

PROGRAM

ZWIĘKSZANIE MOŻLIWOŚCI RETENCYJNYCH

ORAZ PRZECIWDZIAŁANIE POWODZI I SUSZY

W EKOSYSTEMACH LEŚNYCH NA TERENACH NIZINNYCH

Koordynacja opracowania: CKPŚ

Zespoły autorskie pod kierownictwem:

Prof. dr hab. Waldemara Mioduszewskiego

Prof. dr hab. Edwarda Pierzgalskiego

WARSZAWA, GRUDZIEŃ 2009 R.

SPIS TREŚCI

1	WPROWADZENIE	3
1.1	OGÓLNE ZAŁOŻENIA PROGRAMU ZWIĘKSZANIE MOŻLIWOŚCI RETENCYJNYCH ORAZ PRZECIWDZIAŁANIE POWODZI I SUSZY W EKOSYSTEMACH LEŚNYCH NA TERENACH NIZINNYCH	3
2	UWARUNKOWANIA RETENCJONOWANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH	6
2.1	OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW FIZJOGRAFICZNYCH, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM WARUNKÓW HYDROGRAFICZNYCH WYSTĘPUJĄCYCH NA OBSZARACH ZLEWNI OBJĘTYCH PROGRAMEM	6
2.1.1	Zasoby wód powierzchniowych	7
2.1.2	Sieć hydrograficzna	8
2.1.3	Odływ rzeczny	8
2.1.4	Jakość wody	11
2.1.5	Mokradła	12
2.1.6	Jeziora i zbiorniki wodne	13
2.1.7	Wody podziemne	13
2.1.8	Zarządzanie wodami	15
2.2	OCHRONA PRZYRODY NA TERENACH LEŚNYCH, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM OBSZARÓW CHRONIONYCH, W TYM OBSZARÓW NATURA 2000	16
2.3	ANALIZA WYSTĘPOWANIA ZJAWISKA SUSZY (ATMOSFERYCZNEJ, GLEBOWEJ, HYDROLOGICZNEJ) WRAZ Z OCENĄ JEJ SKUTKÓW NA TERENACH LEŚNYCH	21
2.4	ANALIZA ZAGROŻENIA POWODZIĄ, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZAGROZEŃ WYSTĘPUJĄCYCH NA TERENACH LEŚNYCH	28
2.5	OCHRONA PRZED POWODZIĄ, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM FUNKCJI OCHRONNYCH LASÓW NA TERENACH LEŚNYCH	31
2.6	ANALIZA DOKUMENTÓW STRATEGICZNYCH ZWIĄZANYCH Z GOSPODARKĄ WODNĄ W ZLEWNI, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM WOJEWÓDZKICH PROGRAMÓW MAŁEJ RETENCJI W ASPEKcie POWIĄZANIA Z PROGRAMEM MAŁEJ RETENCJI NA TERENACH LEŚNYCH	32
2.6.1	Wojewódzkie programy małej retencji	34
2.6.2	Realizacja małej retencji w lasach	37
2.7	UWARUNKOWANIA I OGRANICZENIA (TOPOGRAFICZNE, TECHNICZNE, FORMALNO-PRAWNE, EKONOMICZNE, PRZYRODNICZE ORAZ INNE) W RETENCJONOWANIU WÓD NA TERENACH LEŚNYCH	39
2.8	OCENA POTENCJALNYCH MOŻLIWOŚCI RETENCJI NA TERENACH LEŚNYCH ORAZ POWIĘKSZANIA DYSPOZYCYJNYCH ZASOBÓW WÓD POWIERZCHNIOWYCH Z ZASTOSOWANIEM METOD TECHNICZNYCH I PRZYRODNICZYCH	43
3	POTRZEBY RETENCJONOWANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH NA OBSZARZE ZARZĄDZANYM PRZECZ PAŃSTWOWE GOSPODARSTWO LEŚNE	44
3.1	OGÓLNA OCENA ILOŚCI I JAKOŚCI ZASOBÓW ORAZ POTRZEB WODNYCH NA OBSZARACH ZARZĄDZANYCH PRZECZ PAŃSTWOWE GOSPODARSTWO LEŚNE	44
3.2	WPLYW SYSTEMÓW MAŁEJ RETENCJI NA RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNĄ EKOSYSTEMÓW LEŚNYCH	49
3.3	PRZEGLĄD OBECNEGO STANU GOSPODARKI WODNEJ ORAZ RETENCJONOWANIA WÓD W LASACH	51
3.4	OCENA ILOŚCIOWA I JAKOŚCIOWA ZASOBÓW I POTRZEB W ZAKRESIE MAŁEJ RETENCJI W LASACH	54
4	KIERUNKI DZIAŁAŃ I METODY RETENCJONOWANIA WÓD NA TERENACH LEŚNYCH NA OBSZARZE ZARZĄDZANYM PRZECZ PAŃSTWOWE GOSPODARSTWO LEŚNE	55
4.1	OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA I OCENA METOD ZWIĘKSZANIA RETENCJI WODNEJ NA TERENACH LEŚNYCH	55
4.2	SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA PRZYJĘTYCH METOD RETENCJONOWANIA WÓD NA TERENACH LEŚNYCH	57
4.3	CHARAKTERYSTYKA PLANOWANYCH ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH	58
4.4	WSKAZANIA DOTYCZĄCE REALIZACJI PROJEKTÓW	63
4.5	WSKAZANIA DOTYCZĄCE OCENY ODDZIAŁYWANIA NA STAN ŚRODOWISKA NATURALNEGO WRAZ Z OKREŚLENIE DZIAŁAŃ MAJĄCYCH NA CELU USUNIĘCIE LUB OGRANICZENIE NEGATYWNEGO WPLYWU	66
4.6	OGÓLNA ANALIZA KOSZTÓW ORAZ SKUTKÓW SPOŁECZNO-EKONOMICZNYCH I ŚRODOWISKOWYCH ZWIĄZANA Z REALIZACJĄ DANEGO TYPU INWESTYCJI LUB Z JEJ ZANIECZANIEM	67
5	SPIS LITERATURY	70
6	SPIS TABEL	74
7	SPIS ILUSTRACJI	75

1 WPROWADZENIE

1.1 Ogólne założenia programu ***Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych***

Woda w środowisku przyrodniczym spełnia wiele funkcji, jest podstawowym czynnikiem rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego. Jednocześnie kształtuje różnorodność biologiczną i jest niezbędna do zachowania walorów przyrodniczych. Doświadczenia wskazują, że dotychczasowe metody gospodarowania wodą nie zawsze dają dobre rezultaty. Niezbędne jest poszukiwanie nowych metod, których celem byłoby zaspokojenie potrzeb wodnych w połączeniu z ochroną przyrody i zasobów wodnych. Takie wymogi spełnia tzw. mała retencja. (Mioduszeński 2003).

Mała retencja to zatrzymywanie lub spowalnianie spływu wód w obrębie małych zlewni przy jednoczesnym zachowaniu i wspieraniu rozwoju krajobrazu naturalnego. Projekty małej retencji w Lasach Państwowych były realizowane z powodzeniem od połowy lat 90. Według danych DGLP w latach 1998 – 2004 powstało 1 005 zbiorników małej retencji o łącznej powierzchni 1290 ha i pojemności ok. 7,5 mln m³. Dokonano również przebudowy lub modernizacji niemal 2 000 urządzeń piętrzących – zastawek, progów, jazów. Na realizację tych projektów pozyskiwano finansowanie ze źródeł zewnętrznych (*Ekofundusz, NFOŚiGW, WFOŚiGW*).

W 2006 r. w Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych powstał pomysł skoncentrowania tego typu działań i opracowania jednego wniosku do Funduszu Spójności. Tematem programu jest *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych*.

Celem programu jest zatrzymywanie lub spowalnianie spływu wód w obrębie małych zlewni przy jednoczesnym zachowaniu i wspieraniu rozwoju krajobrazu naturalnego. Program obejmuje ekosystemy nizinne całego kraju, a uczestniczyć w nim będzie około 190 Nadleśnictw. Planuje się realizację ponad 1 000 zadań, na szacowaną kwotę około 190 mln zł. Zadanie to zbiór obiektów realizowanych dla polepszenia warunków wilgotnościowych na danym terenie, pomiędzy którymi występują zależności funkcjonalno – przestrzenne (*najczęściej w obrębie małych zlewni do III rzędu*).

W ramach programu budowane lub modernizowane będą następujące rodzaje obiektów piętrzących bądź retencjonujących wodę:

- urządzenia piętrzące takie jak: zastawki, progi, jazy, groble, przelewy, mnichy, przepusty piętrzące, przepusto-zastawki;
- obiekty liniowe tj. renaturyzowane kanały i rowy, groble powyżej 5 m długości
- obiekty powierzchniowe tj. zbiorniki, obszary wodno-błotne;
- brody;
- przepusty.

Program ten ma szansę stać się pierwszym w Europie, realizowanym na tak wielką skalę przedsięwzięciem, związanym z małą retencją w lasach. Ma on za zadanie przyczynić się do poprawy bilansu wodnego małych zlewni w nadleśnictwach, zminimalizować skutki suszy w ekosystemach leśnych oraz przeciwdziałać powodzi. W ramach tego przedsięwzięcia realizowane będą również cele pośrednie polegające na zachowaniu różnorodności biologicznej obszarów wodno-błotnych oraz renaturyzacja bagien i mokradeł.

Niniejszy program składa się z trzech części:

Część pierwsza zawiera opis uwarunkowań retencjonowania wód, potrzeby i metody retencjonowania wód w lasach

Część druga zawiera:

- Wykaz obiektów małej retencji planowanych do realizacji przez nadleśnictwa
- Skrócone koncepcje dla nadleśnictw poszczególnych RDLP
- Harmonogram rzeczowo – finansowy wraz z analizą zasadności realizacji poszczególnych zadań

Część trzecia – kartograficzna, zawierająca mapy poglądowe z zakresu małej retencji dla całej Polski oraz mapy szczegółowe dla nadleśnictw.

Pierwsze zadania retencyjne nadleśnictwa zgłosiły w 2006 r. Pół roku później przeprowadzono w Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych wnikliwą analizę proponowanych zadań, obiektów, terminów, stanu zaawansowania prac oraz realizacji do obszarów chronionych ze szczególnym uwzględnieniem obszarów Natura 2000. Na podstawie tych danych w czerwcu 2007 r. przeprowadzono wstępną selekcję, eliminując zadania niezwiązane z małą retencją i opracowano harmonogram rzeczowo-finansowy, który przedstawiono w koncepcji programowo-przestrzennej (*dla poszczególnych RDLP*) przygotowanej dla Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

Jednym z głównych założeń programu jest wspieranie przyjaznych dla środowiska metod retencjonowania wody w lasach (*patrz Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach – Część techniczna*). Ponadto planuje się przeprowadzenie działań mających na celu przywrócenie naturalnych meandrów rzek oraz renaturyzację obszarów wodno-błotnych.

Tabela 1 Indykatywne zestawienie zadań malej retencji w poszczególnych Regionalnych Dyrekcjach Lasów Państwowych*

RDLP	Liczba N -ctw	Objętość retencjonowanej wody m³ (zgodnie z danymi z kart zadań)	Rodzaj obiektu															RAZEM obiekty	
			bród	bystrotek	ciek	grobla	jaz	młach	obszar wodno - błotny	próg	przelew	przepust	przepustno - zastawka	przetłumowanie	rów	zastawka	zbiornik		inne
Białystok	8	4 809 064	8	12		55		2		234		1	7			56	61		436
Katowice	15	935 148		1		2		24	1			32	19		5	29	53	1	167
Kraków	4	826 350				2										50	8		60
Krosno	7	328 950				6	2	2				4			8	12	14		53
Lublin	11	2 484 002	1			9	2	4		26		55				286	25		408
Łódź	13	393 056						5	6	3		3			5	59	51	5	137
Olsztyn	15	18 347 350	45	12	2	59	7	5	5	703		9		125	105	136	187	94	1 494
Piła	12	1 417 688	2			19		2	5	51		20	31		5	186	76	3	400
Poznań	22	1 100 294				4		2		9		20	14		55	193	160		457
Szczecin	11	2 414 320	3	16		2	2	2	1	39		12	1		6	113	20	3	220
Szczecinek	17	2 130 561	4	6	1	54	7	18	2	55	29	11	21		27	74	106	5	420
Toruń	13	3 727 987			1	2		8	30	24		26	2		16	43	44		196
Wrocław	9	559 916					2	20	9	3		9			6	19	43	13	124
Zielona Góra	12	1 667 819	1			6	2	7	5	5	1	6			12	124	35		204
Gdańsk	8	347 915						1		15					1	28	12		57
Radom	11	685 906				1	1	3		5		1			2	74	30		117
Warszawa	5	890 078		13	1	9		12		15		9	1	2	8	60	15		145
RAZEM	193	43 066 404	64	60	5	230	25	117	64	1187	34	219	96	127	261	1542	940	124	5 095

Niniejszy projekt programu powstał na podstawie Porozumienia ZO – 1/08 zawartego w styczniu 2008 r. pomiędzy Dyрекcją Generalną Lasów Państwowych a Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych (CKPS)

* Zestawienie ma charakter indykatywny, tzn. założona liczba obiektów może ulec zmianie ze względu na lokalne uwarunkowania środowiskowe oraz procedury prawne

2 UWARUNKOWANIA RETENCJONOWANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH

2.1 Ogólna charakterystyka warunków fizjograficznych, ze szczególnym uwzględnieniem warunków hydrograficznych występujących na obszarach zlewni objętych programem

Polska, położona w centrum Europy, ma klimat umiarkowany ciepły, przejściowy między morskim i kontynentalnym. Przejściowość klimatu wyraża się m.in. poprzez podobny udział mas powietrza polarnego morskiego i kontynentalnego w kształtowaniu pogody w ciągu roku, dużą zmienność typów pogody w ciągu roku. Zróżnicowanie klimatyczne Polski zaznacza się zarówno z zachodu na wschód ze wzrostem kontynentalizmu klimatu, jak i z północy na południe w miarę wzrostu wysokości bezwzględnych i oddalania się od Bałtyku.

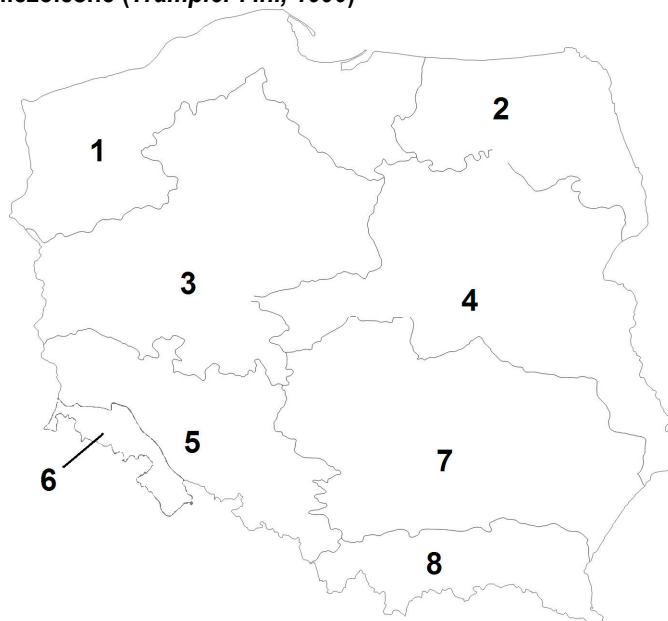
Konsekwencją położenia geograficznego i zmienności klimatu jest ukształtowanie szaty roślinnej. Na terenie kraju wygasają liczne zbiorowiska związane z klimatem oceanicznym, np. buczyny, zbiorowiska jodłowe, ubogie lasy dębowe. Pojawiają się zbiorowiska związane z klimatem kontynentalnym, np. bory sosnowe, niżowe świerczyny. Zróżnicowanie roślinności potencjalnej związane jest ponadto z rodzajem gleb, nawiązującym do charakteru podłoża i stosunków wodnych.

Polskę charakteryzuje sieć naturalnych stref, rozwiniętych na długich odcinkach, często o dużej wartości przyrodniczej. Znaczna część z najwartościowszych pod względem przyrodniczym obszarów położona jest w korytarzach pradolinnych oraz w dolinach cieków i na terenach bagnistych. Charakterystyczne dla polskiego krajobrazu są unikalne wartości dolin i pradolin, użytkowanych w zgodzie ze środowiskiem (*lasy, ekstensywne rolnictwo*).

W Polsce znajdują się największe niezmienione tereny podmokłe w Europie, znamienne jest także występowanie torfowisk, w tym wysokich, gleb hydrogenicznych i duża liczba jezior z obserwowanym procesem zarastania. Znaczna część najcenniejszych obszarów podmokłych położona jest na obszarach leśnych lub zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe.

W dużym stopniu o charakterze i stanie środowiska przyrodniczego decydują warunki wodne, w wielu przypadkach silnie zmienione w wyniku działalności człowieka. Występuje szereg podziałów geograficznych Polski. Poniżej przedstawia się podział z uwagi na siedliska leśne. W podziale tym wyróżniono 8 krain przyrodniczo-leśnych przyjmując, że obejmują one obszary o podobnej szacie roślinnej, w której przyrodnicze warunki produkcji leśnej są kształtowane przez określony klimat (*Trampler i in., 1990*).

Ryc. 1. Krainy przyrodniczo-leśne (*Trampler i in., 1990*)



1. Kraina Bałtycka. Obejmuje tereny gromadnego występowania buka. Do najliczniej reprezentowanych typów siedliskowych należą: bór mieszany świeży, którego udział wynosi 31%, bór świeży- 28,8%, las mieszany

świeży - 17,1%, las świeży-11%. Na południowym zachodzie krainy nasilenie występowania buka zmniejsza się na korzyść dębu i grabu. Głównymi gatunkami lasotwórczymi są: sosna 69%, buk 7,7%, świerk 6,5%, dąb 5,1%.

Kraina Mazursko-Podlaska. Lesistość jest tu nieco wyższa niż przeciętna w kraju (31,6%). Większość lasów skupia się w wielkich kompleksach leśnych. Występują tu prawie wszystkie nizinne typy siedliskowe lasu. Dominującym typem jest bór świeży, którego udział wynosi 32,8%, bór mieszany świeży - 26%, las mieszany świeży - 13,1%, las świeży 10,2%. Charakterystycznym składnikiem drzewostanów jest świerk, występujący w granicach gromadnego i rozproszonego zasięgu. Do głównych gatunków lasotwórczych krainy należą: sosna - 64,6%, świerk 11,1%, olsza - 8,3%, dąb - 5,7%.

Kraina Wielkopolsko-Pomorska. Lesistość krainy jest nieco wyższa niż przeciętna w kraju – 30,3%. Występuje tu pełny układ nizinnych typów siedliskowych lasu. Zdecydowana większość siedlisk tej krainy ma charakter borów, które zajmują około 63% powierzchni leśnej. Najczęściej występuje bór świeży - 53,2%, bór mieszany świeży - 19,4%, bór suchy - 8,4%, las mieszany świeży - 7,7%. Głównymi gatunkami lasotwórczymi są: sosna - 87,3%, oba dęby - 4%, olsza - 3%, buk - 0,8%.

Kraina Mazowiecko-Podlaska. Lesistość krainy jest niska, najniższa ze wszystkich krain – 19,6%. Lasy tworzą zaledwie kilka większych kompleksów, a znaczna większość ich jest bardzo rozdrobniona. Wykształciły się tu wszystkie nizinne typy siedliskowe lasu. W dzielnicach północnej części krainy dominują siedliska borowe. Natomiast w części południowej przeważają bory mieszane i lasy mieszane. Do najliczniej reprezentowanych należą: bór świeży - 39,9%, bór mieszany świeży - 19,3%, las mieszany świeży - 13%, las świeży - 8,4%. Głównymi gatunkami są sosna - 75,2%, olsza - 8%, dąb - 7% i jesion.

Kraina Śląska. Lesistość krainy przeciętna – 26,3%, zbliżona do średniej krajowej. W krainie reprezentowane są wszystkie nizinne typy siedlisk. Najliczniej występuje bór świeży - 25,8%, bór mieszany świeży - 24,1%, las mieszany świeży - 12,7%, bór mieszany wilgotny - 11,4%. Charakterystyczny dla krainy jest wysoki udział siedlisk wilgotnych. Lasy charakteryzują się występowaniem drzewostanów sosnowych (73,5%), świerkowych (6,7%) i dębowych (9,8%).

