



Panel Ekspertów „KLIMAT”¹

LASY I DREWNO A ZMIANY KLIMATYCZNE: ZAGROŻENIA I SZANSE

Termin: 18 czerwca 2013

SESJA 2

WPŁYW ZMIAN KLIMATYCZNYCH WEDŁUG WYBRANYCH SCENARIUSZY IPCC (A2, B1, A1B) NA ZASOBY WODNE W OBSZARACH LEŚNYCH W POLSCE – MOŻLIWY WPŁYW NA EKOSYSTEMY LEŚNE W PERSPEKTYWIE DO 2030 ROKU I W DALSZEJ PERSPEKTYWIE

Dr inż. Tomasz **WALCZYKIEWICZ**, *Zakład Gospodarki Wodnej i Systemów
Wodnogospodarczych, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytut
Badawczego w Krakowie*

1. Problematyka zasobów wodnych w kontekście zmian klimatu

Zmiany klimatu

Przyczyny zmian klimatu są tematem badań wielu zespołów. Raporty Międzyrządowego Panelu do spraw Zmian Klimatu (IPCC) [1] przedstawiają stan badań na temat przyczyn zmian klimatu. Raport IPCC [2], raport Amerykańskiej Narodowej Akademii Nauk [3] oraz raport opublikowany przez grupę G8 [4] podkreślają, że zmiany temperatury obserwowane w ostatnich 50 latach należy przypisać działalności człowieka a więc emisji gazów cieplarnianych.

Oczywiście istnieją również inne hipotezy. Zalicza się do nich między innymi:

¹ Aktualizacja programu będzie prowadzona na stronie <http://npl.ibles.pl/klimat>

- teorię cykli Milankovića opartą na rekonstrukcji warunków klimatycznych [5] panujących dawniej na Ziemi w zależności od cykli astronomicznych, która uznaje zewnętrzny wpływ na zmiany klimatu,
- gazy cieplarniane będące wynikiem naturalnych procesów biologicznych [6],
- wpływ wybuchów wulkanów [7],
- cykliczność zmian [8].

Hipotezy odnośnie wpływu działalności gospodarczej człowieka na klimat Ziemi sugerują jego ocieplenie w przyszłości, jako konsekwencję wzrostu emisji gazów cieplarnianych. Zmiana ta dotknie głównie przyszłe pokolenia, a skala ocieplenia zależy będzie od drogi rozwoju, jaką wybierze świat. Zmiany klimatu wpłyną zarówno na zasoby środowiska, czego przykładem mogą być prognozowane przez modele klimatyczne zmiany w ilości i rozkładzie czasowym opadów, jak i na potrzeby w zakresie ich wykorzystania. Przykładem może być większa potrzeba nawodnień ze względu na wzrost temperatury. Stąd zakłada się, że myśląc o przyszłości należy już dzisiaj, obok planów działań zmierzających do ograniczenia niekorzystnych zmian klimatu, wypracować mechanizmy adaptacyjne do przewidywanych zmian.

Scenariusze emisyjne

Scenariusze emisyjne (ang. *emission scenarios*) zostały opracowane przez Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatu (IPCC) i opublikowane w *Special Report on Emission Scenarios* (SRES) [9]. Przedstawiają one różne scenariusze wielkości emisji CO₂ i innych substancji oraz ich konsekwencje w postaci zmian klimatycznych zachodzące pod wpływem rozwoju społeczno-gospodarczego. Wraz z upływem czasu zmiany w rozwoju społeczno-gospodarczym są również kształtowane poprzez zachodzące zmiany klimatyczne w ramach sprzężenia zwrotnego. Opracowane przez IPCC scenariusze wykorzystują opinie eksperckie oraz modele klimatyczne [10], ekonomiczne i hydrologiczne [11] do przedstawienia możliwych wizji świata w przyszłości.

Polityka Unii Europejskiej dotycząca zasobów wodnych w kontekście zmian klimatu

Unia Europejska wypracowała wspólne podejście do zagadnień wykorzystania środowiska naturalnego oparte na zasadzie zrównoważonego rozwoju. Idea zrównoważonego rozwoju opiera się na zasadzie rozsądnego i oszczędnego korzystania z zasobów środowiska tak, aby ich nadmierne wykorzystanie bądź degradacja nie doprowadziły do pogorszenia jakości życia i ograniczenia potencjału rozwojowego przyszłych pokoleń. Perspektywa zmian klimatu, jak również konieczność uwzględnienia bardzo odległej perspektywy czasowej, nie zmienia ogólnych celów gospodarowania zasobami środowiska, choć Unia Europejska, w ramach której cele te wypracowaliśmy, może istnieć krócej niż horyzont naszych rozważań. Wprowadza ona natomiast nowe presje stąd potrzeba ich oceny z odpowiednim wyprzedzeniem i zdefiniowania strategicznych kierunków działania łagodzących ich skutki. O ile podstawowe cele, czyli najogólniej mówiąc rozwój zrównoważony, pozostają stałe to szczegółowe cele środowiskowe, jak np. zdefiniowane w ramach Natury 2000 obszary szczególnej ochrony, mogą ulec modyfikacji. Prace nad strategią adaptacyjną powinny też brać pod uwagę różne scenariusze rozwojowe świata, uwzględniając nie tylko wynikające z nich zmiany klimatu czy presje na zasoby, ale i związane z nimi różne modele organizacji państwa.

W 2009 roku KE opublikowała Białą Księgę dotyczącą działań adaptacyjnych dla zmniejszenia konsekwencji zmian klimatu [12]. Ostatnie ustalenia wskazują, że skutki zmian klimatu wystąpią szybciej i będą bardziej dotkliwe niż przewidywał Międzyrządowy Panel ds. Zmian

Klimatu w swoim sprawozdaniu z 2007 r. Europa nie uchroni się przed tymi skutkami i w związku z tym musi być przygotowana do przystosowania się do nich. Zmiany klimatu spowodują różne regionalne konsekwencje, co oznacza, że większość środków adaptacyjnych będzie musiało zostać podjętych na poziomie krajowym i regionalnym. Ramy przedstawione przez Komisję wyznaczają dwuetapowe strategiczne podejście do adaptacji do skutków zmian klimatu w UE, stanowiące uzupełnienie działań podejmowanych przez państwa członkowskie dzięki zintegrowanej i skoordynowanej koncepcji. W ciągu najbliższych 50 lat zmiany klimatu prawdopodobnie będą miały głęboki wpływ na istotne sektory gospodarki, takie jak rolnictwo, energetyka, transport, ekosystemy, turystyka i zdrowie. Zmiany te dotkną również gospodarstwa domowe, przedsiębiorstwa i niektóre grupy społeczne, zwłaszcza osoby w podeszłym wieku i niepełnosprawne oraz gospodarstwa domowe o niskich dochodach. W Białej Księdze stwierdza się, że nawet przy ograniczeniu emisji CO₂ konsekwencje zmian klimatu dla środowiska naturalnego będą nieuniknione. Niezbędne jest podjęcie współpracy z rządami, przedsiębiorstwami i społecznościami.

