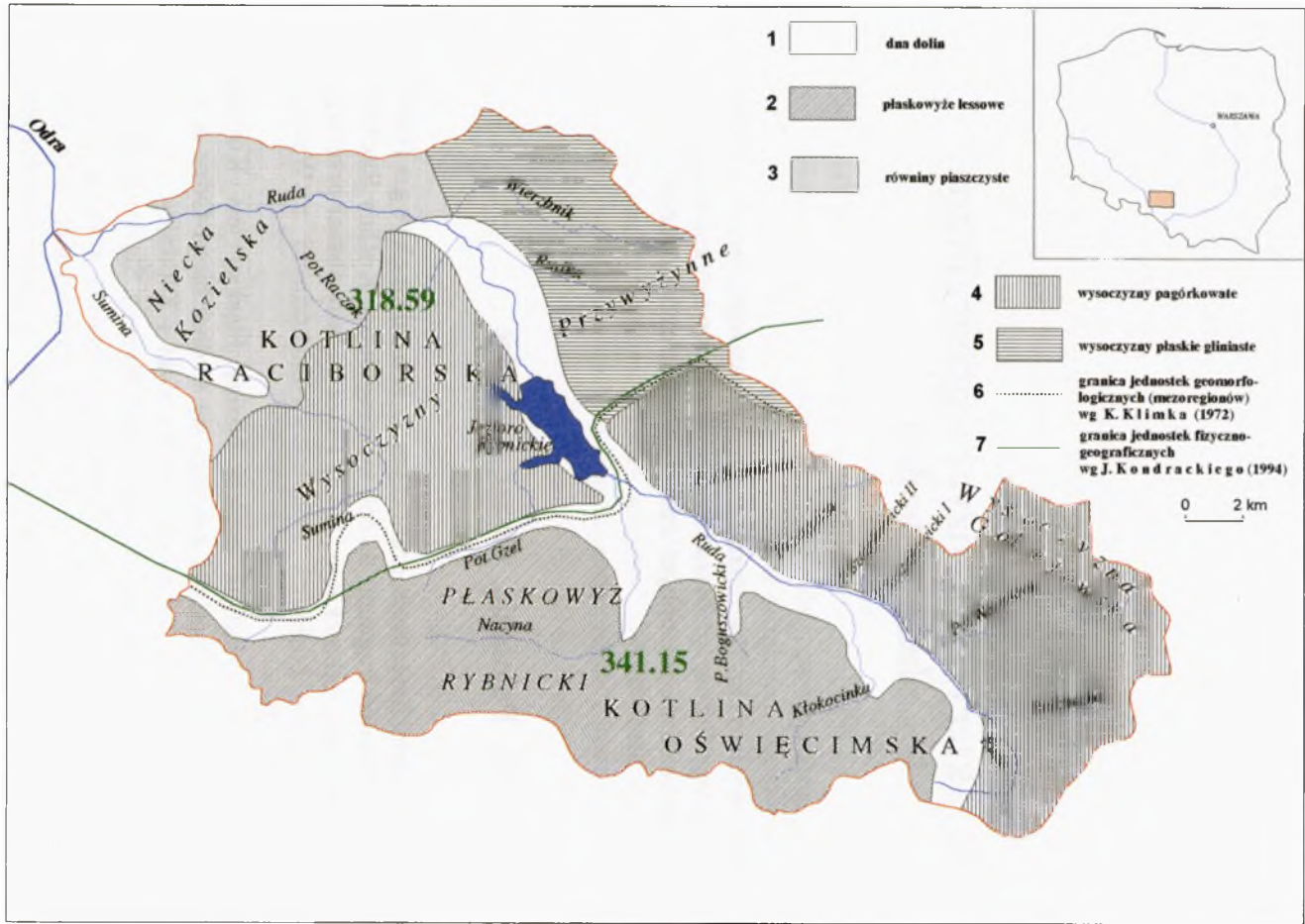
W rozdziale zawarto krótką charakterystykę poszczególnych elementów środowiska geograficznego obszaru badań. Zwrócono także uwagę na historyczne uwarunkowania antropogenicznych przeobrażeń stosunków wodnych.

### **2.1. Położenie, obszar i granice**

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym J. Kondrackiego (1994) obszar zlewni Rudy stanowi fragment dwóch mezoregionów: Kotliny Raciborskiej (318.59) i Płaskowyżu Rybnickiego (314.5). Przez badany obszar przebiega granica prowincji między Nizinami Południowo-Zachodnimi a Wyżyną Śląsko-Krakowską (rys. 2).

Najdalej na południe wysuniętą częścią Niziny Śląskiej jest Kotlina Raciborska, która w części zachodniej rozciąga się wzdłuż biegu Odry, a na wschodzie wchodzi głęboko w doliny: Rudy, Bierawki i Kłodnicy.

Płaskowyż Rybnicki stanowi południową część Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Dział wodny I rzędu, będący jednocześnie wschodnią granicą zlewni Rudy, oddziela Płaskowyż Rybnicki od Równiny Pszczyńskiej, lecz granica ta w terenie jest bardzo mało wyraźna. Natomiast w części południowej Płaskowyż Rybnicki wznosi się na wysokość 310 m n.p.m., a wysokości względne wynoszą do 100 m w stosunku do doliny Odry i 70 m w stosunku do doliny Wisły.



Rys. 2. Położenie obszaru badań. Jednostki fizycznogeograficzne i geomorfologiczne

Fig. 2. Location of the research area. Geographical and geomorphological units

1 — valley floors, 2 — loess plateau, 3 — sandy plateau, 4 — hill-like plateau, 5 — flat, clayey plateau, 6 — boundaries of geomorphological units (mezoregions) according to K. Klimka (1972), 7 — boundaries of geographical units according to J. Kondracki (1994)

Obszar zlewni Rudy ograniczony działami wodnymi wynosi 515 km<sup>2</sup> (według obliczeń autora dokonanych za pomocą kartometru na mapach w skali 1 : 50 000).

Wcześniejsze opracowania<sup>1</sup> podają mniejszą powierzchnię zlewni. Zwiększenie powierzchni zlewni Rudy wynika ze zmian, jakie zaszły w ujściowym odcinku Rudy w związku z przeprowadzonymi pracami regulacyjnymi i budową wałów przeciwpowodziowych. W wyniku tych prac od 1984 roku dotychczasowy bezpośredni dopływ Odry — Sumina uchodzi do Rudy, wykorzystując krótką odnogę łączącą do tej pory obie rzeki. Natomiast dopływ Suminy — Biały Potok (Czerwona Woda) — został przeprowadzony syfonem pod korytem Suminy i wykorzystując jej dawne koryto, uchodzi bezpośrednio do Odry (H i b s z e r, 1988; A b s a l o n, 1995).

Granice zlewni Rudy stanowią działły wodne II rzędu, a na wschodzie i południowym wschodzie fragment działu I rzędu.

## 2.2. Budowa geologiczna i rzeźba terenu

W podłożu utworów czwartorzędowych zlewni Rudy występują morskie i brakiczne osady zapadliska przedkarpacciego (rys. 3). Podłoże to charakteryzuje się bardzo urozmaiconą rzeźbą, a główny jego element stanowi kopalna dolina górnej Rudy będąca przedłużeniem pra-Wisły. Dolina jest ulokowana w osi rowu tektonicznego (miocenińskiego), który prawdopodobnie został pogłębiony w czasie plejstocenijskich ruchów neotektonicznych (L e w a n d o w s k i, 1994). Należy także zaznaczyć, że system przedczwartorzędowych dolin kopalnych w bardzo małym stopniu pokrywa się ze współczesnym systemem hydrograficznym.

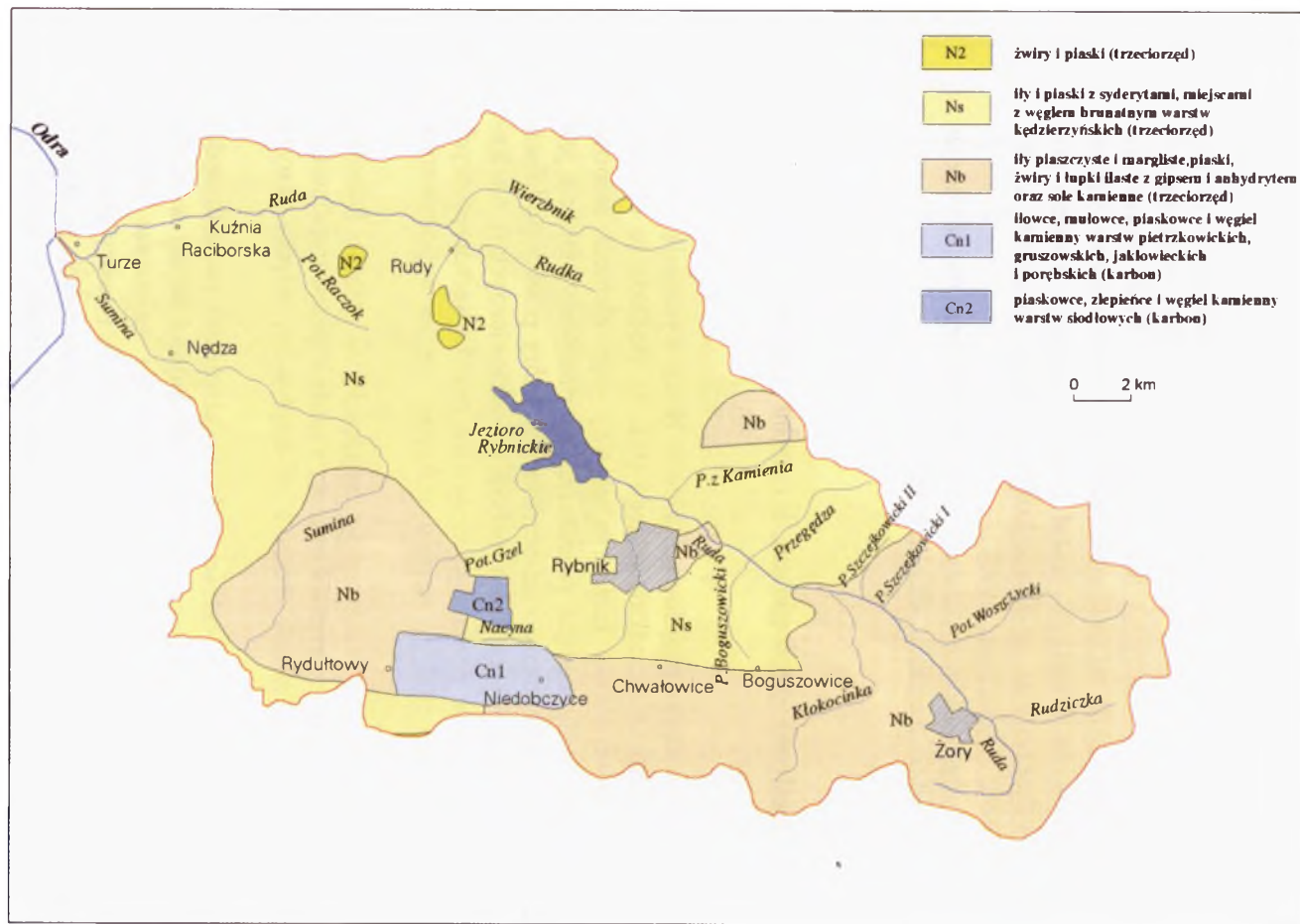
Podczwartorzędowe podłoże odsłania się najczęściej w rejonie Rybnika w postaci utworów badenu (iły margliste oraz iły i muły z przewarstwieniami piasków) budujących zbocza doliny Rudy i jej dopływów, między innymi Suminy.

Badany obszar jest prawie w całości pokryty utworami czwartorzędowymi (rys. 4), które osiągają maksymalną miąższość (ponad 80 m) w strefie kopalnej doliny pra-Rudy. W jej dnie zachowały się najstarsze aluwia dolnoplejstocenijskie (preglacjalne) (L e w a n d o w s k i, 1994). Utwory glacialne plejstocenu są reprezentowane przez trzy poziomy glin zwałowych rozdzielonych w dolinach aluwiami i utworami zastoiskowymi (iłami i mułkami). Utwory zlodowaceń południowopolskich (sanu I i sanu II) zachowały się

---

<sup>1</sup> Por. *Podział hydrograficzny Polski*. IMGW, Warszawa 1983.





Rys. 3. Szkic geologiczny zlewni rzeki Rudy (bez utworów czwartorzędowych)

Źródło: Na podstawie *Mapy geologicznej Polski w skali 1 : 200 000. Ark. Gliwice*. WG, Warszawa 1979.

Fig. 3. Geological map of Ruda catchments (without Quaternary lithologies)

N2 — gravel and sand (Tertiary), Ns — clay and sand with siderites and locally with brown coal of Kędzierzyn layers (Tertiary), Nb — sandy and marly clay, sand, gravel and shale with gypsum and anhydrite and rock-salt (Tertiary), Cn1 — mudstone, siltstone, sandstone and brown coal of Pietrkowice, Gruszowice, Jakłowice and Poręba layers (Carboniferous), Cn2 — sandstone, conglomerates and hard coal of Siodłowe layers (Carboniferous)

Source: Based on *Geological Map of Poland, 1 : 200 000. Sheet Gliwice*. WG, Warszawa 1979.



Rys. 4. Szkic geologiczny zlewni rzeki Rudy (utwory powierzchniowe)

Źródło: Na podstawie Mapy geologicznej Polski w skali 1 : 200 000. Ark. Gliwice. WG, Warszawa 1979.

Fig. 4. Geological map of Ruda catchment (surface lithologies)

th — peat, fh — river loam and sand, ze — eluvium of glacial till (and other Q sediments), e — aeolian sands, w — aeolian sands in dunes, fb — river loam, sand and gravel, lb — loess, ks' — karne sand, gravel and boulders, cs' — end moraine sand, gravel and boulders, gs' — glacial sand, gravel, till and boulders, gzS' — glacial till, fluvioglacial sand and gravel (lower and upper), N2 — gravel and sand, Ns — clay and sand with siderites and brown coal of Kędzierzyn layers, Nb — sandy and marly clay, sand, shale with gypsum and anhydrite  
 Source: Based on Geological Map of Poland, 1 : 200 000. Sheet Gliwice. WG, Warszawa 1979.

tylko w depresjach morfologicznych i przeważnie są przykryte miększymi seriami środkowopolskiego poziomu glacialnego (Lewandowski, 1994).

Zasadniczy rys powierzchniowej budowie geologicznej tego obszaru nadał łądolód zlodowacenia odry. Łob śląski tego łądolodu objął Kotlinę Raciborską i dotarł aż po Zrąb Mikołowski i Zrąb Rydułtowski, a lokalny jezor wszedł w kopalną dolinę Rudy po okolice Żor (Karaś-Brzozowska, 1963; Lewandowski, 1987). Podczas deglacjacji w strefie jezora Rudy powstał, do dziś czytelny w rzeźbie, system poziomów fluwioglacialnych i recesyjnych moren czołowych. Na zapleczu ostatniego ciągu moren powstała rozległa misa wytopiskowa Kotliny Raciborskiej (Waga, 1994).

Późniejsze postglacialne procesy erozyjne Rudy i jej dopływów urozmaiciły krajobraz, który charakteryzuje się znacznymi deniwelacjami. Erozja młodoplejstoczeńska wywołana neotektonicznym lub (i) glaciizostaticznym podnoszeniem Płaskowyżu Rybnickiego (Lewandowski, 1994) dotarła aż do podłoża czwartorzędowego, odsłaniając utwory miocenu.

W warunkach klimatu peryglacialnego zlodowacenia północnopolskiego (wisły) następowała akumulacja pokryw lessowych na Płaskowyżu Rybnickim oraz depozycja fluwioperyglacialna w dolinach (Ducet, 1986; Waga, 1994).

Osady holocenijskie przeważnie występują w dnach dolin rzecznych. Składają się z piasków i żwirów (koryta rzeczne) oraz mułów i ilów, które tworzą na obszarach teras zalewowych pokrywy madowe. Akumulacja pokryw madowych w dnach dolin w przeważającej części została wywołana działalnością rolniczą człowieka (tzw. mady rolnicze), a w ostatnim okresie również działalnością przemysłową, gdyż najmłodsze pokrywy madowe zawierają ślady miazgi węglowej (Klimek, Niewdana, Ciszewski, Kocel, 1995b).

Pod względem tektonicznym badany obszar jest położony w obrębie zachodniej części zapadliska przedkarpaccyjskiego oraz wschodniej części monokliny przedsudeckiej. Obszar ten znajduje się w strefie subsydencji związanej z alpejskimi ruchami górotwórczymi.

W świetle podziału geomorfologicznego południowej Polski zlewnia Rudy jest położona w obrębie makroregionu Kotliny Raciborsko-Oświęcimskiej. Część północno-zachodnia jest położona na terenie mezoregionu Kotliny Raciborskiej i obejmuje regiony: wschodnią część Niecki Kozielskiej oraz Wysoczyzny Przywyzynne — Wysoczyznę Wilczy, leżącą między dolinami Bierawki i Rudy, oraz Wysoczyznę Gaszowicką (Klimek, 1972). Pozostała część zlewni leży w Kotlinie Oświęcimskiej, w obrębie regionów: Płaskowyż Rybnicki (południowa część zlewni) i Wysoczyzna Golejowska (wschodnia część zlewni), będących częścią Wysoczyzn Przykarpaccyjskich. Obszar przecinają dolina Rudy i doliny jej dopływów (rys. 2).

Powierzchnia Wysoczyzny Gaszowickiej oraz Golejowskiej jest pagórkowata, natomiast Wysoczyzny Wilczy — płaska i gliniasta (Klimek, 1972). Bardzo urozmaiconą rzeźbą cechuje się przykryty częściowo osadami eolicznymi Płaskowyż Rybnicki. Doliny rozcinające wysoczyzny są wcięte na głębokość 40—50 m i mają z reguły płaskie, czasami podmokłe dna i strome

zbocza (Szczypek, Waga, 1994). W dolinach Rudy i Suminy licznie występują terasy rzeczne, które, według J. M. Wagi (1992, 1994), tworzą cztery poziomy na wysokościach od 2 m do 14 m w dolinie Rudy i od 2 m do 18 m w dolinie Suminy.

### 2.3. Warunki klimatyczne

Według podziału rolniczo-klimatycznego Polski, dokonanego przez R. Gumińskiego (1948), zlewnia Rudy jest położona w obrębie dwóch dzielnic klimatycznych. Zachodnia i południowa część obszaru leży w obrębie dzielnicy podsudeckiej, część północna i wschodnia w dzielnicy częstochowsko-kieleckiej. Średnia roczna temperatura powietrza waha się od 7°C do 9°C, czas trwania okresu wegetacyjnego wynosi 210–220 dni, a przeciętny czas zalegania pokrywy śnieżnej 65–70 dni. W ciągu roku przeważają wiatry z sektorów: NW, SW i W o prędkościach 3,0–3,5 m × s<sup>-1</sup>.

Według podziału dokonanego przez A. Wosia (1995) obszar zlewni Rudy leży w zasięgu dwóch regionów klimatycznych. Północno-zachodnia i zachodnia część obszaru leży w regionie XXV — Dolnośląskim Południowym, obejmującym południowo-wschodni fragment Niziny Śląskiej, Płaskowyż Głubczycki, Płaskowyż Rybnicki i zachodnią część Wyżyny Śląskiej. Pozostała część zlewni leży w regionie XXVI — Śląsko-Krakowskim. W obu regionach jest podobna liczba dni z pogodą słoneczną (42–43 w ciągu roku). W regionie XXV nieco więcej jest dni z pogodą pochmurną, a w regionie XXVI z dużym zachmurzeniem. W regionie Śląsko-Krakowskim w ciągu roku jest więcej dni z opadem (173,6) niż w regionie Dolnośląskim Południowym (162,9). W regionie Dolnośląskim Południowym jest więcej dni z pogodą ciepłą i pogodą przymrozkową, a mniej z pogodą mroźną, niż w regionie Śląsko-Krakowskim.

Warunki termiczne przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3

Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza [°C] w Racibórz i Jastrzębiu w wieloletniu 1961–1990

Table 3

Mean monthly and annual air temperatures [°C] in Racibórz and Jastrzębie in the period 1961–1990

Stacja	Temperatura średnia [°C]												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Racibórz	-2,1	-0,7	3,3	8,2	13,3	16,3	17,9	17,2	13,5	9,0	4,0	-0,1	8,3
Jastrzębie	-2,5	-0,9	3,1	8,1	13,1	16,1	17,4	16,9	13,4	8,8	3,8	-0,4	8,1

Źródło: Zestawienie na podstawie *Charakterystyki klimatologicznej...*, 1992.

Source: Based on *Charakterystyka klimatologiczna...*, 1992.

Warunki klimatyczne są lokalnie modyfikowane czynnikami naturalnymi: rzeźbą terenu, ekspozycją, oraz czynnikami antropogenicznymi: zabudową terenu, zanieczyszczeniem powietrza.

Średnie roczne sumy opadów w zlewni Rudy (wielolecie 1961—1990) wahają się od 701 mm (Stanowice) do 816 mm (Królówka). W ciągu roku dominują opady w półroczu letnim. Najwyższe średnie sumy opadów notuje się w lipcu (90—101 mm), a najniższe w lutym i w marcu (31—46 mm).

## 2.4. Wody powierzchniowe

Rzeka Ruda należy do większych prawobrzeżnych dopływów górnej Odry. Zlewnię Rudy ograniczają działły wodne I i II rzędu, których przebiegi są przeważnie pewne. Na nielicznych odcinkach występują bramy w działach wodnych; sytuacja taka ma miejsce we wschodniej części zlewni — w zlewni odcinka źródłowego oraz w zlewni Potoku Woszczyckiego. Również w ujściowym odcinku Rudy wskutek jego przebudowy w przebiegu działów wodnych występują bramy (mapa 1).

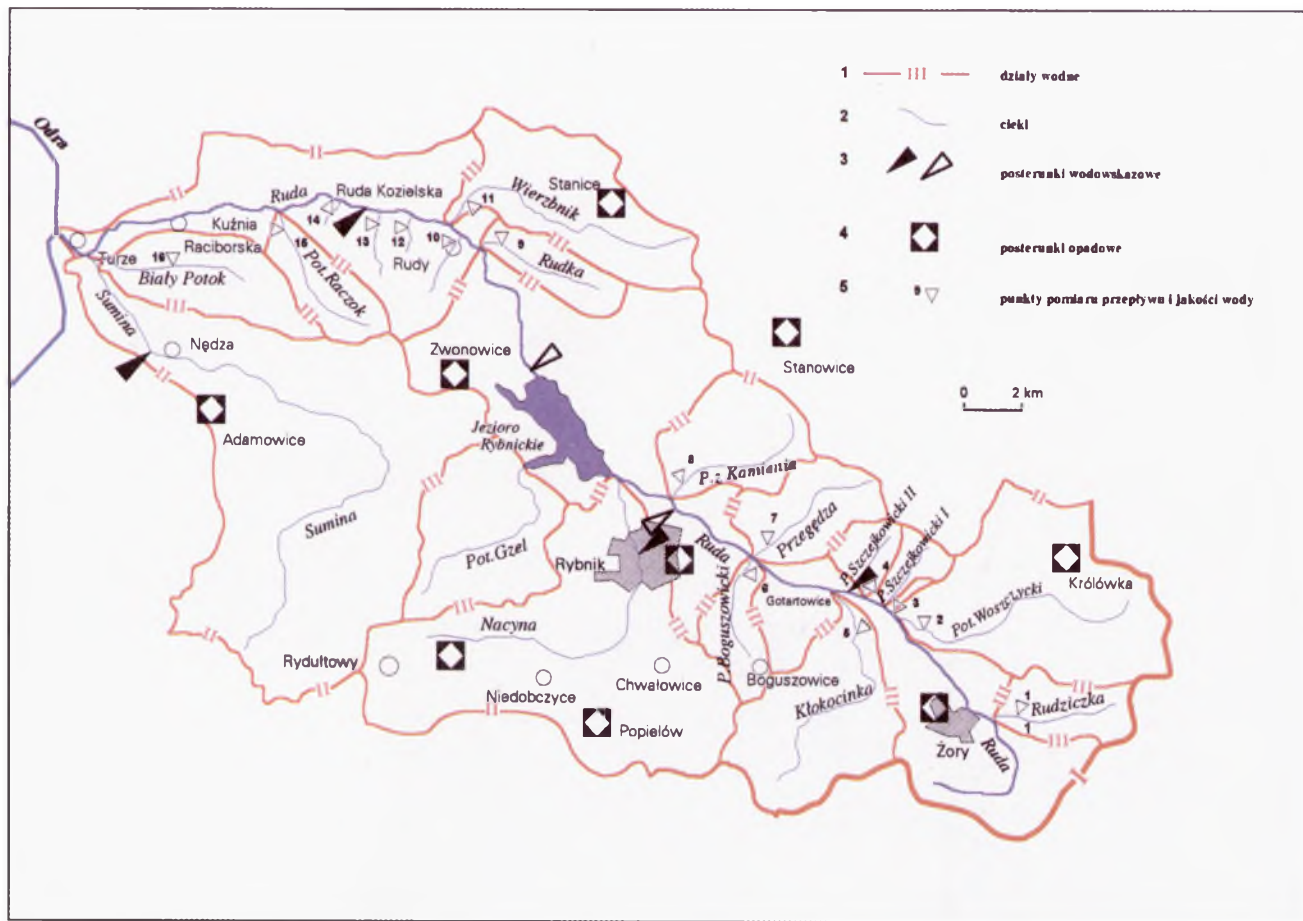
Zlewnia Rudy na północy graniczy ze zlewniami dopływów Odry: Pogonicy i Bierawki, na wschodzie ze zlewnią Pszczyнки (dorzecze Wisły), na południu ze zlewnią Szotkówki, a na zachodzie ze zlewniami mniejszych dopływów Odry oraz z jej bezpośrednim przyrzeczem.

Przebieg działów wodnych niższych rzędów na przeważającej długości jest pewny.

Ruda rozpoczyna bieg niewielkim wypływem w dzielnicy Żor — Baranowicach, na skraju Płaskowyżu Rybnickiego, na terenie użytkowanym jako łąki i pastwiska. Początkowo płynie na wschód, by po 3 km zmienić kierunek na północno-zachodni, który to kierunek utrzymuje aż do ujścia do Jeziora Rybnickiego (J a n k o w s k i, 1994). Pierwszym znaczącym dopływem Rudy jest prawobrzeżna Rudziczka, kolejny dopływ — Potok Woszczycki, którego zlewnia obfituje w stawy rybne, jest największym prawobrzeżnym dopływem Rudy. Kolejne prawe dopływy Rudy to: Potok Szczekowicki I i Potok Szczekowicki II odwadniające zalesione tereny Wysoczyzny Golejowskiej. Ruda przyjmuje następnie wody lewych dopływów: Kłokocinki i Potoku Boguszowickiego (nazywanego też Ligockim), odwadniających tereny zurbanizowane o rozproszonej zabudowie. Kolejne dwa prawe dopływy: Przezędza i Potok z Kamienia odprowadzają wody z zalesionych obszarów zachodniej części Wysoczyzny Golejowskiej.

Największym lewobrzeżnym dopływem Rudy jest Nacyna — rzeka odwadniająca środkową część Płaskowyżu Rybnickiego (rys. 5). Przed budową zbiornika rybnickiego Nacyna uchodziła do Rudy w miejscowości Orzepowice.

26 Od 1973 roku jest przetrucana przewodem zamkniętym poniżej korony



Rys. 5. Sieć obserwacyjna w zlewni Rudy

Fig. 5. Observation network in Ruda catchment

1 — watershed, 2 — rivers, 3 — water-gauge stations, 4 — precipitation station, 5 — sites of discharge and water quality measurement

zbiornika w Stodołach. Zlewnia Nacyny stanowi najbardziej zurbanizowaną i uprzemysłowioną część zlewni Rudy, a sama rzeka, która zatraciła charakter naturalny, jest zanieczyszczona ściekami komunalnymi, przemysłowymi oraz słonymi wodami kopalnianymi.

Jeziro Rybnickie powstało przez spiętrzenie wód Rudy. Głównym celem budowy zbiornika było dostarczanie wody chłodniczej do elektrowni „Rybnik”. Bezpośrednio do Jeziora Rybnickiego, a w zasadzie do jego bocznych zatok, uchodzą potoki: lewobrzeżny Gzel i prawobrzeżna Grabownia.

Po opuszczeniu Jeziora Rybnickiego Ruda kieruje się na północ i intensywnie meandrując (fot. 1), przepływa około 3 km, po czym ponownie skręca na północny zachód i przyjmuje wody prawobrzeżnej Rudki i lewobrzeżnego Potoku z Buka. Poniżej ujścia prawobrzeżnego Wierzbnika Ruda kieruje się na zachód. Od tego miejsca prawa część zlewni Rudy ogranicza się do niewielkich, okresowych potoków, natomiast z lewej strony zlewni Ruda

Tabela 4

Podstawowe parametry sieci hydrograficznej w zlewni Rudy

Table 4

Basic parameters of surface water system in Ruda catchment

Nazwa ciek	Pow. zlewni [km <sup>2</sup> ]	Długość ciek [km]	Wysokość strefy źródłiskowej [m n.p.m.]	Wysokość ujścia [m n.p.m.]	Średni spadek cieku [‰]
Ruda	515,0	51,5	275	177	1,94
Rudyczka	10,3	4,7	265	245	4,26
Potok Woszczycki	40,0	10,5	270	240	2,86
Potok Szczekowicki I	3,7	2,9	270	235	12,10
Potok Szczekowicki II	4,5	2,6	270	235	13,56
Kłokocinka	26,0	10,3	280	235	4,37
Potok Boguszowicki	7,0	4,1	270	225	11,00
Przegędza	13,0	5,6	270	225	8,04
Potok z Kamienia	15,8	7,5	270	220	6,67
Nacyna	70,0	15,5	290	220	4,52
Potok Gzel	26,0	8,1	280	220	7,41
Potok Grabownia	12,0	5,9	260	220	6,78
Rudka	8,5	6,1	255	200	9,02
Potok z Buka	6,5	3,6	250	200	13,90
Wierzbnik	28,0	9,6	255	200	5,73
Raczok	10,0	5,6	260	190	12,50
Sumina	100,0	27,0	280	180	3,70
Biały Potok*	17,5	6,5	210	180	4,62

\* Biały Potok jest obecnie bezpośrednim dopływem Odry.

Źródło: Obliczenia własne wykonane za pomocą kartometru na mapach w skali 1 : 50 000.

Source: The author's calculations with the use of cartometer and the maps at the scale 1 : 50 000.



Fot. 1. Ruda poniżej Jeziora Rybnickiego (fot. A. Kuczera)  
Phot. 1. Ruda river below Rybnick Reservoir (Phot. A. Kuczera)





Fot. 2. Sumina w rejonie Szymocic  
Phot. 2. Sumina river in the area of Szymocice

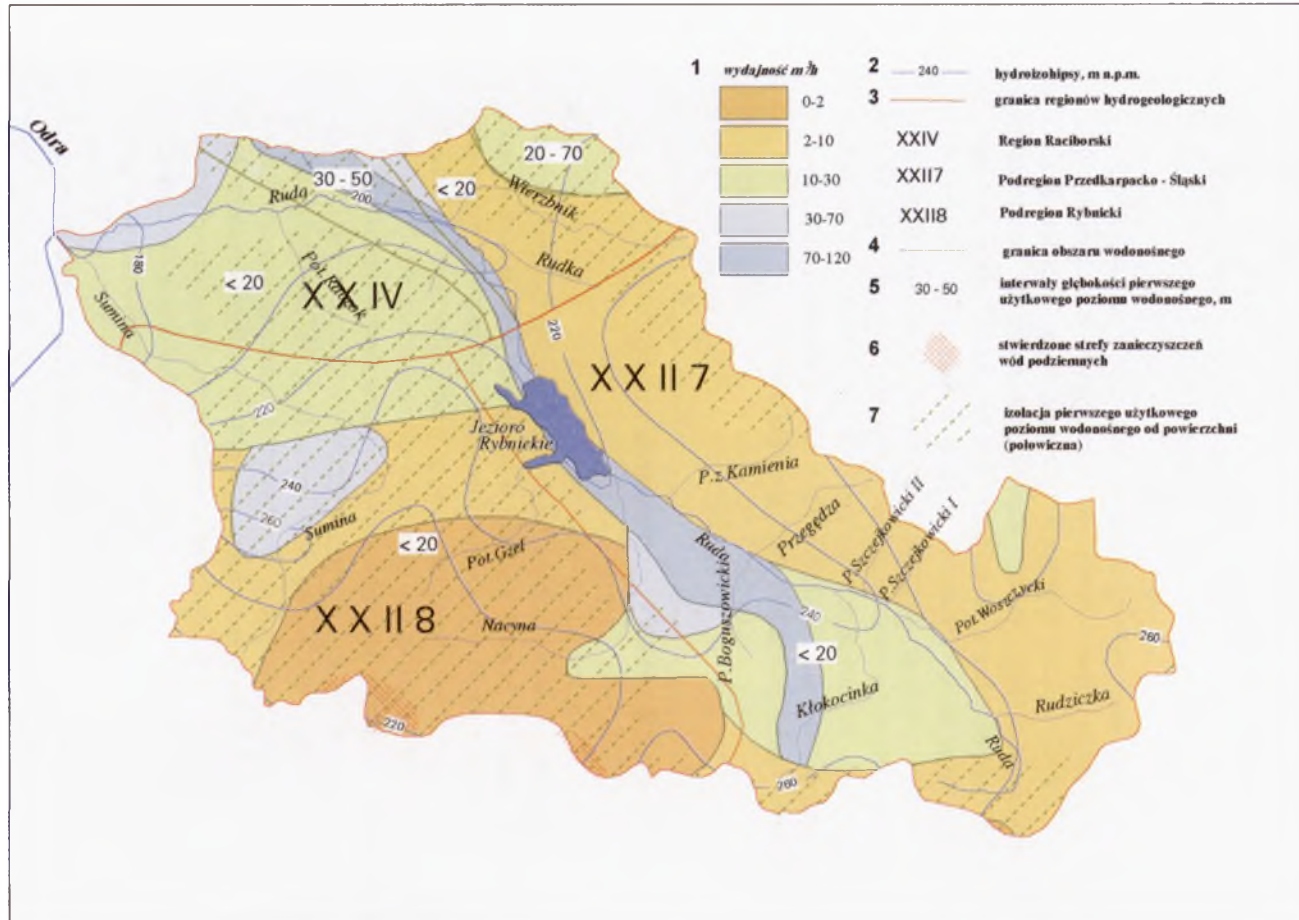
otrzymuje jeszcze wody Raczoka i Suminy. Sumina była wcześniej prawym dopływem Odry, z Rudą łączyła ją krótka odnoga, która obecnie stanowi jej koryto ujściowe do Rudy. Sumina odwadnia wykorzystywane rolniczo obszary Wysoczyzny Gaszowickiej oraz zalesione tereny południowej części Niecki Kozielskiej (fot. 2). Dawny dopływ Suminy — Biały Potok (nazywany w dolnym biegu Czerwoną Wodą), którego zlewnia stanowi integralną część zlewni Rudy, przeprowadzono syfonem pod korytem Suminy i obecnie uchodzi on bezpośrednio do Odry.

Ważniejsze parametry sieci hydrograficznej zestawiono w tab. 4.

Cechą charakterystyczną zlewni Rudy jest występowanie antropogenicznych zbiorników wodnych różnej genezy i przeznaczenia. Oprócz Jeziora Rybnickiego na uwagę zasługują także: staw Paruszowiec o powierzchni 12,4 ha położony w bezpośrednim sąsiedztwie koryta Rudy, staw Papierok w zlewni Kłokocinki oraz staw Śmieszek w zlewni Rudziczki. Kompleksy stawów rybnych stanowią znaczny fragment zlewni Potoku Woszczyckiego oraz górnej części zlewni Suminy. W zlewni Nacyny występują zbiorniki wodne w nieckach osiadania i zapadliskach powstałych w wyniku działalności górniczej. Osobną grupę stanowią niewielkie zbiorniki specjalnego przeznaczenia: przeciwpożarowe, wody przemysłowej, osadniki i inne.

## 2.5. Wody podziemne

Wschodnia i południowa część zlewni Rudy leży w obrębie przedkarpackiego regionu hydrogeologicznego z wodami w utworach paleozoiku i kenozoiku (rys. 6). Część wschodnia zlewni stanowi fragment podregionu przedkarpacko-śląskiego z głównym poziomem użytkowym wód podziemnych w utworach czwartorzędowych (piaski i żwiry). Poziom ten występuje na głębokości do 30 m. Wydajności otworów studziennych wynoszą przeważnie od 2 do  $30 \text{ m}^3 \times \text{h}^{-1}$ , lokalnie w dolinie Rudy poniżej Gotartowic oraz w rejonie Roju i Boguszowic mogą osiągać od 30 do  $120 \text{ m}^3 \times \text{h}^{-1}$ . W rejonie Ochojca lokalny poziom wodonośny występuje w utworach miocenu (*Mapa hydrogeologiczna Polski...*, 1986). Południowa część zlewni leży w obrębie podregionu rybnickiego z poziomami użytkowymi wody podziemnej w: piaskach czwartorzędowych, miocenijskich piaskach pylastych oraz piaskowcach i mułowcach karbonu górnego, na głębokości do 30 m. Wydajność otworów wynosi średnio  $10 \text{ m}^3 \times \text{h}^{-1}$ , a lokalnie może osiągać od 30 do  $70 \text{ m}^3 \times \text{h}^{-1}$ . W części wschodniej tego podregionu znaczenie wymienionych wyżej trzech poziomów jest równorzędne, natomiast w części zachodniej znaczenie mają tylko poziomy: czwartorzędowy i miocenijski, w części południowej zaś tylko poziom czwartorzędowy, poziom miocenijski ma znaczenie podrzędne. Północna i zachodnia część zlewni Rudy jest położona w obrębie regionu raciborskiego



Rys. 6. Szkic hydrogeologiczny zlewni Rudy

Źródło: Na podstawie *Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 200 000*. Ark. Gliwice. WG, Warszawa 1986.

Fig. 6. Hydrogeological map of Ruda catchment

1 — yield ( $m^3 \times h^{-1}$ ), 2 — ground-water counters (m a.s.l.), 3 — boundaries of hydrogeological regions, 4 — boundary of ground water aquifers, 5 — intervals of first utilised ground water aquifer, 6 — recorded zones of ground water contamination, 7 — isolation of first utilised ground water aquifer from the surface (partial)

Source: Basing on *Hydrogeological Map of Poland, 1 : 200 000*. Sheet Gliwice. WG, Warszawa 1986.

z poziomem użytkowym w utworach czwartorzędowych (piaski i żwiry) na głębokości do 30 m (lokalnie głębiej). Wydajności otworów wynoszą przeważnie od 10 do 30  $\text{m}^3 \times \text{h}^{-1}$ , a w kopalnej dolinie Rudy mogą osiągać nawet 190  $\text{m}^3 \times \text{h}^{-1}$  (Siemiński, 1992). W lewobrzeżnej części zlewni leżącej w zasięgu tego regionu równorzędne poziomy wodonośne występują w mioceńskich utworach sarmatu (piaski, żwiry) na głębokości od 30 do 80 m. Wydajności otworów kształtują się na poziomie od 20 do 40  $\text{m}^3 \times \text{h}^{-1}$ . W prawobrzeżnej części zlewni Rudy poziom mioceński jest podrzędny wobec czwartorzędowego (*Mapa hydrogeologiczna...*, 1986).

Na przeważającej części obszaru stwierdza się izolację połowiczną lub brak izolacji pierwszego poziomu wodonośnego od powierzchni.

Głębokość pierwszego poziomu wód podziemnych jest najmniejsza w dolinie Rudy — do 5 m. Na pozostałym obszarze zlewni głębokość występowania pierwszego poziomu wód podziemnych wynosi przeważnie od 5 do 20 m, a jedynie lokalnie w obrębie Płaskowyżu Rybnickiego przekracza 20 m.

W rejonie Pszowa i Radlina stwierdzono obszarowe zanieczyszczenie wód podziemnych z powierzchni przez składowiska odpadów górniczych (Kotlicka, Wagner, 1987). Lokalnie zanieczyszczenia wód podziemnych stwierdzono również w rejonie składowisk i wylewisk odpadów (Absalon, Jankowski, Leśniok, Wika, 1995a, b, c), które obok składowisk paliw stanowią podstawowe ogniska zanieczyszczeń tych wód na terenach miejsko-przemysłowych (Kropka, Rózkowski, Witkowski, 1993).

Degradacja wód podziemnych tego obszaru (Absalon, Jankowski, Leśniok, Wika, 1995a, b, c) przejawia się:

- Zubożeniem zasobów wód podziemnych na skutek ujmowania wody z różnych formacji geologicznych do zaspokojenia potrzeb lokalnych oraz prowadzenia prac odwodnieniowych w kopalniach węgla kamiennego; na terenie zlewni Rudy są widoczne wpływy sumarycznego wielkoobszarowego leja depresyjnego związanego z odwadnianiem utworów karbońskich przez kopalnie węgla kamiennego.
- Zanieczyszczeniem wód podziemnych, koncentrującym się w dwóch obszarach związanych ze składowaniem odpadów górniczych oraz wylewiskami odpadów przemysłowych (w tym osadników wód słonych). Są to rejony: Rybnika-Chwałowic i Boryni. Poza tym zanieczyszczenie wód podziemnych występuje w sąsiedztwie składowisk odpadów: chemicznych (Rybnik-Paruszowiec), komunalnych (Szczekowice, Jankowice) oraz mieszanych (Kleszczów).
- Zmniejszeniem zdolności infiltracyjnej gruntu w wyniku zabudowy terenu oraz rozbudowy lokalnych sieci kanalizacyjnych.
- Zwiększeniem odpływu wód gruntowych rzekami w miejscach osiadań terenu w obrębie dolin rzecznych położonych poniżej zwierciadła wód podziemnych.

## 2.6. Gleby i użytkowanie terenu

W pokrywie glebowej zlewni Rudy dominują gleby bielcowe i rdzawe wytworzone z piasków. Towarzyszą im występujące w postaci płatów gleby brunatne wylugowane i płowe wytworzone z glin, pyłów i lessów. Większe połacie tych gleb występują na południe od Żor. W dolinie Rudy prze-ważają mady, natomiast w dnach dolin mniejszych cieków wykształciły się zróżnicowane pod względem typologicznym gleby: mułowo-torfowe, torfowe, torfowe niskie i murszowe. Miejscami występują gleby deluwalne (Grygierczyk, 1994).

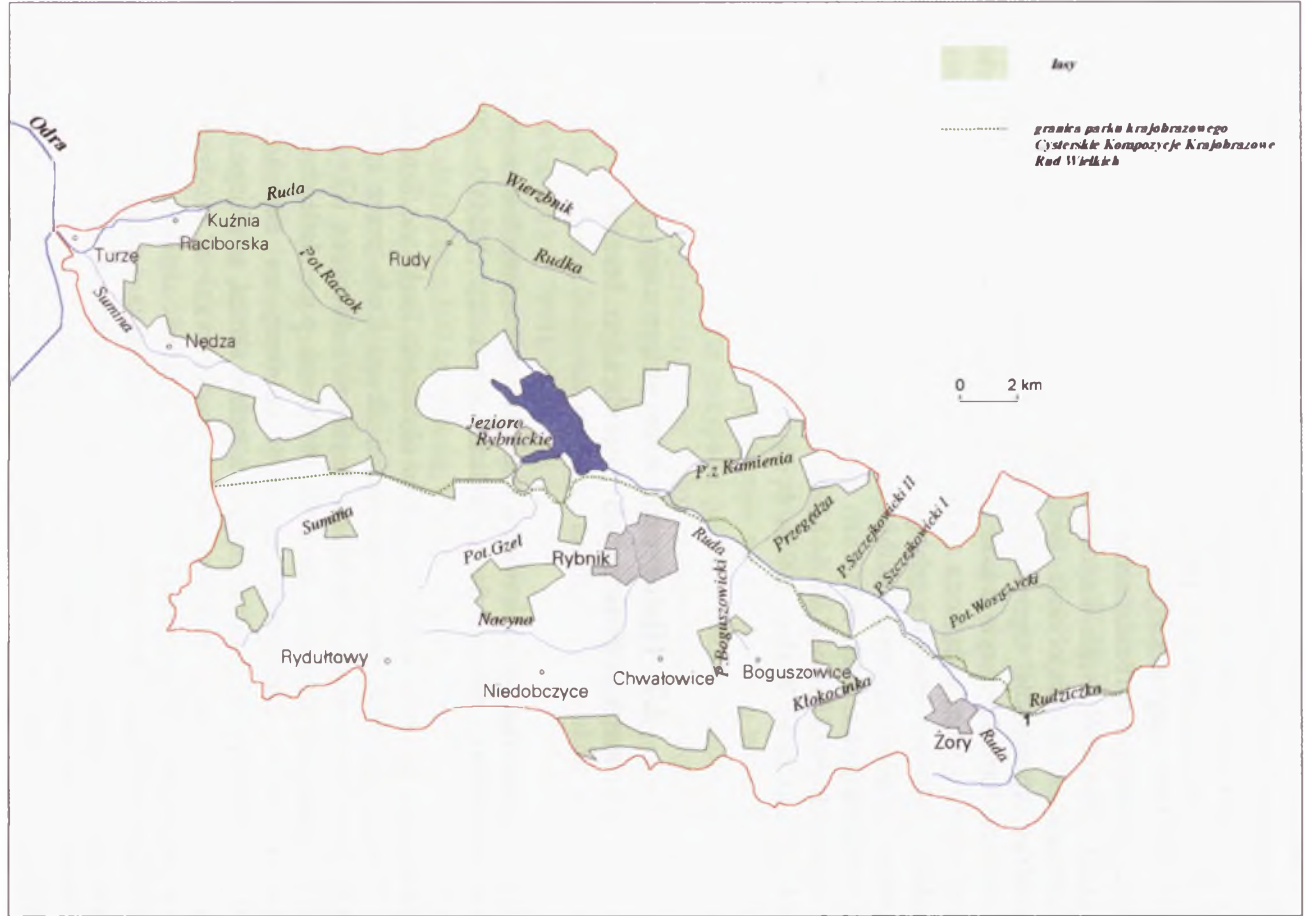
Obszary leśne zajmują gleby bielcowe i rdzawe wytworzone z piasków, a niekiedy piasków i żwirów. Gleby te stanowią siedliska borowe oraz lasów mieszanych i wilgotnych. Również na obszarach leśnych miejscami występują płaty gleb brunatnych kwaśnych i wylugowanych, wytworzonych z glin, często silnie spiaszczonych oraz piasków gliniastych. Miejsca te porastają lasy mieszane i świeże. Większość gleb leśnych tego obszaru charakteryzuje się bardzo złymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi — są to gleby skrajnie ubogie w składniki pokarmowe (Grygierczyk, 1992).

