

OCENA SKUTKÓW ZRZUTU DO ODRY PODGRZANYCH WÓD Z ELEKTROWNI „DOLNA ODRA”

Problem podgrzania wód powierzchniowych wyłonił się w następstwie rozwoju energetyki, a szczególnie elektrowni parowych. One to bowiem stanowią źródło zrzutów ciepła odpadowego [8]. Względy ekonomiczne przemawiają za budową elektrowni dużych mocy, stosujących otwarte obiegi chłodnicze, jednak rozwiązaniom tym towarzyszą zrzuty dużych ilości niewykorzystanego ciepła, wynoszonego do rzek i jezior wraz z wodami chłodniczymi.

Jednym z przykładów takiego rozwiązania jest elektrownia „Dolna Odra”, zlokalizowana w przyjeściowym odcinku Odry, wytwarzająca obecnie 1600 MW (docelowa produkcja energii wynosi 2600 MW). Dalszą rozbudowę tego obiektu uzależniono m. in. od oceny skutków oddziaływania zrzutów wód podgrzanych na procesy biochemiczne wód odrzańskich w okresie uruchamiania kolejnych bloków energetycznych oraz rocznej eksploatacji zakładu o mocy 1600 MW (rys. 1).

Wiadomo, że skutki podgrzania mogą prowadzić do zmiany warunków natleniania wód. Zmiana ta wynika z różnic zasięgu i czasu trwania pokrywy lodowej, ze zmniejszenia się rozpuszczalności tlenu oraz wzrostu szybkości rozkładu materii organicznej. Skutki podgrzania przejawiają się również w przyspieszeniu procesu nityfikacji, w zmianach fizjologicznych hydrobiontów, we wzroście toksyczności metali ciężkich i pestycydów, a to w konsekwencji zmniejsza zdolność przetwórczą odbiornika [1, 6, 7, 8, 15, 20].

Analiza całokształtu tych zjawisk jest zagadnieniem trudnym i złożonym, ponieważ nie można rozgraniczyć skutków obciążenia wód zanieczyszczeniami termicznymi od oddziaływań zanieczyszczeń mineralnych czy organicznych, wpływających ze ściekami miejskimi, przemysłowymi i obszarowymi. Zanieczyszczenia, w zależności od rodzaju lub stopnia rozkładu, warunkują kinetykę cząstkowych procesów biochemicznych, które zależą również od hydrotermicznej charakterystyki odbiornika [6, 8, 19, 20].

Skutki podgrzania wody odrzańskiej można ocenić jedynie przez porównanie jakości wód w poszczególnych okresach budowy i eksploatacji z wynikami badań tej rzeki z lat 1970—1974 [5, 6, 7].

Cel, metoda i zakres badań

Celem realizowania pracy była ocena skutków zrzutu pochłodniczych wód na odbiornik oraz ustalenie dopuszczalnego, nieszkodliwego podgrzania wody odrzańskiej poniżej dopływu pochłodniczych wód z elektrowni „Dolna Odra” [2].

Badania wykonano na odcinku Odry od jazu w Widuchowej do Polic w trzech kolejnych etapach:

Etap I obejmował charakterystykę stanu jakości wód z okresu przed budową elektrowni. W tym czasie próbki wody pobierano w 16 przekrojach pomiarowo-kontrolnych raz na miesiąc [7].

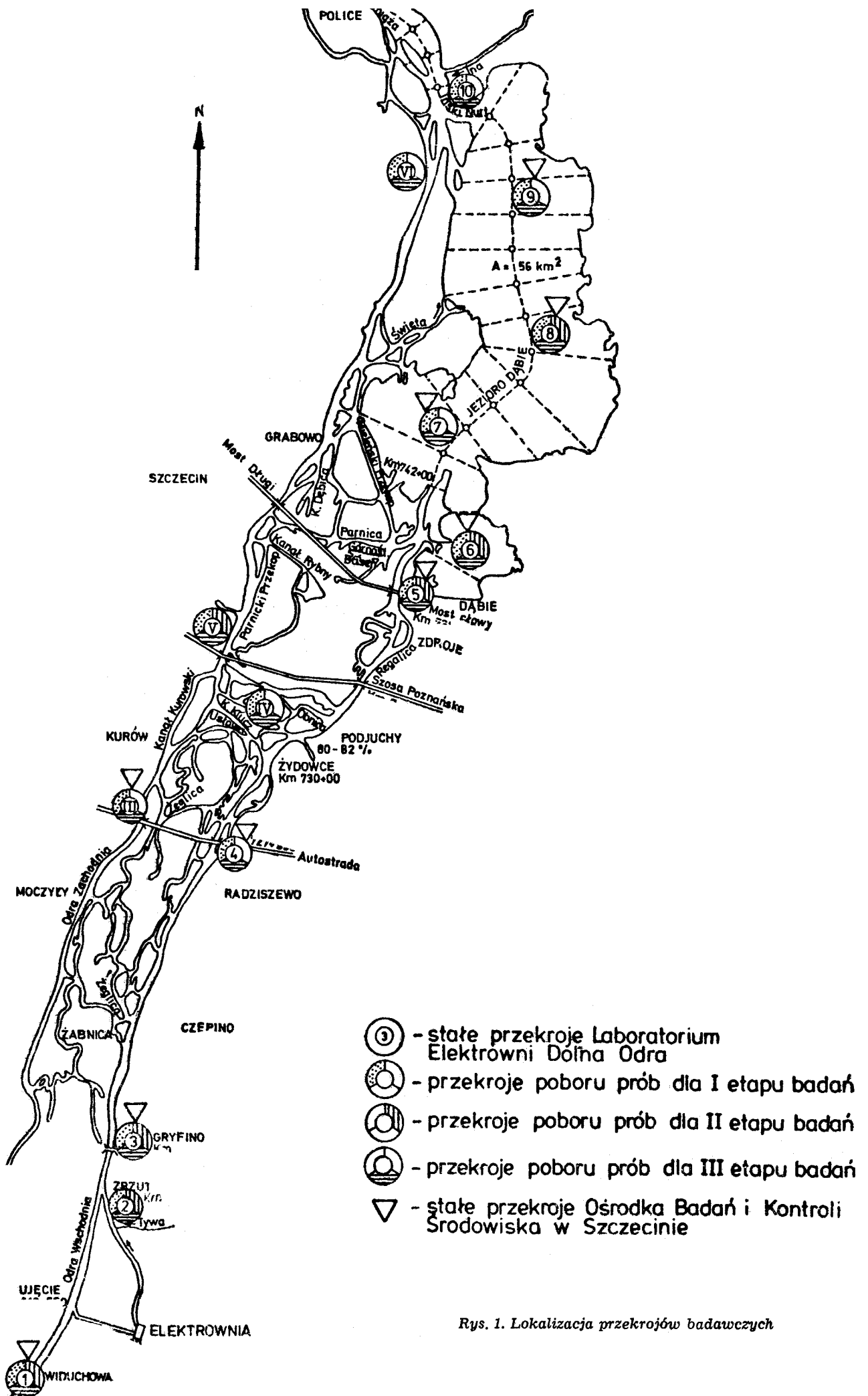
W etapie II (1975—1976) oceniano skutki zrzutów podgrzanych wód w okresie uruchamiania kolejnych bloków energetycznych. Skład wód kontrolowano raz w miesiącu w 7 przekrojach zlokalizowanych w strefie bezpośredniego podgrzania.