Kraina Sudecka. Lesistość krainy jest wysoka – 38%. Występuje tu pełna siatka górskich typów siedliskowych lasu. Dominuje bór mieszany górski - 32,1%, las mieszany górski - 25,9%, las mieszany wyżynny - 16,2%. Obok drzewostanów świerkowych (71,6%) występują jeszcze drzewostany dębowe (8,7%), bukowe (4,9%) i sporadycznie jodłowe (0,3%).

Kraina Małopolska. Występuje tu pełna siatka nizinnych typów siedliskowych lasu. Najliczniej występuje bór świeży - 29,6%, bór mieszany świeży - 21,1 %, las mieszany świeży - 14,3%, las świeży - 9,3%.

Kraina Karpacka. Wypełnia ją masyw górski Karpat wraz z Pogórzem Karpackim. Lesistość krainy bardzo wysoka - 41,4%. W Krainie Karpackiej występują wszystkie podgórskie i górskie typy siedliskowe lasu oraz fragmentarycznie typy nizinne.

2.1.1 Zasoby wód powierzchniowych

Na terenie Polski średnie zasoby wody słodkiej (*wielkość opadów atmosferycznych w przeciągu roku*) szacuje się na ok. 220 km³ wody. 70% tych zasobów oddawana jest do atmosfery w wyniku ewapotranspiracji i parowania. Większość wody pobierana jest przez rośliny uprawne i lasy. Około 62 km³ odpływa głównie do Bałtyku (*zlewisko Morza Bałtyckiego stanowi 99,5% pow. kraju*). Zasoby własne wód powierzchniowych ze zlewni własnych szacuje się na 54 km³. Uwzględniając konieczność pozostawienia w rzekach przepływu nienaruszalnego, do wykorzystania pozostaje średnio 36 km³ wody w roku, przy czym ponad 1/3 tej ilości odpływa w czasie wezbrań. Przyjmuje się, że średnie dyspozycyjne (*możliwe do wykorzystania*) zasoby wodne naszego kraju to około 22 km³ wody rocznie. W przeliczeniu na jednego mieszkańca jest to nie więcej niż 560 m³ w roku. Jeśli uwzględnić całkowity odpływ z obszaru kraju to w przeliczeniu na 1 mieszkańca Polski przypada około 1 600 m³ wody rocznie, przy średniej europejskiej ponad 4 000 m³.

Charakterystyczną cechą reżimu hydrologicznego naszych rzek jest występowanie lat suchych i mokrych oraz nierównomierny rozkład zasobów wodnych na obszarze kraju.

Polska pod względem zasobów wodnych należy do krajów najuboższych w Europie. Przyczyną takiego stanu rzeczy w naszym kraju jest stosunkowo mała ilość opadów atmosferycznych, mała retencja gleb oraz małe magazynowanie wody w zbiornikach retencyjnych. Spośród 28 krajów pod względem sumy opadów Polska zajmuje dopiero 26 miejsce, a pod względem zasobów wody przypadających na 1 mieszkańca (1 600 m³) 22 miejsce. Pod tym względem kraj nasz porównywalny jest z półpustynnym Egiptem, gdzie zasoby wody na jednego mieszkańca wynoszą 1 400 m³. Jeszcze inne zestawienie obrazuje ubogość Polski w wodę:

powierzchnia Polski stanowi 3% powierzchni Europy, a ludność 5,5%, z kolei zasoby wodne naszego kraju stanowią 2,1% zasobów wodnych Europy.

W Polsce rzeki zaspokajają 84% zapotrzebowania na wodę, z wód podziemnych pobieranych jest 16%. Przemysł i energetyka zużywają łącznie 69% krajowego poboru wody, rolnictwo i leśnictwo 11%, gospodarka komunalna 20%.

2.1.2 Sieć hydrograficzna

Na kształtowanie sieci hydrograficznej mają przede wszystkim wpływ opady atmosferyczne – ich rozkład przestrzenny oraz zmienność w czasie, budowa geologiczna (*przepuszczalność skał*), ukształtowanie powierzchni terenu, a także działalność człowieka.

Największymi rzekami Polski są Wisła i Odra oraz ich główne dopływy. Rzeki te wraz z dopływami tworzą największe dorzecza obejmujące odpowiednio 54,0% i 33,9% powierzchni Polski. Dorzecza te wchodzi w skład zlewiska Bałtyku. Bezpośrednie zlewisko Bałtyku, tj. dorzecza rzek Pobrzeża Południowobałtyckiego oraz Pobrzeża Wschodniobałtyckiego (*Pregoła i Niemen*) zajmuje 11,8% powierzchni Polski. Łącznie zlewisko Bałtyku pokrywa 99,7 % terytorium kraju. Pozostałe 0,3% powierzchni Polski zajmują rzeki wchodzące w systemy zlewisk Morza Czarnego (0,2%) i Morza Północnego (0,1%). Długość sieci rzecznej Polski przekracza 98 000 km, w tym szlaki żeglowne stanowią 4 800 km.

Miejsce rzeki w hierarchicznej strukturze sieci rzecznej określa rzędowość rzeki.

Zgodnie z tradycyjnym podziałem dorzeczy za rzekę na całym odcinku I rzędu uznaje się taką, która bezpośrednio uchodzi do morza (*np. Wisła, Odra, Słupia, Łupawa, Niemen*). Dopływy bezpośrednio do rzeki I rzędu uznaje się za rzeki II rzędu (*np. Dunajec*). Dopływy zasilające rzeki n-rzędu mają rząd większy o jeden ($n+1$).

Problematyka małej retencji obejmuje rzeki III rzędu i niższych. Są to więc w większości niewielkie ciek, o średnich przepływach poniżej 1,0 m³/s.

W kontekście programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* istotne jest zdefiniowanie podstawowej jednostki hydrograficznej – zlewni rzecznej. Przyjmuje się, że zlewnia jest nazwą dla określonego obszaru, z którego wody odpływają rzeką zamkniętą działem wodnym w dowolnym przekroju. Przekrojem może być przekrój hydrometryczny, wodowskazowy, most na rzece, zapora itd., np. zlewnia Wisły do wodowskazu Zawichost.

Ryc. 2. Podział Polski na dorzecza (wg KZGW)



2.1.3 Odpływ rzeczny

W zależności od celu i potrzeb odpływ rzeczny jest wyrażany w różny sposób (*różne jednostki miar*):

- objętość wody odpływająca z rozpatrywanego obszaru w ciągu danego roku SV [km³] lub wartość średnia tej objętości wyznaczona dla okresu wieloletniego – SSV [km³],
- średni przepływ z roku SQ i z wielolecia – SSQ [m³s⁻¹],
- średni odpływ jednostkowy z roku Sq i z wielolecia – SSq [dm³ s⁻¹ km⁻²],
- warstwa odpływu - H [mm] wyznaczana jako suma miesięczna, roczna lub wartość średnia z tych sum w okresie wieloletnim.

Cechą charakterystyczną odpływu rzeczno jest jego zmienność przejawiająca się występowaniem okresów mokrych i posusznych. Wyodrębnić można lata i ich zgrupowania o odpływie powyżej i poniżej odpływu średniego. W okresie 1901-2000 wystąpiło 36 takich zgrupowań o średnim czasie trwania 3-4 lata. Najdłuższy okres przepływów większych od średniego obejmował ostatnie 7 lat: od 1994 do 2000 roku włącznie. Okres najsuchszy wystąpił w pierwszej połowie stulecia, w latach 1932-1937. W drugiej połowie stulecia suchy był okres 1989-1993. Nie stwierdzono istotnych różnic w częstotliwości i czasie trwania okresów suchych i mokrych w pierwszej i drugiej połowie XX wieku. Ekstremalne wartości odpływu wystąpiły w drugiej połowie stulecia; największy – 89,9 km³ w 1981 i najmniejszy – 37,6 km³ w 1954 r. Natomiast dziesięciolecie 1971 – 1980 charakteryzowało się największym odpływem w ostatnim stuleciu.

Odpływ rzeczny w Polsce wykazuje również dużą zmienność przestrzenną, spowodowaną znacznym zróżnicowaniem warunków środowiska geograficznego i klimatu. Średnie roczne odpływy jednostkowe osiągają największe wartości w zlewniach rzek górskich, a najmniejsze – w zlewniach rzek nizinnych. Średni odpływ jednostkowy jest najmniejszy w pasie nizin środkowych 2-4 [dm³s⁻¹km⁻²], rośnie na wyżynach do 5-6 [dm³s⁻¹km⁻²], a w górach do 10-20 [dm³s⁻¹km⁻²]. Wyraźny wzrost odpływu średniego obserwuje się również w północnych regionach kraju – na pojezierzach i przymorzu, gdzie kształtuje się w granicach 8-10 [dm³s⁻¹km⁻²].

Tabela 2. Charakterystyki odpływu rzeczno całkowitego i z obszaru Polski (Fal i Bogdanowicz, 2002)

Charakterystyka odpływu	Wymiar	całkowity		z obszaru Polski	
		1951-2000	1901-2000	1951-2000	1901-2000
Odpływ średni (SSV)	km ³	62.4	61.5	54.8	53.9
Przepływ średni (SSQ)	m ³ s ⁻¹	1 980	1 950	1 740	1 710
Średni odpływ jednostkowy (SSq)	dm ³ ·s ⁻¹ ·km ⁻²	5.64	5.56	5.56	5.47
Warstwa odpływu (H)	mm	177.8	175.2	175.3	172.4

Ryc. 3. Średni roczny odpływ jednostkowy na obszarze Polski (Jokiel, 2004 za IMGW, 1986)

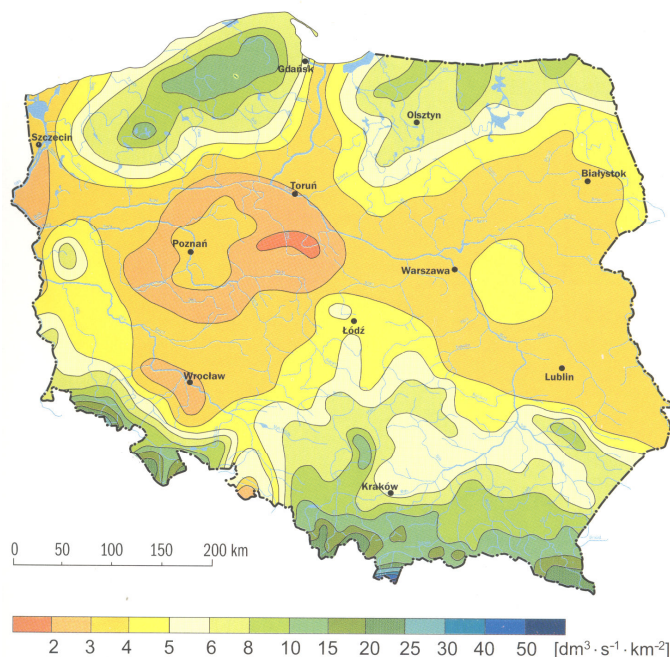
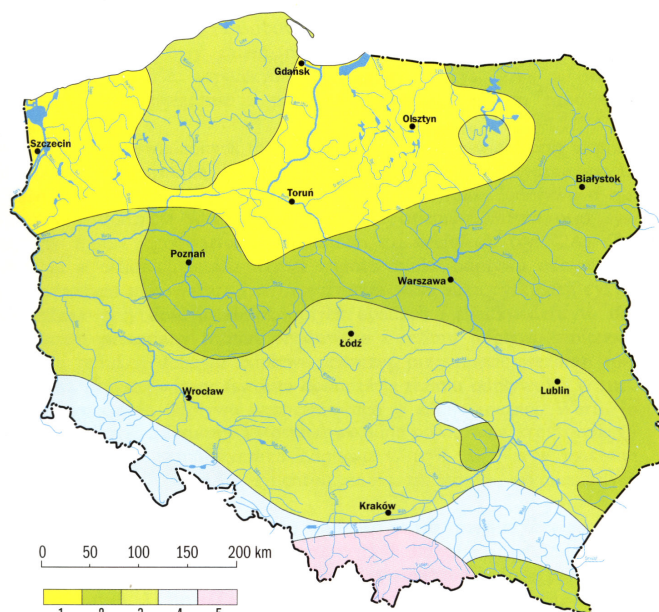


Tabela 3. Zasoby wód powierzchniowych w wybranych krajach europejskich (Fal i Bogdanowicz, 2002)

Kraj	Odnawialne zasoby wód powierzchniowych V [mln m ³]	Powierzchnia kraju A [km ²]	Odpływ jednostkowy q [dm ³ s ⁻¹ km ⁻²]	Warstwa odpływu H [mm]	Opady P [mm]
Rumunia	219 000	237 500	29.2	922	396-1053
Ukraina	212 700	604 000	11.1	352	391-1075
Francja	198 000	551 500	11.4	359	545-1109
Włochy	175 000	301 270	18.4	581	321-1471
Niemcy	171 000	356 910	15.2	479	549-2004
Szwecja	168 000	449 960	11.8	373	791
Węgry	120 000	93 030	40.9	1290	495-619
Hiszpania	117 000	504 780	7.3	232	204-1954
Finlandia	108 000	338 130	10.1	319	501-661
Austria	92 000	83 850	34.8	1097	607-2671
Portugalia	73 000	92 390	25.0	790	558-1715
Polska	59 000	312 680	6.0	189	515-1801
Grecja	58 650	131 990	14.1	444	413-1087
Białoruś	58 000	207 600	8.8	279	500-700
Łotwa	32 000	64 589	15.7	495	634-729
Litwa	23 000	65 301	11.1	352	588-821
Estonia	15 000	45 226	10.5	332	581-667
Dania	13 000	43 090	9.6	302	541-1437
Belgia	12 500	30 518	13.0	410	821
Holandia	9 100	41 526	6.9	219	746-821

Na obszarze Polski wyróżnia się 5 typów reżimu rzecznego: śnieżny (*niwalny*) silnie wykształcony, śnieżny średnio wykształcony, śnieżny słabo wykształcony, śnieżno-deszczowy (*niwalno-pluwialny*) i deszczowo-śnieżny (*pluwialno-niwalny*). Rzeki północno-wschodniej części kraju (*np. Narew, Bug*) charakteryzują się reżimem śnieżnym silnie wykształconym, w których przepływ średni miesięczny okresu wiosennego przekracza 180% wartości przepływu średniego rocznego. Na większości nizinnych rzek stosunek ten waha się w granicach 130-180%. Należą one, zatem do typu zasilania śnieżnego słabo wykształconego. Rzeki górskie, które charakteryzują się wysokimi przepływami zarówno w okresie wiosennych roztopów, jak i letnimi wezbraniami pochodzenia deszczowego, należą do typu śnieżno-deszczowego lub deszczowo-śnieżnego.

Ryc. 4. Typy reżimów hydrologicznych w Polsce: 1 – śnieżny słabo wykształcony; 2 – śnieżny silnie wykształcony; 3 – śnieżny średnio wykształcony; 4 – śnieżno-deszczowy; 5 – deszczowo-śnieżny (wg IMGW)



Biorąc pod uwagę fakt, że największe potrzeby wodne, w tym dla upraw rolniczych oraz lasów, występują w okresie letnim (*duża ewapotranspiracja*), uzasadnione jest wdrażanie działań hamujących odpływ w okresie wiosennym lub po większych opadach atmosferycznych.

Rozkład odpływu na półrocza i miesiące nie jest równomierny na obszarze kraju. Przeważa odpływ półrocza zimowego. Największy odpływ półrocza zimowego, przekraczający 60% odpływu rocznego, odnotowano na Bugu, Narwi, Warcie i Redzie, a więc na rzekach północnej i północno-wschodniej części kraju. Na większości rzek w Polsce największe odpływy przypadają na marzec i kwiecień, przy tym wcześniej, czyli w marcu, występują największe miesięczne odpływy w zachodniej części kraju (*Odra, Warta, Noteć, Rega*). Maksymalny udział odpływu miesięcznego w odpływie rocznym wynosi przeciętnie 11-14%. Rzeki wschodniej części kraju, a także rzeki górskie charakteryzują się największym odpływem w kwietniu. Udział odpływu kwietniowego w odpływie rocznym na Narwi i Bugu sięga 17%.

Najniższe przepływy w rzekach występują we wrześniu i rzadziej w październiku, z odpływem stanowiącym 4,5-6% odpływu rocznego. Niskie odpływy w miesiącach zimowych obserwuje się tylko na rzekach górskich.

Powyższe charakterystyki określające zmienność sezonową odpływu rzecznoego podane zostały dla dużych zlewni. W przypadku małych zlewni (*o powierzchni mniejszej od 100 km²*), a na takich będzie realizowana zdecydowana większość zadań programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* stopień zróżnicowania odpływu w ciągu roku może podlegać znacznym odchyleniom nawet na stosunkowo niedużym obszarze. Wynika to z obszarowej zmienności warunków hydrogeologicznych i glebowych, a zwłaszcza naturalnej zdolności retencyjnej zlewni, w której największy udział ma retencja glebowa i gruntowa.

2.1.4 Jakość wody

Analiza danych uzyskanych z przeprowadzonego w 2004 r. monitoringu na głównych rzekach Polski i ich dopływach pozwala stwierdzić, że na 1 463 punkty pomiarowe aż 60% punktów ma złą (16%) i niezadowalającą jakość wód. W innych badaniach na 608 punktów pomiarowych w aż 43% punktów woda jest wrażliwa na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych (zawiera $>50 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$) lub zagrożona zanieczyszczeniem ($40\text{-}50 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$).

W oparciu o cechy fizyko-chemiczne wody zauważono, że w ostatnim dziesięcioleciu wody powierzchniowe uległy wyraźnej poprawie. Długość rzek z wodą pozaklasową spadła z 40% do 10%, a w miejsce wód pozaklasowych pojawiły się wody I i II klasy. Szybką poprawą stanu sanitarnego wód potwierdza analiza wg kryterium biologicznego. W podobnym jak poprzednio okresie czasu dwukrotnie zmniejszyła się (z 85% do 40%) długość rzek z wodami pozaklasowymi. Poprawa jakości wody jest wynikiem budowy systemów kanalizacyjnych oraz oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych. Do 2015 r. ma być wdrożony w Polsce *Krajowy*

Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych, zakładający budowę sieci kanalizacyjne oraz budowę, rozbudowę i modernizację oczyszczalni ścieków. Zakres działań ujętych w tym programie prawdopodobnie wpłynie nieznacznie na jakość wód w małych ciekach, ponieważ obejmuje on tylko duże aglomeracje miejskie.

2.1.5 Mokradła

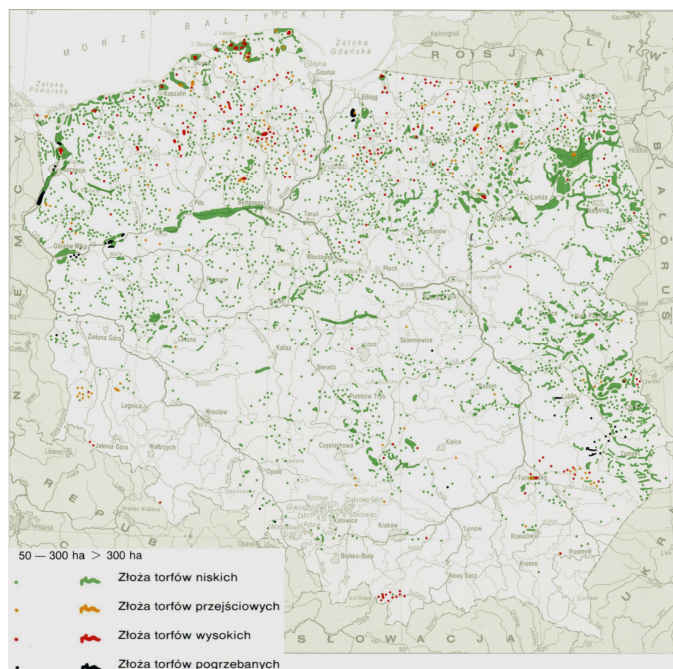
Ważnym elementem systemu wodnego kraju są obszary podmokłe, bagna i torfowiska. Najrozleglejsze z nich, Bagna Biebrzańskie, zajmują powierzchnię około 1 400 km² i są największym w kraju naturalnym zbiornikiem retencyjnym o pojemności 450 mln m³. Powierzchnia obszarów podmokłych, bagien i torfowisk uległa znacznemu zmniejszeniu w wyniku działalności człowieka.

