

Jerzy Kozłowski, Maciej Kostecki, Witold Nocoń

Wpływ zmian jakości wody w Potoku Toszeckim w latach 1976–2004 na stopień zanieczyszczenia wody w zbiorniku zaporowym Pławniowice

Obszar Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP) jest pozbawiony naturalnych zbiorników wodnych, tzn. pochodzenia polodowcowego lub takich, które powstały w wyniku ruchów tektonicznych. Pod wpływem antropopresji przemysłowej, głównie w wyniku działalności górnictwa węgla kamiennego oraz wydobycia piasku, zostały stworzone nowe warunki do powstania tzw. zbiorników antropogenicznych. W wyniku wypełnienia wodą wyeksploatowanych wyrobisk po kopalniach piasku oraz zapadłisk górniczych powstały nowe zbiorniki, mające często znaczną powierzchnię i głębokość. Przykładem takich zbiorników jest Zachodni Węzeł Wodny GOP-u, który tworzą trzy zbiorniki, tj. Pławniowice, Dzierżno Małe i Dzierżno Duże, o łącznej powierzchni 10 km^2 i pojemności około 150 mln m^3 [1–5].

Zbiornik Pławniowice powstał w wyniku wypełnienia wyrobiska po kopalni piasku w Taciszowie wodami Potoku Toszeckiego. Wcześniej wyrównano teren wokół wyrobiska, utwardzono jego skarpy oraz splantowano dno. Wykonano też umocnienia betonowe w miejscu przewidywanego ujścia wód Potoku Toszeckiego. Napełnianie zbiornika rozpoczęto w 1974 r., a do eksploatacji oddano go w 1975 r. [2–4,6–10].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań zmian jakości wody w Potoku Toszeckim w latach 1976–2004 oraz określono ich wpływ na jakość wody w zbiorniku Pławniowice. Dokonano też klasyfikacji wód w oparciu o rozporządzenie Ministra Środowiska z 11 lutego 2004 r. [11].

Charakterystyka zlewni

Zlewnia zbiornika Pławniowice pokrywa się w zasadzie ze zlewnią Potoku Toszeckiego, która jest położona na terenie dwóch gmin – Toszek i Rudziniec. Obszar ten znajduje się w obrębie makroregionu Wyżyny Śląskiej, obejmującego następujące mezoregiony: w części zachodniej – Chełm, w południowo-zachodniej – Kotlinę Raciborską, w środkowej i wschodniej – Garb Tarnogórski, zaś w południowo-wschodniej – Górnośląski Okręg Przemysłowy [12,13]. Z danych Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach wynika, że powierzchnia zlewni Potoku Toszeckiego wynosi 100 km^2 [5], natomiast w pracy [14] podano wartość 104 km^2 , z kolei w pracy [1] – 107 km^2 . Całkowita powierzchnia zbiornika Pławniowice

przy normalnym poziomie piętrzenia wynosi $2,25 \text{ km}^2$ (225 ha). W zlewnię Potoku Toszeckiego wchodzi także niewielkie zlewnie cząstkowe odwadniane okresowo (w czasie opadów) przez rowy melioracyjne. Zlewnia Potoku Toszeckiego ma charakter rolniczo-przemysłowy. Obszar zlewni w ponad 80% zajmują użytki rolne, a około 15% powierzchni stanowią lasy.

Największym ciekim na terenie zlewni zbiornika Pławniowice jest potok Toszecki o długości 16,4 km. Ma on swój początek w północno-wschodniej części zlewni powyżej wsi Sarnów. Za miastem Toszek od strony zachodniej ciek ten przyjmuje najpierw wody z niewielkiego rowu odwadniającego pola, a następnie wpada do niego potok Płużnica gromadzący wody opadowe. Potok ten zaczyna swój bieg powyżej wsi Płużniczka, od której wziął nazwę. Kolejnym dopływem potoku Toszeckiego jest Potok Ligocki, który z kolei wziął swoją nazwę od miejscowości Ligota Toszecka. Na wysokości wsi Kotulin Potok Ligocki łączy się z rowem prowadzącym wody opadowe. Następnie mija wieś Ligota Toszecka położoną na jego lewym brzegu oraz wieś Niekarmia, gdzie przyjmuje wody z kolejnego rowu odwadniającego pola uprawne. Następnie Potok Ligocki mija wieś Słupsko i poniżej tej wsi łączy się z Potokiem Toszeckim. Następnym dopływem Potoku Toszeckiego jest niewielki Potok Poniszowicki, który jest raczej rowem odwadniającym. Swoją nazwę bierze on od wsi Poniszowice. Ciek ten łączy się z Potokiem Toszeckim poniżej wsi Niewiesz. Omawiane wyżej cieki są prawobrzeżnymi dopływami Potoku Toszeckiego. Jedynym lewobrzeżnym dopływem tego potoku jest Potok Ciochowski, który bierze swą nazwę od wsi Ciochowice. Wypływa on ze wzgórz otaczających zlewnię od strony wschodniej, przepływa obok wsi Piszowice i Ciochowice, gdzie łączy się z Potokiem Toszeckim. Na granicy wsi Słupsko-Niewiesz Potok Toszecki wpada do zbiornika wyrównawczego Słupsko i po wypłynięciu z niego dopływa do zbiornika Pławniowice. Bezpośrednio do zbiornika Pławniowice uchodzą też cieki prowadzące wody powierzchniowe i wodę z rowów odwadniających. Dalesze szczegóły dotyczące charakterystyki zlewni zawarte są w opracowaniach [2–4,7–10,14–16].

