INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr III/2/2016, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 883–894
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

DOI: http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2016.3.2.064

OCHRONA JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH W ASPEKCIE REALIZACJI MAŁYCH ELEKTROWNI WODNYCH

Agnieszka Operacz, Tomasz Kotowski
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

GROUNDWATER BODIES PROTECTION IN TERMS OF SMALL HYDROPOWER PLANTS REALIZATION

Streszczenie

Nadrzędnym celem *Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE* jest ochrona wód i środowiska wodnego dla przyszłych pokoleń. Osiągnięcie dobrego stanu wszystkich części wód następuje poprzez określenie i wdrożenie koniecznych działań w ramach zintegrowanych programów działań w państwach członkowskich. Wydzielone tzw. jednolite części wód, zarówno powierzchniowe, jak i podziemne, należy chronić, aby przyszłym pokoleniom pozostawić je w dobrym stanie ilościowym i jakościowym.

Inwestycje w energetykę odnawialną, uznawane są w świetle *Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych* za źródła energii promowane ze względu na troskę o środowisko. Tym samym korzyści z realizacji takich przedsięwzięć są wysoko cenione zarówno w skali regionalnej, jak i skali globalnej, szczególnie ze względu na zmiany klimatyczne oraz postępujące zanieczyszczenie środowiska. Krajowe doświadczenia w realizacji małych elektrowni wodnych świadczą jednak o wysokim stopniu niejednoznaczności i budzą wiele kontrowersji.

Wpływ zarówno pozytywny, jak i negatywny realizacji MEW, jest wysoko zależny od indywidualnej lokalizacji oraz od aktualnego stanu środowiska. W artykule przedstawione zostały obowiązujące przepisy

prawne oraz wskazane możliwe oddziaływania przedsięwzięcia ograniczone do analizy wpływu na ochronę jednolitych części wód podziemnych.

Słowa kluczowe: jednolite części wód podziemnych (JCWPd), ochrona wód podziemnych, małe elektrownie wodne (MEW), cele środowiskowe

Abstract

The ultimate objective of the Water Framework Directive 2000/60/EC is protection of waters and water environment for the future generations. Achieving good condition of all parts of waters is done by setting up and implementing the necessary actions within the integrated programmes in the member states. The selected the so-called uniform parts of waters (both surface and underground) should be protected to be left in good quantity and quality condition for the future generations.

Investments in renewable sources of energy are recognised, in the light of the European Parliament and Council Directive 2009/28/EC of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources as promoted sources of energy due to the care for the environment. Thus, the benefits from execution of such investments are highly valued in both regional and global scale, especially in reference to climatic changes and continued pollution of the environment. National experience in execution of small hydropower plants prove, however, high degree of ambiguity and pose many controversies.

Both positive and negative effect of execution of small hydropower plants highly depend on the specific location and on the current condition of the environment. The article presents the legal regulations in force and the possible interactions of the project limited to the analysis of the effect on protection of uniform parts of groundwater.

Keywords: *groundwater bodies (GWB), groundwater protection, small hydropower plants (SHPP), environmental objectives*

WSTĘP

Wzrost świadomości ekologicznej oraz odpowiedzialności za środowisko w związku z gospodarowaniem wodami doprowadził do wejścia w życie 22 grudnia 2000r. *Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW/2000/60/WE)*, której najważniejszym przesłaniem jest ochrona zasobów wodnych dla przyszłych pokoleń. W myśl informacji zawartych w RDW *„woda nie jest produktem handlowym takim jak każdy inny, ale raczej dziedziczonym dobrem, które musi być chronione, bronione i traktowane jako takie”*. Obowiązkiem jest zatem ochrona tzw.

jednolitych części wód, zarówno powierzchniowych, jak i podziemnych, które należy przyszłym pokoleniom pozostawić w dobrym stanie ilościowym, jak i jakościowym.

