

*Antropogeniczne  
przekształcenie systemów wodnych skutkiem  
obniżenia lustra wód  
powierzchniowych i gruntowych*

*Stanisław Linert*

*Włocławek; marzec 2013*

## 1. Wstęp

Jednym z najistotniejszych problemów jest przekształcanie antropogeniczne środowiska biotycznego i abiotycznego. Stąd tak ważnym jest znaczenie zwrotu „bezpieczeństwo ekologiczne” – zwrotu tego używamy przede wszystkim w odniesieniu do ludzi, w następnej kolejności do zwierząt a dopiero później do środowiska. Zawsze na pierwszym planie stawiane są sprawy związane z bytem człowieka, jego zdrowiem, zaspokojeniem potrzeb materialnych, jak również duchowych i równocześnie bezpieczny dla życia oraz zdrowia.

Stosowanie zwrotu *bezpieczeństwo ekologiczne* powinno odnosić do jakości życia i preferować rozwiązania zgodne z naukami przyrodniczymi.

Pojawienie się człowieka na Ziemi powodowało zmiany najpierw w obrębie bytu ludzi a więc zmiany lokalne. Z czasem rozwoju cywilizacji i infrastruktury następowały również zmiany regionalne obecnie możemy mówić o zmianach globalnych a zatem problem staje się problemem ogólnosiwiatowym.

Efekty zmian antropogenicznych obserwujemy poprzez zmiany całych ekosystemów, zmiany rzeźby terenu, osuszanie lub zalewanie całych obszarów. Zmiany powodowane celowym i niezamierzonym działaniem człowieka określamy mianem zmian antropogenicznych.

Organizmom życia i rozwoju niezbędne jest istnienie powietrza, wody i światła słonecznego. W swoim opracowaniu zajmę się jednym z najistotniejszych czynników niezbędnych do życia i rozwoju organizmów jakim jest woda.

Zjawisko stałego niedoboru wody nie tylko że nie zostało zatrzymane lecz jej deficyt nadal się pogłębia. Znajomość gospodarki wodnej i racjonalne gospodarowanie jej zasobami jest niezbędne przy opracowywaniu projektów w zakresie zagospodarowania przestrzennego i ochrony środowiska w oparciu o przyjęte zasady zrównoważonego rozwoju.

Specyficznym problemem jest problem gospodarki wodnej związanej z rolnictwem, wymagającego ogromnych ilości wody powszechnie dostępnej o dobrej jakości. Spełnienie tego postulatu przekłada się pośrednio i bezpośrednio na poziom życia znacznej ilości populacji ludzkiej. Stąd bardzo wielkiego znaczenia nabiera fakt możliwie największego wykorzystania istniejących zasobów wodnych. Antropogeniczne podniesienie luster wody w jeziorach w sposób naturalny powinno wpłynąć lustra wód podziemnych podskórnych i głębinowych.

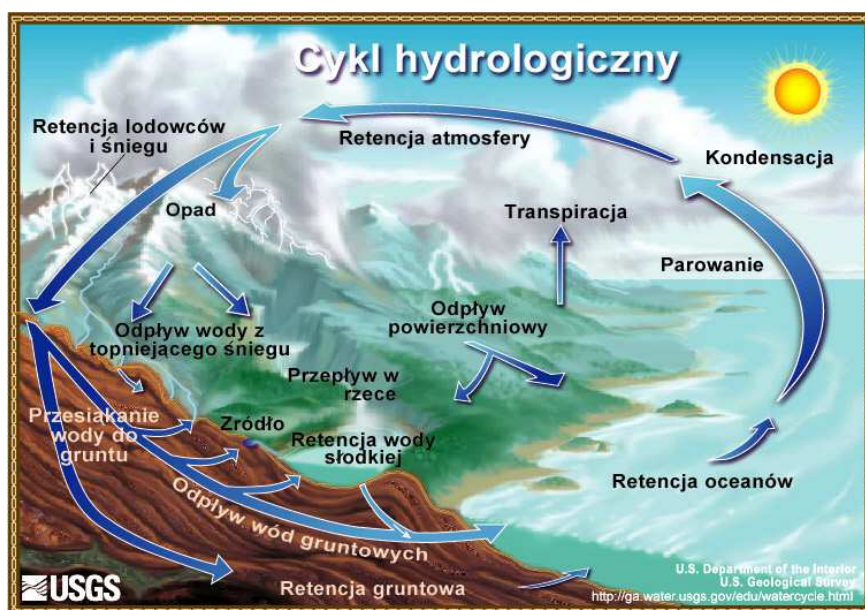
Gospodarka wodna jest i będzie istotnym czynnikiem mającym bezpośredni wpływ na rozwój gospodarczy regionów jak i kraju, przy średnim rocznym odpływie z obszaru kraju na 1 mieszkańca  $1600\text{m}^3$  jest to odpływ niższy od wartości uznanej za krytyczną ( Majewski

1994 ) posiadamy najniższe zasoby wodne w Europie. Zjawisko niedoboru pogłębia się i w najbliższych latach może przybrać bardzo negatywny wymiar.

## 2. Środowisko geograficzne – elementy wybrane

Środowisko w ujęciu encyklopedycznym - *stanowi naturalny warunek życia każdego społeczeństwa*. Pod pojęciem środowiska geograficznego musimy rozumieć w ujęciu encyklopedycznym – *zbiór przekształconych w ponad 50% elementów przyrodniczych oraz elementów sztucznych, wytworzonych przez człowieka, czyli infrastruktury osadniczej, przemysłowej i rolnej*.

Człowiek żyjąc i gospodarując w określonych warunkach środowiska zmuszony jest korzystać z jego zasobów. Tym samym nasza działalność wpływa na środowisko powodując jego przekształcenie jak również wprowadzanie do już istniejącego ekosystemów nowych elementów, które mogą harmonizować lub nie istniejący ekosystem. Nasz wpływ na środowisko rzutuje również na istniejący obieg wody w ekosystemie.



**Ryc.1 Obieg wody w ekosystemie – cykl hydrologiczny;** źródło: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Instituto da Agua U.S. Geological Survey

Jednym z istotnych elementów jest parowanie powierzchniowe, opady atmosferyczne, szata roślinna, rzeźba terenu i litologia. Wymienione czynniki oddziałujące na siebie w czasie i przestrzeni w powiązaniu z antropogenicznymi zmianami i przekształceniami są składnikami aktualnych stosunków wodnych nie tylko na rozpatrywanym obszarze ale w skali globalnej.