Etap III stanowił ocenę jakościowych zmian wody po rocznej eksploatacji elektrowni o mocy 1600 MW i obejmował sześciokrotne badania Odry w 16 przekrojach (rys. 1).

Pobory próbek a także ich analizy dokonywano w Laboratorium Elektrowni „Dolna Odra”, natomiast przepływy towarzyszące badaniom oraz czasy przepływu na poszczególnych odcinkach biegu rzeki określano na podstawie pomiarów, wykonanych przez pracowników Zakładu Fizyki Wody IMGW w Warszawie [4]. Zbiory danych uzupełniono wynikami analiz kontrolnych, wykonywanych w Ośrodku Badań i Kontroli Środowiska w Szczecinie. W poszczególnych przekrojach łączna liczba badań w roku wynosiła od 18 do 24. Wyniki analiz — obejmujące oznaczanie tlenu rozpuszczonego, BZT₅, ChZT, chlorków, siarczanów, substancji rozpuszczonych, zawiesin, zapachu, barwy, wartości pH, azotu amonowego, azotu azotanowego, fosforanów, fosforu ogólnego, fenoli — zinterpretowano w Zakładzie Badania Jakości Zasobów Wodnych IMGW we Wrocławiu.

Do określenia stanu wyjściowego posłużono się:

— metodą stężeń miarodajnych, wyznaczanych z równań regresji opisujących zależność stężenia i przepływu [7, 9, 13, 14] oraz



Rys. 1. Lokalizacja przekrojów badawczych

— metodą stężeń o 50% prawdopodobieństwie występowania z założeniem log-normalnego rozkładu stężeń zanieczyszczeń w badanych próbach [7, 17].

Oceniając zmiany jakości wód z etapów II i III, dodatkowo porównywano:

— rodzaje równań regresji opisujących stężenia w funkcji przepływu [5],

— stężenia zanieczyszczeń stwierdzane w przekrojach powyżej i poniżej zrzutu wód podgrzanych [3]

— ładunki poszczególnych zanieczyszczeń obliczone dla kolejnych lat w każdym przekroju oraz wzdłuż biegu rzeki i stwierdzano jak dalece — przyjmując poziom istotności $\alpha=0,05$ — zbiory danych z lat 1974, 1975, 1976 i 1977 różnią się między sobą [12].

Opierając się na literaturze przyjęto, że skutki podgrzania uwiadcniają się przede wszystkim w takich wskaźnikach, jak: tlen rozpuszczany, BZT₅, ChZT oraz związki azotowe — i tym wskaźnikom poświęcono szczególną wagę.

Wyniki badań

W pierwszym etapie pracy, w którym charakteryzowano stan zanieczyszczenia wód przed uruchomieniem elektrowni, stwierdzono, że wody badanego odcinka Odry kwalifikują się do III klasy czystości ze względu na znaczne przekroczenie stężeń fosforanów. Pozostałe wskaźniki zanieczyszczenia utrzymywały się w przedziale wartości dopuszczalnych dla wód klasy I i II [7]. Na podstawie wyników badań z lat 1970—1974 sformułowano tezę, że w okresach letnich, gdy przepływy są niższe, a temperatura wody w Odrze wyższa niż 25°C, mogą wystąpić niekorzystne zmiany warunków tlenowych, a zwłaszcza odtlenienie wody (poniżej 4,0 mg O₂/dm³).

Śledzenie skutków podgrzania wód wymaga przeanalizowania zmian jakościowych na tle warunków hydrotermicznych, towarzyszących badaniom. Porównanie wielkości przepływów i częstotliwości ich występowania w poszczególnych okresach badawczych wykazało, że rok 1977 był nietypowy i hydrologicznie różnił się w sposób istotny od lat 1974, 1975 i 1976. (rys. 2, tab. 1).

W pierwszym etapie badań w Widuchowej przepływy niższe od ŚNQ stanowiły 5% wartości towarzyszącym badaniom, natomiast w przedziale ŚNQ—ŚQ pojawiło się 42% przepływów. Podobne rozkłady częstotliwości przepływów stwierdzono w latach 1975 i 1976, natomiast w roku 1977 w przedziale ŚNQ—ŚQ wystąpiło jedynie 12% przepływów, 66% znajdowało się w przedziale ŚQ—ŚWQ, a pozostałe przepływy były wyższe od ŚWQ. Przepływy obserwowane w następnych przekrojach pomiarowo-kontrolnych charakteryzowały podobne rozkłady częstotliwości.

Termiczne warunki wód w przekroju w Widuchowej w trzech kolejnych etapach badań nie różniły się zbytnio. W 1974 roku temperatury

zmieniały się od 1,0 do 23,8°C (średnia 10,2°C), w latach 1975 i 1976 od 0,0 do 23,8°C (średnia 11,0), natomiast w 1977 r. od 0,0 do 20,1°C (średnia 11,4°C).

W kanale zrzutowym (przekrój nr 2) temperatury były podwyższone. W 1974 r. podgrzanie zmieniało się od $\Delta T=0,3$ do 6,6°C, w następnych etapach od $\Delta T=6,6$ do 9,8°C, a w 1977 r. od $\Delta T=5,7$ do 7,8°C.