Kluczowym zasobem środowiska jest woda, stąd zasady gospodarowania nią są szczególnie istotne. Problem ten jest doceniany na świecie, a rezultatem prac międzynarodowej społeczności specjalistów i polityków jest idea Zintegrowanego Zarządzania Zasobami Wodnymi. ZZZW to (według Global Water Partnership) [13]: *proces, który promuje skoordynowane zarządzanie i rozwój zasobów wodnych, łądu i zasobów związanych w celu maksymalnego efektu ekonomicznego i społecznego bez uszczerbku dla równowagi kluczowych ekosystemów*. Ramy prawne dla wdrażania ZZZW w Polsce i UE tworzy Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) [14] oraz Dyrektywa dotycząca wód podziemnych [15] i Powodziowa [16].

Zarządzanie zasobami wodnymi w Polsce w kontekście zmian klimatu

Zasoby wodne są podstawowym elementem wpływającym na rozwój gospodarczy każdego państwa. W Polsce na jednego mieszkańca w przypadku wód powierzchniowych przypada średnio 1660 m³/rok, dla porównania średnia europejska wynosi 4560 m³/rok. W przypadku wód podziemnych zasoby te szacuje się w Polsce na 15,6 km³, 35% tych zasobów dotyczy warstw głęboko zalegających [17].

Dla Polski najbardziej dotkliwa jest przede wszystkim zmienność w czasie występowania zasobów. Ta zmienność wynikająca ze zjawisk klimatycznych nie jest w sposób wystarczający rekompensowana przez możliwości retencyjne. W latach suchych wskaźnik zasobów spada do 1100 m³/rok na mieszkańca, a w latach mokrych sięga 2600 m³/rok na mieszkańca.

Jesteśmy aktualnie w Polsce w trakcie kolejnego cyklu planistycznego RDW mającego wyznaczyć cele dla gospodarowania wodami i sposoby ich realizacji w perspektywie 2015 roku. Dyrektywa przewiduje, że w tym i kolejnych cyklach planistycznych z perspektywą 2021 i 2027 roku i dalszych lat zostaną osiągnięte cele dyrektywy, a w 2019 zakłada się kolejny przegląd działań związanych z jej realizacją. Horyzont 2027 roku jest z punktu widzenia zmian klimatu zbyt krótki dla pełnego ujawnienia się ewentualnych skutków zwiększenia emisji gazów cieplarnianych, gdyż analizy skutków zwiększenia tej emisji wskazują, iż konsekwencje dla klimatu pojawiają się ze znacznym opóźnieniem. Logiczne jest jednak, że planowanie nawet w bliższej perspektywie powinno brać pod uwagę ewentualne długoterminowe konsekwencje aktualnie podejmowanych działań.

Wyniki projektu KLIMAT realizowanego w IMGW PIB w zakresie zasobów wodnych oraz zmian klimatu do 2030 roku i w dalszej perspektywie

Perspektywa 2030

Realizowany w latach 2008-2012 w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowym Instytucie Badawczym projekt KLIMAT [18] uwzględnił również problematykę zasobów wodnych i ekosystemów zależnych od wód w kontekście zmian klimatu. Celem jednego z zadań w tym projekcie o tytule „Zrównoważone gospodarowanie wodą, zasobami geologicznymi i leśnymi kraju” było opracowanie podstaw strategii gospodarowania zasobami naturalnymi, opartej na zasadzie zrównoważonego rozwoju i uwzględniającej zagrożenia i presje wynikające z potencjalnych zmian klimatu oraz prognozowanego rozwoju społeczno-gospodarczego. Wyniki zadania zgodnie z przyjętymi założeniami winny dać przesłanki dla sformułowania wskazówek umożliwiających planistom wprowadzenie do dzisiejszych planów mechanizmów adaptacyjnych do spodziewanych zmian. W odniesieniu do gospodarowania wodą celem zadania było wypracowanie strategii Zintegrowanego Zarządzania Zasobami Wodnymi z uwzględnieniem zmian klimatu przy założeniu, że szczegółowe cele środowiskowe są zdefiniowane przez Ramową Dyrektywę Wodną. W projekcie KLIMAT, jako podstawę rozważań przyjęto trzy spośród opracowanych przez IPCC scenariuszy rozwojowych o kodowych nazwach przyjętych w *Special Report of Emission Scenarios*: A1B, A2 i B1. Bliższe informacje na temat przyjętych scenariuszy znajdują się we wspomnianym raporcie. Poniżej zamieszczono ich krótką charakterystykę.

Scenariusz A2. Zakłada rozwój w oparciu o kryteria ekonomiczne, zwiększenie różnic między biednymi i bogatymi krajami, szybki wzrost ludności, szczególnie w krajach rozwijających się, brak zaangażowania w kwestiach ekologicznych i postęp technologiczny najniższy w porównaniu do innych scenariuszy.

Scenariusz B1. Zakłada wysoki poziom świadomości ekologicznej i społecznej, odejście od postaw konsumpcyjnych, czysto ekonomicznych na rzecz zrównoważonego rozwoju. Rządy, biznes, media i ludzie przywiązują do tego dużą wagę. Świadomie i intensywnie inwestuje się w technologie, efektywność, ekologię.

Scenariusz A1B (wariant pośredni). Zakłada bardzo szybki wzrost gospodarczy. Populacja rośnie do roku 2050 a następnie zmniejsza się. Szybko są wdrażane nowe i efektywne technologie. Zwiększona współpraca gospodarcza i migracja ludności powodują wyrównywanie poziomu cywilizacyjnego i poziomu dochodów między regionami świata. Wariant ten zakłada zrównoważony układ systemów energetycznych, powstały w wyniku równomiernego rozwoju wszystkich form wytwarzania energii