### 3. Zasoby wodne

Stanowią łączną ilość wód powierzchniowych i podziemnych znajdujących się na określonym obszarze, są w pełni uzależnione od ilości opadów i retencyjności wodnej na danym terenie.

W okresach tzw. suchych zasobów wodnych ( przy małej ilości opadów ) wody może być kilkakrotnie mniej niż w latach mokrych.

**Zasoby dyspozycyjne są to takie ilości wody, które możemy pobrać z wód powierzchniowych i podziemnych bez naruszenia istniejącego stanu równowagi w naturze.**

Polska określana jest krajem znajdującym się w *granicach hydrograficznych*, ponieważ tylko 13% naszych zasobów wodnych formowanych jest poza terytorium Polski. Natomiast *eksportujemy* do państw ościennych tylko kilka procent naszych zasobów wodnych.

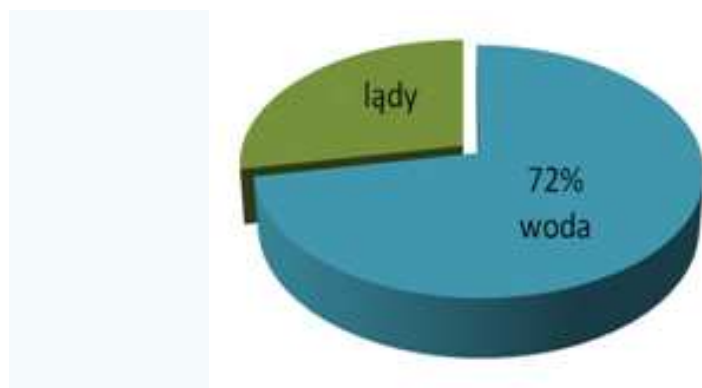
Polskie zasoby wód powierzchniowych szacowane są na około  $62\text{km}^3$ , które w roku suchym mogą zmaleć do około  $40\text{km}^3$ . Natomiast w roku bardzo mokrym mogą wzrosnąć nawet do  $90\text{km}^3$ .



*Ryc. 2. Zasoby wody na naszej planecie wystarczyłyby do zaspokojenia potrzeb całej ziemskiej populacji, źródło; RZGW Kraków*

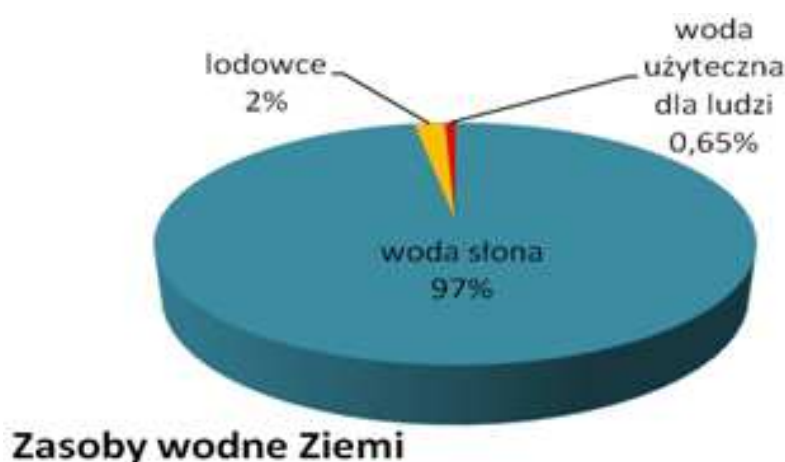
*Jednak nierównomierne rozmieszczenie i nieracjonalne gospodarowanie wodami przez człowieka sprawiają, że w wielu krajach zaopatrzenie w ten surowiec stanowi ogromny problem. Deficyt wody najdotkliwiej odczuwają kraje północnej i środkowej Afryki, Ameryki Południowej i Azji Środkowej. Naukowcy szacują także, iż niektóre kraje*

europeskie tj. Hiszpania, Włochy, Belgia, Niemcy i Wielka Brytania, będą już wkrótce zmagać się z jej niedostatkim.



Ryc. 3 Zasoby wodne kuli ziemskiej, źródło; RZGW Kraków

Znacznie trudniej są odnawialne zasoby wód podziemnych szacowane na około  $16\text{km}^3$ , z czego eksploatujemy około  $1,8\text{km}^3$ . W wyniku tych szacunków można oszacować, że na 1-go mieszkańca przypada wody około  $1580\text{m}^3/\text{rok}$ , nie jest to optymistyczny wskaźnik gdyż z niego wynika, że przeciętny Obywatel Polski ma 3 krotnie wody mniej niż europejczyk i 4,5 razy mniej niż wynosi średnia światowa.



Ryc. 3 Zasoby wodne Ziemi, źródło; RZGW Kraków

Z danych wynika, że jeżeli wskaźnik dostępu do wody jest niższy od  $1500\text{m}^3/\text{rok}/\text{osobę}$  o bardzo małym dostępie do wody powodującym poważne zawirowania w gospodarowaniu zasobami wodnymi.

Z wód podziemnych możemy pobrać taką ilość wody aby nie wytwarzać leja depresyjnego, wytworzenie leja depresyjnego powoduje obniżenie poziomu wód gruntowych tym samym pogarsza stan środowiska naturalnego. W podziemnych ujęciach wód dla potrzeb gospodarczych należy przestrzegać zasady;

*Pobierać tylko tyle wody z ujęcia ile jej dopływa w rejon ujęcia.*

**Polska leży w strefie ścierania się wpływów klimatu oceanicznego i kontynentalnego, granica strefy wpływów klimatów charakteryzuje się niskimi opadami atmosferycznymi.**

*Tab. 1 Średni opad roczny i zasoby wodne dla wybranych krajów Europy;*

<b>Kraj</b>	<b>Opad roczny ( całkowity ) ( km<sup>3</sup> )</b>	<b>Powierzchnia kraj ( tyś km<sup>2</sup> )</b>	<b>Opad roczny (m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>)</b>	<b>Opad roczny ( mm )</b>
<b>Francja</b>	<b>480</b>	<b>551,5</b>	<b>0,87</b>	<b>870</b>
<b>Niemcy</b>	<b>278</b>	<b>357,0</b>	<b>0,78</b>	<b>780</b>
<b>Polska</b>	<b>193</b>	<b>312,0</b>	<b>0,61</b>	<b>610</b>
<b>Hiszpania</b>	<b>346</b>	<b>505,0</b>	<b>0,686</b>	<b>686</b>

**Polska jest krajem bardzo ubogim w wodę, mamy prawie 2,5 raza mniej niż średnio przypada w Europie, pod względem zasobów w wodę wśród 28 państw europejskich znajdujemy się na 22 miejscu.**

