

ZBIGNIEW W. KUNDZEWICZ, MACIEJ ZALEWSKI,
ANDRZEJ KĘDZIORA, EDWARD PIERZGALSKI

Zagrożenia związane z wodą

Trzy kategorie zagrożeń – Spojrzenie globalne

Dostępność wody jest warunkiem podtrzymania życia. W tym sensie wody nie da się zastąpić, a możliwości zmniejszenia jej użycia są ograniczone. Woda potrzebna jest, i to w znacznych ilościach, praktycznie w każdej ludzkiej działalności, w tym, rzecz jasna, produkcyjnej.

Od ilości i jakości zasobów wodnych zależy m.in.:

- zdrowie (poprzez dostęp do czystej wody);
- bezpieczeństwo ludności (na obszarach zagrożonych powodzią);
- rozwój gospodarczy, w tym poziom produkcji roślinnej i zwierzęcej;
- stan środowiska przyrodniczego i jego rozwój;
- rozwój sektorów pozaprodukcyjnych (rekreacja, turystyka).

Zagrożenia związane z wodą można podzielić na trzy kategorie: wody mamy czasem za dużo, czasem zbyt mało, a czasem jest ona w znacznym stopniu zanieczyszczona.

W perspektywie globalnej zasadniczym i ciągle zaostrzającym się problemem jest chroniczny brak wody w krajach strefy klimatu suchego i półsuchego.

Wody nie przybywa, a populacja światowa dynamicznie rośnie (w tempie ok. 80 mln ludzi rocznie) i zapewne w roku 2010 przekroczy 7 mld. Pobory wody potroiły się w ciągu ostatnich 50 lat, a więc wzrosły silniej niż liczba ludności. Wynika to z rosnących aspiracji do wyższego poziomu życia, w tym – większego spożycia mięsa, do którego produkcji potrzeba znacznie więcej wody niż do produkcji roślinnej.

Jednym z celów millenniumowych, podjętych w roku 2000 pod auspicjami ONZ, jest ograniczenie do połowy (w perspektywie roku 2015) globalnej liczby ludzi bez dostępu do wody pitnej odpowiedniej jakości. Ciągle jednak 884 mln ludzi (WWAP, 2009), głównie w krajach Trzeciego Świata, nie ma dostępu do bezpiecznej wody pitnej.

Rolnictwo i gospodarka żywnościowa są, w skali światowej, największym użytkownikiem wody, potrzebnej do produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz do przetwórstwa żyw-

Prof. dr hab. Zbigniew W. Kundzewicz, członek korespondent PAN, Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań; prof. dr hab. Maciej Zalewski, Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN – UNESCO, Łódź; prof. dr hab. Andrzej Kędziora, Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań; prof. dr hab. Edward Pierzgalski, Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska, SGGW, Warszawa

ności. Wzrost liczby ludności oznacza wzrost potrzebnych ilości wody do nawodnień upraw. Nawadniane rolnictwo, umożliwiające wyższą wydajność w porównaniu z rolnictwem zasilanym tylko opadami atmosferycznymi, jest największym konsumentem wody w skali świata. Zajmując 20% światowego arealu upraw (w Polsce – tylko 0,43% krajowych gruntów rolnych), nawadniane rolnictwo zapewnia 40% światowych plonów. Nawodnienia rolnicze są odpowiedzialne za 70% światowych poborów wody, ale w niektórych krajach wartość ta przekracza 90%. Około 2% całej wody użytej do nawodnień służy do produkcji biopaliw (WWAP, 2009).

Pomimo podejmowania procedur adaptacyjnych, zachodzące zmiany w gospodarce wodnej zmierzają globalnie w kierunku wzrostu deficytów wodnych. W 1950 roku w grupie krajów o najniższych zasobach wodnych (do 500 m³/osobę/rok) znajdowały się 2 państwa, a w 2000 roku – aż 13; w grupie państw o chronicznym braku wody (501-1000 m³/osobę/rok) w 1950 roku były 3 państwa, a w 2000 roku 7, podczas gdy do grupy państw poddanych stresowi wodnemu (1001-1700 m³/osobę/rok) w 1950 roku zaliczyć można było 5 państw, a w 2000 roku aż 15 (Kowalczak 2007, 2008). W skali Europy największe zagrożenia deficytem wodnym występują w strefie Morza Śródziemnego.

