

Zbiornik przepływowy jako rozwiązanie służące poprawie jakości wód Kłodnicy

Polska jest jednym z krajów najuboższych w zasoby wodne w Unii Europejskiej. Ochrona wód jest więc bardzo ważnym elementem polityki ekologicznej oraz gospodarczej kraju. Koniecznym warunkiem poprawy jakości zasobów wodnych jest minimalizacja wpływu ścieków komunalnych i przemysłowych oraz zanieczyszczeń rolniczych na wody powierzchniowe i podziemne.

W Polsce stan gospodarki wodno-ściekowej daleki jest od zadowalającego, co wymaga podjęcia wielu działań w celu osiągnięcia zrównoważonej gospodarki wodnej. Do najważniejszych problemów polskiej gospodarki wodno-ściekowej należy zaliczyć:

- niedostateczne zasoby wody,
- niską jakość wód płynących, zwłaszcza ze względu na obecność zanieczyszczeń organicznych i bakteryjnych,
- zanieczyszczenie wód ściekami z obszarów wiejskich o rozproszonej zabudowie,
- zanikanie obszarów podmokłych, zmniejszenie lokalnej retencji wodnej, utratę bioróżnorodności.

Stosunki wodne mogą zmieniać się w wyniku procesów naturalnych, jak i w wyniku czynników antropogenicznych. Ocena skali zmian powodowanych przez człowieka jest bardzo trudna, ponieważ w wielu obszarach czynniki antropogeniczne oddziałują wielokierunkowo, ponadto brakuje odniesienia do warunków tła określającego stan pierwotny.

Na terenie województwa śląskiego w dorzeczu Odry antropogeniczne zaburzenia reżimu hydrologicznego wykazuje między innymi Kłodnica wraz z jej dopływami. Zaburzenia te są wynikiem oddziaływania zurbanizowanego obszaru m.in. Katowic, Rudy Śląskiej, Gliwic i Bytomia, gospodarki wodnej prowadzonej na zbiornikach wodnych, zrzutu apotamicznych wód kopalnianych oraz przerzutu wód obcych z dorzecza Wisły.

Priorytetowymi zadaniami w zakresie ochrony wód w rejonie Górnego Śląska są: poprawa jakości zasobów wodnych, uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej, a także ochrona przeciwpowodziowa regionu wodnego.

W ramach wsparcia działań z zakresu ochrony środowiska, a w szczególności poprawy jakości wód powierzchniowych w naszym regionie, zainicjowano realizację projektu pod nazwą Program „Przyjazna Kłodnica”. Inicjatorem Programu jest firma Vattenfall, natomiast Instytut Ekologii Terenów Przemysłowio-

nych w Katowicach podjął się roli głównego koordynatora i jednostki badawczej. Głównym celem Programu jest „...przywrócenie pełnej czystości wodom rzeki Kłodnicy, co pozwoli udostępnić tereny nadrzeczne mieszkańcom Śląska” (fragment Listu Intencyjnego Programu „Przyjazna Kłodnica” podpisanego 18 stycznia 2005 r.). Realizacja tak postawionego celu wymaga aktywnego współdziałania wszystkich gmin położonych w dorzeczu Kłodnicy oraz organizacji odpowiedzialnych za stan środowiska naturalnego w naszym regionie. Obecnie w programie bierze udział 22 uczestników.

Najważniejszymi źródłami zanieczyszczeń w zlewni Kłodnicy są:

- nieoczyszczone ścieki komunalne, a także tendencja do zmniejszania się ilości odprowadzanych ścieków z równoczesnym wzrostem stężeń zanieczyszczeń rozkładalnych biochemicznie, co wiąże się z zagrożeniem odkładania organicznych osadów w korytach rzek,
- osady zalegające w korytach rzek oraz na terasach zalewowych,
- spływy z obszarowych źródeł zanieczyszczeń,
- zrzuty z kopalń, w tym zasolonych wód pochodzących z ich odwodnienia.

W większości gmin realizowane są obecnie programy porządkowania gospodarek wodno-ściekowych. Realizacja tych programów powinna w większości rozwiązać problemy zrzutu nieoczyszczonych ście-



Fot. 1. Potok Jamna, 2005 r. – przed uruchomieniem oczyszczalni „Centrum” w Mikołowie.