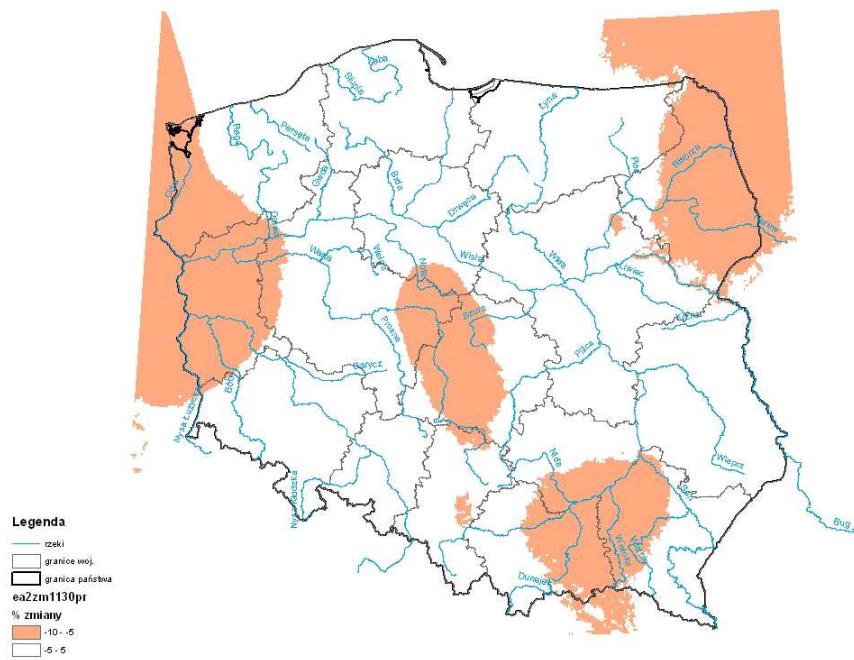
Zasoby wód powierzchniowych Polski określono na podstawie danych pomiarowych z sieci wodowskazowej IMGW-PIB przyjmując jako okres referencyjny dwudziestolecie 1971-1990². Przyjęty okres referencyjny przedstawiono na tle 60. letniego okresu obserwacji. Dokonano również oszacowania przyszłych zasobów wodnych Polski w oparciu o prognozy zmian opadu uzyskane z modeli klimatycznych .

² Powodem wyboru wymienionego okresu referencyjnego była potrzeba uzyskania zgodności z założeniami przyjętymi dla regionalnego modelu klimatycznego RegCM, którego wyniki będą wykorzystane przy określaniu przewidywanych zmian zasobów wód powierzchniowych Polski.

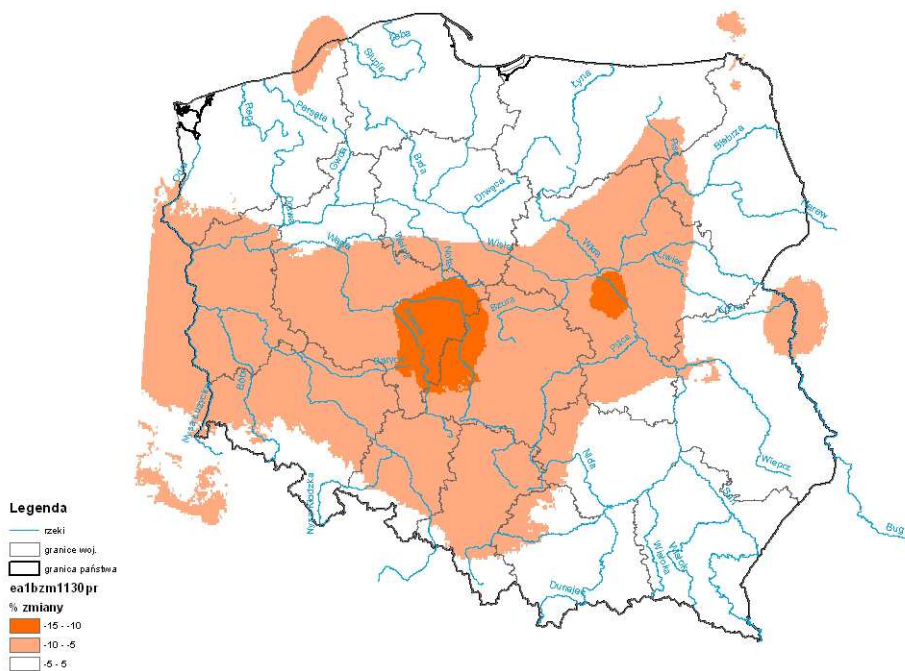
Przyjęto jako podstawowe, rozwiązanie oparte o wyznaczenie odpływów jednostkowych w oparciu o dane wodowskazowe. Pokazują one zasoby własne obszaru tj. zasoby pochodzące z opadu na tym obszarze. W założonej procedurze obliczeniowej każdy z wodowskazów reprezentował zlewnię różnicową pomiędzy nim a wodowskazami zlokalizowanymi hydrograficznie powyżej. Odpływ jednostkowy był wyliczany przez podzielenie przyrostu zasobu przez przyrost zlewni i przypisywany do zlewni różnicowej. Problem obszarów nieopomiarowanych rozwiązano przypisując takim zlewniom lub ich fragmentom wartości odpływu jednostkowego z podobnych zlewni sąsiednich. Zaszła również potrzeba wyeliminowania części zlewni różnicowych ze względu na ich niewielką powierzchnię w stosunku do zlewni powyżej, co powoduje, iż wpływ dokładności określenia przepływu wody na wodowskazie może być decydujący dla wyniku obliczeń odpływu jednostkowego. Również problemy związane z antropopresją były powodem eliminacji niektórych zlewni różnicowych. Wszystkie wymienione problemy bliżej omówiono w [19].

Porównanie odpływów jednostkowych z opadami pozwala na wyznaczenie współczynnika odpływu. Wymaga to opracowania rozkładu przestrzennego opadów zanotowanych na stacjach pomiarowych. W niniejszej pracy wykorzystano rozkład opracowany w zadaniu 1 projektu KLIMAT oparty o metodę wieloboków równego zadeszczenia [19]. Rozkład ten został zestawiony z odpływem jednostkowym w mezoregionach w efekcie czego uzyskano warstwę współczynników odpływu. Została ona wykorzystana do oszacowania prognozowanych zasobów wód powierzchniowych dla okresu 2011-2030, które określono na podstawie prognozy przyszłych opadów. Poniżej przedstawiono proces realizacji opisanej wyżej procedury określania zasobów wód powierzchniowych Polski oraz zaprezentowano wyniki obliczeń