Mokradła zajmują zazwyczaj obniżenia terenu – kotliny i doliny rzeczne, gdzie woda w dużej części roku zalewa płytko powierzchnię gruntu lub jest tuż pod nią. Mokradła naturalne i przeobrażone zajmują w Polsce ponad 4 mln ha, co stanowi około 13% powierzchni kraju. Stanowią, więc istotny element wpływający na strukturę bilansu wodnego zarówno kraju, jak i mniejszych rzek.

Największe mokradła znajdują się na terenach zalewowych rzek: Narwi i Biebrzy. Bardzo charakterystycznymi i cennymi przyrodniczo formami mokradeł na Pojezierzu Suwalskim są torfowiska źródliskowe (szczególnie w rejonie Wigier), na zachodzie Polski torfowiska niskie (np. Dolina Noteci na Pojezierzu Gnieźnieńskim), kompleksy leśne Puszczy Piskiej, Puszczy Augustowskiej i Borów Tucholskich, Sandr Mazursko-Kurpiowski (mokradła sandrów), Pas Wielkich Dolin (mokradła pradolin i dużych dolin rzecznych), Puszcza Knyszyńska, Białowieska, Bolimowska (mokradła nizin staroglacjalnych), mokradła Polesia, Wyżyna Małopolska i Podkarpacka (mokradła wyżyn i pogórzy), torfowiska w: Karkonoszach, Górach Izerskich, Górach Bystrzyckich i Orlickich, Sudetach Środkowych, Górach Świętokrzyskich, Karpatach, m.in. w Tatrach (mokradła gór).

Torfowiska znajdujące się w dolinach rzecznych regulują przepływ wody w rzece i osłabiają niszczące działanie powodzi. Ponieważ mogą zatrzymać (również na płaskiej powierzchni doliny) dużo wody, w czasie wezbrania „spłaszczają” falę powodziową, a w okresie suszy oddają wodę zasilając rzekę. Ocenia się, że w torfowiskach zmagazynowanych jest ok. 35 mld m³ wody, czyli znacznie więcej niż ilość wody we wszystkich polskich jeziorach łącznie.

Ryc. 5. Złóża torfu na terenie Polski (wg IMUZ – mapa mokradeł)



Mokradła pełnią również istotną rolę w obiegu pierwiastków szczególnie węgla i azotu, przyczyniając się do ograniczania efektu cieplarnianego. Ocenia się, że aż 10% pierwotnie zasymilowanego węgla przez rośliny zostaje trwale zakumulowanych w osadach organicznych. Jeżeli w torfowisku proces zabagnienia odbywa się w naturalnym tempie, węgiel jest powoli uwalniany do atmosfery, co pozwala na redukcję zanieczyszczeń CO₂.

Antropopresja prowadząca do degradacji mokradł (*osuszanie, eksploatacja*) przyczynia się do uwalniania olbrzymich ilości dwutlenku węgla, tlenu azotu, a także metanu. Wymienione wyżej procesy przyczynia się do nasilania efektu cieplarnianego na Ziemi. Roślinność na mokradłach jest bardzo zróżnicowana i stanowi skuteczny filtr biologiczny. Zwłaszcza torfowiska są w stanie zatrzymywać i wyłączać z obiegu szkodliwe substancje rozpuszczone w wodzie. Działania z zakresu małej retencji, mające na celu m.in. powstrzymanie odpływu wody z terenów pobagiennych, stanowią zatem element ochrony zarówno ilości jak i jakości wód.

2.1.6 Jeziora i zbiorniki wodne

W Polsce jest ok. 9 300 jezior o powierzchni większej niż 1 ha, zajmują one 3,2 tys. km² (*około 1% powierzchni kraju*), a ich łączna pojemność wynosi 17,4 km³. Tylko 28 jezior ma powierzchnię większą niż 1 000 ha oraz 11 większą niż 2 000 ha. Jeziora mają różną genezę i są rozmieszczone nierównomiernie. Geneza wielu jezior jest skomplikowana i dlatego trudno zaklasyfikować je do jednego tylko typu.

Większość jezior w Polsce jest położona w północnej i północno-zachodniej części kraju na terenie objętym ostatnim zlodowaceniem. Obszary te noszą nazwę pojezierzy. Do największych zalicza się Pojezierze Wielkopolskie, Pomorskie i Mazurskie. Niewielkie skupisko jezior występuje w południowo-wschodniej części kraju – Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie. Pojedyncze jeziora znajdują się w górach – Tatrach i Karkonoszach. Powierzchnia pojezierzy wynosi 115 tys. km² i obejmuje ok. 30% obszaru kraju.

Średnio jeziorność pojezierzy, czyli stosunek powierzchni jezior do powierzchni pojezierzy wynosi 2,4%. Retencyjność pojezierzy, czyli stosunek pojemności jezior do powierzchni pojezierzy, wynosi 162 mm. Dla całego kraju wskaźniki te to odpowiednio - 0,9% i 60 mm. Spośród trzech głównych regionów pojeziernych Pojezierze Mazurskie ma największe wskaźniki jeziorności – 9,4% i retencyjności 754 mm. Większość jezior w Polsce, to jeziora przepływowe, część z nich jest podpiętrzona. Ich wody uczestniczą w ogólnym obiegu odpływu rzeczno, a zasoby stanowią część zasobów wodnych rzek kraju.

Jeziora odgrywają ważną rolę w kształtowaniu zasobów wód powierzchniowych – wyrównują chwilowe i sezonowe zmiany przepływów rzek, które przez nie przepływają lub z nich wypływają. Również dużą rolę w obiegu wody odgrywają naturalne zbiorniki wodne o powierzchni mniejszej od 1 ha. Nie są one zinwentaryzowane, dlatego ich liczba nie jest znana.

Stosunkowo niewielkie są zasoby wodne zgromadzone w sztucznych zbiornikach wodnych. Całkowita objętość większych zbiorników retencyjnych wynosi 4 mld m³. Stanowi to 6,5% średniego rocznego odpływu całkowitego z obszaru Polski. Możliwości retencyjne sztucznych zbiorników wodnych w Polsce są zatem niewielkie. W Polsce istnieje około 100 retencyjnych zbiorników wodnych o pojemności powyżej 1 mln m³, z czego blisko połowa uruchomiona została przed II wojną światową. Najstarszy z nich - zbiornik Myłof na rzece Brdzie został wybudowany w 1848 roku. Do najważniejszych polskich zbiorników retencyjnych należą: Soliński, Włocławski, Jezioro, Rożnowski, Goczałkowicki, Dobczycki, Czorszyński, Otmuchowski, Nyski, Turawski, Żywiecki, Koronowski. W przypadku 42 zbiorników zapory piętrzą wodę, co najmniej na wysokość 15 m. Na 27 zbiornikach wysokość piętrzenia wody mieści się w zakresie 5 – 15 m, przy pojemności całkowitej większej od 3 mln m³.

Ocenia się liczbę małych zbiorników o piętrzeniu 1,5 – 5,0 m na około 900 sztuk. Na wielu z nich wybudowane są małe elektrownie wodne. Do małych zbiorników wodnych można zaliczyć również stawy rybne (*głównie produkcja karpia*), których liczbę ocenia się na kilka tysięcy.

2.1.7 Wody podziemne

Wody podziemne stanowią główne źródło wód pitnych dla potrzeb ludności i przemysłu spożywczego (*oraz hodowli*). Zasoby wód podziemnych szacuje się jedynie w płytkich warstwach wodonośnych (*wody zaskórne i gruntowe*) na około średnio 110-120 km³ wody. Do tego dochodzą zasoby wód głębinowych, trudne do jednoznacznego oszacowania ilościowego.

Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych w 78% znajdują się w utworach czwartorzędowych (62%) i trzeciorzędowych (16%). Pozostałe 22% zgromadzone są w utworach kredy, jury oraz w utworach paleozoicznych i starszych.

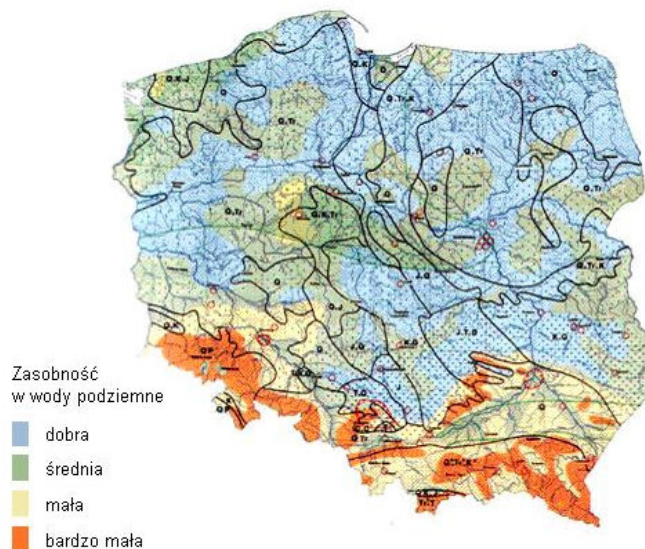
Najbardziej zasobne w wody podziemne są doliny dużych rzek i obszary krasowe. W górach i na wyżynach występują też najbardziej wydajne źródła wód mineralnych, a także wód termalnych (*cieplic*), natomiast ogólne zasoby wód podziemnych są niewielkie. Zasoby wód podziemnych, podobnie jak powierzchniowych, są na

obszarze Polski nierównomiernie rozmieszczone. Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych szacuje się na 37 713 tys. m³ d⁻¹, to jest około 13,6 km³ rocznie, przy czym najmniejsze wynoszące 96 tys. m³ d⁻¹ występują w regionie podsudeckim, największe zaś, 6 182 tys. m³ d⁻¹ w regionie niecki mazowieckiej.

Do regionów zasobnych w wodę należą: pomorski, lubuski, jury krakowsko-wieluńskiej, niecki łódzkiej, świętokrzyskiej osłony mezozoicznej oraz region kredy lubelskiej. Najwyższymi zasobami wód podziemnych (408 m³ d⁻¹ km⁻²) charakteryzuje się region pradoliny toruńsko-eberswaldzkiej.

W odróżnieniu od płytkich wód gruntowych, wody wgłębne charakteryzują się zwykle dobrą jakością i stabilnym składem chemicznym. Wody wgłębne, jako trudno odnawialne, są wrażliwe na trwałe zanieczyszczenia.

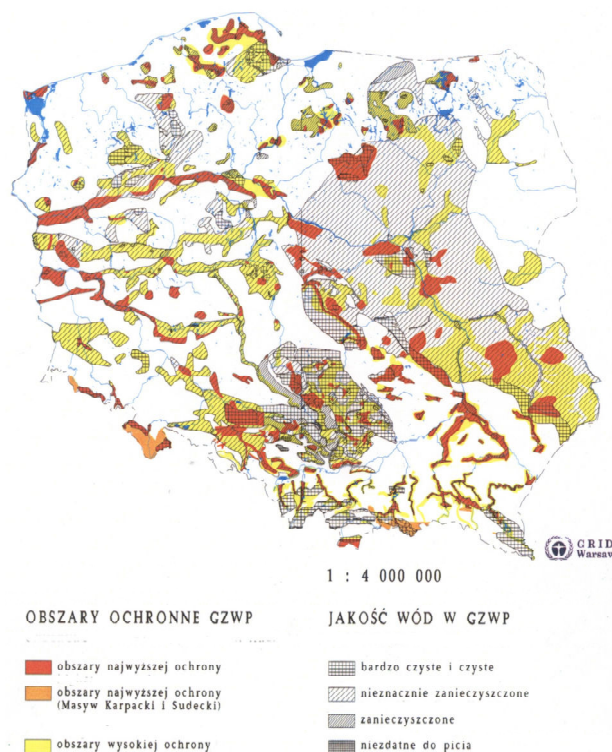
Ryc. 6. Wody podziemne wg zasobności (wg PIG)



Wody podziemne na terenie Polski posiadają naturalne zanieczyszczenie związkami żelaza i manganu. Obecność związków amoniaku, azotanów, azotynów, fosforu i potasu świadczy o organicznym i toksycznym zanieczyszczeniu tych wód.

Realizacja programu małej retencji może w istotny sposób przyczynić się do zwiększenia zasobów wód podziemnych. Hamowanie odpływu wód po powierzchni terenu przyczynia się do zwiększenia zasilania zbiorników wód gruntowych.

Ryc. 7. Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) wymagające szczególnej ochrony (wg Ochrona środowiska – GRID)

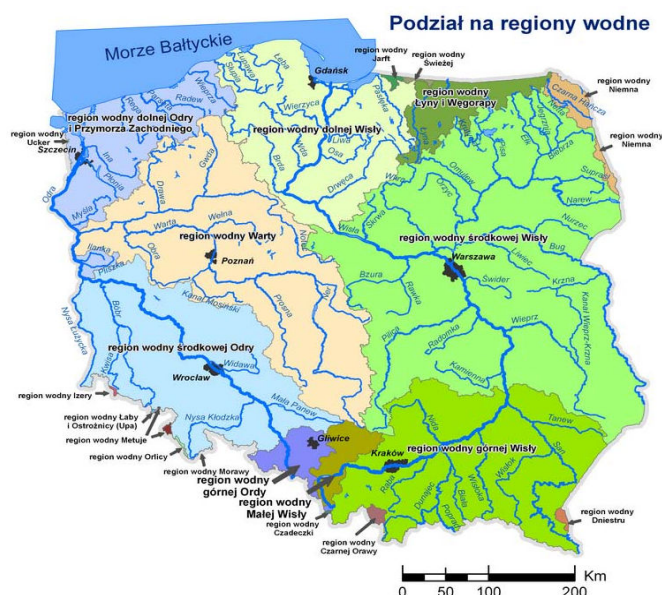


2.1.8 Zarządzanie wodami

Program Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych będzie realizowany w oparciu o struktury administracji leśnej. Przy okazji charakteryzowania warunków hydrograficznych kraju należy krótko wspomnieć także o strukturze administrowania wodami w Polsce. Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 27 czerwca 2006 r. w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych (Dz. U. Nr 126, poz. 878) utworzono siedem regionalnych zarządów gospodarki wodnej oraz ustalono przebieg granic obszarów dorzeczy i podzielono je na regiony wodne (Ryc. 8.).

Wody podziemne i powierzchniowe zostały następnie podzielone na jednolite części wód, tj. na jednostki, dla których będą prowadzone analizy presji antropogenicznych i opracowywane programy wodno-środowiskowe. Zasady ich wydzielenia oparte są na dokonanym podziale według typów wód powierzchniowych oraz innych kryteriów, w tym podziale na obszary chronione. W Polsce wydzielono: ponad 4,5 tys. jednolitych części wód dla rzek, około tysiąca dla jezior, 11 dla wód przybrzeżnych, 9 dla wód przejściowych i 161 dla wód podziemnych. Według zapisów Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) wydzielono też sztuczne i silnie zmienione jednolite części wód. W Polsce jest ok. 600 sztucznych lub silnie zmienionych odcinków rzek, co stanowi ok. 13% ilości jednolitych części wód.

Ryc. 8. Administracyjny podział Polski na regiony wodne (wg KZGW)



2.2 Ochrona przyrody na terenach leśnych, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów chronionych, w tym obszarów Natura 2000

Należy podkreślić, że konieczne jest uwzględnianie w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* problemów ochrony przyrody nie tylko na obszarach chronionych. Poza obszarami chronionymi nierzadko występują gatunki i siedliska podlegające prawnej ochronie, zarówno na terenach leśnych będących terenem potencjalnych działań zwiększających retencję, jak i poza nimi, ale w zasięgu przewidywanego oddziaływania.

Krajowe formy ochrony przyrody wg GUS w 2005 r. łącznie zajmowały 10 175 896,7 ha, co stanowi 32,5% powierzchni kraju. Udział procentowy obszarów chronionych w poszczególnych województwach jest mocno zróżnicowany – od 16,4% w łódzkim i 18,1% w dolnośląskim do 61,9% w świętokrzyskim. Ze względu na niski poziom reżimów ochronnych na obszarach chronionego krajobrazu i niewielką powierzchnię zajmowaną przez stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo-krajobrazowe, poniżej skoncentrowano uwagę na parkach narodowych i krajobrazowych, a także rezerwatach przyrody, które mimo zwykle małej powierzchni, chronią wybitne walory przyrodnicze.

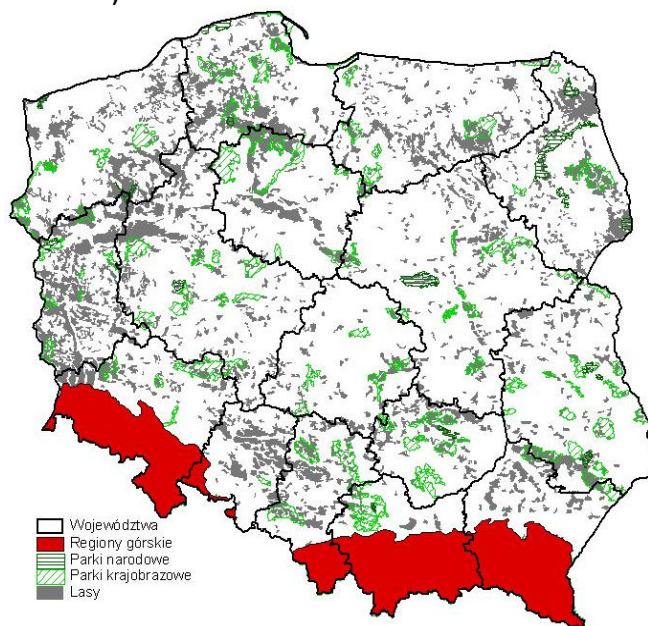
Tabela 4. Parki narodowe według kategorii gruntów w 2005 r. (wg *Ochrona środowiska 2006, GUS*)

Parki narodowe	Powierzchnia całkowita [ha]	Grunty leśne [ha]	Udział lasów [%]	Grunty rolne [ha]	Wody [ha]
Biebrzański	59223,0	15530,5	26,2	14050,5	954,6
Kampinoski	38584,5	28218,0	73,2	7803,3	154,8
Słowiński	21572,9*	6181,2	28,7	1975,6	10218,9
Wigierski	14999,5	9415,4	62,8	2251,7	2805,6
Drawieński	11342,0	9548,0	84,2	492,1	923,1
Woliński	10937,4	4648,0	42,5	83,4	4695,6
Białowiecki	10517,3	9974,0	94,8	14,3	19,2
Poleski	9762,3	4780,4	49,0	2373,4	476,7
Roztoczański	8482,8	8101,7	95,5	203,6	52,8
Ujścia Warty	8037,6	81,7	1,0	2661,6	297,4
Świętokrzyski	7626,4	7212,0	94,6	328,5	1,7
Wielkopolski	7583,9	4701,2	62,0	2071,0	461,3
Narwiański	7350,0	93,0	1,3	719,0	668,0
Bory Tucholskie	4613,0	3935,7	85,3	70,6	530,4
Ojcowski	2145,6	1528,7	71,2	463,7	13,0
Razem	222778,2	113949,5	51,1	35562,3	22273,1

* Bez wód przybrzeżnych Morza Bałtyckiego, których powierzchnia wynosi 11 171,1 ha

Parki krajobrazowe w liczbie 120 zajmowały w 2005 r. powierzchnię 2 603 575,5 ha, co stanowi 8,33 % obszaru kraju. Udział lasów w powierzchni poszczególnych Parków Krajobrazowych jest bardzo różny. Należy jednak podkreślić, że stanowią one zawsze podstawowy element chronionego obszaru.

Ryc. 9 Parki narodowe i krajobrazowe poza obszarami górskimi (stan 2005 r.) (opracowanie CKPŚ wg danych Ministerstwa Środowiska)



Według GUS (2005 r.) w Polsce istnieje 1 395 rezerwatów przyrody obejmujących łącznie 165 244,7 ha, co daje 0,53 % powierzchni kraju. Wśród wymienionych w tabeli poniżej rodzajów rezerwatów na szczególną uwagę w kontekście celów i obszaru realizacji programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* zasługują rezerваты leśne, najliczniejsze i o największej powierzchni. Należy w związku z tym podkreślić, że zgodnie z postanowieniami art. 15 ustawy o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 Nr 92 poz. 880 z późn. zm) w parkach narodowych oraz w rezerwach przyrody zabronione są w szczególności :

- budowa lub rozbudowa obiektów budowlanych i urządzeń technicznych, z wyjątkiem obiektów i urządzeń służących celom parku narodowego albo rezerwatu przyrody;

- zmiana stosunków wodnych, regulacja rzek i potoków, jeżeli zmiany te nie służą ochronie przyrody;
- niszczenie gleby lub zmiany przeznaczenia i użytkowania gruntów;
- zakłócanie ciszy;
- prace ziemne trwale zniekształcające rzeźbę terenu;

W szczególności rezerваты wodne i torfowiskowe wykazują oczywistą wrażliwość na zmiany stosunków wodnych, a florystyczne i faunistyczne często chronią gatunki związane z siedliskami wodnymi i wilgotnymi. Dlatego też utrzymanie wysokiego uwilgotnienia tych obszarów bardzo często jest podstawowym warunkiem ochrony walorów przyrodniczych, ale też przy planowaniu i prowadzeniu działań objętych Programem w rejonie tego typu siedlisk hydrogenicznych należy zachować szczególną staranność przy ustalaniu lokalizacji i dobieraniu metod zwiększania, czy nawet tylko zachowania obecnego poziomu retencji. Konieczne jest każdorazowo przeprowadzenie oceny, czy zmiana jaką planuje się wprowadzić w danej zlewni elementarnej jest zgodna z celami ochrony objętego oddziaływaniem rezerwatu i czy nie pogorszy stanu, powierzchni i integralności cennych przyrodniczo siedlisk, względnie nie zmieni zasadniczo ich składu gatunkowego.