Ekstremalne zjawiska hydrologiczne – susze i powodzie – stały się częstsze i bardziej niszczące w wielu regionach świata. Przeciętne roczne materialne straty powodziowe wzrosły globalnie do dziesiątek miliardów dol. Powodzie zabijają co roku tysiące ofiar w krajach rozwijających się w Azji (szczególnie w Bangladeszu, Chinach i Indiach) i w Południowej Ameryce. W Bangladeszu podczas powodzi w 1998 prawie 70% kraju znalazło się pod wodą. Najwyższe straty materialne spowodowane przez powodzie rzeczne, rzędu 30 miliardów dol., zanotowano w Chinach w roku 1998. W Europie szczególnie dotkliwe straty powodziowe, przekraczające 20 mld euro, wystąpiły w roku 2002, kiedy powódź zdewastowała ogromne obszary w Czechach, Niemczech i Austrii.

Powodzie są wywoływane przez szereg mechanizmów (intensywne i/lub długotrwałe opady deszczu, topnienie śniegu, zjawiska lodowe). Istnieje wiele czynników zmian ryzyka powodzi na świecie – antropopresja, w tym: wzrost zaludnienia i wkraczanie człowieka na tereny zagrożone, a w efekcie – wzrost potencjału strat, urbanizacja prowadząca do znacznych zmian własności zlewni (spadek retencji wodnej; wzrost współczynnika odpływu; spadek przepuszczalności powierzchni); i zmiany klimatyczne (opadu, temperatury, poziomu morza).

Rosną opady intensywne (por. Kundzewicz, Juda-Rezler, 2010), ale rośnie także liczba dni bez opadów – zanotowano wzrost zakresu występowania susz, które stały się częstsze, bardziej intensywne i dłuższe. Dai i in. (2004) pokazali, że globalna powierzchnia obszarów bardzo suchych wzrosła ponad dwukrotnie od lat 70. XX w. W ostatnich latach zanotowano szereg wystąpień wielkoobszarowych susz, kiedy opad był znacznie

niższy od wartości średniej, a dodatkowo występowały fale upałów, które powodowały silny wzrost parowania. Ocenia się, że w roku 1998 susza w USA spowodowała straty na poziomie ponad 10 mld dol. w sektorze rolnictwa, a w sierpniu 2003 susza w Europie spowodowała straty przekraczające 18 mld dol.

Według projekcji klimatycznych, w przyszłości należy się spodziewać wydłużenia okresów suchych (bez opadów lub z opadami znacznie poniżej wartości średnich), a także wydłużenia okresów suchych i jednocześnie gorących, co z uwagi na spotęgowane parowanie jeszcze bardziej przyspieszy wystąpienie stresu wodnego. Spodziewać się także możemy, że w przyszłości deficyty wodne występować będą na znacznie większych obszarach i będą bardziej intensywne. Globalna powierzchnia terenów objętych silną suszą może ulec znacznemu zwiększeniu: 10-30-krotnie do końca wieku (Kundzewicz i in. 2007). Kurczenie się lodowców i pokrywy śnieżnej spowoduje pogłębienie się problemów w zaopatrzeniu w wodę mieszkańców wielkich obszarów i spadek produkcji energii wodnej w krajach rozwijających się Ameryki Południowej i Azji, gdzie woda w rzece pochodzi z topniejących śniegów i lodów.

Ważnymi efektami kumulacyjnymi antropopresji są zanieczyszczenia wód, dzielone ze względu na sposób ich powstawania na: punktowe – ścieki bytowe i zanieczyszczenia przemysłowe, obszarowe – wody spływające do rzek i jezior z krajobrazu rolniczego, oraz liniowe, pochodzące z systemów komunikacyjnych. Dodatkowo substancje biogenne i zanieczyszczenia chemiczne dostają się do wód z opadem atmosferycznym (np. „kwaśny deszcz”).