**Głównym obszarem deficytu jest obszar na którym w sezonie wegetacyjnym odpływ i parowanie są większe niż opad, stan ten systematycznie wpływa na obniżanie się poziomu wód gruntowych.**

Tab. 2. Średnioroczne ilości opadów w Polsce      źródło: dane statystyczne IMiGW

L P	Lata	Ilość opadów w ( mm )
1	1980 maks.	764,1
2	1981	677,2
3	1982 min.	495,0
4	1983	557,0
5	1984	555,5
6	1985	610,5
7	1990	578,4
8	1991	538,1
9	1992	545,7
10	1993	606,2
11	1994	644,4
12	1995	655,7
13	1997	636,4
14	1998	703,9
15	2000	631,0

#### 4. Zasoby dyspozycyjne Polski

Teoretycznie wynoszą prawie 44km<sup>3</sup> przy opadach średnich w granicach 600 mm, wartość wynika z przeliczenia;

- średni odpływ rzekami ( wg Kajaka 1998 r.	58,6 km <sup>3</sup>
- minus odpływ nienaruszalny ¼ odpływu średniego, około	15 km <sup>3</sup> ( = 44 km <sup>3</sup> )
<b>jednakże w latach suchych odpływ gwarantowany</b>	
<b>( z gwarancją 95% ) wynosi do</b>	22 km <sup>3</sup>
<b>po odjęciu odpływu nienaruszalnego</b>	15 km <sup>3</sup>
<b>zasoby dyspozycyjne spadają do</b>	7 km <sup>3</sup>



Tab. 3 Zużycie wody w Polsce ( w km<sup>3</sup> )

źródło: dane statystyczne IMiGW

Dział gospodarki	1980	1990	1995	1999	2000
Gospodarka komunalna	2,7	3,0	2,5	2,4	2,3
Przemysł, energetyka	10,1	9,5	8,4	7,8	7,6
Rolnictwo, leśnictwo	1,3	1,7	1,2	1,0	1,0
<b>R A Z E M</b>	<b>14,1</b>	<b>14,2</b>	<b>12,1</b>	<b>11,2</b>	<b>10,9</b>

Z przedstawionej tabeli widać na podstawie danych zużycie wody w poszczególnych latach w głównych gałęziach gospodarki jest względnie stałe, przy zasobach dyspozycyjnych około 7 km<sup>3</sup> deficyt wody jest wyraźny dyspozycyjna ilość wody jest katastrofalnie niska.

### **Definicja powodzi**

Pojęcie „powódź” definiuje się w oparciu o pojęcie „wezbranie”. Pod pojęciem wezbrania rozumie się wyraźny wzrost stanów (a zatem i natężenia przepływu) wody w ciekach i jeziorach, spowodowane zwiększonym zasilaniem lub incydentalnym podpiętrzeniem zwierciadła wody, wywołanym szczególnymi zjawiskami naturalnymi.

Powódź jest szczególnym przypadkiem wezbrania, tzn. wezbraniem, które przynosi straty gospodarcze i społeczne . Jest to więc zjawisko hydrologiczne o charakterze społeczno - gospodarczym.

Wezbrania (a zatem i powodzie) mogą mieć różne przyczyny. Geneza powstawania wezbrań (powodzi) determinuje okres ich występowania oraz lokalizację i zasięg terytorialny. Poszczególne typy genetyczne wezbrań mają ponadto odmienny przebieg.

### **Typy powodzi**

Ze względu na przyczyny powstawania wyróżnia się cztery typy wezbrań (powodzi):

- opadowe (typ O),
- roztopowe (typ R),
- zimowe (typ Z), oraz
- sztormowe (typ S).



Powodzie towarzyszą człowiekowi od początku jego istnienia. Jest to zjawisko naturalne i nie stanowi zagrożenia dla środowiska, choć łączy się często ze znacznymi ofiarami zarówno wśród ludzi, wszelkich zwierząt jak i stratami materialnymi. Pierwszą informację o powodzi znajdujemy w Księdze Rodzaju Biblii, kiedy to po 40 dniach i nocach opadów wystąpiły wody zalewając olbrzymie tereny. Potop, bo tak nazwano tę powódź mogła być możliwa szczególnie na terenach pól suchych do których należy m.in. Mezopotamia.

W miarę rozwoju historii dalsze powodzie są coraz lepiej udokumentowane.



*Ryc. 4 Fotografia archiwalna – powódź rok 1888 źródło; [www.poznan.nosen.pl](http://www.poznan.nosen.pl)*

Pierwsze informacje o powodziach w Polsce, wg Kroniki Jana Długosza, miały miejsce w latach 998 i 1118. Najlepiej udokumentowana powódź była w Krakowie w roku 1813. Słupy i tablice powodziowe do dnia dzisiejszego obrazują poziom wody przy klasztorze S.S. Norbertanek.

W następnych latach duża powódź była w roku 1934 w zlewni Dunajca, a w latach najbliższych w roku 1997 głównie w dorzeczu Odry i w roku 2001 w Gdańsku.

Szczególnie katastrofalne skutki miała powódź w roku 1997 występująca na obszarze południowej i zachodniej Polski, która ze względu na szkody, była zjawiskiem niespotykanym od ponad 200 lat. Powstała w wyniku wystąpienia opadów deszczu o wyjątkowej intensywności, głównie w dorzeczu górnej Odry i Wisły.



**Ryc. 5** *Fotografia archiwalna – Szczurowa 1934 – powódź – Szkoła Podstawowa w Strzelcach Małych*

Opady wystąpiły w trzech falach, z których pierwsza spowodowała wezbranie na Odrze, fala druga przedłużyła to wezbranie i spowodowała przyływ wody z dopływów Odry, a trzecia fala objęła dorzecze Wisły. Największe sumy opadów zanotowano między 6 a 8 lipca 1997 roku. Opady wyższe od 100 mm/dobę wystąpiły w trójkącie Jelenia Góra – Nowy Sącz – Warszawa. Wyższe opady przekraczające 200 mm/dobę, wystąpiły w Sudetach i Karpatach, od Karkonoszy po Dunajec i Białą Tarnowską. Natomiast opady wyższe niż 250 mm/dobę miały miejsce w górnych partiach dorzecza Nysy Kłodzkiej, Małej Wisły, Soły, Raby i Dunajca oraz w Bramie Morawskiej. Maksymalny przepływ wód na Odrze wynosił 3600 m<sup>3</sup>/s.