W ramach prawa krajowego (*Ustawa ... o ocenach oddziaływania na środowisko, Ustawa Prawo Wodne*) każda inwestycja związana z wodami, w tym również, rozpatrywane w artykule, szczególne korzystanie z wód na cele energetyczne, wymaga m.in. przeprowadzenia analizy wpływu na cele środowiskowe ustalone dla jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) znajdujących się w zasięgu oddziaływania.

Realizacja inwestycji hydroenergetycznych budzi w Polsce skrajne emocje, szczególnie w aspekcie konieczności przegrodzenia cieku budowlą hydrotechniczną i utraty jego drożności. Jest to kwestia często podnoszona i żywo dyskutowana. Dostępność cieku dla organizmów wodnych, w tym szczególnie dla ryb dwuśrodowiskowych oraz warunki ich migracji nie stanowią jednak meritum niniejszego artykułu. Autorzy skupili się wyłącznie na wpływie na środowisko wodno-gruntowe. Zarówno funkcjonowanie, a tym bardziej realizacja małych elektrowni wodnych „od podstaw" tj. wraz z budową nowego stopnia, wywiera przecież wpływ na wody podziemne, co jest niestety często całkowicie pomijane lub bagatelizowane. W pracy przedstawiono zarówno pozytywne, jak i potencjalnie negatywne aspekty realizacji takich przedsięwzięć w odniesieniu do ochrony wód podziemnych.

KORZYSTANIE Z WÓD NA CELE ENERGETYCZNE

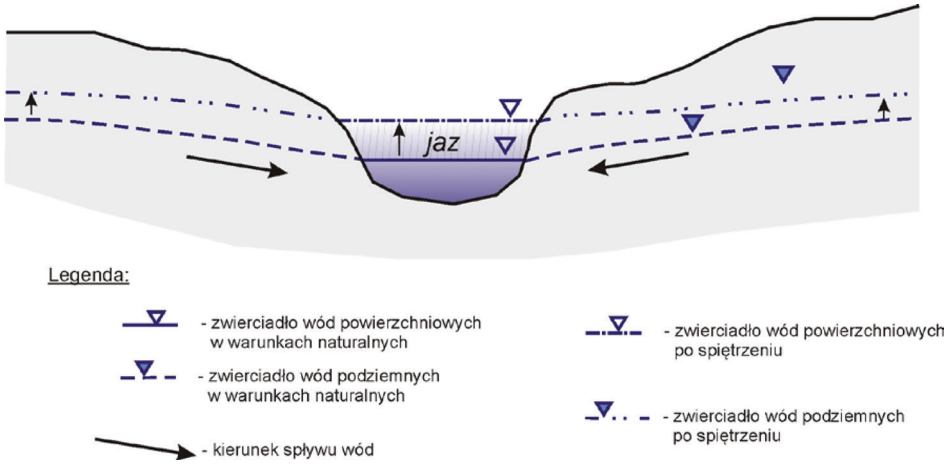
Hydroenergetyka rzeczna korzystającą z odnawialnej energii wody płynącej znana jest już od tysiącleci. Poznana w XIX wieku technologia zamiany energii wody na energię elektryczną spowodowała rozwój hydroenergetyki z głównym celem produkcji energii elektrycznej, której nie towarzyszy emisja zanieczyszczeń. W odróżnieniu od energetyki konwencjonalnej funkcjonowanie elektrowni wodnych nie wymaga spalania paliw kopalnych i tym samym brak jest emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych do atmosfery. Dodatkowo energetyka wodna pracująca na rzekach korzysta ze źródła odnawialnego i niewyczerpywalnego. Zalety te, w dobie postępującego skażenia środowiska, zostały dostrzeżone i obecnie elektrownie wodne klasyfikowane są w nazewnictwie obowiązującym w Unii Europejskiej jako Odnawialne Źródła Energii, czyli źródła energii „czystej". Inwestycje w energetykę odnawialną uznawane są w świetle *Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych* jako źródła energii promowane ze względu na troskę o środowisko.