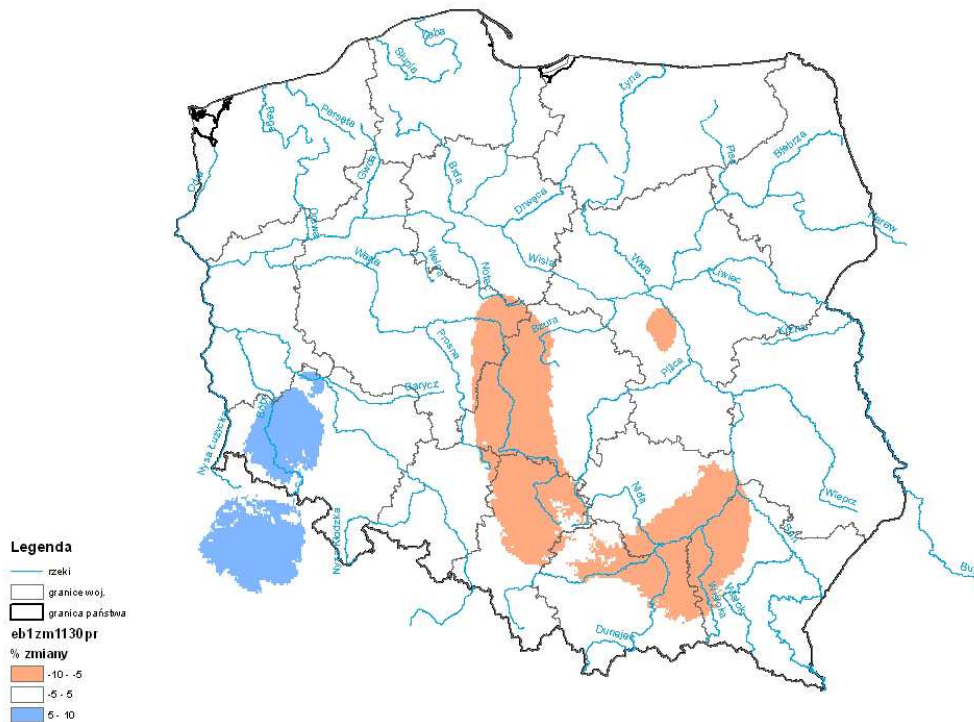
Wielkość i zmienność opadów atmosferycznych w zlewni wpływa w sposób decydujący na warunki środowiska. Badając, jak kształtują się w okresie referencyjnym relacje pomiędzy obserwowanymi opadami a odpływami ze zlewni, a także przepływami obserwowanymi w ciekach powierzchniowych, można następnie wykorzystać tę wiedzę i zastosować w warunkach prognozowanej zmiany klimatu. Przewidywać można, że ocieplenie klimatu spowoduje wydłużenie się sezonu letniego, związanego z opadami deszczowymi, natomiast zima z opadami śnieżnymi ulegnie skróceniu. Ewentualne skrócenie okresu zimowego, przejawiające się mniejszą niż dotąd grubością pokrywy śnieżnej [19] spowoduje regresję zasilania topniejącym śniegiem wód gruntowych i będzie skutkowało obniżaniem się poziomu wód gruntowych, co w konsekwencji spowoduje obniżenie zasilania cieków w wodę w okresach niżówkowych.



Rysunek 1. Procentowa zmiana odpływu w okresie 2011-2030 w stosunku do okresu 1971-1990 dla scenariusza A2 Źródło:[19]



Rysunek 2. Procentowa zmiana odpływu w okresie 2011-2030 w stosunku do okresu 1971-1990 dla scenariusza A1B Źródło [19]



Rysunek 3. Procentowa zmiana odpływu w okresie 2011-2030 w stosunku do okresu 1971-1990 dla scenariusza B1 Źródło :[19]

Projekcje i modele zmian klimatu bazują na wielu założeniach i uproszczeniach, dlatego otrzymane wyniki obarczone są w różnym stopniu niepewnością. Według badań europejskich różne źródła niepewności, z punktu widzenia badań nad oddziaływaniami klimatu, można podzielić na dwie kategorie:

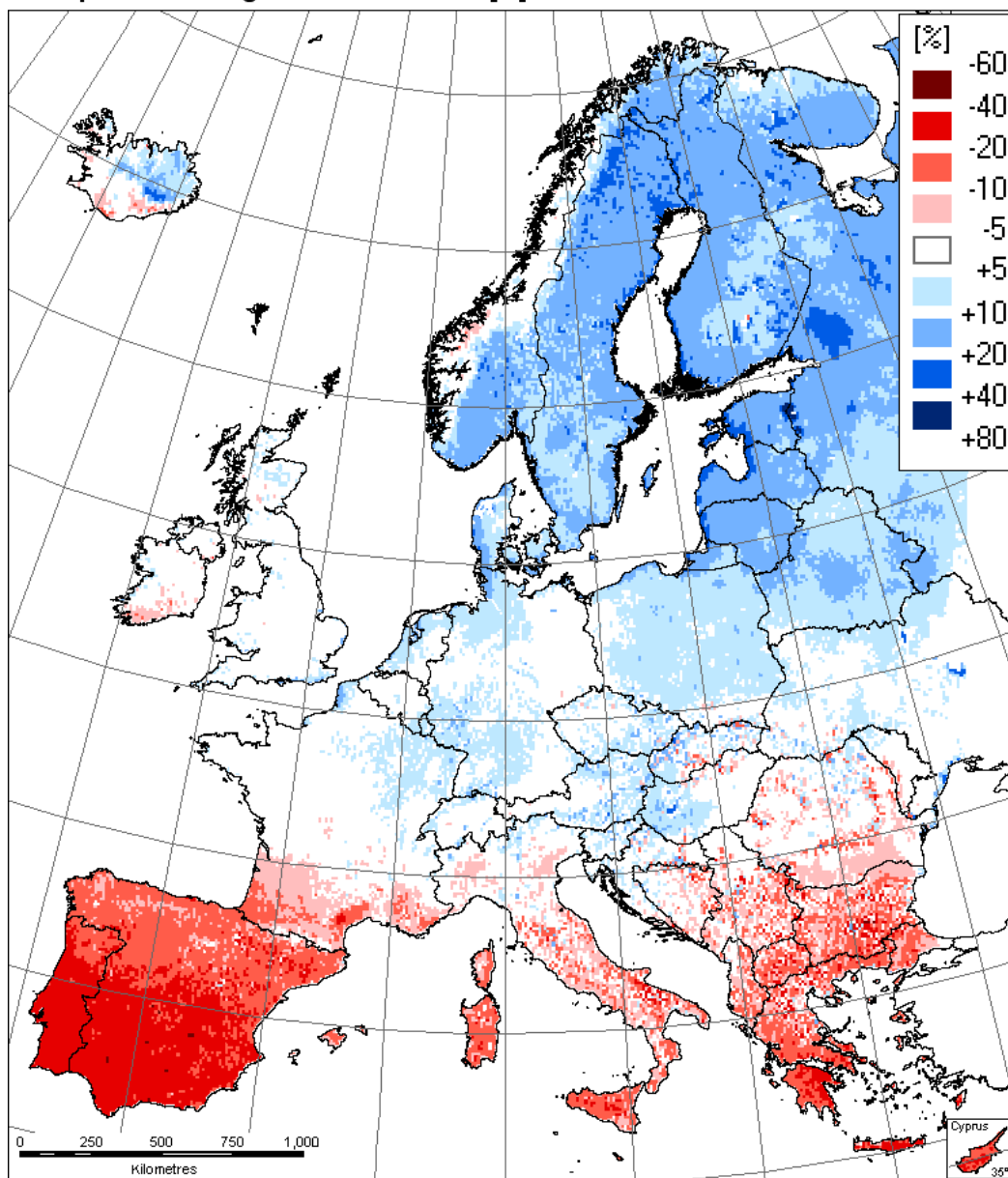
- niepewność wynikająca z niekompletnej wiedzy dotyczącej badanego systemu (np. na skutek błędów pomiaru lub uproszczeń formuł modelu);
- niepewność integralnie związana z badanym systemem (np. na skutek chaotyczności klimatu globalnego lub systemu społeczno-gospodarczego).