Metodyka badań

Badania jakości wody w Potoku Toszeckim wykonano w następujących okresach: od kwietnia do października 1976 r., od marca do grudnia 1993 r., od stycznia do maja 1994 r., od stycznia do grudnia 1997 r., od lutego do czerwca 1998 r. i od maja do listopada 2004 r. Stanowisko poboru próbek wody usytuowano przy ujściu tego cieku do zbiornika Pławniowice.

Analizy wody objęły następujące wskaźniki chemiczne: azot amonowy, azotyny, azotany, azot organiczny, ortofosforany, polifosforany, fosfor organiczny, BZT₅, ChZT, ogólny węgiel organiczny, chlorki, siarczany, twardość ogólna, wapń, magnez, sód, potas, zasadowość ogólna, pH, metale ciężkie (chrom ogólny, cynk, kadm, mangan, miedź, ołów, żelazo ogólny), przewodność właściwa, substancje rozpuszczone i zawiesiny ogólne.

Zawartość azotu amonowego oznaczono metodą miareczkową po destylacji, azotynów kolorymetrycznie z kwasem sulfanilowym i 1-naftyloaminą, azotanów metodą spektrometryczną z 2,6-dimetylofenolem, azotu organicznego metodą Kjeldahla. Zawartość związków fosforu oznaczono metodą kolorymetryczną molibdenianową z chlorkiem cynawym jako reduktorem – w tym polifosforany po hydrolizie w środowisku kwasowym, fosfor organiczny po mineralizacji (wyliczono go po odjęciu od fosforu ogólnego orto- i polifosforanów). BZT₅ oznaczono z rozcieńczaniem i bez rozcieńczania próbki, ChZT metodą dwuchromianową, zaś zawartość ogólnego węgla organicznego zmierzono na analizatorze węgla. Chlorki oznaczano metodą Mohra, siarczany, substancje rozpuszczone, zawiesiny ogólne wagowo. Twardość ogólna, wapń, magnez, zasadowość ogólną oznaczano metodami miareczkowymi. Zawartość sodu i potasu zmierzono elektrodami jonoselektywnymi, a zawartość metali ciężkich spektrofotometrem absorpcji atomowej. Wszystkie analizy chemiczne wykonano według obowiązujących norm.

Zmiany jakości wody

W tabelach 1 i 2 przedstawiono minimalne, maksymalne i średnie wartości wskaźników jakości wody w Potoku Toszeckim w latach 1976–2004, natomiast w tabeli 3 podano klasyfikację jakości wody tego cieku w oparciu o rozporządzenie Ministra Środowiska z 11 lutego 2004 r. [11]. Za podstawę klasyfikacji przyjęto minimalne i maksymalne wartości poszczególnych wskaźników stwierdzone w czasie prowadzenia badań.