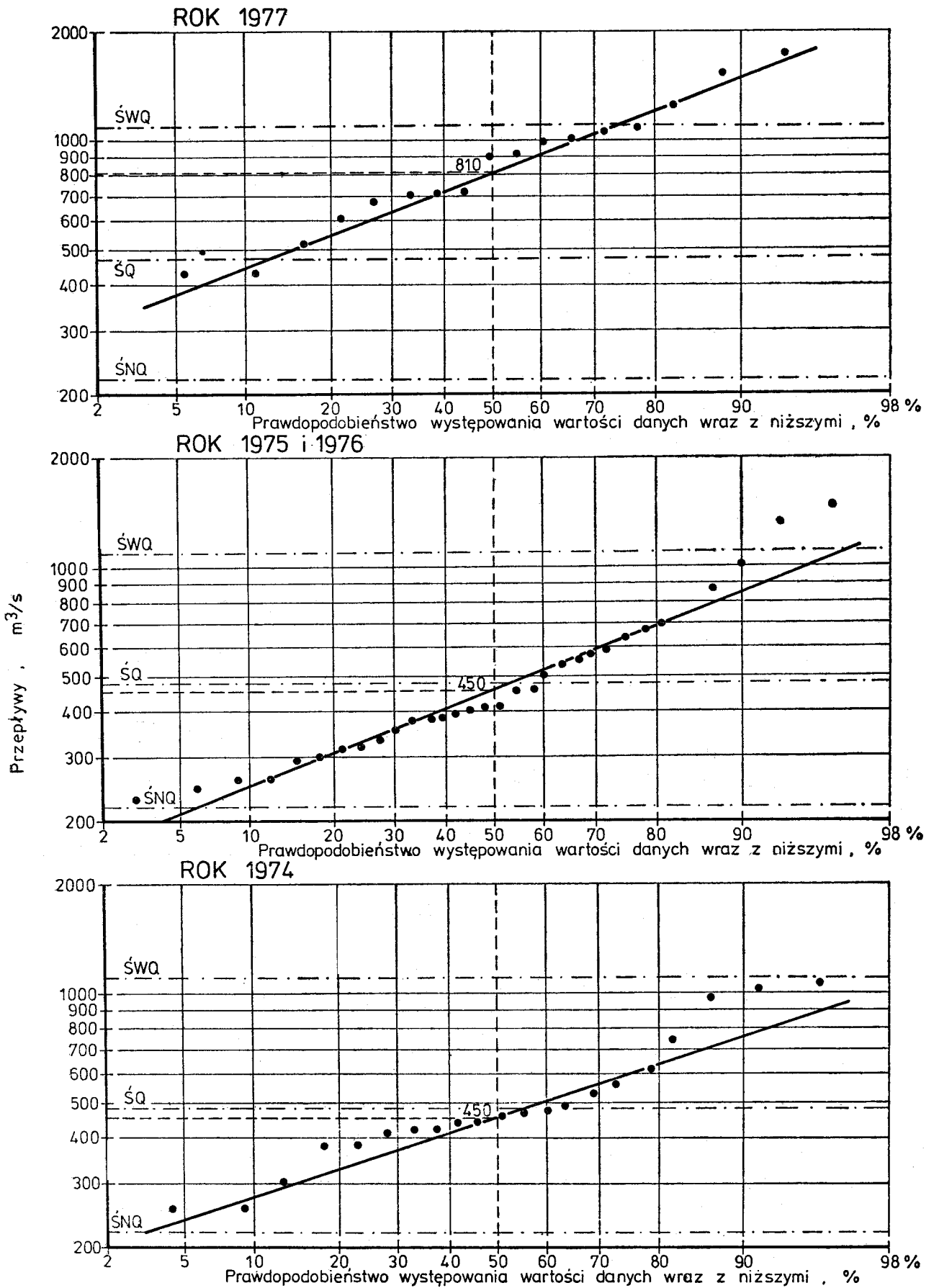
W przekroju nr 3, położonym poniżej zrzutu wód podgrzanych (rys. 1), zakres zmian temperatur wody utrzymywał się w granicach 0,0—21,3°C, a stopień podgrzania był wyraźnie uzależniony od pór roku: wiosną i jesienią nie przekraczał $\Delta T=1,7^\circ\text{C}$, natomiast latem $\Delta T=4,4^\circ\text{C}$. W miarę oddalania się od zrzutu podgrzanie malało i w przekroju Nr 4 nie przekraczało $\Delta T=2,0^\circ\text{C}$. W miejscu dopływu do jeziora Dąbie (przekrój nr 5) różnice temperatur wody (w porównaniu z przekrojem nr 1) nie przekraczały 1,2°C, co w zasadzie można uznać za normalne wahania obszarowe zlewni [18].

Z analizy termiki wód nasuwa się wniosek, że skutki podgrzania mogą być szczególnie widoczne w wodzie rzeki Odry na odcinku od ujścia Tywy do przekroju nr 5 i ten odcinek przyjęto do dalszej szczegółowej analizy w tej pracy. Opracowania etapowe obejmowały interpretację wyników badań całego odcinka Odry od przekroju w Widuchowej do Polic wraz z jeziorem Dąbie [7, 10, 11].

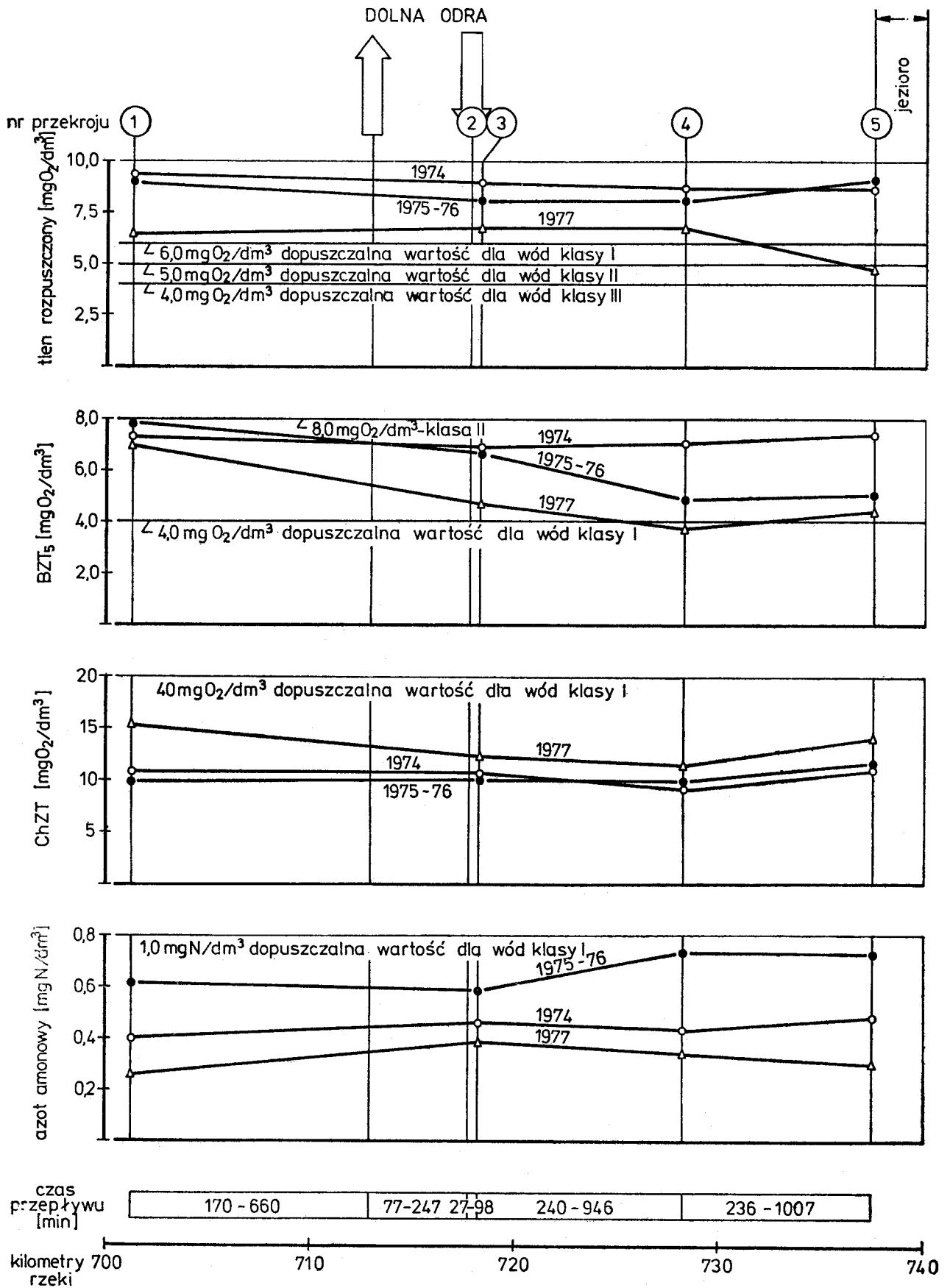
Tlen rozpuszczony w wodzie odrzańskiej powyżej dopływu wód podgrzanych (przekrój nr 1) zarówno w pierwszym jak i w drugim okresie badań utrzymywał się na poziomie: od 7,5 do 11,8 mg O₂/dm³, natomiast w 1977 roku zawartość tlenu nieco się obniżyła i wynosiła 6,4—11,9 mg O₂/dm³. Ilości tlenu rozpuszczonego w wodzie kanału zrzutowego wykazywały większe różnicowanie: od 4,9 do 13,0 mg O₂/dm³. Wielkości średnich stężeń oraz odchylenia standardowe dla całego badanego odcinka rzeki Odry podano w tab. 1. Porównanie średnich stężeń zawartości tlenu rozpuszczonego nie wykazuje różnic wynikających z podgrzania. Nie wykazało ich również porównanie procentowego nasycenia tlenem wody.