Dominującym sposobem użytkowania terenu w zlewni Rudy są lasy (rys. 7). W strukturze użytków rolnych przeważają grunty orne stanowiące około 80% ich powierzchni. W uprawach dominują zboża i rośliny przemysłowe.

Zgodnie z podziałem geobotanicznym Polski (S z a f e r, 1977) obszar zlewni Rudy leży w Prowincji Nizowo-Wyżynnej, Środkowoeuropejskiej, A. Dziale Bałtyckim. Część północno-zachodnia jest położona w obrębie Poddziału A<sub>3</sub>: Pasa Kotlin Podgórskich — Okręgu Nadodrzańskiego Kotliny Śląskiej. Część południowa i wschodnia leży na terenie Poddziału A<sub>4</sub>: Pasa Wyżyn Środkowych, Okręgu Zachodniego Wyżyny Śląskiej.

Zachodnia i północno-zachodnia część zlewni Rudy wchodzi w skład Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich” (rys. 7). W jego granicach znalazły się najlepiej zachowane zbiorowiska leśne. Zdecydowanie przeważają na tym terenie bory, a mianowicie: bór mieszany *Quercus robur*-*Pinetum*, bór trzcinnikowy *Calamagrostis villosae*-*Pinetum*, suboceaniczny bór świeży *Leucobrya*-*Pinetum* oraz bór wilgotny *Molinio*-*Pinetum*. Nieco rzadziej jest reprezentowany kontynentalny bór bagienny *Vaccinium uliginosum*-*Pinetum* oraz płaty mezo- i higrofilnych lasów liściastych, tj. grądu *Tilio*-*Carpinetum*, olsu porzeczkowego *Ribis nigri*-*Alnetum*, łągu jesionowo-olszowego, *Circaeo*-*Alnetum*, kwaśnej buczyny niżowej *Luzulo pilosae*-*Fagetum*, buczyn z podzwiazku *Eu-Fageion* (C a b a ł a, 1990).

Niestety, drzewostan jest zmieniony przez gospodarczą działalność człowieka. Już od VII wieku szata roślinna oraz fauna tych ziem podlegały antropopresji, która wyraźnie nasiliła się w XIX wieku. Od tego okresu do dziś żywe zasoby przyrody są tu bardzo zagrożone. Bardziej naturalne zespoły leśne występują jeszcze koło Kamienia, Szczekowic i Baranowic. W zator-



Rys. 7. Rozmieszczenie lasów w zlewni Rudy  
 Fig. 7. Distribution of forests in Ruda catchment

fionych i zabagnionych dolinach oraz w wielu innych obniżonych miejscach wykształcają się płaty roślinności szuwarowej bądź torfowiskowej. Bogata jest również flora cieków, chociaż wiele cennych gatunków zanikło tu już bezpowrotnie.

Na terenie Parku są liczne obiekty o szczególnych walorach przyrodniczych, jak na przykład „Uroczysko Głębokie Doły” (Celiński, Czyłok, 1995). Na północny wschód i południowy zachód od Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich” ciągną się tereny silnie uprzemysłowione i zurbanizowane z wyraźną dominacją zbiorowisk synantropijnych. Kopalnie węgla kamiennego w rejonie Żor i Rybnika wycisnęły wyraźne piętno w krajobrazie tych ziem. Już z daleka są widoczne na horyzoncie typowe dla tego rejonu hałdy stożkowe, z rzadka porośnięte roślinnością. Bardziej ukryte wśród lasów osadniki wypełnione są słoną wodą dołową. Część z nich, wyłączona z użytkowania, bywa porośnięta roślinnością halofilną — głównie mannica odstającą *Puccinellia distans*. Wszelkie nieużytki związane z eksploatacją węgla kamiennego sprzyjają antropopresji, dlatego też szata roślinna jest w tych miejscach mocno zmieniona. W florze ruderalnej wymienionych miejscowości duży udział mają antropofity (Absalon, Jankowki, Leśniok, Wika, 1995a, b, c).

## 2.7. Historyczne uwarunkowania antropogenicznych przeobrażeń terenu

Ślady najstarszego osadnictwa na terenach sąsiadujących ze zlewnią Rudy (ziemia raciborska) przypadają na paleolit środkowy (105 000—39 000 rok p.n.e.?).

Znaleziska narzędzi krzemienych w okolicach Jankowic Rudzkich mogą świadczyć o penetracji obszaru dzisiejszej zlewni Rudy przez społeczeństwa mezolityczne prowadzące gospodarkę myśliwsko-zbieracką (Grabarczyk, 1994). Mezolit jest datowany na 8000—4400 rok p.n.e. Jeśli chodzi o osadnictwo z okresu neolitycznej rewolucji rolniczej na ziemiach polskich (4400—1700 rok p.n.e.), to brak danych z terenu zlewni, gdyż jego zasięg w tej części Górnego Śląska pokrywa się z występowaniem urodzajnych gleb lessowych. Jednak obszar zlewni Rudy mógł stanowić zaplecze surowcowe dla pierwszych rolników i hodowców, o czym świadczą pojedyncze znaleziska z tego okresu (Grabarczyk, 1994). Brak również na tym terenie śladów osadnictwa z wczesnego i starszego okresu brązu.

Kolejny etap rozwoju tych ziem są to lata 180—375 n.e. Reprezentuje go osadnictwo przeworskie z młodszego podokresu wpływów rzymskich (stanowisko w Nędzy — osada położona na wysokiej lewobrzeżnej terasie rzeki Suminy). W Nędzy odkryto też ślady osadnictwa z wczesnego średnio-

wieczna (VII—VIII w. n.e.), które cechowało się wprowadzeniem stałego rolnictwa ornego (Panic, 1992). Upowszechnienie radła pozwoliło podjąć uprawę w dolinach, na glebach aluwialnych, torfowych oraz na zboczach dolin, na glebach lekkich i średnich gliniastych (Żak, 1981).

Ważnym elementem wpływającym na przeobrażenia terenu zlewni Rudy było gospodarowanie tutaj zakonu cystersów. Działalność cystersów na tym obszarze trwała od 1258 roku, w którym to roku nastąpiło nadanie cystersom przywilejów w formie fundacyjnym księcia Władysława, do 1810 roku. Pobyt cystersów spowodował między innymi rozwinięcie kopalnictwa i przeróbki rud darniowych (Kuźnia Raciborska, Stodoły, Kuźnia Rybnicka, Popielów) oraz stworzenie zespołów stawów hodowlanych, z których największy to obecny rezerwat Łęczczok (poza granicami zlewni). Do dziś pozostały także między innymi stawy między Zwonowicami a Suminą założone w 1491 roku (tab. 5).

Kolejnym etapem w rozwoju omawianego obszaru była XIX-wieczna rewolucja przemysłowa, która na Górnym Śląsku wiązała się z przejściem na paliwo mineralne (węgiel kamienny). W 1815 roku na Górnym Śląsku wydobywano 117,2 tys. ton węgla, a w 1864 roku — 3893,6 tys. ton (Trzeciakowski, 1981). W tym okresie żywiłowo rozwija się także urbanizacja.

W okresie ostatecznego wykształcania się kapitalizmu wolnokonkurencyjnego, który na tym obszarze przypada po 1864 roku, nastąpiła intensyfikacja produkcji rolnej, której źródłem było zastosowanie nawozów sztucznych i maszyn. W dalszym ciągu rośnie rola przemysłu, a szczególnie górnictwa. Postępująca industrializacja pociągała za sobą dalszą urbanizację terenu. W 1810 roku odsetek ludności miejskiej na Śląsku Opolskim wynosił 57,5% (Trzeciakowski, 1981).

Główne miasta zlewni Rudy — Rybnik i Żory — po raz pierwszy pojawiają się w dokumentach XIII-wiecznych. Co prawda osada Żory istniała już od 1172 roku, ale dopiero 100 lat później odnotowano lokację Żor jako miasta na prawie niemieckim przez księcia raciborskiego Władysława. Rybnik otrzymał prawa miejskie nadane przez Jana Luksemburczyka w 1337 roku.

Najstarszym przemysłem na terenie zlewni Rudy było hutnictwo (1585 rok — Stodoły). W drugiej połowie XVIII wieku źródła odnotowują istnienie licznych zakładów hutniczych nad Rudą, w połowie XIX wieku zaś na ziemi rybnickiej pracowało już 19 zakładów związanych z hutnictwem (Mrowiec, 1970).

Na przełom XVIII i XIX wieku przypadają początki górnictwa na terenie zlewni. Najstarszą kopalnię węgla kamiennego „Hoym” („Ignacy”) w Niewiadomiu otwarto już w 1790 roku. Kopalnia ta w 1968 roku została połączona z kopalnią „Rydułtowy”. Kolejne kopalnie: „Rydułtowy” i „Rymer” rozpoczęły eksploatację w XIX wieku, a na początku XX wieku uruchomiono kopalnie: „Chwałowice” i „Jankowice”. Najnowszy okres w rozwoju górnictwa w zlewni Rudy przypada na lata 80. XX wieku. W tym czasie rozpoczęły pracę 2 kopalnie: „Żory” i „Krupiński” (tab. 6).



Tabela 5

Park Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”. Zasięg i elementy na przestrzeni wieków (XIII—XIX w.)

Table 5

## Rudy Wielkie Cistercian Composition Landscape Park. Its limits and elements throughout centuries (XIII—XIX)

Rudy Wielkie	Brantółka	Przerycie	Paproć	Bargłówka	Ruda Kozielecka	Jankowice	Stanice	Stodoły	Zwonowice	Chwałęcice
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1258 Nadanie cystersom przywilejów w akcie fundacyjnym księcia Władysława					1260 wzmianka o Rudzie Kozieleckiej jako jedy- nej wsi stanowią- cej pierwsze uposażenie klasztoru pochodzą- ce z fundacji księżęcej		1258 dokument fundacyjny — nadanie przywilejów wsi Stanice  1261 kościół w Stanicach otrzymuje przywilej pobierania opłat feudal- nych  1282 przeniesienie wsi na prawo niemieckie	do końca XIII w. został skolonizo- wany dawny przysiółek Stodoły — rozrost do wsi klasztornej na prawie nie- mieckim	do końca XIII w. skolo- nizowany dawny przy- siótek Zwo- nowice — rozrost do wsi klasztornej na prawie pol- skim	XIII w. wieś Chwałęcice skolonizowa- na przez cystersów jest jedną z ośmiu wsi w ma- jątku rudzkim (prawdopo- dobnie na prawie polskim)  1264 wzmianka o Chwałęcicach jako wsi dziesięcin- nej klasztoru w Rudach

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1303 Obdarowanie klasztoru przez księcia Przemysława z Raciborza							1310 wzmianka o stawach rybnych			
1412 Wzmianka o browarze w Rudach									1491 utworzenie gospodarstwa rybnego mię- dzy Zwono- wicami i Su- miną (stawy znajdują się tam do dzisiaj)	
								1585 daty rozbu- dowy kuźnic klasztornych		
1671—1717 Rozbudowa klasztoru w stylu barokowym		1701 powstanie i rozbudowa kuźnicy						1703 wzmianka o kuźnicy  1704 budowa fabryki kos		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1725 Wybudowanie kuźnicy miedzi	1747 powstają dwie fryszerki stali	1713 wzmianka o zniszczeniu stawów hodowlanych					1651—1717 wzmianki o kopalni rudy	1747 pierwszy wielki piec		
XVIII w. Wzmianka o istnieniu smolarni	1765 budowa fabryki drutu			XVIII w. wzmianki o smo- larni		XVIII w. cysterski folwark	1780 wzmianki o zakupie żelaza z huty	1770—1793 funkcjonuje bielarnia płótna	1789 założenie winnicy na południowym stoku wsi (nazywanym Winna Góra)	
Wzmianka o folwarku Stary Dwór	1780 wzmianka o zakupie żelaza z huty					XVIII w. smolarnia	1785 wzmianka o działalności huty i kuźnicy		XVIII w. wzmianka o smolarni	
	1785 wzmianka o przerobie 1800 cetna- rów surówki		po 1810 r. pracował jeszcze zakład przerób- ki stali				XVIII w. znajduje się jeszcze jeden z ośmiu cysterskich folwarków	XVIII w. istnieje jeszcze cysterski folwark	XVIII w. cysterski folwark w Zwonowic- cach	XVIII w. cysterski folwark w Chwałęc- cach

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1822 Założenie parku przy- pałacowego										
1835 Przebudowa kuźnicy na fryszkę stali										
Przebudowa- ne założenie pałacowo- -parkowe staje się rezydencją księcia racibor- skiego										
1846 Likwidacja fryszkerki										

Źródło: Z. Konopka (1994).  
Source: Z. Konopka (1994).

Tabela 6

## Kopalnie węgla kamiennego w zlewni Rudy

Table 6

## Coal mines in Ruda catchment

Nazwa	Rok rozpoczęcia eksploatacji	Lokalizacja	Uwagi
„Chwałowice”	1906	Rybnik—Chwałowice	w 1968 roku przyłączono kopalnię „Ignacy” („Hoym”) założoną w 1790 r. w latach 1884—1886 połączona z kopalnią „Emma”; od lipca 1995 r. połączona z kopalnią „Chwałowice” w 1997 r. postawiona w stan likwidacji
„Jankowice”	1916	Rybnik—Boguszowice	
„Krupiński”	1983	Suszec	
„Rydułtowy”	1806	Rydułtowy	
„Rymer”	1858	Rybnik—Niedobczyce	
„Żory”	1980	Żory	

Źródło: Na podstawie danych poszczególnych kopalń.  
Source: Basing on data of individuals coal mines.

Najintensywniejszy rozwój zurbanizowanej i uprzemysłowionej części zlewni Rudy przypada na lata 60. i 70. oraz początek lat 80. naszego wieku. Obserwowano wtedy największe tempo wzrostu ludności tego terenu. Dowodem może być tempo przyrostu ludności w dwóch największych ośrodkach miejskich zlewni Rudy: Rybniku i Żorach (rys. 8). Ważnym wskaźnikiem rozwoju gospodarczego omawianego terenu jest wydobycie węgla kamiennego (tab. 7, rys. 9). Najwyższe wydobycie węgla na terenie zlewni Rudy zanotowano w 1985 roku, przy czym najwyższą dynamikę tego wskaźnika obserwowano w latach 70. i w pierwszej połowie lat 80.

Tabela 7

## Wydobycie węgla kamiennego w kopalniach położonych na terenie zlewni Rudy [mln t]

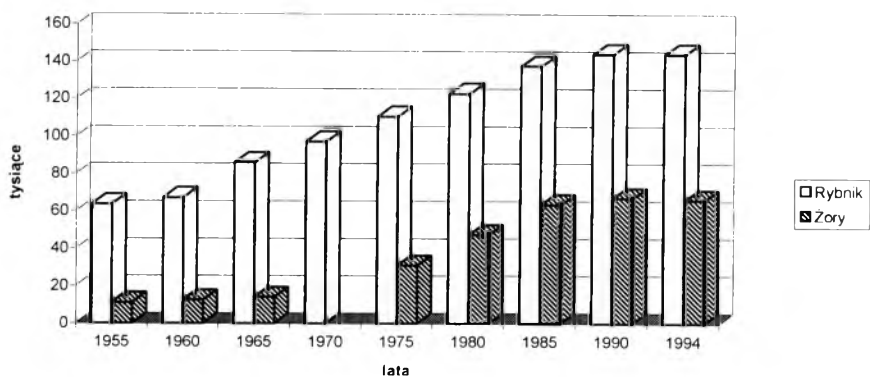
Table 7

## Coal production in the coal mines situated in Ruda catchment [mln t]

Kopalnia	Wydobycie węgla w latach 1938—1995								
	1938	1947	1963	1965	1975	1980	1985	1990	1995
„Chwałowice”	0,79	0,79	1,46	1,74	2,12	2,21	2,19	1,88	2,12
„Jankowice”	0,26	0,52	1,88	1,93	bd	4,31 <sup>1</sup>	5,08	3,72	4,27
„Krupiński”	—	—	—	—	—	—	0,64	1,36	1,46
„Rydułtowy”	0,25	0,69	1,12	1,27	2,71	2,86	2,96	2,36	2,39
„Rymer”	0,68	0,84	1,17	1,14	1,35	1,14	1,29	1,13	1,05
„Żory”	—	—	—	—	—	—	0,95 <sup>2</sup>	0,74	0,43
Razem	1,98	2,84	5,80	6,08	—	10,52	13,11	11,19	11,72

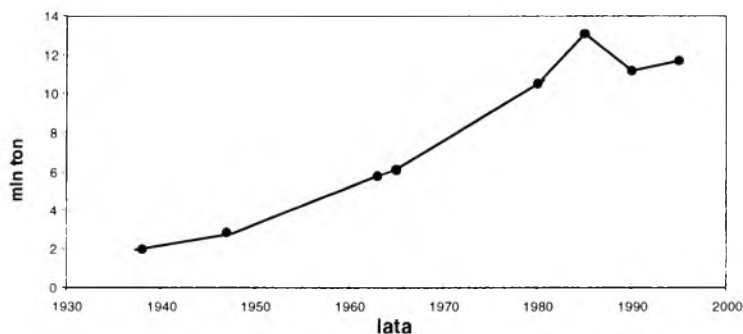
<sup>1</sup> W 1981 roku. <sup>2</sup> W 1986 roku.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: J. Ligęza (red.), 1970; oraz danych poszczególnych kopalń.  
Source: The author's elaboration based on J. Ligęza (ed.), 1970 and data from individual coal mines.



Rys. 8. Przyrost ludności w ośrodkach miejsko-przemysłowych zlewni Rudy w latach 1955—1994 (w 1970 roku brak danych dla miasta Żory)

Fig. 8. Increase of population in urban-industrial centres in Ruda catchment in the period 1955—1994 (lack of data in 1970 for Żory)



Rys. 9. Wydobywanie węgla kamiennego na terenie zlewni Rudy

Fig. 9. Coal mine production in Ruda catchment

Reasumując, obszar zlewni Rudy podlegał antropopresji od najdawniejszego okresu pobytu człowieka na tych ziemiach. Jednak większy wpływ na stosunki wodne wywarło dopiero górnictwo węgla kamiennego oraz intensywna urbanizacja terenu. Analizując poszczególne fakty, trzeba stwierdzić, że począwszy od lat 60. XX wieku należy się spodziewać bardziej zauważalnego wpływu urbanizacji i uprzemysłowienia na wielkość odpływu rzeczno-ego w związku z realizacją w tym okresie przerzutów wody ze zlewni Wisły w celu zaspokojenia potrzeb wodnych tego regionu, a także rozwoju w tym czasie sieci wodociągowej i kanalizacyjnej powodującej określone konsekwencje dla obiegu wody.

### **3. Charakterystyka głównych elementów hydrometeorologicznych w zlewni Rudy**

W rozdziale przedstawiono charakterystykę głównych elementów hydrometeorologicznych w standardowym wieloleciu 1961—1990 oraz charakterystykę przepływów chwilowych w zlewniach głównych dopływów Rudy w 1995 roku, co stanowi tło do rozważań na temat zmian odpływu w zlewni Rudy.

#### **3.1. Opady atmosferyczne**

Duża zmienność i aktywność mas powietrza obserwowana w południowo-zachodniej części Polski wpływa na stosunki opadowe badanego obszaru. W 72% dni w roku nad obszar ten napływają masy powietrza polarnomorskiego (K a m i ń s k i, 1987). Na wielkość opadów wpływ mają też czynniki lokalne: położenie, hipsometria terenu, obecność zbiorników wodnych, duży i zwarty kompleks leśny w północnej i północno-zachodniej części zlewni. Do czynników antropogenicznych wpływających na opady atmosferyczne tego obszaru należą z pewnością różnorodne zanieczyszczenia powietrza emitowane ze źródeł lokalnych oraz napływające nad ten teren z sąsiedniego Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, Ostrawsko-Karwińskiego Okręgu Przemysłowego i pozostałej części Rybnickiego Okręgu Węglowego.

Stosunki opadowe w wieloleciu 1961—1990 scharakteryzowano na podstawie danych z 9 posterunków opadowych IMGW. Średnie oraz ekstremalne miesięczne sumy opadów zestawiono w tab. 8 i przedstawiono

Tabela 8

Zestawienie średnich miesięcznych sum opadów z wielolecia 1961—1990 (a)  
i z wielolecia 1891—1930 (b) na wybranych posterunkach opadowych

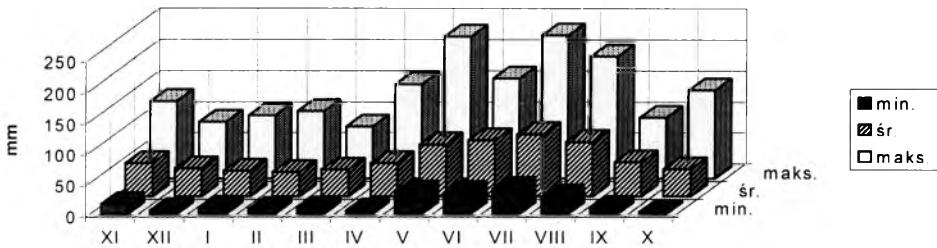
Table 8

Mean monthly sums of precipitation in the period 1961—1990 (a)  
and 1891—1930 (b) on the selected precipitation stations

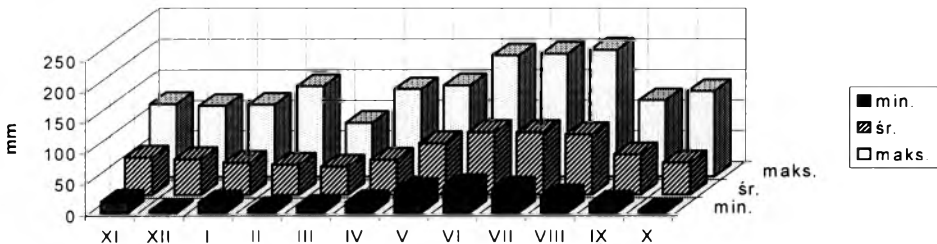
Posterunek opadowy [m n.p.m.]		Sumy opadów miesięcznych [mm]											Rok	
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		X
Adamowice (240)	a	54	45	41	39	43	54	84	91	101	88	55	44	740
Królówka (265)	a	60	57	51	48	45	56	83	101	101	97	65	51	816
Popielów (275)	a	50	46	40	40	42	52	85	89	96	89	61	48	736
	b	47	49	43	35	42	55	70	90	104	93	61	62	752
Rybnik (243)	a	49	47	43	39	41	54	83	87	93	90	63	48	738
	b	45	43	41	33	40	55	71	87	103	93	59	61	731
Rydułtowy (290)	a	55	54	48	47	46	54	89	91	101	92	57	48	781
Stanice (230)	a	53	55	47	45	43	54	80	90	94	89	61	49	759
	b	46	49	45	38	46	60	75	92	109	94	61	64	779
Stanowice (273)	a	47	47	40	36	38	48	81	87	90	85	59	43	701
Zwonowice (255)	a	44	49	43	31	39	48	78	83	95	84	60	50	705
Żory (250)	a	54	52	45	43	42	53	81	91	92	92	62	47	753
	b	37	43	40	34	39	48	69	86	93	94	51	58	692

Źródło: a — na podstawie *Charakterystyki klimatologicznej...*, 1992; b — na podstawie W. Wiszniewskiego, 1953.  
Source: a — based on *Charakterystyka klimatologiczna...*, 1992; b — based on W. Wiszniewski, 1953.

## ADAMOWICE

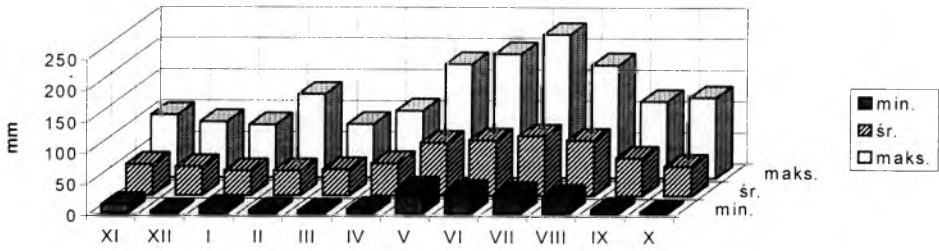


## KRÓLÓWKA

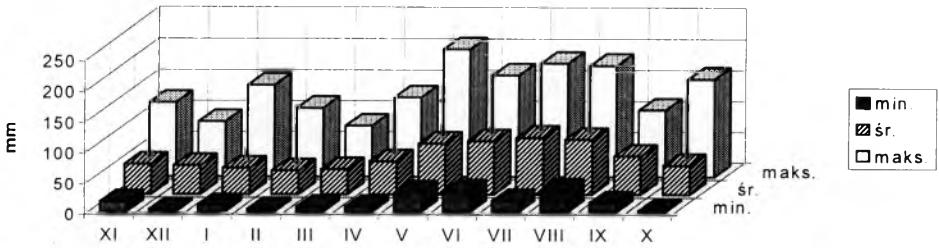




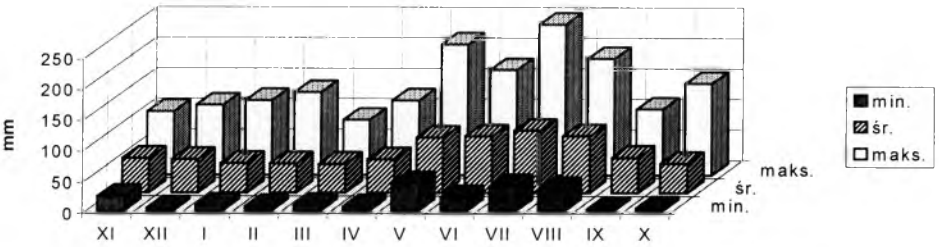
### POPIELÓW



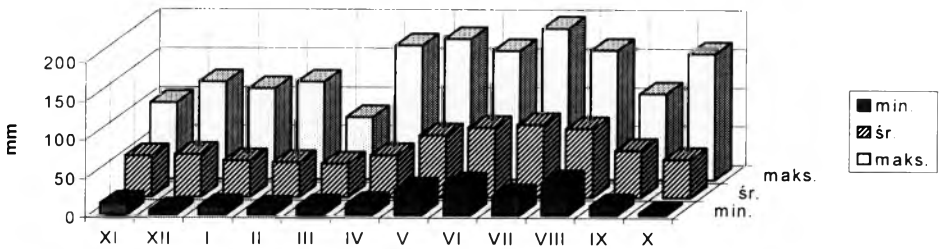
### RYBNIK



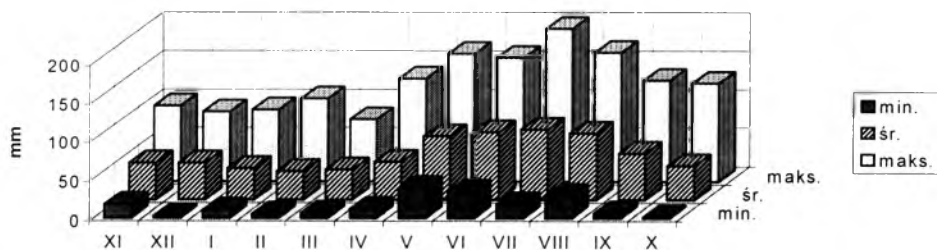
### RYDUŁTOWY



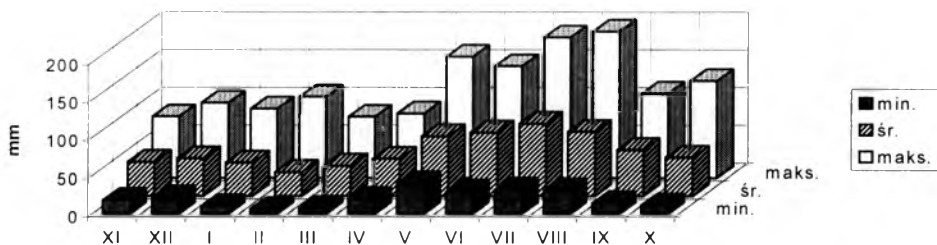
### STANICE



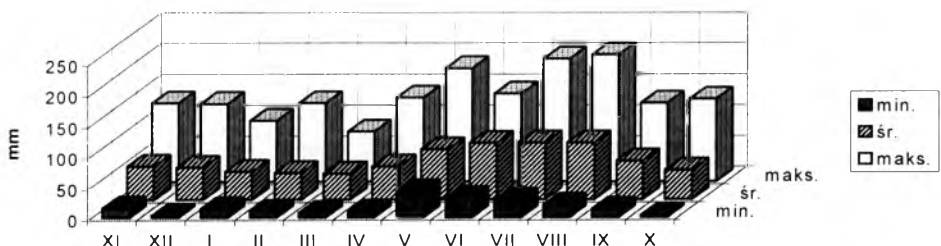
### STANOWICE



### ZWONOWICE



### ŻORY



Rys. 10. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych w wieloleciu 1961—1990 (min. — minimalne obserwowane, śr. — średnie w wieloleciu, maks. — maksymalne obserwowane)

Fig. 10. Monthly sums of precipitation in the period 1961—1990 (min. — minimal observed, śr. — mean in the period, maks. — maximal observed)

Średnie roczne sumy opadów wahają się od 701 mm w Stanowicach do 816 mm w Królówce. W przestrzennym rozkładzie opadów zaznacza się pewna strefowość. Najwyższe sumy opadów (750—780 mm) notuje się w południowej części obszaru leżącej w obrębie wyniesionego fragmentu Płaskowyzu Rybnickiego. Posuwając się na północ i na wschód w obniżony, równinny i zalesiony obszar doliny Rudy i Suminy, obserwujemy spadek wartości opadów do poziomu około 700 mm; ich wartość ponownie wzrasta do ponad 750 mm w części północno-zachodniej i wschodniej (Absalon, Leśniok, 1994). Najwyższe sumy opadów występują na posterunku w Królówce położonym w rejonie działu wodnego I rzędu rozdzielającego dorzecza Odry i Wisły we wschodniej części obszaru.

W ciągu roku opady dominują w półroczu letnim (od maja do października). Najwyższe średnie sumy opadów notuje się w lipcu; wahają się one od 90 mm (Stanowice) do 101 mm (Adamowice, Królówka, Rydułtowy). W Królówce równorzędne maksimum średnich opadów występuje w czerwcu i lipcu (101 mm). Najniższe opady miesięczne obserwuje się w lutym i marcu — od 31 mm (Zwonowice) do 46 mm (Rydułtowy). Stosunek średnich sum opadów półrocza letniego do zimowego jest stosunkowo wyrównany na obszarze zlewni i waha się od 1,5 (Rybnik) poprzez 1,6 (Królówka, Rydułtowy, Stanice, Żory), 1,7 (Adamowice, Popielów, Stanowice) do 1,8 (Zwonowice).

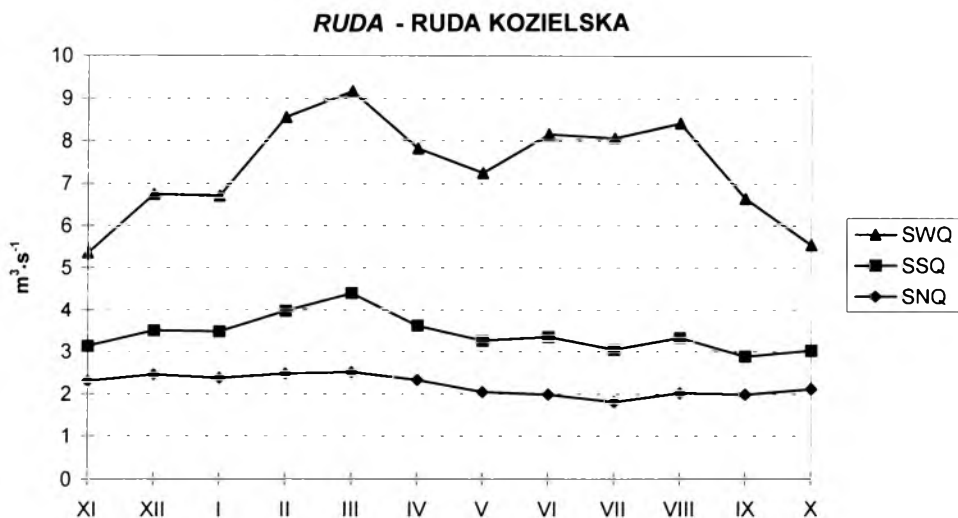
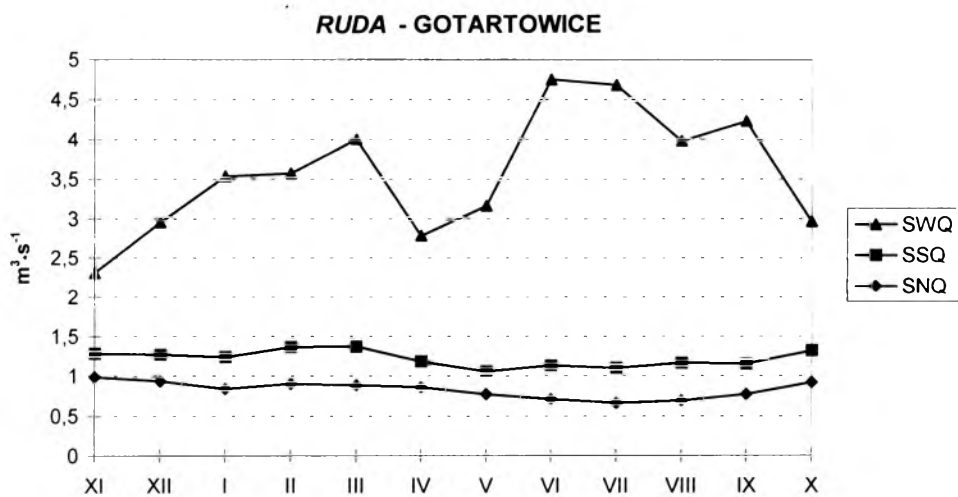
Jak wynika z przedstawionych histogramów, ekstremalne miesięczne sumy opadów swym przebiegiem tylko częściowo nawiązują do sum średnich miesięcznych. Maksymalne zaobserwowane sumy miesięczne na pięciu posterunkach pokrywają się z największymi lipcowymi sumami średnimi miesięcznymi i wahają się od 195 mm (Stanice) do 246 mm (Rydułtowy). Wyjątkiem są posterunki: Królówka, Zwonowice i Żory, gdzie maksymalne sumy miesięczne, wynoszące odpowiednio: 206 mm, 194 mm i 205 mm, zanotowano w sierpniu, oraz posterunek Rybnik z maksimum majowym wynoszącym 207 mm. Minimalne obserwowane sumy miesięczne na prawie wszystkich posterunkach miały miejsce w październiku, a ich wartości kształtowały się od 1 mm do 3 mm. Jedynie w Rydułtowach minimum zanotowano we wrześniu, w Zwonowicach zaś minimum wystąpiło w lutym.

Interesujące jest też porównanie dobowych maksimum opadów pięciu posterunków (Adamowice, Królówka, Rybnik, Stanice, Żory). Spośród nich najniższe maksimum dobowe zanotowano w Adamowicach — 62,3 mm (sierpień 1975), a najwyższe w Rybniku — 91,5 mm (styczeń 1983) (*Charakterystyka klimatologiczna...*, 1992).

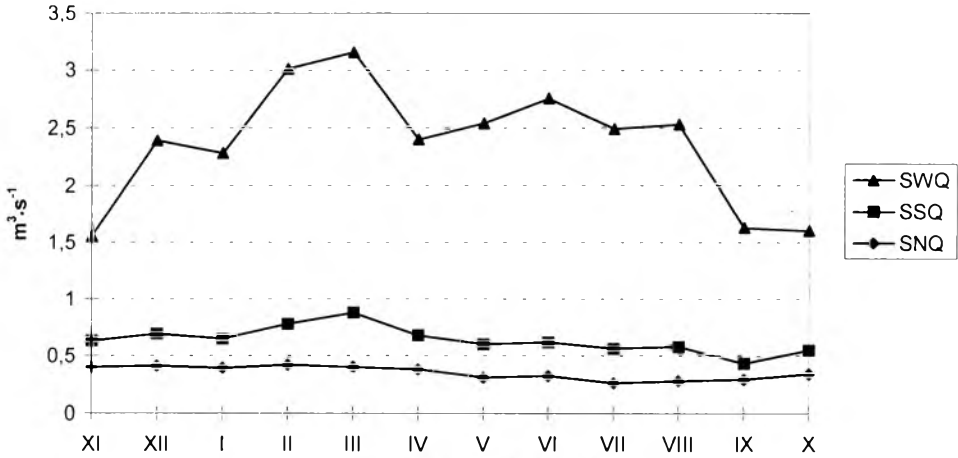
Porównując wartości z wielolecia 1961—1990 i wielolecia 1891—1930 (tab. 10), należy stwierdzić, że na dwóch posterunkach zanotowano wzrost, a na dwóch posterunkach — spadek rocznej sumy opadów. Wzrost rocznej sumy opadów zanotowano na posterunkach położonych na terenach zurbanizowanych (Rybnik, Żory). Na przykład w Żorach roczna suma opadów zwiększyła się aż o 61 mm. Spadek rocznych sum opadów (rzędu kilkunastu mm) zanotowano na posterunkach położonych na terenach słabo zurbanizowanych.

### 3.2. Przepływy charakterystyczne i wybrane charakterystyki odpływu

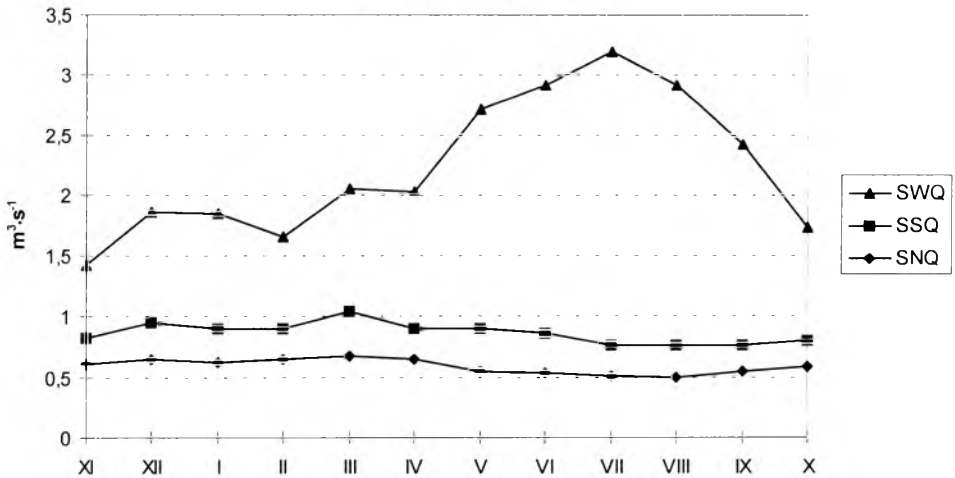
Charakterystykę przepływów w zlewni Rudy opracowano na podstawie danych pomiarowych IMGW w czterech profilach hydrometrycznych: Gotartowice i Ruda Kozielska na Rudzie, Nędza na Suminie i Rybnik na Nacynie (rys. 7, mapa 1). Niestety profil Rybnik na Nacynie ma krótszy ciąg pomiarowy (od 1979 roku). Posterunek w Gotartowicach został zlikwidowany w 1992 roku. Obliczone charakterystyki przepływów oraz odpływów jednostkowych zamieszczono w tabelach i przedstawiono na rysunkach (tab. 9 i 10, rys. 11).



### SUMINA - NĘDZA



### NACYNA - RYBNIK



Rys. 11. Charakterystyczne przepływy w analizowanych profilach wodowskazowych w wieloletniu 1961—1990

Fig. 11. Characteristic discharges in the water gauge stations studied in the period 1961—1990

Pomimo przewagi opadów w półroczu letnim we wszystkich badanych zlewniach większy był odpływ w półroczu zimowym, który osiągał od 52,2% średniego rocznego odpływu w profilu Gotartowice na Rudzie do 55,9% średniego rocznego odpływu w profilu Nędza na Suminie. Również najwyższe średnie sumy opadów występujące na terenie zlewni przeważnie w lipcu nie znajdują odzwierciedlenia w przepływach średnich. We wszystkich kontrolowanych profilach średni przepływ lipca jest niższy od średniego rocznego przepływu. Z kolei w okresie, gdy średnie sumy opadów są najniższe, tj. w lutym i w marcu, średnie przepływy miesięczne przewyższają wartości średniego rocznego przepływu.

Tabela 9

Charakterystyczne miesięczne wartości przepływu [ $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ]

Table 9

Characteristic monthly discharge values [ $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ]

Rzeka Lata	Profil pow. zlewni [ $\text{km}^2$ ]	Przepływ	Miesiące												Półrocza		Rok
			XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-IV	V-X	
Ruda 1961—1990	Gotartowice 125	SNQ	0,99	0,93	0,84	0,90	0,88	0,86	0,77	0,71	0,66	0,69	0,77	0,92	0,90	0,75	0,83
		SSQ	1,28	1,27	1,24	1,36	1,37	1,18	1,06	1,13	1,10	1,16	1,15	1,32	1,28	1,15	1,22
		SWQ	2,31	2,95	3,53	3,57	4,00	2,78	3,16	4,75	4,68	3,98	4,23	2,96	3,19	3,96	3,57
Ruda 1961—1990	Ruda Kozielska 382	SNQ	2,30	2,45	2,37	2,48	2,51	2,32	2,04	1,99	1,81	2,02	1,99	2,11	2,41	1,44	2,20
		SSQ	3,13	3,50	3,48	3,97	4,39	3,62	3,26	3,35	3,05	3,33	2,89	3,02	3,68	3,15	3,42
		SWQ	5,35	6,74	6,70	8,55	9,16	7,81	7,24	8,15	8,06	8,41	6,64	5,54	7,39	7,34	7,36
Sumina 1961—1990	Nędza 94,4	SNQ	0,40	0,41	0,39	0,42	0,40	0,38	0,31	0,32	0,26	0,28	0,29	0,34	0,40	0,30	0,35
		SSQ	0,63	0,69	0,65	0,78	0,88	0,68	0,60	0,62	0,56	0,58	0,43	0,55	0,72	0,56	0,64
		SWQ	1,56	2,39	2,28	3,01	3,15	2,40	2,54	2,75	2,49	2,53	1,63	1,60	2,47	2,26	2,36
Nacyna 1979—1990	Rybnik 63,6	SNQ	0,61	0,65	0,62	0,65	0,67	0,65	0,55	0,54	0,51	0,50	0,55	0,58	0,64	0,54	0,59
		SSQ	0,83	0,95	0,90	0,91	1,05	0,90	0,90	0,86	0,77	0,77	0,77	0,80	0,92	0,81	0,87
		SWQ	1,43	1,86	1,85	1,66	2,05	2,02	2,71	2,91	3,19	2,91	2,42	1,73	1,81	2,65	2,23

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych IMGW.

Source: The author's calculations based on data from IMGW.

Tabela 10

Charakterystyczne miesięczne odpływy jednostkowe [ $\text{dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$ ]

Table 10

Characteristic monthly specific runoff [ $\text{dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$ ]

Rzeka Lata	Profil pow. zlewni [ $\text{km}^2$ ]	Odpływ jednostkowy	Miesiące												Półrocza		Rok
			XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-IV	V-X	
Ruda 1961—1990	Gotartowice 125	SNq	7,9	7,4	6,7	7,2	7,0	6,9	6,2	5,7	5,3	5,5	6,2	7,4	7,20	6,03	6,6
		SSq	10,2	10,2	9,9	10,9	11,0	9,4	8,5	9,0	8,8	9,3	9,2	10,6	10,27	9,23	9,8
		SWq	18,5	23,6	28,2	28,6	32,0	22,2	25,3	38,0	37,4	31,8	33,8	23,7	25,52	31,68	28,6
Ruda 1961—1990	Ruda Kozielska 382	SNq	6,0	6,4	6,2	6,5	6,6	6,1	5,3	5,2	4,7	5,3	5,2	5,5	6,30	5,22	5,8
		SSq	8,2	9,2	9,1	10,4	11,5	9,5	8,5	8,8	8,0	8,7	7,6	7,9	9,64	8,25	9,0
		SWq	14,0	17,6	17,5	22,4	24,0	20,4	19,0	21,3	21,1	22,0	17,4	14,5	19,33	19,21	19,3
Sumina 1961—1990	Nędza 94,4	SNq	4,2	4,3	4,1	4,4	4,2	4,0	3,3	3,4	2,8	3,0	3,1	3,6	4,24	3,18	3,7
		SSq	6,7	7,3	6,9	8,3	9,3	7,2	6,4	6,6	5,9	6,1	4,6	5,8	7,61	5,90	6,8
		SWq	16,5	25,3	24,2	31,9	33,4	25,4	26,9	29,1	26,4	26,8	17,3	16,9	26,11	23,91	25,0
Nacyna 1979—1990	Rybnik 63,6	SNq	9,6	10,2	9,7	10,2	10,5	10,2	8,6	8,5	8,0	7,9	8,6	9,1	10,10	8,51	9,3
		SSq	13,1	14,9	14,2	14,3	16,5	14,2	14,2	13,5	12,1	21,1	12,1	12,6	14,51	12,81	13,7
		SWq	22,5	29,2	29,1	26,1	32,2	31,8	42,6	45,8	50,2	45,8	38,1	27,2	28,49	41,61	35,1

Źródło: Obliczenia własne.  
Source: The author's calculations.

Jeśli chodzi o średnie odpływy jednostkowe, to zwracają uwagę nienaturalnie wysokie wartości tego elementu w przypadku Nacyny, dwukrotnie przewyższające wartość SSq w sąsiedniej zlewni Suminy. Nieco podwyższone są także wartości SSq w profilach Gotartowice i Ruda Kozielska na Rudzie. Ma to niewątpliwie związek z przerzutami wody z dorzecza Wisły oraz zrzutami wód kopalnianych.

Wszystkie zaobserwowane przepływy maksymalne miały miejsce w półroczu letnim (podczas wezbrania w lipcu 1997 r.), a odpowiadające im spływy jednostkowe kształtowały się od  $164 \text{ dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$  w profilu Ruda Kozielska na Rudzie do  $409 \text{ dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$  w profilu Rybnik (na Nacynie). Również ekstremalne przepływy minimalne wystąpiły w półroczu letnim, a odpowiadające im spływy jednostkowe wynosiły od  $0,64 \text{ dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$  w profilu Gotartowice na Rudzie do  $5,03 \text{ dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$  w profilu Rybnik na Nacynie (tab. 11).