Tabela 5. Rezerваты przyrody według rodzajów (wg Ochrona środowiska 2006, GUS)

Województwa	Faunistyczne [ha]	Krajobrazowe [ha]	Leśne [ha]	Torfowiskowe [ha]	Florystyczne [ha]	Wodne [ha]
Dolnośląskie	6436,3	630,8	2233,0	816,0	102,7	-
Kujawsko-pomorskie	846,5	12604,3	1995,2	599,3	203,7	928,1
Lubelskie	1086,4	636,7	6166,0	3134,3	153,8	203,0
Lubuskie	532,9	-	1627,8	560,8	544,3	125,0
Łódzkie	2350,6	187,8	3535,8	502,8	218,4	487,0
Małopolskie	36,5	896,2	1653,7	114,6	193,4	6,7
Mazowieckie	6028,3	2651,0	6909,8	1067,3	571,9	20,5
Opolskie	-	-	671,6	69,6	42,8	-
Podkarpackie	568,9	4093,2	5325,4	148,4	391,6	-
Podlaskie	2115,1	1421,6	18203,4	1212,6	232,9	332,3
Pomorskie	1718,6	1446,0	1064,4	1953,6	458,0	331,5
Śląskie	787,2	164,2	2645,7	40,6	82,0	48,0
Świętokrzyskie	501,1	63,8	992,8	449,2	8,4	-
Warmińsko-mazurskie	13541,5	7875,6	4919,7	1764,0	228,9	1451,2
Wielkopolskie	228,9	3529,7	1656,2	219,6	111,8	9,6
Zachodniopomorskie	1919,3	2833,4	2262,6	2572,1	283,1	13,5
Razem	38698,1	39034,3	61863,1	15224,8	3827,7	3956,4

Wymogi powyższe dotyczą także i w szczególności obszarów Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, które uzupełniają od 2004 r. tradycyjne formy obszarów chronionych są obszary sieci Natura 2000 funkcjonujące w Polsce od roku 2004. W Unii Europejskiej, dla wprowadzania systemu Natura 2000, podstawy prawne tworzą dwie dyrektywy:

- dyrektywa w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory (nr 92/43/EWG), zwana dyrektywą siedliskową
- dyrektywa w sprawie ochrony dzikich ptaków (nr 79/409/EWG), zwana dyrektywą ptasią.

Na sieć Natura 2000 składają się obszary specjalnej ochrony (OSO) wyznaczone w oparciu o dyrektywę ptasią oraz specjalne obszary ochrony (SOO) wyznaczone zgodnie z zaleceniami dyrektywy siedliskowej. 5 września 2007 r. Prace nad wyznaczeniem sieci obszarów Natura 2000 zbliżają się do zakończenia. Komisja Europejska przyjęła listę SOO, wciąż trwają prace nad uzgodnieniem ostatecznej listy OSO. ¹ Rząd Polski zgłosił do Komisji

¹ W ramach uzgodnień międzyresortowych Ministerstwo Środowiska wspólnie z wojewódzkimi konserwatorami przyrody, środowiskiem naukowców, a także z pozarządowymi organizacjami ekologicznymi skompletowało informacje o obszarach i siedliskach, które powinny stać się przedmiotem dalszych rozważań. Podczas krajowego seminarium w kwietniu 2008 roku, dokonano oceny kompletności sieci Natura 2000 z zastosowaniem metodyki Komisji Europejskiej uwzględniając wyniki przeprowadzonych w latach 2006 i 2007 inwentaryzacji przyrodniczych. Potwierdzono wówczas konieczność wyznaczenia kolejnych specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000. Powołano 16 wojewódzkich zespołów specjalistycznych (WZS), których zadaniem była weryfikacja potencjalnych obszarów Natura 2000 i opracowanie ostatecznej propozycji obszarów siedliskowych

Europejskiej 141 obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSO), wyznaczonych rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2004 r., zmienionym rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 października 2008 r. (Dz.U. Nr 198, poz. 1226), w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000, które zajmują około 16,1% powierzchni kraju oraz wysłał do Komisji Europejskiej, celem akceptacji, 364 propozycje specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO). Propozycje te zostały zatwierdzone decyzjami Komisji Europejskiej 11 listopada 2007 r., 25 stycznia 2008 r. oraz 12 grudnia 2008 r. Wyznaczone w ten sposób obszary zajmują łącznie z obszarami morskimi około 9,2% powierzchni kraju (dane ze strony internetowej Ministerstwa Środowiska).

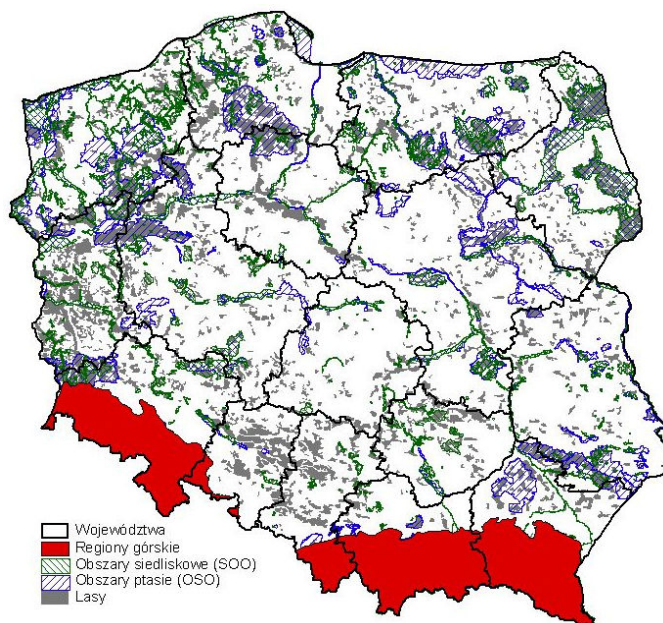
Na liście planowanych do zatwierdzenia kolejnych obszarów siedliskowych znajdowało się 467 pozycji. Dodatkowo do konsultacji społecznych przekazano również 88 obszarów siedliskowych, zgłoszonych do Komisji Europejskiej we wcześniejszych latach, w odniesieniu do których zaproponowano korekty przebiegu granic. Zrezygnowano także z przesłania do KE 13 obszarów, których walorów przyrodniczych nie potwierdziła przeprowadzona weryfikacja. Obecnie na liście znajduje się 465 nowych obszarów oraz 79 obszarów siedliskowych, zgłoszonych do Komisji Europejskiej we wcześniejszych latach, w odniesieniu do których zaproponowano korekty przebiegu ich granic, o łącznej powierzchni ok. 1 766 808,44 ha.

Na obszarach Natura 2000 nie można realizować inwestycji szkodliwych dla objętych ich ochroną gatunków oraz ich siedlisk. Obiekty małej retencji z reguły poprawiają stosunki wodne z punktu widzenia chronionych gatunków lub ich oddziaływanie jest ograniczone do niewielkiego obszaru, na którym chronione gatunki nie występują. Niemniej jednak przed ostatecznym podjęciem decyzji o przystąpieniu do realizacji jakiegokolwiek zamierzenia w ramach niniejszego Programu konieczne jest przeprowadzenie oceny, czy związane z nim zmiany przyrodniczo-przestrzenne i hydrologiczne nie będą znacząco negatywnie wpływać na okoliczne obszary Natura 2000, jeżeli tylko taka hipotetyczna możliwość zachodzi.

Natura 2000 nakłada się często z istniejącymi innymi formami ochrony. Ocenia się, że ochronie tak wysokiej rangi podlega ok. 32% polskich lasów niżowych, natomiast lesistość aktualnej niżowej sieci Natura 2000 wynosi ok. 48%.

kończących budowanie sieci Natura 2000 w Polsce. Propozycje te eksperci przygotowali w oparciu o prace terenowe prowadzone w 2008 roku. Granice nowych obszarów były wyznaczane tak, by objąć ich zasięgiem najcenniejsze tereny, wykluczając w miarę możliwości tereny zurbanizowane. Przeprowadzono również szereg spotkań konsultacyjnych z lokalnymi samorządami. Wszystkie przygotowane przez WZS propozycje zostały przekazane do Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie, gdzie zostały poddane weryfikacji a następnie opracowano dla nich standardowe formularze danych oraz granice.

Ryc. 10. Obszary Natura 2000 z uwzględnieniem projektowanych (stan do marca 2007 r.) bez obszarów górskich i całkowicie morskich (opracowanie CKPŚ wg danych Ministerstwa Środowiska)



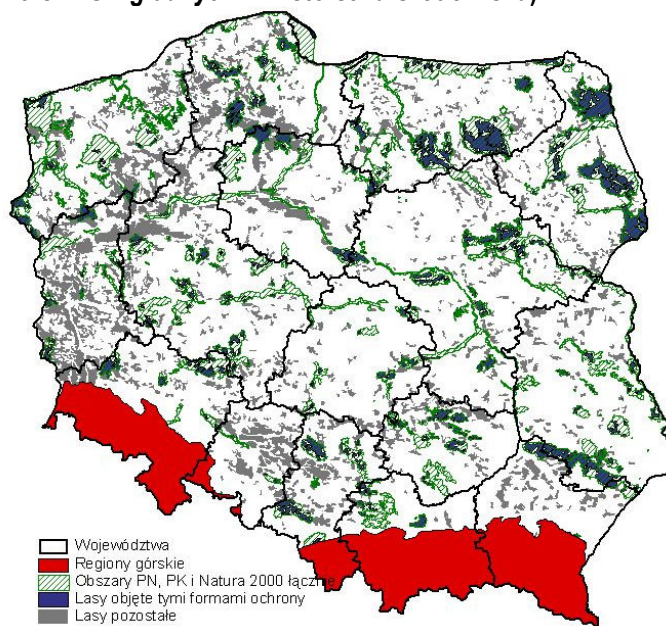
Spośród ponad 1 000 zadań zaplanowanych do realizacji w projekcie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* zidentyfikowano możliwość wystąpienia potencjalnej „kolizji” tego typu w odniesieniu do:

- 88 kolizji z OSO (obszarami specjalnej ochrony ptaków)
- 162 kolizji z SOO (specjalnymi obszarami ochrony siedlisk)

przy czym należy podkreślić, że użyty tu termin „kolizja” nie oznacza *a priori*, iż realizacja danego zamierzenia wywoła jakiegokolwiek niekorzystne skutki dla chronionych gatunków i/lub siedlisk. Jest to jednak wynik zastosowania w praktyce zasady przestrogi, która nakazuje poszukiwanie dodatkowych źródeł informacji, jeżeli przy dostępnych danych nie można jednoznacznie wykluczyć możliwości wystąpienia negatywnego oddziaływania.

Zakłada się, że oprócz konkretnych efektów retencyjnych działania przyczynią się do zwiększenia powierzchni obszarów hydrogenicznnych, co będzie skutkowało wzrostem różnorodności biologicznej w lasach. Wśród licznych funkcji, jakie mogą pełnić małe zbiorniki wodne oraz piętrzenia na ciekach, można wymienić między innymi następujące: retencjonowanie wody, zapobieganie suszy, funkcje przeciwpowodziowe, ostoje flory i fauny wodnej, oczyszczanie wody, biofiltry, zbiorniki filtracyjne, zbiorniki przeciwerozyjne, wodopoje dla dzikich zwierząt. Każda z tych funkcji może być przydatna w określonych przypadkach do realizowania celów ochrony przyrody. Obserwuje się liczne przykłady pozytywnych działań budowy i odbudowy retencji w lasach, służących ochronie siedlisk przyrodniczych na obszarach Natura 2000.

Ryc. 11. Łączna powierzchnia chroniona przez parki narodowe i krajobrazowe oraz aktualne obszary Natura 2000 (opracowanie CKPS wg danych Ministerstwa Środowiska)



2.3 Analiza występowania zjawiska suszy (atmosferycznej, glebowej, hydrologicznej) wraz z oceną jej skutków na terenach leśnych

Susze w Polsce wywołane są okresem bezopadowym lub przez powtarzające się opady mniejsze od średnich. Ich oddziaływanie na środowisko, agroekosystemy i ekosystemy leśne, zależy nie tylko od czasu trwania, natężenia i zasięgu przestrzennego, ale również od podatności środowiska na ujemne działanie tych zjawisk. Niekiedy efekt suszy jest zwiększony w wyniku niewłaściwego użytkowania ziemi, nieracjonalnego gospodarowania wodą, w tym braku właściwego zarządzania i administrowania jej poborem, niedostosowania rodzaju drzewostanu do naturalnych siedlisk i warunków w nich panujących, nadmiernego odwodnienia itp.

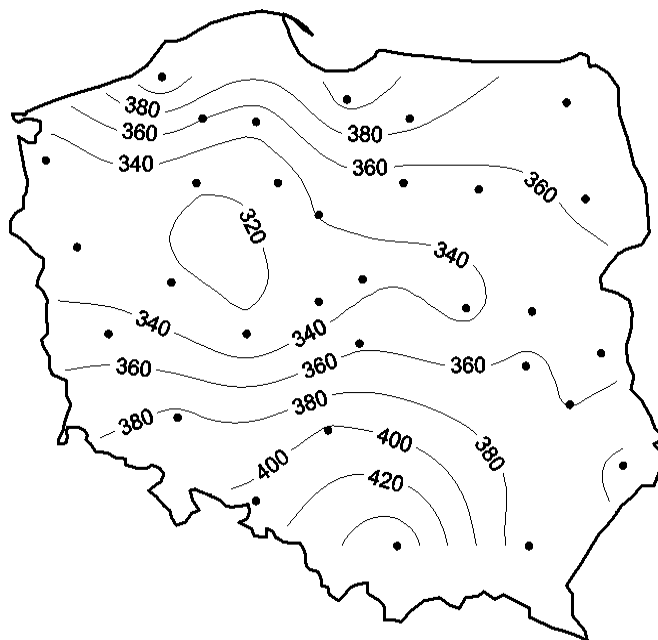
Obserwacje z ostatniego 50-lecia wskazują na nasilenie się na obszarze Polski susz i niedoborów wody. Susze pojawiają się coraz częściej, są coraz intensywniejsze i obejmują znaczne obszary kraju; wywołują ujemne skutki w rolnictwie, leśnictwie i innych działach gospodarki. Przesuszenie wielu obszarów jest wyraźne, objawiające się długotrwałym obniżeniem poziomów wody gruntowej, zmniejszeniem wilgotności gleby o różnym czasie trwania w zależności od czasu trwania suszy meteorologicznej, obniżaniem lustra wody w naturalnych i sztucznych zbiornikach wodnych, zmianami w składzie florystycznym ekosystemów. Ta tendencja wpisuje się w ogólny trend występowania zmian klimatu na kuli ziemskiej. Obserwowane w Polsce w ciągu drugiej połowy XX wieku ocieplenie wyraża się przyrostem średniej rocznej temperatury powietrza, wynoszącym prawie 0,9°C. Wiele wskazuje na to, że zjawiska susz w Polsce będą się nadal nasilać i będzie to trend wieloletni.

Intensywność suszy meteorologicznej, będącej wynikiem braku opadów, zwiększa wysoka temperatura, która w okresie letnim często przekracza w dzień 30–33°C, a w nocy utrzymująca się na poziomie 18–20°C. Wysokie temperatury, przy braku opadów, są szczególnie dużym zagrożeniem powodującym wysychanie ściółki leśnej. Istotna dla oceny zagrożenia suszą jest częstość pojawiania się dni gorących ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) i upalnych ($> 30^{\circ}\text{C}$). Dni gorące występują od maja do września, z maksimum częstości w lipcu. Sporadycznie mogą również wystąpić w kwietniu i październiku. Średnia ich liczba w roku wynosi od 10–15 w pasie nadmorskim, 20–25 w pasie pojezierzy, na południe od pojezierzy rośnie do 30, osiągając maksimum (40) w środkowej Polsce, na Wyżynie Lubelskiej i w Kotlinie Sandomierskiej. Dni upalne występują w czerwcu, lipcu i sierpniu, sporadycznie w maju i wrześniu. Dni te występują rzadko w pasie nadmorskim i na Pojezierzu Pomorskim (średnio 1–2 dni w roku). W części nizinnej częstość dni upalnych wzrasta do 5–7.

W środkowo-zachodniej i północno-zachodniej części Polski, na obszarze Kujaw, północnej i zachodniej Wielkopolski oraz zachodniej części Pojezierza Pomorskiego, średni opad nie przekracza 500 mm, a w okresie wegetacyjnym – 320–340 mm. Są to rejony o najmniejszych sumach opadów w Polsce (Ryc. 12.).

Ewapotranspiracja wskaźnikowa w okresie wegetacyjnym (półroczu letniego) wynosi średnio 530 mm (od 480 mm na północy i w obszarach podgórskich do 560 mm w środkowym pasie) Polski. Świadczy to o tym, że w okresie wegetacyjnym ewapotranspiracja jest większa od opadu atmosferycznego. Dlatego też rośliny muszą wykorzystywać wody retencjonowane w glebie w okresie zimowym (*wiosennym*). W półroczu zimowym (X-III) występuje nadmiar opadów w stosunku do ewapotranspiracji, natomiast w półroczu letnim (IV-IX) obserwuje się niedobór opadów. W okresie wegetacyjnym niedobory opadów w Wielkopolsce i na Kujawach wynoszą średnio 200-250 mm, a w latach bardzo suchych nawet 390 mm.

Ryc. 12. Średnia suma opadu (mm) w okresie IV-IX w latach 1970-2004 (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)



Szczególnie zagrożone suszą są lekkie gleby piaszczyste o małej zdolności zatrzymywania wody, których w Polsce jest najwięcej. Na takich glebach występują głównie drzewostany iglaste. Są to ekosystemy leśne bardzo podatne na przesuszenie spowodowane niedoborem opadów, szczególnie gdy zwierciadło wód gruntowych zalega nisko, a podsiąk kapilarny jest poza strefą korzeniową. Na dobrych glebach mineralnych (*czarnych ziemiach, madach średnich i innych wytworzonych z gliny średniej i utworów pyłowych*), charakteryzujących się dużymi zdolnościami retencyjnymi, niedobory wody są znacznie mniejsze niż obliczane niedobory klimatyczne.

Warunki klimatyczne Polski są takie, że często suszy meteorologicznej i rolniczej towarzyszy susza hydrologiczna. W okresie niedoboru wody dla roślin maleją jednocześnie dyspozycyjne zasoby wód powierzchniowych i podziemnych. Obniżają się stany wód w zbiornikach wodnych, stany wód i przepływy wody w ciekach i stany wód gruntowych.

Ryc. 13. Średnia klimatyczny bilans wodny (mm) w okresie IV-IX w latach 1970-2004 (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)



Tabela 6. Średnie w Polsce miesięczne opady P i ewapotranspiracja wskaźnikowa ETo (wg Penmana-Monteitha)

Miesiąc	P (mm)	ETo (mm)	P- ETo (mm)
Styczeń	32	15	17
Luty	30	20	10
Marzec	31	30	1
Kwiecień	35	60	-25
Maj	60	90	-30
Czerwiec	76	110	-34
Lipiec	80	120	-40
Sierpień	72	90	-18
Wrzesień	53	60	-7
Październik	47	25	22
Listopad	43	17	26
Grudzień	41	13	28
Razem	600	650	-50

Najsuchszymi regionami Polski są wobec tego obszary o najmniejszych opadach i największej ewapotranspiracji wskaźnikowej, czyli najmniejszym klimatycznym bilansie wodnym. Są to: prawie cała centralna Polska, jak również środkowo-zachodnia, północno-zachodnia i środkowo-wschodnia część kraju (Ryc. 13.). Są to regiony zagrożone częstymi i silnymi suszami glebowymi, rolniczymi i leśnymi, o opadach rocznych często mniejszych od 300 mm.