Analiza stężeń miarodajnych (dla przepływu ŚNQ) określonych w funkcji przepływu nie dała również pozytywnych rezultatów, ponieważ na rozpatrywanym odcinku rzeki Odry przepływy nie mają charakteru zmiennych losowych, lecz są determinowane potrzebami żeglugi. Jednak z uwagi na powszechne stosowanie tej metody [13, 14] w zbiory danych z pomiarów stężeń wpisano krzywe o najwyższych współczynnikach korelacji (spośród pięciu rodzajów obliczonych krzywych). Zakresy zmian stężeń „miarodajnych” dla każdego przekroju i kolejnych etapów badań pokazano na rys. 3. Z porównania tych wartości nie wynika logiczny trend warunkowany termicznymi zmianami wody w kolejnych przekrojach.

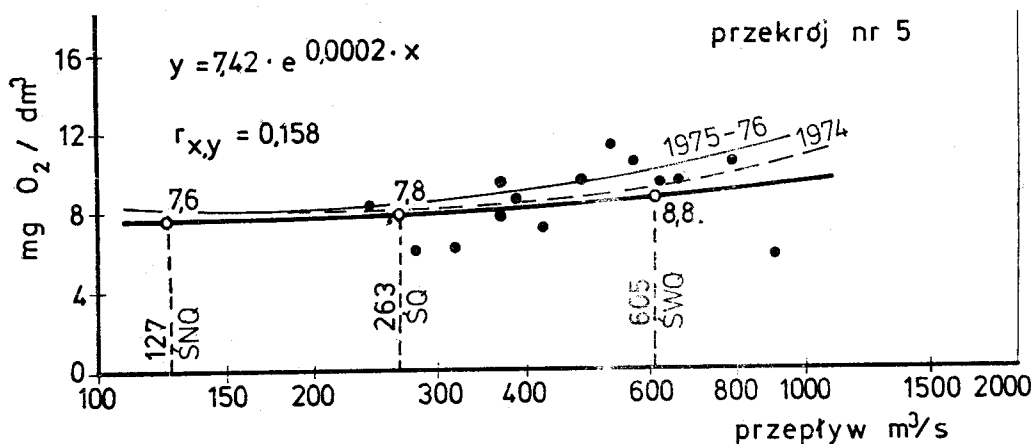
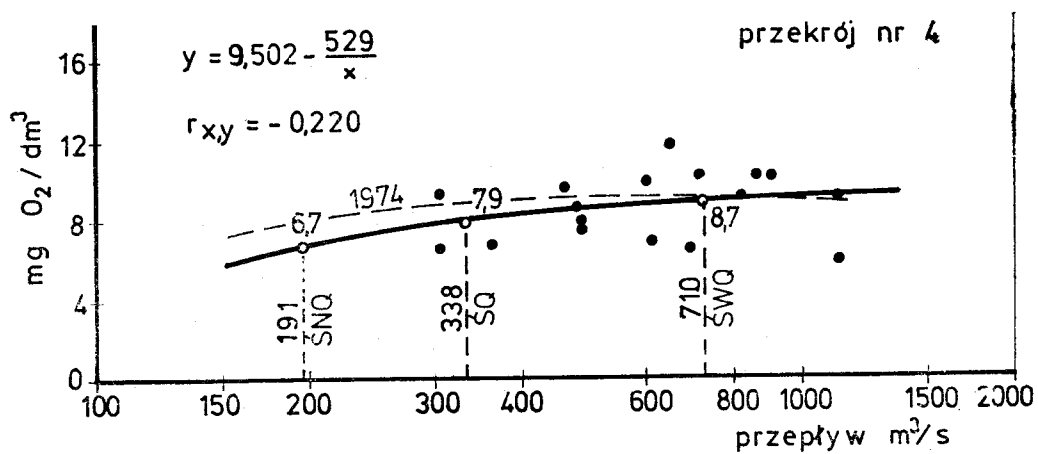
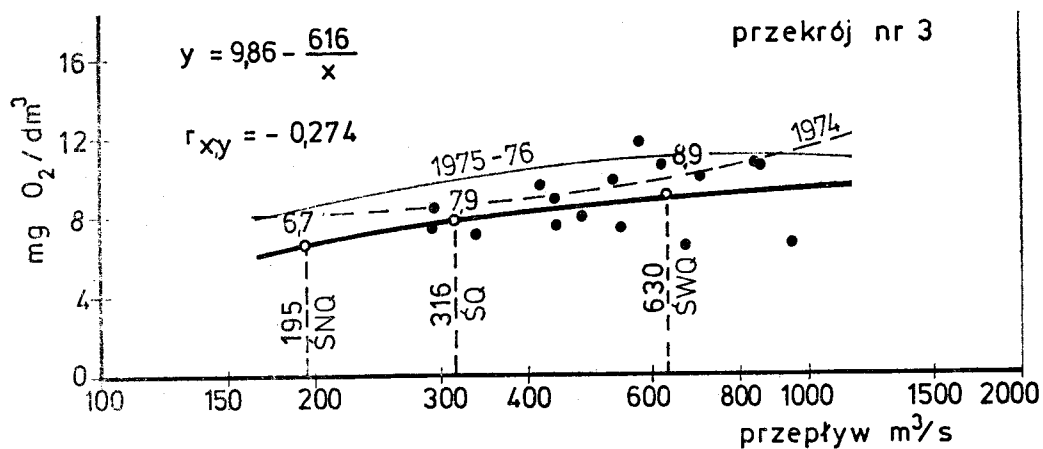
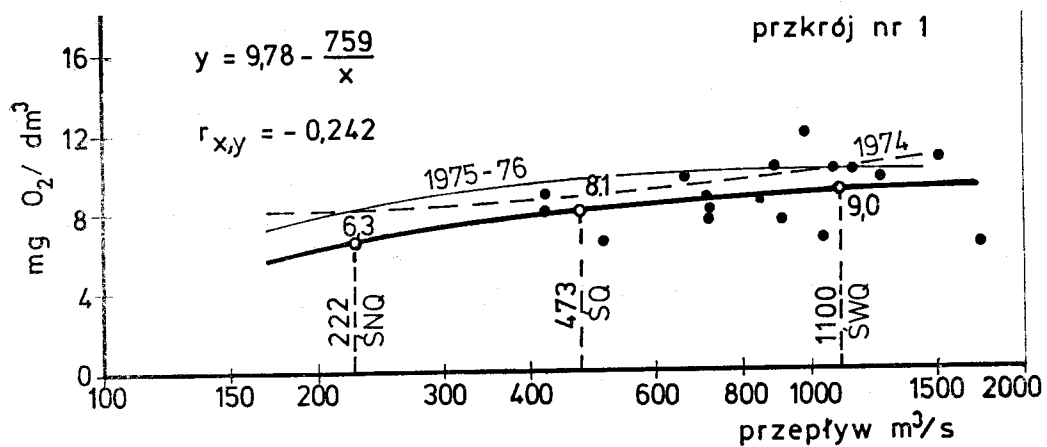
Porównanie typów krzywych wpisanych w zbiory danych dla poszczególnych etapów badań (rys. 4) wskazuje, że zmiany równań w po-