Powódź swoim zasięgiem objęła 652 gminy na terenie 26 województw w dorzeczu Odry i Wisły. Zalanych zostało 2592 miejscowości, z czego 1362 całkowicie, a 1230 częściowo. Pod wodą znalazło się 665 tyś. ha gruntów, zniszczeniu uległo 480 mostów i ok. 1370 km dróg. Szacunkowe straty materialne wynosiły 12 mld zł. Zalanych zostały 33 oczyszczalnie

ścieków i uszkodzeniu uległo ok. 300 km wałów przeciwpowodziowych w dorzeczu Wisły i ok. 800 km w dorzeczu Odry.

Z terenów objętych powodzią ewakuowano ok. 162,5 tys. osób, a 54 osoby poniosło śmierć. Ponadto utonęło ok. 1900 szt. bydła, ok. 5900 szt. trzody chlewnej, ok. 260 szt. owiec oraz ok. 1 mln szt. drobiu. Zginęło również wiele zwierzyny dzikiej. Obok zagrożeń dla życia i zdrowia ludzi powódź spowodowała znaczne zniszczenia środowiska naturalnego oraz dobytku mieszkańców. Powódź ujawniła wszystkie uchybienia i niedomogi oraz nierzetelności w zakresie programowania, organizacji i koordynacji działań ratowniczych oraz porządkowo-ochronnych.

Doświadczenia wynikające z tej powodzi stały się podstawą do podjęcia wielu decyzji zapobiegających jej skutkom. Należy tu również przypomnieć o trzech wielkich powodziach na świecie. W roku 1931 miała miejsce powódź w Chinach, kiedy to śmierć poniosło 3.7 mln ludzi, następnie w roku 1979 powódź w Indiach oraz powódź w 1993 roku w dorzeczu Missisipi.

Powodzie mogą być wynikiem normalnych zjawisk przyrodniczych, którym człowiek nie może zapobiec, albo jako wynik działalności człowieka poprzez zakłócenie normalnych zjawisk przyrodniczych, a także jako wynik awarii technicznych urządzeń. Główną przyczyną powodzi jest większy opad wody w stosunku do możliwości infiltracyjnych gleby w jednostce czasu.

Przyczyny naturalnych wezbrań są następujące:

- wezbrania nawałne – pochodzące z gwałtownych deszczy (30 – 40 mm) w krótkim okresie czasu; nie dające się przewidzieć,
- wezbrania rozlewne – pochodzące z deszczy głównie w miesiącach letnich przy opadach trwających 3 – 5 dni; możliwe do przewidzenia,
- wezbrania zatorowe – wynikające z zatkania profilu rzeczno-ego tzw. śryżem i lodem dennym, ma to miejsce w okresie wiosennym po mroźnej zimie (śryż – są to kryształki lodu zbite w gąbczastą masę tworzącą się w wodzie o temp. < 0°C),
- roztopy – w wyniku topnienia śniegu i lodu, które mogą być:
- solarne – przy dodatnich temp. w ciągu dnia i mroźnej temp. w ciągu nocy,
- adekwatno-opadowe - przy topnieniu śniegu z opadami deszczu; może też mieć miejsce oddziaływanie ciepłego powietrza z Atlantyku w okresie zimowym,
- podgrzewanie gruntu pochodzenia wulkanicznego i erupcji wulkanów.

Wezbrania prowadzące do powodzi mogą być wynikiem działalności człowieka do których głównie należą:

- a. awarie zapór wodnych, którym towarzyszy gwałtowny spływ wody na tereny leżące poniżej zapory,
- b. zalanie polderów, co ma miejsce w czasie sztormu np. w Holandii (polder – osuszony, depresyjny teren przymorski lub przy obwałowaniach rzek),
- c. regulacje rzek polegające na skróceniu koryta rzeki aby poprawić jej spławność przez likwidację licznych meandrów zmniejszając w ten sposób pojemność rzeki a także jej zdolność infiltracyjną,
- d. wylesianie znacznych obszarów, które mają dużą zdolność zatrzymywania wody z opadów głównie przez system korzeniowy.

W zależności od rodzaju wezbrań można z dużym prawdopodobieństwem je przewidzieć w zależności od stanu wiedzy i poczynań organizacyjnych, a zatem zabezpieczyć się przed ich skutkami. Natomiast opadów nawaalnych nie da się przewidzieć i tym samym wezbrań z tego typu opadów. Należy tu podkreślić, że powodzie powodują wielkie szkody w wielu dziedzinach. Każda powódź na swój wymiar ekologiczny, co w przypadku wielkich rozmiarów, ma to charakter katastrofy ekologicznej, w której skutki mogą dawać znać o sobie przez wiele lat, a niektóre mają charakter stały.

Fala powodziowa obejmuje swoim zasięgiem wszystko co znajduje się na jej drodze.

Skutki powodzi są bardzo rozległe i wielopłaszczyznowe do których należy zaliczyć:

- utrata życia ludzi i zwierząt,
- zalane grunty uprawowe,
- ewakuacja ludzi,
- zalane drogi szlaki kolejowe, mosty, zniszczone i uszkodzone inne obiekty inżynierskie i techniczne,
- uszkodzone wały p-powodziowe,
- zalane oczyszczalnie ścieków, szamba, wysypiska odpadów komunalnych i przemysłowych,
- uwolnienie bakterii chorobotwórczych (padłe zwierzęta, cmentarze) i znaczne ilości substancji chemicznych jak: siarczanów, siarczków, chlorków, magnezu, sodu, potasu, metali ciężkich, środków ochrony roślin, nawozów sztucznych, produktów ropopochodnych, toksycznych środków chemicznych i wielu innych,
- zagrożenie epidemiologiczne jak: salmoneloza, dur brzuszny, czerwonka bakteryjna, tężec, wirusowe zapalenie wątroby typu A,
- konieczność zapewnienia wody dla ludności przede wszystkim zdatnej do picia,