Tabela 11

Zaobserwowane przepływy ekstremalne i średnie [ $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ]  
oraz odpowiadające im spływy jednostkowe [ $\text{dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$ ]

Table 11

Observed extreme discharges and mean discharges [ $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ]  
and subsequent specific runoffs [ $\text{dm}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{km}^{-2}$ ]

Rzeka — profil	WWQ data	WWq	SSQ okres	SSq	NNQ data	NNq
Ruda — Gotartowice	27,6 VII 1949	221	1,22 1961—1990	9,8	0,08 VI 1950	0,64
Ruda — Ruda Kozielska	62,5 VII 1997	164	3,42 1961—1990	9,0	0,48 III 1996	2,33
Sumina — Nędza	32,0 VII 1997	339	0,64 1961—1990	6,8	0,06 VI 1991	0,74
Nacyna — Rybnik	26,0 VII 1997	409	0,87 1979—1990	13,7	0,26 VII 1995	5,03

Źródło: Na podstawie danych IMGW.

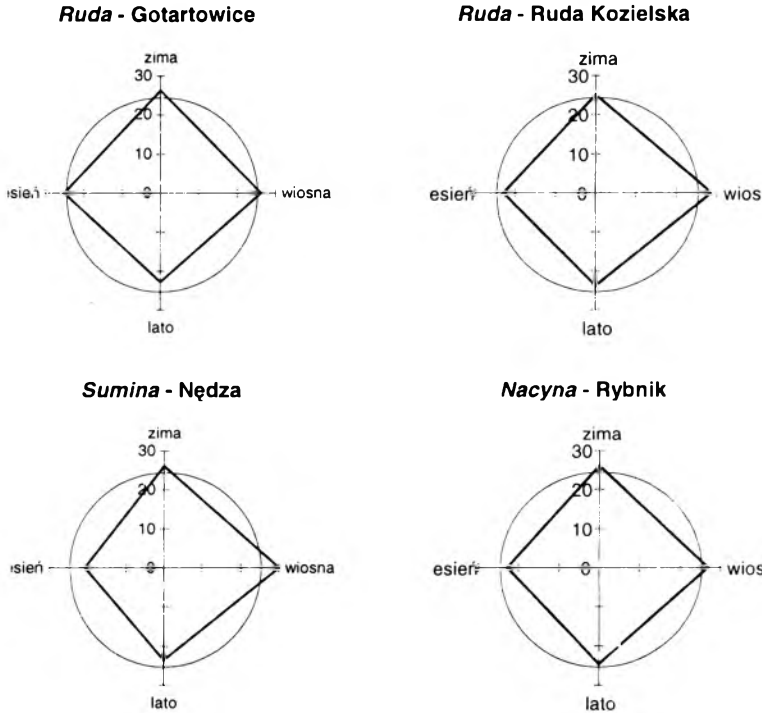
Source: Based on IMGW data.

W sezonowym rozkładzie odpływu dominuje odpływ wiosenny, najmniejsze zaś ilości wody odpływają jesienią. Jedynie w profilu Gotartowice na Rudzie odpływ wiosenny jest równy zimowemu. Najmniejsze ilości wody w tym profilu odpływają latem (rys. 12).

Analizując przebieg miesięcznych współczynników przepływu, można zauważyć, że najwyższe odpływy w zlewniach są notowane w marcu (od 112% średniego rocznego odpływu w Gotartowicach na Rudzie do 138% średniego rocznego odpływu w Nędzy na Suminie). Odpływy najmniejsze (od 85% średniego rocznego odpływu w Rudzie Kozielskiej na Rudzie do 88% średniego rocznego odpływu na Nacynie w Rybniku) są notowane we wrześniu i w październiku, ale także w maju (w Gotartowicach na Rudzie), w przypadku zaś Nacyny równorzędne niskie odpływy występują w lipcu, w sierpniu i we wrześniu (tab. 12, rys. 11).



Według klasyfikacji I. Dynowskiej (1971) reżim Rudy określono jako wyrównany z wezbraniem wiosennym i letnim oraz gruntowo-deszczowo-śnieżnym zasilaniem. Przedstawiona przez autora charakterystyka odpływu w wieloleciu 1961—1990 nie potwierdza występowania wezbrania letniego w zlewni Rudy.



Rys. 12. Sezonowy rozkład odpływu [%] w zlewni Rudy w wieloleciu 1961—1990  
 Fig. 12. Seasonal distribution of runoff [%] in Ruda catchment in the period 1961—1990

Tabela 12

**Średnie miesięczne współczynniki przepływu i współczynniki zmienności  
 średnich miesięcznych przepływów ( $C_v$ ) (1961—1990) oraz współczynnik nieregularności ( $\lambda$ )**

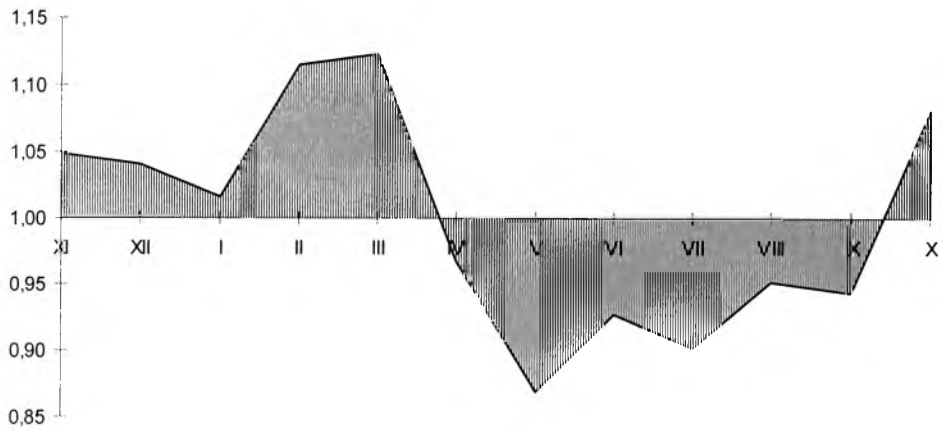
Table 12

**Mean monthly discharge coefficient and coefficient of mean monthly  
 discharge changeability ( $C_v$ ) (1961—1990) and irregularity coefficient ( $\lambda$ )**

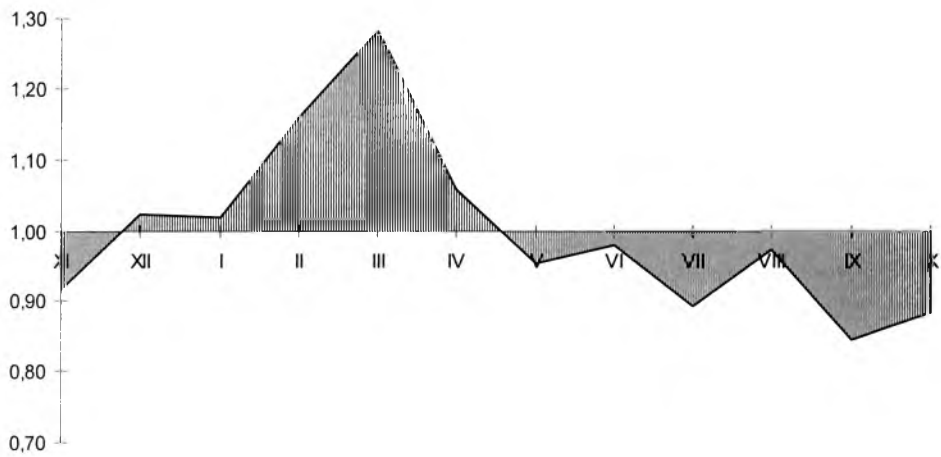
Rzeka — profil	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	$C_v$	$\lambda$
Ruda — Gotartowice	1,05	1,04	1,02	1,11	1,12	0,97	0,87	0,93	0,90	0,95	0,94	1,08	0,48	45
Ruda — Ruda Kozielska	0,92	1,02	1,02	1,16	1,28	1,06	0,95	0,98	0,89	0,97	0,85	0,88	0,46	130
Sumina — Nędza	0,98	1,08	1,02	1,22	1,38	1,06	0,94	0,97	0,88	0,91	0,67	0,86	0,63	533
Nacyna — Rybnik	0,95	1,09	1,03	1,05	1,21	1,03	1,03	0,99	0,89	0,89	0,89	0,92	0,23	100

Źródło: Obliczenia własne.  
 Source: The author's calculations.

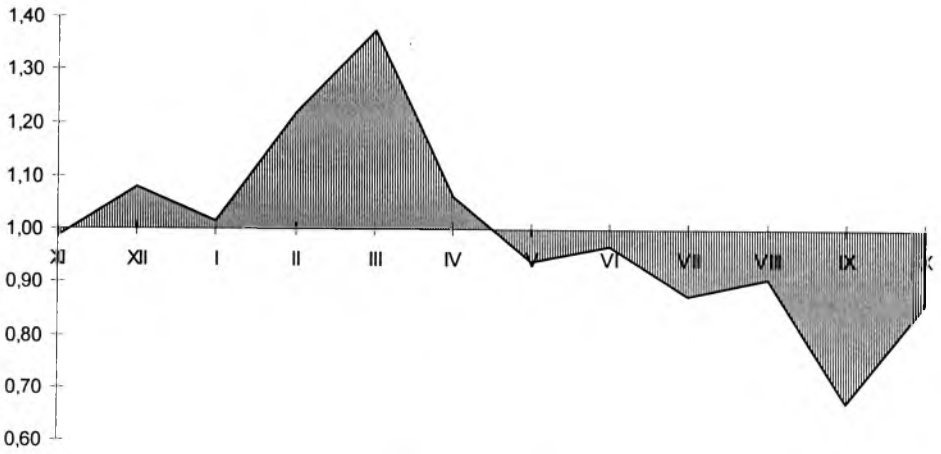
### RUDA - GOTARTOWICE



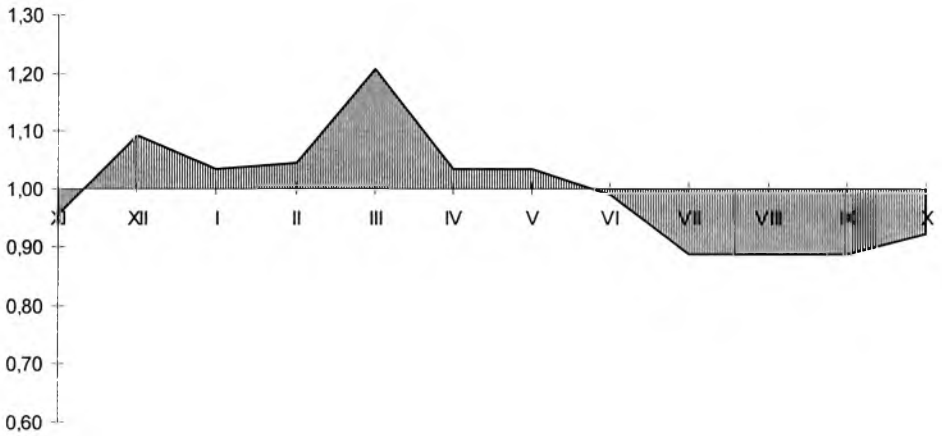
### RUDA - RUDA KOZIELSKA



### SUMINA - NĘDZA



### NACYNA - RYBNIK



Rys. 13. Przebieg miesięcznych współczynników przepływu w wieloleciu 1961—1990  
Fig. 13. Distribution of monthly discharge coefficients in the period 1961—1990

W 1995 roku prowadzono badania terenowe zlewni, które polegały między innymi na pomiarach przepływów chwilowych, niezbędnych do obliczeń ładunku zanieczyszczeń transportowanych głównymi dopływami Rudy (tab. 13).

Tabela 13

Charakterystyka przepływów w badanych zlewniach w 1995 roku

Table 13

Characteristics of discharges in the catchments studied in 1995

Rzeka	Profil	Przepływ śr. [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]	Przepływ maks. [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]	Przepływ min. [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]	Średni odpływ jednostkowy [dm <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> × km <sup>-2</sup> ]
Rudziczka	ujście	0,094	0,135	0,071	9,1
Potok Woszczycki	ujście	0,141	0,207	0,065	3,5
Potok Szczekowicki I	ujście	0,015	0,048	0,005	4,1
Potok Szczekowicki II	ujście	0,022	0,033	0,008	4,9
Kłokocinka	ujście	0,179	0,251	0,150	6,9
Potok Boguszowicki	ujście	0,051	0,075	0,022	7,3
Przegędza	ujście	0,076	0,152	0,019	5,8
Potok z Kamienia	ujście	0,077	0,159	0,027	4,9
Rudka	ujście	0,031	0,070	0,010	3,6
Potok z Buka	most	0,050	0,200	0,023	7,7
Wierzbnik	ujście	0,123	0,286	0,041	4,4
Potoki z Rudy Kozielskiej (łącznie I, II, III)	ujście	0,038	0,110	0,012	3,8
Raczok	ujście	0,050	0,102	0,016	5,0
Biały Potok	most	0,032	0,056	0,010	3,8

Źródło: Badania i obliczenia własne.

Source: The author's research and calculations.

Najwyższe średnie odpływy jednostkowe obserwowano w zlewniach: Rudziczki, Potoku z Buka, Potoku Boguszowickiego i Kłokocinki, a najniższe w zlewniach: Potoku Woszczyckiego, Rudki, Potoków z Rudy Kozielskiej i Białego Potoku. Najwyższymi odpływami jednostkowymi charakteryzują się między innymi zlewnie, w których są zlokalizowane punkty zrzutu ścieków. Najniższe odpływy jednostkowe występują w zlewniach zalesionych bądź obfitujących w zbiorniki wodne. Największa zmienność przepływów cechuje: Potok Szczekowicki I, Potoki z Rudy Kozielskiej, Potok z Buka i Przegędzę. Z kolei najmniejszą zmienność przepływów obserwowano w Kłokocince i Rudziczce. Na podstawie wartości przepływów chwilowych w jednym roku hydrologicznym trudno o szczegółową i pogłębioną charakterystykę reżimu odpływu w badanych zlewniach, ale opierając się na uzyskanych wynikach, można stwierdzić zaburzenia antropogeniczne, między innymi w zlewniach: Rudziczki, Kłokocinki, Potoku Boguszowickiego. Potwierdzenie zaobserwowanych prawidłowości wymaga jednak prowadzenia w tych zlewniach stałych obserwacji.

## **4. Antropogeniczne przeobrażenia elementów wpływających na kształtowanie się odpływu w zlewni Rudy**

W rozdziale przedstawiono charakterystykę antropogenicznych przeobrażeń stosunków wodnych, które mają decydujący wpływ na zmiany wielkości i reżimu odpływu rzecznego, a także na zmiany jakości wody.

### **4.1. Przeobrażenia powierzchni ziemi**

Przeobrażenia powierzchni ziemi w zlewni Rudy wyrażają się występowaniem: gruntów antropogenicznych, antropogenicznych form terenowych, deformacji terenu związanych z osiadaniami pogórnymi, składowisk surowców i odpadów, wylewisk odpadów.

Większość obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych cechuje się występowaniem gruntów antropogenicznych o miąższości do 2 m. Lokalnie są to grunty antropogeniczne o miąższości ponad 2 m, na przykład historyczne centrum Żor i Rybnika (*Mapa sozologiczna...*, 1995b).

Antropogeniczne formy terenowe są reprezentowane przez wyrobiska i zwałowiska. Do największych wyrobisk na terenie zlewni Rudy należało wyrobisko w Żorach-Roju (zlewnia potoku Kłokocinka). W wyrobisku tym składowano odpady górnicze, a następnie przeprowadzono rekultywację leśną. Ponadto na terenie zlewni licznie występują mniejsze wyrobiska, utworzone głównie w wyniku eksploatacji materiałów budowlanych i podszkawkowych, z których na większą uwagę zasługuje wyrobisko piaskowni w Szczekowicach.



Fot. 3. Osadniki wód kopalnianych w zlewni Nacyny w rejonie Chwałowic  
Phot. 3. Mining water settlement tank in Nacyna catchment in the area of Chwałowice



Fot. 4. Osadniki wód kopalnianych w zlewni Nacyny w rejonie Chwałowic (widok z lotu ptaka) (fot. A. Kuczera)  
Phot. 4. Mining water settlement tank in Nacyna catchment in the area of Chwałowice (from the air) (Phot. A. Kuczera)

Znacznie większe piętno w krajobrazie zlewni odcisnęły zwałowiska odpadów górniczych. Największe z nich są zlokalizowane w południowych dzielnicach Rybnika: Chwałowicach, Boguszowicach i Popielowie oraz w Rydułtowach. Zwałowiska te najczęściej lokalizowano w naturalnych lub powstałych wskutek osiadań zagłębieniach, powodując lokalne zaburzenia stosunków wodnych i zanieczyszczenie wód podziemnych (zlewnia Nacyny i jej dopływu — Potoku Radziejowskiego oraz zlewnia Potoku Boguszowickiego). Niektóre zwałowiska zostały zrehabilitowane w kierunku leśnym (*Mapa sozologiczna...*, 1995a i b).

Kolejnym przejawem degradacji powierzchni terenu mającym ogromny wpływ na kształtowanie się stosunków wodnych są deformacje związane z działalnością górniczą. Cała południowa część zlewni Rudy, a szczególnie: górna część zlewni potoku Kłokocinka, zlewnia Potoku Boguszowickiego i zlewnia Nacyny leżą w zasięgu deformacji nieciągłych związanych z eksploatacją górniczą kopalń rejonu Rybnika i Żor. Ponadto górna część zlewni potoku Przegędza znajduje się w zasięgu deformacji nieciągłych związanych z eksploatacją górniczą kopalń regionu Leszczyń i Knurowa. Deformacje nieciągłe objawiają się na powierzchni terenu jako zapadliska i szczeliny. Znacznie poważniejsze konsekwencje hydrologiczne mają deformacje ciągłe. W wyniku osiadań terenu dochodzi do powstania niecek, zwanych nieckami osiadania. Obszary największych deformacji tego typu w zlewni Rudy obejmują rejon Chwałowic, Radlina i Pszowa, z maksimum osiadań w Niece Chwałowickiej, które miejscami osiągają 20 m. Niecki osiadań, jak wspomniano wyżej, są częstokroć wykorzystywane jako miejsce składowania odpadów górniczych (skały płonnej) lub osadniki wód kopalnianych (fot. 3 i 4). W wyniku osiadania powierzchni terenu poniżej zwierciadła wód podziemnych zachodzi zjawisko zawodnienia terenu, w przypadku zaś osiadań będących skutkiem odwodnień może dojść do osuszenia górotworu przypowierzchniowego, a co za tym idzie zaniku wody w studniach, czy nawet zaniku sieci hydrograficznej (Ż m u d a, 1973; J a n k o w s k i, 1986).

Elementami powodującymi degradację wód są składowiska surowców i odpadów. Do szczególnie uciążliwych należą składowiska odpadów w: Suszcu (odpady górnicze lokowane w wyrobisku popiaskowym), Kleszczowie (odpady mieszane), Gotartowicach (odpady górnicze lokowane w obrębie doliny Rudy), Paruszowcu (odpady górnicze i chemiczne lokowane w sąsiedztwie zbiornika Paruszowiec na Rudzie), Szczekowicach (odpady komunalne lokowane w składowisku przy drodze Żory—Szczekowice) oraz składowiska w wyrobiskach i nieckach osiadania na terenie Roju, Boguszowic i Chwałowic (*Mapa sozologiczna...*, 1995a, b, c).

Oprócz działalności przemysłowej do przeobrażenia powierzchni ziemi przyczynia się działalność rolnicza. Intensywna denudacja mechaniczna zachodzi współcześnie na stokach zbudowanych z utworów słabo przepuszczal-



nych, szczególnie tam, gdzie uprawia się rośliny okopowe. O intensywności tych procesów świadczy znaczna miąższość „mady rolniczej” zdeponowanej na obszarze den dolin (Sarno, Sendobry, 1992).

## 4.2. Przeobrażenia koryt rzecznych

Przeobrażenia koryt rzecznych obejmują regulację cieków i zabudowę hydrotechniczną.

Regulacja cieków polega na skracaniu ich biegu, zwężaniu koryta i jego obudowie, likwidacji meandrów i zwiększaniu spadku podłużnego doliny. Zabudowa hydrotechniczna to budowa zbiorników i innych urządzeń piętrzących. Celem regulacji cieków i ich hydrotechnicznej zabudowy jest dostosowanie reżimu odpływu do różnych potrzeb wynikających z działalności człowieka (Filimowski, Gutry-Korycka, 1993).

Zabudowa hydrotechniczna koryt oraz możliwość sterowania natężeniem przepływu w rzekach zahamowały aktywność naturalnych procesów fluwialnych — tylko w nielicznych miejscach rzeki podcinają terasy w wyniku erozji bocznej i akumulują łachy meandrowe na wypukłych brzegach koryt. Koryta Rudy i jej dopływów na znacznych odcinkach są sztucznymi kanałami, które modyfikują przebieg procesów fluwialnych.

Obecne stulecie jest okresem rosnącego bezpośredniego znaczenia człowieka jako czynnika przemieszczania materii. Jeśli chodzi o koryta rzeczne, wpływ ten wyraża się w postaci wszelkich prac regulacyjnych i w budowie wałów przeciwpowodziowych. Umocnione brzegi koryt przy jednoczesnym braku umocnienia dna powodują szybki spływ wód, który wzmaga natężenie erozji wglębnej rzek. Większe cieki tego obszaru rozcięły swoje aluwia do głębokości od 2 m do 3 m, w znacznym stopniu ograniczając akumulację na terasie zalewowej. Z kolei w mniejszych dolinkach na obszarach przemysłowych Rybnickiego Okręgu Węglowego zostały zakumulowane osady antropogeniczne powstałe w wyniku zrzutów poflotacyjnych. Miąższość tych osadów miejscami osiąga 10 m (Sarno, Sendobry, 1992).

Regulacja koryt rzecznych może też powodować obniżanie się poziomu zwierciadła wód gruntowych i zanik niektórych fragmentów sieci hydrograficznej, zwłaszcza w odcinkach źródłowych.

Do specyficznych przeobrażeń koryt rzecznych w zlewni Rudy przyczyniają się osiadania terenu. Osiadania te, gdy występują w obrębie dolin cieków, często powodują powstawanie zalewisk zmieniających warunki grawitacyjnego odpływu wód. Powoduje to podtopienia terenu podobne w skutkach do zalewów powodziowych. Proces ów można uważać za charakterystyczną cechę kształtowania się stosunków wodnych na obszarach czynnego górnictwa

antropogenicznego, nie mający żadnego uzasadnienia hydrometeorologicznego (Jankowski, 1986). Rzeka Ruda sama nie podlega wpływom osiadań górniczych, natomiast w jej zlewni szczególne zagrożenie tego typu występuje na Nacynie i jej dopływach odwadniających obszary górnicze kopalń „Chwałowice” i „Jankowice”. Zaistniałe i prognozowane deformacje terenu wymagają stałych prac hydrotechnicznych w celu zabezpieczenia pobliskich obszarów przed zalaniem (tab. 14).

Tabela 14

**Prace hydrotechniczne, obwałowania, prace melioracyjne i przepompownie w zlewni Rudy związane ze szkodami górniczymi na terenie Rybnickiego Okręgu Węglowego**

Table 14

**Hydrotechny works, embankments, land melioration and overpumping in Ruda catchment associated with mining damage in the area of Rybnik Coal Region**

Okres	Prace hydro- techniczne na dl. [km]	Obwałowania na dl. [km]	Prace melioracyjne na obszarze [ha]		Przepompownie [szt.]
			użytki rolne	lasy	
Do roku 1990	21,2 (36,9%*)	16,6 (26,3%*)	—	—	1 (6,7%*)
ekspl. docelowej	26,6 (39,4%*)	17,3 (18,4%*)	3205 (35,8%*)	574 (20,4%*)	4 (16%*)

\* W procentach ogółu prac na rzekach ROW-u.

Źródło: Opracowanie własne, zmodyfikowane na podstawie A. T. Jankowskiego (1986).

Source: The author's elaboration, modified from A. T. Jankowski (1986).

Prawie 40% prac hydrotechnicznych w obrębie Rybnickiego Okręgu Węglowego przypada na zlewnię Rudy, mniejszy jest zakres budowy obwałowań. Prowadzi się także wiele prac melioracyjnych, zwłaszcza na terenach rolniczych.

Przeobrażenia koryta rzecznego nastąpiły również w ujściowym odcinku Nacyny, na początku lat 70., w związku z budową zbiornika rybnickiego. W celu wykonania przerzutu w korycie Nacyny wybudowano jaz (fot. 5), z którego przepompowuje się jej wody, w ilości do  $1,25 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ , do rurociągu o średnicy  $\varphi = 1200 \text{ mm}$  i długości całkowitej 4269 m. Przepływy przekraczające  $1,25 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  powodują przelewanie się wody przez koronę jazu. Woda ta trafia do Jeziora Rybnickiego.

### 4.3. Antropogeniczne zbiorniki wodne

Antropogeniczne zbiorniki wodne na obszarze zlewni Rudy są rezultatem działalności człowieka w zakresie eksploatacji kopalni (powierzchniowej i węgłobnej), działalności przemysłowej i hodowlanej. Ze względu na genezę zbiorniki te można podzielić na występujące (Jankowski, 1986) w:

- nieckach osiadania,
- zapadliskach po eksploatacji węgla,
- wyrobiskach po eksploatacji węgla lub lokalnej eksploatacji odkrywkowej,
- wyrobiskach popiaskowych i poźwirowych,
- wyrobiskach po eksploatacji utworów ilastych,
- wyrobiskach po eksploatacji skał litych,
- sztucznych formach określonego przeznaczenia (specjalnie wykopane doły, zbiorniki betonowe, tereny obwałowane, zbiorniki retencyjne, przemysłowe itp.).

W rozważaniach na temat wpływu zbiorników na zmiany odpływu należy zwrócić uwagę przede wszystkim na duże zbiorniki retencyjne oraz większe zbiorniki różnej genezy, położone bezpośrednio w dolinie rzecznej, np.: większe zbiorniki powstałe w nieckach osiadania lub zapadliskach, duże kompleksy stawów hodowlanych itp.

Jeziro Rybnickie powstało przez spiętrzenie wód rzeki Rudy zaporą czołową w miejscowości Rybnik-Stodoły (fot. 6). Zapora czołowa jest typu ziemnego z wbudowanym upustem dennym i przelewem w prawym przyczółku (Kozłowski, Karaś, Fiedler, 1981). Podstawowe parametry limnometryczne zbiornika zestawiono w tab. 15.

Tabela 15

**Podstawowe parametry limnometryczne Jeziora Rybnickiego**

Table 15

**Basic limnometric parameters of Rybnik Reservoir**

Poziom piętrzenia [m n.p.m.]	Powierzchnia [ha]		Pojemność [mln m <sup>3</sup> ]		Głębokość [m]	
	z zatokami	bez zatok	z zatokami	bez zatok	maksymalna	średnia
Maksymalny powodziowy 221,3	555	470	24,0	22,0	9,0	ok. 3,0
Maksymalny eksploatacyjny 221,0	543	465	22,5	21,4	—	—
Minimalny eksploatacyjny 220,0	495	444	17,5	17,1	—	—

Uwaga: Zatoki oddzielono zaporami bocznymi w celu stworzenia zalewów napełnionych wodami własnymi zlewni, wyłączonymi z obiegu chłodzącego, zarybione i przeznaczone do rekreacji, ze zbiornikiem połączone urządzeniami upustowymi.

Źródło: W. Kozłowski i in., 1981; A. T. Jankowski, J. Wach, 1987.

Source: W. Kozłowski et al., 1981; A. T. Jankowski, J. Wach, 1987.

Oprócz rzeki Rudy Jezioro Rybnickie jest zasilane wodami potoków: Gzel, Grabownia i Pniowiec, które wpływają do bocznych zatok zbiornika, skąd przelewami powierzchniowymi wpływają do zbiornika głównego. Ponadto w pobliżu zrzutu wód podgrzanych z elektrowni „Rybnik” do zbiornika wpływa potok Kopciok. Tereny depresyjne w rejonie tzw. cofki zbiornika są odwadniane za pomocą pompowni melioracyjnej w Kuźni Rybnickiej (Zajączkowski, 1993).



Fot. 5. Jaz i przepompownia w korycie Nacyna przetrzucająca jej wody poniżej zapory Jeziora Rybnickiego  
Phot. 5. Dam and pumping-station in Nacyna channel which transfers the river water below the Rybnik Reservoir dam



Główne funkcje zbiornika rybnickiego to:

- ujęcie wody dla chłodzenia bloków energetycznych elektrowni „Rybnik” — pobór wody w ilości  $33,5 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ,
- odbiór pochłodniczych wód podgrzanych,
- wyrównanie przepływów rzeki Rudy; przepływ gwarantowany Rudy (łącznie z Nacyną) poniżej zbiornika wynosi  $1,3 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ,
- rekreacja (żeglarstwo, wędkarstwo).

Jeziro Rybnickie poza głównymi funkcjami stało się osadnikiem zanieczyszczeń dopływających wraz z wodami rzeki Rudy oraz Nacyny (w okresach wezbrań). Ponadto do zbiornika dopływają zrzuty z oczyszczalni ścieków w Orzepowicach oraz zanieczyszczenia spływające bezpośrednio z powierzchni najbliższej zlewni.

Poza Jeziorem Rybnickim do większych akwenów należą zbiorniki wody przemysłowej: „Papierok” i „Paruszowiec” (fot. 7) oraz kompleksy stawów hodowlanych w zlewniach: Rudziczki, Potoku Woszczyckiego i Suminy (mapa 1). Znaczną zmienność czasową i przestrzenną stawów w dolinie Rudy stwierdza K. Kocel (1995).

Charakterystykę pozostałych zbiorników antropogenicznych przedstawiono w tab. 16 i 17. Liczebność zbiorników rejonu rybnickiego wyraźnie wzrosła w ostatnich stu latach, jednak ich udział procentowy w stosunku do całego obszaru ROW-u utrzymuje się na podobnym poziomie. Wynika to przede wszystkim z faktu, iż górnictwo obszaru rybnickiego wykazywało znacznie mniejszą dynamikę w porównaniu z sąsiednimi obszarami: knurowskim i jastrzębskim, w których zauważa się dużo większy przyrost liczby zbiorników. Poza tym eksploatacja górnicza w rejonie rybnickim przez długi czas była prowadzona metodą podsadzkową, która znacznie ogranicza negatywne skutki na powierzchni (Jankowski, 1986).

Tabela 16

Liczebność zbiorników antropogenicznych na terenie ROW-u

Table 16

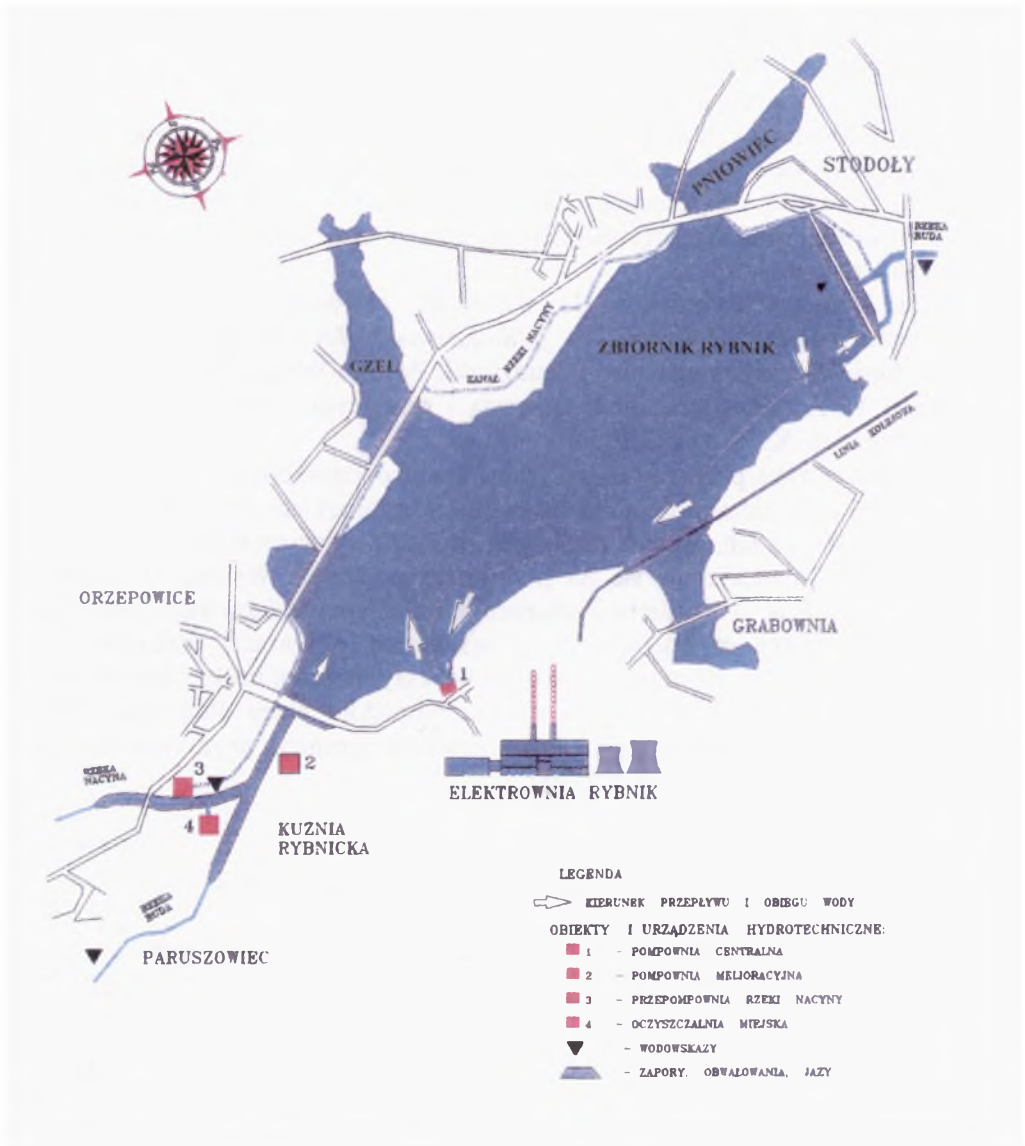
Number of anthropogenic reservoirs in the area of Rybnik Coal Region

Obszar	Koniec XIX w.		Lata 1955—1960		Lata osiemdziesiąte	
	[szt.]	[%]	[szt.]	[%]	[szt.]	[%]
Rybnicki	31	20,9	102	23,1	156	24,8
Pozostała część ROW-u	117	79,1	340	76,9	472	75,2
Łącznie	148	100	442	100	628	100

Źródło: A. T. Jankowski, 1986.

Source: A. T. Jankowski, 1986.

Jeżeli doszłoby do powstania prognozowanych w zlewni Rudy na okres docelowy niecek bezodpływowych, to ich łączna pojemność dorównałaby prawie pojemności Jeziora Rybnickiego, co wywołałoby określone zmiany



Rys. 14. Zaporowy zbiornik „Rybnik” z zalewami bocznymi

Źródło: R. Zajączkowski (red.): *Monografia Zbiornika Wódnego „Rybnik”*. OBiKS, Katowice 1993.

Fig. 14. Map of Rybnik Reservoir

1 — direction of water flow and circulation, 2 — hydrotechny objects and installation: central pumping-station, melioration pumping-station, Nacyna pumping-station, municipal sewage treatment plant, water-gauge, dams and embankments



Fot. 6. Zapora czołowa zbiornika rybnickiego w Stodołach (fot. A. Kuczera)  
Phot. 6. Frontal dam of Rybnik Reservoir in Stodoły (Phot. A. Kuczera)





Fot. 7. Zbiornik „Paruszowiec” w dolinie Rudy (fot. A. Kuczera)  
Phot. 7. Paruszowiec Reservoir in Ruda valley (Phot. A. Kuczera)

warunków odpływu, szczególnie w zlewni Nacyny. Jednak w wyniku zmniejszenia wielkości wydobycia węgla w ostatnich latach ograniczeniu uległy także zjawiska osiadania terenu. Tym niemniej proces wzrostu powierzchniowej retencji depresyjnej będzie przebiegał aż do zakończenia eksploatacji węgla i uspokojenia górotworu na tym obszarze.

Tabela 17

Niecki bezodpływowe powstałe w wyniku działalności górniczej

Table 17

Interior basins developed as a result of coal mining activity

Obszar	Do 1990 roku		Okres docelowy	
	powierzchnia [ha]	pojemność [mln m <sup>3</sup> ]	powierzchnia [ha]	pojemność [mln m <sup>3</sup> ]
Zlewnia Rudy	116	3,2	600	21,4
Łącznie obszar ROW-u	639	20,3	4958	303,3

Źródło: A. T. Jankowski, 1986.

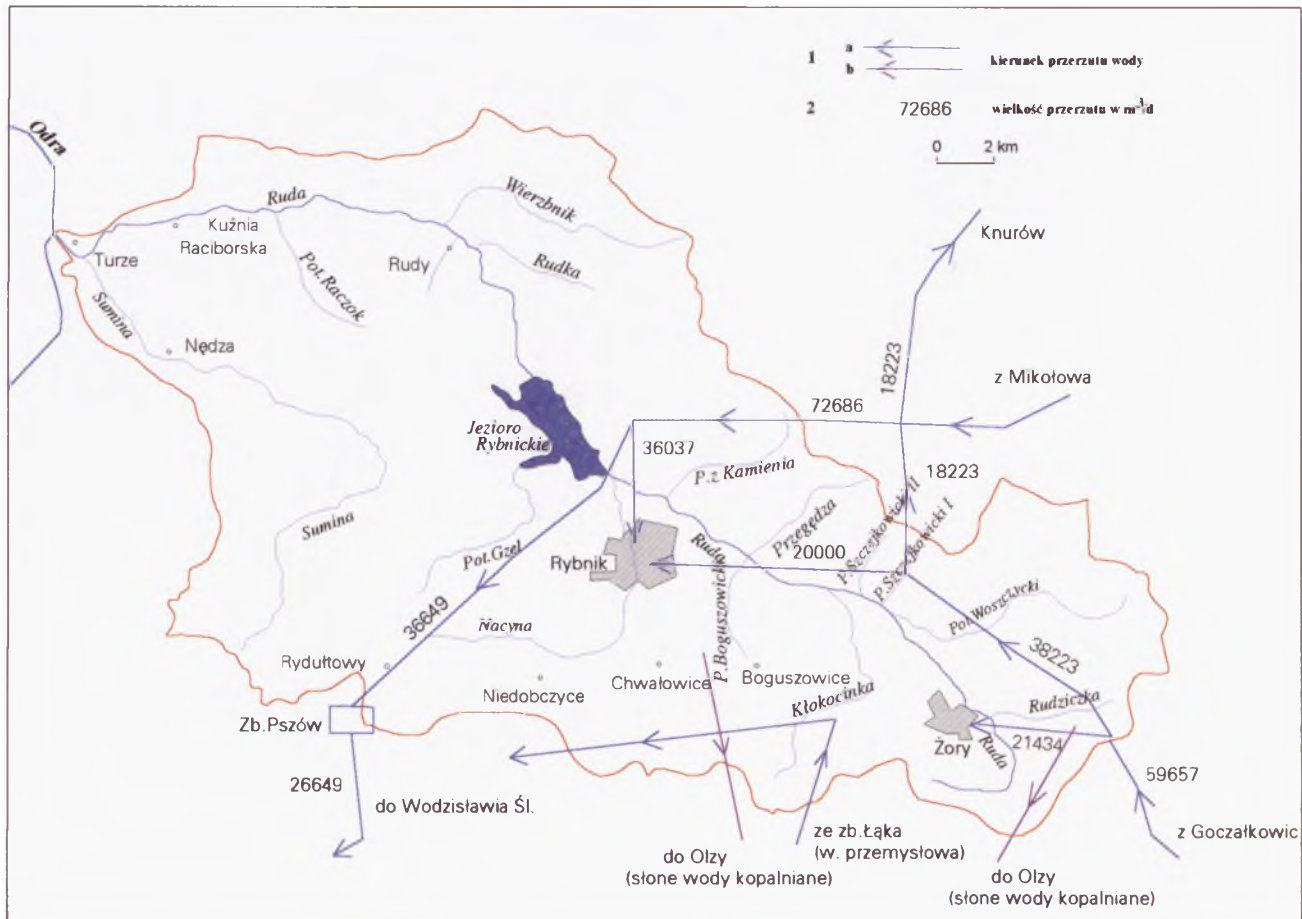
Source: A. T. Jankowski, 1986.

#### 4.4. Przerzuty wody

Lokalne zasoby wody nie są w stanie pokryć znacznego zapotrzebowania na wodę ośrodków miejsko-przemysłowych położonych w zlewni Rudy. Wynika to z przyczyn naturalnych, na przykład braku wydajnych źródeł, okresowości niektórych odcinków sieci hydrograficznej, ale przede wszystkim z przyczyn antropogenicznych, tj. zanieczyszczenia wód powierzchniowych i lokalnie również podziemnych, powodujących, że zasoby dyspozycyjne są znikome (A b s a l o n, 1993b).

W celu zaspokojenia potrzeb wodnych tego obszaru dokonuje się przerzutów wody pitnej na potrzeby komunalne oraz wody dla przemysłu. Z kolei w celu ochrony wód zlewni przed zanieczyszczeniem wodami słonymi dokonuje się przerzutu tychże wód poza teren zlewni. Schemat podstawowych kierunków i ilości przerzucanych wód przedstawiono na rys. 15.

Do zlewni Rudy w ciągu doby trafia około 77 471 m<sup>3</sup> wody pitnej przez wodociągi magistralne Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągowego w Katowicach. Z ilości tej 41 434 m<sup>3</sup> pochodzi bezpośrednio z Jeziora Goczałkowickiego oraz z ujęcia w Strumieniu na Wiśle. Pozostała część jest przerzucana z zasobów systemu Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągowego poprzez zbiorniki wyrównawcze w Mikołowie, które są zasilane z ujęć na Jeziorze Goczałkowickim, Jeziorze Czaniec na Sole i ze zbiornika Dzieńkowice gromadzącego wody przerzucane z Soły i Skawy (*Urządzenia wodne...*, 1992). Przerzucana w ten sposób woda pitna zasila sieć



Rys. 15. Przerzuty wody w zlewni Rudy

a — wody czyste (pitne i przemysłowe), b — słone wody kopalniane

Fig. 15. Water transfer in Ruda catchment:

a — clean water (drinking and industrial), b — salty mining water; 1 — direction of water transfer, 2 — amount of transfer [m<sup>3</sup>/24 h]

wodociągową Żor i Rybnika oraz położonych wokół nich mniejszych miejscowości. Po wykorzystaniu woda ta poprzez sieć kanalizacyjną, zbiorniki wybieralne i częściowo „dzikie” zrzuty dociera bezpośrednio do rzeki Rudy lub jej dopływów.

Ujęcie wód powierzchniowych w Strumieniu uruchomiono w 1956 roku, natomiast ujęcie na Jeziorze Goczałkowickim w 1962 roku. W 1974 roku oddano do użytku drugą „nitkę” przrzutu z Goczałkowic (Janowski, 1988b). Od 1994 roku funkcjonuje północna „nitka” przrzutu przez zbiornik w Dzieńkowicach.

Szybsze tempo rozwoju sieci wodociągowej, a w drugiej kolejności kanalizacyjnej odnotowuje się dopiero w latach 70. (rys. 16). Niestety z powodu zmian administracyjnych oraz zmian sposobu zbierania informacji o rozwoju sieci komunalnych niemożliwe jest odtworzenie rozmiarów tej sieci (w dzisiejszych granicach administracyjnych) przed 1975 rokiem. Z tych samych powodów brak jest porównywalnych danych dotyczących zużycia wody w miastach. Znacznie większą dynamikę zużycia wody wykazują Żory, gdzie nastąpił duży wzrost w latach 80. (rys. 17). Wynika to z rozwoju tego miasta związanego między innymi z uruchomieniem na jego terenie dwóch nowych kopalń węgla kamiennego: „Żory” i „Krupiński”. Ciekawym zjawiskiem jest także spadek zużycia wody w latach 90. Fakt ten można połączyć ze wzrostem cen wody, który wymusił oszczędniejsze nią gospodarowanie.

Przeliczając dobowe wartości przrzutów wody pitnej na średnie przepływy sekundowe można przyjąć, że do zlewni Rudy trafia (nie uwzględniając strat) około  $0,90 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  wody z dorzecza Wisły, z tego w profilu poniżej Żor  $0,25 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ , a poniżej Rybnika (bezpośrednio do Rudy oraz poprzez Nacynę)  $0,65 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ . Przed uruchomieniem przrzutu z Dzieńkowic do zlewni Rudy trafiało w ciągu doby około  $57\,836 \text{ m}^3$  wody pitnej z dorzecza Wisły<sup>1</sup>, co w przeliczeniu na średnie przepływy sekundowe odpowiada wartości  $0,67 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ . Z tego około  $0,19 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  przypada na profil poniżej Żor, a  $0,48 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  na profil poniżej Rybnika (bezpośrednio do Rudy oraz poprzez Nacynę)<sup>1</sup>.

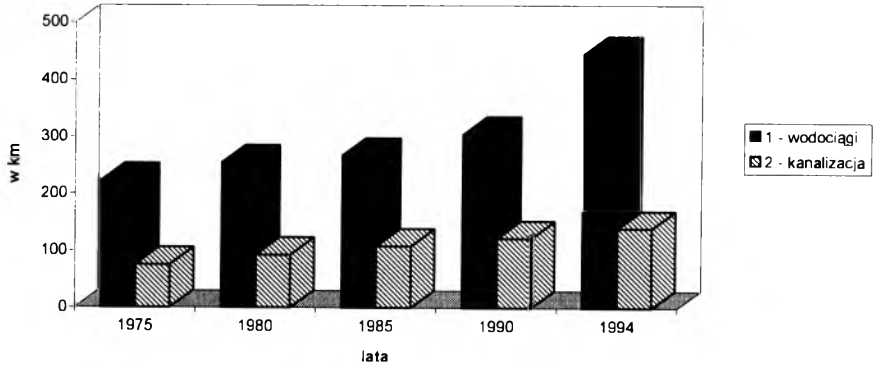
Oprócz przrzutów z dorzecza Wisły, z których woda trafia głównie do Rybnika i Żor, na terenie gmin położonych w zlewni Rudy funkcjonują lokalne sieci wodociągowe:

- Kuźnia Raciborska (miasto) — sieć wodociągowa jest zasilana ze studni głębinowych o wydajności  $720 \text{ m}^3$  na dobę;
- Kuźnia Raciborska (gmina) — wodociąg zbiorowy wsi Rudy zaopatrywany z własnego ujęcia oraz cztery wodociągi zakładowe zasilane z własnych studni;

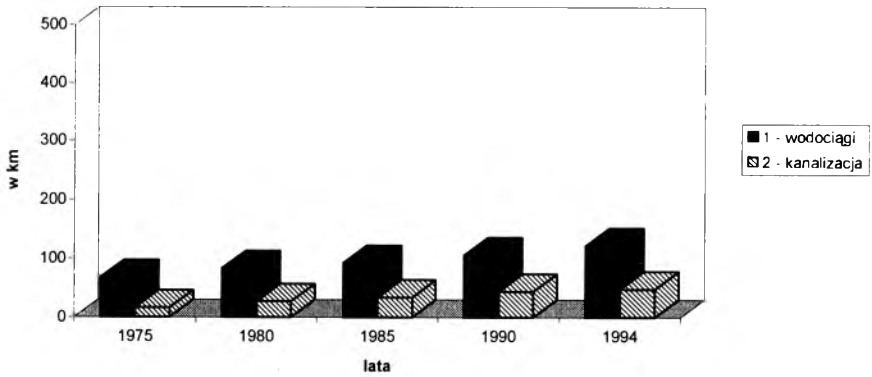
---

<sup>1</sup> Ilość przrzucanej wody rosła wraz ze wzrostem zapotrzebowania, jednak z powodu braku wiarygodnych danych nie można odtworzyć dokładnych ilości wód w poszczególnych latach.