CEL BADAŃ I METODYKA PRACY

Celem przeprowadzonej analizy jest identyfikacja możliwych korzyści, jak również ewentualnych zagrożeń, dla środowiska wód podziemnych w związku z realizacją małych elektrowni wodnych. Ze względu na charakter inwestycji meritum pracy stanowi przypadek, gdy MEW realizowana jest „od podstaw", co oznacza konieczność przegrodzenia cieku nową budowlą hydrotechniczną. W sytuacji istnienia budowli przegradzającej ciek (stan uznawany za stabilny) i zagospodarowaniu takiego piętrzenia na cele energetyczne, zmiany w środowisku wód podziemnych nie są tak znaczne. Niemniej jednak poniższa analiza pokazuje możliwe oddziaływania.

TYPOWY UKŁAD HYDROGEOLOGICZNY OBSZARU BADAŃ

W odróżnieniu od zagospodarowania energetycznego zbiorników wielozadaniowych, mała energetyka wodna bazuje głównie na energii cieku wodnego bez możliwości sterowania przepływem dyspozycyjnym. W artykule rozważono najbardziej typową sytuację tj. małą elektrownię przepływową zlokalizowaną na rzece drenującej z typowym przekrojem hydrogeologicznym (rys. 1), tj. takim, gdzie dolinę rzeczną w przewadze wypełniają osady przepuszczalne. Poniższe rozważania dotyczą pierwszego od powierzchni poziomu wodonośnego pozostającego w kontakcie z wodami powierzchniowymi i zasilanego głównie poprzez infiltrację wód opadowych.



Rysunek 1. Przekrój hydrogeologiczny przez dolinę rzeczną w warunkach naturalnych i po spiętrzeniu

Figure 1. Hydrogeological cross-section by the river valley in natural conditions and after damming

Zdecydowana większość rzek polskich ma charakter drenujący tj. oprócz zasilania powierzchniowego bezpośrednio pochodzącego z opadów w zlewni, część wód w rzece pochodzi z zasilania podziemnego. Przyjmuje się, że w okresach niżówkowych całość prowadzonej wody pochodzi z drenażu wód podziemnych. Spływ podziemny jest najbardziej trwałą formą zasilania rzeki (Pociask-Karteczka, 2003). Ze względu na kontakt hydrauliczny wód powierzchniowych i podziemnych, wszelkie zmiany wprowadzane w położeniu zwierciadła wód rzecznych wywołują również następstwa w środowisku wód podziemnych. W sytuacji swobodnego zwierciadła wód podziemnych w ośrodku przepuszczalnym, realizacja piętrzenia wody rzecznej skutkuje podniesieniem zwierciadła wód podziemnych w otoczeniu jazu.

UWARUNKOWANIA PRAWNE

Realizacja małych elektrowni wodnych korzystających z odnawialnej energii wód płynących jest w świetle obowiązujących w Polsce uregulowań prawnych „szczególnym korzystaniem z wód" (*Ustawa Prawo Wodne*), które wymaga posiadania pozwolenia wodnoprawnego. Zgodnie z art.132 §2 pkt.5 Prawa Wodnego cześć opisowa operatu wodnoprawnego niezbędnego do wydania pozwolenia zawierać powinna m.in. określenie wpływu gospodarki wodnej elektrowni na wody podziemne, w szczególności na stan tych wód i realizację celów środowiskowych dla nich określonych. Celem środowiskowym dla wód podziemnych jest osiągnięcie „stanu dobrego". Zgodnie z definicją umieszczoną w RDW dobry stan wód podziemnych oznacza stan osiągnięty przez część wód podziemnych, jeżeli zarówno jej stan ilościowy, jak i chemiczny, jest określony jako co najmniej „dobry". Dla spełnienia wymogu niepogarszania stanu części wód, dla części wód będących w co najmniej dobrym stanie chemicznym i ilościowym, celem środowiskowym jest utrzymanie tego stanu.