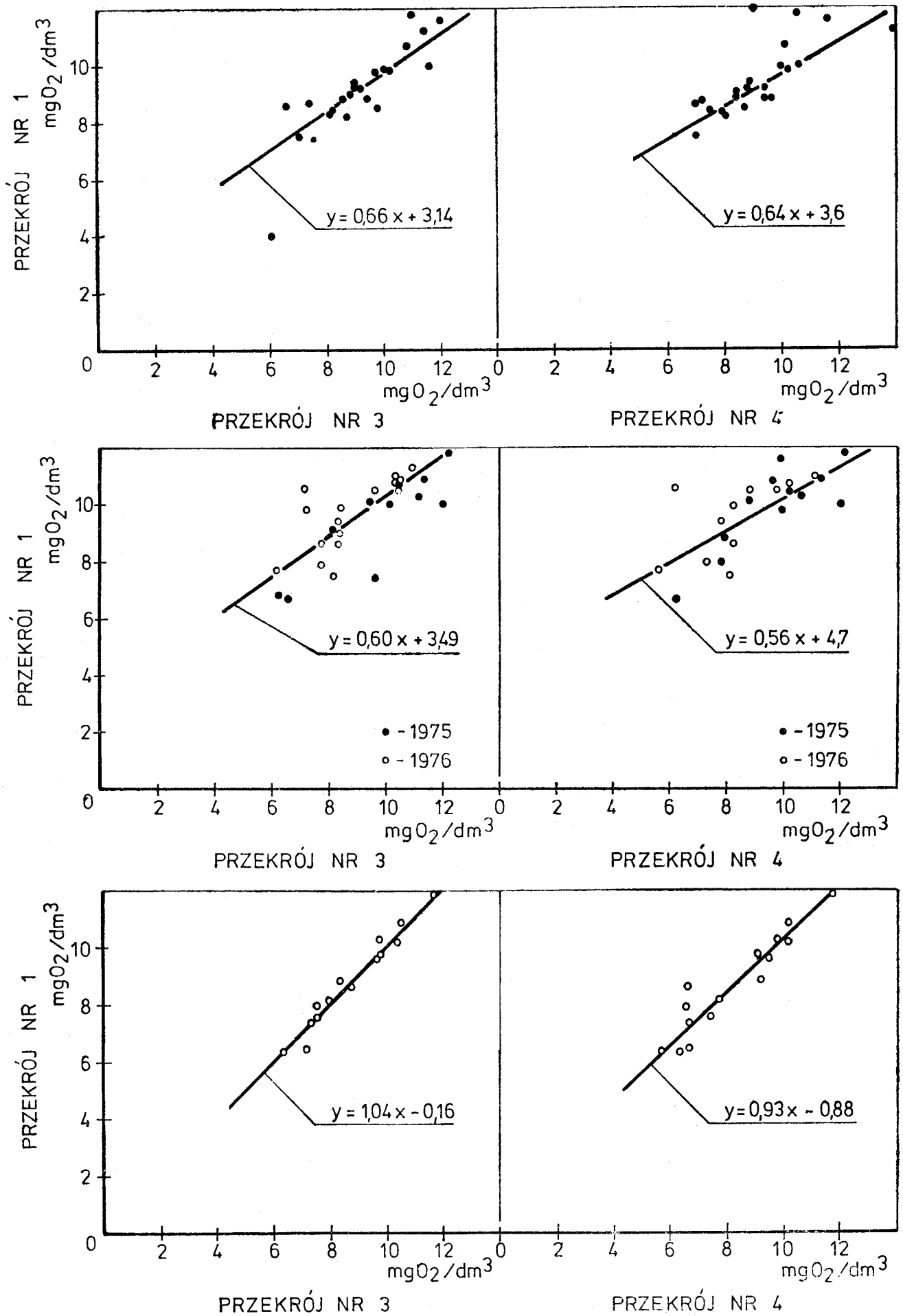
Rys. 2. Prawdopodobieństwo występowania przepływów w przekroju nr 1 w latach 1974, 1975 i 1976 oraz 1977



Rys. 3. Porównanie stężeń miarodajnych tlenu rozpuszczonego, BZT₅, ChZT i azotu amonowego w trzech etapach badań



Rys. 4. Zmiany stężeń tlenu rozpuszczonego w wodach DOLNEJ ODRY w zależności od wielkości przepływu dla roku 1977 na tle krzywych z I i II etapu badań



Rys. 5. Zależności pomiędzy stężeniem tlenu rozpuszczonego w wodach rzeki Odry powyżej elektrowni DOLNA ODRA a jego stężeniami w strefie przewidywanego oddziaływania wód pochłodniczych