Mimo nieprzewidywalności i nieregularności występowania susz w Polsce, można zaobserwować pewne prawidłowości statystyczne dotyczące częstości, okresów i regionów jej występowania oraz czasu trwania.

Zjawiska suszy na terenie Polski notowano w kronikach od XIV wieku. Susza (*obserwowano straty w produkcji*) pojawia się raz na 3 lata, przy czym obserwuje się ciągi lat z niedoborem opadu wywołującym susze i następujące po nich ciągi lat z nadmiarem opadu lub z opadem zbliżonym do średniego. Susze w latach 1951-2006 charakteryzowały się różnym nasileniem, różnym czasem trwania i okresem wystąpienia. Głębokie susze wystąpiły w latach: 1951, 1953, 1959, 1963, 1964, 1969, 1971, 1976, 1982-1984, 1989, 1991, 1992, 1994, 2000, 2002, 2003, 2005, 2006. W tym okresie stwierdzono wystąpienie 30 susz atmosferycznych. Łączny czas ich trwania wyniósł około 200 miesięcy, co stanowi 30% analizowanego okresu. Najdłużej trwające susze wystąpiły

w latach: 1982– 11 miesięcy, 1959– 10 miesięcy, 1951-1952– 9 miesięcy, 1954– 9 miesięcy, 1983– 7 miesięcy, 1989– 7 miesięcy.

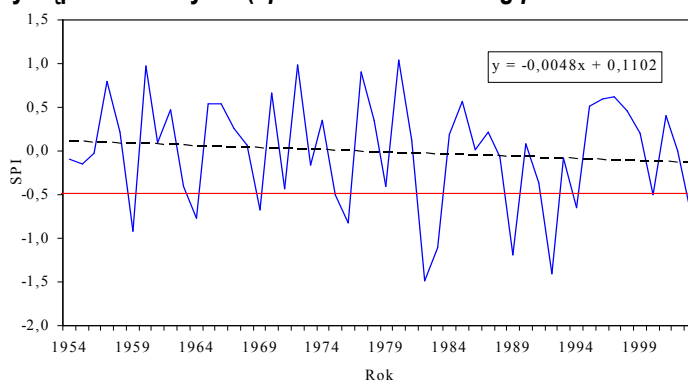
Pierwszym okresem intensywnych susz w ostatnim 25-leciu były lata 1982-1983. W okresie wegetacyjnym w środkowej Polsce wystąpiła susza ekstremalna, a w całej Polsce okres ten średnio można zakwalifikować jako bardzo suchy. W sezonie wegetacyjnym 1982 roku opady na terenie Kujaw i północnej Wielkopolski były prawie o połowę mniejsze od średnich opadów z lat 1951-1990. W bardzo suchym roku 1989 prawdopodobieństwo wystąpienia opadu w tym regionie było mniejsze od 1%.

Najsilniejsza i o największym zasięgu, długotrwała susza w 1992 roku przybrała charakter kłęski, która objęła swym zasięgiem prawie cały obszar Polski, przy czym najsilniejsza była w północno-zachodniej i środkowej części kraju. W niektórych regionach trwała ona nawet przez cały okres wegetacyjny (*kwiecień – wrzesień*). Okres ten charakteryzował się wysoką temperaturą powietrza i gleby, bardzo dużym nasłonecznieniem i ujemnym klimatycznym bilansem wodnym. Ocenia się, że susza ta spowodowała zmniejszenie zbiorów ziemiopłodów o 25% w porównaniu do roku 1991. Kilkakrotnie wzrosła liczba pożarów, spłonęły tysiące hektarów lasów, torfowisk i wiele zabudowań.

Innym przykładem wagi problemu w Polsce jest susza, która dotknęła znaczne obszary Polski w okresie wiosennym 2000 i 2003 r. Szacunkowe straty zbiorów głównych upraw rolniczych wyniosły od 30 do 80% wartości średniorocznych. Na skutek suszy, na obszarach leśnych znacznie zmniejszyła się odporność drzewostanów na choroby i ataki szkodników oraz zwiększyło zagrożenie pożarowe.

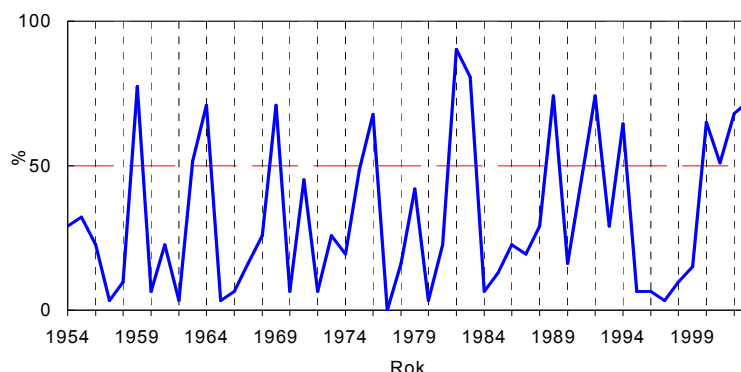
Po ciągu lat 2000-2003, w których wystąpiły susze, kolejnym rokiem z intensywną suszą był rok 2005. Susza ta trwała od czerwca do listopada i obejmowała swym zasięgiem Wielkopolskę, Kujawy, Mazowsze, Podlasie i Polesie Lubelskie. Suma opadu w okresie kwiecień - październik była znacznie niższa od średniej wieloletniej.

Ryc. 14. Średnie wartości SPI na obszarze Polski dla okresów wegetacyjnych w latach 1954-2003; trend -- -- wartość progowa wystąpienia suszy — (opracowanie CKPŚ wg pomiarów IMUZ)



Do oceny suszy meteorologicznej i zagrożenia pozostałymi rodzajami suszy stosuje się wskaźnik standaryzowanego opadu SPI. Ujemne wartości tego wskaźnika pokazują opady mniejsze od mediany opadu z wielolecia, przy czym za kryterium wystąpienia suszy przyjmuje się wartość $SPI = -0,5$. Im mniejsza wartość tego wskaźnika, tym bardziej intensywna susza. Przebieg tego wskaźnika w latach 1954-2003, uśrednionego dla 31 stacji meteorologicznych z obszaru całej Polski, wskazuje na tendencję wzrostu częstotliwości suszy (Ryc. 14.). Natomiast na Rycinie 15 przedstawiono zasięg obszarowy suszy (*procent stacji, na których wystąpiła susza wg wskaźnika SPI*) w okresie wegetacyjnym w latach 1954-2003.

Ryc. 15. Zasięg suszy (stosunek obszaru wystąpienia suszy do powierzchni kraju) w okresie wegetacyjnym (IV-IX) (opracowanie CKPŚ wg pomiarów IMUZ)



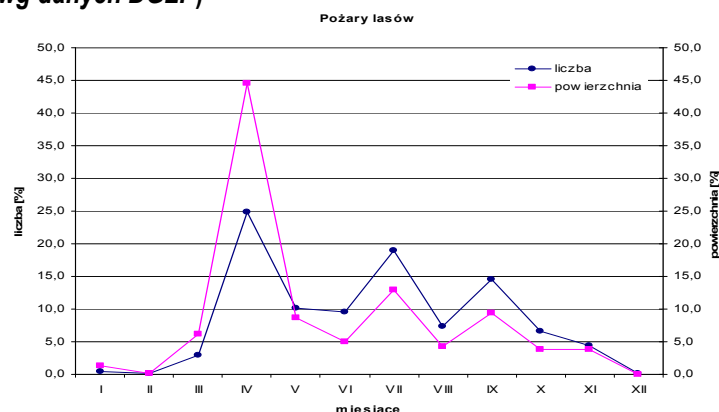
Susza w lasach w pierwszej kolejności objawia się zmniejszeniem wilgotności gleby i ściółki leśnej. Ta ostatnia jest czułym wskaźnikiem intensywności suszy i zagrożenia innymi, następującymi później niekorzystnymi skutkami. A są to:

- obniżanie lustra wody w jeziorach,
- obniżanie poziomu wód gruntowych,
- wysychanie małych cieków w lasach,
- zanik oczek wodnych,
- spowolnienie lub brak wzrostu drzew,
- spadek odporności drzew na szkodniki i choroby,
- brak grzybów, jagód i innych owoców runa leśnego,
- zanik naturalnych wodopojów zwierzyny leśnej,
- zanik i degradacja naturalnych wilgotnych siedlisk w lasach,
- zmniejszenie różnorodności biologicznej,
- pożary.

Szczególnie narażone na ujemne skutki niedoboru opadów są szkółki leśne i młodniaki, których rozwój i wzrost są uwarunkowane dostatecznym uwilgotnieniem gleby; w okresie suszy meteorologicznej wymagają one nawodnień.

Spośród wymienionych powyżej zagrożeń wynikających z suszy, za najgroźniejsze traktowane jest zagrożenie pożarowe. Lasy w Polsce charakteryzują się wysokim zagrożeniem pożarowym. W roku 2003 zanotowano ponad 17 tys. pożarów na powierzchni 21 500 ha. Średnio w roku powstaje około 3,5 tysiąca pożarów na powierzchni ponad 5 tys. ha (Ryc. 16.).

Ryc. 16. Liczba i powierzchnia pożarów (średnie miesięczne) za okres 1996-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)

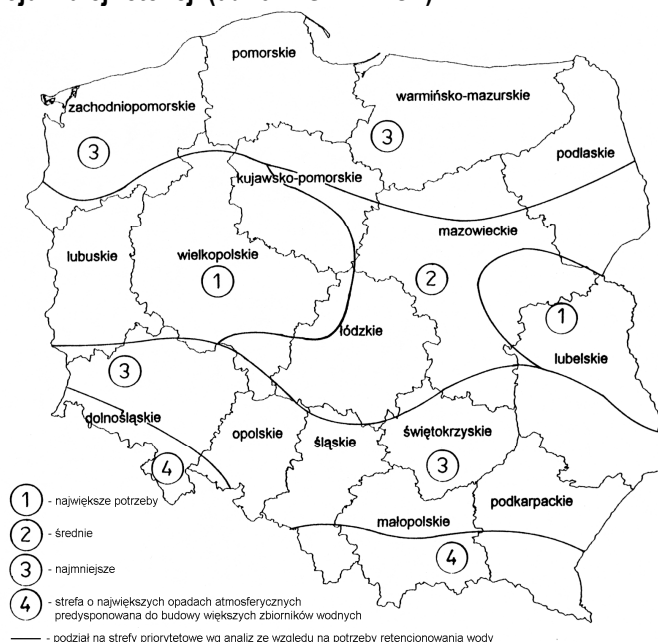


Opracowane metody oceny możliwości powstawania pożarów leśnych w zależności od wilgotności ściółki i wilgotności powietrza ułatwiają prognozowanie możliwości powstania pożarów. Na podstawie wielkości tych parametrów jest ustalany stopień zagrożenia pożarowego lasu (Tabela 7.).

Tabela 7. Stopnie zagrożenia pożarowego w lasach

Stopień zagrożenia	Wilgotność ściółki [%]	Wilgotność powietrza [%]
0 - brak zagrożenia	ponad 60	86 - 100
I - zagrożenie małe	41 – 60	66 – 85
II - zagrożenie duże	21 – 40	51 – 65
III - zagrożenie katastrofalne	do 20	do 50

Ryc. 17. Priorytety rozwoju małej retencji (dane IMGW i IMUZ)



Na podstawie analiz warunków klimatycznych i potrzeb wodnych można dokonano podziału Polski na strefy priorytetowe ze względu na potrzeby retencjonowania wody (

Ryc. 17.). Podział ten uwzględnia zarówno uwarunkowania produkcji rolniczej, jak i potrzeby lasu.

Retencjonowanie wody w lasach w dużym stopniu może ograniczyć ujemne oddziaływanie suszy na ekosystemy leśne. Szczególnie efektywne oddziaływanie podpiętrzania wody i budowę małych zbiorników obserwowane jest na wcześniej odwodnionych obszarach.

Tabela 8. Szacunkowe straty w wyniku suszy 2006 r.(opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)

RDLP	Szkółki		Uprawy		Młodniki		Drzewostany starsze		Inne zł	OGÓŁEM zł
	ha	zł	ha	zł	ha	zł	ha	zł		
Białystok	3,87	280 600,00	222,59	855 840,00	5,95	11 210,00	2	4 000,00	55 590,00	1 207 240,00
Katowice	8,14	532 600,00	891,33	3 435 900,00	265,45	634 500,00	0	0,00	12 700,00	4 615 700,00
Kraków	0,80	46 000,00	68,50	313 000,00	0,00	0,00	0	0,00		359 000,00
Krosno	0,83	60 000,00	147,00	466 000,00	1,00	9 000,00	0,1	2 500,00		537 500,00
Lublin	1,80	63 000,00	517,00	1 177 000,00	16,00					1 240 000,00
Łódź	4,07	251 100,00	372,00	878 800,00	49,00	52 100,00			1 000,00	1 183 000,00
Olsztyn	1,41	85 000,00	94,00	227 000,00	32,00	8 000,00	0	0,00		320 000,00
Piła	0,12	9 000,00	508,00	1 335 000,00	37,00	37 000,00	21	3 000,00		1 384 000,00
Poznań	0,72	72 780,00	425,52	1 284 600,00	0,00	0,00	0	0,00		1 357 380,00
Szczecin	0,55	24 000,00	3 214,00	13 458 000,00	230,00	1 212 000,00	28	0,00	28 000,00	14 722 000,00
Szczecinek	2,82	205 000,00	1 499,00	4 102 000,00	41,00	130 000,00	0	0,00		4 437 000,00
Toruń	0,11	5 490,00	399,51	1 377 002,00	16,73	80 360,00	6,47	26 853,00	9 323,00	1 499 028,00
Wrocław		319 700,00	1 215,00	4 073 450,00	114,11	601 750,00	35	626 300,00		5 621 200,00
Zielona G.	0,52	60 070,00	1 032,00	2 962 830,00	58,00	215 320,00	8	26 030,00	156 250,00	3 420 500,00
Gdańsk	0,37	7 320,00	116,10	360 200,00	5,65	21 200,00	0	0,00	0,00	388 720,00
Radom	1,55	126 000,00	201,71	605 000,00	1,08	10 000,00	0	0,00	0,00	741 000,00
Warszawa		43 000,00	111,48	435 000,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	478 000,00
Razem LP	27,68	2 190 660,00	11 034,74	37 346 622,00	872,97	3 022 440,00		688 683,00	262 863,00	43 511 268,00

2.4 Analiza zagrożenia powodzią, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń występujących na terenach leśnych

Ocenia się, że po II wojnie światowej (lata 1946-2001) w Polsce wystąpiło 590 przypadków powodzi o różnym pochodzeniu i zasięgu, z czego 15 zakwalifikowano do katastrofalnych o zasięgu regionalnym.

Najnowsze definicje „powodzi” i „zagrożenia powodziowego” przedstawiane są w będącej na etapie konsultacji Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady UE w sprawie oceny zagrożenia powodziowego i zarządzania nim (tzw. Dyrektywa Powodziowa). Na podstawie tej dyrektywy przyjęto następujące definicje:

- „powódź” oznacza czasowe pokrycia wodą terenu zazwyczaj niezalanego, w tym w wyniku intensywnych opadów deszczu, prowadzących do zalania terenów zamieszkałych lub przemysłowych”;
- „zagrożenie powodziowe” oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi oraz wynikających z takiej powodzi potencjalnych szkód dla ludzkiego zdrowia, środowiska oraz działalności gospodarczej”.

Poniżej zestawiono podstawowe rodzaje i typy powodzi występujące w Polsce (Tabela 9.). Powodzie (*wezbrania*) mogą pojawiać się w ciągu całego roku, a w razie nałożenia się jednocześnie kilku niekorzystnych czynników (*nagłe ocieplenie, sytuacja baryczna, intensywne opady*), w jednym rejonie mogą wystąpić różne typy powodzi.

Tabela 9. Podstawowe rodzaje i typy powodzi oraz terminy ich występowania (opracowanie CKPŚ)

Rodzaje powodzi	Typy powodzi i terminy ich występowania											
	półrocze hydrologiczne zimowe						półrocze hydrologiczne letnie					
Miesiące	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Morskie	sztormowe									sztormowe		
Łądowe					opadowe							
			roztopowe									
		zatorowe										
	awaryjne											
Mieszane					sztormowo-opadowe					sztormowo-opadowe		
			sztormowo-roztopowe									
		sztormowo-zatorowe										

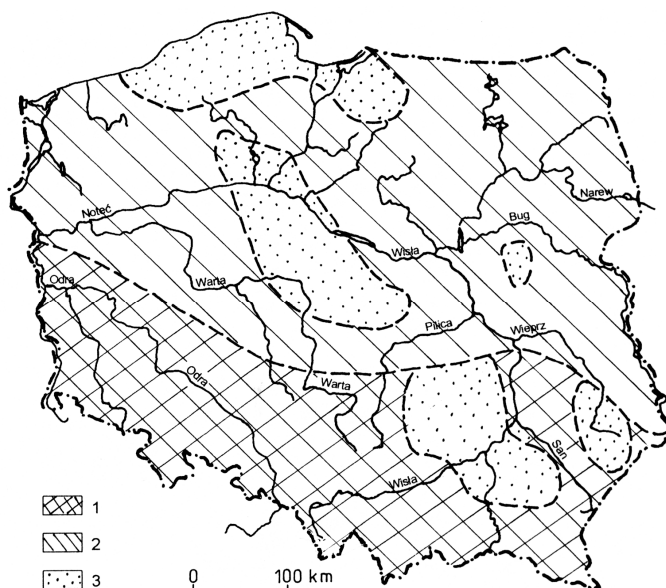
W Polsce najczęściej zdarzają się powodzie łądowe. Główną ich przyczyną są opady nawałne, frontalne lub rozlewne, różniące się intensywnością i zasięgiem. W ostatnich latach charakterystyczne było dość częste występowanie lokalnych, intensywnych opadów nawałnych.

Wśród powodzi łądowych zdarzających się w okresie zimowym wyróżniamy powodzie roztopowe i powodzie zatorowe. Przyczyną powodzi roztopowych jest gwałtowne topnienie pokrywy śnieżnej lub też wystąpienie deszczu podczas okresowego ocieplenia w warunkach zamrożonego podłoża terenu zlewni. Przyczyną powodzi oprócz wyżej wymienionych czynników jest również szybki spływ wód opadowych lub roztopowych, często przyspieszany w wyniku działalności człowieka. Dlatego też wszelkie działania zwiększające pojemność retencyjną zlewni, w tym mała retencja, są działaniami ograniczającymi rozmiar powodzi.

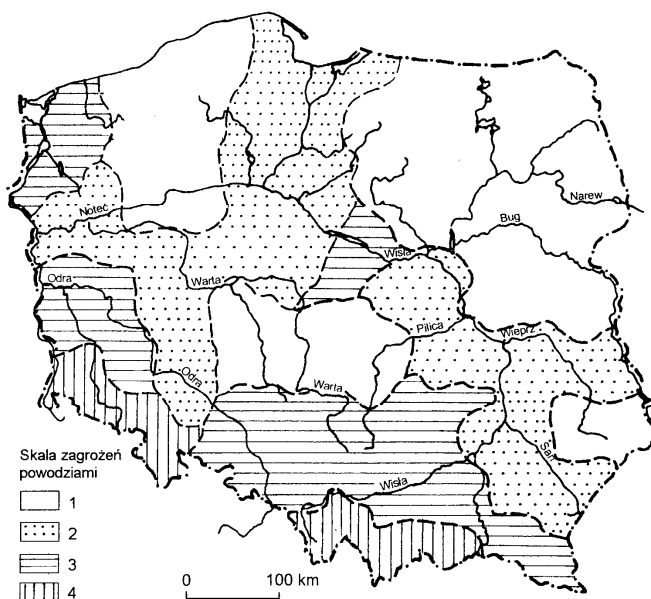
Rejonizację najczęstszych powodzi w obszarze kraju przedstawiono na Rycinie 18, a Rycina 19 obrazuje 4-stopniową skalę możliwych zagrożeń – od bardzo małych do bardzo dużych.

W ciągu ostatnich trzydziestu lat w Polsce wystąpiły prawie wszystkie możliwe typy powodzi. Do szczególnie odczuwalnych zalicza się powodzie z lat: 1979, 1982, 1983, 1997 oraz 2001 r.