Wpływ inwestycji polegającej na budowie małej elektrowni wodnej na wody podziemne podlega również analizie w ramach prowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko zgodnie Ustawą z dnia 3 października 2008 r. *o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko*. W myśl Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. *w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* zdecydowana większość inwestycji hydroenergetycznych jest potencjalnie znacząco lub nawet znacząco oddziałująca na środowisko i odpowiednio może wymagać lub wymaga przeprowadzenia oceny wpływu na środowisko. Jednym z elementów przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko staje się określenie wpływu inwestycji na wody podziemne.

WPŁYW NA STAN ILOŚCIOWY WÓD PODZIEMNYCH

Typowe rzeki Polski, a szczególnie często rzeki zagospodarowywane energetycznie mają charakter rzek drenujących zwykle ze stosunkowo głęboko wciętymi dolinami rzecznymi. Głębokie koryto stwarza korzystną sytuację do realizacji maksymalnych piętrzeń, co przekłada się wprost na moc instalowaną elektrowni wg powszechnie stosowanego wzoru (1), a w efekcie na opłacalność ekonomiczną przedsięwzięcia.

$$P = 9{,}81 \cdot SSQ \cdot H \tag{1}$$

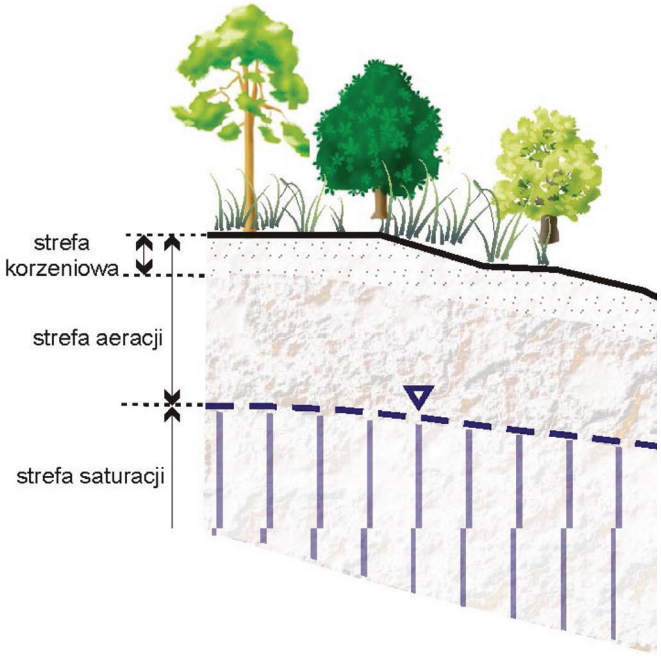
gdzie: P – potencjalna moc elektrowni [kW],
9,81 – wartość przyspieszenia ziemskiego normalnego [m/s^2],
SSQ – przepływ średni z wielolecia [m^3/s],
H – spad odcinka rzeki [m].

Polska jest krajem o znacznym deficycie wód podziemnych. Zdecydowana większość z wód opadowych paruje lub tracona jest bezpowrotnie w postaci spływu powierzchniowego odprowadzanego do mórz. Powszechnie w skali kraju obserwowane jest tzw. stepowienie terenu. Coraz wyraźniejszy jest spadek zwierciadła wód gruntowych, a także zanikanie oczek wodnych, okresowe zanikanie mniejszych cieków wodnych (Borecki i in., 2004). Polska należy do grupy europejskich państw o najniższych zasobach wód zwykłych na starym kontynencie, dlatego często nazywana jest, nawet w publikacjach naukowych, „Egiptem Europy" (Syposz-Łuczak, 2010).

Wobec powyższego w skali kraju na poziomie województw prowadzony jest tzw. Program Małej Retencji. Mała retencja polega m.in. na spiętrzaniu wody w korytach małych rzek, potoków, kanałów i rowów, w celu gromadzenia wody i uniemożliwienia jej szybkiego spływu powierzchniowego (www.malaretencja.pl).