### RYBNIK



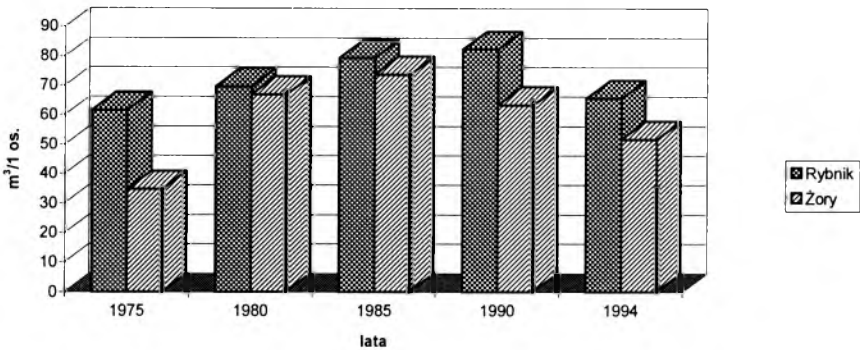
### ŻORY



Rys. 16. Rozwój sieci wodociągowej i kanalizacyjnej na terenie Rybnika i Żor w okresie 1975—1994

Fig. 16. Development of water supply system and sewerage system in Rybnik and Żory in the period 1975—1994

1 — water supply system, 2 — sewerage system



Rys. 17. Dynamika zużycia wody w gospodarstwach domowych na terenie Rybnika i Żor w okresie 1975—1994

Fig. 17. Dynamics of water usage in family households in Rybnik and Żory in the period 1975—1994

- Gaszowice — wieś jest zaopatrywana w wodę z wodociągu zbiorowego Czernica-Łuków podłączonego do magistrali Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągowego oraz z wodociągu połączonego z magistralą KWK „Rydułtowy”;
- Nędza — zaopatrzenie w wodę jest realizowane przez dwa wodociągi zbiorowe: wodociąg Urzędu Gminy Nędza, korzystający z ujęcia na studni wierconej, oraz wodociąg PKP Nędza zasilany z 13 studni kopanych; ponadto na terenie tej gminy funkcjonuje siedem wodociągów zakładowych zasilanych z własnych studni.

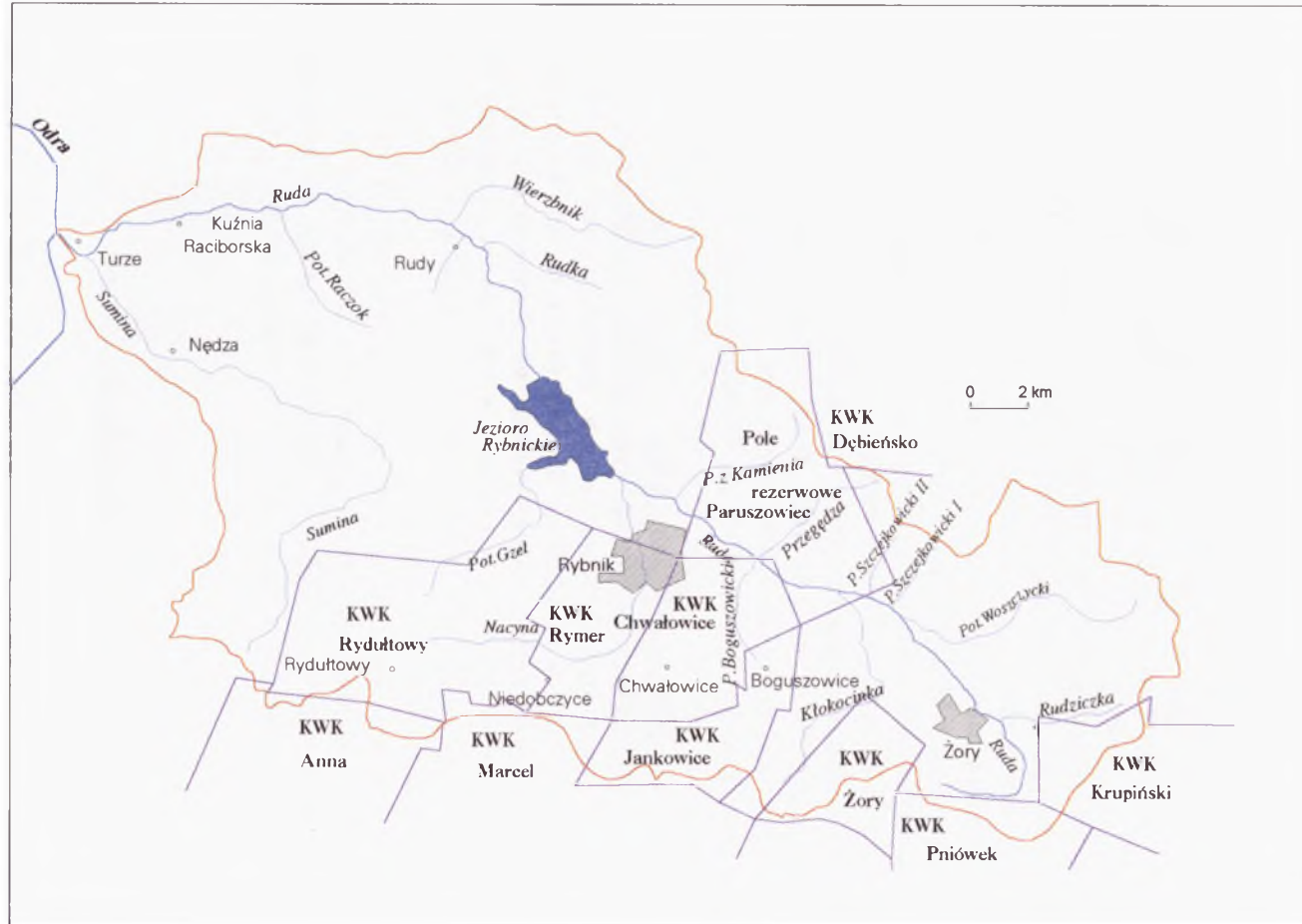
Przerzut wody przemysłowej na potrzeby zakładów tego regionu odbywa się ze zbiornika Łąka na rzece Pszczynce (dorzecze Wisły). Lokalnym zbiornikiem wody przemysłowej jest także staw Papierok położony w zlewni Kłokocinki (dopływ Rudy) (Absalon, 1993/1994). Zbiornik Łąka zaopatruje w wodę przemysłową zakłady ROW-u w ilości około  $31\,000\text{ m}^3 \times \text{doba}^{-1}$  ( $0,36\text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ), z tym że część wody trafia do regionu jastrzębskiego w zlewni Olzy (Absalon, Jankowski, 1993). Awaryjne ujęcie „Kłokocin” na stawie Papierok jest dodatkowo zasilane przez trzy studnie głębinowe, z których pompuje się około  $4790\text{ m}^3$  na dobę wody. Wody z dwóch studni uzdatnia się łącznie z częścią wód dołowych KWK „Jankowice” i tłoczy do sieci wodociągowej Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągowego. Zasoby wodne ujęcia wynoszą  $0,117\text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  ( $10\,109\text{ m}^3 \times \text{doba}^{-1}$ ). Z wód ujęcia „Kłokocin” korzystają kopalnie „Borynia” i „Jankowice”.

Z powodu przewidywanego deficytu wody (pomimo uruchomienia przerzutów) rozpatrywano także budowę nowych zbiorników wód powierzchniowych w zlewni Rudy: w Lyskach na Suminie (woda na cele komunalne, pojemność 6 mln  $\text{m}^3$ ) oraz w Gotartowicach na Rudzie (woda na cele przemysłowe, pojemność 9,8 mln  $\text{m}^3$ ). Jednak w wyniku spadku zapotrzebowania na wodę oraz rezygnacji z rozbudowy elektrowni „Rybnik” budowa tych zbiorników pozostała w sferze planów.

Ponadto do obiegu wody trafia część wód kopalnianych. Wody czyste (grupy I i II A) lokalnie są wykorzystywane do zaopatrzenia w wodę pitną lub przemysłową. Wody zasolone (grupy II B) trafiają do kolektora „Olza” i są przerzucane poza teren zlewni lub trafiają do Rudy poprzez Nacynę.

#### 4.5. Wody kopalniane

W granicach zlewni Rudy zaznacza się zasięg 10 obszarów górniczych kopalń węgla kamiennego (rys. 18). Największe znaczenie dla stosunków wodnych tego terenu mają obszary górnicze kopalń: „Chwałowice”, „Jan-



Rys. 18. Obszary górnicze kopalń węgla kamiennego na terenie zlewni Rudy

Fig. 18. Coal mining areas in Ruda catchment

kowice”, „Krupiński”, „Rydułtowy”, „Rymer” i „Żory”<sup>2</sup>. Prowadzenie działalności górniczej pod ziemią wymaga zapewnienia stałego odwadniania wyrobisk. Wody dołowe są wypompowywane na powierzchnię. Część z nich wykorzystują gospodarczo same kopalnie (wody pitne i przemysłowe), pozostałe są odprowadzane w postaci ścieków do powierzchniowej sieci hydrograficznej. Klasyfikację wód kopalnianych wraz z możliwym sposobem ich zagospodarowania przedstawiono na rys. 19.

Zasolone wody kopalniane stanowią duże zagrożenie dla środowiska. Proces utylizacji tych wód jest trudny i kosztowny. Sumaryczny koszt różnorodnych zabiegów zmniejszających uciążliwość wód słonych dla środowiska w zlewni górnej Odry jest szacowany na ponad 40 mld dolarów USA (A b s a l o n, 1993/1994).

System odprowadzania wód zasolonych w Polsce opiera się na ujmowaniu pojedynczych zrzutów za pomocą kolektorów i przrzucanie wody poza obszar najbardziej zagrożony w celu ochrony lokalnych ujęć wody.

System ochrony hydrotechnicznej rzek zlewni Odry ma się opierać na (A b s a l o n, 1993a): zbiorczych kolektorach wód słonych, przyłączach z poszczególnych kopalń oraz zbiornikach retencyjno-dozujących.

W chwili obecnej istnieje nie dokończony kolektor „Olza” z przyłączami, a wody słone zrzuca się do rzeki Lesznicy (zlewnia Olzy). Kolektor „Olza” zapewnia ochronę przed zasoleniem rzeki Pszczynki ze zbiornikiem Łąka, częściowo rzeki Rudy ze zbiornikami: Paruszowiec i Rybnik oraz rzeki Szotkówki i częściowo Lesznicy.

Budowa kolektora „Olza” została rozpoczęta w 1976 roku. W latach 1976—1979 wybudowano pierwszy odcinek kolektora o długości 9,3 km z tymczasowym odprowadzeniem wód słonych do rzeki Szotkówki (zlewnia Olzy). W tym okresie kolektor ujmował słone wody z kopalń: „Borynia”, „Jankowice”, „Krupiński”, „Pniówek” i „Zofiówka”. Drugi odcinek kolektora o długości 9,8 km powstał w latach 1979—1982. Nie wykonano trzeciego odcinka kolektora o długości 9,0 km i zbiornika retencyjno-dozującego o pojemności 8,0 mln m<sup>3</sup> oraz przyłączy z kopalń: „Rymer”, „Rydułtowy” (położonych w zlewni Rudy) i „Anna”.

Inne metody utylizacji wód słonych, a więc głębokie lub płytkie zatłaczanie do górotworu z powierzchni, płytkie zatłaczanie z poziomów eksploatacyjnych lub odsalanie, nie są w Polsce stosowane lub są stosowane na małą skalę. W kraju pracują tylko dwa zakłady odsalania wód kopalnianych przy KWK „Dębieńsko” w zlewni Bierawki (J a n k o w s k i, 1997).

Kolektor „Olza” odprowadza rocznie prawie 9 mln m<sup>3</sup> solanek, co odpowiada średniemu przepływowi około 0,30 m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup> z 12 kopalń Rybnickiego Okręgu Węglowego. Z kopalń położonych na terenie zlewni Rudy do kolektora „Olza” odprowadzają swoje wody: „Jankowice”, „Chwałowice”, „Żory”, „Krupiński”. Wody dołowe z kopalń: „Rydułtowy” i „Rymer” są

<sup>2</sup> KWK „Żory” w stanie likwidacji.



WODY KOPALNIANE			
GRUPA I: WODY PITNE		GRUPA II	
I A	I B	WODY PRZEMYSŁOWE	WODY MIERNIE ZASOLONE
Wody pitne po ewentualnym uzdatnieniu bakteriologicznym.	Wody o mineralizacji ogólnej do $1000 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ i zawartości jonów $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ do $600 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ .  Wody te są przeznaczone do uzdatnienia po usunięciu ponadnormalnych zanieczyszczeń lub po zmieszaniu z wodą o bardzo niskiej mineralizacji.	Wody o podwyższonej mineralizacji ogólnej od $1000$ do $3000 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ i zawartości jonów $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ od $600$ do $1800 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ .	II B <sub>1</sub>  Wody o mineralizacji od $3000$ do $70000 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ i zawartości jonów $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ od $1800$ do $42000 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ ; wody te stanowią uciążliwe ścieki, które należy odprowadzać do cieków powierzchniowych poprzez systemy hydrotechniczne.
		II A <sub>1</sub>	II B <sub>2</sub>
		Wody te są przeznaczone do wykorzystania w elektrowniach, do obiegów chłodniczych po częściowym uzdatnieniu; maksymalna zawartość jonów $\text{SO}_4^{2-}$ do $600 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ .	Wody o mineralizacji powyżej $70000 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ i zawartości jonów $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ powyżej $42000 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ .  Wody te są przeznaczone do utylizacji na sól kuchenną i sodę użytkową oraz do produkcji surowców chemicznych.
		II A <sub>2</sub>	
		Wody te są przeznaczone do uzupełniania obiegów wodnych mechanicznej przeróbki węgla, do zasilania rurociągów ppoż. i zraszania po uzdatnieniu bakteriologicznym; zawartość jonów $\text{SO}_4^{2-}$ powyżej $600 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ .	

Rys. 19. Klasyfikacja wód kopalnianych

Fig. 19. Classification of mining water

odprowadzane do zlewni Nacyny. Również KWK „Chwałowice” większą część swoich wód (87%) odprowadza do zlewni Nacyny. Zmiany ilości zrzucanych wód dołowych przez kopalnie położone w zlewni Rudy w okresie 1967—1994 przedstawia tab. 18.

Tabela 18

Zrzuty wód dołowych z kopalń położonych na terenie zlewni Rudy w okresie 1967—1994  
[m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup>]

Table 18

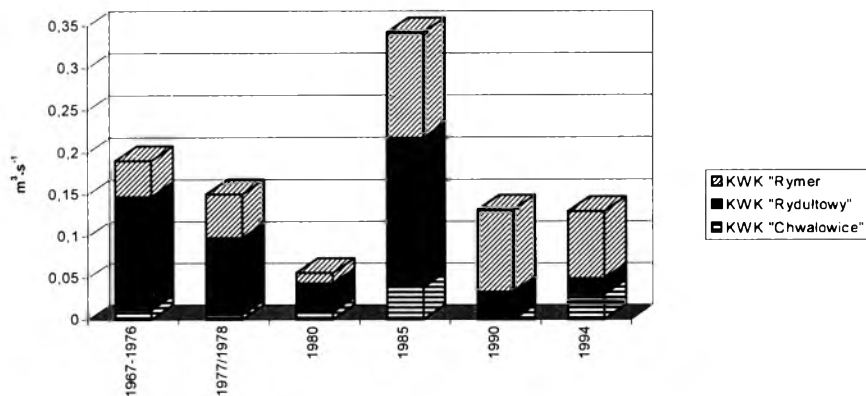
Disposals of mining water from the mines located in Ruda catchment in the period 1967—1994  
[m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup>]

Kopalnia	Zlewnia	Lata					
		1967—1976 <sup>1</sup>	1977/1978	1980	1985	1990	1994
Chwałowice	Ruda	0,012	0,006	0,009	0,039	—	0,030
Chwałowice	Olza	—	—	—	—	0,051	0,004
Jankowice	Olza	0,132	0,082	0,040	0,086	0,039	0,047
Krupiński	Olza	—	0,007	0,013	0,083	0,056	0,038
Rydułtowy	Ruda	0,135	0,092	0,034	0,178	0,033	0,019
Rymer	Ruda	0,043	0,052	0,013	0,125	0,098	0,080
Żory	Olza	—	—	—	—	0,035 <sup>2</sup>	0,007
Łącznie do zlewni Rudy		0,190	0,150	0,056	0,342	0,131	0,129
Łącznie do zlewni Olzy		0,132	0,089	0,053	0,169	0,181	0,096

<sup>1</sup> Średnia w okresie 1967—1976. <sup>2</sup> Łącznie z KWK „Borynia”.

Źródło: Na podstawie danych OBIKŚ oraz GIG-u w Katowicach.

Source: Basing on data from OBIKŚ and GIG in Katowice.



Rys. 20. Zrzuty wód kopalnianych w zlewni Rudy

Fig. 20. Disposals of mining water to Ruda

Przeważająca część wód dołowych z kopalń tego obszaru trafia do rzeki Rudy poprzez jej dopływ Nacynę. Pozostała część jest ujmowana kolektorem „Olza” i odpływa do zlewni Olzy.

Najwyższe wartości dopływu wód kopalnianych do Rudy odnotowano w 1985 roku —  $0,342 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ . Jeżeli chodzi o udział poszczególnych kopalń, to do 1985 roku najczęściej wód dołowych odprowadzała KWK „Rydułtowy” (rys. 20). Obecnie najczęściej wód do zlewni Rudy zrzuca KWK „Rymer” (62% ogółu zrzucanych wód).

Należy jednak zwrócić uwagę na rozbieżność w danych liczbowych dotyczących wielkości zrzutu wód kopalnianych podawanych przez różne jednostki począwszy od 1990 roku. Wynika to przede wszystkim z niewykazywania w zestawieniach tych wód wypompowanych z kopalń, które w jakikolwiek sposób zostały wykorzystane gospodarczo. Przykładowo w wyniku dokonanej przez autora analizy kart statystycznych gospodarowania wodą przez poszczególne kopalnie stwierdzono, że w 1994 roku kopalnie: „Chwałowice”, „Rydułtowy” i „Rymer” pompowały ogółem około  $0,265 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  wody, która trafiła do zlewni Rudy, tj. ponad 2-krotnie więcej niż wykazują dane OBiKŚ i GIG-u (por. tab. 18). Jeżeli w kopalniach położonych na terenie zlewni Rudy stwierdzono jedynie około 15-procentowy spadek wielkości wydobycia węgla w 1995 roku w porównaniu z 1985 rokiem, to wydaje się niemożliwe, aby ilość wypompowanych wód kopalnianych spadła aż o 60%. W związku z tym wartość obliczona przez autora wydaje się bliższa rzeczywistości, lecz ze względu na brak możliwości oszacowania w ten sposób wcześniejszych danych uwzględniono informacje pochodzące z jednego źródła. Jednak z powodu tak dużych rozbieżności w danych źródłowych należy z dużą ostrożnością podchodzić do stwierdzenia o znacznym spadku ilości wód kopalnianych odprowadzanych do rzek w latach 90.

Jak wynika z przedstawionych danych (OBiKŚ, GIG), dopływ wód kopalnianych do Rudy w 1994 roku wynosił  $0,129 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ , co stanowiło 6,7% wartości średniego przepływu Rudy w profilu Ruda Kozielska (około 5 km poniżej ujścia Nacyny do Rudy). W przypadku Nacyny udział wód kopalnianych w średnim przepływie w profilu Rybnik sięgał aż 19,3% (tab. 19 i rys. 21). Również tutaj należy wziąć pod uwagę uwarunkowania, o których była mowa wyżej, a dotyczących zaniżania wykazywanych ilości pompowanych na powierzchnię wód kopalnianych. Biorąc pod uwagę ilość wód kopalnianych oszacowaną przez autora, a więc  $0,265 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ , ich udział w odpływie kształtowałby się na poziomie 13,7% wartości średniego przepływu Rudy w profilu Ruda Kozielska i 39,6% wartości średniego przepływu Nacyny w profilu Rybnik.

Duże znaczenie dla jakości wody ma ładunek soli zawarty w wodach kopalnianych, wyrażony zawartością chlorków i siarczanów (tab. 20).

Wody odprowadzane do Rudy, w odróżnieniu od wód przetrzucanych kolektorem „Olza”, cechują się zdecydowanie mniejszą zawartością chlorków, gdyż ich ładunek trafiający do tej rzeki stanowi tylko 36% ogółu ładunku

chlorków zawartych w wodach wypompowanych na terenie zlewni. Odwrotna jest sytuacja w przypadku siarczanów. Ładunek siarczanów zrzucany do Rudy stanowi bowiem aż 92% ogółu ładunku siarczanów w wodach dołowych z terenu zlewni. Zasolenie wód kopalnianych może się obniżać z upływem czasu w wyniku wypierania przez wody atmosferyczne pogrzebanych solanek i mieszania się obu typów wód (R ó ź k o w s k i, R ó ź k o w s k i, 1994; R ó ź k o w s k i, 1995).

Tabela 19

Szacunkowy udział wód kopalnianych w odpływie ze zlewni Rudy w okresie 1967—1994

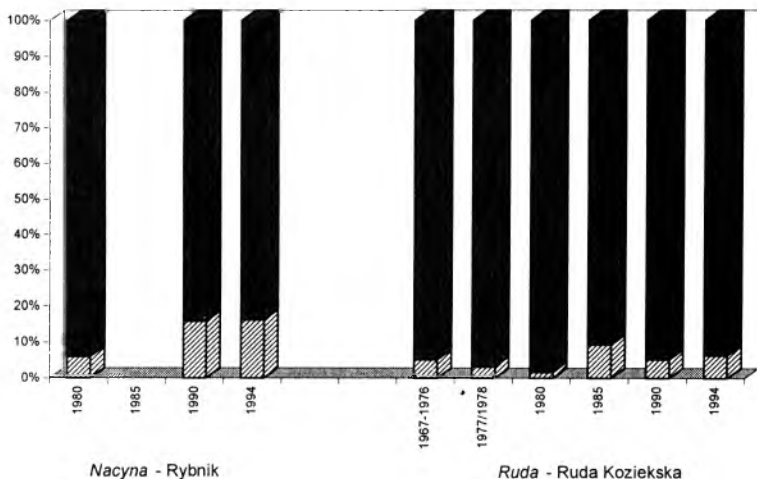
Table 19

Estimated participation of mining water in the runoff from Ruda catchment in the period 1967—1994

Rok	Dopływ wód kopalnianych [ $m^3 \times s^{-1}$ ]	Nacyna—Rybnik		Ruda—Ruda Koziełska	
		SQ [ $m^3 \times s^{-1}$ ]	udział wód kopalnianych [%]	SQ [ $m^3 \times s^{-1}$ ]	udział wód kopalnianych [%]
1967—1976	0,190	—	—	3,61	5,3
1977—1978	0,150	—	—	4,62	3,2
1980	0,056	0,88	6,4	3,32	1,7
1985	0,342	—	—	3,34	10,2
1990	0,131	0,70	18,7	2,41	5,4
1994	0,129	0,67	19,3	1,93	6,7

Źródło: Obliczenia własne.

Source: The author's calculations.



Rys. 21. Udział wód kopalnianych w odpływie ze zlewni Rudy w różnych okresach

Fig. 21. Participation of mining water in the runoff from Ruda catchment in different periods

Tabela 20

Ładunek chlorków i siarczanów w wodach dolowych kopalń położonych w zlewni Rudy w 1994 roku

Table 20

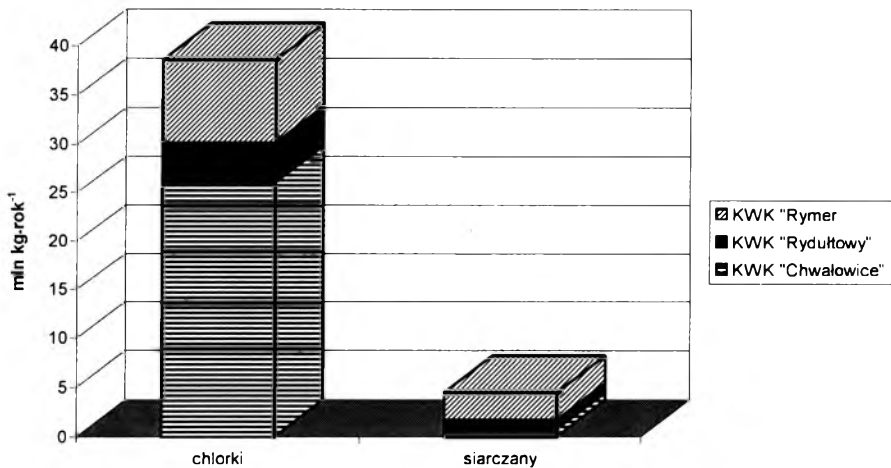
Load of chlorides and sulphates in mining water from the coal mines located in Ruda catchment in 1994

Kopalnia	Zlewnia	Ładunek [ $\text{kg} \times \text{rok}^{-1}$ ]		Ładunek [ $\text{kg} \times \text{doba}^{-1}$ ]	
		chlorki	siarczany	chlorki	siarczany
Chwałowice	Ruda	26 106 306	769 310	71 524	2108
Chwałowice	Olza	4 593 302	150 213	12 584	412
Jankowice	Olza	23 678 714	92 169	64 873	253
Krupiński	Olza	38 181 597	126 777	104 607	347
Rydułtowy	Ruda	4 046 652	956 846	11 087	2621
Rymer	Ruda	8 421 041	2 776 065	23 071	7606
Żory	Olza	2 790 398	3007	7645	8
Łącznie do zlewni Rudy		38 573 999	4 502 222	105 682	12 335
Łącznie do zlewni Olzy		69 244 011	372 166	189 710	1020

Źródło: Na podstawie danych OBiKŚ w Katowicach.

Source: Basing on data from OBiKŚ Katowice.

Rysunek 22 przedstawia proporcje odprowadzanych do Rudy ładunków chlorków i siarczanów oraz udział poszczególnych kopalń w zrzućcie tych substancji. Jeśli chodzi o chlorki, to dominuje KWK „Chwałowice”, której udział w odprowadzonym do Rudy ładunku stanowi 68%. Z kolei najczęściej siarczanów odprowadza do Rudy kopalnia „Rymer” — jej udział wynosi 62%.



Rys. 22. Ładunek chlorków i siarczanów odprowadzonych do zlewni Rudy w 1994 roku  
Fig. 22. Load of chlorides and sulphates which are drained to Ruda catchment in 1994

## **5. Antropogeniczne zmiany odpływu i jakości wody**

W rozdziale omówiono zmiany wielkości i reżimu odpływu rzeczno-ego oraz dokonano oceny wpływu funkcjonowania zbiornika rybnickiego na reżim odpływu Rudy. Scharakteryzowano też zmiany jakości wody oraz zarysowano aktualny stan jakości wód powierzchniowych w zlewni.

### **5.1. Zmiany odpływu rzeczno-ego**

#### **5.1.1. Zmiany wielkości i reżimu odpływu rzeczno-ego**

W celu określenia tendencji zmian opadu i odpływu w zlewni Rudy obliczono równania regresji odpływu w zlewniach zamkniętych profilami wodowskazowymi oraz opadu na pięciu posterunkach opadowych z najdłuższymi i pełnymi ciągami obserwacyjnymi (tab. 21). Z powodu braku dostatecznie długiego i pełnego ciągu pomiarowego w profilu Rybnik na rzece Nacynie posłużono się równaniem regresji obliczonym w zlewni różnicowej między profilami Ruda Kozielska i Gotartowice na Rudzie.

Uzyskane ujemne współczynniki regresji sum opadów na wszystkich posterunkach opadowych świadczą o spadkowej tendencji opadów w zlewni Rudy w analizowanym okresie (rys. 23). Poza zlewnią Rudy zamkniętą profilem w Gotartowicach uzyskano również ujemne współczynniki regresji odpływu.

## Tendencje zmian opadów i odpływów w zlewni Rudy

## Trends of precipitation and runoff changes in Ruda catchment

Posterunki pomiarowe		Okres obserwacji	Współczynnik regresji [mm × rok <sup>-1</sup> ]	Charakter zależności (test „t”-Studenta)
O p a d	Adamowice	1958—1990	-3,41	nieistotna
	Królówka	1957—1990	-2,22	nieistotna
	Rybnik	1957—1990	-1,28	nieistotna
	Rydułtowy	1957—1990	-3,23	nieistotna
	Żory	1957—1990	-3,79	istotna na poziomie 0,1
O d p ł y w	Ruda—Gotartowice	1957—1990	0,11	nieistotna
	Ruda—Ruda			
	Kozielska	1957—1990	-0,55	nieistotna
	Ruda—Ruda			
	Kozielska II (zlewnia różnicowa)	1957—1990	-1,38	nieistotna
	Sumina—Nędza	1958—1990	-1,22	nieistotna

Źródło: Obliczenia własne.  
Source: The author's calculations.

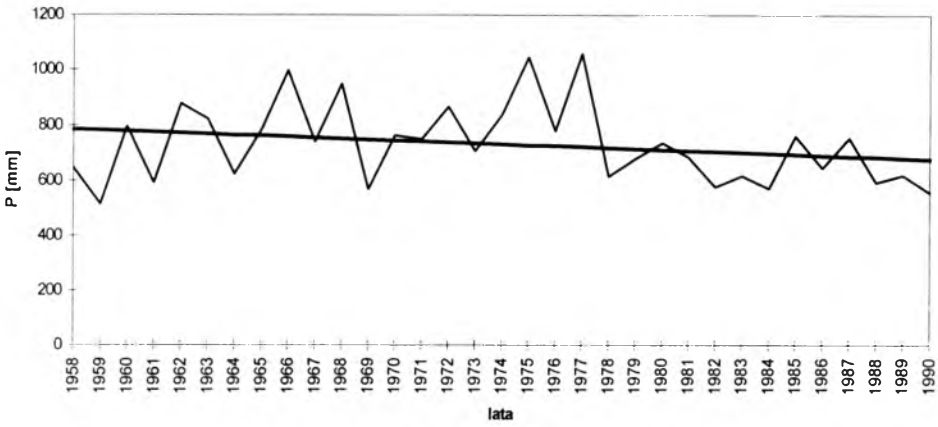
Zależności te można traktować jedynie orientacyjnie, gdyż po przetestowaniu istotności otrzymanych związków za pomocą testu „t”-Studenta uzyskano jedynie istotność w przypadku postępu opadowego w Żorach (na poziomie 0,1). Znamienne jest to, że w Żorach obserwujemy największą tendencję spadkową opadów spośród zbadanych stacji opadowych, a jednocześnie w tej samej zlewni występuje niewielki rosnący trend wielkości odpływu.

Uzyskane ujemne wartości współczynników regresji opadów atmosferycznych są efektem spadku wielkości opadów w bardzo suchej dekadzie lat 80., gdyż w wieloleciu 1961—1980, poza Żorami, pozostałe stacje opadowe wykazywały jeszcze niewielkie dodatnie wartości współczynników regresji (Havrlant, Jankowski, Kamiński, 1992).

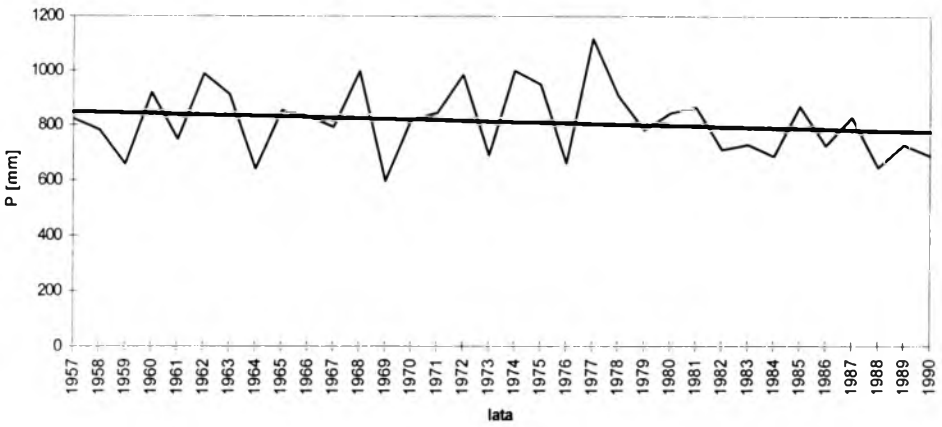
W związku z uzyskanymi niejednoznacznymi wskaźnikami trendów odpływu w stosunku do opadów, a także znacznymi przeobrażeniami stosunków wodnych na badanym obszarze w rozpatrywanym okresie postanowiono przeanalizować zmiany odpływu i opadu za pomocą podwójnej krzywej kumulacyjnej, która jest pomocna w określaniu zaburzeń wywołanych antropopresją (Dyńska, Jankowski, Soja, 1985).

Podwójna krzywa kumulacyjna odpływu i opadu dla poszczególnych zlewni cząstkowych Rudy wskazuje na lata, w których nastąpiły wyraźne zmiany w przebiegu obu elementów oraz pokazuje kierunek tych zmian (rys. 25).

Adamowice  
 $y = -3,41t + 789$

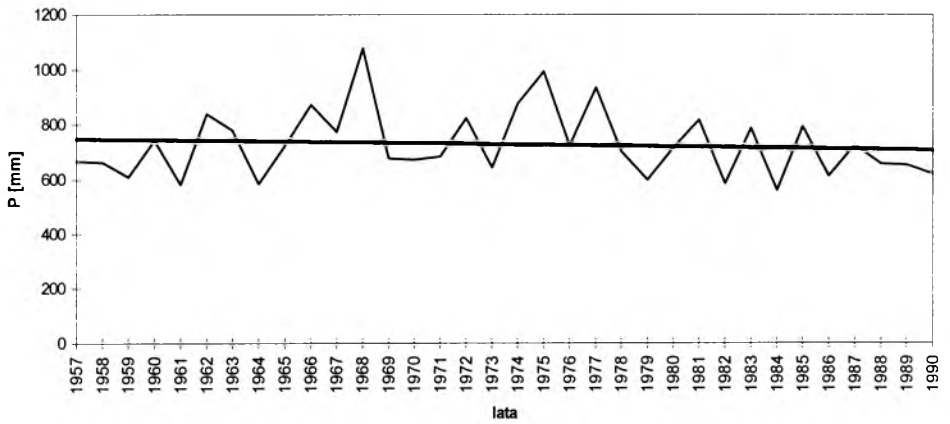


Królowka  
 $y = -2,22t + 852$

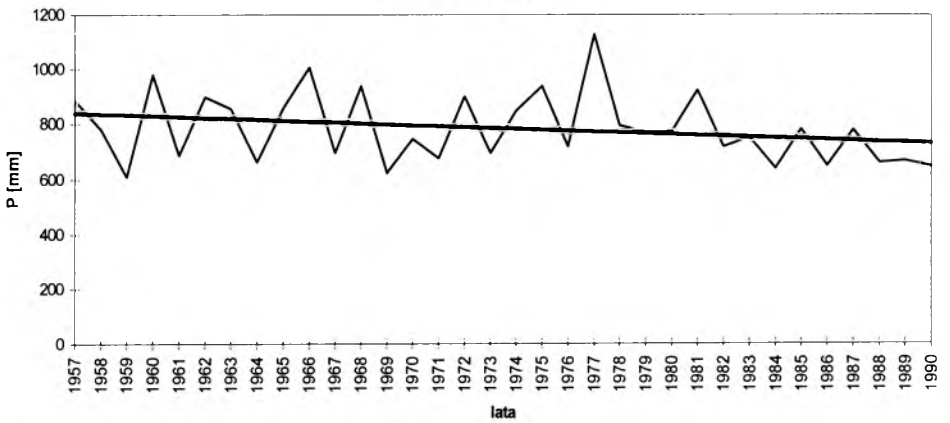


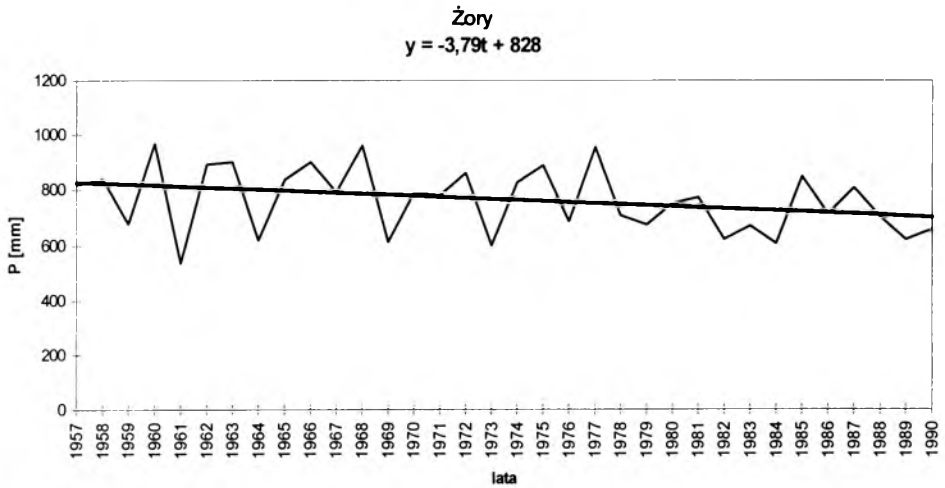
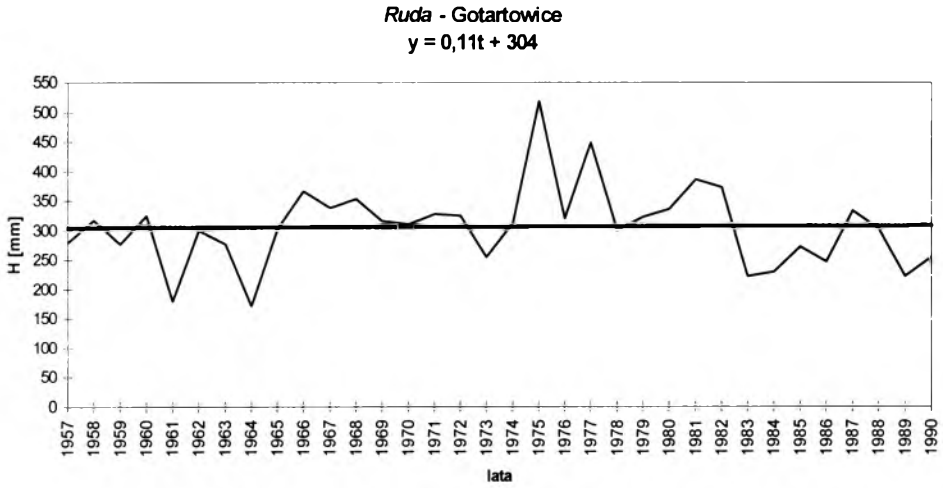


Rybnik  
 $y = -1,28t + 750$



Rydułtowy  
 $y = -3,23t + 841$



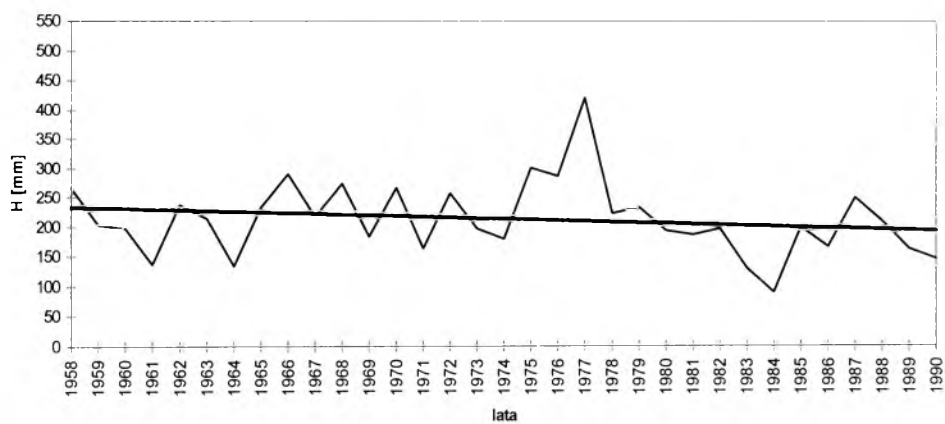


Rys. 23. Tendencje zmian opadów ( $P$ ) w zlewni Rudy

Fig. 23. Trends of precipitation ( $P$ ) changes in Ruda catchment

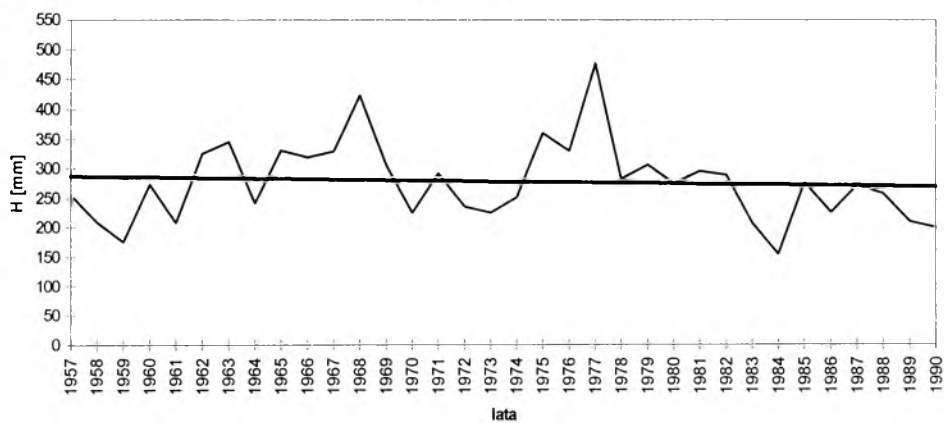
### Sumina - Nędza

$$y = -1,22t + 234$$



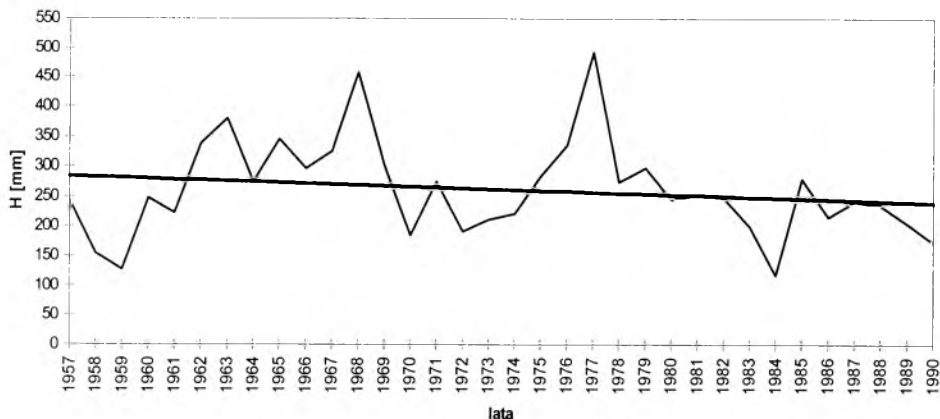
### Ruda - Ruda Kozielska

$$y = -0,90t + 291$$



Ruda - Ruda Kozielska II (zlewnia różnicowa)

$$y = -1,38t + 285$$



Rys. 24. Tendencje zmian odpływu (H) w zlewni Rudy

Fig. 24. Trends of runoff (H) changes in Ruda catchment

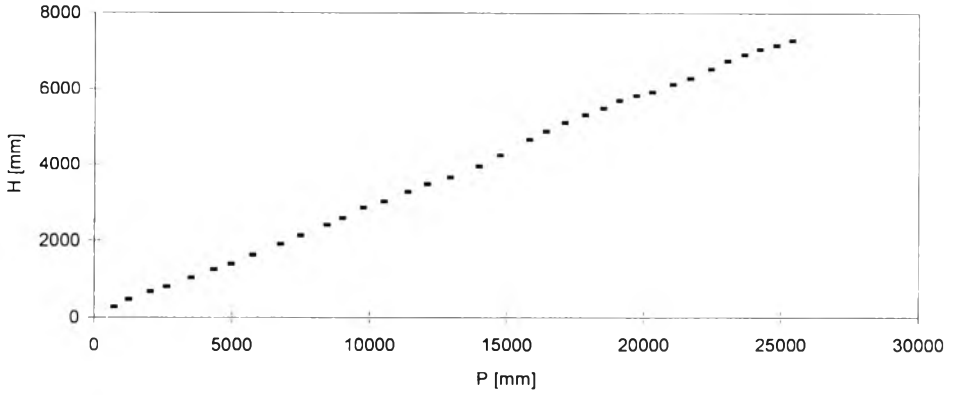
W profilu Nędza na Suminie nie stwierdzono istotnych różnic w przebiegu skumulowanych wartości odpływu i opadu. Niewielki wzrost wartości odpływu obserwowany w drugiej połowie lat 70. wynika prawdopodobnie z przyczyn klimatycznych, gdyż był obserwowany również w wielu innych zlewniach w dorzeczu górnej Odry (Kańok, 1991). W zlewni Rudy po profil Gotartowice oraz w zlewni różnicowej Rudy między profilami w Rudzie Kozielskiej i w Gotartowicach stwierdzono zauważalne zmiany odpływu w 1964 roku, natomiast w zlewni zamkniętej profilem Ruda Kozielska w 1962 roku (rys. 25).

W celu wyeliminowania możliwości wpływu na przebieg krzywych niejednorodności ciągów opadowych wykonano także krzywe kumulacyjne (sumowe) odpływu, które potwierdziły wcześniej uzyskane wyniki (rys. 26).