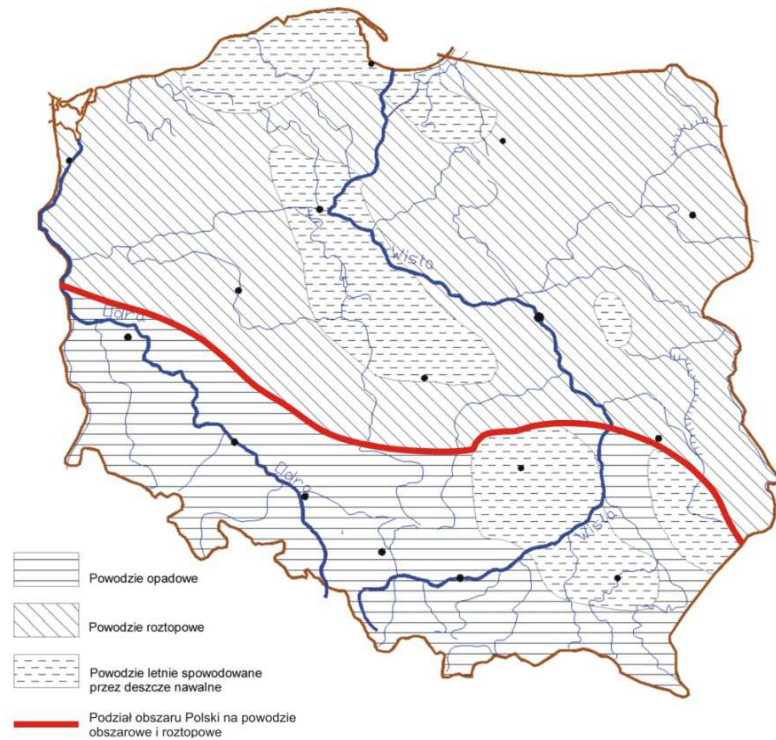
- przenoszenie do łańcucha pokarmowego bakterii chorobotwórczych, substancji chemicznych i toksyn,
- odległe skutki dotyczące mórz gdzie spływa fala powodziowa (w Polsce dotyczy to Bałtyku w zlewisku którego leży cały nasz kraj),
- znaczne straty materialne,
- straty zdrowotne i moralne.

W zależności od rodzaju wezbrań, stanu wiedzy, prognozy pogody i poczynań organizacyjnych można zabezpieczyć się przed skutkami powodzi poprzez:

- a. unikanie zabudowy na terenach zalewowych,
- b. pogłębianie koryta rzeki,
- c. budowę wałów p-powodziowych,
- d. dbałość o stan wałów p-powodziowych ich szczelności i wytrzymałości,
- e. rozszerzenie odległości między wałami przeciwpowodziowymi,
- f. właściwe utrzymanie wałów i koryta rzeki poprzez usuwanie krzewów, drzew i innych przeszkód utrudniających spływ wody,
- g. dbałość o czystość międzywałów,
- h. zwiększenie retencji przez zalesianie (retencja lasu jest 10 x większa niż pola ornego),
- i. budowa zbiorników retencyjnych szczególnie w górnych odcinkach rzek a w dolnych budowę polderów i zbiorników wodnych (zbiorniki retencyjne można wykorzystać do wytwarzania energii elektrycznej i sportów wodnych),
- j. kruszenie zatorów lodowych materiałami wybuchowymi,
- k. świadome przerywanie wałów i kierowanie wezbranych wód na przyległe tereny chroniąc niżej położone tereny zaludnione i ważne obiekty przemysłowe uzyskując w ten sposób wytlumienie naporu fali powodziowej (ważna tu jest ścisła koordynacja działań w czasie),
- l. budowa wrót i śluz do wprowadzania i odprowadzania wód co pozwala złagodzić siłę naporu wód i tak nią pokierować, aby omijała tereny zamieszkałe i inne obiekty użyteczności społecznej,
- m. stworzenie sprawnych i odpowiedzialnych służb znających swoje obowiązki i kompetencje,
- n. rozbudowę sieci wodowskazów, aby informacja o nadchodzącej fali powodziowej była pełna,
- o. tzw. „małą retencję”, tj. budowę stawów, zastawek piętrzących i małych zbiorników, co przyczyni się także do rozwoju agroturystyki,

p. budowę tzw. „zbiorników suchych” poniżej zbiornika retencyjnego w celu okresowego hamowania odpływu i łagodzenia kształtu fali powodziowej.

Jeśli powodziom nie sposób zapobiec, to na pewno można w znacznym stopniu ograniczyć ich szkodliwe skutki.



*Rys. 4. Przestrzenny zasięg genetycznych typów powodzi w Polsce; źródło; Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2012*

### 5. Naturalne przyczyny ubóstwa zasobów wodnych

#### 1. Położenie w strefie ścierania się wpływów klimatu oceanicznego i kontynentalnego

- mała ilość opadów atmosferycznych,

- zmienność sezonowa

\* wiosenne roztopy            ┐ wody w krótkim czasie bezproduktywnie

\* wiosenne ulewne opady   ┘                                   odpływają do morza

2. Niska retencyjność naturalna - brak naturalnych i równomiernie rozłożonych magazynów wody na terenie kraju ( jeziora, bagna, torfowiska ).

## **6. Antropogeniczne przyczyny ubóstwa zasobów wodnych**

### **1. Niska lesistość**

Lasy są naturalnym magazynem przechowującym nadmiary wód w czasie gdy jest jej pod dostatkiem lub w nadmiarze udostępniając w czasie gdy wody brakuje ( pełnią rolę najbardziej naturalnej gąbki ).

### **2. Zniszczenie małej retencji**

W imię tzw. wyższych celów i jedynie słusznej ideologii na przełomie lat 40-tych i 50-tych XX wieku zniszczono praktycznie wszystkie podpiętrzenia wodne( młyny, małe elektrownie, jazy i zapory ) osiągnięty skutek osuszenie i obniżenie poziomu wód gruntowych w rejonach podpiętrzeń.

### **3. Melioracje wodne**

Prowadzone w jednym kierunku nastawione na osuszanie, poprawiały retencję glebową wiążącą się ze zdolnością utrzymywanie określonej ilości wody w glebie s strefie zasięgu korzeni, jednakże skład mechaniczny gruntu decyduje głównie o ilości zretencjonowanej wody w profilu glebowym.. Melioracje otwarte o charakterze drenującym – otwartym spowodowały trwałe ubytki wody i przesuszenie gleby.

**Przykładem błędnej melioracji jest degradacja obszarów łąkowo-bagiennieo-leśnych w rejonie jeziora Rakutowskiego i obszaru wzdłuż rzeki Rakutówki.**

System drenażowy doprowadził do obniżenia się poziomu wód podziemnych, co poważnie zmniejszyło jego zasoby retencyjne i widoczne na powierzchni 2 – krotne zmniejszenie powierzchni lustra wody w jeziorze.

### **4. Retencja sztuczna**

Jak na kraj o niskich i zmiennych zasobach wodnych retencja sztuczna stanowi około 6% średniorocznego odpływu z terytorium Polski jest to objętość około 3,5 km<sup>3</sup>, przy tak niskich i zmiennych zasobach wodnych retencja w zbiornikach powinna wynosić nie mniej niż 20% średniorocznego odpływu.