Ryc. 18. Rejonizacja obszarów najczęściej nawiedzanych przez powódzie w Polsce; 1 – powódzie opadowe, 2 – powódzie roztopowe, 3 – powódzie letnie z krótkotrwałych deszczy nawałnych (wg Ochrona przed powodzią, 1992)



Ryc. 19. Skala zagrożeń powodzią w Polsce; 1 – bardzo małe, 2 – małe, 3 – duże, 4 – bardzo duże (Ciepielowski, 1994)



W przypadku rozpatrywania zagrożenia powodzią obszarów leśnych należy mieć na uwadze inny charakter przebiegu wzebrzań i powodzi na terenach górskich i podgórskich w porównaniu z obszarami nizinnymi. Przy większych spadkach gwałtowniejszy jest przebieg wzebrania, lecz czas jego trwania i zasięg obszarowy, w tym obejmujący tereny leśne mniejszy niż w rejonach niżej położonych. Z drugiej strony tereny górskie i podgórskie charakteryzuje większa częstotliwość występowania powodzi.

Tereny leśne mogą być objęte różnymi powodziami, w wyniku określonych niżej wymienionych zdarzeń:

- wylewu wód z koryta cieku,
- wylewu wód wzebraniowych z międzywala na tereny sąsiednie na skutek przerwania wałów lub przelania się wód przez koronę wałów,

- stagnowania wód opadowych ze względu na konfigurację terenu (*obszary bezodpływowe*) lub utrudniony odpływ z systemów odwadniających (*cieków*).

Straty w lasach powstają w przypadku długiego okresu zalania korzeni drzew, które w normalnych warunkach występują na obszarach o niskim zwierciadle wód gruntowych. Natomiast dla lasów w dolinach rzek łęgowych długotrwałe zalewy są niezbędnym elementem zachowania walorów przyrodniczych. Jest to jedna z ważniejszych przesłanek, które należy brać pod uwagę przy doborze typów i lokalizacji obiektów ograniczających zjawiska powodziowe, które muszą być dobierane tak, aby siedliska, których istnienie i dobry stan zależy od okresowych zawodnień, czy podtopień nie ulegały degradacji.

Skalę zasięgu obszarowego powodzi opadowych na przykładzie dorzecza Odry i katastrofalnej powodzi w 1997 r. dla siedmiu województw z ówczesnego podziału administracyjnego przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 10. Obszary lasów zalane w wyniku powodzi w 1997 r. w województwach nadodrzańskich (Ciołkosz i Bielecka, 1998)

L.p.	Województwo	Zalane lasy ogółem		Zalane lasy liściaste		Zalane lasy iglaste		Zalane lasy mieszane	
		powierzchnia [km ²]	% ogólnej powierzchni użytków	powierzchnia [km ²]	% ogólnej powierzchni użytków	powierzchnia [km ²]	% ogólnej powierzchni użytków	powierzchnia [km ²]	% ogólnej powierzchni użytków
1	gorzowskie	7,26	1,44	5,98	1,31	0,70	0,02	0,58	0,11
2	zielonogórskie	50,67	11,12	39,70	10,54	9,34	0,25	1,63	0,33
3	leszczyńskie	13,47	6,58	6,14	4,47	5,00	1,03	2,33	1,08
4	legnickie	27,42	14,56	25,90	14,24	1,30	0,22	0,22	0,10
5	wrocławskie	98,01	23,96	64,91	16,94	17,60	2,57	15,50	4,45
6	opolskie	36,62	8,04	24,00	6,35	7,96	0,56	4,66	1,13
7	katowickie	0,26	0,09	0,26	0,09	0,00	0,00	0,0	0,00
Razem		233,71		166,63		41,90		24,92	

Z przedstawionych danych wynika, że w największym stopniu powódź na Dolnym Śląsku w 1997 r. objęła lasy liściaste. Wiele drzewostanów zostało wówczas zalanych do wysokości 1,5-2,0 m, ze stagnowaniem wody w niektórych rejonach (*międzywałę Odry*) nawet do kilku tygodni. Powodowało to trwałe uszkodzenie lub całkowite zniszczenie drzewostanów, gdzie zalanie trwało najdłużej. Straty poniosły wszystkie nadleśnictwa, których lasy znajdują się w dolinie Odry. W zalanych drzewostanach wystąpiły masowo wywroty. Proces wymierania drzew osłabionych z powodu uszkodzenia systemów korzeniowych oraz zaatakowanych przez szkodniki ujawnił się zarówno w roku powodzi jak i w latach następnych. Zniszczeniu uległy szkółki leśne, które znalazły się w zasięgu powodzi. Powódź spowodowała również znaczne szkody w infrastrukturze leśnej. Zatopione zostały leśniczówki, osady leśne, drogi, rowy, przepusty i mosty.

Poszczególne gatunki drzew różnie reagują na podtopienie i zalanie. Najmniej odporne na podtopienia są gatunki liściaste: jesion wyniosły, buk, lipa drobnolistna, brzoza, olsza czarna, natomiast z iglastych – modrzew europejski i świerk pospolity. Największą odpornością charakteryzuje się dąb szypułkowy i sosna zwyczajna. Wynika to ze zróżnicowanych wymagań w stosunku do wody, które zmieniają się w zależności od pory roku. Termin wystąpienia powodzi może więc decydować o ewentualnych skutkach w stosunku do drzewostanów.

W świetle przedstawionych danych odnośnie powodzi wynika, że zagrożenie dla obszarów leśnych jest istotne w przypadku wystąpienia powodzi ekstremalnych (*prawdopodobieństwo rzędu 0,1 – 1%*). W takim wypadku podtopione mogą być rejon, w których wcześniej powodzi nie odnotowano.

Brak jest danych dotyczących występowania powodzi i ich skutków w ekosystemach leśnych w przypadku małych rzek objętych programem małej retencji. W większości przypadków ekosystemy leśne występujące w dolinach tych rzek są przystosowane do występujących warunków wilgotnościowych. Ponadto uważa się, że zadania realizowane w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* przyczynią się do zmniejszenia zagrożenia powodziowego na terenach leśnych poprzez spowolnienie odpływu i retencję.

2.5 Ochrona przed powodzią, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji ochronnych lasów na terenach leśnych

Jednym z istotnych efektów realizacji programu Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych będzie zmniejszenie ryzyka powodziowego i skutków powodzi, zwłaszcza na terenach leśnych. Rozpatrując zagadnienie ochrony lasów przed powodzią można wyróżnić następujące sytuacje lokalizacji lasów:

1. lasy położone w dolinach zalewowych. Tak sytuowane lasy można dalej podzielić na lasy położone w dolinach rzecznych naturalnych bez zabudowy wałami przeciwpowodziowymi oraz na położone w dolinach rzecznych chronionych wałami przeciwpowodziowymi, w których lasy mogą znajdować się po obu stronach wałów:
 - w międzywał, typy siedliskowe przystosowane do wysokiego położenia wód i okresowych zalewów,
 - na zawału, chronione przed zalewem i podtopieniem; lasy położone poza dolinami rzeczny;
- las położone poza dolinami rzeczny. Zazwyczaj nie są zagrożone powodzią, podtopieniem, z wyjątkiem zadrzewień zlokalizowanych w obniżeniach terenowych, zagłębieniach bezodpływowych z podłożem słabo przepuszczalnym, w przypadku wystąpienia deszczy nawalnych o dużym natężeniu.

Zasadniczą rolę w bezpośredniej ochronie lasów przed powodzią w dolinach rzecznych spełniają wały przeciwpowodziowe. W tabeli poniżej zestawiono dla poszczególnych województw łączną długość obwałowań (stan na 2004 r.) z powierzchnią lasów (stan na 2005 r.). Porównanie stopnia ochrony przeciwpowodziowej bezpośredniej przy wykorzystaniu obwałowań charakteryzują współczynniki określające długość wałów w województwie przypadającą na powierzchnię lasów. Najwyższe współczynniki uzyskano w województwach małopolskim i dolnośląskim.

Ze względu na korzystne warunki wzrostu, lasy występują również w dolinach nieobwałowanych oraz w międzywał. Są to głównie lasy łęgowe i olsy. Stanowią one cenne biotopy wielu gatunków flory i fauny oraz chronią przed erozją brzegi, skarpy rzek i tarasów. Z drugiej strony stanowią przeszkodę w odpływie wód wezbraniowych z międzywala. Powstają więc sytuacje konfliktowe (np. dolina Wisły w obszarze Warszawy).

Natomiast, jeśli chodzi o naturalne doliny nieobwałowane, drzewa nie powodują niekorzystnych zjawisk hydraulicznych. Należy podkreślić, że lasy w dolinach rzek nieobwałowanych i rosnące w międzywał są przystosowane do okresowych zalewów. Bardzo często zalewy są niezbędne dla utrzymania wysokich walorów przyrodniczych lasów łęgowych. Działania podejmowane w ramach Programu powinny być projektowane i realizowane tak, aby ten naturalny cykl nie był zaburzany.

Tabela 11. Porównanie długości obwałowań przeciwpowodziowych z powierzchnią lasów w poszczególnych województwach (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)

L.p.	Województwo	Łączna długość obwałowań – W [m]	Powierzchnia lasów – A [ha]	$\alpha = \frac{W}{A}$ [m/ha]
1	Dolnośląskie	1341,3	583405	2,30
2	Kujawsko-Pomorskie	178,1	415732	0,43
3	Lubelskie	196,3	563572	0,35
4	Lubuskie	814,6	681639	1,20
5	Łódzkie	163,3	377642	0,43
6	Małopolskie	1013,1	431138	2,35
7	Mazowieckie	670,0	787013	0,85
8	Opolskie	368,6	248053	1,49
9	Podkarpackie	629,0	653650	0,96
10	Podlaskie	31,1	604626	0,05
11	Pomorskie	654,8	656980	1,00
12	Śląskie	331,5	391130	0,85
13	Świętokrzyskie	347,6	323364	1,07
14	Warmińsko-Mazurskie	446,1	725271	0,62
15	Wielkopolskie	764,0	759964	1,01
16	Zachodniopomorskie	535,7	797453	0,67

Nie do końca poznana jest rola lasów w kształtowaniu odpływów powodziowych ze zlewni, chociaż badania naukowe z tym związane są prowadzone od wielu lat. Wynika to z tego, że decyduje o tym również wiele innych czynników, poza stopniem zalesienia, takich jak warunki hydrogeologiczne, geologiczne, wielkość i kształt zlewni, konfiguracja powierzchni zlewni, system hydrograficzny, rozmieszczenie lasów w zlewni itp. Tym niemniej zalesienia w zlewni uznawane są za element korzystny dla obiegu wody.

Ocenia się, że wpływ lasów na hydrogram fali wezbraniowej rzeki będzie duży w przypadku występowania w zlewni gruntów słabo przepuszczalnych, przy dużych spadkach terenu, to jest tam, gdzie występują duże spływy powierzchniowe. Wpływ lasu wynika ze zmiany po zalesieniu dynamiki procesu transformacji opadu w odpływ, warunkowany rodzajem drzew, ich wiekiem, wysokością, zwartością, podszytem, runem leśnym, ściółką. Pewien wpływ na odpływ z obszarów leśnych posiada intercepcja. Las zatrzymuje część opadu w procesie intercepcji. Może ona osiągnąć do 30% rocznych opadów przeciętnych. Największą intercepcję wykazują bory świeże, suche i mieszane oraz wilgotne bory mieszane (28-30% opadów), a najmniej zatrzymują lasy łęgowe i olsy (10-13% opadów).

Las charakteryzuje się tzw. retencją niesterowalną, tj. taką, którą człowiek nie może regulować na bieżąco. W większości przypadków las zatrzymuje (*retencjonuje*) wody do pewnej objętości (*potencjalna pojemność retencyjna*). Po jej przekroczeniu następuje swobodny odpływ wody. Wynika stąd, że oddziaływanie lasu na przepływy powodziowe ograniczone jest do pewnej wielkości opadów (*roztopów*). Istotnym wydaje się więc rozbudowanie obiektów małej retencji, których łączne możliwości retencionowania wody w lasach wspomogą możliwości naturalnej retencji leśnej. Sieć takich obiektów obejmująca nadleśnictwa całego kraju została zaplanowana w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych*.

2.6 Analiza dokumentów strategicznych związanych z gospodarką wodną w zlewni, ze szczególnym uwzględnieniem wojewódzkich programów małej retencji w aspekcie powiązania z programem małej retencji na terenach leśnych

Program *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* jest realizowany zgodnie z zapisami aktów prawnych oraz dokumentów strategicznych obejmujących swoim zakresem tematykę retencji wód.

Bardzo wiele przepisów mówi o konieczności wdrażania wodooszczędnych metod i ochrony jakości wody. Poniżej ograniczono się głównie do przepisów, z których wynika możliwość poprawy struktury bilansu wodnego, hamowania odpływu wody, a w szczególności działań, które mogą być zaliczane do małej retencji.

Polityka ekologiczna państwa w rozdziale zatytułowanym „*Stosunki wodne i jakość wód*” wśród kierunków strategicznych wymienia następujące działania:

- realizacja budowy zbiorników retencyjnych i małej retencji dla wyrównania przepływu w rzekach oraz racjonalizacja gospodarowania spływami opadowymi w celu ograniczenia szybkiego ich odprowadzania do wód otwartych i unikania przesuszenia terenu; działania w tym zakresie powinny sprzyjać ochronie przyrodniczo ukształtowanych ekosystemów oraz ochronie gatunkowej flory i fauny związanej ze środowiskiem wodnym;
- zachowanie naturalnych zbiorników retencyjnych, takich jak tereny podmokłe i nieuregulowane ciekі wodne, głównie w ramach działań w zakresie ochrony różnorodności biologicznej i prowadzenia zrównoważonej gospodarki leśnej.

Ustawa z dnia 27.04.2001 r. Prawo ochrony środowiska - jedynie w art. 97 pkt 1 mówi o stronie ilościowej wody (Dz. U. Nr 62 z dnia 20.06.2001 r. poz. 627): Ochrona wód polega na zapewnieniu ich jak najlepszej jakości, w tym utrzymywanie ilości wody na poziomie zapewniającym ochronę równowagi biologicznej.

Ustawa z dnia 16.04.2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. 04.92.880 z późniejszymi zmianami) jedynie przy formułowaniu zakazów (art. 24.1), jakie mogą być ustanawiane na obszarach chronionych, odnosi się do ilości wody – zabrania się:

- 6) dokonywania zmian stosunków wodnych, jeżeli służą innym celom niż ochrona przyrody lub zrównoważone wykorzystanie użytków rolnych i leśnych oraz racjonalna gospodarka wodna lub rybacka;
- 7) likwidowania naturalnych zbiorników wodnych, starorzeczy i obszarów wodno-błotnych.

Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 25 sierpnia 1992 r. w sprawie szczegółowych zasad i trybu uznawania lasów za ochronne oraz szczegółowych zasad prowadzenia w nich gospodarki leśnej, uznaje za wodochronne następujące lasy:

- a) u źródeł rzek i potoków,
- b) wzdłuż rzek, potoków, kanałów, jezior i innych zbiorników wodnych, uznanych za żeglowne i spławne, a także nieuznanych za żeglowne i spławne, wyodrębniane w zależności od ich położenia i charakteru,
- c) na obszarach ochronnych zbiorników wód podziemnych oraz w granicach stref ochronnych ujęć i źródeł wody, wyznaczonych zgodnie z przepisami prawa wodnego,
- d) na siedliskach wilgotnych i bagiennych.

Z powyższego wynika, że są to lasy, które mogą mieć wpływ na jakość wody, w mniejszym stopniu wpływają one na obieg wody.

Ustawa z dnia 27.03.2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z dn. 10.05.2003) jedynie w art. 15.2 stwierdza konieczność wyznaczenia granic i zasad zagospodarowania terenów narażonych na wystąpienie powodzi.

Ustawa z dnia 18.11.2005 r. Prawo wodne (tekst jednolity Dz. U. z 7.12.2005 nr 239 poz. 2019). Prawo wodne precyzuje zadania gospodarki wodnej:

Art. 2. 1. Zarządzanie zasobami wodnymi służy zaspokajaniu potrzeb ludności, gospodarki, ochronie wód i środowiska związanego z tymi zasobami.

Art. 80. Ochronę ludzi i mienia przed powodzią oraz suszą realizuje się w szczególności przez:

- 1) zachowanie i tworzenie wszelkich systemów retencji wód, budowę i rozbudowę zbiorników retencyjnych, suchych zbiorników przeciwpowodziowych oraz polderów przeciwpowodziowych.

Prawo wodne nie precyzuje szczegółowej metod, jakie będą stosowane dla spełnienia celów art. 2.1.

Strategia Gospodarki Wodnej (Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, projekt z listopada 2006). W celu III „Podniesienie skuteczności ochrony przed powodzią i skutkami suszy” przewiduje się:

- 3) zwiększenie retencji dolinowej rzek (wyznaczenie obszarów zalewowych i polderów),
- 4) stymulowanie działań zatrzymujących wodę w glebie poprzez modernizację melioracji szczegółowych (nawadnianie),
- 8) zwiększenie naturalnej retencji.

W Strategii stwierdza się również potrzebę:

Opracowanie i wdrożenie zintegrowanych programów gospodarowania wodami uwzględniających, obok poprawy jakości wód, racjonalne kształtowanie zasobów wodnych, a w tym budowę wielozadaniowych zbiorników retencyjnych i obiektów małej retencji wodnej w celu wyrównywania przepływu w rzekach oraz sterowania odpływem wód opadowych. Działania w tym zakresie powinny sprzyjać zatrzymywaniu możliwie największej ilości wody w glebie, a także ochronie naturalnie ukształtowanych ekosystemów oraz ochronie gatunkowej flory i fauny związanej ze środowiskiem wodnym.

W Załączniku do Strategii wyszczególnione są najważniejsze zadania. Wspomina się tu jako działanie ciągłe 5.3.6. *Wspomaganie rozwoju małej retencji wodnej.*

Z przedstawionych dokumentów wynika, że problem małej retencji jest uwzględniany w szeregu istotnych dokumentów o randze państwowej. Przepisy prawne dają podstawę do podejmowania działań w zakresie wdrażania idei małej retencji, natomiast przepisy nie zobowiązują do takich działań i w małym stopniu zawierają elementy stymulujące podejmowanie działań przez osoby prawne i prywatne dla poprawy bilansu wodnego.

2.6.1 Wojewódzkie programy małej retencji

Podstawowym dokumentem w zakresie małej retencji jest Porozumienie z dnia 21.12.1995 r. zawarte pomiędzy Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Porozumienie to było podstawą rozpoczęcia prac nad wojewódzkimi programami rozwoju małej retencji w skali całego kraju.

Podstawowymi obiektami przewidywanymi do retencjonowania wód były małe zbiorniki wodne uwzględniane w 95% województw. Retencja korytowa (zbiorniki liniowe – budowa piętrzeń na kanałach i ciekach podstawowych) uwzględniana była w 85% programów. Znacznie mniejszy udział mają podpiętrzenia jezior planowane w 31% programów. Propozycja zalesień była rozpatrywana w 10% programów, a agromelioracji (zwiększenie retencji glebowej) – w 5%.

W całym kraju zaproponowano budowę 4 789 zbiorników wodnych i 620 podpiętrzeń jezior. Przewidywana liczba piętrzeń na ciekach i kanałach (melioracyjna sieć podstawowa) wynosiła 1 806, a na rowach (sieć szczegółowa) – 2 533. Wielkość retencji korytowej oceniono na około 18 mln m³. Łączny, zakładany wzrost retencji w skali kraju wyniósł około 1,14 mld m³.

Do 2015 r. wojewódzkie programy rozwoju małej retencji przewidywały budowę zbiorników o pojemności 860 mln m³ (około 48 mln m³ rocznie). W większości przypadków podstawowym przeznaczeniem zbiorników było zaspokojenie potrzeb rolnictwa, rekreacja oraz hodowla ryb.

Realizacja programów małej retencji, rozpoczęta od 1997 r., w znacznym stopniu uzależniona jest od środków finansowych przeznaczonych na ten cel. W tabeli poniżej przedstawiono pojemności retencyjne obiektów zrealizowanych w latach 1997–2005.