Woda była dla człowieka wygodnym odbiornikiem odpadów – stałych i płynnych. Kiedy ludzi było znacznie mniej niż teraz, ścieki trafiające do rzeki rynsztokami ulegały rozcieńczeniu i samooczyszczeniu przez zdrową rzekę, która w pewnej odległości w dół swego biegu od miejsca zanieczyszczenia odzyskiwała właściwą jakość. Teraz to niemożliwe.

Codziennie dokonuje się na świecie syntezy wielu nowych związków chemicznych, które trafiają do cyklu obiegu wody w przyrodzie i mogą niekorzystnie oddziaływać na biosferę, w tym – na zdrowie człowieka. Niektóre zanieczyszczenia posiadają zdolność bioakumulacji w łańcuchach pokarmowych, np. stężenie DDT w wodzie jest rzędu 0,000002 ppm, podczas gdy w osadach rośnie do 0,014 ppm, w tkankach ryb do 3-6 ppm, a w tkankach ptaków do 99 ppm. Zanieczyszczenia wtórne, generowane przez duże ładunki związków biogennych – azotu i fosforu, powodują występowanie toksycznych i kancerogennych zakwitów sinicowych w zbiornikach zaporowych i jeziorach (Mankiewicz-Boczek i in. 2009).

Problemy wodne w Polsce

W Polsce występują wszystkie trzy kategorie zagrożeń związanych z wodą. Problemy z niszczącym nadmiarem wody zdarzają się czasem, problemy związane z niedoborem

wody często, a z niedostateczną jakością – powszechnie (Kundzewicz 2000), mimo że w ciągu ostatnich dwóch dziesięcioleci jakość wód w Polsce uległa wyraźnej poprawie.

Polska ma stosunkowo niewielkie zasoby wodne w porównaniu z innymi krajami Europy. Mnożąc roczny średni opad atmosferyczny na obszar kraju (np. 640,3 mm w roku 2008) przez powierzchnię Polski (tzn. 312 000 km²), otrzymujemy kubaturę 199,7 km³ wody. W latach suchych opad jest jednak znacznie mniejszy.

Najpowszechniej stosowanym porównawczym wskaźnikiem zasobów wód powierzchniowych jest ilość wody przypadająca na jednego mieszkańca obliczana jako stosunek średniego rocznego odpływu rzeczno do liczby mieszkańców. Wskaźnik ten wynosi w Polsce ok. 1600 m³/osobę/rok, a więc niemal trzykrotnie mniej niż średnia europejska (4560 m³/osobę/rok), plasując Polskę na jednym z ostatnich miejsc w Europie. Jednak jeśli przyjmiemy wskaźnik eksploatacji wód (WEI – *water exploitation index*) określający stosunek ilości pobieranej wody do całkowitych zasobów wodnych, Polska plasuje się tylko nieco poniżej średniej europejskiej. Pobór wód powierzchniowych i podziemnych w Polsce w 2008 roku wyniósł 10,8 km³. W warunkach średnich wody wystarcza. Problemem gospodarki wodnej w Polsce jest jednak duża czasowa i przestrzenna zmienność opadów oraz ekstremalne zjawiska hydrologiczne. Okresom z ujemnym bilansem klimatycznym, czyli suszom atmosferycznym (gdzie parowanie terenowe przewyższa opady), towarzyszy susza hydrologiczna, w czasie której przepływy w ciekach zmniejszają się, a nawet zanikają. Maleje ilość wody w jeziorach i zbiornikach wodnych, wysychają wierzchnie warstwy gleby i obniża się zwierciadło wody gruntowej. Brak możliwości poboru wody przez korzenie roślin jest główną przyczyną klęsk nieurodzaju w rolnictwie (zob. Pierzgalski, Jeznach, 2006).