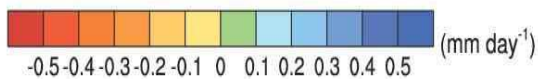
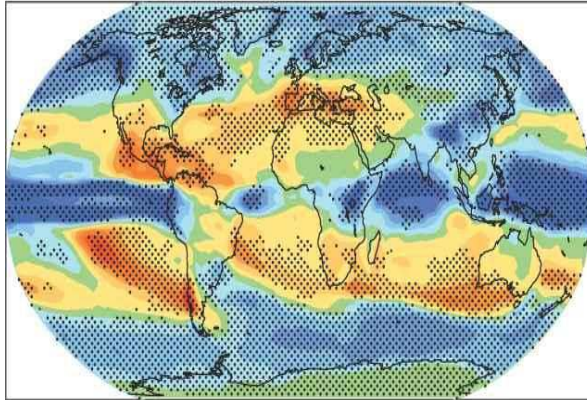
## **7. Wpływ zmian klimatu na wody**

Ilości wód występujących w rzekach i jeziorach jak i zasilających wody podziemne w znacznym stopniu znajduje swoje uwarunkowania w atmosferycznej części cyklu hydrologicznego, którego głównymi czynnikami są opady atmosferyczne i parowanie. Prognozowanie zmiany wielkości oraz rozkładu opadów jak i wielkości parowania skutkują zmianami odpływu, a zatem i następują zmiany związane z dostępnością wody dla celów

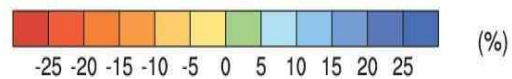
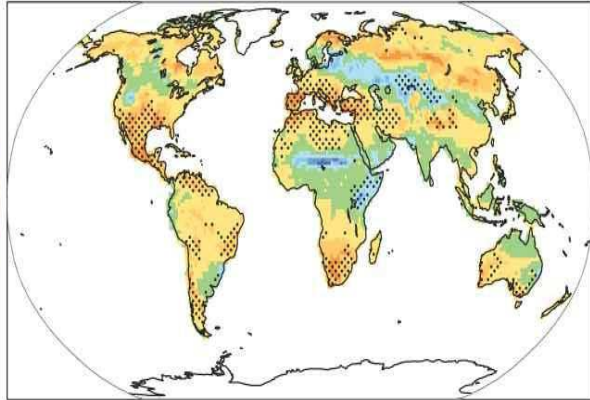


gospodarczych i socjalno – bytowych. Poniżej przedstawiono modele klimatyczne, których za bazę posłużyły scenariusze CO<sub>2</sub> do atmosfery. W oparciu o te scenariusze IPCC opracował globalne mapy zmienności opadów, parowania, temperatury i odpływu (rys. 5 i 6).

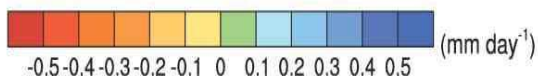
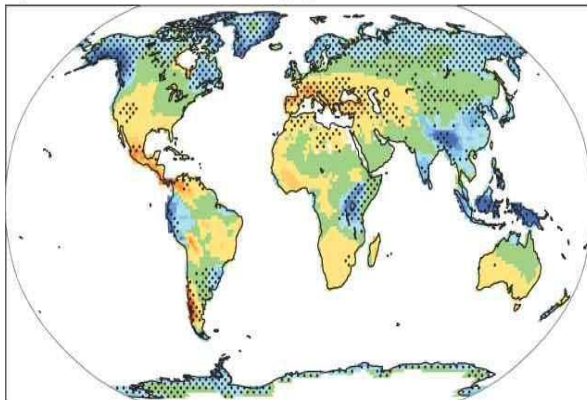
a) Zmiana wielkości opadów



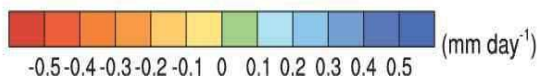
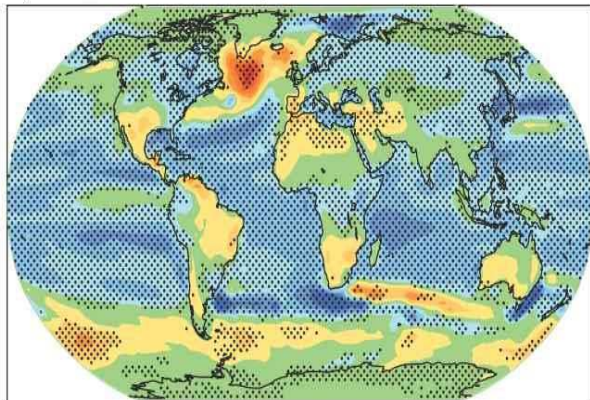
b) Zmiana wilgotności gleby



c) Zmiana wielkości odpływu



d) Zmiana wielkości parowania



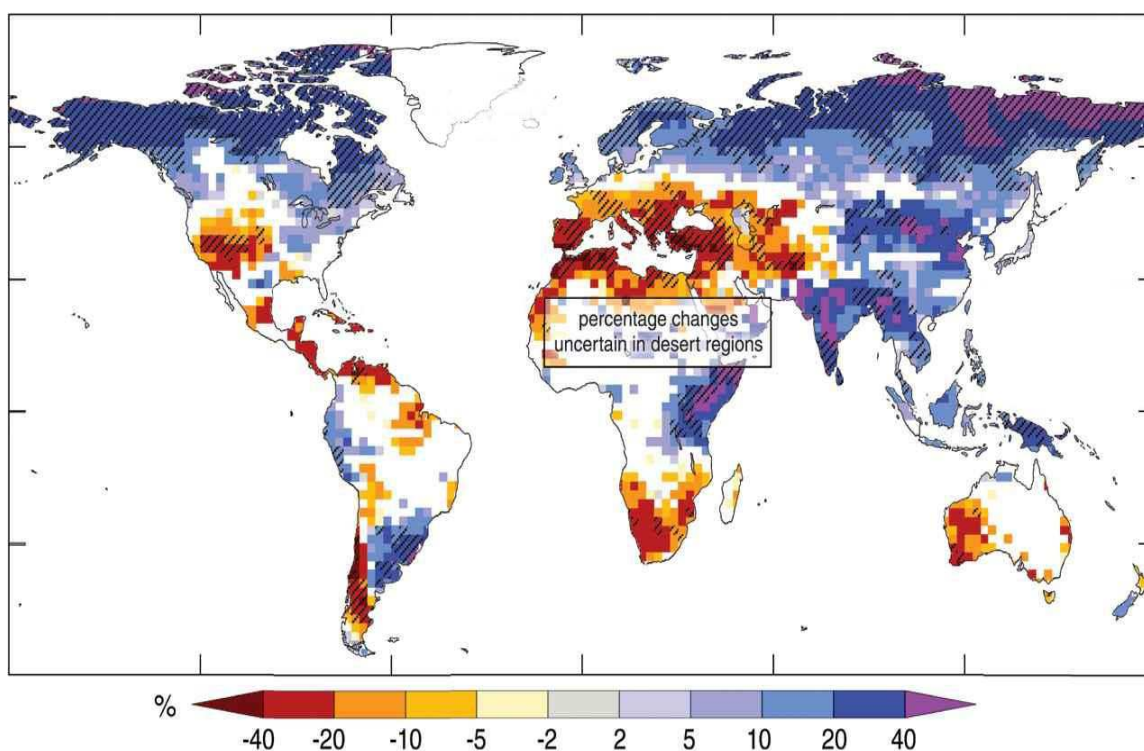
**Rys. 5. Wybrane skutki zmian klimatu** źródło: IPCC Technical Paper on Climate Change and Water, 2008.

