

Joanna PRZYGRODZKA

Instytut Geologii Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

WPLYW WÓD CHŁODNICZYCH NA ŚRODOWISKO WODNE

Streszczenie. Przedstawiono rozważania, dotyczące wpływu wód chłodniczych elektrowni na środowisko wód powierzchniowych, na przykładzie zbiornika „Rybnik”. Zwrócono uwagę na zmiany wywołane przez wody chłodnicze oraz wyniki badań uzyskiwane w ostatnich latach, przy zastosowaniu nowoczesnych metod badawczych.

INFLUENCE OF THE COOLING WATER ON THE WATER ENVIRONMENT

Summary. In the paper the influence of cooling water from the power-station on the surface water environment is taken into consideration. The example of the reservoir “Rybnik” is used. There were underlined the changes caused by the cooling water, and the results obtained with use of modern investigation methods during last years.

1. Wstęp

Sztuczny zbiornik „Rybnik” utworzono w 1971 roku na potrzeby technologiczne. Wraz z wydzielonymi zalewami: Grabownia, Gzel i Pniowiec, oddzielonymi bocznymi zaporami od zalewu głównego, należy on do najważniejszych zbiorników wodnych Górnego Śląska, a głównym jego zadaniem jest dostarczanie wód do obiegów chłodzących elektrowni „Rybnik”. Zlokalizowany na pograniczu Pogórza Rybnickiego i Kotliny Raciborskiej powstał przez spiętrzenie wód rzeki Rudy zaporą czołową w miejscowości Rybnik Stodoły.

2. Jakość wód surowych

Zbiornik zaporowy „Rybnik” powstał przez spiętrzenie wód rzeki Rudy, dlatego ma mieszane cechy jeziora i rzeki. Rzeką Ruda przepływa przez silnie zurbanizowane i uprzemysłowione tereny Rybnickiego Okręgu Węglowego, jest zasilana dużą ilością zanieczyszczeń pochodzących:

- ze ścieków bytowo-gospodarczych z okolic Żor i Rybnika,
- z emisji niezorganizowanej (znaczne ładunki azotanów i fosforanów),
- ze spływów z pól uprawnych,
- z zasolonych wód kopalń węgla kamiennego.

Badany odcinek rzeki (w latach 80.) to wody III klasy, a wody zbiornika II klasy czystości. Obecnie wody rzeki Rudy są pozaklasowe na całym badanym odcinku. Wpuszczane do rzeki nieoczyszczone ścieki powodują eutrofizację i trudności ruchowe podczas pracy chłodni, np. można wykryć bakterie ściekowe i grzyby pleśniowe w wodzie chłodniczej, wytrącają się osady mechaniczne, chemiczne i mikrobiologiczne, następuje wzmoczona korozja elementów metalowych. Nieodpowiednia woda zanieczyszcza rurociągi, inkrustuje ścianki oraz zmniejsza przepustowość chłodnic i rurociągów przez muł, kamień kotłowy i obrosty hydrobiologiczne, a także korozję. Nieznaczne zanieczyszczenie powierzchni chłodzonej ma duży wpływ na sprawność termiczną i wydajność instalacji [1, 2]. Taki stan rzeki ma silny wpływ na wody zbiornika zaporowego, stanowiącego osadnik dla zanieczyszczeń. Podwyższona temperatura wody nigdy nie osiąga wartości naturalnej.

3. Wpływ wód ogrzanych na środowisko

W warunkach naturalnych nie występują nagłe wahania temperatur wody – nagrzewanie i ochładzanie zachodzi stopniowo. Zrzut wód podgrzanych powoduje nagłe skoki temperatury, zakłóca cykl życiowy organizmów, uszkadza, a nawet zabija komórki. Stały dopływ wody podgrzanej umożliwia przystosowanie do zmienionych warunków, wydłuża okres wegetacji, umożliwia rozwój gatunków ciepłolubnych wiosną i jesienią [2, 6].

Podgrzane wody chłodnicze stały się poważnym problemem w wyniku rozwoju przemysłu paliwowo-energetycznego. Oddziaływanie podwyższonej temperatury na system

odbiornika podgrzanych wód prowadzi do zmian w funkcjonowaniu biocenoz, wzrostu tempa produkcji biologicznej, a także skrócenia cykli rozwojowych organizmów wodnych, które wobec braku synchronizacji z rytмами klimatycznymi masowo giną. Stąd zespoły tego typu zbiorników ubożają pod względem gatunkowym, co stanowi możliwość ekspansywnego rozwoju jednego lub dwóch gatunków najbardziej odpornych na zaistniałe warunki i prowadzi do zjawiska zwanego zakwitem. Masowa redukcja organizmów następuje też pod wpływem ekspansji dominanta, dla którego zniekształcone warunki mogą stanowić czynnik stymulujący rozwój. Przykładem może być stała obecność (w formie zakwitu) w zbiorniku elektrowni Rybnik glonu – *Microcystis aeruginosa* – sinicy agresywnej ze względu na wydzielane substancje antagonistyczne. Gatunek ten charakteryzuje się możliwością aktywnej absorpcji fosforanów, przekraczającej fizjologiczne zapotrzebowanie organizmu, a rozwój aktywuje podwyższona temperatura wody. Fosforany są kumulowane w komórce, a po obumarciu organizmu – deponowane w osadach dennych. Tego typu zakwit zatrzymuje i gromadzi jeden z najniebezpieczniejszych związków biogenych – fosforanów i azotanów [7].