W warunkach naturalnych zwierciadło wody podziemnej w dolinach rzecznych powiązane jest z poziomem wód powierzchniowych. Szczególnie dla głęboko wciętych dolin rzecznych skutkuje to stosunkowo dużą głębokością zalegania wód podziemnych. Hydroizobaty, jako izolinie głębokości zalegania zwierciadła wód podziemnych pod powierzchnia terenu, mogą przyjmować wartości zdecydowanie ponad 1 m. Z kolei objętość przestrzeni niezbędnej dla prawidłowego wzrostu drzew zależy od potrzeb rozwojowych określonego gatunku i dotyczy na ogół warstwy o głębokości 70-90 cm. Tylko niektóre drzewa wytwarzające korzenie palowe mogą sięgać do ponad 1,5 m głębokości w poszukiwaniu zasobów wód podziemnych (Suchocka, 2011). Oznacza to wprost wybitnie ograniczony lub nawet niemożliwy dostęp roślin do wody wolnej zgromadzonej w strefie saturacji (tzw. strefie zawodnienia – rys. 2). Flora korzysta więc wyłącznie z wody opadowej spływającej powierzchniowo (krótki czas do-

stępności), z retencji glebowej (zależnej głównie od zawartości humusu) oraz częściowo z wody infiltrującej poprzez strefę aeracji (tzw. strefa napowietrzenia – rys. 2). W przypadkach wystąpienia suszy, gdy brak jest opadów i następuje szybkie przesuszenie gleby, rośliny zamierają z braku wody.



Rysunek 2. Schemat hydrogeologiczny dostępności wody podziemnej dla roślin.
Figure 2. The hydrogeological scheme of groundwater aviability for plants.

W sytuacji przegrodzenia światła rzeki poprzez jaz piętrzący (rys. 1), poziom wód podziemnych zostaje lokalnie (w obszarze przyległym do rzeki) podniesiony poprzez naturalne nawiązanie zwierciadła wód podziemnych do poziomu wody w rzece, stanowiącej bazę drenażu wód w zlewni (Operacz i in., 2012). W wyniku tego zjawiska zmniejsza się miąższość strefy aeracji, a woda wolna zgromadzona w przestrzeniach gruntów budujących strefę saturacji znajduje się płycej pod powierzchnią terenu. Zwiększa się retencja wód podziemnych stanowiąca jedną z najważniejszych i najstabilniejszych form gromadzenia wody w środowisku, szczególnie istotną (obok retencji glebowej) dla szaty roślinnej (Chełmicki, 2002). Tym samym zwiększa się objętościowo ilość wód podziemnych pierwszego od powierzchni poziomu wodonośnego, który stanowi istotny zbiornik wody dostępnej dla roślin.

Szczególnie istotne jest rozpoznanie lokalnych warunków hydrogeologicznych, tak aby potencjalne piętrzenie wywołało zmiany oczekiwane i korzystne tj. zwiększenie zasobów wód podziemnych oraz ich dostępności dla wegetacji. Należy utrzymać dotychczasowy drenujący charakter cieku wodnego. Niedopuszczalne jest natomiast zaprojektowanie piętrzenia tak, aby wody podziemne powodowały podtapianie terenów przyległych. Jedynym wyjątkiem jest utrzymanie w należytym stanie obszarów podmokłych. Analiza ilościowa jednolitych części wód podziemnych w zakresie pierwszego przypowierzchniowego poziomu wodonośnego, reagującego na zmiany położenia zwierciadła wód rzecznych, wymaga ustalenia możliwie maksymalnego poziomu piętrzenia nie wywołującego podmakań i podtopień w obszarze przyległym. Jest to wysoce zależne od charakteru tych obszarów oraz ich morfologii. Z punktu widzenia jedynie ilościowego aspektu wód podziemnych wydaje się korzystne utrzymanie możliwie najwyższego poziomu wód powierzchniowych, tak aby zwierciadło wód podziemnych znajdowało się w strefie korzeniowej. Konieczna jest przy tym dokładna znajomość wymagań roślin zasiedlających przyległy teren.