Aby wykazać przyjęte i założone zgodności otrzymanych wyników z przyjętymi modelami na ryc. 5 kropkami oznaczono obszary, dla których wielkość zmian w 80% modeli była zgodna. Zmiany obejmują średnie wartości roczne określone w scenariuszu SRES A1B dla okresu 2080–2099 w porównaniu z danymi z lat 1980–1999.

Wartości przedstawione na ryc. 5 stanowią średnią wyników uzyskanych dla dwunastu modeli klimatycznych policzonych według scenariusza SRES A1B.

- Białymi obszarami zaznaczono rejony dla, których co najmniej 2/3 z dwunastu modeli to obszary zgodne z prognozowanymi zmianami.
- Zakreskowane obszary potwierdzają zgodność prognoz w ponad 90% modeli. Obszary te charakteryzują się bardzo małymi opadami i bardzo małymi odpływami w większości obszary pustynne w których nawet bardzo małe zmiany odpływu mogą prowadzić do bardzo dużych zmian efektów w ujęciu procentowym..

Każda zmiana klimatu na tych obszarach pochodzenia naturalnego czy antropogenicznego ma bardzo ważne znaczenie i wpływ na gospodarowanie zasobami wodnymi. Modyfikując tym samym atmosferyczną część cyklu hydrologicznego wpływa zatem na ilość oraz zmienność czasowo – przestrzenną a także może mieć wpływ na jakość zasobów wodnych. Jak na razie dla naszej szerokości geograficznej prognozy dotyczące zmian klimatu są „łaskawe” w porównaniu z obszarami południowej części kontynentu i rejonem podzwrotnikowym. Należy spodziewać się, że nawet nie wielkie zmiany średnich wielkości opadów i temperatur mogą w efekcie przynieść długie i gorące okresy bezdeszczowe, gwałtowne i intensywne opady nawet z elementami huraganów. W okresach zimowych duże zmiany amplitudy temperatur i opóźnionych okresów wiosennej wegetacji roślinnej.



**Ryc. 6 Modelowane zmiany (w %) średniego rocznego odpływu w latach 2090–2099 w porównaniu do okresu 1980–1999** źródło: *Climate Change 2007. Synthesis Report, 2007.*

## **8. Wyzwania towarzyszące zachodzącym zmianom klimatycznym i racjonalnej gospodarce zasobami wodnymi.**

Zachodzące zmiany klimatyczne zmuszają osoby zajmujące się gospodarką wodną i produkcją rolną do stawiania jednych z podstawowych pytań:

- czy w Polsce wody mamy za dużo?
- czy za mało?
- co będzie dalej?

Jakże często tu i ówdzie słyszymy sformułowanie o treści ...”*że w Polsce mamy mniej wody na jednego mieszkańca niż w Egipcie. Jednak w tym sformułowaniu jest mijanie się z prawdą, że dokonując obliczeń przyjęto, że wprawdzie Nil płynie przez Egipt, jednak zasoby wody płynące w ujściu podzielono tylko przez liczbę Egipcjan a nie przez liczbę wszystkich mieszkańców znajdujących się i mieszkających w dorzeczu Nilu.*

Zatem prawidłowo postawione pytanie musi i powinno brzmieć:

***Czy ilości wód ( zasoby) jakie mamy do dyspozycji są czynnikiem stymulującym czy degradującym siedliska szczególnie te o podłożu typowo mokradłowym?***

Wydawać by się mogło, że czynnik jakim są dostępne zasoby wodne nie będzie rzutował i wyznaczał ograniczeń rozwojowych kraju, gdyż potrzeby komunalne, gospodarcze, niewielkie nawodnienia nie będą zagrażały barierze jaką są zasoby wody.

Sytuacja siedlisk nie jest tak jednoznaczna, coraz częściej wskazywana jest postępująca degradacja ekosystemów wodnych, rzek oraz płytko zalegających wód podziemnych zależnych bezpośrednio od zalewów. Jest to postępujące zjawisko przyspieszonego odpływu wód ze zlewni w wyniku złego działania systemów drenarskich i regulacji rzek. Nie jest natomiast wynikiem zmniejszających się lub zmniejszających zasobów wodnych.

Kluczowym problemem prawidłowo prowadzonej gospodarki wodnej w Polsce – jest problem jakości wód, który tak naprawdę tylko w niewielkim stopniu jest zależny od wielkości zasobów wodnych i ich rozkładu w czasie.

Występujące zjawiska powodziowe natomiast nie są związane z alimentacją użytkowników, stanowią jednak obecnie poważny problem związany z utrzymaniem i rozwojem infrastruktury. Problem ten szczególnie dotyczy i związany jest głównie obszarami dolin rzecznych.

Postępujące zmiany klimatu mogą tę sytuację w pewnym stopniu zmienić. Pamiętając o analitycznych wątpliwościach związanych ze zmianami klimatu jak i przekładaniu zmian z



modeli atmosfery na wielkości przepływów rzek możemy prognozować hipotetyczne i potencjalne zagrożenia.

Uwzględniając kwestię wody dla rolnictwa i jego intensyfikacji należy uwzględnić zwiększoną częstotliwość występowania susz powodujących zwiększoną intensyfikację nawadniania pól, w efekcie w małych ciekach wodnych może okresowo zabraknąć wody. Okresem szczególnie narażonym na braki wód w małych zbiornikach jest okres od późnej wiosny do wczesnej jesieni.