JAKOŚCIOWO-ILOSCIOWA CHARAKTERYSTYKA WOD ODRZAŃSKICH W LATACH 1974—1977
NA ODCINKU OD WIDUCHOWEJ DO JEZIORA DĄBIE

| Lp. | Wskaźnik | Jednostka | Wartości średnie ± odchylenia standardowe | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------|---------------------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | | Przekrój 3 | | | Przekrój 4 | | | Przekrój 5 | | | |
| | | | 1974 | 1975—76 | 1977 | 1975—76 | 1977 | 1974 | 1975—76 | 1977 | 1974 | 1975—76 | 1977 | 1974 | 1975—76 | 1977 | 1974 | 1975—76 |
| 1 | Tlen rozpuszczony | mg O ₂ /dm ³ | 9,5±1,1 | 9,5±1,5 | 8,5±1,9 | 7,5±1,3 | 7,9±0,7 | 9,0±1,7 | 9,2±1,7 | 8,3±2,0 | 8,9±1,7 | 9,0±1,7 | 8,2±2,1 | 9,1±1,5 | 8,7±2,1 | 8,2±1,9 | 8,2±1,9 | 8,2±1,9 |
| 2 | Nadtlnienie | % | 84±14 | 87±13 | 80±14 | 82±10 | 87±20 | 86±13 | 87±15 | 79±16 | 83±11 | 81±13 | 76±16 | 84±13 | 80±15 | 76±13 | 76±13 | 76±13 |
| 3 | BZT ₅ | mg O ₂ /dm ³ | 3,4±2,1 | 3,3±2,2 | 4,0±1,6 | 6,4±2,3 | 4,7±2,1 | 3,5±1,6 | 4,5±1,7 | 3,1±1,5 | 3,2±2,1 | 4,1±1,4 | 2,9±1,3 | 3,8±2,3 | 4,1±1,8 | 3,2±1,5 | 3,2±1,5 | 3,2±1,5 |
| 4 | ChZT nad. | mg O ₂ /dm ³ | 9,8±1,3 | 9,6±1,6 | 10±1,8 | 10±1,4 | 11±2 | 9,8±2,2 | 9,2±3,6 | 9,0±4,3 | 9,2±1,2 | 9,1±0,9 | 10,2±0,7 | 9,5±2,2 | 9,4±2,1 | 10,5±1,8 | 10,5±1,8 | 10,5±1,8 |
| 5 | Substancje rozp. | mg/dm ³ | 430±65 | 445±61 | 430±66 | 460±71 | 480±59 | 443±65 | 445±57 | 443±51 | 425±55 | 430±62 | 427±41 | 455±35 | 454±65 | 457±49 | 457±49 | 457±49 |
| 6 | Zawiesina ogólna | mg/dm ³ | 15±7,0 | 17±9 | 11±8 | 15±6 | 12±10 | 16±13 | 14±7 | 11±7 | 14±10 | 13±9 | 14±8 | 15±8 | 16±7 | 13±8 | 13±8 | 13±8 |
| 7 | Temperatura wody | °C | 10,6±7,4 | 11±9,2 | 11,4±5,5 | 22±5 | 22±5 | 11,5±7,4 | 11,1±9,6 | 12±6,1 | 11,5±7,4 | 9±8,8 | 12±7,1 | 11,1±7,1 | 10,4±9,4 | 12,1±7,6 | 12,1±7,6 | 12,1±7,6 |
| 8 | Barwa | mg Pt/dm ³ | 28±6 | 29±6 | 26±5 | n.b. | n.b. | 28±6 | 28±6 | 28±7 | 27±8 | 27±5 | 27±5 | 28±7 | 30±9 | 25±4 | 25±4 | 25±4 |
| 9 | Wartość pH | pH | 7,8±0,2 | 7,8±0,3 | 7,8±0,3 | n.b. | n.b. | 7,9±0,2 | 7,7±0,2 | 7,8±0,2 | 8,0±0,2 | 7,7±0,2 | 7,8±0,2 | 7,8±0,3 | 7,7±0,3 | 7,7±0,3 | 7,7±0,3 | 7,7±0,3 |
| 10 | Azot amonowy | mg N NH ₄ /dm ³ | 0,48±0,32 | 0,65±0,34 | 0,43±0,4 | n.b. | n.b. | 0,52±0,32 | 0,6±0,4 | 0,48±0,38 | 0,53±0,29 | 0,85±0,51 | 0,46±0,21 | 0,53±0,27 | 0,72±0,57 | 0,52±0,42 | 0,52±0,42 | 0,52±0,42 |
| 11 | Azot azotanowy | mg N NO ₃ /dm ³ | 0,02±0,014 | 0,015±0,012 | 0,013±0,013 | 0,037±0,031 | 0,019±0,015 | 0,025±0,016 | 0,024±0,016 | 0,024±0,016 | 0,024±0,015 | 0,022±0,016 | 0,021±0,015 | 0,026±0,018 | 0,022±0,018 | 0,019±0,012 | 0,019±0,012 | 0,019±0,012 |
| 12 | Azot azotanowy | mg N NO ₂ /dm ³ | 1,2±0,65 | 1,2±0,47 | 1,15±0,68 | 1,2±0,53 | 1,0±0,61 | 1,05±0,74 | 1,15±0,46 | 1,15±0,56 | 1,05±0,59 | 1,2±0,44 | 1,10±0,43 | 1,01±0,75 | 1,19±0,61 | 1,07±0,71 | 1,07±0,71 | 1,07±0,71 |
| 13 | Fosforany | mg PO ₄ /dm ³ | 0,64±0,45 | 0,46±0,37 | 0,60±0,46 | 1,1±0,45 | 1,05±0,39 | 0,65±0,49 | 0,48±0,31 | 0,61±0,43 | 0,38±0,18 | 0,56±0,39 | 0,56±0,34 | 0,44±0,28 | 0,58±0,43 | 0,58±0,43 | 0,58±0,43 | 0,58±0,43 |
| 14 | Fenole lotne | mg/dm ³ | 0,008±0,005 | 0,011±0,006 | 0,007±0,005 | n.b. | n.b. | 0,008±0,004 | 0,007±0,006 | 0,005±0,004 | 0,005±0,004 | 0,005±0,004 | 0,007±0,005 | 0,007±0,005 | 0,012±0,008 | 0,005±0,005 | 0,005±0,005 | 0,005±0,005 |
| 15 | Przebieg wody | m ³ /s | 450±235 | 450±170 | 810±260 | 26±11 | 56±1 | 380±171 | 350±125 | 520±260 | 380±155 | 370±170 | 580±260 | 300±145 | 290±260 | 490±174 | 490±174 | 490±174 |

PORÓWNIANIE WARTOŚCI ŚREDNICH I ODCHYLEK STANDARDOWYCH ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEN WOD ODRZAŃSKICH W LATACH 1974—1977
NA ODCINKU OD WIDUCHOWEJ DO JEZIORA DĄBIE

| Lp. | Wskaźnik | Jednostka | Ładunki średnie ± odchylenia standardowe | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------|-------------------------|--|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | | | Przekrój 1 | | | Przekrój 3 | | | Przekrój 4 | | | Przekrój 5 | | | | | | |
| | | | 1974 | 1975—76 | 1977 | 1974 | 1975—76 | 1977 | 1974 | 1975—76 | 1977 | 1974 | 1975—76 | 1977 | | | | |
| 1 | BZT ₅ | kg O ₂ /s | 2,0±0,7 | 2,35±0,9 | 2,88±1,04 | 1,45±0,34 | 1,45±0,34 | 1,73±0,62 | 1,74±0,76 | 1,41±0,65 | 1,62±0,55 | 1,67±0,97 | 1,26±0,59 | 1,31±0,71 | 1,62±0,79 | 1,62±0,79 | 1,62±0,79 | |
| 2 | ChZT nadm. | kg O ₂ /s | 4,89±2,2 | 4,82±2,4 | 6,89±3,2 | 3,79±1,65 | 3,79±1,65 | 3,78±1,42 | 5,67±2,12 | 3,79±1,66 | 3,81±1,85 | 6,37±2,30 | 3,08±1,31 | 3,12±1,34 | 5,18±1,77 | 5,18±1,77 | 5,18±1,77 | |
| 3 | Substancje rozp. | kg/s | 232±108 | 230±130 | 394±143 | 176±72 | 176±72 | 235±95 | 250±77 | 176±82 | 185±92 | 263±92 | 141±66 | 145±73 | 222±77 | 222±77 | 222±77 | |
| 4 | Zawiesina ogólna | kg/s | 8,06±3,4 | 8,3±4,1 | 10,7±5,9 | 6,8±3,1 | 6,8±3,1 | 4,3±2,5 | 6,8±4,0 | 6,5±4,7 | 5,1±2,5 | 5,1±2,5 | 9,4±5,2 | 5,0±2,3 | 5,3±3,3 | 7,2±4,0 | 7,2±4,0 | 7,2±4,0 |
| 5 | Azot amonowy | kg N NH ₄ /s | 0,31±0,23 | 0,40±0,28 | 0,67±0,77 | 0,24±0,17 | 0,24±0,17 | 0,53±0,25 | 0,62±0,19 | 0,24±0,17 | 0,35±0,21 | 0,44±0,44 | 0,19±0,13 | 0,27±0,17 | 0,55±0,18 | 0,55±0,18 | 0,55±0,18 | |
| 6 | Azot azotanowy | kg N NO ₃ /s | 13,8±14,4 | 10,6±9,1 | 17,1±11,3 | 11,5±8,5 | 11,5±8,5 | 14,5±10,1 | 12,1±7,97 | 11,8±9,2 | 9,7±4,5 | 13,5±5,6 | 12,0±11,4 | 8,2±6,3 | 12,0±11,3 | 12,0±11,3 | 12,0±11,3 | |
| 7 | Fosforany | kg PO ₄ /s | 0,41±0,30 | 0,26±0,175 | 0,58±0,32 | 0,28±0,16 | 0,28±0,16 | 0,21±0,08 | 0,34±0,18 | 0,29±0,15 | 0,17±0,08 | 0,36±0,19 | 0,2±0,14 | 0,16±0,07 | 0,28±0,14 | 0,28±0,14 | 0,28±0,14 | |

szczególnych przekrojach mają charakter przy-
padkowy, a nie wynikający ze zmiany warun-
ków w rzece.