Z punktu widzenia hydrogeologii każde zwiększenie objętości wód podziemnych zgromadzonych w ośrodku gruntowym jest korzystne i oczekiwane. W aspekcie gospodarki wodnej zwiększona retencja podziemna (często zbliżona do całkowitej zdolności retencyjnej zlewni), ma ogromne znaczenie w obiegu wody w systemie. Urządzenia piętrzące w korytach cieków znacząco wzbogacają zasoby retencji gruntowej. Ich wielkości w zasadniczym stopniu uzależnione są od stanu eksploatacji urządzeń, a w dalszej kolejności od kształtowania się naturalnych warunków hydrogeologicznych, glebowych i meteorologicznych. Zależnie od wielkości i terminu piętrzenia wody w dolinach rzecznych szacuje się przyrost efektywnej retencji gruntowej od około 20 do około 180 mm na glebach mineralnych i od około 60 do około 250 mm na glebach organicznych (Program Małej Retencji w woj. dolnośląskim, 2006).

WPŁYW NA STAN JAKOŚCIOWY WÓD PODZIEMNYCH

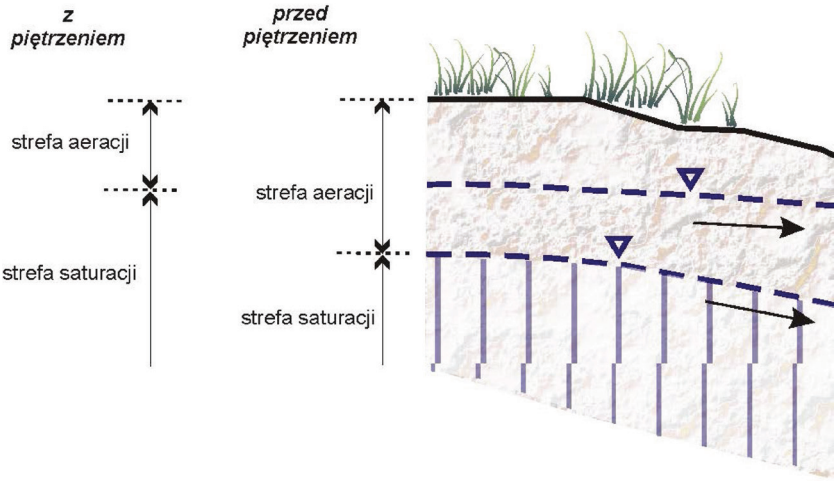
Dla utrzymania dobrego stanu chemicznego wód podziemnych lub też dla nie pogarszania jego złego stanu, konieczna jest całkowita eliminacja dostawy nowych substancji zanieczyszczających. Realizacja inwestycji hydroenergetycznych jest z zasady przedsięwzięciem bezemisyjnym. Prace budowlane prowadzone muszą być w sposób maksymalnie ograniczający ryzyko skażenia środowiska, wszelkie odpady należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami. Etap funkcjonowania MEW nie generuje zanieczyszczeń, ani do środowiska wodnego, ani do atmosfery.

Powyższe informacje, jakkolwiek bezdyskusyjnie prawdziwe, są jednak niekompletne. Odpowiedzialność za środowisko wymusza szersze spojrzenie.

Wody podziemne narażone są przecież na zanieczyszczenie substancjami emitowanymi z różnych źródeł konwencjonalnych infiltrującymi wraz z wodami opadowymi. Realizacja oraz funkcjonowanie przedsięwzięć hydroenergetycznych nie dostarcza do środowiska nowych substancji zanieczyszczających. Piętrzenie wody rzecznej zmienia jednak położenie zwierciadła wód podziemnych, a tym samym zmniejsza miąższość strefy aeracji, co może mieć wpływ na warunki migracji polutantów do wód podziemnych.

KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z PIĘTRZENIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Zwiększenie objętości wód podziemnych wskutek realizacji piętrzenia i podniesienia lokalnego zwierciadła wód podziemnych może stanowić sytuację korzystną. Zanieczyszczenia zostaną rozcieńczone w większej ilości wody i ich stężenia relatywnie się zmniejszą. Podniesienie zwierciadła wód powierzchniowych wymuszające zmiany w wodach podziemnych skutkować będzie również lokalnie spadkiem nachylenia zwierciadła (rys. 3). Tym samym gradient hydrauliczny się zmniejszy i wydłuży się czas filtracji wód w kierunku odbiornika, jaki stanowi rzeka, co generować będzie rozłożenie w czasie dostawy ewentualnych zanieczyszczeń do wód powierzchniowych. W przypadku, gdy wody podziemne będą miały dobrą jakość obserwowane będzie jedynie zwiększenie jej ilości w zbiorniku wód podziemnych oraz większy udział w zasilaniu cieków powierzchniowych wodą podziemną o wysokiej jakości. Sytuacja taka byłaby optymalna dla środowiska przyrodniczego.



Rysunek 3. Schemat hydrogeologiczny dostępności wody podziemnej dla roślin.
Figure 3. The hydrogeological scheme of groundwater aviability for plants.

RYZYKO ZWIĄZANE Z PIĘTRZENIEM WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Strefa aeracji wraz z warstwą glebową stanowią naturalną barierę chroniącą zbiorniki wód podziemnych. Zanieczyszczenia konserwatywne (nie ulegające opóźnieniu, ani procesom zmiany ich składu i stężeń) przenikają jako pierwsze do warstwy wodonośnej. W przypadku zanieczyszczeń niekonserwatywnych mogą one być zatrzymywane w glebie oraz przypowierzchniowej części strefy aeracji. Jest to bardzo dobre środowisko do intensywnego rozwoju procesów fizycznych, fizyko-chemicznych i biologicznych prowadzących do samooczyszczania się wód określanych wspólnym terminem Natural Attenuation (Karlikowska, Karpińska-Rzepa, 2008). Ewentualne polutanty imitowane na powierzchni mogą zostać zatrzymane w górnej warstwie strefy aeracji lub znacząco zmniejsza się ich stężenie wraz z głębokością infiltracji.

Duża miąższość strefy aeracji generuje stosunkowo długie czasy wymiany wód oraz opóźnia skażenie wód podziemnych przez substancje infiltrujące z powierzchni ziemi. Jest to również potencjalnie dłuższy czas dla ewentualnych procesów prowadzących do samooczyszczania się środowiska wodno-gruntowego. Tym samym zmniejszenie jej miąższości (w wyniku realizacji piętrzenia w wodach powierzchniowych) może w tym aspekcie okazać się dla środowiska niekorzystne. Analiza potencjalnego ryzyka związanego z dostawą zanieczyszczeń ze strony wód opadowych zasilających wody podziemne stanowić powinna podstawę do określenia wpływu piętrzenia na stan chemiczny JCWPd. Znaczące zmniejszenie miąższości strefy aeracji może okazać się niekorzystne, gdyż obniży naturalną odporność wód podziemnych na zanieczyszczenie. Istotny jest tu charakter ewentualnych substancji zanieczyszczających, ich prędkość migracji oraz podatność na procesy fizyko-chemiczne zachodzące w glebie. Realizacja budowli hydrotechnicznej w korycie cieku jest natomiast w zasadzie w omawianym aspekcie bez znaczenia, gdy nie ma ryzyka skażenia wód podziemnych ze strony zanieczyszczeń infiltrujących z wodami opadowymi. W takim przypadku miąższość strefy aeracji nie jest rozpatrywana jako ewentualna bariera chroniąca wody podziemne.

WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Realizacja inwestycji hydroenergetycznych z punktu widzenia zmian w środowisku wód podziemnych związana jest przede wszystkim z konsekwencjami realizacji budowli piętrzących w ciekach powierzchniowych. Krajowe oraz unijne uregulowania prawne wprowadzają obowiązek oceny wpływu inwestycji również w aspekcie celów środowiskowych ustalonych dla jednolitych części wód podziemnych JCWPd znajdujących się w zasięgu wpływu przedsię-

wzięcia. Nadrzędnym celem jest utrzymanie lub doprowadzenie wód podziemnych do dobrego stanu, czyli takiego, gdzie wody podziemne są w dobrej jakości i w dostatecznej ilości.