Podczas długotrwałej i rozległej suszy w 1992 r. zanotowano w Polsce znaczny spadek produkcji rolnej i liczne pożary lasów, pokrywające dużą powierzchnię (m.in. Puszcza Notecka, Puszcza Raciborska). Susze o mniejszym natężeniu wystąpiły w kraju także w latach 2003, 2006 i 2008. Sześciotygodniowy okres bez opadów w lecie 2006 (od połowy czerwca do końca lipca) spowodował znaczne straty w produkcji rolniczej. W efekcie, wg danych GUS, plon pszenicy w roku 2006 wyniósł 32,4 dt/ha (wobec 39,5 w 2005 i 39,4 w 2007), żyta 19,9 dt/ha (wobec 24,1 w 2005 i 23,7 w 2007), kukurydzy 41,6 dt/ha (wobec 57,3 w 2006 i 65,7 w 2007), a ziemniaków 150 dt/ha (wobec 176 w 2005 i 207 w 2007).

Szczególnie na Niżu Polskim rolnictwo cierpi z powodu coraz częstszych i ostrzejszych susz. Pogarszanie się struktury gleby w wyniku utraty materii organicznej i używania ciężkiego sprzętu powodującego zagęszczenie podornych warstw gleby prowadzi do zmniejszenia zdolności retencyjnej gleby. Jednocześnie uproszczenie struktury krajobrazu (likwidacja elementów nieproduktywnych (zakrzaczeń, zadrzewień, miedz, pasm łąk i rowów) przyspiesza spływ powierzchniowy i skraca czas przebywania wód opadowych i roztopowych w krajobrazie rolniczym (Ryszkowski i in. 2003).

Katastrofalna powódź w Polsce w lipcu 1997 roku spowodowała 55 ofiar śmiertelnych i straty materialne w wysokości szacowanej obecnie na 12,8 mld zł. Dramatyczne powodzie nawiedziły Polskę także w lipcu 1998 i 2001 oraz w maju, czerwcu i sierpniu 2010. Konsekwencje powodzi 2010 roku jeszcze są szacowane, ale liczba ofiar w ludziach przekracza 20, a straty materialne ponad 10 mld zł.

Powodzie powodują duże szkody w rolnictwie. W 1997 roku zalanych zostało ponad 500 tys. ha gruntów ornych i użytków zielonych, a w 2001 roku ok. 400 tys. ha. Rekordowa pod tym względem była powódź w 1980 roku, kiedy zalaniu uległo ok. 1,75 mln ha powierzchni upraw. Coraz groźniejsze są w Polsce powodzie miejskie (gdy niemożliwe staje się odprowadzenie wielkich ilości wód opadowych z terenów zurbanizowanych), które spowodowały duże straty w ostatnich latach. W roku 2010 w następstwie obfitych opadów wystąpiły osuwiska gruntu i lawiny błotne.

Wysokie zanieczyszczenie wód stanowi, obok powodzi i suszy, najpoważniejszy problem gospodarki wodnej i ochrony środowiska w Polsce, mimo że w ostatnich kilkunastu latach jakość wód w Polsce ulega systematycznej poprawie. Po roku 1990 zbudowano (lub zakończono budowę) tysiące oczyszczalni ścieków, wskutek czego trend wzrostu zanieczyszczenia głównych rzek polskich rzek został zatrzymany. Nastąpiła poprawa wielu wskaźników; biologicznego zapotrzebowania tlenowego i tlenu rozpuszczonego, fosforu i azotu amonowego. Zmniejszyła się zawartość metali ciężkich. Długość odcinków rzek zaliczanych do pozaklasowych zmniejszyła się radykalnie, silniej pod względem fizyko-chemicznych, nieco mniej silnie pod względem bakteriologicznym. Pozytywnie należy ocenić tendencję zmniejszania się ogólnej ilości ścieków przemysłowych i komunalnych oraz ilości ścieków nieoczyszczanych odprowadzanych do wód powierzchniowych, choć nadal zdecydowana większość ścieków przemysłowych jest oczyszczana tylko mechanicznie lub chemicznie, bez fazy biologicznej. Według danych GUS, w latach 1980-1985 do wód lub gruntu trafiało ponad 2000 hm³ ścieków nieoczyszczonych, podczas gdy w roku 2008 ta wielkość zmniejszyła się 12,5-krotnie – do 159,6 hm³. Jednak jakość wód jest nadal niezadowalająca. W 2008 roku w dorzeczu Wisły dobry stan wód stwierdzono jedynie w 223 jednolitych częściach rzek (na 2618), a w dorzeczu Odry w 67 jednolitych częściach rzek (na 1673).