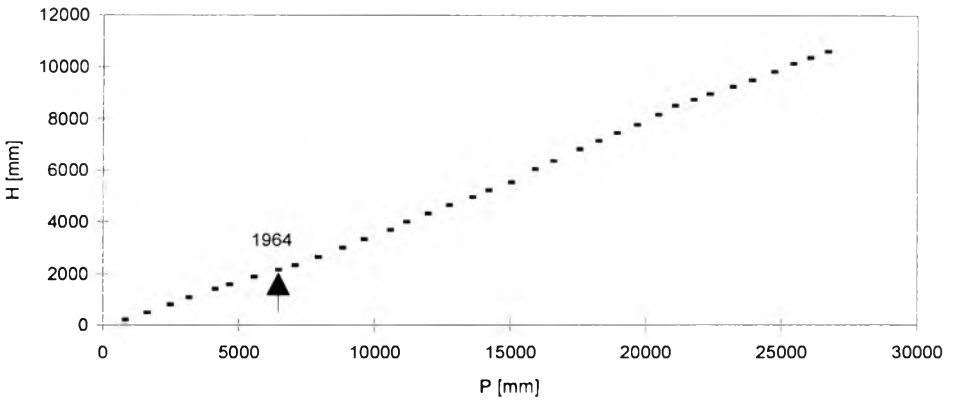
Na tej podstawie wysnuto hipotezę o braku istotnego wpływu czynników antropogenicznych na wielkość odpływu ze zlewni Suminy po profil w Nędzy. Natomiast w zlewni Rudy zamkniętej profilem Gotartowice i w zlewni różnicowej pomiędzy profilami Ruda Kozielska i Gotartowice hipoteza zakłada zmiany wielkości odpływu od 1964 roku, a w zlewni Rudy zamkniętej profilem Ruda Kozielska od 1962 roku. Hipotezy o odmiennym przebiegu odpływu w obu okresach przetestowano za pomocą nieparametrycznego testu Wilcoxon (Anděl, 1978; Gondko, Zgierski, Adamska, 1994) na poziomie istotności 0,05 i 0,01. Uzyskane wyniki oraz wydzielone na tej podstawie okresy o nie zaburzonym i zaburzonym czynnikami antropogenicznymi przebiegu odpływu z poszczególnych zlewni zestawiono w tab. 24.

Przebiegi odpływu i opadu w zlewniach, w których stwierdzono antropogeniczne zmiany odpływu, zaprezentowano za pomocą metody krzywej skumulowanych różnic współczynników przepływu i opadu (rys. 27), którą wcześniej wykorzystywano między innymi do oceny antropogenicznych

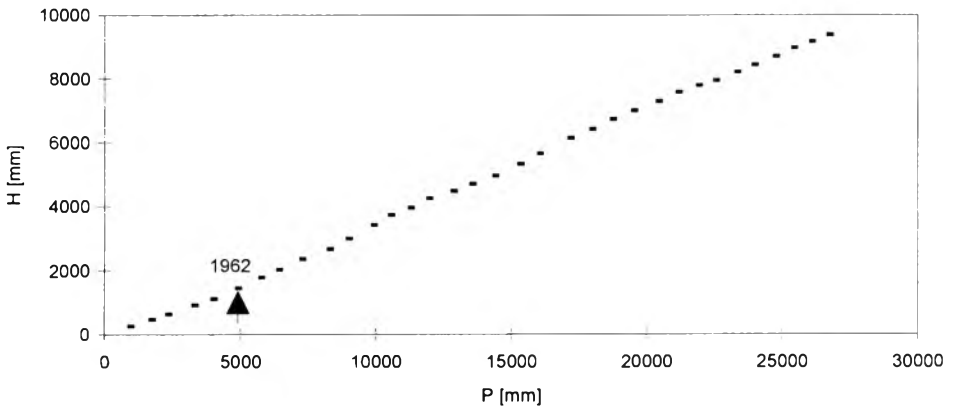
Sumina - Nędza



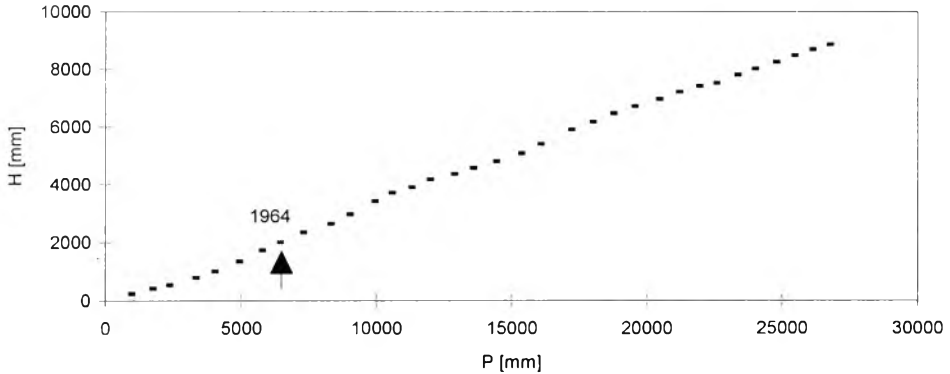
Ruda - Gotartowice



Ruda - Ruda Kozielska



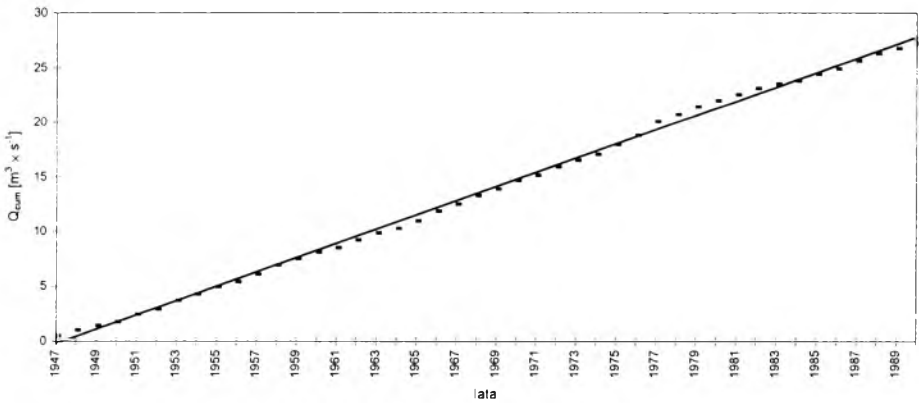
Ruda - Ruda Kozielska II  
(zlewnia różnicowa)



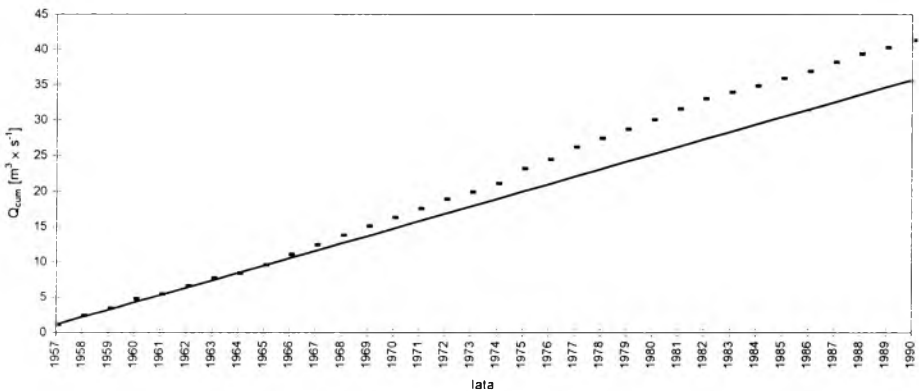
Rys. 25. Podwójne krzywe kumulacyjne odpływów i opadów w zlewni Rudy (strzałką zaznaczono rok, w którym zaobserwowano początek zmian nachylenia krzywej)

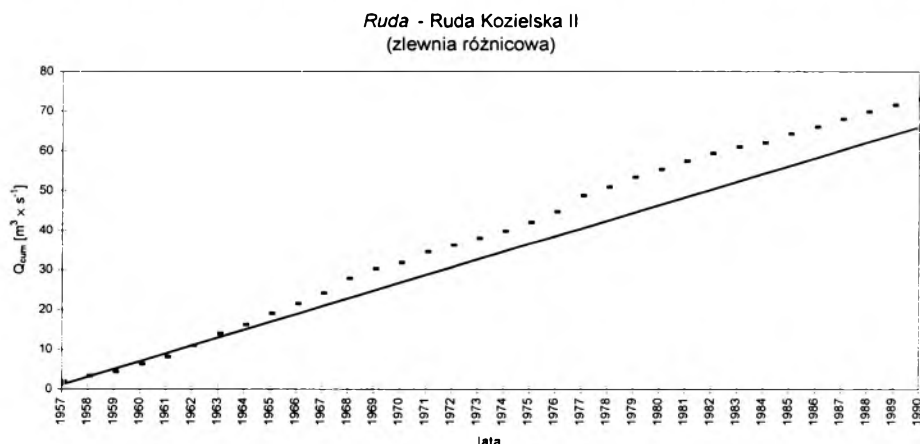
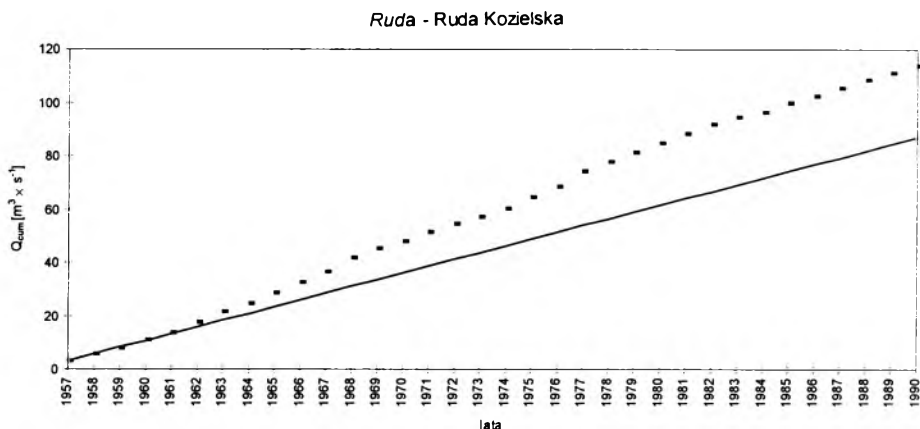
Fig. 25. Double cumulative curves of precipitation and runoff in Ruda catchment (an arrow points the year when the beginning of curve inclination changed)

Sumina - Nędza



Ruda - Gotartowice





Rys. 26. Krzywe kumulacyjne przepływów w zlewni Rudy (linia prosta przedstawia teoretyczny przebieg krzywej sumowej w przypadku jednorodnego przebiegu odpływu ze zlewni)

Fig. 26. Cumulative curves of discharges in Ruda catchment (a straight line shows theoretical sum curve in case of uniform runoff from the catchment)

Tabela 22

**Okresy kalibracji i ewaluacji warunków odpływu w zlewni Rudy**

Table 22

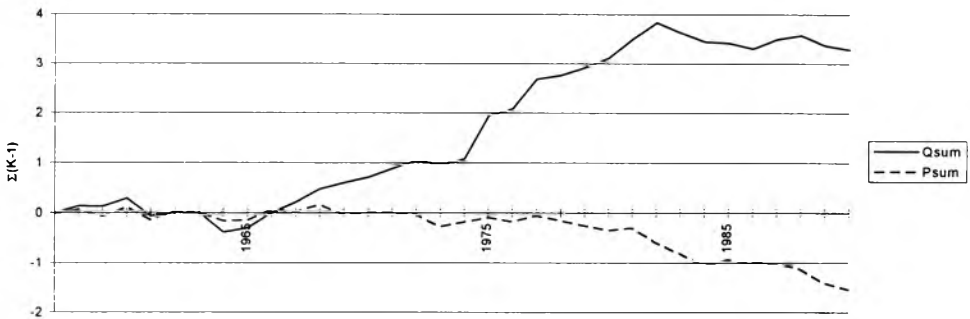
**Periods of calibration and evaluation of runoff conditions in Ruda catchment**

Zlewnia	Początek wyraźnych zmian warunków odpływu (rok)			Okres kalibracji warunków odpływu	Okres ewaluacji warunków odpływu
	podwójna krzywa kumulacyjna	krzywa kumulacyjna odpływu	test Wilcoxona (poziom istotności)		
Ruda — Gotartowice	1964	1964	1964 (0,05)	1957—1963	1964—1990
Ruda — Ruda Kozielska	1962	1962	1962 (0,05)	1957—1961	1962—1990
Ruda — Ruda Kozielska II (zlewnia różnicowa)	1964	1964	1964 (0,05; 0,01)	1957—1963	1964—1990
Sumina — Nędza	—	—	—	1957—1990	—

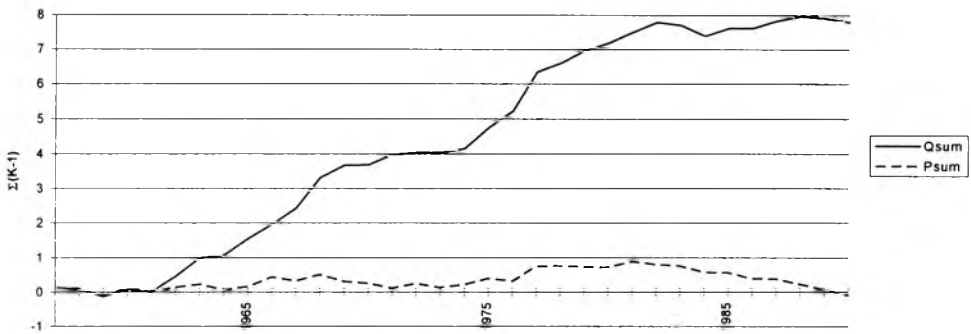
Źródło: Obliczenia własne.

Source: The author's calculations.

RUDA - GOTARTOWICE



RUDA - RUDA KOZIELSKA



Rys. 27. Krzywe skumulowanych różnic współczynników przepływu i opadu w badanych zlewniach

Fig. 27. Curves of cumulative differences of discharge and precipitation coefficients in the catchments studied



zmian odpływu w wybranych zlewniach województwa katowickiego (Janowski, 1988a; Absalon, 1991a; Absalon, Wac, 1992). Przedstawione krzywe potwierdzają tezę o wzroście wielkości odpływu wynikającym z przyczyn pozaklimatycznych. Widoczny jest wyraźny wzrost wielkości odpływu w okresie ewaluacji w stosunku do okresu kalibracji przy utrzymujących się na tym samym poziomie, a nawet spadających w latach 80., wielkościach opadów (rys. 27).

Kolejnym krokiem było oszacowanie wielkości składowej antropogenicznej odpływu oraz przebiegu zmian jej wielkości w okresie ewaluacji. Wykorzystano w tym celu zmodyfikowaną metodę krzywej kumulacyjnej, pozwalającą dodatkowo na eliminację wpływu zmian wielkości opadów<sup>1</sup>. W rezultacie w przebiegu odpływu całkowitego wydzielono części uwarunkowane czynnikami antropogenicznymi i czynnikami naturalnymi (rys. 28). Należy jednak zdawać sobie sprawę, że żadna metoda matematyczna nie jest w stanie wyeliminować do końca wszystkich czynników zakłócających przebieg odpływu, dlatego przebieg odpływu antropogenicznego nawiązuje do przebiegu odpływu całkowitego.

W celu „wygładzenia” przebiegu składowej antropogenicznej odpływu zastosowano równania wielomianowe 2 stopnia, które dodatkowo umożliwiają określenie tendencji rozwojowych (rys. 29). Zgodność obliczonych zależności wielomianowych testowano za pomocą rozkładu „t”-Studenta — we wszystkich przypadkach uzyskano wysoki stopień istotności, co najmniej 0,01.

Tabela 23

**Charakterystyka odpływu ze zlewni Rudy w okresie kalibracji i ewaluacji**

Table 23

**Characteristics of runoff from Ruda catchment in the period of calibration and evaluation**

Profil	Okres kalibracji (wartości średnie)		Okres ewaluacji (wartości średnie)							trend $Q_p$
	$Q_r = Q_n$	$q_r = q_n$	$Q_r$	$Q_n$	$Q_p$	$q_r$	$q_n$	$q_p$	$Q_p/Q_r$	
	$[m^3 \times s^{-1}]$	$[dm^3 \times s^{-1} \times km^{-2}]$	$[m^3 \times s^{-1}]$			$[dm^3 \times s^{-1} \times km^{-2}]$			[%]	
Ruda — Gotartowice	1,24	8,88	1,24	1,11	0,13	9,92	8,88	1,04	10	$y = -0,0006t^2 + 0,0246t - 0,0464$
Ruda — Ruda Kozielecka	2,72	7,12	3,45	2,94	0,51	9,03	7,69	1,34	15	$y = -0,0023t^2 + 0,00831t - 0,0423$
Ruda — Ruda Kozielecka II	2,00	7,78	2,19	1,83	0,36	8,52	7,12	1,40	16	$y = -0,0004t^2 + 0,0016t + 0,4219$

Objaśnienia:  $Q_r, q_r$  — odpływ całkowity;  $Q_n, q_n$  — składowa naturalna odpływu;  $Q_p, q_p$  — składowa antropogeniczna odpływu.

Źródło: Obliczenia własne.

Explanation:  $Q_r, q_r$  — total runoff,  $Q_n, q_n$  — natural constituent of runoff,  $Q_p, q_p$  — anthropogenic constituent of runoff.

Source: The author's calculations.

<sup>1</sup> Metodę przedstawiono w podrozdz. 1.2.1: *Metody oceny zmian ilościowych odpływu rzecznoego*.

Otrzymane w ten sposób wielkości charakteryzujące odpływ ze zlewni Rudy w okresie kalibracji i ewaluacji<sup>2</sup> zestawiono w tab. 23.

W górnej części zlewni Rudy (zamkniętej profilem w Gotartowicach) obserwujemy powolny wzrost wielkości składowej antropogenicznej odpływu, która swoje maksimum osiągnęła na przełomie lat 70. i 80., po czym wielkość odpływu uwarunkowana czynnikami antropogenicznymi zaczęła spadać (rys. 29). Nieco odmienny przebieg wykazuje składowa antropogeniczna odpływu w dolnej części zlewni (zamkniętej profilem Ruda Kozielska). W zlewni tej, w której zmiany warunków odpływu były zauważalne nieco wcześniej (od 1962 roku), odpływ antropogeniczny rósł znacznie szybciej i wykazywał największe wartości również na przełomie lat 70. i 80. Najbardziej nieregularny przebieg składowej antropogenicznej odpływu obserwujemy w zlewni różnicowej między oboma wyżej wymienionymi profilami. Głównym czynnikiem sprawczym, powodującym przeobrażenia odpływu w tej zlewni, jest Nacyna odwadniająca najwcześniej zurbanizowaną, najstarszą część Rybnickiego Okręgu Węglowego. W zlewni różnicowej odpływ antropogeniczny był wysoki od samego początku okresu ewaluacji, po czym obserwujemy niewielką, stałą tendencję malejącą. Niewątpliwym czynnikiem zakłócającym przebieg odpływu w omawianej zlewni jest zbiornik rybnicki zbudowany w 1973 roku. Co prawda wody Nacyny są przetrzucane poniżej zbiornika, lecz tylko do wartości natężenia przepływu  $Q = 1,25 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  (przepustowość przepompowni). Powyżej tej wartości wody Nacyny zasilają zbiornik, do którego odprowadza się też około 50% oczyszczonych ścieków z oczyszczalni miejskiej w Rybniku.

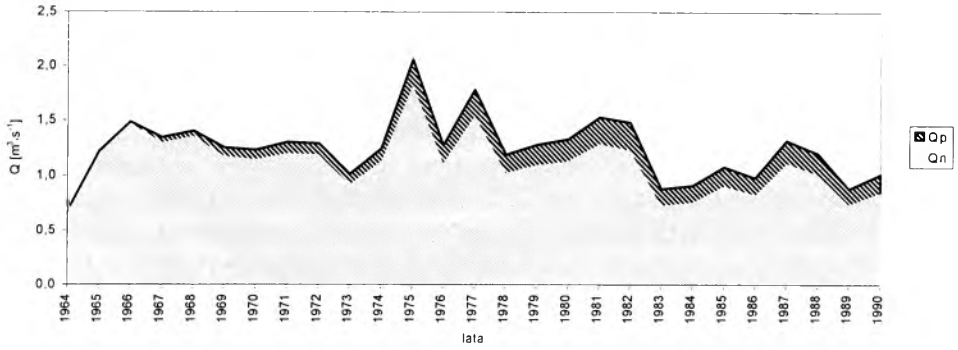
Uzyskane przebiegi składowej antropogenicznej odpływu w poszczególnych zlewniach znajdują swoje uzasadnienie w toku procesów gospodarczych na badanym obszarze. W górnej części zlewni głównym czynnikiem powodującym antropogenizację odpływu Rudy jest rozwój miasta Żory i związane z tym rosnące zapotrzebowanie na wodę, pokrywane przede wszystkim dzięki przerzutowi wody z dorzecza Wisły. Wykorzystane wody są odprowadzane do Rudy, powodując systematyczny wzrost wartości składowej antropogenicznej odpływu aż do pierwszej połowy lat 80. Okres występowania największych wartości odpływu antropogenicznego pokrywa się z okresem największego rozwoju tego miasta, zakończonym uruchomieniem w tym rejonie dwóch nowych kopalń węgla kamiennego: „Krupiński” i „Żory”. Spadek wartości składowej antropogenicznej odpływu po tym okresie można wiązać ze stagnacją w rozwoju miasta (zaniechano między innymi eksploatacji węgla z tzw. Pola Warszowickiego) oraz brakiem dopływu wód kopalnianych do Rudy, gdyż zostały one włączone do systemu kolektora „Olza”.

W dolnej części zlewni obserwujemy znacznie wyższe wartości składowej antropogenicznej odpływu rzeczno związane z nakładaniem się wpływów z przeobrażonych obszarów rejonu Żor i Rybnika. Rybnik jako centrum administracyjne i przemysłowe Rybnickiego Okręgu Węglowego rozwijał się

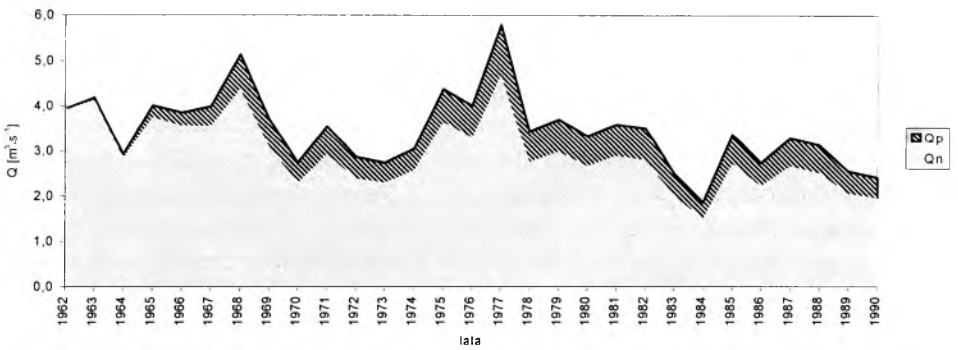
---

<sup>2</sup> Wyjaśnienie pojęć znajduje się w podrozdz. 1.2.1.

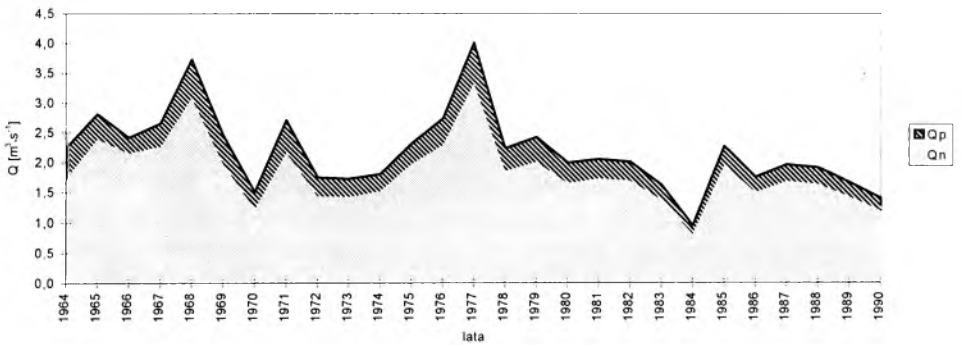
Ruda - Gotartowice



Ruda - Ruda Kozielska



Ruda - Ruda Kozielska II  
(zlewnia różnicowa)



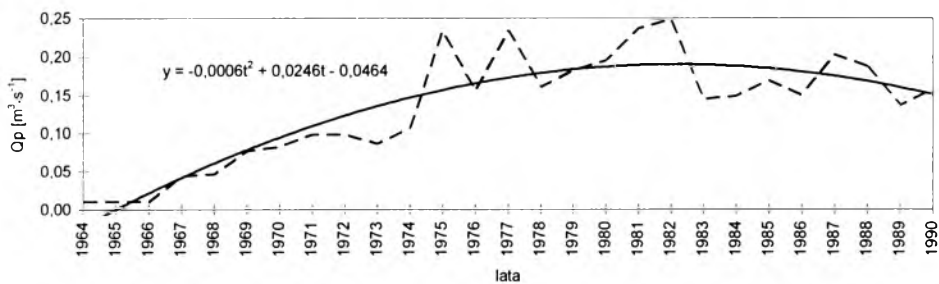
Rys. 28. Przebieg odpływu rzeczny ze zlewni Rudy

$Q_n$  — odpływ naturalny,  $Q_p$  — odpływ antropogeniczny

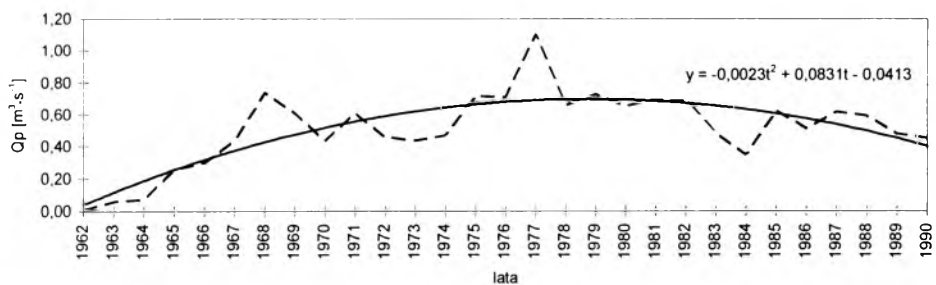
Fig. 28 River runoff from Ruda catchment

$Q_n$  — natural runoff,  $Q_p$  — anthropogenic runoff

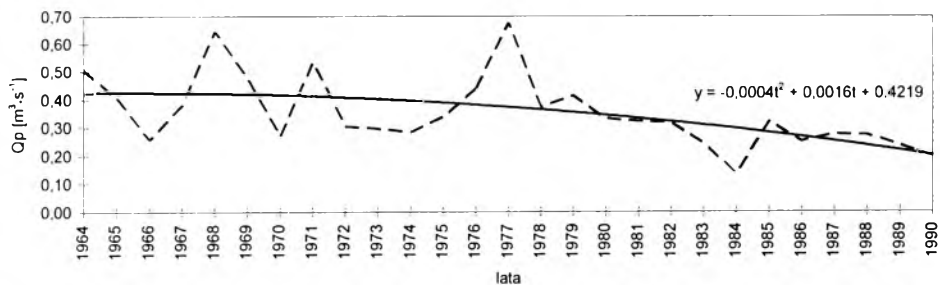
Ruda - Gotartowice



Ruda - Ruda Kozielska



Ruda - Ruda Kozielska II  
(zlewnia różnicowa)



Rys. 29. Przebieg odpływu antropogenicznego ze zlewni Rudy

Fig. 29. Anthropogenic runoff from Ruda catchment

intensywnie już w latach 60. i 70. W latach 80. główne inwestycje tego okręgu przeniosły się na wschód (rejon Żor) i na południe (rejon Kaczyc).

W zlewni różnicowej, między profilami Ruda Kozielska i Gotartowice, ścierają się dwa przeciwstawne czynniki zakłócające przebieg odpływu, a mianowicie: rosnący odpływ ze zlewni Nacyny odwadniającej środkową, najbardziej przeobrażoną, część Płaskowyzu Rybnickiego oraz zmniejszający wartość odpływu zbiornik rybnicki, który w związku z wykorzystaniem jego wód do celów chłodniczych wykazuje znaczne straty wody na parowanie<sup>3</sup>. Czynnikiem modyfikującym odpływ z tej zlewni są także wody kopalniane odprowadzane do Nacyny, jednak ze względu na niekompletne i mało wiarygodne dane dotyczące ilości tych wód trafiających do lokalnego obiegu trudno określić w tym przypadku istotne związki. Ze względu na znaczny stopień przeobrażenia tej części zlewni, być może na warunki kształtowania się składowej antropogenicznej i naturalnej odpływu z tej zlewni, mogą wpływać również inne czynniki. Należy także pamiętać, że odpływ z tej zlewni w okresie kalibracji miał charakter quasi-naturalny, gdyż przeobrażenia wystąpiły tu znacznie wcześniej niż w innych fragmentach badanego obszaru. ↩

Trudniejszym zagadnieniem jest ocena antropogenicznych zmian reżimu odpływu. Z powodu krótkich okresów kalibracji w stosunku do okresów ewaluacji nie można porównać podstawowych cech reżimu odpływu w obu tych okresach. W związku z tym dokonano jedynie wstępnej analizy zmian reżimu opartej na dwóch wskaźnikach, porównywanych w standardowych dziesięcioleciach (tab. 24).

Tabela 24

Zmiany reżimu odpływu w badanych zlewniach

Table 24

Changes of river regime in the catchment studied

Wskaźnik	Przepływ miesięczny	Ruda — Gotartowice			Ruda — Ruda Kozielska		
		1961—1970	1971—1980	1981—1990	1961—1970	1971—1980	1981—1990
Zakres wahań sezonowych $S_i$ [%]	SQ	44,8	54,5	38,5	53,6	39,7	49,8
Współczynnik zmienności $C_v$ [%]	SQ	48,2	50,3	40,2	42,5	46,7	46,3
	NQ	50,4	38,4	31,4	28,0	31,2	27,9
	WQ	95,7	84,4	92,7	67,2	70,3	86,8

Źródło: Obliczenia własne.  
Source: The author's calculations.

Wskaźnik sezonowości  $S_i$  pozwala na ocenę zakresu wahań sezonowych w badanych zlewniach. Stwierdzono zmniejszanie się wskaźnika sezonowości wraz z rosnącym udziałem składowej antropogenicznej odpływu. W zlewni

zamkniętej profilem w Gotartowicach najmniejszy zakres wahań sezonowych (38,5%) uzyskano w latach 1981—1990, co w przybliżeniu odpowiada okresowi największego udziału składowej antropogenicznej w odpływie rzeczny. Natomiast w zlewni, aż po profil Ruda Kozielska, gdzie nasilenie antropopresji zachodziło nieco wcześniej, najmniejszą wartość wskaźnika sezonowości (39,7%) zanotowano w okresie 1971—1980. Podobne relacje uzyskano, analizując wartość  $C_v$  obliczoną na podstawie przepływów miesięcznych (SQ i NQ) w profilu Gotartowice. Natomiast w profilu Ruda Kozielska najniższe wartości  $C_v$  (obliczone dla NQ, SQ i WQ) uzyskano w pierwszej dekadzie badanego okresu, tj. 1961—1970.

#### 5.1.1.1. Zmiany wielkości i reżimu odpływu rzeczno Rudy spowodowane funkcjonowaniem zbiornika rybnickiego

Zbiorniki retencyjne mogą oddziaływać na zmiany odpływu w cyklu wieloletnim, rocznym i dobowym. Ze względu na główne cele zbiornika rybnickiego jego wpływ na zmiany odpływu powinien przejawiać się głównie w cyklach: wieloletnim i sezonowym, gdyż dobowe zmiany reżimu odpływu wiążą się głównie ze zbiornikami wykorzystywanymi do celów hydroenergetycznych. Hydrologiczne aspekty budowy piętrzących rozpatry-

Tabela 25

#### Charakterystyczne przepływy Rudy powyżej i poniżej Jeziora Rybnickiego w latach 1956—1991

Table 25

#### Characteristic discharges of Ruda above and below Rybnik Reservoir in the period 1956—1991

Profil	Powierzchnia zlewni A [km <sup>2</sup> ]	Przepływy charakterystyczne [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]			
		SNQ	SSQ	SWQ	QNT
powyżej zbiornika					
Ruda — Paruszowiec	153	0,58	1,46	10,5	1,01
Ruda — ujście do zbiornika	175	0,67	1,68	11,3	1,16
poniżej zbiornika					
Ruda — Stodoły	308	1,14	2,65	14,6	1,76

QNT — przepływ najdłużej trwający.

Źródło: Na podstawie: Holda, Ośródka (1993).

Source: Based on Holda, Ośródka (1993).

wali między innymi: I. Dynowska (1984), R. Głazik (1984) i Z. Mikulski (1986).

Funkcjonowanie zbiornika rybnickiego wywołuje określone skutki na kształtowanie się stosunków wodnych najbliższego otoczenia, modyfikację odpływu Rudy i zmiany lokalnego obiegu wody. W tab. 25 zamieszczono przepływy charakterystyczne Rudy w profilach wejściowym i wyjściowym.

Charakterystyczne przepływy Rudy w profilach: Paruszowiec i ujście do zbiornika wyznaczono na podstawie danych pomiarowych z posterunku Gotartowice z lat 1956—1991 (w 1992 roku posterunek zlikwidowano), z uwzględnieniem przyrostu zlewni. Przepływy charakterystyczne w profilu Stodoły, odpowiadające warunkom hydrologicznym po wybudowaniu zbiornika, obliczono na podstawie danych z posterunku Ruda Kozielska w wieloletniu 1973—1991.

Szacunkowego określenia wpływu Jeziora Rybnickiego na odpływ Rudy można dokonać, analizując przepływy charakterystyczne dla okresów przed i po wybudowaniu zbiornika. W celu zapewnienia poprawności obliczeń porównano dwa ciągi danych o tej samej długości z okresów przed budową zbiornika i po jego wybudowaniu (tab. 26).

Tabela 26

Przepływy charakterystyczne w zlewni Rudy przed i po wybudowaniu zbiornika rybnickiego

Tabela 26

Characteristic discharges in Ruda catchment before and after the construction of Rybnik Reservoir

Rzeka — profil	Pow. zlewni A [km <sup>2</sup> ]	Okres obserwacji	Przepływy charakterystyczne [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]		
			SNQ	SSQ	SWQ
Ruda—Gotartowice (powyżej zbiornika)	125,0	1957—1972 <sup>1</sup>	0,73	1,18	3,48
		1973—1988 <sup>2</sup>	0,88	1,28	3,81
Ruda—Ruda Kozielska (poniżej zbiornika)	382,0	1957—1972 <sup>1</sup>	2,23	3,39	8,22
		1973—1988 <sup>2</sup>	2,09	3,39	7,02
Sumina—Nędza (zlewnia reperowa)	94,4	1957—1972 <sup>1</sup>	0,33	0,66	2,55
		1973—1988 <sup>2</sup>	0,34	0,65	2,50

<sup>1</sup> Przed budową zbiornika. <sup>2</sup> Po wybudowaniu zbiornika.

<sup>1</sup> Before the construction reservoir. <sup>2</sup> After the construction reservoir.

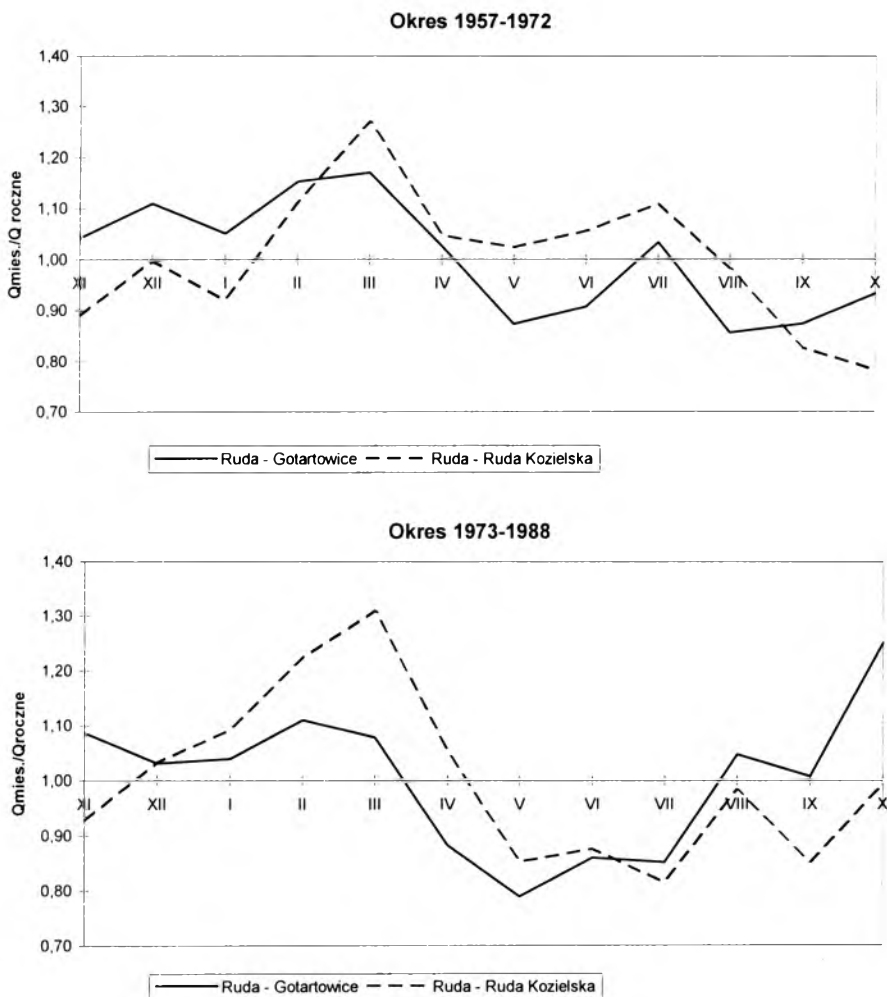
Źródło: Obliczenia własne.

Source: The author's calculations.

Zauważalny jest spadek wartości przepływów niskich i wysokich w profilu poniżej zbiornika po jego wybudowaniu (SQ utrzymuje się na tym samym poziomie), pomimo wzrostu w analogicznym okresie przepływów w profilu powyżej zbiornika. Ponadto w przekroju Ruda Kozielska zmniejszyła się wartość przepływu najdłużej trwającego (QNT) z 2,68 m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup> (przed budową

zbiornika) do  $2,18 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$  (po wybudowaniu zbiornika) (Hołda, Ośródka, 1993), co wskazuje na zmniejszenie zmienności i wyrównanie odpływu w ciągu roku. Należy jednak pamiętać o silnym wpływie innych czynników antropogenicznych na wielkość odpływu w obu tych profilach.

Wpływ zbiornika na zmienność przepływów miesięcznych i sezonowy przebieg odpływu ze zlewni oceniono na podstawie średnich miesięcznych przepływów i współczynników przepływu, które obliczono osobno w okresach przed i po wybudowaniu zbiornika. Przepływy charakterystyczne w poszczególnych miesiącach, sezonach i półroczach zamieszczono w tab. 27, a przebieg miesięcznych współczynników przepływu przedstawiono na rys. 30.



Rys. 30. Wykresy średnich miesięcznych współczynników przepływów w okresach przed i po wybudowaniu zbiornika rybnickiego

Fig. 30. Diagrams of mean monthly discharge coefficients in the periods before and after the construction of Rybnik Reservoir



Tabela 27

Sezonowy przebieg odpływu ( $Q$  w  $m^3 \times s^{-1}$ ) w zlewni Rudy przed i po wybudowaniu zbiornika rybnickiego

Table 27

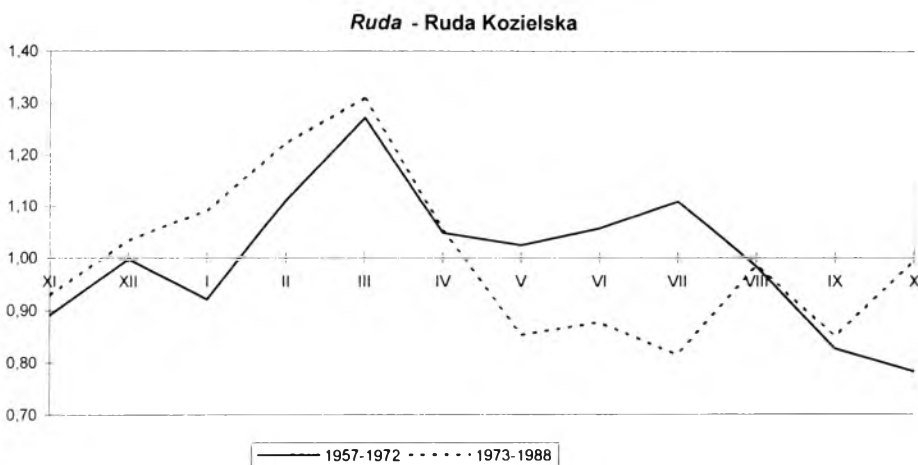
Seasonal distribution of runoff [ $m^3 \times s^{-1}$ ] in Ruda catchment before and after the construction of Rybnik Reservoir

Rzeka Profil	Okres obserwacji	Ozn. prze- pływu	Miesiące											Sezony			Półrocza		Rok		
			XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-I	II-IV	V-VII	VIII-X		XI-IV	V-X
Ruda—Gotartowice  (powyżej zbiornika)	1957—1972	SNQ	0,88	0,87	0,78	0,82	0,76	0,82	0,69	0,57	0,53	0,57	0,67	0,76	0,84	0,80	0,60	0,67	0,82	0,63	0,73
		SSQ	1,23	1,31	1,24	1,36	1,38	1,21	1,03	1,07	1,22	1,01	1,03	1,10	1,26	1,32	1,11	1,05	1,29	1,08	1,18
		SWQ	2,23	3,23	3,23	3,42	3,76	2,91	3,07	4,56	6,10	3,74	3,34	2,12	2,90	3,36	4,58	3,07	3,13	3,82	3,48
	1973—1988	SNQ	1,09	0,99	0,90	0,93	0,91	0,89	0,75	0,72	0,71	0,77	0,86	1,06	0,99	0,91	0,73	0,90	0,95	0,81	0,88
		SSQ	1,39	1,32	1,33	1,42	1,38	1,13	1,01	1,10	1,09	1,34	1,29	1,60	1,35	1,31	1,07	1,41	1,33	1,24	1,28
		SWQ	2,57	3,05	3,86	3,85	4,46	2,49	3,04	5,06	4,00	4,62	4,83	4,00	3,16	3,57	4,03	4,48	3,36	4,25	3,81
Ruda—Ruda Kozielska  (poniżej zbiornika)	1957—1972	SNQ	2,25	2,48	2,30	2,49	2,53	2,32	2,17	2,11	1,93	2,10	2,02	2,08	2,34	2,45	2,07	2,07	2,40	2,07	2,23
		SSQ	3,02	3,38	3,12	3,77	4,31	3,55	3,47	3,58	3,76	3,33	2,80	2,65	3,17	3,88	3,60	2,93	3,53	3,27	3,39
		SWQ	6,15	7,72	5,53	9,54	9,90	7,74	9,13	10,6	12,8	8,61	6,09	4,80	6,47	9,06	10,8	6,50	7,76	8,67	822
	1973—1988	SNQ	2,26	2,29	2,35	2,43	2,41	2,27	1,82	1,73	1,63	1,86	1,92	2,08	2,30	2,37	1,73	1,95	2,34	1,84	2,09
		SSQ	3,15	3,50	3,70	4,15	4,44	3,57	2,89	2,97	2,76	3,34	2,88	3,37	3,45	4,05	2,87	3,20	3,75	3,04	3,39
		SWQ	4,87	6,14	7,68	7,92	9,10	7,08	6,16	6,73	5,96	8,94	7,23	6,47	6,23	8,03	6,28	7,55	7,13	6,92	7,02
Sumina—Nędza  (zlewnia reperowa)	1957—1972	SNQ	0,37	0,33	0,31	0,36	0,40	0,38	0,30	0,37	0,28	0,27	0,28	0,34	0,34	0,38	0,32	0,30	0,36	0,31	0,33
		SSQ	0,60	0,61	0,54	0,82	0,98	0,70	0,67	0,77	0,82	0,48	0,42	0,51	0,58	0,83	0,75	0,47	0,71	0,61	0,66
		SWQ	1,53	2,25	1,61	3,16	3,61	2,62	3,02	4,06	4,19	1,90	1,43	1,14	1,80	3,13	3,76	1,49	2,46	2,62	2,55
	1973—1988	SNQ	0,41	0,44	0,42	0,44	0,38	0,36	0,29	0,25	0,23	0,29	0,29	0,33	0,42	0,39	0,26	0,30	0,41	0,28	0,34
		SSQ	0,66	0,77	0,77	0,82	0,84	0,65	0,53	0,46	0,50	0,68	0,46	0,62	0,73	0,77	0,50	0,59	0,75	0,54	0,65
		SWQ	1,65	2,72	3,02	3,02	3,26	2,01	2,54	2,12	2,33	3,38	1,01	2,13	2,46	2,76	2,33	2,17	2,61	2,25	2,50

Źródło: Obliczenia własne.

Source: The author's calculations.

Porównując wykresy współczynników przepływu dla przekrojów powyżej i poniżej zbiornika rybnickiego w okresie po jego wybudowaniu, nie zauważa się wyraźnego wpływu retencyjnego. Bardzo mocno zaznacza się wezbranie roztopowe. Różnice w przebiegu odpływu notowane są w okresie letnim. W latach 1957—1972 w zlewni Rudy występowało wyraźne drugorzędne wezbranie letnie, z maksimum przypadającym na lipiec. W latach 1973—1988 maksimum wezbrania przesunęło się na sierpień, ale w przypadku profilu Ruda Kozielska odpływ nie osiągał nawet wartości średniorocznej. Natomiast w lipcu jest w tym profilu zauważalna wyraźna niżówka. Spadek wartości odpływu w okresie letnim w profilu Ruda Kozielska prawdopodobnie jest spowodowany intensywnym parowaniem ze zbiornika i notowanymi w tym okresie z tego tytułu znacznymi stratami wody. Spadek wartości odpływu w okresie późnej wiosny i lata jest jeszcze bardziej widoczny na wykresie przedstawiającym przebiegi miesięcznych współczynników przepływu w profilu Ruda Kozielska w okresach przed i po wybudowaniu zbiornika (rys. 31).