W przypadku określania zmian zasobów wód powierzchniowych pod wpływem zmian klimatu w projekcie KLIMAT przyjęto również szereg założeń upraszczających. Przy określaniu przyszłych zmian zasobów wód powierzchniowych na podstawie hipotetycznych zmian opadu z modelu statystyczno-empirycznego przyjęto, że zależność pomiędzy opadem a odpływem wyrażona we współczynniku odpływu będzie podobna jak w okresie referencyjnym. Założenie to jest oparte na dwóch przesłankach – niewielkiej zmianie temperatury w okresie przyszłym oraz podobnej do dotychczasowej strukturze użytkowania terenu. Badania w europejskim projekcie CORINE Land Cover pokazują, że w okresie 2000 do 2006 użytkowanie terenu w Polsce w istotny sposób zmieniło się na powierzchni ok. 0,5 % kraju, a więc zmiany następują dość wolno.

Dalsza perspektywa

Analizy dotyczące dalszej perspektywy wskazują, że obszar Polski wraz z sąsiadującymi krajami będzie w porównaniu z innymi krajami Europy najmniej dotknięty zmianami klimatu. Zmiany do końca tego stulecia pokazuje niniejsza mapa:

Precipitation: change in annual amount [%]

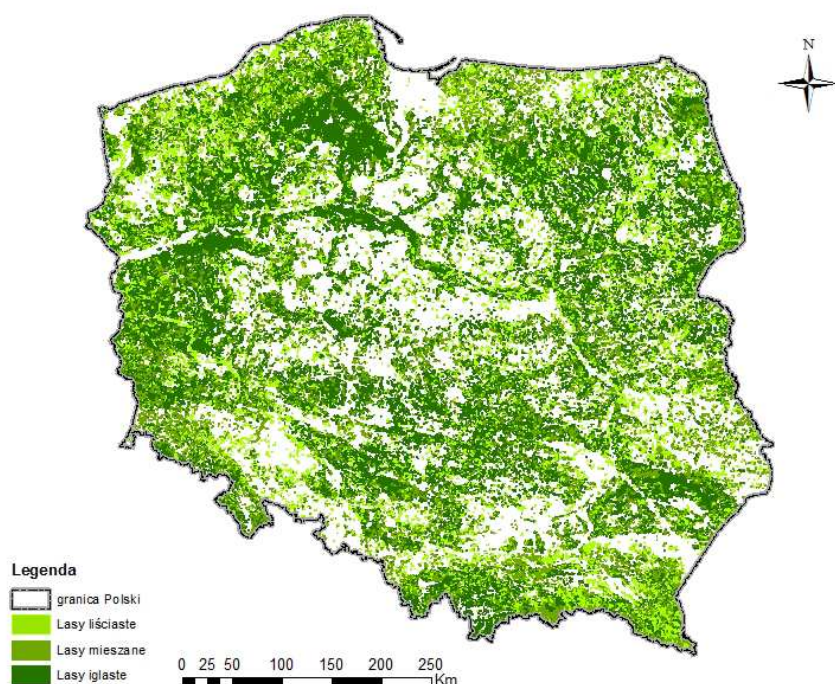


Rysunek 4. Źródło: Zielona Księga Adaptacja do zmian klimatycznych w Europie – warianty działań na szczeblu UE Scenariusz A2 IPCC SRES. Prognozowane skutki klimatyczne szacuje się na lata 2071-2100 w stosunku do okresu 1961-1990. Mapy opierają się na danych DMI/PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk>) i zostały przetworzone przez WCB w ramach badania PESETA finansowanego przez WCB (<http://peseta.jrc.es>).

Należy przypomnieć, że scenariusz A2 którego wyniki przedstawiono na powyższej mapie jest najbardziej niekorzystny z uwagi na dynamikę zmian klimatu. Według niego zmiany w opadach do 2100 roku dla Polski będą wahać od 0 do + 10% w stosunku do okresu 1961-1990.

Zasoby wodne w obszarach leśnych w Polsce a zmiany klimatu

Zgodnie z Krajowym Programem Zwiększania Lesistości w 2020 roku lasy mają stanowić 30% powierzchni kraju, a w 2050 – 33% [20]. Obecny stan uwzględniający podział na lasy iglaste, liściaste i mieszane zaprezentowano na poniższym rysunku [21].



Rysunek 5. Obszary leśne w Polsce Źródło: opracowanie własne na podstawie CORINE Land Cover

Zasoby leśne w relacji do zasobów wodnych należy analizować w dwóch aspektach :

- Wpływu zmian zasobów wodnych na zasoby leśne;
- Oddziaływania ekosystemów leśnych na zasoby wodne w warunkach zmian klimatycznych.

Wpływ zmian zasobów wodnych na zasoby leśne

Przedstawione wyniki obliczeń nie pokazują istotnych zmian zasobów wód powierzchniowych w okresie 2011-2030. Spadek dla wartości średnich rocznych dla scenariuszy A2 i B1 nie przekracza 10%, a dla scenariusza A1B – 15%. Nie ma też istotnych wzrostów średnich rocznych, jedynie dla scenariusza B1 w pld. – zach. części Polski model sugeruje wzrost do 15 %. Analiza zmian dla półroczy zimowego i letniego sugeruje, że większe zmiany mogą wystąpić w rozkładzie czasowym. W każdym ze scenariuszy można wyróżnić obszary o wzroście zasobów w półroczu zimowym do 10% oraz o spadku zasobu w półroczu letnim, największe – do 20% dla scenariusza A1B w centralnej części pasa nizin środkowopolskich. Uwzględniając lokalizacje dużych kompleksów leśnych w Polsce i prognozowane zmiany zasobów wodnych przewiduje się:

- Dla scenariusza A2- spadek średnich rocznych zasobów wodnych w wielkości nie przekraczającej 10% (-10%:-5%) dotyczy następujących obszarów leśnych: Puszcza Augustowska , Puszcza Knyszyńska, Puszcza Białowieska, Puszcza Piska, Puszcza Goleniowska, Puszcza Rzepińska, Bory Dolnośląskie, Puszcza Świętokrzyska
- Dla Scenariusza B1 - spadek średnich rocznych zasobów wodnych w wielkości nie przekraczającej 10% (-10%:-5%) dotyczy następujących obszarów leśnych: Puszcza Świętokrzyska,
- Dla Scenariusza B1-wzrost średnich rocznych zasobów wodnych dotyczy następujących obszarów leśnych: Bory Dolnośląskie
- Dla Scenariusza A1B-spadek średnich rocznych zasobów wodnych w wielkości nie przekraczającej -15% (-15%:-10%) dotyczy następujących obszarów leśnych: Puszcza Kampinoska, natomiast spadek średnich rocznych zasobów wodnych w wielkości nie przekraczającej -10% (-10%:-5%) dotyczy następujących obszarów leśnych: Bory Dolnośląskie, Puszcza Rzepińska, Puszcza Piska, Puszcza Kozienicka.