To podstawowe substancje odżywcze dla roślin, wprowadzone do rzek i zbiorników ze ściekami, powodują ich użyźnienie. Wraz z podwyższoną temperaturą są dodatkowym czynnikiem powstawania i utrzymywania się zakwitu (często kilkumiesięcznego). W połączeniu z ciepłymi wodami chłodniczymi następuje bujny rozwój fitoplanktonu (np. sinic), prowadzący do zakwitu i zabarwienia wody, która przybiera barwę gatunku dominującego. Kumulacja i przyspieszony rozkład materii organicznej, pochodzącej z obumarłych komórek glonu tworzącego zakwit, prowadzi do deficytu tlenu oraz wzrostu biologicznego zapotrzebowania na tlen. Wzrost temperatury zmniejsza rozpuszczalność tego gazu, powoduje intensywny rozwój bakterii saprofitycznych oraz wzrost stężenia toksyn pochodzących z komórek bakteryjnych. Brak odpowiednich ilości tlenu potrzebnego do szybkiego rozkładu biomasy prowadzi do odkładania się jej na dnie. Obumierają w końcu inne organizmy aerobowe. Często w takiej sytuacji dochodzi do śnięcia ryb. Przy dostatecznym dopływie tlenu biomasa rozkłada się i ulega przekształceniu w związki nieorganiczne, ponownie włączane do łańcucha pokarmowego [3, 6].

4. Zapobieganie degradacji środowiska przez wody chłodnicze

4.1. Zmniejszenie poboru i ilości odprowadzanych wód

W przypadku obiegów otwartych wody są zrzucane po jednokrotnym przepływie przez układ chłodniczy, a więc są rozcieńczone. W obiegach szeregowych, szczególnie zamkniętych, wody są silnie zasolone i zatężone w zależności od krotności zagęszczenia w układzie. Wskutek odparowywania wody podczas chłodzenia następuje podwyższenie stężenia soli, która jest zwracana do obiegu, uzupełniona wodą dodatkową. Wielokrotnie używana woda obiegowa po każdym cyklu jest przygotowywana i uzupełniana wodą świeżą o straty bezzwrotne oraz zrzuty do kanalizacji związane z odmulaniem (procesem usunięcia z obiegu pewnej ilości wody o podwyższonych wskaźnikach zanieczyszczenia i zastąpieniu jej wodą świeżą niezanieczyszczoną). Woda dodatkowa stanowi od kilku do kilkunastu procent ilości wody obiegowej, tyle samo stanowią ścieki z odmulania układu, ponieważ ilość wody krążącej w układzie chłodniczym jest stała. W układach zamkniętych ilość ścieków poprodukcyjnych jest mniejsza [4].

W elektrowni „Rybnik” gospodarke wodno - ściekową uporządkowano zamykając istotne obiegi wodne. Zrzut oczyszczonych ścieków odbywa się przez zakładową oczyszczalnię ścieków przemysłowo-deszczowych [8]. Ilość i jakość odprowadzanych ścieków nie przekracza wartości dopuszczalnych w pozwoleniu wodnoprawnym [5].

4.2. Badania hydrochemiczne i hydrobiologiczne zbiornika „Rybnik”

Wyniki badań hydrochemicznych i hydrobiologicznych zbiornika są rozbieżne. Podczas zakwitów sinic ich właściwości absorbcyjne mogą wpływać na mylne wyniki analiz chemicznych, co jest związane z technicznym zanieczyszczeniem zbiornika. Bezpośredni wpływ zrzutu wód podgrzanych dotyczy biologii zbiornika: rozwój, wydłużenie okresu wegetacji nawet na cały rok oraz brak pokrywy lodowej zimą. Według dostępnych analiz chemicznych trudno jednoznacznie określić stan wód zbiornika. Mimo że większość oznaczonych parametrów osiągała wartości odpowiadające I lub II, rzadziej III klasie czystości, trzy z nich: temperatura wody, stężenia azotynów, zawartość tlenu rozpuszczonego (szczególnie przy dnie) osiągały wartości typowe dla wód pozaklasowych [7, 8].