Fot. 2. Potok Jamna, 2006 r. – po uruchomieniu oczyszczalni „Centrum” w Mikołowie.

ków komunalnych, tak jak to miało miejsce na potoku Jamna po uruchomieniu gminnej oczyszczalni ścieków w Mikołowie (fot. 1, 2).

W celu uzyskania akceptowalnej przez społeczeństwo jakości wód w Kłodnicy skierowano uwagę również na wykorzystanie niekonwencjonalnych metod oczyszczania wód jako działań wspomagających gminne programy ochrony środowiska. Jedną z takich metod jest utworzenie zbiornika przepływowego z wykorzystaniem do redukcji zanieczyszczeń zawartych w wodach rzeki: naturalnych elementów ukształtowania terenu w sąsiedztwie Kłodnicy, procesu sedymentacji oraz roślin.

Na zlecenie Vattenfall opracowano koncepcję utworzenia takiego zbiornika na terenie Gliwic.

Lokalizacja zbiornika

Analiza dostępnych materiałów pozwoliła określić, iż głównym źródłem zanieczyszczenia Kłodnicy powyżej Gliwic jest zawiesina wprowadzana do rzeki za pośrednictwem potoku Czarniawka (fot. 3). Jest to zawiesina mineralna łatwo ulegająca sedymentacji, która powinna być usunięta z wód Kłodnicy powyżej wlotu do centrum Gliwic, a najlepiej powyżej ujścia stosunkowo czystych wód Bytomki.

W związku z tym, analizując możliwości lokalizacyjne zbiornika, skupiono się na terenach leżących pomiędzy ujściem Czarniawki a ujściem Bytomki. Wstępnie rozważono lokalizację:

- na lewym brzegu Kłodnicy w rejonie ujścia Czarniawki,
- na lewym brzegu Kłodnicy poniżej ujścia Bytomki w rejonie stawu Cegielnia (na terenie istniejących ogródków działkowych),
- na lewym brzegu Kłodnicy w okolicy ujścia Bytomki w miejscu istniejącego stawu.

Po przeanalizowaniu dostępnych materiałów zrezygnowano z pierwszej i drugiej lokalizacji. Z pierwszej z uwagi na planowany przebieg autostrady A1 i Drogowej Trasy Średnicowej. Z drugiej natomiast ze względu na planowane wykorzystanie tych terenów jako polędwrów zalewowych w celu ochrony przeciwpowodziowej miasta Gliwice.



Fot. 3. Ujście potoku Czarniawka do Kłodnicy.

Do dalszych rozważań przyjęto lokalizację naprzeciw ujścia Bytomki na lewym brzegu Kłodnicy – obszar wraz z istniejącym stawem przy ul. Kujawskiej w Gliwicach. Za wyborem tej lokalizacji przemawia:

- położenie poniżej ujścia Czarniawki – głównego źródła zawiesin w Kłodnicy powyżej Gliwic,
- możliwość wykorzystania istniejącego stawu,
- stosunki własnościowe terenu – w większości teren jest we władaniu gminy Gliwice oraz Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Gliwice Sp. z o.o. (zgodnie z dokumentacją – wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego),
- możliwość uniknięcia obciążenia hydraulicznego planowanego zbiornika wodami Bytomki. Przemawia za tym fakt, że przy niskich stanach wód Bytomka wprowadza tyle wody, ile prowadzi

Kłodnica powyżej jej ujścia, a w stanach średnich wprowadza prawie 70% wód Kłodnicy, w związku z czym lokalizacja zbiornika na Kłodnicy poniżej ujścia Bytomki wiązałaby się z koniecznością eksploatacji co najmniej dwukrotnie większego obiektu,

- dogodny spadek zwierciadła wody w Kłodnicy,
- położenie terenu proponowanego zbiornika poza zasięgiem wpływu wody powodziowej występującej z prawdopodobieństwem $Q = 0,3\%$ (czyli raz na 300 lat).

Głównym celem budowy zbiornika ma być przede wszystkim usuwanie zawiesin z Kłodnicy, a także poprawa biologicznych parametrów jakości wody. Dodatkowo zbiornik może służyć rekreacji oraz poprawiać walory krajobrazowe doliny Kłodnicy w granicach Gliwic.