Zawartość azotu amonowego w czasie badań zmieniała się od 0,04 gNH₄⁺/m³ do 2,03 gNH₄⁺/m³, azotynów od 0,001 gNO₂⁻/m³ do 0,281 gNO₂⁻/m³, azotanów od 0,20 gNO₃⁻/m³ do 6,85 gNO₃⁻/m³, azotu organicznego (rozpuszczonego) od 0,09 gN/m³ do 1,58 gN/m³, a azotu całkowitego od 1,84 gN/m³ do 9,01 gN/m³. Stwierdzono, że dominującą formą związków azotu w wodzie były azotany, wymywane z gleb nawożonych nawozami mineralnymi, przy czym ich zawartość zależała od opadów atmosferycznych. Najniższą wartość tego wskaźnika stwierdzono w lecie 1976 r. (0,2+0,5 gNO₃⁻/m³), kiedy to zanotowano niewielkie opady [2,3,8]. Zwiększone zawartości azotu amonowego, azotynów oraz azotu organicznego w wodzie wskazują na obecność zanieczyszczeń pochodzących ze ścieków bytowo-gospodarczych i spływów powierzchniowych ze zlewni rolniczej. Brak kanalizacji oraz usytuowanie zabudowy mieszkalnej i gospodarczej nad brzegiem rzeki powoduje, że ścieki odprowadzane są bezpośrednio do odbiornika. Najwyższe zawartości tych związków azotu zanotowano w okresie wiosenno-letnim, kiedy są prowadzone intensywne prace rolnicze.

Zawartość ortofosforanów w wodzie zmieniała się w przedziale od 0,021 gPO₄³⁻/m³ do 0,706 gPO₄³⁻/m³, polifosforanów od 0,001 gPO₄³⁻/m³ do 0,260 gPO₄³⁻/m³, fosforu organicznego (rozpuszczonego) od 0,015 gP/m³ do 0,514 gP/m³,

a fosforu ogólnego od 0,079 gP/m³ do 1,330 gP/m³. Zwiększone zawartości ortofosforanów i fosforu organicznego w wodzie stwierdzono wiosną i latem. Podobnie jak w wypadku wyższych stężeń azotu amonowego i organicznego, wzrost zawartości tych form fosforu mógł być spowodowany dopływem do potoku ścieków z produkcji hodowlanej i rolniczej. Wyższa zawartość mineralnych związków fosforu była też związana z ich wymywaniem z gleb nawożonych nawozami fosforowymi. Analizując zawartość polifosforanów (odzwierciedlającą wpływ środków piorących i myjących) w wodzie Potoku Toszeckiego nie stwierdzono istotnej tendencji zmian wartości tego wskaźnika. Najwyższe zawartości ortofosforanów i fosforu organicznego w badanej wodzie stwierdzono w okresie wiosenno-letnim 1976 r. (0,546+0,706 gPO₄³⁻/m³ i 0,293+0,494 gP/m³), co świadczy o dopływie do tego cieku spływów powierzchniowych.

Wartość BZT₅ w czasie badań wahała się w przedziale od 2,0 gO₂/m³ do 8,2 gO₂/m³, ChZT od 13,33 gO₂/m³ do 39,20 gO₂/m³, natomiast zawartość rozpuszczonego węgla organicznego od 6,20 gC/m³ do 15,68 gC/m³. Największe wartości BZT₅ i ChZT w badanych próbkach wody zanotowano wiosną i latem, przy czym zawartość rozpuszczonego węgla organicznego w wodzie była niewielka i nie stwierdzono zależności związanej z porą roku, czy też dopływem ścieków komunalnych do potoku.

Zawartość chlorków w analizowanych próbkach wody zmieniała się od 20,75 gCl⁻/m³ do 44,66 gCl⁻/m³, natomiast siarczanów od 44,92 gSO₄²⁻/m³ do 107,17 gSO₄²⁻/m³. W latach 1993, 1997 i 1998 wystąpiła pewna zależność między zmianami zawartości chlorków i siarczanów, tzn. wraz ze zmniejszaniem się zawartości jonów chlorkowych wzrastała zawartość jonów siarczanowych, co mogło być skutkiem procesów rozcieńczenia (zmniejszenie zawartości chlorków pochodzących głównie ze ścieków) i wymywania (zwiększenie zawartości siarczanów wymywanych z gleb) w okresach nasilonych opadów deszczu. Ogólnie niska zawartość tych jonów wskazuje, że do Potoku Toszeckiego nie dopływają ścieki przemysłowe.

Twardość ogólna wody w całym okresie badawczym zmieniała się nieznacznie w przedziale od 210,2+320,3 gCaCO₃/m³ (wapń – 69,20+101,40 gCa/m³, magnez – 7,05+23,10 gMg/m³). W oparciu o analizę wyników nie stwierdzono istotnej tendencji zmian wartości tych wskaźników. Zasadowość ogólna badanej wody zmieniała się od 115,1 gCaCO₃/m³ do 250,2 gCaCO₃/m³, a jej pH od 6,83 do 8,19. Niewielkie wahania pH stwierdzone w całym okresie badawczym wskazują na dobre zbuforowanie wody.