Analizując podatność ekosystemów na zmiany zasobów wodnych najbardziej wrażliwymi siedliskami wśród ekosystemów leśnych są bory i lasy bagienne, łągi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe oraz łągowe lasy dębowo wiązowo jesionowe [22].

Ekosystemy najbardziej wrażliwe na zmiany zasobów wodnych - przykłady³

Ekosystemy	Siedlisko
Morskie, przybrzeżne	Ujścia rzek, estuaria
	Zalewy i jeziora przymorskie, laguny
	Wilgotne zagłębienia międzywydmowe
Solnisk śródlądowych	Śródlądowe błotne solniska z solirodem
	Śródlądowe słone łąki, pastwiska i szuwary
Wód słodkich i torfowisk	Jeziora lobeliowe
	Brzegi lub osuszone dna zbiorników wodnych ze zbiorowiskami z <i>Littorelletea Isoetes</i>
	Twardowodne oligo- i mezotroficzne zbiorniki z podwodnymi łąkami ramienic <i>Charatea</i>

³ Opracowano na podstawie „Poradników ochrony siedlisk i gatunków Natura2000”, wydanych przez Ministerstwo Środowiska (J. Herbich, 2004)

Ekosystemy	Siedlisko
	Starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z Nymphaeion, Potamion
	Pionierska roślinność na kamieńcach górskich potoków
	Zarośla wrześni na kamieńcach i żwirowiskach górskich potoków
	Zarośla wierzbowe na kamieńcach i żwirowiskach górskich potoków
	Nizinne i podgórskie rzeki ze zbiorowiskami włosieniczników
	Zalewane muliste brzegi rzek
	Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą
	Torfowiska wysokie zdegradowane, zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji
	Torfowiska przejściowe i trzęsawiska
	Torfowiska nakredowe
	Górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk
	Wilgotne wrzosowiska z wrzoścem bagiennym
Nieleśne	Ziołorośla górskie i nadrzeczne
	Łąki selernicowe
	Bory i lasy bagienne
Leśne	Łęgi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe
	Łęgowe lasy dębowo wiązowo jesionowe

Oddziaływanie ekosystemów leśnych na zasoby wodne w warunkach zmian klimatycznych

Oddziaływanie ekosystemów leśnych na zasoby wodne w warunkach zmian klimatycznych ma istotne znaczenie. Oddziaływanie to powinno być analizowane w sposób zintegrowany uwzględniający różne aspekty wpływu lasów na gospodarkę wodną i przy uwzględnieniu, że cele i zadania gospodarki wodnej również traktowane są w sposób zintegrowany.

W rezultacie możliwe oddziaływanie ekosystemów leśnych na zasoby wodne w warunkach zmian klimatycznych, jako narzędzia powstrzymania zmian lub adaptacji do tych zmian należy uwzględniać w następujących przypadkach :

- Prowadzenie polityki związanej z zalesianiem niezależnie od sekwestracji dwutlenku węgla ma znaczenie dla kompensacji zmian wynikających z rosnącego stopnia urbanizacji i intensyfikacji spływu powierzchniowego;
- Utrzymywanie i ochrona oraz odbudowa ekosystemów zależnych od wód ma znacznie dla retencji naturalnej a więc służy ochronie przed powodzią i ochronie przed suszą.

Jednymi z działań ograniczających ryzyko powodziowe zaproponowanymi w metodyce opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym [23] są działania zwiększające retencję leśną zlewni. Zakłada się przy tym, że zwiększenie retencji leśnej w zlewni może być realizowane dwukierunkowo poprzez dolesianie zlewni lub zwiększenie stopnia retencji istniejących obszarów leśnych poprzez odpowiednio prowadzoną gospodarkę leśną. Kolejnym działaniem z tego zakresu, które może mieć związek z gospodarką leśną jest wykorzystanie naturalnych warunków morfologicznych zlewni wspomaganych systemem urządzeń w celu spowolnienia spływu powierzchniowego. Spowolnienie spływu wód powierzchniowych w zlewni powoduje zmniejszenie/opóźnienie dopływu do koryta ciekłu, a w konsekwencji

zmniejszenie fali powodziowej oraz zmniejszenie strat erozyjnych w zboczach doliny wspierając jednocześnie możliwości rozwoju gospodarki leśnej.

Jak wspomniano wcześniej dla Polski najbardziej dotkliwa jest zmienność w czasie występowania zasobów. Biorąc pod uwagę niski stopień retencjonowania zasobów wód powierzchniowych (6% średniego rocznego odpływu rzek polskich) ograniczona jest możliwość reagowania na występujące nadmiary wód w okresach powodziowych, jak i deficyty w okresach suszy. Ma to również wpływ na jakość wód bowiem :

- w okresach powodziowych powstaje zagrożenie obiektów położonych na terenach zalewowych, których podtopienie wywołuje między innymi uwalnianie się do wód substancji obniżających jej jakość,
- w okresach suszy następuje koncentracja zanieczyszczeń.

Niewystarczający stopień retencji, oraz wprowadzenie szeroko zakrojonych melioracji wodnych prowadzi do nadmiernego poboru wód powierzchniowych płynących, oraz obniżania poziomu wód gruntowych i sięganie w większym stopniu do wód głębszych. Występujące z kolei długotrwałe susze prowadzą do znacznego obniżenia się warstwy wodonosnej wód podziemnych.

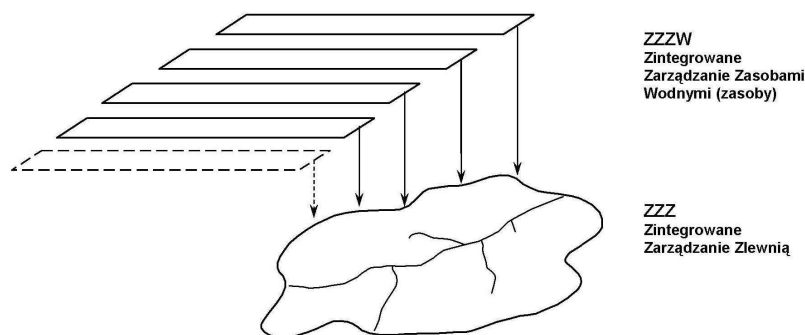
Reasumując im większa powierzchnia terenów leśnych w zlewniach hydrograficznych a więc wyższy wskaźnik lesistości tym większa odporność zasobów wodnych na zmiany i tym większy potencjał retencji naturalnej ułatwiający wdrażanie zasad Zintegrowanego Zarządzania Zasobami Wodnymi (ZZZW) [23].