Charakterystyka wód Kłodnicy

Na podstawie danych monitoringu jakości wód Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach, w przekroju monitoringowym – Kłodnica 50,5 km (przekrój pomiędzy ujściem Czarniawki a lokalizacją planowanego zbiornika), stwierdzono, że w latach 2002-2005 wody rzeki były znacznie zanieczyszczone, zwłaszcza zawiesinami. Stężenie zawiesin w latach 2002-2005 wynosiło od 24,2 do 3404 mg/l (średnia wartość – 334 mg/l, a wartość mediany – 105 mg/l). Dla porównania stężenie zawiesin w przekroju monitoringowym Kłodnica 53,8 km (powyżej ujścia Czarniawki) wahały się od 10,0 do 245,0 mg/l (wartość średnia 24,58 mg/l, a wartość mediany 18,5 mg/l). Wysokie było również zasolenie. Stężenia jonów chlorkowych wahały się w granicach 1024-5730 mg/l przy średniej 2816 mg/l (wartość mediany 2726 mg/l). Stężenia siarczanów mieściły się w zakresie od 53 do 864 mg/l przy średniej wynoszącej 570 mg/l (wartość mediany – 586 mg/l). Wartości BZT₅ wahały się w granicach od 5,2 do 34,0 mg O₂/l (wartość średnia – 15,5 mg/l, wartość mediany 13,1 mg/l), ale dla 55% wszystkich pomiarów mieściły się w granicach 10-15 mg O₂/l. Zawartość związków nawozowych – azotu i fosforu, była również stosunkowo wysoka. Stężenia azotu ogólnego dla 60% wszystkich pomiarów utrzymywały się w granicach 10-15 mg/l, a fosforu (dla

57% wszystkich pomiarów) w granicach 1-2 mg/l. Wody były dobrze natlenione, wprawdzie najniższe zmierzone stężenie tlenu wynosiło 1,5 mg O₂/l, jednak dla 65% wszystkich pomiarów zawartość tlenu utrzymywała się w granicach 4-8 mg O₂/l.

Proponowana konstrukcja zbiornika

Analiza zebranych informacji pozwoliła na stworzenie wstępnych założeń konstrukcji zbiornika. Przyjęto, że zbiornik powinien składać się z trzech części: wlotowej, centralnej – rekreacyjno-krajobrazowej, oraz wylotowej (rys. 1).

Część wlotowa będzie składać się z dwóch stref. Pierwsza strefa będzie pełniła funkcję osadnika wyłapującego możliwie największe ilości zawiesiny. Na tym etapie uzyskane zostaną najlepiej widoczne efekty oczyszczenia wód Kłodnicy z zawiesin. Założono, że konstrukcja wlotu do zbiornika powinna pozwolić na taki dopływ wody, by przynajmniej połowa przepływającego ładunku zawiesiny (w skali roku) mogła być zatrzymywana w osadniku. Jeżeli warunki geologiczne i hydrogeologiczne pozwolą na pogłębienie terenu, będzie można rozważyć rozwiązanie polegające na pogłębieniu tej części, dzięki czemu uzyskana zostałaby dodatkowa pojemność osadnika zawiesin bez konieczności zajmowania większej powierzchni. Druga strefa części wlotowej będzie obsadzona roślinnością szuwarową, zostanie wykorzystana do biologicznego podczyszczania wód i będzie oddzielo-



Rys. 1. Szkic proponowanego zbiornika przepływowego.

na od części centralnej gabionami. Planuje się zasiedlenie roślinnością zakorzenioną w dnie z otwartą powierzchnią oraz roślinnością poniżej lustra wody. W naszych warunkach klimatycznych zalecane jest zastosowanie:

- trzciny pospolitej (*Phragmites communis*),
- palki wodnej (*Thypha sp.*),
- turzycy (*Carex sp.*).

Oszacowano, że wody wpływające do części centralnej zbiornika będą już klarowne i podczyszczone z substancji organicznych.