Tabela 12. Pojemności retencyjne obiektów zrealizowanych w latach 1997-2005 w programie małej retencji (opracowanie CKPŚ wg danych MRiRW)

L.p.	Wyszczególnienie	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Suma (1997-2005)
		[mln m ³] [%]									
1	Jeziora	6,7 48,4	15,7 63,2	10,5 73,9	4,30 14,40	1,79 12,60	4,57 40,60	2,94 26,0	5,97 43,6	2,00 40,2	54,47 43,30
2	Zbiorniki	4,2 30,5	4,8 19,2	1,0 7,0	9,24 52,50	9,85 69,30	2,03 18,00	6,19 54,70	6,35 46,4	1,93 38,8	45,59 36,20
3	Stawy rybne	2,5 18,1	2,3 9,2	1,9 13,6	3,06 17,40	1,43 10,00	1,31 11,60	1,70 15,00	0,84 6,1	1,02 20,50	16,06 12,70
4	Budowle piętrzące – podstawowe	0,3 2,3	1,2 4,9	0,7 5,1	0,87 4,90	0,96 6,60	3,35 29,80	0,27 2,40	0,14 1,00	- -	7,79 6,20
5	Budowle piętrzące – szczegółowe	- -	0,2 0,6	0,04 0,3	0,13 0,70	0,01 0,10	- -	0,20 1,80	0,01 0,10	0,02 0,50	0,61 0,50
6	Inne	0,1 0,7	0,7 2,9	- -	0,02 0,10	0,20 1,40	- -	0,01 0,10	0,38 2,8	- -	1,41 1,10
Razem:		13,8 100	24,9 100	14,14 100	17,62 100	14,24 100	11,26 100	11,31 100	13,69 100	4,97 100	125,93 100

Dotychczas największy wzrost pojemności retencyjnej uzyskano w wyniku podpiętrzenia jezior. Stanowi on nieco ponad 43% całkowitego wzrostu pojemności w 9 latach. Mniejsze przyrosty pojemności uzyskano w zbiornikach retencyjnych (36,2%) i stawach rybnych (12,7%). Pozostałe inwestycje dały 7,8% przyrostu pojemności.

Średnio roczny przyrost retencji wynosił 14 mln m³. Są to wielkości 4-krotnie mniejsze od planowanego wzrostu retencji (60 mln m³ rocznie) (Tabela 13.).

Tabela 13. Porównanie pojemności wody zretencjonowanej w latach 1997-2005 w stosunku do pojemności planowanej do 2015 r. w programach rozwoju małej retencji (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)

Lp.	Wyszczególnienie	Pojemności [mln m ³]		(b) (a) [%]
		(a) planowane do 2015 r.	(b) zrealizowane w latach 1997-2005	
1.	Podpiętrzone jeziora	262,87	54,47	20,7
2.	Zbiorniki wodne i stawy	860,00	61,65	7,2
3.	Retencja korytowa	18,00	8,40	46,7
4.	Liczba lat	19	9	47,4

Zestawienie całkowitej liczby wykonanych w kraju obiektów małej retencji i wynikającej z ich realizacji powierzchni zalewu wg danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 14. Zestawienie obiektów małej retencji zrealizowanych w latach 1997–2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)

Rok	Liczba obiektów					Powierzchnia zalewu			Powierzchnia nawodnień
	piętrzenie jezior	zbiorniki sztuczne	stawy rybne	budowle piętrzące		piętrzenie jezior	zbiorniki sztuczne	stawy rybne	
				podst.	szczeg.				
1997	21	82	125	155	93	113,2	1282,3	286,9	6283,6
1998	39	115	107	92	37	1109,7	929,3	232,3	4609,1
1999	30	55	90	85	29	98,4	64,6	82,2	1207,2
2000	22	90	145	55	43	219,9	436,6	251,6	3088,0
2001	14	50	78	47	22	94,7	292,2	109,3	4524,0
2002	8	53	101	72	7	0	145,7	148,4	2124,2
2003	1	62	130	26	34	62,0	363,2	160,3	1517,2
2004	2	52	69	31	8	884,0	398,0	61,0	1048,5
2005	2	34	84	3	49	3,8	174,3	83,7	718,0
Razem	139	593	929	566	322	2585,7	4086,2	1415,7	25119,8

W Tabeli 16 przedstawiono średnie objętości retencjonowania wód oraz powierzchnie zalewu (jeziora, stawy) w przeliczeniu na 1 obiekt. Największa jest efektywność (największa objętość wody przypadająca na jeden obiekt) podpiętrzania jezior.

Tabela 15. Średnie objętości retencjonowanych wód i powierzchnie zalewu przypadające na 1 obiekt budowany w ramach rozwoju małej retencji w latach 1997–2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)

Rok	Średnia objętość na 1 obiekt [tys. m ³]					Średnia powierzchnia zalewu na 1 obiekt		
	jeziora	zbiorniki	stawy rybne	budowle piętrzące na sieci		jeziora	zbiorniki	stawy rybne
				podstaw.	szczegół.			
1997	317,3	51,20	19,8	2,10	-	5,39	15,63	2,29
1998	404,6	41,60	21,5	12,30	3,96	28,45	8,08	2,17
1999	351,2	18,23	21,6	8,49	1,49	3,28	1,17	0,91
2000	195,5	102,70	21,1	15,80	3,00	10,00	4,85	1,74
2001	127,9	197,00	18,3	20,40	0,50	6,76	5,84	1,40
2002	571,3	38,30	13,0	46,50	-	-	2,75	1,47
2003	2937,0	99,80	13,1	10,30	6,00	670,00	5,86	1,23
2004	2987,0	122,07	12,2	4,58	0,64	442,00	7,65	0,88
2005	998,5	56,7	12,1	0,9	0,4	-	5,10	1,00

Zwraca uwagę stosunkowo duża liczba wykonanych stawów rybnych oraz dość duża, w porównaniu ze zbiornikami ich objętość przypadająca na jeden obiekt, wynosząca w pierwszych latach około 20 tys. m³, a w ostatnich około 12 tys. m³. Są to zazwyczaj stawy kopane budowane w dolinie rzeki, do napełnienia których pobierana jest woda z rzeki.

Należy jednak zwrócić uwagę, że podpiętrzanie jezior nie zawsze jest zgodne z potrzebami ochrony środowiska przyrodniczego. Podobnie budowa stawów rybnych, oprócz niewątpliwych korzyści gospodarczych i hydrologicznych, w wielu wypadkach stanowi zagrożenie dla walorów przyrodniczych dolin rzecznych.

Największe środki finansowe (*średnie roczne*) kierowane były z budżetów wojewodów (28,6% całości kosztów) (Tabela 16). Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW) pokrywały 25,6% kosztów całkowitych. Istotną pozycję stanowią źródła podane w rubryce jako „inne” stanowiące 24% i obejmujące środki prywatne przeznaczane na budowę stawów rybnych, małych elektrowni wodnych, środki nadleśnictw, kół wędkarskich, kopalni, mieszczą się w nich również nieliczne przykłady finansowania małej retencji ze środków zagranicznych. Łącznie w latach 1997-2005 na realizację obiektów małej retencji przeznaczono około 467 mln zł, co odpowiada średnim rocznym nakładom około 52 mln zł.

Tabela 16. Zestawienie źródeł finansowania programu małej retencji w latach 1997–2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)

Wyszczególnienie	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Suma (mln zł) i średni udział w ciągu 9 lat (%)
	mln zł [%]									
Budżet wojewodów	18,6 40,6	19,2 32,6	12,6 21,7	13,59 24,6	11,63 21,9	10,09 22,8	17,55 28,1	24,40 36,6	6,17 27,5	133,83 28,6
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej	9,6 21,0	9,9 16,8	15,0 25,8	12,57 22,7	15,31 28,8	14,97 33,8	18,61 29,8	18,29 27,5	5,10 22,7	119,35 25,6
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej	1,6 3,5	5,8 9,8	6,7 11,5	7,11 12,8	5,67 10,7	5,44 12,3	4,62 7,40	0,90 1,4	2,15 9,6	39,99 8,6
Środki gmin	3,3 7,3	7,1 12,1	2,8 4,8	4,66 8,4	2,98 5,6	3,49 7,9	4,06 6,50	2,88 4,3	2,33 10,4	33,6 7,2
Fundusz Ochrony Gruntów Rolnych	0,8 1,8	1,2 2,0	1,1 1,9	2,15 3,9	2,25 4,2	1,88 4,2	4,77 7,6	2,78 4,2	1,16 5,2	18,09 3,9
Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa	- -	- -	4,1 7,1	1,86 3,4	0,2 0,4	- -	0 0	3,43 5,2	0,08 0,4	9,67 2,1
Inne	11,8 25,8	15,7 26,7	15,8 27,2	13,38 24,2	15,09 28,4	8,36 18,9	12,90 20,60	13,86 20,8	5,44 24,2	112,33 24,0
Razem:	45,7 100	58,9 100	58,1 100	55,32 100	53,13 100	44,23 100	62,51 100	66,54 100	22,43 100	466,86 100

Bardzo zróżnicowane są koszty jednostkowe przyrostu retencji w poszczególnych latach, nawet w przypadku tego samego typu obiektu (Tabela 17). Najbardziej efektywne jest podpiętrzanie jezior. Wystarczy tu niekiedy budowa prostej zastawki, aby uzyskać duży przyrost pojemności. Koszt pozyskania 1 m³ retencjonowanej wody wahał się od 0,06 zł do 0,49 zł. Przy budowie zbiorników wynosił od 3,63 zł/m³ do 19,60 zł/m³. W przypadku stawów rybnych koszt ten był bardziej wyrównany i mieścił się w granicach 2,08 – 4,61 zł/m³.

Tabela 17. Struktura inwestowania (lata 1997–2005) w programie małej retencji (zestawienie kosztów) (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)

Lp.	Wyszczególnienie	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Suma (1997-2004)
		mln zł [%]									
1.	Podpiętrzanie jezior	1,3 2,9	3,0 5,1	2,0 3,5	1,44 2,60	0,88 1,70	1,63 3,70	0,18 0,30	0,87 1,3	0,27 1,2	11,57 2,5
2.	Budowa zbiorników	16,2 35,4	35,7 60,6	37,3 64,0	35,77 64,60	35,73 67,30	30,08 68,00	41,13 65,80	49,75 74,8	15,29 68,1	296,95 63,6
3.	Stawy rybne	5,2 11,3	5,4 9,1	5,7 9,9	8,05 14,50	5,61 10,50	4,77 10,80	7,84 12,50	2,93 4,4	3,83 17,1	49,33 10,5
4.	Budowle piętrzące – podstawowe	20,6 45,0	10,9 18,4	9,8 17,0	9,36 17,00	9,83 18,50	6,93 15,70	6,10 9,80	6,25 9,4	1,68 7,5	81,45 17,4
5.	Budowle piętrzące – szczegółowe	0,8 1,8	1,0 1,7	0,3 0,4	0,26 0,50	0,03 0,06	0,28 0,60	0,23 0,40	0,07 0,01	0,21 0,9	3,18 0,7
6.	Modernizacja doprowadzalników	0,8 1,8	2,4 4,1	3,0 5,2	0,16 0,30	1,03 1,90	0,35 0,80	5,76 9,20	4,42 6,6	1,13 5,0	19,05 4,2
7.	Inne	0,8 1,8	0,5 1,0	- -	0,28 0,50	0,02 0,04	0,19 0,40	1,27 2,00	2,25 3,4	0,02 0,2	5,33 1,1
Razem:		45,7 100	58,9 100	58,1 100	55,32 100	53,13 100	44,23 100	62,51 100	66,54 100	22,43 100	466,86 100

Tabela 18. Średnie koszty jednostkowe przyrostu retencji [zł/m³] w latach 1997–2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)

Lp.	Wyszczególnienie	Koszty								
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1.	Podpiętrzenie jezior	0,20	0,19	0,19	0,34	0,49	0,36	0,06	0,14	0,14
2.	Budowa zbiorników	3,86	7,44	19,6	3,87	3,63	14,82	6,65	7,84	7,93
3.	Stawy rybne	2,08	2,35	3,00	2,63	3,92	3,64	4,61	3,48	3,76

2.6.2 Realizacja małej retencji w lasach

Realizacja małej retencji w Lasach Państwowych obejmowała budowę małych zbiorników wodnych oraz wykonanie budowli piętrzących i towarzyszących na ciekach położonych w obszarach leśnych. Zestawienie tej realizacji przedstawiono na podstawie dostępnych danych dla lat 1998-2001 (Tabela 19.), 2002-2004 (Tabela 20.) i dla roku 2005 (

Tabela 21.). Zbiornicze zestawienie dla lat 1998-2005 przedstawiono w Tabeli 22. Łącznie w tym okresie zrealizowano 1 124 zbiorników o sumarycznej powierzchni 1 358 ha i pojemności około 8,4 mln m³. Są to więc bardzo małe zbiorniki o średniej pojemności poniżej 10 tys. m³. Budowle piętrzące to głównie zastawki, progi i małe jazy. W latach 1998-2005 wykonano łącznie 2 216 różnych takich budowli. Nakłady na realizację małej retencji w lasach wyniosły około 38,6 mln zł, obejmując głównie środki Lasów Państwowych przy wspomaganii WFOŚiGW, EkoFunduszu i środków zagranicznych.

Tabela 19. Realizacja małej retencji w Lasach Państwowych w latach 1998-2001 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)

L.p.	RDLP	Zbiorniki małej retencji			Budowle piętrzące			Budowle piętrzące razem
		liczba	pow.	objętość	jazy	zastawki	progi	
		szt.	ha	m ³	szt.	szt.	szt.	
1	Białystok	200	200,00	1000000				
2	Gdańsk	83	43,62	84419				

L.p.	RDLP	Zbiorniki małej retencji			Budowle piętrzące			Budowle piętrzące razem
		liczba	pow.	objętość	jazy	zastawki	progi	
		szt.	ha	m ³	szt.	szt.	szt.	
3	Katowice	28	39,93	425410		30	40	70
4	Kraków	4	1,00	15000		10	37	47
5	Krosno	11	3,30	29000		3		3
6	Lublin	2	5,15	58000				
7	Łódź	18	8,36	116101	1	15		16
8	Olsztyn	14	14,80	198200	5	10		15
9	Piła	51	93,14	1120000	3	60		63
10	Poznań	6	6,50	7000		7		7
11	Radom	4	2,12	25000				
12	Szczecin	73	176,76	515000				
13	Szczecinek	87	239,80	1040000				
14	Toruń	43	4,47	38157	8	13		21
15	Warszawa	43	9,81	189900		15		15
16	Wrocław	60	50,09	431745				
17	Zielona Góra	16	30,87	111825		170		170
Razem		743	929,72	5404757	17	333	77	427

Tabela 20. Realizacja małej retencji w Lasach Państwowych w latach 2002-2004 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)

Lata	Zbiorniki małej retencji			Budowle piętrzące razem
	liczba	powierzchnia	objętość	
	szt.	ha	m ³	
2002-2004	262	357	1911100	1523

Tabela 21. Realizacja małej retencji w Lasach Państwowych w roku 2005 (opracowanie CKPŚ wg danych DLP)

Rok			2005
Zbiorniki małej retencji	liczba	szt.	119
	powierzchnia	ha	70,7
	objętość	M ³	1060500*
Budowle piętrzące	zastawki	szt.	111
	progi	szt.	60
	przepusty z piętrzeniem	szt.	9
	mnichy	szt.	5
	groble	szt.	23
	jazy	szt.	6
	brody	szt.	5
	bystrotoki	szt.	31
	przetamowania ziemno-wodne	szt.	1
	oczka wodne	szt.	15
Razem budowle			266

* - szacunkowo przy założonej średniej głębokości 1,5 m

Tabela 22. Zbiorcze zestawienie realizacji małej retencji w Lasach Państwowych w latach 1998-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)

Lata	Zbiorniki małej retencji			Budowle piętrzące razem
	liczba [szt.]	powierzchnia [ha]	objętość [mln m ³]	
1998-2005	1 124	1 358	8,4	2 216

W zestawieniu z wymienionymi wyżej informacjami o zakresie realizowanych w ciągu ostatnich lat inwestycji dotyczących małej retencji na terenach leśnych należy wspomnieć o skali zadań zaplanowanych w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych*. W latach 2008 – 2013 planuje się oddać do użytku ponad 4 000 obiektów małej retencji, które łącznie przyczynią się do retencji około 40 mln m³ wody. Porównanie tych wartości z informacjami zawartymi w tabelach powyżej obrazuje skalę i efekt przedsięwzięcia.

2.7 Uwarunkowania i ograniczenia (topograficzne, techniczne, formalno-prawne, ekonomiczne, przyrodnicze oraz inne) w retencionowaniu wód na terenach leśnych

Gospodarka wodna na obszarach leśnych ma do spełnienia wiele funkcji. Wywiera wpływ na produkcję leśną i stan lasu z jednej strony oraz warunkuje walory przyrodnicze obszarów leśnych z drugiej strony. Jakkolwiek w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* zostały uwzględnione tylko takie inwestycje, których realizacja nie będzie się wiązała z powstawaniem problemów społecznych, ekologicznych czy gospodarczych, to jednak należy zdawać sobie sprawę z możliwości potencjalnych ograniczeń związanych z realizacją zadań związanych z retencją wód na terenach leśnych.

Wśród czynników stresowych oddziałujących na środowisko leśne (Tabela 23.), co najmniej trzy są ściśle związane z wodą, a mianowicie: niski poziom wód gruntowych, niedobór wilgoci (*susza*) i związane z tym pożary lasu oraz powódzie wynikające z nadmiaru wody i zalania terenu. Podstawowym elementem małej retencji są niewielkie piętrzenia cieków i rowów, w tym tworzenie zbiorników wodnych. Pomimo tego, że są to zazwyczaj małe piętrzenia, muszą być spełnione wszelkie wymagania formalno-prawne. W zależności od wielkości piętrzenia i lokalizacji oraz możliwych skutków środowiskowych mogą być wymagane następujące dokumenty:

- projekt budowlany wraz z operatem wodnoprawnym w celu uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na piętrzenie wody; niekiedy wymagana jest również *Instrukcja gospodarowania wodą*;
- decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach² poprzedzona opracowaniem jednego lub kilku z niżej wymienionych dokumentów:
- karty informacyjnej przedsięwzięcia – zawierającej podstawowe informacje o planowanym przedsięwzięciu;
- raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko
- raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na obszar Natura 2000 (ograniczony do określenia oddziaływania przedsięwzięcia na obszar Natura 2000);
- pozwolenie na budowę, zgodnie z *Prawem budowlanym* dla piętrzeń przekraczających 1,0 m lub każdej inwestycji zlokalizowanej na obszarach chronionych.

Obiekty „małej retencji” powodują niewątpliwie zmiany warunków środowiskowych, w związku z czym podczas ich planowania i projektowania konieczna jest ocena tego typu skutków wraz z inwentaryzacją przyrodniczą na obszarze potencjalnego oddziaływania. Tylko w odniesieniu do niewielkiej części obiektów ujętych w Programie wymóg ten wiąże się z koniecznością, wynikającą wprost z przepisów prawa, opracowania raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Niemniej jednak, w świetle zmienionych w 2008 r. nowych regulacji prawnych i przyjętego równoległe kompleksowego podejścia należy przyjąć, że proces identyfikacji ewentualnych/hipotetycznych negatywnych skutków środowiskowych na etapie doboru lokalizacji powinien być przeprowadzony w odniesieniu do każdego planowanego zamierzenia, przez wnioskodawcę, a w przypadku pojawienia się jakichkolwiek przesłanek wskazujących, że skutki takie mogą w rzeczywistości wystąpić, konieczne będzie wszczęcie procedury uzyskiwania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Należy przyjąć, że działanie takie w odniesieniu do zamierzeń Programu podejmowane będzie zawsze, jeżeli zachodzić będzie ryzyko wystąpienia negatywnych skutków, niezależnie od spełnianie przez dane przedsięwzięcie formalnych kryteriów ilościowych, takich jak np. minimalna wysokość piętrzenia. Szczegółowe wskazówki w tym zakresie, w tym lista przedsięwzięć, które mogą wymagać różnych form oceny zawarta została w opracowanej dla niniejszego Programu Prognozie oddziaływania na środowisko.

² Obowiązki w zakresie uzyskiwania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz wymogi i aspekty proceduralne określa ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U z 2008 r. Nr 199, poz. 1227, Nr 227, poz. 1505, z 2009 r. Nr 42, poz. 340, Nr 84, poz. 700, Nr 157, poz. 1241)

Szczególne wymagania prawne są stosowane dla przypadków budowy małych obiektów piętrzących na obszarach prawnie chronionych. W takich przypadkach konieczne jest każdorazowo przeprowadzenie oceny, czy dane zamierzenie nie pozostaje w sprzeczności z celami ochrony danego obszaru i czy nie może potencjalnie spowodować znaczących negatywnych skutków dla cennych przyrodniczo siedlisk i gatunków.