Badanie stanu środowiska oparte na analizach fizykochemicznych powinno być uzupełnione o badania hydrobiologiczne, które:

- informują o wpływie zanieczyszczeń na organizmy środowiska wodnego,
- obrazują zmiany w tym środowisku w dłuższych przedziałach czasowych,
- ukazują wpływ ścieków oddziałujących stale lub efemerycznie (katastrofy ekologiczne),
- ilustrują zmiany a nie ich przyczyny,
- pozwalają prognozować stan wód w przyszłości.

Badania hydrobiologiczne określają skład gatunkowy biocenozy zasiedlających wody oraz zmiany zachodzące pod wpływem zanieczyszczeń. Zmiany jakości wody są najbardziej wyraźne wzdłuż kierunku przepływu, dlatego badania prowadzono równoległe do osi zbiornika. Dokonano pomiarów termowizyjnych wody zbiornika oraz określono zawartości i przestrzenne rozmieszczenie zanieczyszczeń w osadach dennych, w tym: materii organicznej, metali ciężkich, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i alifatycznych [8].

5. Wpływ zbiornika na kształtowanie się jakości wody w rzece Rudzie

Ciepła woda wpływa na warunki fizyczne i chemiczne w zbiorniku, takie jak:

- wzrost temperatury wody, spadek jej gęstości i lepkości,
- spadek koncentracji gazów rozpuszczonych,
- wzrost stężenia substancji rozpuszczonych,
- intensyfikacja procesów rozkładu, powodującą zwiększenie wydzielania gazów i wzrost toksyczności otoczenia,
- szybkość reakcji chemicznych, natężenie fotosyntezy i oddychania glonów,
- uniemożliwienie tworzenia się pokrywy lodowej, wydłużenie okresu wegetacji.

Oddziaływanie wód systemu chłodzącego elektrowni na biocenozę jest dwojakie:

- bezpośrednie, kiedy organizmy są wciągane razem z wodą do obiegu chłodzącego,
- pośrednie, przez ocieplenie wód zbiornika.

Skutkiem oddziaływania bezpośredniego jest obumieranie organizmów z powodu uszkodzeń mechanicznych oraz z powodu szoku termicznego i działania chemicznego ciepłej wody w obiegu elektrowni. Jest to pomijalnie mały wpływ. Pośredni wpływ ma większe znaczenie. Temperatura wpływa na życie wszystkich organizmów, od niej zależy tempo

przebiegów procesów metabolicznych oraz wszystkie funkcje życiowe (oddychanie, wzrost, aktywność życiowa).

Wiele zanieczyszczeń, które wywołują szkodliwe skutki biologiczne, jest doprowadzanych z wodami rzek. Rzeką Ruda jest w sposób ciągły zanieczyszczana nieoczyszczonymi ściekami, spływem z pól uprawnych, wodą z odwadnianych kopalń. Wskutek tego zbiornik stał się akceptorem tych zanieczyszczeń, a intensywny pobór i zrzut wody powoduje dokładne ich wymieszanie się i wyrównanie ich stężeń.

Wskaźnikami zanieczyszczenia wody, najsilniej przekraczającymi stężenia dopuszczalne są całkowita zawartość fosforu oraz ortofosforany. Znaczne przekroczenie stężeń dopuszczalnych przez azotany świadczy o intensywnych przemianach związków azotowych, a podwyższone stężenie azotynów i manganu oznacza możliwość przemian beztlenowych.

Najwyższe stężenie azotu amonowego (N-NH_4) oznaczono na dopływie do zbiornika, w centrum stwierdzono jego spadek, bliżej ujścia nieznaczny wzrost, co świadczy o działalności sinic. Temperatura wody maleje wraz ze wzrostem głębokości. Pobór i zrzut wody z elektrowni powoduje ich wymieszanie, wpływa na transport i alokację zanieczyszczeń. Masy wody w zbiorniku dzielą się na silnie zróżnicowane termicznie [8].

6. Przeciwdziałanie niekorzystnym wpływom wody ogrzanej

Wszelkie próby walki z saprobizacją i eutrofizacją wód zbiornika „Rybnik”, wywołana zrzutami wód podgrzanych, kończyły się niepowodzeniem. Stosowano wiele metod, np.:

- Próba hodowli ryb roślinożernych (amura i tołpygi, sprowadzanych z Rosji) w celu usuwania glonów ze zbiornika, ze względu na ich wysoką biomasę, spowodowała zbyt szybki rozwój tych zwierząt i przyspieszoną eutrofizację zbiornika.
- Biostruktury – zbudowane w latach 1980 – 1990 z zawieszonych w zbiorniku rusztowań stalowych. Liczono na aktywny rozwój zespołu peryfitonowego na powierzchniach konstrukcji. W efekcie powstała oczyszczalnia zawiesiny i zanieczyszczenia nanoszone przez rzekę zatrzymywały się na nich, obrosty rozwijały się, ale zespół ograniczony był do niewielkiej liczby gatunków. Dominowały bakterie zooglealne i nitkowate o bardzo wysokiej biomasie. Obok bakterii masowo rozwijały się larwy owadów, czyli łańcuch pokarmowy został zredukowany do dwóch skrajnych ogniw. Larwy należały do polisaprobowych gatunków muchówek, nie przechodziły przekształceń, a jedynie po

obumarciu zwiększały ilość materii organicznej, opadając na dno. Konstrukcje rdzewiały, wiatr nanosił glebę, pojawiły się rośliny (sosny) i zbiornik zaczął zarastać. Koszty wyjęcia i wymiany rusztu byłyby ogromne, więc zrezygnowano z jego wymiany, a jedynie usunięto istniejący.

- Przedmuchiwanie osadów – próby napowietrzenia zbiornika okazały się błędem następnego projektu, ponieważ powstałe w beztlenowym rozkładzie gazy wydostawały się z powietrzem na zewnątrz zbiornika, np.: H_2S , CH_4 i inne.

Wydaje się, iż jedynym sposobem na oczyszczenie zbiornika ze związków organicznych i biogennych, a przez to polepszenie jakości wody dla chłodni jest usunięcie tych zanieczyszczeń przed wprowadzeniem wód rzecznych do zbiornika [7].

Woda ogrzana, nawet niezanieczyszczona, pod względem ekologicznym jest określana jako środowisko zdegradowane i degradujące. W warunkach naturalnych eutrofizacja zbiorników przebiega bardzo wolno i trwa setki, a nawet tysiące lat. Emisja żywnych ścieków czy spływy wód z nawożonych pól do stawów, jezior i innych zbiorników wodnych przyspieszają gwałtownie ten proces.

7. Podsumowanie

Według analiz chemicznych trudno jednoznacznie określić stan wód zbiornika. Większość oznaczonych parametrów osiągała wartości odpowiadające I lub II, rzadziej III klasie czystości. Jednak ważne parametry: temperatura i stężenie azotynów osiągały bardzo wysokie wartości, a zawartość tlenu rozpuszczonego była bardzo niska – co jest typowe dla wód pozaklasowych. Same badania chemiczne wód nie dają pełnego obrazu zanieczyszczenia zbiornika. Wyniki badań chemicznych i biologicznych mogą odbiegać od siebie, szczególnie gdy wody są średnio zanieczyszczone, a poziom zanieczyszczenia szybko ulega zmianie. Niektóre organizmy cechuje zdolność przystosowywania się do nowych, zmienionych warunków, co także wpływa na wyniki analiz.

Do tej pory nie znaleziono właściwego rozwiązania problemów zbiornika „Rybnik”. Dyskusja nad doбором optymalnych technik ochrony wód zbiornika dotyczy następujących zadań:

- ograniczenia zrzutu związków biogennych do rzeki Rudy i jej dopływów,
- ochrony wód rzek powyżej zbiornika,

- rekultywacji zbiornika,
- prowadzenia planowej gospodarki rybackiej, zapobiegającej zakwitom glonów,
- oczyszczania biologicznego, połączonego z usuwaniem biogenów.

LITERATURA

1. Hermanowicz W.: Woda w przemyśle. Poradnik. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1961.
2. Jankowski A.T., Kuczera A.: Wpływ zrzutu wód podgrzanych na warunki termiczne, tlenowe i przezroczystość wody w Zbiorniku Rybnickim. Uniwersytet Śląski, Katowice 1992.
3. Kajak Z.: Eutrofizacja jezior. PWN, Warszawa 1979.
4. Mielcarzewicz E.W.: Gospodarka wodna i ściekowa w zakładach przemysłowych. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1996.
5. Obwieszczenie Ministra Środowiska w sprawie wysokości opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2003.
6. Półtoracka I.: Skład gatunkowy fitoplanktonu w jeziorze podgrzanym przez elektrownię ciepłą oraz w jeziorze o normalnej temperaturze. Acta Soc. Bot. Pol. 37, 1968.
7. Wodzińska B.: Ocena stopnia zanieczyszczenia wód zbiornika elektrowni „Rybnik” na podstawie badań peryfitonu. W: Monografia zbiornika „Rybnik”, zanieczyszczenie wody, przyczyny i działania zmierzające do poprawy jej jakości. Część IV, Katowice 1993.
8. Wodzińska B. i zespół wykonawców: Badania hydrochemiczne i hydrobiologiczne zbiornika „Rybnik” w zakresie aktualnego stanu jakości zasobów wodnych oraz monitorowania zachodzących w nim zjawisk. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska, Zabrze 2003.

Recenzent: Dr hab. inż. Barbara Białecka