Wielkość oraz kształt centralnej części zbiornika – rekreacyjno-krajobrazowej, zależęć będzie przede wszystkim od wielkości dostępnego terenu dla samej czaszy z wolną powierzchnią wodną, niezajętą przez zbiorowiska roślin szuwarowych. Wyznaczona może być na etapie obliczeń projektowych. W wybranych ogniskach nadbrzeżnych można rozważyć posadzenie wierzby krzewiastej (*Salix cinerea* lub *Salix peucedanifera*). Powinny one stanowić jedynie element urozmaicenia krajobrazu. Dla zabezpieczenia przed ewentualnym zagniwaniem osadów dennych, głębokość tej części zbiornika nie powinna przekraczać 2 metrów.

Część wylotowa zbiornika powinna być wykonana jako koryto o szerokości około 5 metrów, o nierównym, kamienistym dnie, podnoszącym natlenienie wody odpływającej z powrotem do Kłodnicy, z brzegami płaskimi, umożliwiającymi nasadzenia sztuczną lub naturalną transgresją roślin wodnych.

Legenda:

1. Wlot do zbiornika.
 2. Osadnik.
 3. Strefa oczyszczania biologicznego.
 4. Część centralna, reakcyjna zbiornika.
 5. Kanał wylotowy.
- Przegroda z gabionów.

Oczekiwane efekty

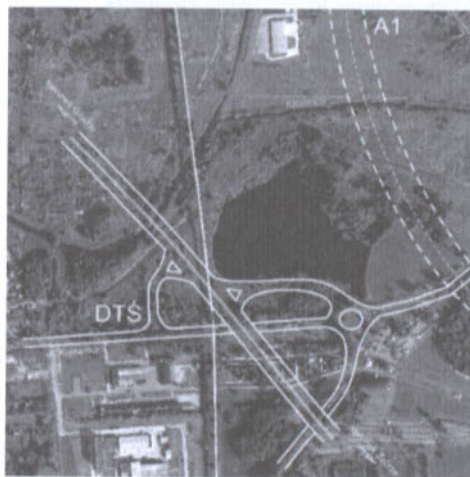
Podstawową funkcją zbiornika będzie usunięcie zawieszin z wód Kłodnicy do poziomu pozwalającego osiągnąć wodę optycznie klarowną. Dzięki sklarowaniu wody już w części wlotowej poprzez sedymentację zawieszin oraz oczyszczającą rolę roślinności szuwarowej, część centralna pozbawiona będzie widocznych zawieszin. Roślinność szuwarowa porastająca jej brzegi dodatkowo podniesie jakość wód w zbiorniku. Oczekiwana redukcja stężenia związków organicznych wyrażonych wartościami BZT₅ i ChZT² mieścić się będzie w zakresie od 30 do 50%, co oznacza uzyskanie bardzo niskich zawartości związków organicznych w wodach Kłodnicy. Należy pamiętać, że jakość wód rzeki w skali roku ulega znacznym wahaniom i możliwe są zarówno wartości BZT₅ dość znaczne, jak i wartości cechujące bardzo czyste wody powierzchniowe rzędu 4 mg/l. Jednocześnie oczekiwać można pewnego obniżenia wartości związków pożywkowych (azotu i fosforu). Zawartość azotu i fosforu będzie jednak uzależniona od warunków atmosferycznych i od pory roku. Na odcinku od wylotu z proponowanego zbiornika do wlotu do kanału gliwickiego (Gliwice – Łabędy) powinno uzyskać się akceptowalną przez społeczeństwo jakość wody w Kłodnicy.

Dopuszczalne jest wykorzystanie zbiornika do celów rekreacyjnego wędkowania. Natomiast nie może być prowadzona gospodarka rybacka w żadnej postaci, jak również niedopuszczalne jest dokarmianie ryb. Ponadto nie można wprowadzać gatunków obcych środowisku naturalnemu regionu. Ekosystem części rekreacyjno-krajobrazowej musi funkcjonować na zasadzie samoregulacji.

Na obecnym etapie prac niemożliwe jest określenie, czy proponowany zbiornik „Gliwice” będzie mógł oprócz założonych funkcji pełnić także funkcję zbiornika przeciwpowodziowego. Do sformułowania takich założeń potrzebne są szczegółowe informacje na temat warunków hydrogeologicznych podłoża. Brak również opracowań decyzyjnych RZGW w Gliwicach dotyczących budowy zabezpieczeń przeciwpowodziowych w dolinie Kłodnicy w tym rejonie.