Problemy zaspokojenia potrzeb wodnych rolnictwa mogą pogłębiać się. W wyniku postępujących zmian klimatu (Kundzewicz, Juda-Rezler, 2010) mogą nastąpić istotne zmiany w strukturze bilansu wodnego obszarów rolnych. Mimo lokalnego wzrostu opadów w skali rocznej powiększy się deficyt wody z dwóch powodów:

- duży wzrost temperatury powietrza spowoduje silny wzrost ewapotranspiracji w okresie zimowym, więc retencja glebowa w tym okresie nie zostanie odbudowana;
- nawet przy ewentualnym niewielkim wzroście opadów średnich w okresie letnim (projekcje obarczone są znaczną niepewnością) silny wzrost ewapotranspiracji spo-

woduje wzrost potrzeb wodnych w rolnictwie (Ryszkowski, Kędziora 1993, Kędziora 1993).

Rosną opady intensywne, a maleje stosunek opadów letnich do zimowych (Kędziora, Olejnik 2002). Rośnie prędkość wiatru i niedosyt wilgotności powietrza, a więc elementy kreujące zdolność ewaporacyjną powietrza, czyli zdolność atmosfery do absorbowania pary wodnej. Wzrost salda promieniowania i zdolności ewaporacyjnej powietrza prowadzi do silnego wzrostu parowania. W ciągu 11 lat (1996-2006) parowanie z wolnej powierzchni wodnej badanego jeziora w Wielkopolsce wzrosło z 600 do 1000 mm. Ten przykład obrazuje trudności, na jakie napotka gospodarka wodna w kraju przy dalszym ociepleniu klimatu.

Coraz wyraźniejszy od około 20 lat jest spadek zwierciadła wód gruntowych, a także zanikanie oczek wodnych, okresowe zanikanie mniejszych cieków wodnych (Borecki i in., 2004). Obok przyczyn klimatycznych, za ten stan rzeczy odpowiedzialne są: systemy odwadniające na obszarach rolniczych i leśnych, regulacje rzek ukierunkowane na poprawę przepustowości, kopalnie odkrywkowe, ujęcia wód, infrastruktura komunikacyjna itp. Oprócz pozytywnych efektów gospodarczych tych przedsięwzięć po pewnym okresie coraz bardziej widoczne były ich negatywne skutki w postaci:

- przyspieszenia obiegu wody i związków chemicznych;
- zmniejszania retencyjności zlewni i zasobów wodnych;
- degradacji gleb organicznych;
- zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych;
- zniszczeń składników biotycznych środowiska przyrodniczego.

Niewątpliwie przyczyn kształtowania się tych negatywnych zjawisk należy upatrywać w zarządzaniu systemami wodnymi, zaniedbaniach eksploatacyjnych i degradacji infrastruktury wodnej.

Przeciwdziałania zagrożeniom związanym z wodą

Tradycyjnie systemy wodno-gospodarcze projektuje się i eksploatuje, przyjmując założenie stacjonarności, polegające na tym, że procesy naturalne (opady i przepływy rzeczne) podlegają losowym fluktuacjom, które w sensie statystycznym nie zmieniają się w czasie. Jednak wygodne założenie stacjonarności procesu przepływu rzecznoego nie jest usprawiedliwione (w zasadzie nigdy nie było). Od tysiącleci człowiek wprowadzał bowiem zmiany w zlewniach rzecznych i w samych rzekach. Rozwijał infrastrukturę wodną, budował tamy i zapory, obwałowania, modyfikował koryta rzek, prowadził odwadnianie i nawadnianie, wreszcie zmieniał użytkowanie i pokrycie powierzchni terenu. Projekcje przewidują pojawienie się jeszcze większych zmian w przyszłości (Milly i in. 2008). Powodzie uznane za „stuletnie” mogą zdarzać się znacznie częściej – nawet co kilka lat.