Rys. 31. Wykresy średnich miesięcznych współczynników przepływów w profilu Ruda Kozielska (poniżej zbiornika) w okresach przed i po wybudowaniu zbiornika rybnickiego

Fig. 31. Diagrams of mean monthly discharge coefficients in Ruda Kozielska profile (below the reservoir) in the periods before and after the construction of Rybnik Reservoir

Oceny wpływu zbiornika rybnickiego na przepływy ekstremalne dokonano na podstawie analizy przepływów średnich miesięcznych maksymalnych i minimalnych w okresach przed i po jego wybudowaniu. Zbiorniki wodne z reguły podwyższają przepływy minimalne i obniżają przepływy maksymalne (D y n o w s k a, 1984).

W zlewni Rudy nie zauważa się podwyższenia przepływów minimalnych poniżej zbiornika, a wręcz przeciwnie ich obniżenie. W profilu Gotartowice (powyżej zbiornika) przepływy minimalne wzrosły o 21%. Tak więc zakładając, że przepływy minimalne powyżej zbiornika wzrosły o 21%, to w profilu poniżej zbiornika spadły o 27%. Przepływy maksymalne w profilu powyżej zbiornika

wzrosły o 9%, natomiast w profilu poniżej zbiornika obniżyły się o 15%. Można zatem założyć, że przepływy maksymalne poniżej zbiornika zostały zredukowane o 24% (tab. 28).

Tabela 28

Ocena wpływu Jeziora Rybnickiego na przepływy średnie ekstremalne

Table 28

Valuation of the influence of Rybnik Reservoir on mean extreme discharges

Rzeka	Średni miesięczny przepływ minimalny		Podwyższenie średnich niskich przepływów po wybudowaniu zbiornika [%]	Średni miesięczny przepływ maksymalny		Obniżenie średnich wysokich przepływów po wybudowaniu zbiornika [%]	
	Profil	1957—1972 [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]		1973—1988 [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]	1957—1972 [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]		1973—1988 [m <sup>3</sup> × s <sup>-1</sup> ]
Ruda — Gotartowice (powyżej zbiornika)		0,73	0,88	21	3,48	3,81	-9
Ruda — Ruda Kozielska (poniżej zbiornika)		2,23	2,09	-6	8,22	7,02	15
Sumina — Nędza (zlewnia reperowa)		0,33	0,34	3	2,55	2,50	2

Źródło: Obliczenia własne.

Source: The author's calculations.

Na podstawie danych z tab. 28 można wysnuć wniosek o braku regulacyjnego wpływu Jeziora Rybnickiego na przepływy minimalne, natomiast zaznacza się wyraźna 24-procentowa redukcja przepływów maksymalnych.

Przeznaczenie zbiornika rybnickiego, jakim jest wykorzystanie jego wód do celów chłodniczych elektrowni „Rybnik” (dostarczanie wody do kondensatorów w obiegu otwartym i uzupełnianie strat wody w obiegu zamkniętym), powoduje znaczne straty wody (Jankowski, Kuczera, 1992) w porównaniu z klasycznym zbiornikiem retencyjnym, w którym straty najczęściej ograniczają się do parowania z powierzchni zbiornika i przecieków wody. Parowanie z powierzchni Jeziora Rybnickiego jest wspomagane zrzutami podgrzanych wód (fot. 8). Wielkość sumarycznych strat obliczona przez I. Hołdę i L. Ośrodkę (1993) w szacunkowym bilansie wodnym zbiornika w wieloleciu 1973—1990 jest określona na 3700 mm × rok<sup>-1</sup>, co odpowiada wartości odpływu 0,54 m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup>. Wartość ta stanowi prawie 32% wartości odpływu ze zbiornika. Według tych samych autorów straty w 1991 roku osiągnęły aż 5000 mm, co odpowiada 0,73 m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup> i stanowi 56% wartości odpływu ze zbiornika. W niektórych miesiącach rozpatrywanego 1991 roku straty osiągały 97—98% wartości odpływu ze zbiornika i stanowiły prawie połowę przychodów (tab. 29). Należy także dodać, że w prezentowanym



Fot. 8. Podgrzanie wód Jeziora Rybnickiego powoduje, że nawet podczas silnych mrozów jego powierzchnia nie zamarza. Na fotografii widoczna jest niezamarznięta tafla zbiornika, a obok pokryta lodem, odcięta jazem od wód zbiornika, zatoka Pniowiec

Phot. 8. The warming of Rybnik Reservoir water causes that its surface does not get frozen even during severe frosts. In the photo, a non-frozen surface of the Rybnik Reservoir is visible; aside, a frozen surface of Pniowiec Bay which is cut of the reservoir by a dam is visible



bilansie wodnym Jeziora Rybnickiego nie uwzględniono przychodów wynikających z zasilania zbiornika przez wody podziemne oraz strat na infiltrację wód zbiornika w podłoże.

Table 29

Bilans wodny Jeziora Rybnickiego [ $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ] w poszczególnych miesiącach 1991 roku

Table 29

Water balance of Rybnik Reservoir [ $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ] in individual months in 1991

Wyszczególnienie	Miesiące												Rok
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Przychód*	2,07	1,86	1,69	1,56	1,57	2,09	2,25	2,18	2,63	2,34	1,74	1,62	2,03
rozchód:													
Odptyw	1,37	1,50	1,24	0,79	0,99	1,21	1,38	1,46	1,33	1,46	0,95	1,16	1,30
Straty	0,70	0,36	0,45	0,77	0,58	0,76	0,87	0,72	1,30	0,88	0,79	0,46	0,73

\* Bez Nacyny.

Źródło: Według: I. Hołda, L. Ośródką, 1993.

Source: According to I. Hołda, L. Ośródką, 1993.

## 5.2. Zmiany jakości wody

Jednym z wyraźniejszych, a zarazem bardziej niekorzystnych, przejawów oddziaływania człowieka na hydrosferę są zmiany jakości wody. Przemysł, gospodarka komunalna oraz rolnictwo odprowadzają do wód specyficzne substancje, których obecność powoduje ograniczenie możliwości użytkowania wód.

Kontrolę jakości wód powierzchniowych w zlewni Rudy prowadzą służby państwowe od lat 60. W ostatnim 35-leciu obejmowała ona swym zasięgiem różne profile pomiarowe, ograniczając się jednak do większych cieków. W celu porównania zmian jakości wody wybrano 7 profili pomiarowych, zlokalizowanych w istotnych punktach zlewni, co do których istnieją najbardziej kompletne i porównywalne dane (tab. 30, rys. 32).

Analizując przedstawione zmiany jakości wody w zlewni Rudy w ostatnim 35-leciu, trudno dopatrzeć się prostych zależności. Posługiwanie się stwierdzoną klasą czystości może być mylące, gdyż w kolejnych latach oznaczano coraz większą liczbę wskaźników zanieczyszczenia. Niemożliwe jest także zastosowanie wiarygodnych metod statystycznych ze względu na znaczne luki w materiale archiwalnym. Tak więc jedyną metodą jest analiza zmian poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia.

## Jakość wody w wybranych profilach zlewni Rudy

## Water quality in the selected profiles of Ruda catchment

Rzeka [km]	Nazwa punktu pomiarowego	Rok	Wskaźniki zanieczyszczenia [ $\text{mg} \times \text{dm}^{-3}$ ]							Klasa czystości
			pH <sup>1</sup>	tlen rozp.	BZT <sub>5</sub>	azot amon	chlorki	siar- czany	zaw. ogóln.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ruda 47,0	powyżej Żor	1962	7,4—7,8	10,0	3,4	0,16	44	39	śl	III
		1970	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1975	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1980	6,9—7,9	6,8	8,5	3,20	114	59	40	III
		1985	6,8—8,4	8,3	11,8	2,40	286	67	40	III
		1990	7,3—7,8	6,3	7,7	3,00	118	56	37	non
		1995 <sup>2</sup>	7,0—7,9	7,9	9,8	2,33	370	58	21	non
Ruda 44,0	poniżej Żor	1965	6,9—7,4	9,6	7,8	bd	31	56	9	II
		1970	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1975	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1980	6,5—7,9	5,0	21	5,35	85	64	37	non
		1985	6,9—8,4	6,5	19,5	6,70	189	69	58	non
		1990	7,0—7,7	5,7	7,9	7,70	106	33	44	non
		1995	7,3—8,2	7,4	7,7	9,20	108	112	16	non
Ruda 29,0	powyżej Zalewu Rybni- ckiego	1962 <sup>3</sup>	7,0—7,8	9,2	4,8	0,54	69	77	7	non
		1965 <sup>3</sup>	6,6—7,2	8,3	16,4	bd	56	81	15	non
		1970 <sup>3</sup>	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1975	7,0—8,1	9,2	5,5	0,41	139	84	śl	II
		1980	6,9—7,5	7,4	5,9	2,15	106	72	20	II
		1985	6,9—7,7	8,0	7,8	2,90	100	70	44	III
		1990	6,9—7,7	6,8	8,2	3,6	96	60	32	III
1995	7,3—8,2	8,5	8,0	3,35	103	75	21	non		
Ruda 11,9	w Rudzie Koziel- skiej	1965	7,5	7,7	7,9	bd	863	162	327	non
		1970	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1975	7,1—8,0	9,7	7,2	0,94	185	624	śl	non
		1980	6,9—7,4	6,9	6,8	1,03	495	163	68	non
		1985	6,8—8,0	7,7	7,3	1,14	597	194	54	non
		1990	7,4—7,9	6,6	5,7	1,10	436	206	28	non
		1995 <sup>2</sup>	7,4—8,1	7,6	8,7	4,34	1473	262	12	non
Nacyna 0,5	ujście do Rudy	1962	7,3—7,9	4,2	15,7	1,85	2146	376	796	non
		1965	7,4—8,1	7,4	25,0	bd	2294	424	2808	non
		1970	bd	bd	41,3	bd	2735	408	2821	non
		1975	6,9—8,1	5,7	37,2	4,46	1968	354	56	non
		1980	7,2—7,5	7,7	17,6	3,30	1753	528	220	non
		1985	6,8—7,8	6,6	24,6	3,30	1271	965	110	non
		1990	7,1—7,9	7,5	16,4	3,30	1429	329	52	non
1995	7,6—8,4	9,2	10,5	5,30	892	323	23	non		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sumina 6,6	poniżej Nędzy	1980	6,9—7,6	9,0	4,0	0,24	57	84	21	II
		1985	7,1—8,3	9,2	6,1	0,51	46	91	36	III
		1990	7,5—7,9	8,0	4,3	0,80	44	78	28	III
		1995	7,5—8,1	9,6	4,9	0,45	35	108	8,5	non
Ruda 0,1	ujście do Odry	1965	7,6	9,1	4,9	n.o.	304	124	164	non
		1970	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1975	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd	bd
		1980	7,1—7,6	8,2	6,7	0,60	381	136	69	non
		1985	6,9—8,2	8,4	9,0	0,81	472	192	67	non
		1990	7,3—7,8	7,8	5,2	0,64	650	167	20	non
		1995	7,5—8,2	8,5	6,9	1,70	330	274	13	non

<sup>1</sup> Wartość niemianowana.

<sup>2</sup> Dane z roku 1994.

<sup>3</sup> W latach przed wybudowaniem zbiornika rybnickiego wykorzystano dane z profilu powyżej ujścia Nacyny.

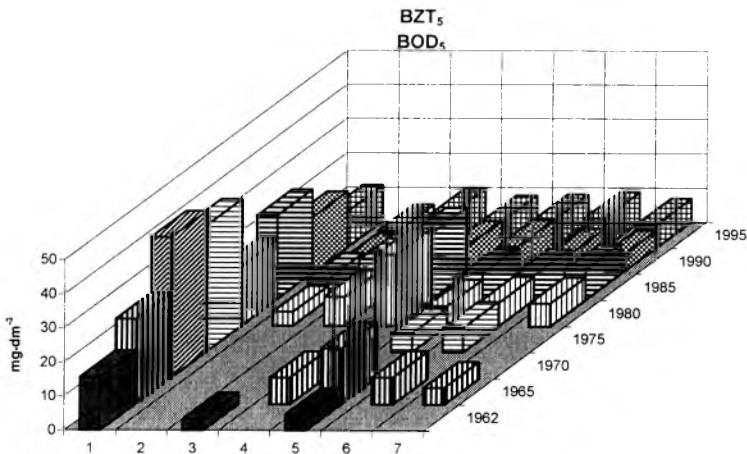
Objaśnienie: bd — brak danych; śl — ślady; non — nie odpowiada normom.

Źródło: Wartości średnie obliczone na podstawie danych archiwalnych OBiKŚ w Katowicach.

Source: Mean values calculated from archival data of OBiKŚ in Katowice.

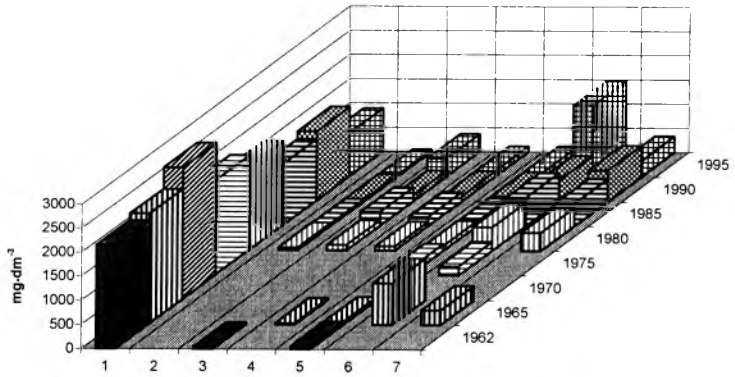
### BZT<sub>5</sub>

Syntetycznym wskaźnikiem zanieczyszczeń organicznych i niektórych nieorganicznych jest wartość pięciodniowego biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT<sub>5</sub>). W zlewni Rudy obserwuje się dwa trendy zmian tego wskaźnika. Trend malejący występuje w profilach poniżej Rybnika i Żor, w których to miastach wybudowano oczyszczalnię ścieków. Tak jest w przypadku Rudy poniżej Żor, gdzie po 1980 roku, a wyraźniej po 1985 roku obserwuje się spadek wartości BZT<sub>5</sub>. Okresy te w przybliżeniu odpowiadają poszczególnym etapom budowy oczyszczalni ścieków dla tego miasta. Podobny trend obserwuje się w ujściowym profilu Nacyny, gdzie wartość BZT<sub>5</sub> rosła do 1970 roku,

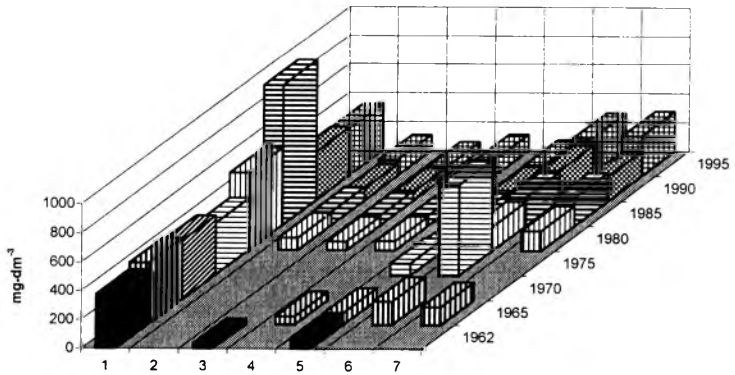




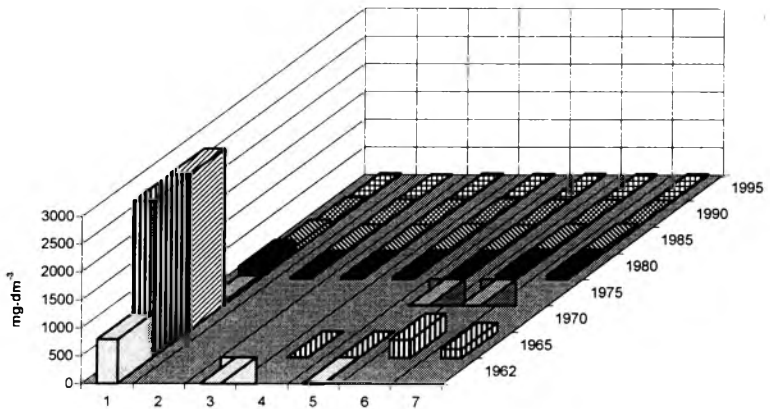
**CHLORKI  
CHLORIDES**



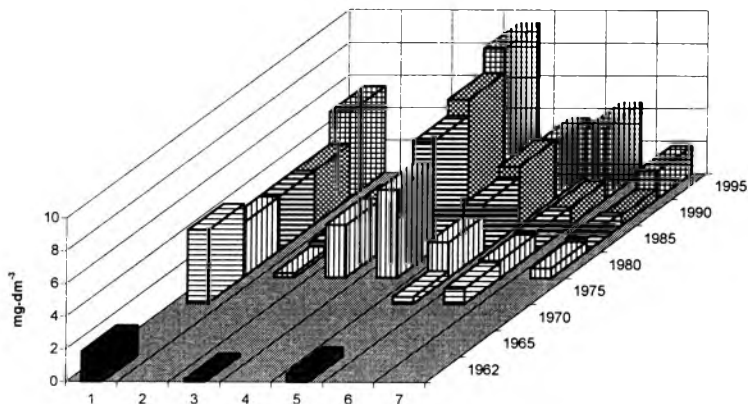
**SIARCZANY  
SULPHATES**



**ZAWIESINA**



## AZOT AMONOWY



Rys. 32. Jakość wody w wybranych profilach zlewni Rudy w okresie 1962—1995

1 — Nacyna — ujście do Rudy, 2 — Sumina — ujście do Rudy, 3 — Ruda — powyżej Żory, 4 — Ruda — poniżej Żory, 5 — Ruda — powyżej Zalewu Rybnickiego, 6 — Ruda w Rudzie Kozielskiej, 7 — Ruda — ujście do Odry

Fig. 32. Water quality in the selected profiles of Ruda catchment in the period 1962—1995

1 — Nacyna river confluence to Ruda, 2 — Sumina river confluence to Ruda, 3 — Ruda above Żory, 4 — Ruda below Żory, 5 — Ruda above Rybnik Reservoir, 6 — Ruda in Ruda Kozielska, 7 — Ruda river confluence to Odra

by następnie obniżać się aż do dnia dzisiejszego. Niższą wartość BZT<sub>5</sub> w 1980 roku, która zaburza ten obraz, można powiązać z ogólnym załamaniem gospodarczym, a co za tym idzie obniżeniem ładunku zanieczyszczeń odprowadzanych do Nacyny przez przemysł (np. spożywczy — w Rybniku działają duże zakłady mięsne i browar). W pozostałych profilach brak wyraźnych trendów zmian tego elementu, chociaż poza profilem powyżej Jeziora Rybnickiego i w Rudzie Kozielskiej obserwuje się spadkową tendencję wartości BZT<sub>5</sub> po 1985 roku.

## SUBSTANCJE MINERALNE

W ilości substancji mineralnych reprezentowanych przez chlorki i siarczany zdecydowanie negatywnie wyróżnia się Nacyna, która jest odbiornikiem wód kopalnianych z kopalń: „Chwałowice”, „Rydułtowy” i „Rymer”. Wody kopalniane są obciążone ogromnym ładunkiem chlorków i siarczanów<sup>4</sup>. Ilość chlorków w wodach Nacyny rosła aż do 1970 roku, po czym spadała, poza „wahnięciem” w górę w 1990 roku. Wydaje się, że spadku ilości chlorków w Nacynie nie należy wiązać z powstaniem kolektora „Olza”, który odbiera tylko solanki z KWK „Chwałowice” i „Jankowice”. Wody miernie zasolone z KWK „Chwałowice” oraz wszystkie wody kopalniane z kopalń: „Rydułtowy” i „Rymer” nadal trafiają do Nacyny. W takim wypadku spadek ilości chlorków w wodach Nacyny jest efektem pracy osadników wód kopalnianych i takim

<sup>4</sup> Por. podrozdz. 4.5: *Wody kopalniane*.

dozowaniu wód słonych do rzeki, aby zawartość chlorków była możliwie najmniejsza. Niestety nawet minimalne, osiągnięte w 1985 roku, stężenie chlorków w wodach Nacyny i tak ponad 2,2-krotnie przekracza wartość dopuszczalną dla III klasy czystości. Wysokie stężenia chlorków w wodach Rudy w profilu w Rudzie Kozielskiej i w profilu ujściowym są konsekwencją dopływu chlorków wraz z wodami Nacyny.

Z pozostałych profili podwyższone stężenia chlorków wykazuje Ruda w profilu powyżej Żor. Przyczyny tego zjawiska mogą być dwojakie — chlorki są odprowadzane wraz z wodami powierzchniowymi odwadniającymi obszar górniczy KWK „Krupiński” lub pochodzą z drenowania przez wody powierzchniowe zalegającego płytko na tym obszarze poziomu mioceńskiego, w którym stwierdzono występowanie złóż soli.

Głównym źródłem siarczanów odprowadzanych ze zlewni Rudy są wody kopalniane. Zrozumiałe jest, że w takim przypadku największe ich stężenia stwierdza się w wodach Nacyny i Rudy (w profilach położonych poniżej ujścia Nacyny).

#### SUBSTANCJE BIOGENNE

Z grupy substancji biogenych jedynym wskaźnikiem, który można było wykorzystać do analizy porównawczej, jest azot amonowy. Związki azotu mogą być pochodzenia naturalnego bądź antropogenicznego (ścieki fekalne, przemysłowe, spływy z terenów rolniczych) (Burchard, Hereźniak-Ciotowa, Kaca, 1990).

Niepokojącym zjawiskiem jest rosnąca tendencja zawartości tych substancji w wodach powierzchniowych zlewni Rudy. Najwyższe stężenia azotu amonowego są obserwowane w wodach Rudy poniżej Żor oraz w ujściowym profilu Nacyny, co wskazuje na wyraźne antropogeniczne jego pochodzenie. Rosnące stężenie azotu amonowego w tych profilach, z jednoczesnym spadkiem wartości BZT<sub>5</sub>, informuje o złej pracy lub brakach technologicznych istniejących oczyszczalni ścieków, które nie potrafią usunąć ze ścieków nadmiaru związków biogenych.

W zlewniach o charakterze rolniczym (Ruda powyżej Żor, Sumina) obserwuje się spadek ilości azotu amonowego w wodach po 1990 roku, co przypuszczalnie ma związek ze spadkiem zużycia nawozów sztucznych.

#### ZAWIESINA

Zawiesina może być pochodzenia naturalnego i antropogenicznego. Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku w jej skład mogą wchodzić substancje mineralne i organiczne. W ilości niesionej przez wody zawiesiny znowu wyraźnie dominuje Nacyna, szczególnie do 1970 roku. Przede wszystkim jest to związane z zaostrzeniem rygorów w zakładach przerobczych węgla kamiennego (sortownia i płuczka), które do 1970 roku mogły odprowadzać cały

ładunek zawiesiny bezpośrednio do rzeki. Począwszy od lat 70. obowiązkiem stało się budowanie osadników, które w zdecydowany sposób zredukowały ilość zawiesiny odprowadzanej do Nacyny. Duże ilości zawiesiny niesione przez Nacynę trafiały do Rudy i stopniowo w wyniku spadku siły unoszenia osadzały się na jej dnie i brzegach, czego ślady pozostały w osadach, w których stwierdza się występowanie okruchów węgla kamiennego. W pozostałych profilach ilości niesionej zawiesiny są związane zarówno z warunkami naturalnymi, jak i antropogenicznymi, dlatego trudno określić prawidłowości rządzące tendencjami zmian jej stężenia w wodzie.

Źródłem zanieczyszczeń wód powierzchniowych w zlewni Rudy są głównie zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych. W wyniku badań terenowych zinventaryzowano 44 ważniejsze punkty zrzutu ścieków, w których odprowadza się około 80 tys. m<sup>3</sup> na dobę (0,93 m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup>) wód zanieczyszczonych (tab. 31; mapa 1). Głównymi odbiornikami ścieków na badanym obszarze są: Nacyna i Ruda. Oprócz ścieków komunalnych i przemysłowych do Rudy poprzez Nacynę trafiają wody dołowe z kopalń węgla kamiennego<sup>5</sup>. Ponadto do sieci hydrograficznej trafiają nie oczyszczone wody deszczowe, co przy znacznym zanieczyszczeniu powietrza i wód opadowych (Leśniok, 1996) w tym regionie również może prowadzić do degradacji wód powierzchniowych.

Nie zbilansowanym źródłem zanieczyszczeń są tereny zwalowisk górniczych, składowisk odpadów, a także spływy z terenów rolniczych. Jak wykazują badania źródeł prowadzone w zlewni Rudy, niektóre z nich położone wśród pól uprawnych wykazują trwałe, wysokie zanieczyszczenia związkami azotu i fosforu (Matysik, 1997).

Konsekwencją znacznej ilości ścieków odprowadzanych do sieci hydrograficznej w zlewni Rudy jest zła jakość wód Nacyny, Suminy oraz samej Rudy. Sytuacja taka jest uwarunkowana dodatkowo:

- brakiem sieci kanalizacyjnej oraz oczyszczalni ścieków w wielu zurbanizowanych obszarach zlewni;
- małą sprawnością wielu istniejących oczyszczalni ścieków;
- niską świadomością ekologiczną mieszkańców, którzy odprowadzają swoje ścieki w sposób niekontrolowany (nielegalny) do kanalizacji deszczowej, do gruntu lub bezpośrednio do powierzchniowej sieci hydrograficznej.

Aby określić, jakie zanieczyszczenia są odprowadzane do Rudy z pozostałych zlewni jej dopływów, w 1995 roku przeprowadzono systematyczne badania jakości wody w zlewniach ważniejszych dopływów, nie kontrolowanych przez monitoring państwowy.

Do szczegółowych badań wybrano 12 zlewni dopływów Rudy, przyrzecze Rudy w rejonie Rudy Kozielskiej odwadniane przez trzy niewielkie potoki oraz zlewnię Białego Potoku. Zlewnie te reprezentują obszary różniące się zarówno

<sup>5</sup> Por. podrozdz. 4.5: *Wody kopalniane*.

## Ważniejsze punkty zrzutu ścieków w zlewni Rudy

## Important sites of sewage disposal to Ruda catchment

Nr*	Miejscowość	Obiekt	Rodzaj ścieków	Ilość [m <sup>3</sup> × doba <sup>-1</sup> ]	Urządzenie do oczyszczania	Kierunek zrzutu
1	2	3	4	5	6	7
1.	Żory	ZWUS	komunalne	713	biologiczne	Ruda
2.	Żory	oczyszczalnia miejska	komunalne	17 000	kompleksowe	Ruda
3.	Żory	PBROW	komunalne	357	biologiczne	Ruda
4.	Żory	KWK „Żory”, „Jankowice”	mieszane	4500	biologiczne	Ruda
5.	Rybnik	fabryka „Sygnał”	mieszane	100	biologiczne	Ruda
6.	Rybnik	„Ryfama”	mieszane	6	—	Ruda
7.	Rybnik	Huta „Silesia”	przemysłowe	3500	biologiczne	Ruda
8.	Rydułtowy	osiedle. mieszk., KWK „Rydułtowy”	mieszane	1000	—	Nacyna
9.	Rydułtowy	osiedle	mieszane	—	—	Nacyna
10.	Rydułtowy	oczyszczalnia ścieków	komunalne	3800	biologiczne	Nacyna
11, 12.	Rydułtowy	KWK „Rydułtowy”	komunalne	350	—	Nacyna
13.	Rydułtowy	KWK „Rydułtowy”	przemysłowe	650	—	Nacyna
14.	Rydułtowy	KWK „Rydułtowy”	wody dołowe	1600	—	Nacyna
15.	Rybnik	KWK „Rymer”	komunalne	600	—	Nacyna
16.	Rybnik	KWK „Rymer”	wody dołowe i komunalne	7470	osadnik	Nacyna
17.	Rybnik	KWK „Chwałowice”	przemysłowe	788	osadnik	Potok Chwałowicki
18.	Rybnik	RPWiK, oczyszczalnia ścieków	komunalne	—	kompleksowe	Potok Chwałowicki
19.	Rybnik	miasto Rybnik	komunalne	1000	—	Nacyna
20.	Rybnik	oczyszczalnia miejska	komunalne	30 000	biologiczne	Nacyna
21.	Rybnik	elektrownia „Rybnik”	przemysłowe	1600	chemiczne	Zalew Rybnicki
22.	Jejkowice	masarnia	przemysłowe	5	osadnik	Potok Gzel
23.	Stodoły	elektrownia „Rybnik”	przemysłowe	2000	—	Ruda
24.	Rudy	ośrodek szkolno- wychowawczy	komunalne	50	biologiczne	Ruda
25.	Rudy	OW „Buk”	komunalne	50	biologiczne	Potok z Buką

1	2	3	4	5	6	7
26.	Rudy	osiedle Brantółka	komunalne	100	biologiczne	Ruda
27.	Kuźnia Raci- borska	osiedle mieszkaniowe	komunalne	700	mechaniczne	Ruda
28.	Kuźnia Raci- borska	szkoła podstawowa	mieszane	—	—	Ruda
29.	Kuźnia Raci- borska	piekarnia	przemysłowe	—	—	Ruda
30.	Kuźnia Raci- borska	budynki mieszkalne	komunalne	—	—	Ruda
31— 34.	Kuźnia Raci- borska	kanalizacja deszczowa	deszczowe	—	—	Ruda
35.	Kuźnia Raci- borska	„Rafama”	przemysłowe	450	osadnik	Ruda
36.	Krzyżko- wice	SKR	komunalne	15	—	Sumina
37.	Pstrążna	wieś	deszczowe	—	—	Sumina
38.	Dzimirz	wieś	deszczowe	—	—	Sumina
39, 40.	Lyski	wieś	deszczowe	—	—	Sumina
41.	Czernica	Osiedle na wzgórzu	mieszane	—	—	Potok Czernicki
42.	Gaszowice	wieś	deszczowe	—	—	Sumina
43.	Nędza	wieś	mieszane	—	—	Sumina
44.	Rogal	wieś	mieszane	—	—	Sumina

\* Numeracja zgodna z numeracją na mapie hydrograficznej (mapa 1).

„—” Brak danych.

Źródło: D. Absalon i in. (1995a, b, c) oraz badania własne.

Source: D. Absalon et al. (1995a, b, c) and author's own investigations.

pod względem fizycznogeograficznym, jak i pod względem zainwestowania ekonomicznego. Nie badano bezpośrednich dopływów Jeziora Rybnickiego, gdyż te były objęte badaniami na początku lat 90. przy opracowywaniu monografii tego zbiornika (Zajączkowski (red.), 1993). W niniejszej pracy zacytowano wyniki tych badań.

Własne badania jakości wody w zlewniach nie objętych monitoringiem państwowym prowadzono w 1995 roku (tab. 32 i 33; rys. 33 i 34).

Tabela 32

## Wybrane wskaźniki jakości wody w badanych zlewniach w 1995 roku

Table 32

## Selected indexes of water quality in the catchments studied in 1995

Rzeka	Nazwa punktu pomiarowego	Wartość	Wskaźniki jakości wody [ $\text{mg} \times \text{dm}^{-3}$ ]													Klasa czystości
			pH <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>	TH	HCO <sub>3</sub>	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	N NO <sub>3</sub>	Na	K	PO <sub>4</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rudziczka	ujście	śr.	7,0	926	246	81,7	76	13,3	199	62	12,2	2,8	78	20	0,39	non
		min.	6,8	763	200	61,0	60	1,2	106	29	3,7	0,8	43	4	0,04	
		maks.	7,3	1133	410	103,7	114	30,0	279	81	22,4	5,1	115	76	1,80	
Potok Woszczycki	ujście	śr.	6,9	267	137	63,3	39	9,6	28	45	2,8	0,6	13	2,3	0,22	III
		min.	6,8	215	100	54,9	30	0,0	22	22	0,5	0,1	8	2	0,00	
		maks.	7,1	292	210	76,3	50	20,4	33	64	10,4	2,4	19	2,7	0,70	
Potok Szczejkowicki I	ujście	śr.	6,9	286	155	73,2	48	8,3	22	60	6,9	1,6	7	5	0,07	II
		min.	6,7	230	115	48,8	38	0,0	13	20	2,5	0,6	4	3	0,00	
		maks.	7,1	347	225	112,9	62	24,0	26	110	26	5,9	10	11	0,15	
Potok Szczejkowicki II	ujście	śr.	6,7	189	114	24,7	31	9,1	26	59	5,2	1,2	4	1	0,03	III
		min.	6,3	155	60	15,3	24	0,0	6	40	1,6	0,4	3	0,5	0,00	
		maks.	7,2	214	200	39,7	48	20,4	137	84	23,9	5,4	6	2	0,10	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Kłokocinka	ujście	śr.	7,3	699	218	128,1	72	9,1	100	78	15,6	3,5	50	11	1,95	non
		min.	7,2	608	165	106,8	62	1,2	68	52	7,7	1,7	28	6	0,40	
		maks.	7,5	760	385	149,5	112	25,2	119	110	26,9	6,1	67	27	4,28	
Potok Boguszowicki	ujście	śr.	7,1	1286	298	73,5	85	20,4	265	80	22,3	5,0	118	8	0,26	non
		min.	7,0	1088	225	58,0	50	3,6	31	43	4,8	1,1	87	5	0,05	
		maks.	7,3	1510	500	82,4	140	36	407	106	38,8	8,8	173	19	0,44	
Przegędza	ujście	śr.	7,0	334	183	71,5	52	12,7	24	70	2,5	0,6	9	3	0,09	I
		min.	6,7	281	125	54,9	42	0,0	2	48	0,0	0,0	5	2	0,00	
		maks.	7,3	408	350	85,4	76	38,4	42	101	8,9	2,0	13	4	0,19	
Potok z Kamienia	ujście	śr.	7,3	397	189	85,2	60	10,1	31	79	6,7	1,5	13	4	0,08	I
		min.	7,0	353	155	58,0	44	1,2	26	61	0,1	0,02	10	1	0,00	
		maks.	7,4	440	210	103,7	76	16,8	35	128	13,9	3,1	14	7	0,12	
Rudka	ujście	śr.	6,0	224	118	45,8	37	6,4	15	70	5,3	1,2	3	1,2	0,02	non
		min.	5,1	195	90	9,2	30	0,0	12	54	2,6	0,6	2	1,0	0,00	
		maks.	6,6	248	160	244,0	48	15,6	20	95	9,6	2,2	4	1,7	0,07	
Potok z Buka	most	śr.	6,6	256	127	45,0	38	7,8	20	58	10,1	2,3	8	4	0,14	III
		min.	6,2	184	90	18,3	30	0,0	12	46	5,9	1,3	3	2	0,00	
		maks.	6,8	293	200	73,2	56	22,8	34	73	15,5	3,5	12	7	0,28	



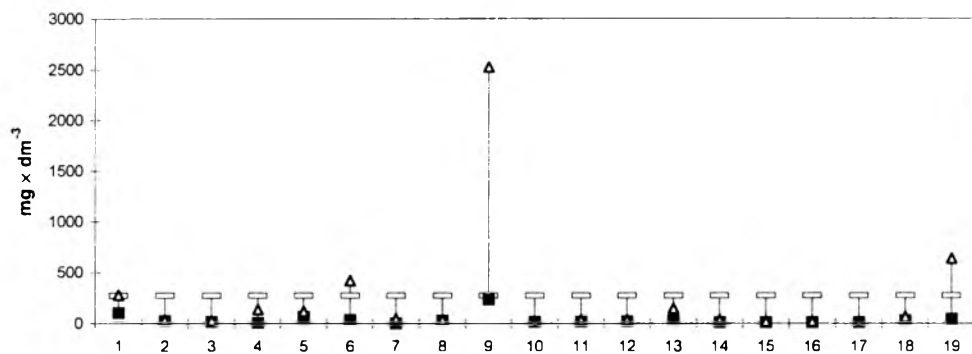
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Wierzbnik	ujście	śr.	7,1	334	160	43,2	52	7,0	25	78	13,5	3,0	8	5	0,09	II
		min.	6,8	262	110	27,5	40	0,0	17	55	9,2	2,1	6	3	0,00	
		maks.	7,6	380	200	61,0	66	22,8	31	108	19,8	4,5	10	6	0,56	
Potok z Rudy Kozielskiej I	ujście	śr.	6,9	539	204	74,0	70	6,9	82	68	21,0	4,7	22	13	0,02	non
		min.	6,6	355	175	51,9	64	0,0	30	57	10,0	2,3	11	5	0,00	
		maks.	7,3	736	260	100,7	84	21,6	144	88	35,6	8,0	38	59	0,09	
Potok z Rudy Kozielskiej II	ujście	śr.	7,0	323	144	69,5	51	4,3	22	63	12,9	2,9	9	8	0,34	III
		min.	6,7	222	110	54,9	36	0,0	11	49	10,0	2,3	4	4	0,00	
		maks.	7,1	369	180	79,3	66	14,4	34	86	18,1	4,1	13	10	0,67	
Potok z Rudy Kozielskiej III	ujście	śr.	4,6	213	107	7,4	33	6,0	14	70	2,3	0,5	3	2	0,03	non
		min.	4,3	182	90	0,0	26	0,0	11	6	1,1	0,2	2	1	0,00	
		maks.	5,2	249	130	18,3	52	12,0	17	130	4,6	1,0	4	5	0,10	
Raczok	ujście	śr.	7,0	218	125	38,1	37	7,8	16	54	5,0	1,1	5	2,5	0,01	I
		min.	6,5	190	90	30,5	30	0,0	10	41	2,7	0,6	3	1,5	0,00	
		maks.	7,4	250	220	48,8	46	31,2	18	72	7,4	1,7	15	4,6	0,07	
Biały Potok	most	śr.	5,9	172	95	21,4	32	3,9	10	54	4,0	0,9	4	1,4	0,01	non
		min.	4,9	157	70	0,0	26	0,0	9	39	2,9	0,6	3	1,0	0,00	
		maks.	6,2	203	140	39,7	38	10,8	12	81	5,0	1,1	5	2,0	0,04	

<sup>1</sup> Wartość nie mianowana.<sup>2</sup> W  $\mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$ .

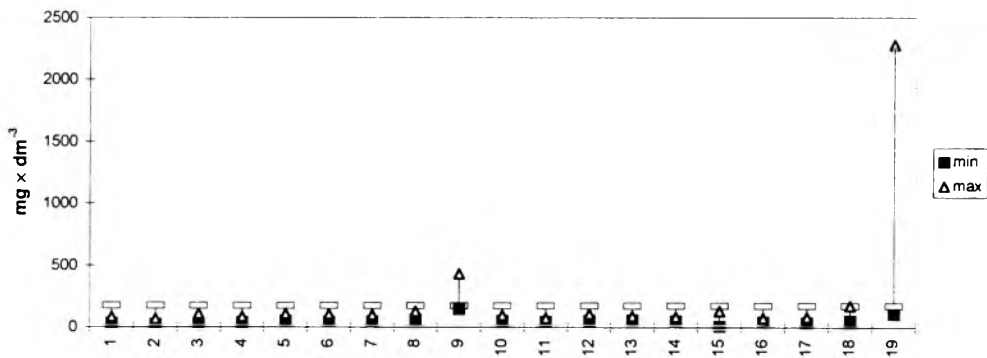
Źródło: Badania własne.

Source: The author's investigations.

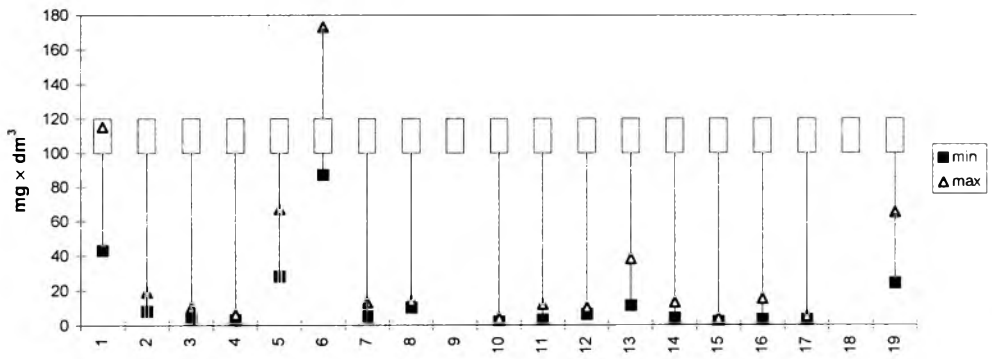
### CHLORKI CHLORIDES



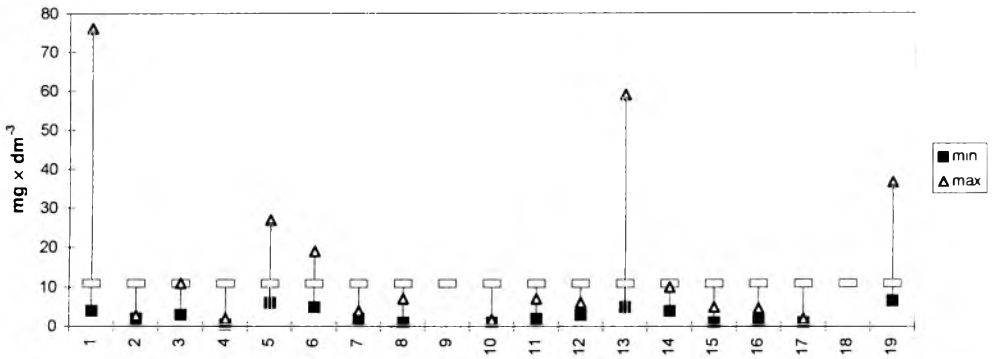
### SIARCZANY SULPHATES

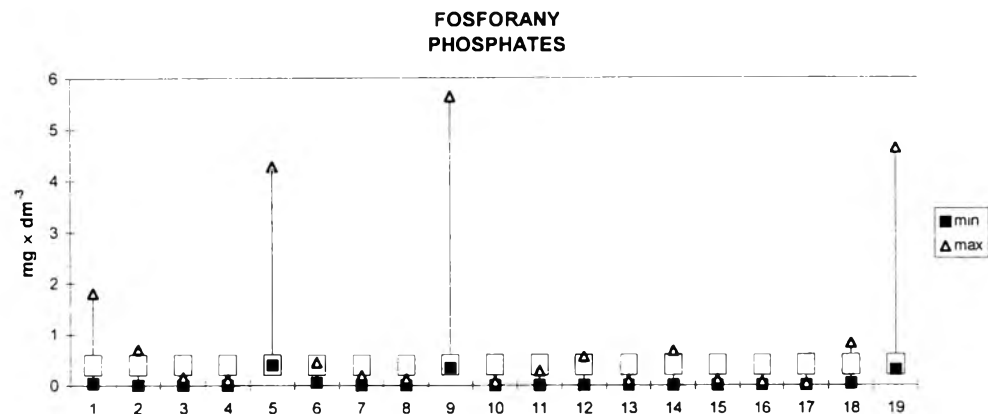


**SÓD  
SODIUM**



**POTAS  
POTASSIUM**





Rys. 33. Jakość wody w badanych zlewniach w 1995 roku (dla porównania zamieszczono dane w ujściowych profilach Nacyny, Suminy i Rudy)

1 — Rudziczka — ujście do Rudy, 2 — Potok Woszczycki — ujście do Rudy, 3 — Potok Szczekowicki I — ujście do Rudy, 4 — Potok Szczekowicki II — ujście do Rudy, 5 — Kłokocinka — ujście do Rudy, 6 — Potok Boguszowicki — ujście do Rudy, 7 — Przegędza — ujście do Rudy, 8 — Potok z Kamienia — ujście do Rudy, 9 — Nacyna — ujście do Rudy, 10 — Rudka — ujście do Rudy, 11 — Potok z Buki — most, 12 — Wierzbnik — ujście do Rudy, 13 — Potok z Rudy Koziełskiej I — ujście do Rudy, 14 — Potok z Rudy Koziełskiej II — ujście do Rudy, 15 — Potok z Rudy Koziełskiej III — ujście do Rudy, 16 — Raczok — ujście do Rudy, 17 — Biały Potok — most, 18 — Sumina — ujście do Rudy, 19 — Ruda — ujście do Odry (w punktach nr 9 i 18 nie oznaczono sodu i potasu)

Fig. 33. Water quality in the catchments studied in 1995 (for comparison, data for confluence profiles of Nacyna, Sumina and Ruda are presented)

1 — Rudziczka river confluence to Ruda, 2 — Potok Woszczycki river confluence to Ruda, 3 — Potok Szczekowicki I river confluence to Ruda, 4 — Potok Szczekowicki II river confluence to Ruda, 5 — Kłokocinka river confluence to Ruda, 6 — Potok Boguszowicki river confluence to Ruda, 7 — Przegędza river confluence to Ruda, 8 — Potok z Kamienia river confluence to Ruda, 9 — Nacyna river confluence to Ruda, 10 — Rudka river confluence to Ruda, 11 — Potok z Buki bridge, 12 — Wierzbnik river confluence to Ruda, 13 — Potok z Rudy Koziełskiej I river confluence to Ruda, 14 — Potok z Rudy Koziełskiej II river confluence to Ruda, 15 — Potok z Rudy Koziełskiej III river confluence to Ruda, 16 — Raczok river confluence to Ruda, 17 — Biały Potok bridge, 18 — Sumina river confluence to Ruda, 19 — Ruda river confluence to Odra

**Srednie ładunki dobowe wybranych substancji odprowadzanych  
z kontrolowanych zlewni w 1995 roku**

Table 33

**Mean daily loads of selected substance delivered  
from the controlled catchments in 1995**

Rzeka	Profil	Ładunki [ $\text{kg} \times \text{doba}^{-1}$ ]					
		chlorki	siarczany	azotany*	sód	potas	fosforany
Rudziczka	ujście	1616,0	504,0	22,70	633,00	162,00	3,17
Potok Woszczycki	ujście	341,0	548,0	7,31	158,00	28,00	2,68
Potok Szczekowicki I	ujście	28,5	77,8	2,07	9,07	6,48	0,09
Potok Szczekowicki II	ujście	49,4	112,0	2,28	7,60	1,90	0,06
Kłokocinka	ujście	1547,0	1206,0	54,10	773,00	170,00	30,20
Potok Boguszowicki	ujście	1168,0	353,0	22,00	520,00	35,30	1,15
Przegęda	ujście	158,0	460,0	3,94	59,10	19,70	0,59
Potok z Kamienia	ujście	206,0	526,0	9,98	86,5	26,60	0,53
Rudka	ujście	40,2	187,0	3,21	8,04	3,21	0,05
Potok z Buka	most	86,4	251,0	9,90	346,00	17,30	0,60
Wierzbnik	ujście	266,0	829,0	31,90	85,00	53,10	0,96
Potoki z Rudy Kozielskiej (łącznie I, II, III)	ujście	118,0	216,0	9,42	36,70	26,40	0,63
Raczok	ujście	69,1	233,0	4,75	21,60	10,80	0,04
Biały Potok	most	27,6	149,0	2,49	11,10	3,67	0,03
Nacyna	ujście	45 471,0	16 465,0	91,80	—	—	136,62
Sumina	ujście	937,0	2893,0	53,60	—	—	1,24
Ruda	ujście	74 131,0	61 551,0	649,21	61 67,00	41 56,00	278,55

\* Przeliczone na azot azotanowy.