Na podstawie bezpośredniego porównania stę-
żeń w próbkach wody każdego kolejnego po-
boru (rys. 5) można stwierdzić, że w pierwszym
i drugim etapie badań zawartość tlenu rozpusz-
zonego malała wraz z odległością od przekro-
ju nr 1, natomiast w 1977 roku stężenia utrzy-
mywały się na tym samym poziomie w trzech
kolejnych przekrojach, tj. 1, 3 i 5. Fakt ten
można wyjaśnić znaczną różnicą czasów prze-
pływu wody w trzech okresach badawczych
(rys. 3). Długim czasem przepływu towarzy-
szyl spadek stężeń tlenu, natomiast w etapie
III, w którym przepływy były bardzo wysokie,
a czasy krótkie, nie nastąpiło zużycie tlenu
[16, 19].

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w wodach
Odry zmieniało się od 1,0 do 10,4 mg O₂/dm³.
Najmniejsze wahania wystąpiły w 1977 roku
(od 1,4 do 5,9 mg O₂/dm³), co mogło być spo-
wodowane rozcieńczeniem zanieczyszczeń or-
ganicznych, wynikającym ze wzrostu przepły-
wu w nietypowym hydrologicznie roku. Średnie
wartości stężeń i ładunków nie różniły się istotnie
w kolejnych trzech latach badań (1974,
1975, 1976), natomiast w III etapie stwierdzono
wzrosty ładunków zanieczyszczeń przy obniżeniu
stężeń (tab. 1 i 2).

Porównanie stężeń miarodajnych wskazuje na
wyraźne obniżenie ich w 1977 roku, co mogło-
by sugerować znaczną poprawę jakości wód w
przekrojach 3 i 4. Należy jednak pamiętać, że
badania tego etapu wykonywano podczas prze-
pływów w przedziale ŚQ—ŚWQ, a wartość stę-
żeń miarodajnych obliczono na podstawie rów-
nania krzywej przy przepływie ŚNQ, mimo iż
nie wystąpiły przepływy w tym przedziale. Po-
stępowania tego rodzaju prowadzą do znacznych
błędów, szczególnie gdy zależności stężeń
i przepływów są charakteryzowane za pomocą
równań o niskich współczynnikach korelacji.
Bezpośrednie porównania stężeń BZT₅ w prób-
kach pobieranych w przekrojach 1, 3 i 4 rów-
nież nie dały zróżnicowań, dowodzących od-
działywania zrzutów wód podgrzanych.

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (metodą nad-
manganianową) oraz stężenia związków azoto-
wych, analizowane według tych samych zasad,
również nie wykazały istotnych różnic składu
wody w kolejnych etapach badań.

Wobec faktu, iż wielokierunkowa analiza pod-
stawowych wskaźników zanieczyszczenia nie
dała jednoznacznych wniosków co do oddzia-
ływania wód zrzutowych na chemizm wody
odrzańskiej, końcową ocenę opracowano dla
przekroju nr 3 — jako najbardziej narażonego
na podgrzanie, posługując się zależnością ma-
tematyczną opisującą zawartość tlenu rozpu-
szonego w funkcji temperatury. Równania
obliczono oddzielnie dla każdego etapu badań
(rys. 6).

Z porównania krzywych widać wyraźnie, że w
etapie III tolerancja termiczna odbiornika ule-

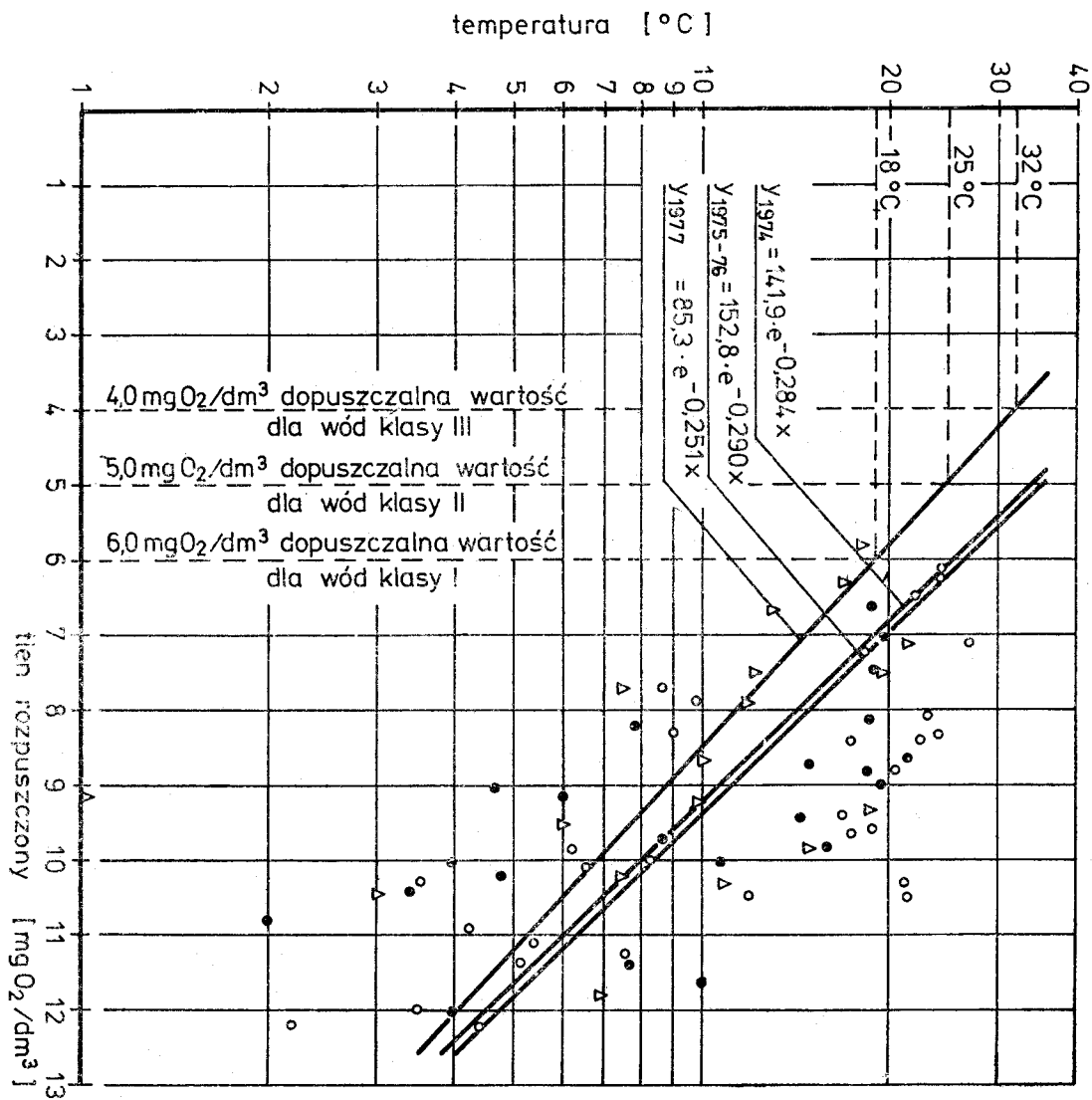
gła zawężeniu i warunki tlenowe pogorszyły
się. Na podstawie krzywej z roku 1977 określo-
no dopuszczalne podgrzanie wody odrzańskiej
w przekroju nr 3. Z zależności wynika, że w
obecnym stanie zanieczyszczenia wód rzeki
Odry stężenie tlenu rozpuszczonego nie spad-
nie poniżej 6,0 mg O₂/dm³, o ile temperatura
wody nie przekroczy 18°C, natomiast stężenie
4,0 mg O₂/dm³ będzie zachowane w temperatu-
rach niższych od 32,0°C (rys. 6).