Drugim zagrożeniem jest największy użytkownik wód w przemyśle – energetyka, szczególnie z potrzebami wody dla procesów chłodniczych. Przy długotrwałej suszy połączenie takich elementów jak wzrost temperatury wody z jej zmniejszoną ilością w ciekach może prowadzić do zagrożeń, które do tej pory nie występowały, a więc obniżenia lustra wody w zbiornikach do granic zagrażających życiu biologicznemu tych ekosystemów.

Trzecim zagrożeniem są – powodzie, polegające głównie na zwiększonej częstotliwości ich występowania.

Czwartym elementem są tereny podmokłe a raczej ich radykalna degradacja i zanikanie w wyniku braku lub zmniejszającej się pokrywy śnieżnej w okresie zimy. Natomiast w okresie letnim zwiększonego parowania w efekcie obserwujemy zmniejszenie dostępności wody w kluczowym dla ekosystemów bagiennych okresie wiosennym powodując zanikanie ich egzystencji.

## **9. Podsumowanie**

Wyzwaniem dla gospodarki wodnej kraju nie jest **Brak wody**, czy pokutujące w powszechnej opinii publicznej **Ocieplenie Klimatu**, które dziwnym trafem układają się w dosyć paradoksalne równanie;

$$\text{ocieplenie klimatu} = \text{brak wody}$$

Jesteśmy w stanie przewidzieć **zwiększoną amplitudę wydarzeń i częstotliwość występowania zmian o podłożu klimatycznym – hydrologicznym**, np. krótkookresowe bardzo intensywne opady atmosferyczne, które stymulują miejscowe lub lokalne podtopienia lub nawet powodzie z następującą po nich długotrwałą suszą jak to miało miejsce np. w roku 2010. Taki cykl procesów zachodzących w ekosferze nie musi świadczyć o zmianach klimatycznych. Natomiast stanowi bardzo poważne wyzwanie dla racjonalnej gospodarki wodnej aby nadmiar wód ująć zabezpieczyć a następnie racjonować w okresie suszy.

Istotą i celem nadrzędnym staje się podjęcie działań buforowych polegających na bardzo szeroko rozumianym retencjonowaniu wykorzystującym możliwości i walory:

- Krajobrazowe; obszary leśne, mokradła, użytki zielone, zagłębienia terenu i niecki bezodpływowe,
- Antropogeniczne obiekty hydrotechniczne takie jak; małe i duże zbiorniki retencyjne, stawy, tzw. suche zbiorniki retencyjne, poldery, kanały zasilające jeziora o obniżającym się lustrze wody.
- Specyficzne zagadnienie to tereny zurbanizowane na, których zwiększanie infiltracyjnych właściwości terenów i chwilowej retencji jest nakazem chwili.

Buforowość rozumiana jako zdolność do gromadzenia wody i redystrybucji jej do sieci rzecznej lub obszarów rolnych w okresach największego jej zapotrzebowania stanowi najważniejsze wyzwanie dla racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi w Polsce. Należy mieć nadzieję, że opracowany w Ministerstwie Środowiska projekt ***Polityka Wodna Państwa do roku 2030*** ten niezwykle ważny aspekt będzie uwzględniany i realizowany. Wydaje się, że podjęciu takich działań ma na celu racjonalne i zrównoważone gospodarowanie miejscami buforowymi, mającymi bardzo duże znaczenie społeczności lokalnych i ekosfery, stając się wyzwaniem dla organizacji pozarządowych i administracji wszystkich szczebli.

## **Literatura**

1. Miłaszewski R.: *Zarządzanie gospodarką wodną w Polsce*. [w:] Zrównoważony rozwój w teorii ekonomii i w praktyce. Wrocław 2008.
2. Kasprzak K.: *Realizowanie zasady zrównoważonego rozwoju w administrowaniu wodami*. [w:] Gospodarowanie wodą w Wielkopolsce. Wydawnictwo Abrys. Poznań 2005.
3. Ostojski S.: *Dokąd płyniesz wodo?* „Gospodarka Wodna” 06/2004.
4. Wąsowicz M.: *Podstawy gospodarowania zasobami wodnymi w systemie rynkowym*. Politechnika Warszawska. Warszawa 1997.
5. Łakomska M.: *Kontrola gospodarowania wodami*. „Gospodarka Wodna” 04/2006., Arnold Bernaciak, Katedra Ekonomiki Przestrzennej i Środowiskowej, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, dr **Marcin Spychała**, Katedra Budownictwa Wodnego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
6. *Marta Kijańska-Bednarz, Tomasz Okruszko; Wyzwania dla gospodarki wodnej w Polsce związane ze zmianami klimatu - dla ChronmyKlimat.pl*
7. „Plan gospodarowania wodami dla obszaru dorzecza Wisły – projekt”, praca zbiorowa pod kierownictwem A. Hobot, Kraków 2008, s. 145.
8. Mioduszewski W., „Mała retencja a ochrona zasobów wodnych”, Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, 1996; Mioduszewski W., „Mała retencja”, Wydawnictwa IMUiZ, 2003; Mioduszewski W., „Małe zbiorniki wodne”, Wydawnictwo IMUZ, Falenty 2006.
9. Protokół z Kioto, wynegocjowany na konferencji w Kioto (Japonia) w grudniu 1997 r., wszedł w życie 16.02.2005 r. jako uzupełnienie Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Klimatu (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), zwanej także Konwencją Klimatyczną, podpisanej na Międzynarodowej Konferencji ONZ do spraw Środowiska i Rozwoju (UNCED) w Rio de Janeiro w 1992 r. Głównym celem Konwencji UNFCCC było ustabilizowanie ilości gazów cieplarnianych w atmosferze na poziomie, który nie wywoła istotnych zmian
10. Żelazo J., Popek Z., „Podstawy renaturyzacji rzek”, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2002.
11. Okruszko T., „Hydrologiczne funkcje mokradeł”, [w:] „Woda – środowisko – obszary wiejskie”, Rozprawy naukowe i monografie, nr 18; „Woda w krajobrazie rolniczym”, Wydawnictwo IMUZ, Falenty 2006, s. 44–59; Okruszko T., „Ochrona mokradeł jako

elementu zlewni rzecznych”, [w:] Biernacka E., „Torfowiska i mokradła”.  
Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2007, s. 49–62.

12. Kowalczak P., „Hierarchia obszarowych potrzeb małej retencji”, ImiGW, Warszawa  
1997.