Zmiany zawartości metali ciężkich w wodzie były niewielkie i mieściły się w następujących przedziałach: chrom ogólny – 0,00+0,02 gCr/m³, cynk – 0,01+0,15 gZn/m³ oraz miedź – 0,00+0,04 gCu/m³. Nieco większe wahania zawartości metali zanotowano w przypadku jonów kadmu, manganu, ołowiu i żelaza, odpowiednio 0,000+0,015 gCd/m³, 0,01+0,27 gMn/m³, 0,00+0,10 gPb/m³ i 0,01+1,43 gFe/m³ (czerwiec 1993 r.). Podwyższona zawartość związków ołowiu i kadmu w badanych próbkach mogła być związana z wytrącaniem zanieczyszczeń z powietrza podczas opadów atmosferycznych czy kumulowaniem w pokrywie śnieżnej, skąd po roztopach przedostały się do odbiornika w formie spływów powierzchniowych. Większa zawartość związków manganu i żelaza ogólnego sugeruje, że metale te zostały wymyte z gleby. Zwiększona zawartość związków manganu wskazuje na możliwość kontaktu

Tabela 1. Charakterystyka jakości wody w Potoku Toszeckim w latach 1976–1994

| Wskaźnik, jednostka | 1976 | | | 1993 | | | 1994 | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | min. | maks. | śred. | min. | maks. | śred. | min. | maks. | śred. |
| pH | 7,10 | 8,00 | – | 7,10 | 8,19 | – | 6,83 | 7,30 | – |
| Azot amonowy, $\text{gNH}_4^+/\text{m}^3$ | 0,18 | 1,66 | 0,90 | 0,29 | 1,52 | 0,81 | 0,37 | 0,63 | 0,48 |
| Azotyny, $\text{gNO}_2^-/\text{m}^3$ | 0,043 | 0,100 | 0,071 | 0,001 | 0,135 | 0,045 | 0,003 | 0,050 | 0,017 |
| Azotany, $\text{gNO}_3^-/\text{m}^3$ | 0,20 | 2,00 | 1,06 | 2,45 | 4,66 | 3,61 | 2,17 | 5,20 | 3,57 |
| Azot organiczny, gN/m^3 | 0,22 | 0,80 | 0,45 | 0,44 | 1,23 | 0,76 | 0,75 | 1,06 | 0,89 |
| Azot ogólny, gN/m^3 | 1,841 | 3,062 | 2,481 | 4,129 | 6,525 | 5,232 | 3,605 | 6,50 | 4,953 |
| Ortofosforany, $\text{gPO}_4^{3-}/\text{m}^3$ | 0,193 | 0,706 | 0,442 | 0,059 | 0,285 | 0,173 | 0,042 | 0,093 | 0,074 |
| Polifosforany, $\text{gPO}_4^{2-}/\text{m}^3$ | 0,050 | 0,260 | 0,159 | – | – | – | – | – | – |
| Fosfor organiczny, gP/m^3 | 0,100 | 0,494 | 0,292 | – | – | – | – | – | – |
| Fosfor ogólny, gP/m^3 | 0,433 | 1,330 | 0,893 | – | – | – | – | – | – |
| BZT ₅ , gO_2/m^3 | 3,0 | 6,7 | 4,3 | 5,0 | 8,0 | 6,1 | 2,0 | 6,0 | 4,7 |
| ChZT, gO_2/m^3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Rozpuszczony węgiel organiczny, gC/m^3 | – | – | – | 6,20 | 11,27 | 8,57 | 6,78 | 10,90 | 8,44 |
| Chlorki, gCl^-/m^3 | 31,50 | 41,00 | 35,80 | 25,80 | 44,66 | 36,50 | 32,06 | 40,38 | 36,44 |
| Siarczany, $\text{gSO}_4^{2-}/\text{m}^3$ | 66,80 | 81,10 | 75,00 | 48,91 | 78,10 | 62,38 | 68,80 | 107,17 | 85,65 |
| Twardość ogólna, $\text{gCaCO}_3/\text{m}^3$ | 250,2 | 310,3 | 272,7 | 210,2 | 295,3 | 258,8 | 264,2 | 296,3 | 282,1 |
| Wapń, gCa/m^3 | 78,2 | 86,2 | 82,2 | 69,20 | 99,20 | 83,84 | 89,78 | 101,4 | 94,92 |
| Magnez, gMg/m^3 | 10,9 | 23,1 | 16,4 | 8,51 | 16,41 | 12,00 | 9,72 | 12,40 | 10,94 |
| Sód, gNa/m^3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Potas, gK/m^3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Chrom ogólny, gCr/m^3 | – | – | – | 0,000 | 0,020 | 0,003 | 0,000 | 0,020 | 0,005 |
| Cynk, gZn/m^3 | – | – | – | 0,04 | 0,15 | 0,088 | 0,04 | 0,09 | 0,070 |
| Kadm, gCd/m^3 | – | – | – | 0,000 | 0,010 | 0,002 | 0,000 | 0,010 | 0,006 |
| Mangan, gMn/m^3 | 0,01 | 0,07 | 0,015 | – | – | – | – | – | – |
| Miedź, gCu/m^3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Ołów, gPb/m^3 | – | – | – | 0,000 | 0,100 | 0,038 | 0,000 | 0,050 | 0,022 |
| Żelazo ogólne, gFe/m^3 | 0,22 | 0,54 | 0,36 | 0,34 | 1,43 | 0,71 | 0,33 | 0,81 | 0,54 |
| Zasadowość ogólna, $\text{gCaCO}_3/\text{m}^3$ | 140,1 | 205,2 | 167,0 | 115,1 | 205,2 | 170,9 | 115,1 | 175,2 | 143,5 |
| Przewodność właściwa, $\mu\text{S}/\text{cm}$ | – | – | – | 542 | 605 | 565 | 499 | 574 | 530 |
| Substancje rozpuszczone, g/m^3 | – | – | – | 372 | 474 | 419 | 448 | 491 | 472 |
| Zawiesiny ogólne, g/m^3 | 15 | 40 | 28 | 6 | 105 | 40 | 6 | 107 | 61 |