Źródło: Badania i obliczenia własne.

Source: The author's research and calculations.

Ze zbadanych pod względem jakościowym 16 profili prawie w połowie, bo w 7 profilach, stwierdzono wody pozaklasowe, a tylko w 3 wody odpowiadają I klasie czystości (tab. 32). W dwóch zlewniach, tj. Rudki i Białego Potoku, dyskwalifikacja wód nastąpiła w związku z bardzo niskim odczynem pH (wartości minimalne kształtowały się na poziomie 4,9—5,1). Zakwaszenie wód w tych prowadzących czyste wody potokach jest wynikiem przede wszystkim wpływu zakwaszonej atmosfery. Porastające zlewnie lasy iglaste (kwaśne podłoże) oraz pokrywające obszar piaszczyste gleby nie są w stanie zubożnić kwaśnych wód opadowych. Potwierdza to mała zawartość jonów wodorowęglanowych ( $\text{HCO}_3^-$ ) w wodach tych potoków. W związku z nasileniem zjawiska kwaśnych opadów (Leśniok, 1996) należy się spodziewać dalszego spadku odczynu pH czystych wód powierzchniowych na tym

Zawartość chlorków i siarczanów w wodach jest główną przyczyną zasolenia wody. Jony chlorkowe  $\text{Cl}^-$  i siarczanowe  $\text{SO}_4^{2-}$  wraz z jonami  $\text{HCO}_3^-$  należą do najbardziej rozpowszechnionych w wodach powierzchniowych. Wzrost stężenia chlorków w wodach obszarów zurbanizowanych i będących pod wpływem górnictwa wglębnego jest bardzo niebezpieczny z powodu tego, że chlorki nie tylko nie podlegają przemianom chemicznym i biochemicznym, lecz także hamują procesy samooczyszczania się wód. Poza Nacyną i Rudą, w wodach których wysokie stężenia chlorków wynikają z odprowadzania do tych rzek wód kopalnianych, większe ładunki chlorków są odprowadzane ze zlewni: Rudziczki, Kłokocinki, Potoku Boguszowickiego i Suminy (rys. 34). Źródłem siarczanów, poza wodami kopalnianymi, mogą być także kwaśne opady, ścieki komunalne i przemysłowe, a także produkty rozkładu substancji organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Większe ładunki siarczanów odprowadzają: Rudziczka, Potok Woszczycki, Kłokocinka, Potok z Kamienia, Wierzbnik i Sumina.

Zawartość sodu ( $\text{Na}^+$ ) w wodach powierzchniowych może być pochodzenia naturalnego (wymywanie gleb), ale zwiększa ją znacznie dopływ ścieków komunalnych (typu fekalnego), przemysłowych oraz zasolonych wód kopalnianych. Największe stężenia sodu są obserwowane w Potoku Boguszowickim (niestety brak danych dla Nacyny i Suminy, w których sodu nie oznaczano). Poza tym znaczne ładunki sodu są odprowadzane ze zlewni Rudziczki, Kłokocinki i Wierzbnika.

Potas ( $\text{K}^+$ ), chociaż występuje powszechnie w wodach powierzchniowych, to jednak w niewielkich ilościach, rzędu kilku  $\text{mg} \times \text{dm}^{-3}$ . Oprócz potasu pochodzenia naturalnego (powstającego z rozpuszczania minerałów zawierających ten pierwiastek) do wód powierzchniowych może on trafiać ze spływów z pól uprawnych oraz ze ściekami komunalnymi i przemysłowymi (Dojli do, 1987). Największe stężenia potasu występują w wodach: Rudziczki, Potoku z Rudy Kozielskiej I, Kłokocinki i Potoku Boguszowickiego; większe ładunki potasu odprowadzają do Rudy także: Potok Woszczycki, Potok z Kamienia i Wierzbnik.

Naturalnym źródłem azotanów są procesy rozkładu biochemicznego szczątków organicznych (Burchard, Hereźniak-Ciotowa, Kaca, 1990). Jednak dominującym źródłem azotanów są spływy z terenów rolniczych (nawozy azotowe) oraz ścieki komunalne. Największe stężenia azotanów (w przeliczeniu na azot azotanowy) występują w Potoku Boguszowickim i Potoku z Rudy Kozielskiej I. Poza Nacyną i Suminą większe ładunki azotanów są odprowadzane ze zlewni Kłokocinki, Rudziczki i Wierzbnika.

Zawartość fosforanów ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) w naturalnych wodach powierzchniowych jest niewielka. Znaczącym źródłem tej substancji są, podobnie jak w przypadku azotanów, spływy z terenów rolniczych (nawozy sztuczne) oraz ścieki komunalne (typu bytowo-gospodarczego). Oprócz Nacyny wyższe stężenia fosforanów obserwuje się w Rudziczce i Kłokocince. Większy ładunek fosforanów trafia do Rudy z wodami Potoku Woszczyckiego.

Pozostałe oznaczane substancje mają mniejsze znaczenie dla jakości wody. W Polsce nie normuje się zawartości w wodzie magnezu i wapnia, których obecność obok innych kationów dwuwartościowych jest przyczyną wzrostu twardości wody. Twardość wód powierzchniowych w zlewni Rudy waha się od  $60 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$  w Potoku Szczekowickim II do  $500 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$  w zlewni Potoku Boguszowickiego (tab. 32).

Przedstawionej poniżej analizy jakości wód Rudy i jej dopływów dokonano na podstawie materiału zebranego w czasie badań terenowych (badania jakości wody, lokalizacja głównych punktów zrzutu zanieczyszczeń), uzupełnionego o wyniki badań jakości wód powierzchniowych prowadzonych przez OBiKŚ w Katowicach (materiały nie publikowane) oraz dane zawarte w opracowaniu R. Zajączkowskiego (1993).

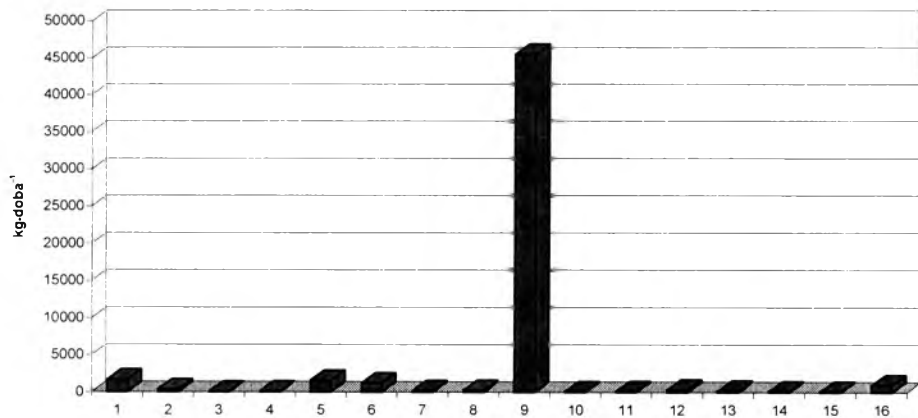
Ruda rozpoczyna swój bieg w Baranowicach<sup>6</sup>. Powyżej Żor przyjmuje wody licznych rowów oraz cieków odwadniających obszary o rozproszonej zabudowie, częściowo pozbawione sieci kanalizacyjnej. Ponadto do powierzchniowej sieci hydrograficznej spływają wody z okolicznych terenów rolniczych. W efekcie Ruda już w początkowym odcinku prowadzi wody pozaklasowe.

Powyżej Żor Ruda przyjmuje wody ponadnormatywnie zanieczyszczonego potoku Rudziczka, w którym stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych dla III klasy w zakresie przewodnictwa elektrolitycznego właściwego oraz potasu. Pomimo że KWK „Krupiński” zrzuca słone wody do kolektora „Olza”, potok Rudziczka wykazuje podwyższone stężenia chlorków.

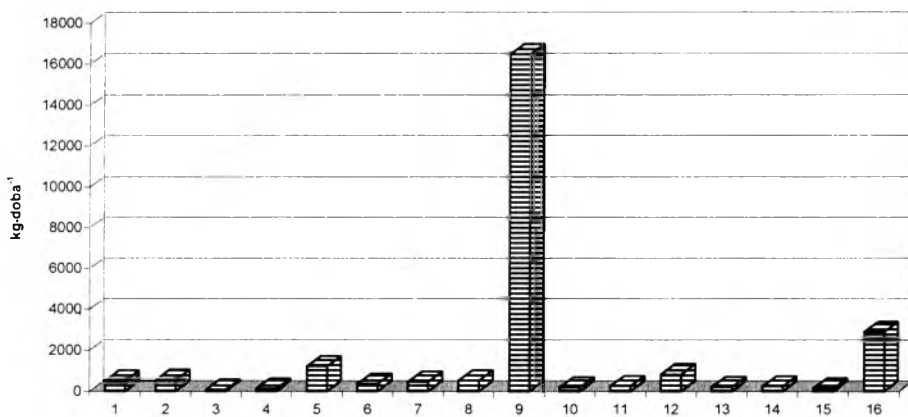
W Żorach Ruda otrzymuje znaczącą dawkę ścieków komunalnych (średnio na dobę około  $18 \text{ tys. m}^3$ ) głównie z kompleksowej oczyszczalni ścieków pracującej na potrzeby miasta. Pomimo że zrzucane ścieki są oczyszczane, w wodach Rudy kilkakrotnie wzrasta stężenie azotu amonowego, a rzeka nadal prowadzi wody pozaklasowe. Poza azotem amonowym przekroczenia wartości dopuszczalnych wykazują: azot azotanowy, fosforany, żelazo ogólne i ołów.

Na następnym odcinku, aż do ujścia Kłokocinki, jakość wód Rudy nie poprawia się pomimo dopływu czystszych wód Potoku Woszczyckiego i obu Potoków Szczekowickich. Potok Woszczycki w rozpatrywanym okresie prowadził wody III klasy czystości (ze względu na fosforany; pozostałe wskaźniki mieściły się w I klasie czystości), Potok Szczekowicki I—II klasy czystości (ze względu na azot azotanowy i potas), a Potok Szczekowicki II—III klasy czystości (ze względu na niską wartość odczynu pH). Procesom samooczyszczania się Rudy na tym odcinku nie sprzyjało uregulowane i obwałowane koryto.

CHLORKI  
CHLORIDES

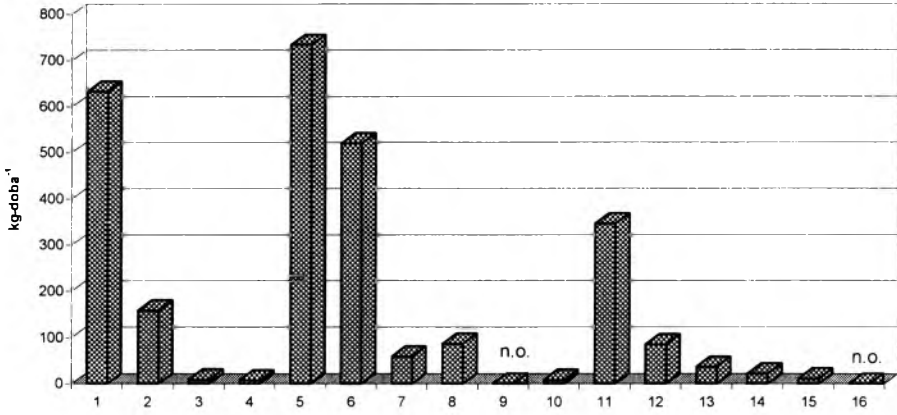


SIARCZANY  
SULPHATES

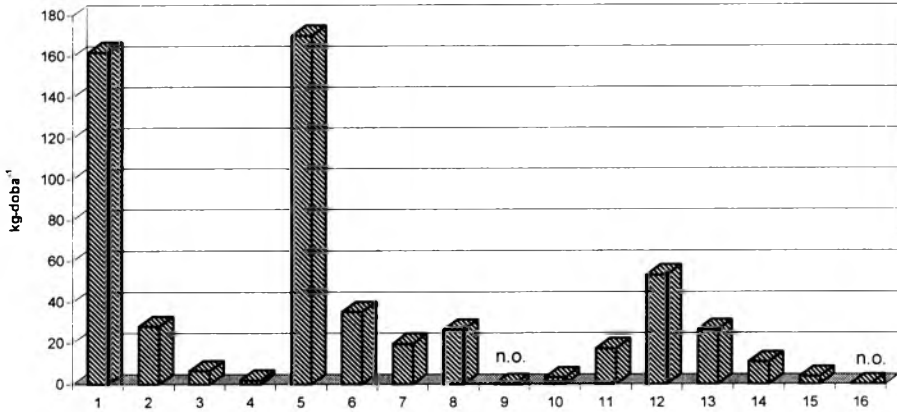


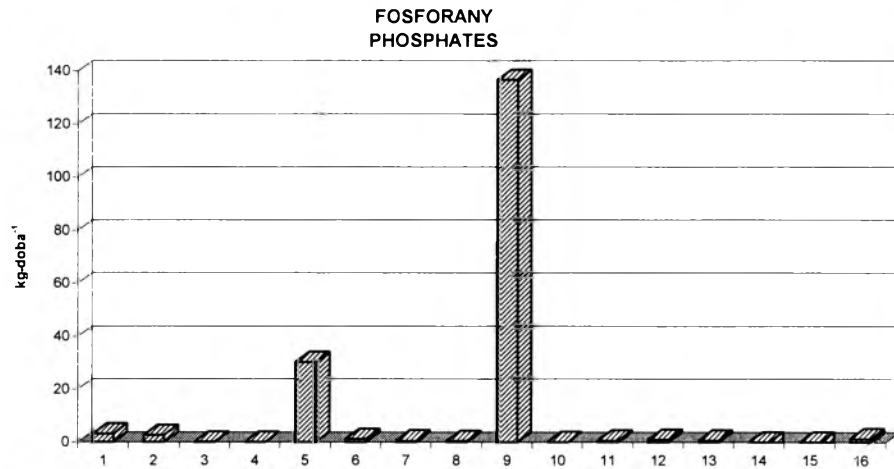
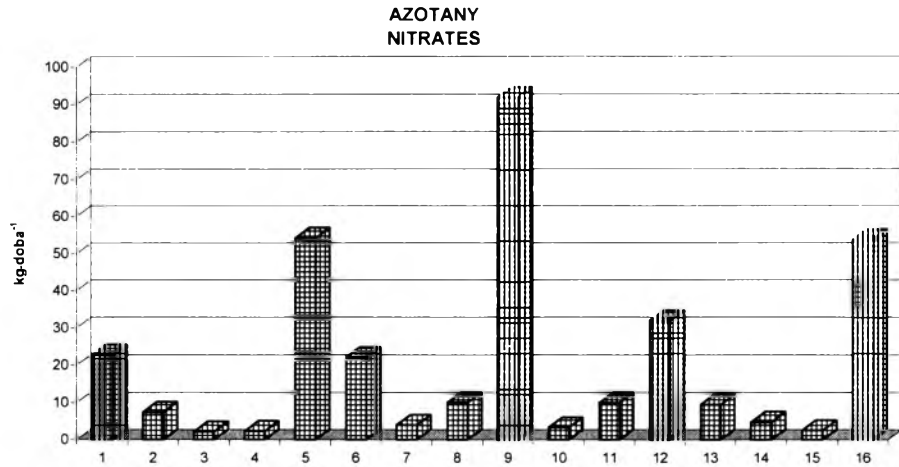


SÓD  
SODIUM



POTAS  
POTASSIUM





Rys. 34. Średnie ładunki wybranych substancji odprowadzane z kontrolowanych zlewni w 1995 roku (dla porównania zamieszczono dane dotyczące Nacyna i Sumina)

1 — Rudziczka, 2 — Potok Woszczycki, 3 — Potok Szczekowicki I, 4 — Potok Szczekowicki II, 5 — Kłokocinka, 6 — Potok Boguszowicki, 7 — Przegędza, 8 — Potok z Kamienia, 9 — Nacyna, 10 — Rudka, 11 — Potok z Buki, 12 — Wierzbnik, 13 — Potoki z Rudy Koziejskiej (łącznie I, II i III), 14 — Raczok, 15 — Biały Potok, 16 — Sumina

Fig. 34. Mean loads of selected substances discharged from the controlled catchments in 1995 (for comparison, data concerning Nacyna and Sumina are presented)

1 — Rudziczka, 2 — Potok Woszczycki, 3 — Potok Szczekowicki I, 4 — Potok Szczekowicki II, 5 — Kłokocinka, 6 — Potok Boguszowicki, 7 — Przegędza, 8 — Potok z Kamienia, 9 — Nacyna, 10 — Rudka, 11 — Potok z Buki, 12 — Wierzbnik, 13 — Potoki z Rudy Koziejskiej (total I, II and III), 14 — Raczok, 15 — Biały Potok, 16 — Sumina

Kolejny dopływ Rudy — lewobrzeżna Kłokocinka — odwadnia zabudowane obszary Świerklan, Roju i Kłokocina. W zlewni tej zinwentaryzowano jeden ważniejszy punkt zrzutu — oczyszczonych biologicznie ścieków komunalnych i przemysłowych z kopalń „Jankowice” i „Żory” w ilości około 4,5 tys. m<sup>3</sup> na dobę. Ponadto „dzikie” zrzuty ścieków oraz spływy z terenów rolniczych powodują, że Kłokocinka prowadzi wody pozaklasowe, wykazując przekroczenia wartości dopuszczalnych w zakresie fosforanów i potasu.

Na następnym odcinku do ujścia Potoku Boguszowickiego, który odwadnia zabudowaną dzielnicę Rybnika — Boguszowice, Ruda otrzymuje stosunkowo niewielki ładunek ścieków z Fabryki Urządzeń Sygnałowych „Sygnał”. Potok Boguszowicki w 1995 roku prowadził wody pozaklasowe, a przekroczenia wartości dopuszczalnych występowały w zakresie: przewodnictwa elektrolitycznego właściwego, sodu, potasu i fosforanów. Znacznie podwyższone było także stężenie chlorków.

Następne dopływy Rudy — prawobrzeżne: Przegędza i Potok z Kamienia prowadziły w rozpatrywanym okresie wody I klasy czystości. Czystości wód tych potoków sprzyja brak większych punktów zrzutu oraz znaczny stopień zalesienia zlewni.

Ruda na odcinku między Przegędzą a Potokiem z Kamienia przyjmuje ścieki z Huty „Silesia” oraz Rybnickiej Fabryki Maszyn „Ryfama”, natomiast na odcinku między Potokiem z Kamienia a Jeziorem Rybnickim Ruda otrzymuje jeszcze część ścieków (około 50%) z oczyszczalni miejskiej w Rybniku oraz część silnie zanieczyszczonych wód Nacyny (nadmiar przepływu powyżej 1,25 m<sup>3</sup> × s<sup>-1</sup> bądź całość przepływu w razie awarii przepompowni).

Jakość wody w Rudzie powyżej Jeziora Rybnickiego nie odpowiada normom ze względu na występujące w niej w nadmiernych stężeniach: azot azotynowy, fosforany i ołów. Związki biogenne w znacznym stopniu przyczyniają się do degradacji wód tego zbiornika.

Trzy potoki zasilające bezpośrednio Jezioro Rybnickie (Gzel, Pniowiec i Grabownia) są stosunkowo czyste, gdyż spełniają wymagania II klasy czystości. W samym zbiorniku obserwuje się coroczne „zakwity” związane z nadmiarem doprowadzanych substancji biogennych oraz podwyższoną temperaturą wody (Jankowski, Kuczera, 1992; Pistelok, 1993).

Najbardziej zanieczyszczoną rzeką w zlewni Rudy jest Nacyna odwadniająca najsilniej zurbanizowaną i uprzemysłowioną środkową część Płaskowyżu Rybnickiego. Do Nacyny i jej dopływów odprowadzane są ścieki (w tym nie oczyszczone) z dwunastu ważniejszych punktów zrzutu w ilości około 30 tys. m<sup>3</sup> na dobę. Do Nacyny trafiają także wody dołowe z kopalń: „Chwałowice”, „Rymer” i „Rydułtowy” w ilości około 11 tys. m<sup>3</sup> na dobę. Zrzuty te przyczyniają się do katastrofalnej jakości wód tej rzeki, która zupełnie zatraciła naturalny charakter. W profilu ujściowym Nacyny notuje się przekroczenia wartości dopuszczalnych następujących wskaźników: BZT<sub>5</sub>, chlorki, siarczany, twardość ogólna, azot amonowy, azot azotynowy, fosforany, żelazo ogólne, cynk i ołów.

Przerzut wód Nacyny poniżej Jeziora Rybnickiego powoduje, że w tym właśnie miejscu Ruda otrzymuje największy ładunek zanieczyszczeń, wykazując przekroczenia wartości dopuszczalnych w zakresie: chlorków, substancji rozpuszczonych, azotu azotynowego, fosforanów i żelaza ogólnego. Poniżej Jeziora Rybnickiego Ruda przyjmuje jeszcze ścieki przemysłowe oraz odsoliny z zamkniętego obiegu chłodniczego elektrowni „Rybnik” w ilości około 2 tys. m<sup>3</sup> na dobę.

Na odcinku od Jeziora Rybnickiego do miejscowości Rudy rzeka Ruda płynie w naturalnym korycie, intensywnie meandrując. W Rudach rzeka Ruda przyjmuje wody trzech potoków: Rudki, Potoku z Buka i Wierzbnika. Rudka prowadzi wody czyste, jednak ze względu na bardzo niską wartość odczynu pH jej wody zostały sklasyfikowane jako nie odpowiadające normom. Potok z Buka odbierający ścieki z Ośrodka Szkoleniowo-Wypoczynkowego „Buk” prowadzi wody III klasy czystości. Wody tego potoku również wykazują bardzo niską wartość odczynu pH, a ponadto podwyższone stężenie fosforanów. Niska wartość pH wód w tym rejonie może powodować uruchamianie metali ciężkich z osadów rzecznych; obecność znacznej ilości metali ciężkich w aluviach Rudy stwierdza K. Klimek (1995). Potok Wierzbnik prowadzi wody II klasy czystości, wykazując podwyższone stężenie fosforanów. W rejonie Rud rzeka Ruda przyjmuje jeszcze ścieki komunalne z Ośrodka Szkoleniowo-Wychowawczego oraz z Brantolki.

Kolejnym źródłem zanieczyszczenia Rudy są potoki odwadniające Rudę Kozielską. Pomimo braku na tym terenie zinwentaryzowanych dużych punktów zrzutu ścieków zanieczyszczenia do sieci hydrograficznej docierają w sposób niezorganizowany. Dodatkowym źródłem zanieczyszczeń są zanieczyszczenia obszarowe z terenów użytkowanych rolniczo. Potoki odwadniające Rudę Kozielską prowadzą wody pozaklasowe i III klasy czystości (tab. 33). W profilu kontrolno-pomiarowym zlokalizowanym na Rudzie w Rudzie Kozielskiej stwierdza się wysokie stężenia chlorków, związków biogenych i ołowiu, które powodują, że rzeka ta nadal prowadzi wody pozaklasowe.

Na odcinku od Rudy Kozielskiej do Kuźni Raciborskiej Ruda przepływa przez tereny leśne i przyjmuje wody niewielkich czystych cieków. Największym dopływem Rudy na tym terenie jest prowadzący wody I klasy czystości potok Raczok.

W Kuźni Raciborskiej Ruda przyjmuje ścieki komunalne, przemysłowe i wody deszczowe z kilku punktów zrzutu (mapa 1). Znaczna część tych ścieków nie podlega żadnym procesom oczyszczania. Efektem tego jest utrzymanie pozaklasowego charakteru wód Rudy w punkcie kontrolno-pomiarowym w Kuźni Raciborskiej. W punkcie tym wody Rudy wykazują ponadnormatywne zanieczyszczenie chlorkami, siarczanami, azotem azotynowym, fosforanami, żelazem ogólnym i ołowiem.

W swoim biegu do ujścia Ruda przyjmuje jeszcze wody Suminy. Sumina, chociaż znacznie czystsza od Rudy, w rozpatrywanym okresie również prowa-

dziła wody pozaklasowe ze względu na przekroczenie wartości dopuszczalnych żelaza ogólnego i ołowiu, a także — co ciekawe — temperatury wody. Duża liczba stawów w zlewni Suminy powoduje, że w okresie letnim wody powierzchniowe bardzo intensywnie się nagrzewają, powodując okresowe przekroczenia dopuszczalnej wartości temperatury. Sumina pomimo przyjmowania nie oczyszczonych ścieków komunalnych nie wykazuje znacznego zanieczyszczenia związkami organicznymi i biogennymi. Większość wskaźników utrzymuje stężenia odpowiadające wartościom I i II klasy czystości, poza azotem azotynowym, którego stężenia odpowiadają III klasie czystości.

Czystsze wody Suminy nie wpływają jednak w zauważalny sposób na jakość wód Rudy. W profilu ujściowym do Odry Ruda prowadzi wody pozaklasowe, wykazując przekroczenia wartości dopuszczalnych w zakresie następujących wskaźników: chlorki, siarczany, sól, potas, azot azotynowy, fosforany, fosfor ogólny, żelazo ogólne, ołów oraz miano Coli (oznaczane tylko w tym profilu). Bardzo wysoka krotność przekroczenia tego wskaźnika (1184) świadczy o ogromnym ładunku zanieczyszczeń typu fekalnego pochodzącym ze ścieków komunalnych (bytowo-gospodarczych), docierającym do Rudy poprzez zrzuty zorganizowane (kolektory, oczyszczalnie ścieków) oraz zrzuty „dzikie”, odprowadzane do rowów, niewielkich cieków, gruntu.

Z analizy jakości wód powierzchniowych w zlewni Rudy wynika, że żaden z cieków, co do których ustalono obowiązującą i wymaganą II klasę czystości, nie osiągnął jej w 1995 roku. Zarówno Ruda, jak i Potok Boguszowicki, Nacyna oraz Sumina prowadziły w tym okresie wody pozaklasowe. W wyniku szczegółowych badań terenowych stwierdzono także, że wiele z dopływów Rudy uważanych za względnie czyste, a nie objętych monitoringiem państwowym, prowadzi wody ponadnormatywnie zanieczyszczone. Szczególnie niekorzystna sytuacja występuje w zlewni Rudziczki, Kłokocinki i Potoków z Rudy Kozielskiej, co potwierdza wysuwana przez autora tezę o znacznym wpływie niezorganizowanych, „dzikich” zrzutów ścieków na jakość wód powierzchniowych w zlewniach częściowo zurbanizowanych, pozbawionych sieci kanalizacyjnej (por. A b s a l o n, J a n k o w s k i, L e ś n i o k, W i k a, 1995 a, b, c). Zanieczyszczeniu wód na takich obszarach sprzyja także niska świadomość ekologiczna mieszkańców oraz brak kontroli ze strony służb komunalnych.

Duże zanieczyszczenie wód w zlewni Rudy skłania do rozważenia możliwości poprawy ich jakości i ochrony przed degradacją w przyszłości. Budowa lokalnych sieci kanalizacyjnych i małych oczyszczalni ścieków na terenach o zabudowie rozproszonej pozwoliłaby na ochronę przed zanieczyszczeniem terenów podmiejskich i wiejskich. Uzyskane wyniki badań jakości wody wskazują również na nieprawidłowości i braki technologiczne w istniejących na terenie zlewni oczyszczalniach ścieków, szczególnie jeżeli chodzi o usuwanie związków biogennych (azotu i fosforu). Nadmierna ilość tych związków dopływających do Jeziora Rybnickiego prowadzi do jego degradacji.

Znaczny udział w zanieczyszczeniu wód Nacyny i Rudy stanowią związki mineralne odprowadzane wraz z miernie zasolonymi wodami kopalnianymi. Należą do nich chlorki i siarczany, które dodatkowo powodują wzrost ilości substancji rozpuszczonych i twardości wody. Dlatego należy dążyć do powstania na terenie zlewni zakładów odsalania wód kopalnianych i szukać nowych metod utylizacji tych wód, gdyż jedynie ich neutralizacja warunkuje poprawę intensywności procesów samooczyszczania się wód rzecznych.

## 6. Podsumowanie i wnioski

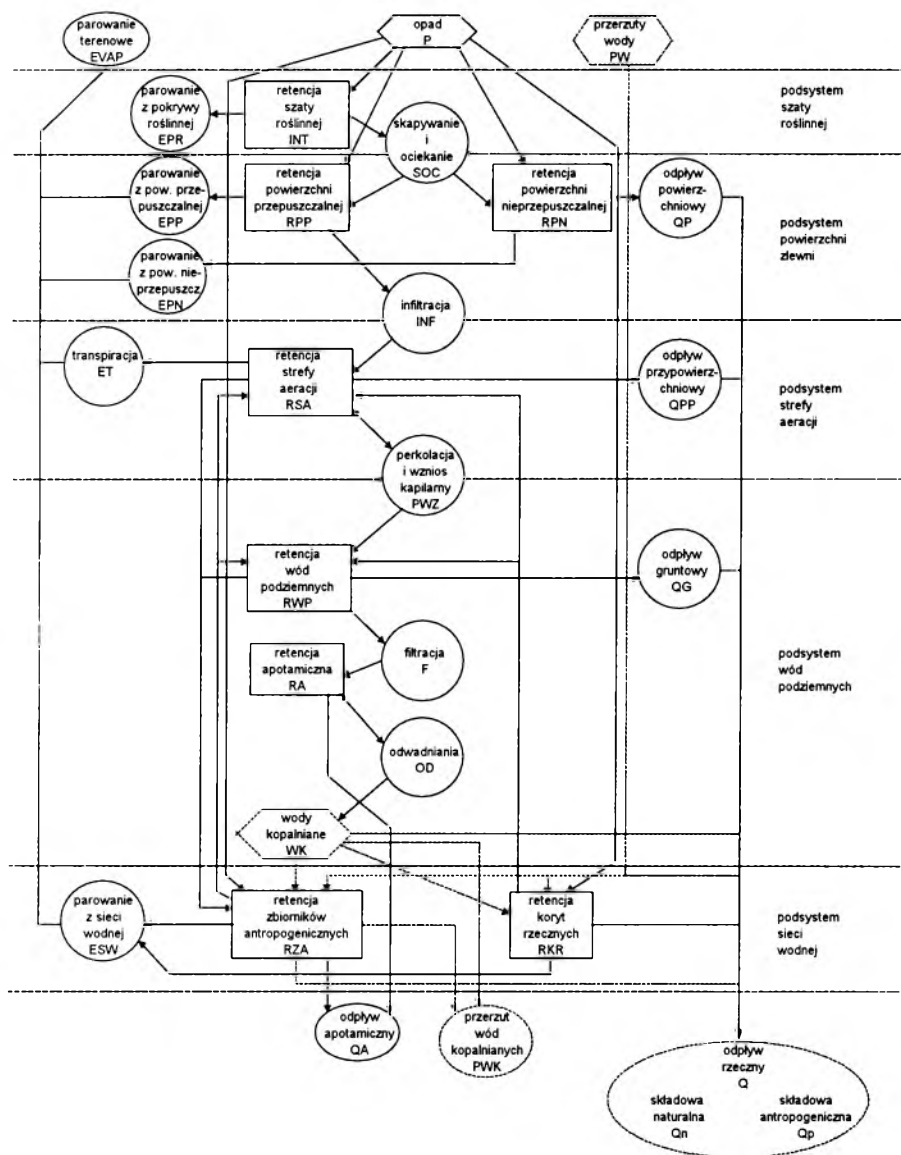
Działalność człowieka jest istotnym elementem modyfikującym wielkość, reżim i jakość odpływu rzecznego w zlewni Rudy. Jak wynika z przeprowadzonych badań, w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat czynniki antropogeniczne nie oddziaływały na stosunki wodne z jednakową intensywnością zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Obserwowana jest ścisła współzależność między przebiegiem procesów gospodarczych w zlewni a intensywnością przeobrażeń stosunków wodnych.

W górnej części zlewni Rudy (do profilu Gotartowice), będącej pod wpływem oddziaływania urbanizacji i przemysłu miasta Żory, zmiany w warunkach kształtowania się odpływu zanotowano od 1964 roku. Wielkość składowej antropogenicznej odpływu oszacowano na  $0,13 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ , co stanowi 10% wielkości odpływu całkowitego z tej zlewni (tab. 23).

W dolnej części zlewni Rudy (do profilu w Rudzie Kozielskiej), w której kumulują się wpływy urbanizacji i przemysłu rejonu Żor i Rybnika, zmianę warunków odpływu zanotowano w 1962 roku, co odpowiada uruchomieniu przerzutu wody z Jeziora Goczalkowickiego położonego w dorzeczu Wisły. Wielkość składowej antropogenicznej odpływu oszacowano na  $0,51 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ , co stanowi 15% wielkości odpływu całkowitego z tej zlewni (tab. 23).

W zlewni różnicowej (między profilami Gotartowice i Ruda Kozielska) głównym czynnikiem wpływającym na zmiany odpływu jest Nacyna odwadniająca najbardziej przeobrażoną część Płaskowyżu Rybnickiego. Zmiany warunków kształtowania się odpływu w tej zlewni zanotowano od 1964 roku. Wielkość składowej antropogenicznej odpływu wynosi  $0,36 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ , co stanowi 16% wartości odpływu całkowitego z tej zlewni (tab. 23).

W zlewni Suminy nie zaobserwowano istotnych zmian w przebiegu odpływu, co pozwala stwierdzić, że w kształtowaniu się odpływu dominują czynniki naturalne.



Rys. 35. Schemat obiegu wody w zlewni Rudy z uwzględnieniem zmian antropogenicznych (obiekty wprowadzone lub zmienione przez autora narysowano liniami przerywanymi)

Źródło: Z. Mikulski, U. Soczyńska (1980); A. T. Jankowski (1986) (rozszerzone przez autora)

Fig. 35. Diagram of water circulation in Ruda catchment including antropogenic changes (objects introduced or changed by the author are in dotted line)

Source: Z. Mikulski, U. Soczyńska (1980), A. T. Jankowski (1986) (widened by the author)



Zastosowana metoda badań wykazała zatem istotne różnice w przebiegu odpływu w zlewniach o różnych warunkach jego kształtowania się. W zlewniach cząstkowych Rudy pojawiła się składowa antropogeniczna odpływu wynikająca z intensywnych działań gospodarczych. Natomiast w mało przeobrażonej zlewni Suminy składowa antropogeniczna odpływu nie występuje.

Oszacowane wielkości składowej antropogenicznej odpływu mają charakter całościowy, tzn. że nie można ustalić, jaka część wielkości odpływu została spowodowana przez dany czynnik antropogeniczny (np. przerzuty wody, zrzuty wód kopalnianych, regulację koryta rzecznoego, zmiany użytkowania terenu). Z czynników klimatycznych wyeliminowano wpływ zmian opadów atmosferycznych.

W reżimie rzecznoym, wraz ze wzrostem składowej antropogenicznej odpływu, rosną zaburzenia w jego przebiegu sezonowym oraz naturalnej zmienności (tab. 24).

Wpływ Jeziora Rybnickiego przejawiał się: zmniejszeniem wartości przepływów niskich i wysokich oraz przepływu najdłużej trwającego (QNT), co wskazuje na wyrównanie przepływu w cyklu rocznym i wieloletnim (tab. 26); brakiem wyraźnego wpływu retencyjnego, szczególnie w czasie wiosennego wezbrania roztopowego (rys. 30 i 31); brakiem wpływu na przepływy minimalne oraz wyraźną redukcją przepływów maksymalnych (tab. 28); zaburzeniami w przebiegu odpływu w okresie letnim ze względu na znaczne straty bezzwrotne i straty na parowanie.

Syntetycznym obrazem przemian warunków hydrologicznych, jakie zaszły w zlewni Rudy w wyniku antropopresji, może być zaadaptowany i uzupełniony przez autora schemat obiegu wody (rys. 35) (M i k u l s k i, S o c z y Ń s k a, 1980; J a n k o w s k i, 1986). Dostawę wody do zlewni Rudy, znacznie przeobrażonej wskutek działalności człowieka, oprócz opadów zapewniają przerzuty wody spoza zlewni. W podsystemie wód podziemnych uwzględniono wody kopalniane, a w podsystemie sieci wodnej — zbiorniki antropogeniczne. Konsekwencją zmian w poszczególnych podsystemach obiegu wody jest pojawienie się składowej antropogenicznej odpływu rzecznoego oraz przerzutów wód kopalnianych poza teren zlewni.

Uzupełnienia dokonane w schemacie obiegu wody wymagają przekształcenia równania bilansu wodnego w funkcji czasu. Przekształcone równanie w zlewni Rudy przyjmuje postać:

$$P(t) + PW(t) + WK(t) = Q_n(t) + Q_p(t) + EVAP(t) + PWK(t) + \Delta(INT + RPP + RPN + RSA + RWP + RA + RZA + RKR + RG)(t), \quad (1)$$

gdzie:

- P — opad,
- PW — przerzuty wody,
- WK — wody kopalniane,
- $Q_n$  — składowa naturalna odpływu rzecznoego,
- $Q_p$  — składowa antropogeniczna odpływu rzecznoego,

- EVAP — parowanie terenowe,
- PWK — przerzuty wód kopalnianych,
- INT — intercepcja,
- RPP — retencja powierzchni przepuszczalnej,
- RPN — retencja powierzchni nieprzepuszczalnej,
- RSA — retencja strefy aeracji,
- RWP — retencja wód podziemnych,
- RA — retencja apotamiczna,
- RG — retencja gospodarcza (straty bezzwrotne wody).

Na podstawie danych zawartych w pracy podjęto próbę obliczenia elementów, które wpłynęły na przekształcenie równania naturalnego bilansu wodnego. Szacunki te przedstawiają się następująco:

PW (przerzuty wody)	— $0,85 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ;
WK (wody kopalniane)	— $0,13 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ;
$Q_p$ (składowa antropogeniczna odpływu)	— $0,51 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ;
PWK (przerzuty wód kopalnianych)	— $0,10 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ;
RG (retencja gospodarcza)	— $0,15 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ .

Porównując wielkości składowej antropogenicznej odpływu, uzyskane w wyniku przeprowadzonych badań, z danymi informującymi o wielkości przerzutów wody i zrzutach wód kopalnianych (pełnej analizy nie można przeprowadzić ze względu na niekompletne i nie zweryfikowane dane źródłowe), zauważalny jest niższy udział obliczonej składowej antropogenicznej odpływu, niżby to wynikało z bilansowania wielkości przerzutów i zrzutów. Niewątpliwie wpływ na to mają trudne do oszacowania straty bezzwrotne wody w gospodarce komunalnej i w przemyśle. Nie docenionym przez badaczy, aczkolwiek bardzo trudnym do oszacowania, elementem modyfikującym obieg wody są zmiany wielkości parowania spowodowane postępującą zabudową i zmiennością czasoprzestrzenną zbiorników wodnych (Jezioro Rybnickie, zbiorniki w nieckach osiadania, kompleksy stawów hodowlanych). Elementem trudnym do zbilansowania są także ucieczki wody wywołane intensywną działalnością górniczą na terenie zlewni.

W związku z tym nasuwa się wniosek o możliwości popelnienia znacznych błędów w szacowaniu składowej antropogenicznej odpływu z zastosowaniem metod bilansowych w przypadku niedostatecznego rozpoznania praw rządzących obiegiem wody w badanej zlewni. Należy stwierdzić zatem, że w zlewniach o skomplikowanym systemie przerzutów wody oraz o znacznie przeobrażonych stosunkach wodnych, co dotyczy większości zlewni w regionie górnośląskim, znacznie bardziej wiarygodne są metody oparte na analizie hydrologicznej i statystycznej długoletnich ciągów pomiarowych. Dodatkowym atutem tych metod jest większa dostępność i wiarygodność wykorzystywanych materiałów obserwacyjnych.

## Przedsięwzięcia proponowane w celu poprawy jakości wód w zlewni rzeki Rudy

### I blok (inwentaryzacyjny)

- uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej;
- analiza wykorzystania lokalnych zasobów wodnych;
- inwentaryzacja i analiza obciążenia (ilościowa i jakościowa) istniejących kolektorów ściekowych i oczyszczalni ścieków;

### II blok (inwestycyjny)

- likwidacja nie kontrolowanych („dzikich”) zrzutów ścieków
- budowa i rozbudowa lokalnych sieci kanalizacyjnych wraz z kompleksowymi oczyszczalniami ścieków, przy założeniu jak najmniejszej ingerencji w stosunki wodne;
- modernizacja istniejących oczyszczalni ścieków w kierunku unowocześnienia technologii w zakresie usuwania związków biogennych;
- modernizacja ogólnospławnej sieci kanalizacyjnej w kierunku sieci kanalizacji sanitarnej i deszczowej;
- utylizacja miernie zasolonych wód kopalnianych – metoda –?
- wykonanie niezbędnych prac regulacyjnych w celu likwidacji szkód górniczych w ciekach; oraz wykorzystanie zalewisk i niecek do zwiększenia efektów samooczyszczania się wód;
- budowa oczyszczalni „recznej” Nacyny;
- rekultywacja Jeziora Rybnickiego

cały obszar zlewni

oczyszczalnie wykazujące nieprawidłowe parametry zrzucanych wód

wody dołowe z kopalń:  
„Chwałowice”, „Rymer”  
„Rydultowy

obszary zagrożone,  
głównie w zlewni Nacyny

Zlewnia Nacyny

Jezioro Rybnickie

### III blok (edukacyjny)

- Edukacja ekologiczna:
- służb komunalnych;
  - służb zakładów przemysłowych;
  - mieszkańców

Rys. 36. Schemat działań mogących przywrócić Rudzie wysokie walory przyrodnicze

Fig. 36. Scheme of activities which should be taken up to restore Ruda high natural values

Wyraźnym przejawem antropogenicznych zmian odpływu rzeczno-ego w zlewni Rudy jest zła jakość wód powierzchniowych. Rzeka Ruda jest bardzo zanieczyszczona. Na całej długości prowadzi wody pozaklasowe. Do zanieczyszczeń, które powodują tak niską jakość wód tej rzeki, należą przede wszystkim: substancje biogenne (azotany i fosforany), substancje mineralne reprezentowane przez chlorki i siarczany, pochodzące ze zrzucanych do Nacyny (dopływu Rudy) wód kopalnianych, oraz metale ciężkie (ołów), a także zanieczyszczenia bakteriologiczne (tab. 30). Źródłem zanieczyszczeń wód Rudy i jej dopływów są liczne zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych, przede wszystkim z rejonu Żor, Rybnika i Kuźni Raciborskiej (tab. 31, mapa 1).

Podjęte w zlewni działania zmierzające do poprawy jakości wody przyniosły efekt w zakresie redukcji ilości zawiesiny i BZT<sub>5</sub>. Jednak niepokojąca jest wzrastająca ilość substancji biogenych odprowadzanych do wód. Jest to szczególnie istotne dla prawidłowego funkcjonowania zbiornika rybnickiego, który stał się wielkim osadnikiem zanieczyszczeń niesionych przez Rudę i ulega powolnej eutrofizacji. Stało się tak pomimo przerzutu wód najbardziej zanieczyszczonej Nacyny poniżej zbiornika.

W wyniku przeprowadzonych badań jakości wody w zlewniach nie objętych siecią monitoringu stwierdzono, że oprócz Nacyny, Potoku Boguszowickiego i Suminy do cieków zanieczyszczających Rudę należą również: Rudziczka, Kłokocinka i potoki odwadniające teren Rudy Kozielskiej. Potwierdza to, obserwowany przez autora również na innych terenach, znaczny wpływ niezorganizowanych zrzutów zanieczyszczeń na jakość wód powierzchniowych.

Zła jakość wód w zlewni Rudy skłania do rozważenia możliwości jej poprawy (rys. 36). Poprawa jakości wód w zlewni Rudy spowodowałaby obniżenie ładunków zanieczyszczeń zrzucanych do Zalewu Rybnickiego, a także odprowadzanych do górnej Odry. Ochrona i poprawa jakości wód w zlewni Rudy wydaje się konieczna także ze względu na utworzenie na tym terenie Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”. Ruda stanowi oś hydrograficzną tego obszaru chronionego i naturalny „korytarz” ekologiczny pomiędzy dorzeczami Wisły i Odry, woda zaś obok lasów jest jedną z jego podstawowych wartości, czego wyrazem jest meandrująca rzeka w symbolu graficznym tego parku. To właśnie obfitość występowania wód zadecydowała o lokalizacji siedziby cystersów w Rudach nad rzeką Rudą, u zbiegu trzech potoków: Rudki, Potoku z Buka i Wierzbnika (Waga, 1995). Przywrócenie walorów wodnych tego terenu przyczyniłoby się do wzrostu atrakcyjności turystycznej Parku i mogłoby stanowić wzór dla innych obszarów regionu górnośląskiego, które nie uległy jeszcze całkowitej degradacji.

## 7. Literatura

- Absalon D., 1991a: *Zastosowanie metody krzywej skumulowanych różnic współczynników przepływu i opadu do oceny zmian wielkości odpływu pod wpływem antropopresji na przykładzie wybranych zlewni woj. katowickiego*. W: *Przeobrażenia stosunków wodnych na obszarach silnej antropopresji*. Uniw. Śląski, Sosnowiec. Materiały konferencyjne.
- Absalon D., 1991b: *Zmiany sieci hydrograficznej w zlewni Mlecznej*. W: *Zmiany środowiska geograficznego w warunkach silnej antropopresji*. Cz. 2. *Zmiany stosunków wodnych w regionie górnośląskim*. Uniw. Śląski, Wydz. Nauk o Ziemi. Fundacja Ekologiczna „Silesia”, Sosnowiec.
- Absalon D., 1993/1994: *Water management in the Upper Oder catchment basin*. W: “The European Geographer”. T. 7/8. The European Geographer Review, Lisboa.
- Absalon D., 1993a: *Elementy gospodarki wodnej w zlewni górnej Odry po wodowskaz Koźle*. W: *Změny geografického prostředí v pohraničních oblastech ostravského a hornoslezského regionu*. Ostravská Univerzita, Přírodovědecká Fakulta. Uniw. Śląski, Wydz. Nauk o Ziemi. Ostrava.
- Absalon D., 1993b: *Problemy gospodarki wodnej w regionie górnośląskim*. W: *Aktualne problemy ekologiczne regionu górnośląskiego*. T. 2. Uniw. Śląski, Wydz. Nauk o Ziemi, Katowice—Sosnowiec.
- Absalon D., 1995: *Zmiany odpływu rzecznego i jakości wody w zlewni Suminy*. Park Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”. Rudy Wielkie. Maszynopis.
- Absalon D., Jankowski A. T., 1993: *Mapa hydrograficzna jako źródło informacji o gospodarce wodnej regionu górnośląskiego*. Zesz. Nauk. Akad. Rolniczej we Wrocławiu, nr 233. Inżynieria Środowiska IV. Akad. Rolnicza, Wrocław.
- Absalon D., Jankowski A. T., Kříž V., 1995: *Problematyka hydrologiczna i sozologiczna polsko-czeskiej strefy przygranicznej*. W: *Ekologická problematika hornoslezského a ostrvského regionu*. Katowice.
- Absalon D., Jankowski A. T., Leśniok M., Wika S., 1995a: *Komentarz do „Mapy sozologicznej Polski” w skali 1:50 000, ark. M-34-62-A Gliwice*. Główny Geodeta Kraju, GEPOL, Poznań.
- Absalon D., Jankowski A. T., Leśniok M., Wika S., 1995b: *Komentarz do „Mapy sozologicznej Polski” w skali 1:50 000, ark. M-34-62-C Rybnik*. Główny Geodeta Kraju, GEPOL, Poznań.