2. Koncepcja rozwiązań zwiększających odporność zasobów wodnych w powiązaniu z zasobami leśnymi na zmiany klimatu

Punktem wyjścia dla prowadzenia optymalnej polityki dotyczącej zasobów wodnych oraz leśnych jest jedna z zasad ZZZW podkreślająca, że woda jest ograniczonym i wrażliwym zasobem, istotnym dla utrzymania życia, rozwoju i środowiska. Woda utrzymuje życie, a efektywne zarządzanie zasobami wodnymi wymaga holistycznego podejścia, łączącego społeczny i ekonomiczny rozwój z ochroną naturalnych ekosystemów. Efektywne zarządzanie łączy zagospodarowanie przestrzenne w tym utrzymanie powierzchni leśnych z użytkowaniem wód w całej zlewni.

Istotna jest również kolejna zasada, podkreślająca, że woda ma wartość we wszystkich konkurujących rodzajach użytkowania. W myśl tej zasady istotne jest uwzględnianie w pierwszej kolejności potrzeb ludności związanych z dostępem do czystej wody i sanitacji po przystępnej cenie. Poprzednie nieprawidłowości doprowadziły do marnotrawstwa wody i szkód w środowisku wodnym. Traktowanie wody jako dobra ekonomicznego to właściwy sposób na osiągnięcie efektywnego i sprawiedliwego użytkowania oraz zachęcania do ochrony zasobów wodnych.

Konsekwencją wdrożenia wspomnianych zasad jest zintegrowane zarządzanie zlewnią (ZZZ – Integrated River Basin Management. ZZZ należy traktować jako aplikację zasad ZZZW na poziomie zlewni hydrograficznej.



- Rysunek 6. Związek zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi i zintegrowanego zarządzania zlewnią Źródło: Walczykiewicz T. Ryzyko w Zintegrowanym Zarządzaniu Zasobami Wodnymi IMGW 2010

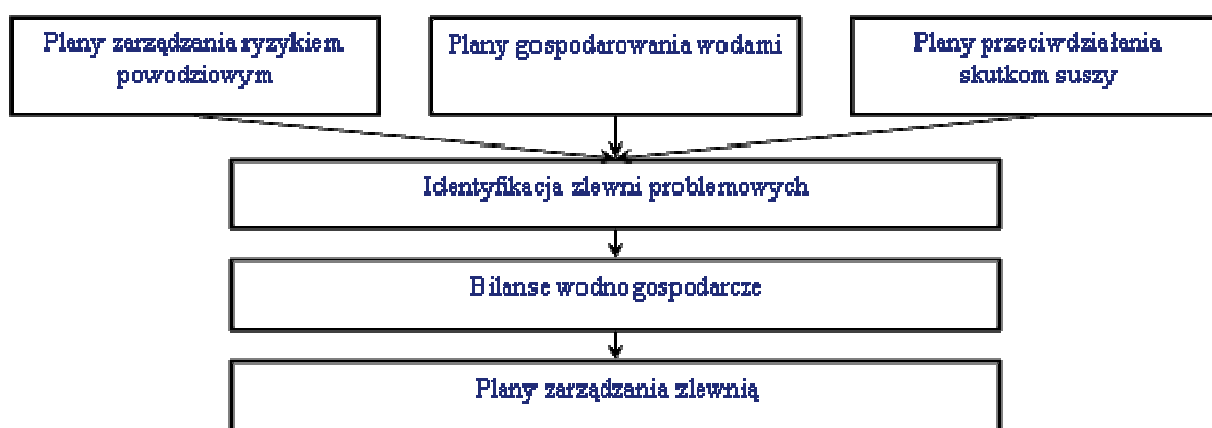
Zgodnie z definicją przytoczoną we wprowadzeniu adaptacyjne zarządzanie zasobami wodnymi to systematyczny proces doskonalenia zarządzania poprzez analizę efektów wdrożonych strategii wodnych przy uwzględnianiu niepewności związanych z prognozami. Wprowadzenie tego procesu to wynik rosnącej liczby problemów jakie stają przed zarządzającymi gospodarką wodną co powoduje że implementacja zasad ZZZW bywa utrudniona z powodu nie uwzględniania niepewności różnych zjawisk mających na nią wpływ. W procesie adaptacyjnego zarządzania uwzględniane są między innymi warunki lokalne w tym zasoby leśne i zmiany klimatyczne. Działania podejmowane w ramach tego procesu ulegają zmianom, są dostosowywane do bieżących i prognozowanych warunków [24]. Adaptacyjny proces zarządzania posiada iteracyjny charakter i składa się z czterech głównych faz partycypacyjnej ocenie, partycypacyjnym formułowaniu polityki, implementacji polityki i monitoringu oraz ewaluacji. Jego podstawową cechą jest szeroki udział interesariuszy [24] we wszystkich jego fazach. Adaptacja do zmian klimatycznych i działania z nią związane, pozwolą na ograniczenie ryzyka wystąpienia strat. Ograniczenie możliwości indywidualnego traktowania problematyki planowania wynikające np. ze specyfiki obszaru może doprowadzić do zablokowania tego procesu. Aplikacja adaptacyjnego zarządzania zasobami wodnymi wymaga ponadto:

- uproszczenia procesu planowania,
- integracji planowania w gospodarowaniu wodami z planowaniem przestrzennym i politykami sektorowymi w tym również gospodarką leśną,
- przyjęcia zasady, że proces planowania według RDW jest procesem ciągłym realizowanym w sześcioletnich cyklach, pomiędzy poszczególnymi edycjami planów następuje ocena wyników, wprowadzanie zmian w tym zmian wynikających z identyfikacji nowych danych, przeprowadzanych kolejnych analiz uzupełniających jak również zmian wynikających m. in. z poprawy stanu wód
- przyjęcia zasady, że planowanie jest procesem dynamicznym, akty prawne regulujące zagadnienie planowania winny tę dynamikę uwzględniać i być przede wszystkim otwarte na cykliczność planów i możliwość ciągłej weryfikacji jego elementów;
- ustalenia, że proces planowania musi być wspierany pracami badawczymi poszukującymi nowych technik i doskonalącymi narzędzia oceny stanu wód jak również instrumenty jego poprawy, wobec powyższego akty prawne muszą uwzględniać takie możliwości;
- pełnego zdefiniowania podstawowych pojęć związanych z procesem planowania, akty prawne będą dzięki temu czytelne i jednoznaczne;

- przyjęcia zasady, że planowanie musi być procesem systematycznym, stąd akty prawne nie powinny podlegać częstej weryfikacji i zmianom;
- ustalenia, że akty prawne powinny spełniać role koordynującą, wyraźnie definiować podstawowe składniki planów, podmioty odpowiedzialne z ich przygotowanie.