Tabela 2. Charakterystyka jakości wody w Potoku Toszeckim w latach 1997–2004

| Wskaźnik, jednostka | 1997 | | | 1998 | | | 2004 | | |
|---|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | min. | maks. | śred. | min. | maks. | śred. | min. | maks. | śred. |
| pH | 7,38 | 7,90 | – | 7,53 | 7,75 | – | 7,71 | 8,05 | – |
| Azot amonowy, gNH ₄ ⁺ /m ³ | 0,07 | 2,03 | 0,64 | 0,21 | 1,12 | 0,40 | 0,03 | 1,80 | 0,23 |
| Azotyny, gNO ₂ ⁻ /m ³ | 0,018 | 0,182 | 0,060 | 0,0011 | 0,281 | 0,120 | 0,027 | 0,091 | 0,043 |
| Azotany, gNO ₃ ⁻ /m ³ | 3,80 | 6,08 | 4,98 | 3,94 | 6,85 | 5,39 | 1,78 | 4,22 | 2,30 |
| Azot organiczny, gN/m ³ | 0,56 | 1,18 | 0,88 | 0,49 | 1,22 | 0,98 | 0,09 | 1,57 | 0,56 |
| Azot ogólny, gN/m ³ | 5,176 | 8,233 | 6,563 | 5,252 | 9,007 | 6,887 | 2,111 | 6,082 | 3,007 |
| Ortofosforany, gPO ₄ ³⁻ /m ³ | 0,033 | 0,163 | 0,087 | 0,022 | 0,319 | 0,106 | 0,021 | 0,294 | 0,099 |
| Polifosforany, gPO ₄ ³⁻ /m ³ | 0,001 | 0,021 | 0,004 | 0,001 | 0,085 | 0,041 | 0,021 | 0,247 | 0,093 |
| Fosfor organiczny, gP/m ³ | 0,025 | 0,261 | 0,147 | 0,102 | 0,354 | 0,220 | 0,015 | 0,514 | 0,222 |
| Fosfor ogólny, gP/m ³ | 0,079 | 0,355 | 0,238 | 0,157 | 0,644 | 0,367 | 0,260 | 0,832 | 0,407 |
| BZT ₅ , gO ₂ /m ³ | 4,5 | 8,2 | 6,1 | 4,0 | 6,0 | 4,7 | – | – | – |
| ChZT, gO ₂ /m ³ | 14,20 | 39,20 | 26,47 | 13,33 | 29,40 | 23,25 | 17,92 | 20,40 | 18,95 |
| Rozpuszczony węgiel organiczny, gC/m ³ | 7,09 | 12,85 | 10,72 | 6,96 | 15,68 | 11,18 | 7,98 | 13,39 | 10,98 |
| Chlorki, gCl ⁻ /m ³ | 27,00 | 41,48 | 36,20 | 31,75 | 37,36 | 34,78 | 20,75 | 36,89 | 25,50 |
| Siarczany, gSO ₄ ²⁻ /m ³ | 51,20 | 72,61 | 61,20 | 54,71 | 74,05 | 63,86 | 44,92 | 50,27 | 48,14 |
| Twardość ogólna, gCaCO ₃ /m ³ | 240,2 | 320,3 | 269,7 | 232,2 | 258,2 | 243,7 | 260,2 | 271,2 | 265,9 |
| Wapń, gCa/m ³ | 76,95 | 99,20 | 87,76 | 78,54 | 84,97 | 79,25 | 85,77 | 86,57 | 86,17 |
| Magnez, gMg/m ³ | 7,05 | 17,74 | 12,27 | 8,26 | 13,12 | 11,12 | 10,69 | 13,61 | 12,31 |
| Sód, gNa/m ³ | 10,20 | 16,47 | 13,03 | 11,50 | 15,19 | 13,08 | 10,67 | 14,94 | 12,70 |
| Potas, gK/m ³ | 4,80 | 9,12 | 6,84 | 5,37 | 6,54 | 5,97 | 2,60 | 4,33 | 3,25 |
| Chrom ogólny, gCr/m ³ | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 | 0,014 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Cynk, gZn/m ³ | 0,010 | 0,020 | 0,011 | 0,010 | 0,020 | 0,011 | 0,020 | 0,030 | 0,023 |
| Kadm, gCd/m ³ | 0,001 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,015 | 0,007 | 0,003 | 0,005 | 0,004 |
| Mangan, gMn/m ³ | 0,09 | 0,25 | 0,168 | 0,09 | 0,22 | 0,155 | 0,18 | 0,27 | 0,223 |
| Miedź, gCu/m ³ | 0,010 | 0,040 | 0,012 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,000 | 0,010 | 0,007 |
| Ołów, gPb/m ³ | 0,010 | 0,060 | 0,023 | 0,010 | 0,080 | 0,050 | 0,000 | 0,050 | 0,020 |
| Żelazo ogólne, gFe/m ³ | 0,41 | 0,89 | 0,69 | 0,37 | 0,99 | 0,67 | 0,01 | 0,06 | 0,04 |
| Zasadowość ogólna, gCaCO ₃ /m ³ | 140,1 | 250,2 | 181,6 | 122,6 | 180,2 | 150,8 | 190,2 | 200,2 | 193,5 |
| Przewodność właściwa, μS/cm | 508 | 620 | 544 | 479 | 544 | 502 | 405 | 553 | 477 |
| Substancje rozpuszczone, g/m ³ | 410 | 520 | 447 | 389 | 467 | 414 | – | – | – |
| Zawiesiny ogólne, g/m ³ | 7 | 97 | 38 | 7 | 53 | 24 | 4 | 16 | 10 |