- Absalon D., Jankowski A. T., Leśniok M., Wika S., 1995c: *Komentarz do „Mapy zoologicznej Polski” w skali 1:50 000, ark. M-34-62-D Tychy*. Główny Geodeta Kraju, GEPOL, Poznań.
- Absalon D., Leśniok M., 1994: *Antropogeniczne przeobrażenia odpływu głównych rzek na obszarze Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”*. Park Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”. Rudy Wielkie. Maszynopis.
- Absalon D., Pełka J., 1992: *Changes in water relations in areas liable to anthropopression for example of chosen catchment basins in the Katowice province*. W: „The European Geographer”. T. 5/6. The European Geographer Review, Lisboa.
- Absalon D., Wac M., 1992: *Antropogeniczne przeobrażenia stosunków wodnych w zlewni Mlecznej*. W: „Geographia. Studia et Dissertationes”. T. 16. Red. J. Trembaczowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Anděl J., 1978: *Matematická statistika*. SNTL/Alfa, Praha.
- Bajkiewicz-Grabowska E., Magnuszewski A., Mikulski Z., 1993: *Hydrometria*. PWN, Warszawa.
- Bednarz Z., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkel B., Olecki Z., Trepiańska J., 1994: *Natural and anthropogenic fluctuations and trends of climat change in Southern Poland*. Geogr. Polonica, 62.
- Burchard J., Dubaniewicz H., 1981: *Współczynnik zanieczyszczenia jako miara kompleksowej oceny stopnia zanieczyszczenia wód powierzchniowych na przykładzie Pilicy i Bzury*. W: *Wpływ działalności gospodarczej na stosunki wodne regionu łódzkiego*. Materiały IX Ogólnopolskiej Konferencji Hydrograficznej. Uniw. Łódzki, Łódź.
- Burchard J., Hereźniak-Ciotowa U., Kaca W., 1990: *Metody badań i ocena jakości wód powierzchniowych i podziemnych*. Wyd. Uniw. Łódzkiego, Łódź.
- Cabała S., 1990: *Zróżnicowanie i rozmieszczenie zbiorowisk leśnych na Wyżynie Śląskiej*. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Celiński F., Czyłok A., 1995: *Różnorodność biologiczna i przyrodniczo-krajobrazowa „Uroczyska Głębokie Doły” koło Rybnika*. W: „Scripta Rudensia”. T. 5. Rudy Wielkie. *Charakterystyka klimatologiczna województwa katowickiego*. 1992: IMGW, Katowice.
- Czaja S., 1987: *Wpływ działalności gospodarczej na strukturę i wielkość odpływu ze zlewni Brynicy*. Gosp. Wodna, 6.
- Czaja S., 1988a: *Wpływ górnictwa i uprzemysłowienia na reżim odpływu rzek w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym na przykładzie zlewni Brynicy po profil w Sosnowcu*. Dokumentacja Geogr., 4.
- Czaja S., 1988b: *Zmiany stosunków wodnych w zlewni Brynicy w wyniku gospodarczej działalności człowieka*. W: „Geographia. Studia et Dissertationes”. T. 11. Red. J. Trembaczowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Czaja S., Jankowski A. T., 1989: *Zastosowanie modelu wahań w czasie do oceny antropogenicznych zmian odpływu rzek województwa katowickiego w dwudziestolecie 1961—1980*. W: „Geographia. Studia et Dissertationes”. T. 13. Red. J. Trembaczowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Czaja S., Jankowski A. T., 1991: *Udział wód kopalnianych w odpływie rzek woj. katowickiego w latach 1985—1987*. W: *Przeobrażenia stosunków wodnych na obszarach silnej antropopresji*. Uniw. Śląski, Sosnowiec. Materiały konferencyjne.
- Czaja S., Jankowski A. T., 1992: *The contribution of mine waters to the discharge and salinity of rivers in Katowice province*. W: „Archiwum Ochrony Środowiska”. Z. 2. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.
- Czaja S., Radosz J., 1989: *Zmienność opadów atmosferycznych na terenie województwa katowickiego w latach 1961—1980*. Czasopismo Geogr., 2.
- Delleur J. W., Torno H. C., 1983: *Urban hydrology*. Proceedings of the International Symposium on Urban Hydrology. New York.

- Dobija A., 1975: *Wpływ urbanizacji na stosunki wodne*. Czasopismo Geogr., 46, 1.
- Dojlido J., 1987: *Chemia wody*. Arkady, Warszawa.
- Drobek W., 1984: *Zasilanie prawobrzeżnych dopływów górnej Odry zrzutem ścieków*. W: *Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum Naukowego „Problematyka hydrologiczna i meteorologiczna małych zlewni rzecznych”*, Wrocław.
- Dwucet K., 1986: *Zróżnicowanie rzeźby na tle litologii utworów pyłowych Płaskowyżu Rybnickiego*. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Dynowska I., 1971: *Typy reżimów rzecznych w Polsce*. Prace Geogr. Uniw. Jagiellońskiego. Z. 28. Wyd. Uniw. Jagiellońskiego, Kraków.
- Dynowska I., 1984: *Zmiany reżimu odpływu w wyniku oddziaływania zbiorników retencyjnych*. Czasopismo Geogr., 55, 3.
- Dynowska I., 1993 (red.): *Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*. Kraków.
- Dynowska I., Jankowski A. T., Soja R., 1985: *Metody oceny wpływu gospodarczej działalności człowieka na odpływ*. Folia Geogr., Ser. Geogr.-Phys., 17.
- Dynowska I., Tłałka A., 1982: *Hydrografia*. PWN, Warszawa.
- Filimowski J., Gutry-Korycka M., 1993: *Wpływ zabudowy hydrotechnicznej i regulacji cieków*. W: *Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*, Kraków.
- Głazik R., 1984: *Influence of dam reservoirs on changes of water conditons in the lower Vistula Valley*. Geogr. Polonica, 50.
- Gondko R., Zgirski A., Adamska M., 1994: *Biostatystyka w zadaniach*. Wyd. Uniw. Łódzkiego, Łódź.
- Grabarczyk T., 1994: *Problematyka prac archeologicznych w PK „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich” na tle stanu badań obszarów sąsiednich*. W: „Scripta Rudensia”. T. 1. Rudy Wielkie.
- Gregory S., 1976: *Metody statystyki w geografii*. PWN, Warszawa.
- Grygierczyk S., 1992: *Waloryzacja pedosfery Rudzkiego Parku Krajobrazowego wraz z obrzeżem*. W: *Charakterystyka wartości przyrody nieożywionej na obszarze projektowanego Rudzkiego Parku Krajobrazowego*. Fundacja Przestrzeni Górnego Śląska, Katowice.
- Grygierczyk S., 1994: *Wartości pedosfery wschodniej i południowej części PK „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”*. Park Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”. Rudy Wielkie. Maszynopis.
- Gumiński R., 1948: *Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce*. Przegląd Meteor. i Hydrogr.
- Havrlant J., Jankowski A. T., Kamiński A., 1992: *Rozkład opadów atmosferycznych na przygranicznych obszarach Ostrawskiego Okręgu Przemysłowego i Rybnickiego Okręgu Węglowego w latach 1961—1980*. W: „Geographia. Studia et Dissertationes”. T. 16. Red. J. Trembaczowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Hibszer A., 1988: *Bilans wodny zlewni Suminy po wodowskaz w Nędzy*. Katedra Geografii Fizycznej, Wydz. Nauk o Ziemi, Uniw. Śląski, Sosnowiec (maszynopis pracy magisterskiej).
- Hidore J., 1966: *Fifty-year linear trends of runoff on selected watersheds in the United States*. Journ. of Hydrology, 4.
- Hojda J., 1990: *Ekstremalne zmiany odpływu w zlewniach zurbanizowanych*. W: *Materiały konferencyjne. „Meteorologia i hydrologia a ochrona środowiska”*. Przesieka k. Jeleniej Góry.
- Hojda K., 1974: *Zmiany stosunków wodnych w obszarze silnie uprzemysłowionym na przykładzie zlewni Chechla*. Prace Geograficzne Uniw. Jagiellońskiego. Z. 37. Wyd. Uniw. Jagiellońskiego, Kraków.
- Hojda I., Ośródka L., 1989: *Próba określenia odpływu antropogenicznego wybranych rzek województwa katowickiego*. W: „Archiwum Ochrony Środowiska”. Z. 1/2. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.

- Hołda I., Wojtylak M., 1991: *Szacowanie wielkości zmian odpływu rzeki Kłodnicy w Gliwicach w latach 1906—1985*. W: *Przeobrażenia stosunków wodnych na obszarach silnej antropopresji*, Sosnowiec. Materiały konferencyjne.
- Hołda I., Ośródkka L., 1993: *Bilans wód zbiornika — ocena warunków hydrologicznych zlewni zbiornika wodnego Rybnik*. W: *Monografia zbiornika wodnego Rybnik*. OBiKŚ, Katowice.
- Hydrological effects of urbanization*, 1974: *Studia and reports in hydrology*. No. 18. Ed. M. B. Mc Pherson. UNESCO, Paris.
- Human influences on hydrological behaviour an international literature survey*. 1989: IHP III. Project 61. Technical Documents in Hydrology. UNESCO, Paris.
- Jankowski A. T., 1980: *Wpływ aktywizacji gospodarczej ROW na zmiany zasobów wodnych regionu*. W: *Przeobrażenia środowiska geograficznego w obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*. Materiały sympozjum polsko-czechosłowackiego. IG UŚ-PTG, Sosnowiec.
- Jankowski A. T., 1984a: *Udział wód kopalnianych w odpływie rzeczonym z terenu Rybnickiego Okręgu Węglowego*. *Przeł. Geofiz.*, 29, 4.
- Jankowski A. T., 1984b: *Wpływ procesów urbanizacyjnych i industrialnych na zmiany jakościowo-ilościowe odpływu rzeki Nacyny*. W: *Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum Naukowego „Problematyka hydrologiczna i meteorologiczna małych zlewni rzecznych”*, Wrocław.
- Jankowski A. T., 1986: *Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysławianym i urbanizowanym (na przykładzie Rybnickiego Okręgu Węglowego)*. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Jankowski A. T., 1987: *Wpływ urbanizacji i uprzemysłowienia na zmianę stosunków wodnych w regionie śląskim w świetle dotychczasowych badań*. W: „*Geographia. Studia et Dissertationes*”. T. 10. Red. J. Trembaczowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Jankowski A. T., 1988a: *Wpływ przemysłu i urbanizacji na zmiany odpływu Rawy*. *Dokumentacja Geogr.*, 4. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Jankowski A. T., 1988b: *Zbiornik goczalkowicki w systemie zaopatrzenia regionu śląskiego w wodę*. W: „*Geographia. Studia et Dissertationes*”. T. 12. Red. J. Trembaczowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Jankowski A. T., 1991: *Główne kierunki antropogenicznych przekształceń obiegu wody na obszarze górnośląskim*. W: *Przeobrażenia stosunków wodnych na obszarach silnej antropopresji*, Sosnowiec. Materiały konferencyjne.
- Jankowski A. T., 1994: *Ogólna charakterystyka hydrograficzna obszaru parku krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”*. „*Scripta Rudensia*”, T. 1. Rudy Wielkie.
- Jankowski A. T., 1997: *The influence of waters from hard-coal mines on the hydrochemical relations of Upper Silesian Coal Basin (USCB) rivers*. *Geogr. Polonica*, 68. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Jankowski A. T., Kuczera A., 1992: *Wpływ zrzutu wód podgrzanych na warunki termiczne, tlenowe i przezroczystość wody w Zbiorniku Rybnickim*. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Jankowski A. T., Oleś W., 1991: *Zmiany głównych elementów środowiska przyrodniczego pod wpływem urbanizacji i uprzemysłowienia na obszarze geosystemów miejskich*. W: „*Geographia. Studia et Dissertationes*”. T. 15. Red. J. Trembaczowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Jankowski A. T., Trembaczowski J., Wach J., 1983: *Antropogeniczne przeobrażenia powierzchniowej sieci hydrograficznej regionu śląskiego*. W: *Materiały Zjazdu Geografów Polskich*. UMK, Toruń.
- Jankowski A. T., Wach J., 1987: *Komentarz do „Mapy hydrograficznej Polski” w skali 1:50 000, ark. 531.3 Rybnik*. GUGiK, Warszawa.



- Jeż G., Jokieli P., Kożuchowski K., 1990: *Cykliczne zmiany przepływów w rzekach na tle wahań opadów atmosferycznych*. Wiad. IMGW. T. 31, z. 4.
- Jokieli P., Kożuchowski K., 1989: *Zmiany wybranych charakterystyk hydroklimatycznych Polski w bieżącym stuleciu*. Dok. Geogr., IGIPZ PAN, z. 6.
- Kaczmarek Z., 1993: *Water balance model for climate impact analysis*. Acta Geophys. Polon., 4.
- Kamiński A., 1987: *Meteorologiczne warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych w GOP-ie*. W: *Problemy geograficzne Górnśląsko-Ostrawskiego Regionu Przemysłowego*. Katowice—Sosnowiec.
- Kaniecki A., 1985: *Zmiany stosunków hydrologicznych obszaru miasta Poznania w czasach historycznych*. Geosystemy miejskie. UAM, Poznań.
- Kaniecki A., 1993: *Poznań. Dzieje miasta wodą pisane*. Cz. I: *Przemiany rzeźby i sieci wodnej*. Poznań.
- Kaniecki A., 1994: *Przekształcenia stosunków wodnych obszaru Poznania w czasach historycznych*. Badania Fizjogr. nad Polską Zach. Ser. A. T. 45.
- Kaniecki A., 1995a: *Ochrona zasobów wodnych na obszarach zurbanizowanych na przykładzie Poznania*. W: *Wody powierzchniowe Poznania. Problemy wodne obszarów miejskich*. Sorus, Poznań.
- Kaniecki A., 1995b: *Problematyka wodna w środowisku miejskim*. W: *Wody powierzchniowe Poznania. Problemy wodne obszarów miejskich*. Sorus, Poznań.
- Kaniecki A., 1995c: *Przemiany stosunków wodnych na obszarze Poznania w czasach historycznych*. Przegl. Geogr., 1—2.
- Kaniecki A., 1995d: *Wpływ antropopresji na stosunki wodne Niziny Wielkopolskiej*. W: *Człowiek a środowisko*. Materiały 44 Zjazdu PTG, Toruń.
- Kaňok J., 1991: *Časová posloupnost nástupu antropogenního ovlivňování velikosti průtoků v mezipovodích povodí Odry v ČSFR*. W: *Przeobrażenia stosunków wodnych na obszarach silnej antropopresji*. Sosnowiec. Materiały konferencyjne.
- Kaňok J., 1992: *Antropogenní ovlivnění velikosti průtoků řek povodí Odry*. Fakulta Přírodovědecká. Ostravská Univerzita. Ostrava. (Kandidátská dizertace).
- Kaňok J., 1993: *Rozbory a odvození vztahů pro korekci srážek při výpočtech ovlivněných a neovlivněných průtoků pomocí podvojně součtové čáry*. W: *Změny geografického prostředí v pohraničních oblastech ostravského a hornoslezského regionu*. Ostravská Univerzita. Přírodovědecká fakulta. Uniw. Śląski, Wydz. Nauk o Ziemi. Ostrava.
- Kaňok J., 1994: *Corection of rainfalls out of double mass curve of influenced run-off*. W: *Universitas Ostraviensis Acta Facultatis Rerum Naturalium*. 137. Geographia—Geologia, cz. 2.
- Karaś-Brzozowska C., 1963: *Zasięg zlodowacenia środkowopolskiego w Kotlinie Raciborskiej*. Przegl. Geogr., 3.
- Kleczkowski A. S., Mikulski Z., 1995: *Prognoza gospodarowania wodą. Stan zasobów*. W: *Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka w Polsce na początku XXI wieku*. Zeszyty Naukowe Komitetu „Człowiek i Środowisko”, 10.
- Klimek K., 1972: *Kotlina Raciborsko-Oświęcimska*. W: *Geomorfologia Polski*. T. 1. Red. M. Klimaszewski. PWN, Warszawa.
- Klimek K., 1995a: *Metale ciężkie w aluwiach Rudy (Górny Śląsk) jako wskaźnik rolniczej i przemysłowej antropopresji w ostatnich stuleciach*. W: *Procesy geomorfologiczne. Zapis w rzeźbie i osadach*. T. 2. Przewodnik wycieczek III Zjazdu Geomorfologów Polskich, Sosnowiec.
- Klimek K., Niewdana J., Ciszewski D., Kocel K., 1995b: *Procesy i osady fluwialne we wschodniej części górnego Śląska*. W: *Procesy geomorfologiczne. Zapis w rzeźbie i osadach*. T. 2. Przewodnik wycieczek III Zjazdu Geomorfologów Polskich, Sosnowiec.
- Kocel K., 1995: *Stawy w dolinie Rudy (Górny Śląsk) jako wskaźnik antropogenicznych zmian krajobrazu*. W: *Przeobrażenia środowiska geograficznego w przygranicznej strefie górnośląsko-ostrawskiego regionu przemysłowego*. Sosnowiec.

- Kondracki J., 1994: *Regiony fizycznogeograficzne Polski*. PWN, Warszawa.
- Konopka Z. 1994: *O ochronie dziedzictwa cystersów na Górnym Śląsku*. W: „Scripta Rudensia”. T. 1. Rudy Wielkie.
- Kotlicka G. N., Wagner J., 1987: *Objaśnienia do „Mapy hydrogeologicznej Polski” 1:200 000, ark. Gliwice*. Red. A. Rózkowski. WG, Warszawa.
- Kozłowski W., Karaś M., Fiedler K., 1981: *Monografia zbiornika wodnego Rybnik*. WKiŁ, Warszawa.
- Kożuchowski K., 1985: *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w stuleciu 1881—1980*. Acta Geogr. Lodziensia, 48.
- Kożuchowski K., 1988: *Współczesne tendencje zmian rocznych sum opadów w Polsce (1931—1980)*. Przegl. Geofiz., 27, 3—4.
- Krawczyk W. E., 1989: *Jonoselektywna metoda oznaczania zawartości azotanów w wodach*. Wyd. Polit. Wrocławskiej. Wrocław.
- Krawczyk W. E., 1992: *Metody analityki wód krasowych*. W: *Metody hydrochemiczne w geomorfologii dynamicznej* (red. A. Kostrzewski, M. Pulina). Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Krawczyk W. E., Opołka-Gądek J., 1993: *Wpływ kwaśnych opadów na skład chemiczny wód powierzchniowych*. W: „Geographia. Studia et Dissertationes”. T. 17. Red. A. T. Jankowski. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Kropka J., Rózkowski A., Witkowski A., 1993: *Ogniska zanieczyszczeń aglomeracji miejsko-przemysłowej województwa katowickiego i ich wpływ na degradację jakości wód podziemnych*. W: „Prace Mineralogiczne”, 83. PAN, Kraków.
- Kříž V., 1981: *Vliv urbanizace a industrializace na vodni režim ostravske průmyslove oblasti*. Vodohosp., 29, 3.
- Lenart W., 1984: *Wpływ urbanizacji na ustrój hydrologiczny i jakość wody*. Przegl. Geofiz., 29, 2.
- Leonov E. A., 1986: *Norma godovego stoka i eë izmenenije pod vlijaniem chozjajstvennoj dejatelnosti*. Trudy GGI, 315.
- Leśniok M., 1996: *Zanieczyszczenie wód opadowych w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej*. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Lewandowski J., 1987: *Złodowacenie Odry na Wyżynie Śląskiej*. Biul. Geol., 31.
- Lewandowski J., 1994: *Wartości geologiczne wschodniej i południowej części Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”*. Katedra Geologii Podstawowej Uniw. Śląskiego, Sosnowiec.
- Ligęza J. (red.), 1970: *Ziemia rybnicko-wodzisławska*. Wyd. „Śląsk”, Katowice.
- Łoś M. J., Michalczyk Z., 1994: *Zmiany obiegu wody w rejonie Lublina*. Gosp. Wodna., 8.
- Markowicz M., Pulina M., 1979: *Ilościowa półmikroanaliza chemiczna wód w obszarach krasu węglanowego*. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Massing H., Packman J., Zuidema F. C., 1990: *Hydrological processes and water management in urban areas*. Intern. Association of Hydrol. Sci., 198.
- Matysik M., 1997: *Charakterystyka hydrologiczna i hydrochemiczna źródeł w zlewni Rudy*. Katedra Geografii Fizycznej. Wydział Nauk o Ziemi. Uniwersytet Śląski, Sosnowiec (maszynopis pracy magisterskiej).
- Michalczyk Z., 1995: *Antropogeniczne zmiany przepływu rzek w rejonie Lublina*. W: *Człowiek a środowisko*. Materiały 44 Zjazdu PTG, Toruń.
- Mikulski Z., 1982: *Ocena wpływu działalności człowieka na ustrój hydrologiczny i jakość wody*. Gosp. Wodna, 10.
- Mikulski Z., 1986: *Hydrologiczne aspekty piętrzenia Wisły pod Włocławkiem*. I Sesja INFG. Uniw. Warszawski.
- Mikulski Z., 1990: *The effect of urbanization on the hydrological system and water quality*. Misc. Geogr., Warsaw.
- Mikulski Z., Kuprijanov V. V. (red.), 1991: *Vlijanie urbanizacii na gidrologičeskij režim i kačestvo vody*. Gidrometeoizdat, Sankt-Petersburg.

- Mikulski Z., Nowicka B., 1982: *Wpływ urbanizacji na stosunki wodne w świetle badań polskich*. Gosp. Wodna, 7.
- Mikulski Z., Soczyńska U., 1980: *The development trends in mathematical modelling of the catchment in Poland*. Journ. of Hydrol. Sci., 7, 3—4.
- Mikulski Z., Soczyńska U. (red.), 1985: *Modelowanie matematyczne obiegu wody w zlewni*. W: „Prace i Studia Geograficzne”. T. 7. Wyd. Uniw. Warszawskiego, Warszawa.
- Mrowiec A., 1970: *Zarys dziejów*. W: *Ziemia rybnicko-wodzisławska*. Red. J. Ligęza. Wyd. „Śląsk”, Katowice.
- Panic I., 1992: *Historia osadnictwa w Księstwie Opolskim we wczesnym średniowieczu*. Muzeum Śląskie, Katowice.
- Paślawski Z., 1986: *Wpływ aglomeracji łódzkiej na rzekę Ner*. Gaz. Obserw. IMGW, z. 5—6.
- Pistelok F., 1993: *Chemia wody — ocena zanieczyszczeń wody w zbiorniku wodnym Rybnik za lata 1991—1992*. W: *Monografia zbiornika wodnego Rybnik*. OBiKŚ, Katowice.
- Pociask-Karteczka J., 1995: *Zmiany hydrograficzne w wielkich miastach pod wpływem antropopresji, na przykładzie Krakowa*. W: *Człowiek a środowisko*. Materiały 44 Zjazdu PTG, Toruń.
- Podział hydrograficzny Polski*. 1983: IMGW, Warszawa.
- Rayzacher Z., 1984: *Badania systemów hydrologicznych obszarów zurbanizowanych*. W: *Przewodnik Ogólnopolskiego Zjazdu PTG*. Lublin.
- Rogoż M., Rózkowski A., Wilk Z., 1987: *Hydrogeologic problems in the Upper Silesian Coal Basin*. W: *Hydrogeology of coal basin*. Wyd. AGH, Kraków.
- Rogoż M., Staszewski B., Wilk Z., 1987: *Impact of mining activities upon the aquatic environment within the Upper Silesian Coal Basin*. W: *Hydrogeology of coal basin*. Wyd. AGH, Kraków.
- Rotnicka J., 1988: *Wpływ regulacji koryta rzecznej i melioracji zlewni na odpływ Górnej Prosn*. Dok. Geogr. IGiPZ PAN, 4.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzone do wód lub do ziemi*. Dziennik Ustaw nr 116, poz. 503.
- Rózkowski A., 1995: *Factors controlling the groundwater conditions of the carboniferous strata in the Upper Silesian Coal Basin, Poland*. Ann. Soc. Geol. Poloniae, vol. 64.
- Rózkowski A., Rózkowski J., 1994: *Pochodzenie zasolenia wód górnej Wisły*. W: *Zasolenie rzeki Wisły*. Materiały Sympozjum. Kraków.
- Sarno I., Sendobry K., 1992: *Waloryzacja budowy geologicznej Rudzkiego Parku Krajobrazowego wraz z obrzeżem*. W: *Charakterystyka wartości przyrody nieożywionej na obszarze projektowanego Rudzkiego Parku Krajobrazowego*. Fundacja Przestrzeni Górnego Śląska, Katowice.
- Siemiński A., 1992: *Waloryzacja wód podziemnych Rudzkiego Parku Krajobrazowego*. W: *Charakterystyka wartości przyrody nieożywionej na obszarze projektowanego Rudzkiego Parku Krajobrazowego*. Fundacja Przestrzeni Górnego Śląska, Katowice.
- Soczyńska U., 1974: *Hydrologiczne skutki urbanizacji*. Wiad. Meteor. i Gosp. Wodnej, 1(22), 4.
- Soczyńska U., Mikulski Z., 1984: *Fizycznogeograficzne podstawy modelowania dynamicznych systemów hydrologicznych*. Przegl. Geofiz., 29, 4.
- Soja R., 1980: *Tendencje zmian odpływu ze zlewni Ropy w latach 1951—1970*. Zesz. Probl. Podst. Nauk Roln., 235.
- Soja R., 1988: *Zmiana odpływu w zlewni Wisłoki pod wpływem działalności człowieka*. Dok. Geogr., 4, IGiPZ PAN, Wrocław.
- Stachy J., 1971: *Z zagadnień wieloletniej zmienności odpływu rzecznej w Polsce*. Gosp. Wodna, 1, 2.
- Szafer W., 1977: *Podstawy geobotanicznego podziału Polski*. W: *Szata roślinna Polski*. T. 2. PWN, Warszawa.

- Szczypek T., Waga J. M., 1994: *Zarys rzeźby terenu PK „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”*. W: „Scripta Rudensia”, T. 1.
- Šiklomanov I. A. 1979: *Antropogennye izmenenija vodnosti rek*. Hidrometeoizdat, Leningrad.
- Trzeciakowski L., 1981: *Ziemie polskie pod panowaniem państw zaborczych*. W: *Dzieje Polski*. Red. J. Topolski. PWN, Warszawa.
- Uchnast B., 1979: *Próba oceny zmian odpływu rzecznego pod wpływem aglomeracji miejsko-przemysłowej*. Gosp. Wodna, nr 7.
- Urządzenia wodne głównego systemu zaopatrzenia w wodę obszaru RZGW Katowice*. 1992. Hydroprojekt, Katowice.
- Waga J. M., 1992: *Waloryzacja naturalnych i antropogenicznych form terenu Rudzkiego Parku Krajobrazowego wraz z obrzeżem*. W: *Charakterystyka wartości przyrody nieożywionej na obszarze projektowanego Rudzkiego Parku Krajobrazowego*. Fundacja Przestrzeni Górnego Śląska, Katowice.
- Waga J. M., 1994: *Rzeźba eoliczna na obszarze wschodniej części Niecki Kozielskiej*. W: „Scripta Rudensia”. T. 2. Rudy Wielkie.
- Waga J. M., 1995: *Przyrodnicze uwarunkowania lokalizacji klasztoru cystersów w Rudach*. W: „Scripta Rudensia”. T. 4. Rudy Wielkie.
- Wilgat T., 1983: *Influence of human activity on water circulation*. Geogr. Polonica, IGiPZ PAN.
- Wilgat T., 1984a: *Zmiany stosunków wodnych Polski pod wpływem gospodarki*. Przew. Zjazdu PTG. Cz. I. Lublin.
- Wilgat T., 1984b: *Ochrona zasobów wodnych Polski*. Lub. Tow. Nauk. PWN, Warszawa—Łódź.
- Wilgat T., 1991: *Zmiany stosunków wodnych pod wpływem gospodarki*. W: *Geografia Polski. Środowisko Geograficzne*. PWN, Warszawa.
- Wilgat T., Kowalska A., 1975: *Wpływ działalności gospodarczej człowieka na stosunki wodne Kotliny Sandomierskiej*. Dok. Geogr., IGiPZ PAN, z. 5—6.
- Wiszniewski W., 1953: *Atlas opadów atmosferycznych w Polsce 1891—1930*. PIHM, Warszawa.
- Włodarczyk J., Ośródka L., 1988: *Udział wód obcych w przepływach rzek województwa katowickiego*. „Archiwum Ochrony Środowiska”. T. 1—2. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.
- Woś A., 1995: *Zarys klimatu Polski*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Wrona A., 1975: *Z problematyki wpływu przemysłu na środowisko geograficzne Rybnickiego Okręgu Węglowego*. Czasopismo Geogr., 46, z. 3.
- Wytyczne techniczne K-3.4. Mapa hydrograficzna w skali 1:50 000*. GUGiK, Warszawa 1985.
- Zajączkowski R. (red.), 1993. *Monografia zbiornika wodnego Rybnik*. OBiKŚ, Katowice.
- Zajączkowski R., 1993: *Informacje wstępne o zbiorniku wodnym Rybnik*. W: *Monografia zbiornika wodnego Rybnik*. OBiKŚ, Katowice.
- Zajceva I. S., 1984: *Metody analiza gidrologičeskich riadov s celju ocenki antropogennych izmienenii (na primierie Volgi)*. Izv. AN SSSR, Ser. Geogr., 1.
- Żak J., 1981: *Ziemie polskie w starożytności*. W: *Dzieje Polski*. Red. J. Topolski. PWN, Warszawa.
- Żmuda S., 1973: *Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej*. PWN, Warszawa—Kraków.

## Mapy

- Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000. Ark. Gliwice (A i B), 1979.* Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:200 000. Ark. Gliwice, 1986.* Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Mapa hydrograficzna w skali 1:50 000. Ark. 531.3 Rybnik, 1987a.* GUGiK, Warszawa, OPGK, Poznań.
- Mapa hydrograficzna w skali 1:50 000. Ark. 531.4 Tychy, 1987b.* GUGiK, Warszawa, OPGK, Poznań.
- Mapa hydrograficzna w skali 1:50 000. Ark. 530.2 Kędzierzyn-Koźle, 1988a.* GUGiK, Warszawa, OPGK, Poznań.
- Mapa hydrograficzna w skali 1:50 000. Ark. 530.4 Racibórz, 1988b.* GUGiK, Warszawa, OPGK, Poznań.
- Mapa hydrograficzna w skali 1:50 000. Ark. 531.1 Gliwice, 1988c.* GUGiK, Warszawa, OPGK, Poznań.
- Mapa sozologiczna Polski w skali 1:50 000. Ark. M-34-62-A Gliwice, 1995a.* Główny Geodeta Kraju, GEPOL, Poznań.
- Mapa sozologiczna Polski w skali 1:50 000. Ark. M-34-62-C Rybnik, 1995b.* Główny Geodeta Kraju, GEPOL, Poznań.
- Mapa sozologiczna Polski w skali 1:50 000. Ark. M-34-62-D Tychy, 1995c.* Główny Geodeta Kraju, GEPOL, Poznań.

## Anthropogenic changes of river runoff in Ruda catchment

### Summary

Human activity represents an essential element which modifies size and regime of river runoff and also water quality in Ruda catchment, which is right-bank Odra tributary (Fig. 2). The upper part of the catchment is strongly influenced by human impact associated with hard coal mining, industrial activity and urbanisation. The results of the research concerning last several decades show that anthropogenic factors have not influenced water relations with the same intensity both in time and space. A distinct relationship is observed between development of economic processes in the catchment and intensity of water relation transformations.

Anthropogenic changes of the size of river runoff were stated in urbanised and industrialised upper part of Ruda catchment. In lower part of the catchment, which is only slightly transformed by human activity, no considerable changes of river catchment caused by anthropogenic factors were observed (Tab. 22, 23; Fig. 25, 26, 27, 28, 29).

The valuation of anthropogenic changes of river runoff confirms growing, with the increase of anthropogenic constituent of the runoff, disturbances in its seasonal course and natural changeability (Tab. 24).

The main function of Rybnik Reservoir, which is a delivery and reception of cold storage water from Rybnik power station, causes that not all typical for water retention reservoirs changes of runoff size and regime in the profile located below the reservoir are observed. Rybnik Reservoir does not regulate the minimal discharge and also its retention influence on spring thaw high water is not visible. Moreover, some disturbances in runoff course during summer occur which result in irreclaimable wastes (in cool cold storage circulation) and wastes associated with evaporation (Tab. 25, 26, 27, 28, 29; Fig. 30, 31).

A synthetic picture of water condition transformation which took place in Ruda catchment as a result of anthropopresion is a diagram of water circulation by Soczyńska and Mikulski (1984) and Jankowski (1986) supplemented by the author (Fig. 35). Basing on the introduced supplements, the water balance equation has been transformed in time function. The water balance equation in Ruda catchment has the following form:

$$P(t) + PW(t) + WK(t) = Q_n(t) + Q_p(t) + EVAP(t) + PWK(t) + \Delta(INT + RPP + RPN + RSA + RWP + RA + RZA + RKR + RG)(t)$$

where:

P — precipitation, PW — water transfer, WK — mining water,  $Q_n$  — natural constituent of runoff,  $Q_p$  — antropogenic constituent of runoff, EVAP — evaporation, PWK — transfers of mining water, INT — interception, RPP — retention of permeability surface, RPN — retention of non-permeability surface, RSA — retention of aeration zone, RWP — retention of groundwater, RA — apotamic retention, RZA — retention of anthropogenic water reservoirs, RKR — retention of river bed, RG — retention of economic activity.

Basing on data included in this work, an attempt was made to evaluate the elements which influenced transformation of the natural water balance equation. The estimations are as follows:

PW (water transfer) —  $0,85 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$

WK (mining water) —  $0,13 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$

$Q_p$  (anthropogenic constituent of runoff) —  $0,51 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$

PWK (transfers of mining water) —  $0,10 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$

RG (retention of economic activity) —  $0,15 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$

Comparing the values of anthropogenic constituent of runoff obtained from this research with data on size of mining water transfer, lower participation of evaluated anthropogenic constituent of the runoff is observed that it would occur from the balance of the size of water transfer and disposal. This results from irreclaimable wastes of water in industry and municipal use which are difficult to define. Another element which is underestimated by the researchers and which modifies water circulation are changes of evaporation. In Ruda catchment these changes result from growing built-up areas and time-spatial changeability of water reservoirs (Rybnik Reservoir, ponds in subsidence basins, groups of fishing ponds). Another element which is very difficult to balance is water escape by intensive coal mining activity.

The results of the studies have revealed also that in the catchments of complicated system of water transfer and considerably transformed water conditions (what applies to the majority of catchment in the Upper Silesian region) methods based on hydrological and statistic analysis of long-lasting measurement series are much more reliable. Additional advantage of such methods is much larger access to applied observational materials and their greater reliability.

The evidence of anthropogenic changes of river runoff in Ruda catchment is poor quality of surface water (Tab. 30; Fig. 32). Ruda, Potok Boguszowicki, Nacyna and Sumina lead classless water. The following contaminations cause poor water quality: biogenic substances (nitrates and phosphates) mineral substances represented by chlorides and sulphates which come from disposed to Nacyna mining water (Tab. 18, 19, 29; Fig. 20, 21, 22), heavy metals (lead) and bacteriological contaminations. The source of water pollution of Ruda and its tributaries are numerous disposals of industrial and domestic sewage, mainly from the area of Żory, Rybnik and Kuźnia Raciborska (Tab. 31; Map 1). The activities taken up to improve water quality in the catchment (arrangement of water-sewage system, construction of sewage treatment plants) resulted in reduction of the suspension and BZT<sub>5</sub>. On the other hand, an increasing amount of biogenic substances which are disposed to water is alarming. This is especially important for proper functioning of Rybnik Reservoir which have become a waste-water tank and has undergone slowly eutrophication. This situation occurred despite the fact that part of the most polluted water was disposed to Nacyna, below the reservoir.

The results of the investigation on water quality in the catchment which were not included in state monitoring show that also Rudziczka, Kłokocinka and streams which drain Ruda Kozielska area, contaminate Ruda (Tab. 32; Fig. 33). Also in other areas a considerable influence of uncontrolled waste water disposal on the quality of surface water is observed.

Poor quality of water in Ruda catchment induces considerations concerning possibilities of its improvement (Fig. 36). The improvement of water quality in Ruda catchment would decrease pollutant load which is disposed to Rybnik Reservoir and which is delivered to Odra river. The protection and improvement of water quality in Ruda catchment is also necessary due to establishment of Rudy Wielkie Cistercian Composition Landscape Park in this area. Ruda is an hydrographic axis of this protected area and a natural ecological passage between the Wisła and Odra drainage basins where water, side by side with woods, represents an essential value. Restoration of water values of this area would result in increase of its tourist attraction and could be a model for other areas of the Upper Silesian Region which are not totally degraded.

Дамиан Абсалон

## Антропогенные изменения в системе речного стока бассейна реки Руды

### Резюме

Деятельность человека является важным элементом модифицирующим объём и режим речных стоков и качество воды в бассейне р. Руды, правого притока р. Одры (рис. 2). Верхние части бассейна находятся в области сильной антропопрессии, связанной с добычей каменного угля, промышленной деятельностью и урбанизацией территории. Как показывают исследования последних десятилетий, антропогенные факторы не влияли на состояние вод с одинаковой интенсивностью как во времени, так и в пространстве. Наблюдается довольно тесная зависимость между протеканием промышленных процессов на территории бассейна и интенсивностью изменений состояния вод.

В верхних, урбанизированных частях бассейна р. Руды с развитой промышленностью наблюдаются антропогенетические изменения объёма речного стока. В то время как в нижней части бассейна, которая слабо преобразована деятельностью человека, не определено значительных изменений в объеме и характере речного стока, вызванных антропогенетическими факторами (таб. 22, 23, рис. 25–29).

Оценка антропогенетических изменений речного режима выявила нарушения сезонного режима и натуральной последовательности, что сопровождалось ростом антропогенетической составляющей речного стока.

Главной функцией Рыбникского водохранилища является поставка и принятие вод системы охлаждения электростанции „Рыбник”. Однако в профиле, расположенном ниже водохранилища, не наблюдается полного комплекса изменений объёма и режима речного стока, характерного для обменных (ретенционных) водохранилищ. Рыбникское водохранилище не влияет на регуляцию минимальных притоков, не обнаруживается также его влияние на весеннее половодье. Кроме этого, в результате значительных невосполнимых потерь воды в системе охлаждения станции, а также потерь при поверхностном парении возникают нарушения речных стоковых процессов в летний период.

Синтетическим образом изменений гидрологических условий, которые проявились в бассейне р. Руды, является схема циркуляции (оборота) воды У. Сочиньской и З. Микульского (1984), а также А. Т. Янковского (1986), которая дополнена автором (рис. 35). На основе введённых дополнений видоизменено уравнение водного баланса как функции времени. Уравнение водного баланса в бассейне р. Руды выглядит следующим образом:



$$P(t) + PW(t) + WK(t) = Q_n(t) + Q_p(t) + EVAP(t) + PWK(t) + \Delta(INT + RPP + RPN + RSA + RWP + RA + RZA + RKR + RG)(t),$$

где:

$P$  — осадки,  $Q_n$  — натуральная составляющая речного притока,  $EVAP$  — парение территории,  $INT$  — ретенция растительного покрова,  $RPP$  — ретенция проницленной поверхности,  $RPN$  — ретенция непроницленной поверхности,  $RSA$  — ретенция зоны аэрации,  $RWP$  — ретенция подземных вод,  $RA$  — ретенция вод вне водохранилищ,  $RZA$  — ретенция антропогенетических водохранилищ,  $RKR$  — ретенция речных потоков,  $RG$  — промышленная ретенция.

На основе данных, представленных в работе, предпринята попытка оценки элементов, которые оказали воздействие на изменение уравнения натурального водного баланса. Оценочные данные представляются следующим образом:

$PW$  (переброска воды) —  $0,85 \text{ м}^3 \times \text{с}^{-1}$

$WK$  (шахтные воды) —  $0,13 \text{ м}^3 \times \text{с}^{-1}$

$Q_p$  (антропогенетическая составляющая речного стока) —  $0,51 \text{ м}^3 \times \text{с}^{-1}$

$PWK$  (переброска шахтных вод) —  $0,10 \text{ м}^3 \times \text{с}^{-1}$

$RG$  (промышленная ретенция) —  $0,15 \text{ м}^3 \times \text{с}^{-1}$

Сравнения величину антропогенетической составляющей водотока, полученную в результате исследований, с данными объёмов переброски воды и сбросов шахтных вод, можно заметить меньшую роль оценочной антропогенетической составляющей стока, по сравнению с тем, как-бы это следовало из баланса перебросов и сбросов вод. На это влияют трудные для определения безвозвратные потери воды в промышленности и коммунальном хозяйстве. Многими исследователями игнорируется такой элемент, который модифицирует циркуляцию воды, как изменение объёмов парования воды, которые в бассейне р. Руды изменялись в связи с развивающейся застройкой площади и пространственно-временными изменениями водохранилищ (Рыбницкое водохранилище, водохранилища во впадинах проседания, комплексы рыбных прудов). Элементом трудным для балансовых расчетов являются потери воды, обусловленные горными работами.

Определено также, что для бассейнов со сложными системами переброски вод и значительно изменёнными водными отношениями, это касается большинства бассейнов рек в Верхнесилезском регионе, значительно более правдоподобными методами являются методы, основанные на гидрологическом и статистическом анализе долготелних последовательных, продолжительных наблюдений. Дополнительным плюсом этих методов является использование значительно более доступных и достоверных материалов наблюдений.

Проявлением антропогенетических изменений речного стока в бассейне р. Руды является низкое качество поверхностных вод (таб. 30, рис. 32). В реках Руда, Поток Богушовицкий, Нацина и Сумина воды находятся ниже имеющих классов чистоты вод. К загрязнениям, которые определяют такое низкое качество воды относятся: биогенные соединения (нитраты и фосфаты), минеральные вещества, представленные хлоридами и сульфатами, источником которых являются сбросы шахтных вод в р. Нацину (таб. 18—20, рис. 20—22), а также тяжелые металлы (свинец) и бактериальное загрязнение. Источником загрязнения вод р. Руды и её притоков являются многочисленные сбросы коммунальных и промышленных сточных вод, в первую очередь из районов Жор, Рыбника и Кужни Рачиборской (таб. 31, карта). Предпринятые на территории бассейна действия, направленные на повышение качества вод (упорядочивание водно-канализационного хозяйства, строительство водоочистных сооружений), принесли эффекты, выраженные в уменьшения количества взвеси и ВЗТ<sub>5</sub>. Однако, тревожит возрастающее количество биогенных веществ, попадающих в воды. Это особенно важно для правильного функционирования Рыбницкого водохранилища, которое является осадителем загрязнений, приносимых р. Рудой, и постепенно зарастает и замуливается. Это происходит даже при том, что наиболее загрязнённые воды р. Нацины перебарсываются ниже водохранилища.

В результате проведенных исследований качества вод в бассейнах, не охваченных государственной сетью мониторинга, установлено, что к водотокам, загрязняющим р. Руду относятся также: Рудзичка, Клокочинка и ручьи, стекающие с площади Руды Козельской (таб. 32, 33). Подтверждением этому является значительное влияние неорганизованных сбросов сточных вод на качество подземных вод, которое автор наблюдал и на других территориях.

Плохое качество вод в бассейне р. Руды склоняет к поискам возможных путей повышения их качества (рис. 36). Улучшение качества вод в бассейне р. Руды вызвало уменьшение количества загрязнений, сбрасываемых в Рыбникское водохранилище, а также попадающих в верховья р. Одры. Охрана и улучшение качества вод бассейна р. Руды необходимо также для того, потому что на прилегающих территориях образован краеведческий парк „Чистерские Ландшафтные Композиции Великих Руд”. Река Руда является гидрографической осью этой охраняемой территории и образует естественный экологический „корridor” между бассейнами рек Одры и Вислы, кроме того вода в лесной зоне является очень ценной. Восстановление положительных водных качеств данной территории позволило бы на увеличение привлекательности этого парка для туристов и могло бы быть примером для других территорий Верхнесилезского региона, которые ещё на полностью деградировали.

Na okładce: Ujściowy odcinek Nacyny — widoczne: jaz i przepompownia przerzucająca  
wody Nacyny poniżej zapory Jeziora Rybnickiego

Autor fotografii na okładce  
Adam Kuczera

Redaktor  
Grażyna Wojdała  
Redaktor techniczny  
Lech Dobrzański  
Korektor  
Lukrecja Wawrzyczek

Copyright © 1998  
by Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego  
Wszelkie prawa zastrzeżone

ISSN 0208-6336  
ISBN 83-226-0828-4

Wydawca  
**WYDAWNICTWO UNIwersYTETU ŚLĄSKIEGO**  
ul. Bankowa 12 B, 40-007 Katowice

---

Wydanie I. Nakład: 250 + 50 egz.  
Ark. druk. 9,0 + 5 wklejek + 1 wkładka. Ark. wyd. 16,5.  
Przekazano do drukarni w sierpniu 1998 r. Podpisano do druku  
w grudniu 1998 r. Papier offset. kl. III. 70 g. Cena 12 zł

---

Skład i łamanie: Drukarnia Uniwersytetu Śląskiego  
ul. 3 Maja 12  
40-096 Katowice

Druk i oprawa: Czerny M. Firma Prywatna  
„GREG”. Zakłady Poligraficzne  
44-109 Gliwice, ul. Poczty 16









nr inw.: BGN - 2555



BG N 293/1732

ISSN 0208-6336  
ISBN 83-226-0828-4