Środki techniczne (obwałowania, zbiorniki) są niewątpliwie podstawą ochrony przed powodzią. Jednak nie zapewniają całkowitego bezpieczeństwa, gdyż ryzyka nie da się zmniejszyć do zera. Zabezpieczenia projektowane są na określoną amplitudę (np. na wodę 100-letnią), a więc nie wystarczą, jeśli pojawi się wyższy stan wód. Niezbędne jest poszukiwanie możliwości zmniejszenia zagrożenia powodziowego. Ponieważ powodzie są generowane w zlewniach rzek, właśnie tam winny być skoncentrowane działania. Potrzebne jest zastosowanie powiązanych działań technicznych, ekonomicznych i administracyjnych, obejmujących racjonalne planowanie przestrzenne, w tym adekwatne do zagrożeń zagospodarowanie dolin rzecznych, zwiększanie możliwości retencyjnych zlewni oraz sposoby ograniczania spływów powierzchniowych (Pierzgalski, Żelazo, 2008). Zabezpieczając się przed powodzią, możemy położyć nacisk na wzmacnianie zabezpieczeń strukturalnych, przyzwyczajenie się do „życia z powodzią” bądź trwałe opuszczenie terenów zagrożonych. Dyrektywa powodziowa Unii Europejskiej wymaga „zarządzania ryzykiem” (*risk management*).

Kłopoty związane z brakiem wody będą w Polsce narastać, o ile (rosnące) opady zimowe nie zostaną zmagazynowane w krajobrazie i w systemie nowoczesnych wielofunkcyjnych zbiorników retencyjnych. Zbiorniki takie, konstruowane zgodnie z zasadami ekohydrologii (Zalewski 2006a), zapewnią nie tylko „czystą” hydroenergię, ale także wpłyną korzystnie na bioróżnorodność (por. Kędziora, Karg 2010) poprzez kształtowanie zróżnicowanych siedlisk i utrzymanie możliwości migracji ryb, a dzięki ukształtowaniu czaszy i regulacji hydrodynamiki przyczynią się do poprawy jakości wody.

W naszym klimacie o stabilności plonów i ich jakości decydują w znacznym stopniu warunki wodne. Systemy regulacji stosunków wodnych w znacznym stopniu łagodzą niekorzystne zjawiska pogodowe, ale urządzenia melioracyjne, hydrotechniczne i przeciwpowodziowe ulegają systematycznej dekapitalizacji. Braki w tym zakresie sprawiają, że częściej usuwa się skutki zjawisk ekstremalnych, niż podejmuje działania prewencyjne.

Obecnie ładunek zanieczyszczeń produkowanych przez ludzi jest na tyle duży, że samooczyszczenie rzek jest niemożliwe. Dodatkowo regulacja rzek, ich zamiana w wyprostowane kanały, a także odcięcie dolin rzecznych od teras zalewowych przez wąskie obwałowania drastycznie zredukowała ich strukturę biologiczną, która obok procesów fizycznych i mikrobiologicznych jest podstawą efektywnego i szybkiego samooczyszczania (Zalewski 2006b, Zalewski 2008). Stąd strategia poprawy jakości wód w rzekach, jeziorach i Bałtyku powinna uwzględniać dwa elementy: dbałość o to, by ograniczyć strumień zanieczyszczeń wprowadzanych do wód oraz usiłowanie odtworzenia i wzmocnienia potencjału samooczyszczania strumieni, rzek i zbiorników zaporowych (Zalewski 2002, Zalewski, Wagner-Lotkowska 2004).

Ponieważ problemy wodne zwykle obejmują znaczne obszary dorzecza, należy szukać rozwiązań systemowych dla całej zlewni, a nie tylko dla samych rzek. Podstawą

dla tego typu rozwiązań jest usystematyzowanie wiedzy z różnych dyscyplin, np. w myśl zasady ekohydrologii (Zalewski i in. 1997) umożliwiającej zwiększenie zdolności ekosystemów do elastycznego reagowania na stres antropogeniczny oraz restytucję bioróżnorodności i wzrost pożytków ekologicznych. Podstawą ekohydrologii jest „podwójna regulacja”. Procesy hydrologiczne są regulowane przez kształtowanie struktury biologicznej krajobrazu, dolin rzecznych i ekosystemów wodnych, a procesy biologiczne, np. denitryfikacja redukująca ilość azotu dopływającego do rzek i Bałtyku, zależą od poziomu wód gruntowych i hydrodynamiki zbiornika zaporowego (Bednarek, Zalewski 2005).