Tabela 3. Klasyfikacja jakości wody w Potoku Toszeckim wg minimalnych i maksymalnych wartości wskaźników [11]

| Wskaźnik | Klasa czystości | | | | | |
|-------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1976 | 1993 | 1994 | 1997 | 1998 | 2004 |
| pH | I | I | I | I | I | I |
| Azot amonowy | I-IV | I-III | I-II | I-IV | I-III | I-IV |
| Azotyny | III | I-III | I-III | II-IV | II-IV | II-III |
| Azotany | I-II | II-III | II-III | III-IV | III-IV | II-III |
| Azot całkowity | I-II | II-III | II-III | III | III | I-III |
| Ortofosforany | III-V | I-IV | I-II | I-III | I-IV | I-IV |
| Fosfor całkowity | III-V | - | - | I-II | I-III | II-IV |
| BZT ₅ | II-IV | III-IV | I-III | III-IV | III | - |
| ChZT | - | - | - | II-IV | II-III | II-III |
| Węgiel organiczny | - | II-III | II-III | II-III | II-IV | II-III |
| Chlorki | I | I | I | I | I | I |
| Siarczany | I | I | I-II | I | I | I |
| Wapń | II | II | II-III | II | II | II |
| Magnez | I | I | I | I | I | I |
| Zasadowość ogólna | I-II | I-II | II | I-II | II | II |
| Chrom ogólny | - | I | I | I | I | I |
| Cynk | - | I | I | I | I | I |
| Kadm | - | I-V | I-V | II-IV | II-V | IV |
| Mangan | I-II | - | - | II-III | II-III | III |
| Miedź | - | - | - | I-II | I | I |
| Ołów | - | I-V | I-IV | I-V | I-V | I-IV |
| Żelazo ogólne | II-III | III-IV | III | III | III | I |
| Przewodność właściwa | - | II | I-II | II | I-II | I-II |
| Substancje rozpuszczone | - | II | II | II-III | II | - |
| Zawiesiny ogólne | I-III | I-V | I-V | I-IV | I-IV | I-II |

wód potoku ze ściekami komunalnymi lub też wynika z rozkładu roślinności na terenie zlewni. Najniższą wartość związków żelaza ogólnego stwierdzono w 2004 r. ($0,01+0,06 \text{ gFe/m}^3$), co mogło być spowodowane jego sedymentacją w zbiorniku wyrównawczym Słupsko, usytuowanym powyżej zbiornika Pławniowice.