W rezultacie rozważenia wymaga takie kształtowanie prac planistycznych na poziomie zlewni problemowych (wyznaczonych w regionach wodnych [25]), które doprowadzi do opracowania planów zarządzania zlewnią jako dokumentów trzeciego poziomu planowania (po obszarach dorzeczy i regionach wodnych) uwzględniających w jednym dokumencie:

- zarządzanie ryzykiem powodziowym,
- ochronę wód i ekosystemów od nich zależnych,
- przeciwdziałanie skutkom suszy,
- bilansowanie wodnogospodarcze,
- planowanie przestrzenne z uwzględnieniem gospodarki leśnej.



Rysunek 7. Plany zarządzania zlewnią Źródło: Majewski W. Walczykiewicz T. Zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi oraz infrastrukturą hydrotechniczną w świetle prognozowanych zmian klimatycznych IMGW PIB; 2012

3. Wnioski i rekomendacje

Jednym z zadań, za które odpowiadają Lasy Państwowe jest prowadzenie trwale zrównoważonej gospodarki leśnej, realizowane w oparciu o plany zarządzania lasu z uwzględnieniem w szczególności następujących celów:

- zachowania lasów i korzystnego ich wpływu na klimat, powietrze, wodę, glebę, warunki życia i zdrowie człowieka oraz równowagę przyrodniczą;
- ochrony gleby i terenów szczególnie narażonych na zniszczenie lub uszkodzenie oraz o specjalnym znaczeniu społecznym;
- ochrony wód powierzchniowych, głębinowych i retencji zlewni.

Zadania te mają istotny wpływ na cele i zadania gospodarki wodnej, stąd rekomenduje się pogłębienie współpracy w zakresie planowania i realizacji działań pomiędzy regionalnymi zarządami gospodarki wodnej i regionalnymi dyrekcjami lasów państwowych.

Obecnie partnerami w realizacji polityki leśnej państwa są jednostki administracji państwowej i samorządowej odpowiedniego szczebla:

- Administracja wojewódzka w zakresie polityki przestrzennego zagospodarowania terenu województw
 - Administracja lokalna i samorządy w zakresie bezpośredniej współpracy z nadleśnictwami i wzajemnej partycypacji w procesach planistycznych

Rekomenduje się, aby do wspomnianej wzajemnej partycypacji w procesach planistycznych włączyć również regionalne zarządy gospodarki wodnej odpowiadające za planowanie w gospodarowaniu wodami w regionach wodnych i zlewniach.

Należy ponadto podkreślić, że wypracowane w ramach projektu KLIMAT rozwiązania metodyczne pozwalają na prowadzenie szczegółowych analiz mogących służyć polityce adaptacji do zmian klimatu w obszarach leśnych. Zalicza się do nich:

- obliczanie dla dowolnego obszaru średnich hipotetycznych procentowych zmian opadu/odpływu jednostkowego na podstawie modelowania statystycznego lub dynamicznego dla 3 scenariuszy zmian klimatu A2, A1B, B1 (średnie - roczne, w półroczach hydrologicznych, w czterech porach roku w okresie 2011-2030 w stosunku do okresu 1971-1990)
- Obliczanie dla dowolnego obszaru średnich hipotetycznych procentowych zmian opadu na podstawie modelowania statystycznego dla 3 scenariuszy zmian klimatu A2, A1B, B1 (średnie roczne, w półroczach hydrologicznych, w czterech porach roku w okresie 2081-2100 w stosunku do okresu 1971-1990)
- Obliczanie z wartości odpływu jednostkowego przedstawionego w postaci grid średniego odpływu dla przekroju zamykającego dowolny obszar hydrograficzny w szczególności dla okresu 1971-1990 z wykorzystaniem opracowanej procedury.
- Określanie obszarów, w których wykorzystywanie zasobów wodnych powinno być podporządkowane zachowaniu walorów środowiskowych i rekreacyjnych (przy uwzględnieniu działań renaturyzacyjnych i rewitalizacyjnych dla rzek).

4. Bibliografia

- [1] <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml#UYO3wOjwGM8>
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change- *A Special Report of IPCC Working Group III*, Intergovernmental Panel on Climate Change;2007
- [3] America's Climate Choices, The National Academy of Sciences. Washington;2011
- [4] G8 Summit Analysis Part I Issue Objectives Reports, G8 Research Group, University of Toronto;2007
- [5] Egbert Boeker, Rienk van Grondelle: *Fizyka środowiska*. Warszawa: PWN, 2002
- [6] IPCC Fourth Assessment Report, Working Group I Report "The Physical Science Basis"
- [7] Alan Robock, Volcanic eruptions and climate, *Reviews of Geophysics* Volume 38;2000
- [8] Teresa Madeyska, Leszek Marks; *Zmiany Klimatu- Jakie były, jakie są i co nam przyniosą* Polska Akademia Nauk, Warszawa; 2008
- [9] Intergovernmental Panel on Climate Change *Special Report of Emission Scenarios Summary for Policymakers*;2000
- [10] <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf>

- [11] J.C. I. Dooge Hydrologic models and climate change; Journal of Geophysical Research: Atmospheres Volume 97 D3; 2012
- [12] *White paper. From the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions. Adapting to climate change in Europe – options for EU action* [2009], Commission of the European Communities, Brussels; 2009
- [13] <http://www.gwp.org/The-Challenge/What-is-IWRM/>
- [14] Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000r. ustala ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, Dz.U. L 327 z 22.12.2000, str. 1—73;
- [15] Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu, Dz.U. L 372 z 27.12.2006, str. 19—31, zwana dyrektywą córką RDW;
- [16] Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, zwana w skrócie dyrektywą powodziową. Dz.U. L 288 z 6.11.2007, str. 27—34
- [17] Cygler M. i Miłaszewski R. - redakcja, Materiały do studiowania ekonomiki zaopatrzenia w wodę i ochrony wód; Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych; Białystok; Walczykiewicz T. .: Zasoby wodne i użytkowanie, str. 11-33; 2008;
- [18] <http://klimat.imgw.pl/>
- [19] Majewski W. Walczykiewicz T. Zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi oraz infrastrukturą hydrotechniczną w świetle prognozowanych zmian klimatycznych IMGW PIB; 2012
- [20] Ministerstwo Środowiska, Krajowy Program Zwiększania Lesistości; 2003
- [21] <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- [22] Ministerstwo Środowiska, Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 Praca zbiorowa po redakcją J. Herbicha.
- [23] Metodyka opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych, Raport Końcowy, Walczykiewicz T. i in. IMGW PIB na zlecenie Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej; 2012
- [24] Claudia Pahl-Wostl, Marc Craps, Art Dewulf Erik Mostert, David Tabara and Tharsi Taillieu Social Learning and Water Resources Management, Ecology and Society 12(2); 2007
- [25] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne Dz.U. 2001 nr 115 poz.1229
 - [26]Walczykiewicz T. Ryzyko w Zintegrowanym Zarządzaniu Zasobami Wodnymi ; IMGW 2010