Przeprowadzona powyżej analiza pozwala na stwierdzenie, że w typowych układach hydrodynamicznych dla rzek drenujących realizacja piętrzenia wód powierzchniowych skutkuje zwiększeniem ilości wód podziemnych w obszarze przyległym wymuszonym poprzez nawiązanie położenia zwierciadła wód podziemnych do zwierciadła wód w cieku. Zwiększa to retencję podziemną, zapobiega stepowieniu terenu, jest korzystne dla wegetacji roślin. Konieczne jest równoczesne zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony budynków oraz siedlisk innych, niż bagienne przed podmakaniem.

W aspekcie stanu chemicznego JCWPd zwiększenie miąższości strefy saturacji jest korzystne dla rozcieńczania ewentualnych skażeń znajdujących się w zbiorniku wód podziemnych. W sytuacji ciągłej dostawy polutantów z powierzchni ziemi zmniejsza to jednak możliwości samooczyszczania się środowiska poprzez zmniejszenie miąższości strefy aeracji jako bariery ochronnej. W przypadku, gdy nie istnieje ryzyko infiltracji zanieczyszczonych wód opadowych, zmiana miąższości strefy aeracji pozostaje praktycznie bez wpływu na jakość wód podziemnych.

Inwestycje hydroenergetyczne mają charakter bezemisyjny i proekologiczny, nie korzystają w sposób bezzwrotny z wód powierzchniowych, ani też wód podziemnych. W odniesieniu do wprowadzanych zmian w środowisku wodno-gruntowym, w przewadze są to oddziaływania korzystne i pozytywne. Należy jednak przeprowadzić pełną analizę, również w aspekcie ewentualnego obniżenia naturalnej zdolności środowiska do samooczyszczania.

LITERATURA

Borecki T., Pierzgalski E., Żelazo J. (2004) *Woda jako strategiczny czynnik rozwoju obszarów niezurbanizowanych.* Gospodarka Wodna nr 6, s. 221-227.

Chełmicki W. (2002) *Woda. Zasoby, degradacja, ochrona*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.

Karlikowska J., Karpińska-Rzepa A. (2008) *Soil and unsaturated zone as a store of the contaminants and protective barrier for groundwater.* Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie „Chemia i Ochrona Środowiska", t. 12, s. 163-173.

Operacz A., Operacz T., Tomalik J. (2012) *Wpływ realizacji małych elektrowni wodnych na warunki hydrogeologiczne*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2010, s. 55-61.

Pociask-Karteczka J. [red.] (2003) *Zlewnia. Właściwości i procesy.* Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej. Kraków.

Program Małej Retencji w woj. dolnośląskim, 2006. Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Wrocławiu.

Suchocka M. (2011) *Wpływ zmiany warunków siedliskowych na stan drzewostanu na terenach inwestycji.* Człowiek i Środowisko 35 (t. 2), s. 73-91.

Syposz-Łuczak B. (2010) *Gospodarowanie wodami powierzchniowymi i podziemnymi w Polsce*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1–2/2010, s. 151-160.

Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2008 r. Nr 199 poz. 1227 z późn. zm.).

Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (t.j. Dz. U. z 2001 Nr 115, poz. 1229 z późn. zm.).

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie określania rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. z 2010 r. Nr 213, poz. 1397).

Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60/WE (RDW) z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
http://www.malaretencja.pl (*Program Mała Retencja*, 14.03.2016).

dr inż. Agnieszka Operacz
dr inż. Tomasz Kotowski
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
31-120 Kraków, Al. Mickiewicza 21
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej
e-mail: a.operacz@ur.krakow.pl
e-mail: kotowski.tomasz@gmail.com

Wpłynęło: 21.04.2016
Akceptowano do druku: 30.05.2016