W trakcie przeprowadzonych badań przewodność właściwa wody wahała się od $405 \mu\text{S/cm}$ do $620 \mu\text{S/cm}$, zaś zawartość substancji rozpuszczonych od 372 g/m^3 do 520 g/m^3 . Analizując wyniki badań tych wskaźników można stwierdzić, że Potok Toszecki prowadzi wody słabo zmineralizowane i nie dopływają do niego ścieki przemysłowe.

Zawartość zawiesin ogólnych w wodzie zmieniała się w dość szerokich granicach, tj. od 4 g/m^3 do 107 g/m^3 , przy czym była zależna od wysokości opadów atmosferycznych i kształtowana przez spływy powierzchniowe. Najniższą zawartość zawiesin ogólnych zaobserwowano w 2004 r. ($4+16 \text{ g/m}^3$), co było związane z faktem, że została ona zatrzymana w zbiorniku wyrównawczym Słupsko.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania zmian jakości wody w Potoku Toszeckim, głównym cieku zasilającym zbiornik zaporowy Pławniowice, w latach 1976–2004 wykazały, że niewielkie natężenie przepływu wody w tym cieku ($0,6+0,7 \text{ m}^3/\text{s}$) sprzyja znacznej zawartości związków biogenych wymywanych

z pól uprawnych lub pochodzących ze ścieków bytowo-gospodarczych i spływów powierzchniowych.

Nawet niewielki ładunek metali ciężkich wnoszony do zbiornika Pławniowice przez Potok Toszecki stanowi poważne zagrożenie, ponieważ metale te kumulują się w osadach dennych zbiornika i w sprzyjających warunkach mogą być uwalniane do wody. Ponadto badany potok stanowi znaczne źródło substancji alochtonicznych wprowadzanych do zbiornika Pławniowice w postaci zawiesin.

Przeprowadzona klasyfikacja jakości wody Potoku Toszeckiego potwierdziła, że prowadzi on wody nieznacznie zmineralizowane, zaś głównym zagrożeniem zbiornika Pławniowice są substancje biogenne, związki organiczne, metale ciężkie oraz zawiesiny zawarte w wodach potoku. Biorąc pod uwagę wyniki analiz z 2004 r. można stwierdzić, że zbiornik wyrównawczy Słupsko ma istotny wpływ na zmniejszenie zawartości wielu zanieczyszczeń (związków azotu i fosforu, metali ciężkich, zawiesiny) w wodzie i w konsekwencji – na poprawę jakości wody w Potoku Toszeckim.