Podejście systemowe umożliwi eliminację zagrożeń i maksymalizuje szanse na zrównoważony rozwój. Na przykład, kaskada zbiorników małej retencji odtworzona w miejscach młynów może być wykorzystana do produkcji energii elektrycznej, a obszary ekotonowe wzdłuż rzek chroniące przed spływem fosforu i azotu z pól oraz zadrzewienia śródpolne ograniczające parowanie mogą być źródłem biomasy/bioenergii. Obydwa rozwiązania przyczyniają się do wzrostu retencji wody w krajobrazie, restytucji bioróżnorodności, poprawy produktywności gleb, a także potencjału rekreacyjno-turystycznego.

Potrzebne jest opracowanie zintegrowanej strategii gospodarowania wodą wykorzystującej środki techniczne oraz naturalne możliwości środowiska przyrodniczego. Integracja obejmuje również współpracę z sektorami planowania przestrzennego, ochrony przyrody itd. W Polsce odczuwa się dotkliwy brak harmonizacji przepisów powstających w różnych resortach.

Strategia gospodarowania wodą na obszarach rolniczych wymaga podjęcia działań, które mogą zwiększyć ilość wody w krajobrazie, wydłużyć czas jej przebywania i zwiększyć efektywność jej wykorzystania poprzez: wzrost małej retencji (odbudowę zniszczonych małych zbiorników wodnych i poprawę struktury gleby), zwiększenie zawartości materii organicznej w glebach dla zwiększenia ich zdolności retencyjnych, odpowiednie kształtowanie szaty roślinnej prowadzące do zwiększenia infiltracji, a zmniejszenia spływu powierzchniowego i parowania potencjalnego, oraz wyhodowanie bardziej wodoszczędnych odmian roślin uprawnych.

Potrzeba modernizacji istniejącej i starzejącej się pod względem technicznym infrastruktury wodnej oraz budowy nowej infrastruktury wymagają opracowania kilkudziesięcioletniego programu działań. Potrzeba przyjęcia priorytetów w gospodarowaniu wodą w Polsce, przyjęcia hierarchii rozwiązywania problemów, wyasygnowania znacznych środków oraz wprowadzenia zmian w zagospodarowaniu przestrzennym kraju. Powodzie roku 2010 wymuszą społeczną dyskusję na temat gospodarowania wodą w naszym kraju.

Ramowa Dyrektywa Wodna Unii Europejskiej (por. Hattermann, Kundzewicz, 2010) stanowi, że do końca roku 2015 wszystkie wody w Unii Europejskiej powinny być czyste. Osiągnięcie tego ambitnego celu w tak krótkim czasie jest jednak zagrożone.