Wnioski

1. Do oceny zmian jakości wód w rzece Odrze
na odcinku od Widuchowej do Polic nie moż-
na stosować równań regresji opisujących stę-
żenia zanieczyszczeń w funkcji przepływu, po-
nieważ przepływ nie jest zmienną losową, lecz
jest warunkowany potrzebami żeglugi (jaz w
Widuchowej).
2. Wszystkie wyniki pomiarów stężeń zanie-
czyszczeń można traktować jako zmienne loso-
we, podlegające rozkładowi lognormalnemu,
i porównywać je na podstawie wartości śred-
nich oraz odchyłek standardowych.
3. Analiza wyników badań fizykochemicznych
oraz pomiarów hydrotermicznych wód wężła
przyujściowego rzeki Odry wskazuje, że pod-
czas przepływów niższych niż stwierdzone
w 1977 r. może wystąpić ujemne oddziaływa-
nie podgrzania, uwidoczniające się pogorszeniem
warunków tlenowych.
4. Na podstawie matematycznie ustalonej za-
leżności między temperaturą wody w przekro-
ju nr 3, a stężeniem tlenu rozpuszczonego (rys.
6) można przyjąć, że w temperaturze niższej
od 32,0°C zawartość tlenu rozpuszczonego bę-
dzie wyższa od 4,0 mg O₂/dm³, natomiast wyma-
gania I klasy czystości (6,0 mg O₂/dm³) bę-
dą spełnione w temperaturach niższych od
18°C.
5. Dalsza rozbudowa elektrowni „Dolna Odra”
nie wywoła ujemnych skutków w wodzie od-
biornika, jeżeli ilość odprowadzanego ciepła wraz
z wodami chłodniczymi nie będzie powodo-
wała wzrostów temperatury wody w Odrze po-
wyżej podanych granic.

L I T E R A T U R A

1. BHAVENDER SHARMA, R. C. AHLERT. Nitry-
fication and Nitrogen Removal. Wat. Research.
Vol. 11 Nr 10, 1977.
2. J. DOJLIDO i inni: Program badań nad wpły-
wem zrzutu wód podgrzanych z Elektrowni „Dol-
na Odra” na rzekę Odrę i jezioro Dąbie. Maszy-
nopsis. IMGW Warszawa 1972.
3. J. DOJLIDO: Wpływ podgrzania na procesy bio-
chemiczne zachodzące w wodach powierzchni-
owych. Mat. Bad. IMGW. Seria: Gosp. Wodna
i Ochrona Wód, Nr 7 1976.
4. A. DOŁĘGOWSKI, A. MAZUREK, T. NAGŁOW-
SKI: Aneks do wstępnego nomogramu czasu prze-
pływu zanieczyszczeń termicznych spowodowa-
nych zrzutami z Elektrowni „Dolna Odra”. Ma-
szynopsis, Biblioteka IMGW w Warszawie, 1976.
5. H. FLORCZYK: Metody porównywania poziomu
czystości wód w poszczególnych okresach obser-
wacyjnych i ich klasyfikacja. Gospodarka Wodna,
Nr 11, 1969.



Rys. 6. Zawartość tlenu rozpuszczonego wyrażona funkcją temperatury

6. H. FLORCZYK, S. GOŁOWIN: Wpływ zrzutów wód podgrzanych na chemizm i biocenozę wód rzeki Wisły na odcinku poniżej ujścia Skawinki. Ochrona Wód przed Zanieczyszczeniem. Wyr. Zagadn. Programu Polska 31. 01. IGW Warszawa 1972.
7. H. FLORCZYK, S. GOŁOWIN, A. SOLSKI: Fizyczno-chemiczna charakterystyka wód rzeki Odry i jeziora Dąbie przed uruchomieniem Elektrowni „Dolna Odra” oraz w pierwszej fazie jej pracy. Maszynopis IMGW Warszawa 1975.
8. L. B. GOSS, D. L. BUNTIG: Thermal Tolerance of Zooplankton. Wat. Research. Vol. 10, Nr 5, 1976.
9. M. KAMIŃSKA: Program ogólny STEŻENIA. Raport do zlecenia nr 00/1172/IMGW. Biblioteka Centrum Obliczeniowego Politechniki Wrocławskiej, 1974.
10. R. A. KOROL: Ocena wpływu wód pochłodniczych na warunki hydrochemiczne wód rzeki Odry i jeziora Dąbie w trakcie budowy Elektrowni „Dolna Odra”. Maszynopis IMGW Warszawa 1977.
11. R. A. KOROL: Ustalenie skutków zrzutu wód podgrzanych na hydrochemiczny charakter wód rzeki Odry i jeziora Dąbie po osiągnięciu przez Elektrownię „Dolna Odra” mocy 1600 MW. Maszynopis. IMGW Warszawa 1978.
12. M. KUSZPIT, J. WABERZAK, M. WOŹNIAK: Program charakteryzujący przepływ zanieczyszczeń w rzece. Maszynopis. Instytut Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław 1977.
13. H. MAŃCZAK: Zastosowanie metody statystycznej do oceny zanieczyszczenia wód rzecznych na podstawie wyników okresowych badań w przekrojach pomiarowo-kontrolnych. Prace IGW. tom II, zeszyt II, 1971.
14. H. MAŃCZAK, H. FLORCZYK: Interpretation of Results from the Studies of Pollution of Surface Flowing Waters. Wat. Research, Vol. 5, Nr 5, 1971.
15. D. W. MACKAY, J. GILLIGAN: The Relative Importance of Freshwater Input, Temperature and Tidal Range in Determining Levels of Dissolved Oxygen in a Polluted Estuary. Wat. Research Vol. 6, No 2, 1972.
16. J. D. PARKHURST, R. D. POMEROY: Oxygen Adsorption and Sheams. J SED Proc. ASCE, Vol. 48, No SA-1, 1972.
17. W. A. STRZAŁKOWSKI, A. ŚLIŻYŃSKI: Matematyczne metody opracowywania wyników pomiarów. PWN, Warszawa 1973.
18. J. H. Wolker, I. D. Lawson: Natural Stream Temperature Variation in Catchment. Wat. Research, Vol. 11, No 4, 1977.
19. K. WILIAMSON, P. L. McCARTY: A model of substrate Utilization by Bacterial films, IWPCF, Vol. 48, No 1, 1976.
20. K. WUHRMAN i inni: Über den Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit auf Selbstreinigung in Fließgewässern. Sweitz. Zeitschrift für Hydrologi. Vol. 32, no 2, 1975.