LITERATURA

- A. T. JANKOWSKI, M. RZĘTAŁA, J. WACH: Problemy eksploatacji i ochrony antropogenicznych zbiorników wodnych na przykładzie zbiornika Pławniowice. Mat. konf. „Problemy ochrony, zagospodarowania i rekultywacji zbiorników antropogenicznych”, Zabrze 1995, ss. 33–41.
- M. KOSTECKI: Chemizm wody oraz podstawowe wskaźniki określające intensywność krążenia materii w zbiorniku zaporowym w Pławniowicach. Archiwum Ochrony Środowiska, 1977, nr 3–4, ss. 163–182.
- M. KOSTECKI: Dynamika przemian oraz wstępny bilans podstawowych form azotu i fosforu w zbiorniku zaporowym w Pławniowicach. Archiwum Ochrony Środowiska, 1978, nr 1, ss. 57–85.
- M. KOSTECKI: Problemy eksploatacji i ochrony antropogenicznych zbiorników wodnych na przykładzie zbiornika Pławniowice. Mat. konf. „Problemy ochrony, zagospodarowania i rekultywacji zbiorników antropogenicznych”, Zabrze 1995, ss. 33–41.
- W. SZCZEPAŃSKI, E. SOŁTYSIK, Z. DZIDA: Charakterystyka zbiorników retencyjnych województwa katowickiego. Urząd Wojewódzki, Wydział Ochrony Środowiska, Katowice 1974 (praca niepublikowana).
- S. DZIUBA, Z. MADEJ, I. BIELAŃSKA, H. KILKA, L. NARŁOCH, K. PILARCZYK, T. SKALSKA, H. SKRZYŃSKI: Biologiczna sukcesja w zbiorniku wodnym Pławniowice Duże. I etap badań. Uniwersytet Śląski, Katowice 1976.
- M. KOSTECKI, A. DOMURAD, E. KOWALSKI, J. KOZŁOWSKI, J. MAZIERSKI, J. SUSCHKA, Ł. RYCHLEWSKA, B. ZYCH: Badania limnologiczne zbiornika zaporowego w Pławniowicach. Opracowanie systemu sterowania masami wodnymi w celu zmniejszenia stopnia eutrofizacji oraz zwiększenia zasięgu epilimnionu. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, projekt celowy nr 5569994 "C"/1944, Zabrze 1998 (praca niepublikowana).
- M. KOSTECKI, J. KOZŁOWSKI, A. DOMURAD, B. ZYCH: Charakterystyka hydrochemiczna Potoku Toszeckiego w aspekcie oddziaływania na zbiornik zaporowy Pławniowice. Archiwum Ochrony Środowiska, 2001, nr 2, ss. 125–140.
- M. KOSTECKI, E. KOWALSKI, J. KOZŁOWSKI, J. MAZIERSKI, Ł. RYCHLEWSKA, M. STENZEL: Określenie zmian jakości wód oraz ocena stopnia zagrożenia środowiska w rejonie zbiornika zaporowego Pławniowice po 18-letnim okresie eksploatacji.

- Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, temat C₂-309, Zabrze 1994 (praca niepublikowana).
10. M. KOSTECKI, J. SUSCHKA, K. GŁOWAŁA, J. KOZŁOWSKI, W. NOCOŃ, Ł. RYCHLEWSKA: Transport i przemiany zanieczyszczeń w środowisku wodnym. Badanie stosunków termiczno-tlenowych i wybranych wskaźników hydrochemicznych zbiornika Pławniowice. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze 2004 (praca nie publikowana).
 11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. DzURP nr 32, poz. 284.
 12. J. KONDRACKI: Geografia Polski – mezoregiony fizyczno-geograficzne. PWN, Warszawa 1994.
 13. J. KONDRACKI: Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa 2000.
 14. A. WRONA: Wpływ uprzemysłowienia na zmiany środowiska geograficznego i użytkowanie powierzchni ziemi w zachodniej części Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Praca doktorska, Zabrze 1975.
 15. R. BUJOK: Opracowanie charakterystyki hydrologicznej Potoku Toszeckiego w przekroju ujściowym do zbiornika Pławniowice. Instytut Kształtowania Środowiska, Katowice 1984.
 16. M. KOSTECKI, A. DOMURAD, J. KOZŁOWSKI, W. NOCOŃ, J. SUSCHKA: Ekologiczne skutki antropopresji jako efekt fizyczno-chemicznych przemian zawiesin w powierzchniowych wodach potamicznych. Rola zawiesin w transporcie i dyslokacji zanieczyszczeń toksycznych. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze 2005 (praca niepublikowana).

Kozłowski, J., Kostecki, M., Nocoń, W. The Effect of Water Quality Variations Recorded in the Potok Toszecki on the Pollution of the Pławniowice Dam-Reservoir. *Ochrona Środowiska* 2006, Vol. 28, No. 4, pp. 35–40.

Abstract: The Potok Toszecki (which is the main watercourse supplying the Pławniowice dam-reservoir) was analyzed for the variations in the chemical parameters of water quality in the time span of 1976 to 2004 to determine how they contribute to the quality of the reservoir water. Making use of the results obtained, as well as of the Decree of the Ministry of Environment (11 February 2004), the water quality in the two water bodies under study was classified. The analyses have revealed the following. The mineralization of the Potok Toszecki water is low. A major

threat to the Pławniowice reservoir is the discharge of nutrients, organic substances, heavy metals and suspended solids. To prevent further degradation of water quality in the Potok Toszecki and Pławniowice reservoir, it is necessary to radically improve the water and wastewater management system in this catchment area. Considering the results of analyses obtained in 2004, it can be assumed that the Slupsko equalizing reservoir (situated upstream from the Pławniowice reservoir and operated since 2004) will significantly upgrade the water quality of the two watercourses examined and reduce the concentrations of the inflowing pollutants.

Keywords: River basin, dam-reservoir, chemical parameters, water quality classification.