Literatura

- Bednarek A., Zalewski M. (2007) *Management of lowland reservoir littoral zone for enhancement of nitrogen removal via denitrification*. [W:] „Wetlands: Monitoring, Modelling and Management” (red. Okruszko, T. i in.) Balkema Publishers, s. 293-299.
- Borecki T., Pierzgalski E., Żelazo J. (2004) *Woda jako strategiczny czynnik rozwoju obszarów niezurbanizowanych*. „Gospodarka Wodna” nr 6, s. 221-227.
- Dai A., Trenberth K. E., Qian T. (2004) *A global data set of Palmer Drought Severity Index for 1870-2002: Relationship with soil moisture and effects of surface warming*. „J. Hydrometeorol.” 5: 1117-1130.
- Hattermann, F.F., Kundzewicz, Z.W. (red.) (2010) *Water Framework Directive: Model supported Implementation. A Water Manager's Guide*. IWA Publishing, London.
- Kędziora A., Karg J. (2010) *Zagrożenia i ochrona różnorodności biologicznej*. „Nauka”, nr 4, s. 107-114.
- Kędziora A., Olejnik J. (2002) *Water balance in agricultural landscape and options for its management by change in plant cover structure of landscape*. [W:] *Landscape ecology in agroecosystems management*. (red. L. Ryszkowski). CRC Press. Boca Raton: 57-110.
- Kowalczak, P. (2007) *Konflikty o wodę*. Wydawnictwo Kurpisz S.A. Poznań.
- Kowalczak P. (2008) *Zagrożenia związane z deficytem wody*. Wydawnictwo Kurpisz S.A. Poznań
- Kundzewicz Z.W. (2000) *Gdyby mała wody miarka – Zasoby wodne dla trwałego rozwoju*, PWN Warszawa.
- Kundzewicz Z. W., Juda-Rezler K. (2010) *Zagrożenia związane ze zmianami klimatu*, „Nauka”, nr 4, s. 69-76.
- Kundzewicz Z.W., Mata L. J., Arnell N., Döll P., Kabat P., Jiménez B., Miller K., Oki T., Sen Z., Shiklomanov I. 2007. *Freshwater resources and their management*. [W:] *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (red.: Parry M. L. i in.) Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mankiewicz-Boczek J., Gaęła I., Kokociński M., Jurczak, T., Stefaniak K. (2009) *Perennial toxic Planktothrix agardhii bloom in selected lakes of Western Poland*. „Environmental Toxicology” Aug 5, DOI: 10.1002/tox.20524.
- Milly P.C.D., Betancourt J., Falkenmark M., Hirsch R.M., Kundzewicz, Z.W., Lettenmaier D.P., Stouffer R.J. (2008) *Stationarity is dead: whither water management?* „Science”, 319, s. 573-574.
- Pierzgalski, E., Jeznach, J. (2006) *Measures for soil water control in Poland*. „Journal of Water and Land Development” s. 79-89.
- Pierzgalski, E., Żelazo, J. (2008) *Uwarunkowania i kierunki ochrony przed powodzią*. „Wiad. Mel. i Łąkarskie” 1: 15-20.
- Ryszkowski L., Bałazy S., Kędziora A. (2003) *Kształtowanie i ochrona zasobów wodnych na obszarach wiejskich*. Zakł. Bad. Środ. Roln. i Leśn. PAN, Poznań.
- Ryszkowski L., Kędziora A. (1993). *Rolnictwo a efekt szklarniowy*. „Kosmos”, 1993, 42 (1), s. 123-149.
- Zalewski M., Janauer G.S., Jolankai G. (red.) (1997) *Ecohydrology – A new Paradigm for the Sustainable Use of Aquatic Resources*. International Hydrological Programme UNESCO. UNESCO IHP-V Technical Document in Hydrology No 7, Paris.
- Zalewski M., Wagner-Lotkowska I. (red.) (2004) *Integrated Watershed Management – Ecohydrology and Phytotechnology-Manual*. UNESCO IHP, UNEP IETC.

http://www.unep.or.jp/ietc/publications/freshwater/watershed_manual/

Zalewski M. (red.) (2002) *Guidelines for the Integrated Management of the Watershed – Phytotechnology and Ecohydrology*. United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics. International Environmental Technology Centre. Freshwater Management Series No. 5.

<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Freshwater/FMS5/index.asp>

Zalewski M. (2006a) *Możliwości wykorzystania ekohydrologii do osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego rzek na przykładzie planowanego zbiornika Nieszawa*. „Gospodarka Wodna” 10: s. 379-381.

Zalewski M. (2006b) *Ecohydrology – an interdisciplinary tool for integrated protection and management of water bodies*. Large Rivers Vol. 16, Nr 4, Hydrobiol. Suppl. 158/4. s. 613-622.

Zalewski M. (red.) (2008) *Perspektywy zrównoważonego rozwoju regionu łódzkiego: szanse i zagrożenia LORIS Wizja. Regionalny foresight technologiczny*. Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi.

WWAP (World Water Assessment Programme) (2009) *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. Paris: UNESCO i London: Earthscan.

Water-related threats

Principal threats to water resources, in the quantity and quality context, are discussed, in global and national scale. Methods to mitigate water-related threats are reviewed, with particular reference to Polish conditions, where problems with destructive abundance of water occur sometimes (e.g. floods in 2010), water deficits – more frequently, and pollution – nearly ubiquitously.

Key words: water resources, water management, global change, anthropopressure