Warunki ograniczające

Obecnie znanymi warunkami ograniczającymi lokalizację i wielkość zbiornika są przede wszystkim przebiegi planowanych inwestycji: od południa i zachodu – Drogowej Trasy Średnicowej, a od wschodu – autostrady A-1 (rys. 2).



Rys. 2. Szkic sytuacyjny planowanych dróg na tle planowanego zbiornika.

Nierozpoznana jest budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne podłoża. Nieznany jest także wpływ zbiornika na wody podziemne w trakcie jego budowy (wpływ pogłębienia zbiornika istniejącego) i późniejszej eksploatacji. Nieznane są także stanowiska organizacji ekologicznych i społeczności lokalnej.

Na tak wstępnym etapie trudno jest oszacować koszty, natomiast czas realizacji, od wyłonienia firmy projektowej do zakończenia prac budowlanych, może zamknąć się w okresie od 1 do 1,5 roku.

**Jan Skowronek, Monika Działożyńska-Wawrzekiewicz,
Urszula Zielonka, Rudolf Bujok**
Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych

Przypisy:

1. Pięciodobowe biologiczne zapotrzebowanie tlenu.
2. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu.

Ochrona środowiska

a aglomeracje wielkoprzemysłowe

Ultrafiltracja metodą uzdatniania wód powierzchniowych

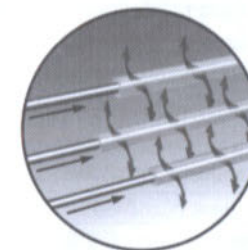
W dobie rosnącego znaczenia wód powierzchniowych w procesach technologicznych ważny staje się wybór metody ich uzdatniania. Obok takich cech, jak koszt eksploatacji czy efektywność odzysku wody należy zwrócić uwagę aby wybrana metoda była przyjazna środowisku.

Wymagania takie spełniają techniki membranowe, tj.: ultrafiltracja i odwrócona osmoza, które zastosowane wspólnie umożliwiają uzdatnienie wody z dowolnego źródła do jakości wymaganej w zastosowaniach przemysłowych (procesu produkcyjne, kotły parowe itp.), jak również wysokiej klasy wody pitnej.

Ultrafiltracja (UF) zastępuje takie tradycyjne procesy, jak koagulacja, sedymentacja i filtracja. UF jest procesem membranowym, gdzie pod wpływem niewielkiego ciśnienia zatrzymaniu ulegają wszystkie zawiesziny, cząstki koloidalne oraz wielkocząsteczkowe związki organiczne, a także cysty, bakterie i wirusy. Ultrafiltracja jest więc również skutecznym sposobem dezynfekcji wód lub ścieków.

Sposób pracy UF

W uzdatnianiu wód powierzchniowych stosuje się zasadniczo membrany kapilarne. Najpowszechniej stosowaną metodą jest technologia filtracji ciśnieniowej. Woda podawana jest pompą zasilającą pod niewielkim ciśnieniem do zespołu modułów membranowych, wewnątrz których znajdują się włókna filtracyjne. Zanieczyszczenia zatrzymywane są na wewnętrznych ściankach włókien, podczas gdy woda oczyszczona przechodzi na ich drugą stronę.



Rys. 1. Proces filtracji odbywa się zawsze od wewnątrz do zewnątrz włókien.

Stosowany proces uzdatniania określa się jako „filtrację bezpośrednią, tzw. dead-end”, tzn. bez ciągłego odpływu ścieku, a jedynie z okresowym płukaniem wstecznym. Zaletą procesu filtracji bezpośredniej z wykorzystaniem membran ultrafiltracyjnych jest to, że utrzymywana jest mała strata ciśnienia (brak ciągłego omywania), podczas gdy wysoka wydajność jest utrzymywana przez częste płukanie wsteczne. Proces płukania rozpoczyna się po osiągnięciu dopuszczalnej różnicy ciśnień, tak jak w przypadku tradycyjnych filtrów pospiesznych. Następuje wówczas impulsowe przepłukanie membrany ze strony brudnej, tak aby usunąć większe zanieczyszczenia, a następnie płukanie wsteczne z wykorzystaniem zgromadzonej