Należy podkreślić, że większość obiektów „małej retencji” planowanych do budowy na terenach leśnych ma na celu poprawę warunków wodnych i przyrodniczych, a w mniejszym stopniu ukierunkowana jest na gospodarcze funkcje lasu. Warto w tym miejscu wspomnieć, że około jedna trzecia zadań zaplanowanych do realizacji w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* jest związana z renaturyzacją obszarów podmokłych, a więc w ich przypadku funkcje ochrony przyrody wysuwają się na plan pierwszy.

Tabela 23. Czynniki stresowe oddziałujące na środowisko leśne

ABIOTYCZNE	BIOTYCZNE	ANTROPOGENICZNE
1. Czynniki atmosferyczne * anomalie pogodowe - ciepłe zimy - niska temperatura - późne przymrozki - upalne lata - obfity śnieg i szadź - huragany * termiczno-wilgotnościowe - niedobór wilgoci - powódzie * wiatr - dominujący kierunek - huragany 2. Właściwości gleby * wilgotnościowe - niski poziom wód gruntowych * żyznościowe - gleby piaszczyste - grunty porolne 3. Warunki fizjograficzne * warunki górskie	1. Struktura drzewostanów * skład gatunkowy - dominacja gatunków iglastych * niezgodność z siedliskiem - drzewostany iglaste na siedliskach lasowych 2. Szkodniki owadzie * pierwotne * wtórne 3. Grzybowe choroby infekcyjne * liści i pędów * pni * korzeni 4. Nadmierne występowanie roślinożernych ssaków * zwierzyny * gryzoni	1. Zanieczyszczenia powietrza * energetyka * gospodarka komunalna * transport 2. Zanieczyszczenie wód i gleb * przemysł * gospodarka komunalna * rolnictwo 3. Przekształcenia powierzchni ziemi * górnictwo 4. Pożary lasu 5. Szkodnictwo leśne * kłusownictwo i kradzieże * nadmierna rekreacja * masowe grzybobranie 6. Niewłaściwa gospodarka leśna * schematyczne postępowanie * nadmierne użytkowanie * zaniechanie pielęgnacji

Przy lokalizacji małych zbiorników wodnych zaplanowanych w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* bierze się pod uwagę wymagania zawarte w Rozporządzeniu MOSZNiL z 20 grudnia 1996 r. *Usytuowanie budowli hydro-technicznych i ich oddziaływanie na środowisko*, a w szczególności:

- zgodności z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego oraz z wymaganiami decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu;
- optymalizacji kryteriów gospodarczych, społecznych, ekologicznych i innych;
- ograniczania skutków ewentualnej awarii lub katastrofy;
- niezbędnych badań geologiczno-inżynierskich;
- realizacji warunków zawartych w pozwoleniu wodnoprawnym;
- stateczności brzegów zbiorników wodnych, zabudowanych rzek i kanałów i ich zabezpieczeniu przed uszkodzeniem przez wodę i inne czynniki;
- ukształtowania brzegów i skarp umożliwiającego zwierzętom dostęp do wody, a jeśli utrudnienia takie są nie do uniknięcia, budowy odpowiednich tras dostępu zwierząt do wody;
- zabezpieczenie dolnego stanowiska budowli piętrzącej przed erozją wynikającą z potrzeby stabilizacji poziomu wody dolnej;
- przygotowania zbiornika wodnego przed spiętrzeniem, odpowiadającego warunkom ochrony środowiska.

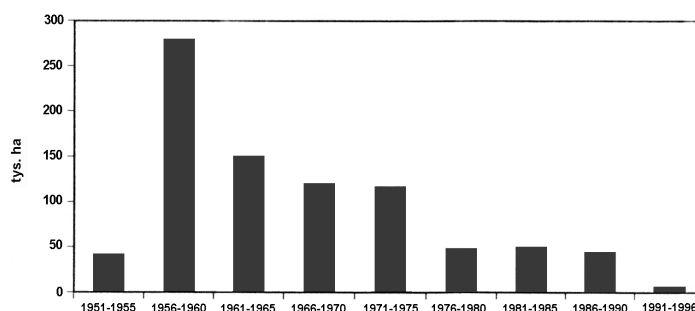
Przedstawione wyżej warunki dotyczą wszystkich zbiorników, w tym bardzo dużych. Stąd też większość stawianych tu wymagań jest dla małych zbiorników spełniona.

Budowa geologiczna decyduje często o możliwościach technicznych i rozwiązaniach konstrukcyjnych obiektu, o tym czy bez drogich i skomplikowanych zabiegów technicznych można utrzymywać wodę w obniżeniach terenu lub rowach. Zbiorniki małe mogą niekiedy wysychać, ale zakłada się, że nawet takie pełnią pożyteczną rolę hydrologiczną i przyrodniczą.

W programie przyjęto, że duże możliwości retencjonowania wód stwarzają istniejące systemy melioracyjne. Działania powodujące opóźnianie i ograniczenie odpływu, np. poprzez spiętrzenie wody w rowach, podpiętrzanie jej w jeziorkach, oczkach wodnych i podobnych obniżeniach terenu, z których woda jest odprowadzana rowami, przynoszą poprawę struktury bilansu wodnego i zwiększenie biologicznej różnorodności.

Systemy melioracyjne od lat były budowane w lasach dla obniżenia uwilgotnienia i intensyfikacji produkcji leśnej. Bardzo często polegały na jednostronnej regulacji, tj. jedynie na odwodnieniu, co powodowało nadmierne odwodnienie, szkodliwe dla gospodarki leśnej, a również dla środowiska przyrodniczego. Zakres wykonanych prac melioracyjnych podano na Ryc. 20.

Ryc. 20. Zakres inwestycji melioracyjnych w Lasach Państwowych (sumy powierzchni zmeliorowanych w okresach pięcioletnich) (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)



Pewne ograniczenia swobodnego planowania małej retencji wynikają na obszarach chronionych, w tym na obszarach Natura 2000. W Programie przyjmuje się, że działania będą podejmowane jedynie w dwóch przypadkach:

- gdy podpiętrzanie zwierciadła wody lub budowa małego zbiornika wynika z potrzeb poprawy warunków wilgotnościowych, które są niezbędne dla zachowania gatunków, dla których ochrony został ustanowiony obszar Natura 2000,
- gdy wykonanie inwestycji małej retencji zostało zlokalizowane na obszarze, gdzie nie stwierdzono występowania gatunków chronionych, a oddziaływanie inwestycji jest na tyle małe, że nie zagraża chronionej florze i faunie.

Nie przewiduje się inwestycji o dużym znaczeniu społecznym, która usprawiedliwiałaby powstanie zagrożeń dla chronionych gatunków.

Tabela 24. Zestawienie podstawowych danych na terenach leśnych (opracowanie CKPŚ wg danych GUS z 2006 r.)

Województwo	Powierzchnia województw [tys. ha]	Powierzchnia lasów [tys. ha]	Procent lasów w województwie	Lasy wodochronne [tys. ha]	Procentowy udział lasów wodochronnych w powierzchni lasów	Pożary				Parki krajobrazowe			Natura 2000 [tys. ha]			Procentowy udział Natury 2000 w powierzchni województw
						liczba		powierzchnia [ha]		powierzchnia [ha]	w tym lasy [ha]	procentowy udział lasów w parkach krajobrazowych	OSO	SOO	Razem	
						liczba	procent	powierzchnia	procent							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Polska	31268,3	9388,5	30,0	1430,8	15,2	12169	100,0	5 825,93	100,0	2603575,5	1403360,0	53,9	3109,8	1175,9	4285,7	13,7
Dolnośląskie	1994,7	611,8	30,7	173,4	28,3	469	3,8	260,92	4,5	207610,9	111821,1	53,9	80,8	37,6	118,3	5,9
Kujawsko-Pomorskie	1797,2	433,0	24,1	51,2	11,8	859	7,1	230,11	4,0	232762,8	92103,4	39,6	51,2	0,0	51,2	2,9
Lubelskie	2512,2	581,7	23,2	64,8	11,1	575	4,7	292,29	5,0	241182,0	114380,2	47,4	200,9	28,1	229,0	9,1
Lubuskie	1398,8	714,2	51,1	93,1	13,0	869	7,1	233,54	4,0	76915,9	37573,8	48,9	33,2	29,4	62,5	4,5
Łódzkie	1821,9	386,6	21,2	30,3	7,8	1162	9,5	507,25	8,7	97945,2	48613,2	49,6	23,7	29,2	52,9	2,9
Małopolskie	1518,3	456,9	30,1	88,1	19,3	243	2,0	166,63	2,9	178135,0	83257,6	46,7	40,4	41,2	81,6	5,4
Mazowieckie	3555,8	817,6	23,0	51,0	6,2	3540	29,1	1 679,50	28,8	173297,0	96959,8	56,0	288,1	94,2	382,3	10,8
Opolskie	941,2	259,7	27,6	58,3	22,4	244	2,0	144,81	2,5	62590,5	45745,0	73,1	-	5,2	5,2	0,6
Podkarpackie	1784,6	695,3	39,0	260,4	37,5	353	2,9	293,01	5,0	279652,7	193279,8	69,1	172,0	127,2	299,2	16,8
Podlaskie	2018,7	621,7	30,8	50,4	8,1	388	3,2	188,70	3,2	88084,5	63681,0	72,3	48,5	239,3	287,8	14,3
Pomorskie	1831,4	679,5	37,1	80,0	11,8	521	4,3	110,84	1,9	167856,2	107792,9	64,2	157,0	66,8	223,8	12,2
Śląskie	1233,4	406,3	32,9	43,4	10,7	806	6,6	459,28	7,9	229325,1	150769,5	65,7	24,8	3,8	28,6	2,3
Świętokrzyskie	1171,0	340,0	29,0	51,3	15,1	849	7,0	673,74	11,6	128876,1	64638,5	50,2	15,2	49,6	64,9	5,5
Warmińsko-Mazurskie	2417,3	767,8	31,8	77,9	10,1	263	2,2	181,59	3,1	145425,4	78199,6	53,8	504,8	68,4	573,2	23,7
Wielkopolskie	2982,7	780,2	26,2	151,6	19,4	689	5,7	221,12	3,8	175129,6	57870,5	33,0	135,4	154,5	289,8	9,7
Zachodniopomorskie	2289,2	836,3	36,5	105,8	12,6	339	2,8	182,60	3,1	118786,6	56674,1	47,7	233,0	201,5	434,4	19,0

2.8 Ocena potencjalnych możliwości retencji na terenach leśnych oraz powiększania dyspozycyjnych zasobów wód powierzchniowych z zastosowaniem metod technicznych i przyrodniczych

Las jako zbiorowisko roślin charakteryzuje się dużą zdolnością retencjonowania wody. Zależy ona od rodzaju gatunków drzew i krzewów, rodzaju ściółki, typu gleb itp. Wielu autorów uważa, że wzrost retencjonowania lasu uzyskać można poprzez:

- fitomelioracyjne zabiegi pielęgnacyjne przywracające procesy glebowe,
- zwiększanie miąższości czynnej warstwy gleb, któremu sprzyja m.in. nawożenie,
- polepszenie warunków rozwoju grzybów mykoryzowych rozkładających ściółkę i wytwarzających warstwę próchniczną,
- przebudowę drzewostanów,
- niedopuszczenie do nadmiernego rozwoju mchów, które zakwaszają glebę i utrudniają do niej dostęp powietrza.

Są to zabiegi nietechniczne, a ich wprowadzenie wymaga dłuższego czasu. Ponadto pomimo wielu badań i studiów brak ścisłych metod oceny zdolności retencyjnej lasu.

Retencję obszarów leśnych można znacznie zwiększyć metodami technicznymi poprzez hamowanie odpływu wody, gromadzenie wody w zbiornikach, rowach itp. Tego typu zabiegi, jeśli ograniczają się do niewielkich ingerencji w środowisko przyrodnicze, nazywamy małą retencją. Mała retencja w rozumieniu niniejszego opracowania obejmuje trzy rodzaje inwestycji:

- podpiętrzanie wody w sieci rowów melioracyjnych i na wyerodowanych ciekach,
- budowę małych zbiorników wodnych,
- renaturyzację obszarów mokradłowych poprzez zahamowanie odpływu wód powierzchniowych.

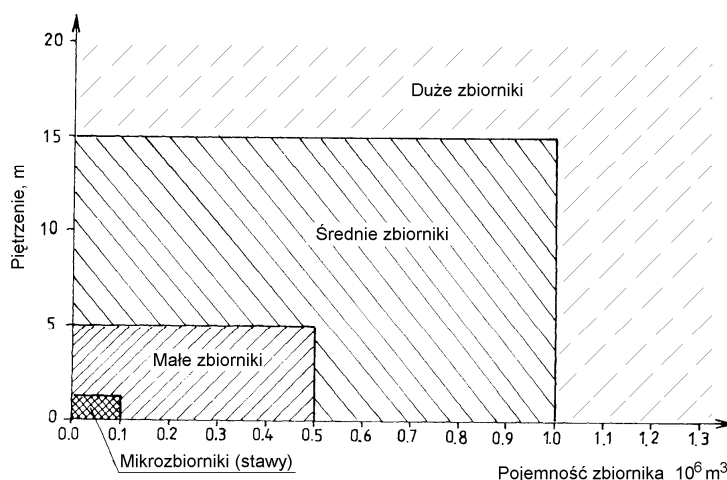
Biorąc pod uwagę warunki środowiskowe Polski, potrzeby ochrony środowiska przyrodniczego, fakt istniejącej zabudowy zlewni i rodzaj ich użytkowania, ocenia się rzeczywiste możliwości dodatkowego retencjonowania wody metodami małej retencji w samych tylko zbiornikach na 120-150 mln m³. Potencjalne możliwości, wynikające z ukształtowania terenu oraz warunków hydrograficznych są kilkukrotnie większe. Rzeczywiste możliwości retencjonowania nie są więc wielkością bardzo dużą w porównaniu np. do dużych zbiorników wodnych. Te najmniejsze zbiorniki i piętrzenia posiadają niezwykle duże znaczenie w regulacji stosunków wodnych w granicach małych zlewni. Są elementem wzbogacającym krajobraz leśny – stwarzającym podstawy zwiększenia biologicznej różnorodności obszarów leśnych i rolnych. Są istotnym czynnikiem ograniczającym transport zanieczyszczeń, tym samym poprawiającym jakość wód powierzchniowych i podziemnych.

Mała retencja obejmuje szeroką gamę różnego typu działań technicznych i nietechnicznych. Najczęściej jednak utożsamiana jest z zatrzymywaniem (*magazynowaniem*) wody w różnego typu zbiornikach. Można wydzielić następujące formy retencjonowania wody:

- Zbiorniki kopane (*stawy*) – powstają w wyniku wykonania wykopu w naturalnym podłożu i wypełnieniu go wodą. Nie występuje tu zalanie powierzchni terenu.
- Zbiorniki zaporowe – powstają w wyniku przegrodzenia koryta i doliny cieku budowlą piętrzącą, zazwyczaj groblą ziemną z budowlą upustową. Po wykonaniu budowli następuje podpiętrzenie wody i zalanie części doliny.
- Zbiorniki na ciekach (*liniowa korytowa*) – tworzone w wyniku przegrodzenia koryta cieku (*rowu*) budowlą piętrzącą, nie powodują zalania terenów przyległych (*woda nie występuje z brzegów*). Można je traktować jako specyficzny typ zbiornika zaporowego.
- Mokradła. Szczególny typ zbiornika stanowią również mokradła. Magazynują one wodę w profilu w wyniku zmian uwilgotnienia gleby, ale stanowią również zbiorniki wód powierzchniowych. Ze względu na małe spadki terenu i dużą szorstkość hydrauliczną, woda z powierzchni mokradła odpływa bardzo wolno.

Do małych zbiorników zalicza się, te, które posiadają całkowitą pojemność retencyjną nie większą niż 0,5 mln m³ wody i wysokość piętrzenia poniżej 5,0 m (Ryc. 21.) W większości przypadków podpiętrzenia i zbiorniki planowane w programie rozwoju małej retencji w lasach mieszczą się w grupie mikrozbiorników, czyli poniżej 100 tys. m³ o wysokości piętrzenia do 1,5 m.

Ryc. 21. Klasyfikacja zbiorników wodnych (Mioduszeński, 2006)



W Programie przyjmuje się, że magazynowane będą głównie wody lokalne, w tym z przepływów bieżących w cieku. Również przechwytywane będą wody ze spływów powierzchniowych oraz wody gruntowe, w tym wypływające ze źródeł naturalnych. Istotnym źródłem wody są systemy melioracyjne, szczególnie wybudowane na obszarach mokradłowych. Oddziaływanie techniczne będzie polegać na budowie urządzeń hamujących odpływ wód i podpiętrżających wody powierzchniowe i gruntowe. W Programie przyjęto założenie, że planowane inwestycje nie tylko poprawiają stosunki wodne na obszarach leśnych, niwelują skutki suszy i powodzi, ale również mogą pełnić inne dodatkowe funkcje, jak np.:

- poprawiają jakość wody – zbiorniki (stawy) porośnięte roślinnością oczyszczają wody ze związków biogenych (azot, fosfor) oraz pestycydów;
- ochronią przed erozją – ograniczą proces erozji wodnej;
- zwiększą zasoby wód podziemnych;
- zaspokajają potrzeby wodne (np. nawodnienia);
- zwiększą biologiczną różnorodność (siedliska odpowiednie dla wielu gatunków ryb, ptaków i innych zwierząt dzikich);
- utworzą warunki do rekreacji (np. baza dla amatorów wędkarstwa).

Realizacja programu Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych umożliwi okresowe zatrzymanie około 40 mln m³ wody stosując metody techniczne małej retencji (patrz Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach – Część techniczna).

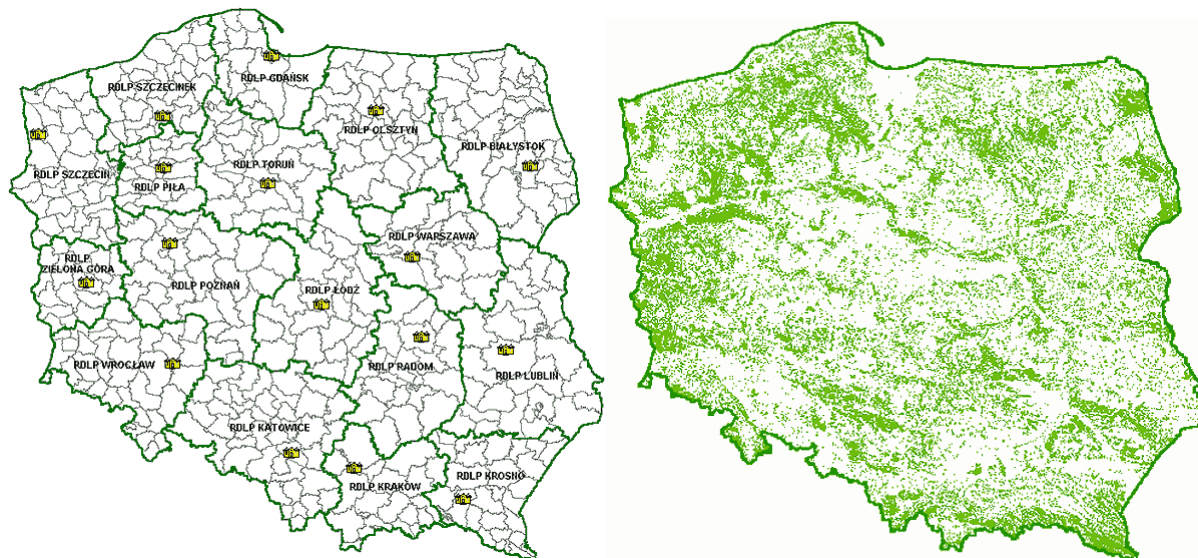
3 POTRZEBY RETENCJONOWANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH NA OBSZARZE ZARZĄDZANYM PRZEZ PAŃSTWOWE GOSPODARSTWO LEŚNE

3.1 Ogólna ocena ilości i jakości zasobów oraz potrzeb wodnych na obszarach zarządzanych przez Państwowe Gospodarstwo Leśne

Obszary leśne zajmują w Polsce 28,9% powierzchni kraju, czyli 9,026 mln ha (według stanu na 31.12.2006 r.). W zarządzaniu Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe znajduje się 7,05 mln ha obszarów leśnych, co stanowi 22,4% powierzchni kraju. Tereny górskie (obszary położone na wysokości 300 m n.p.m.)

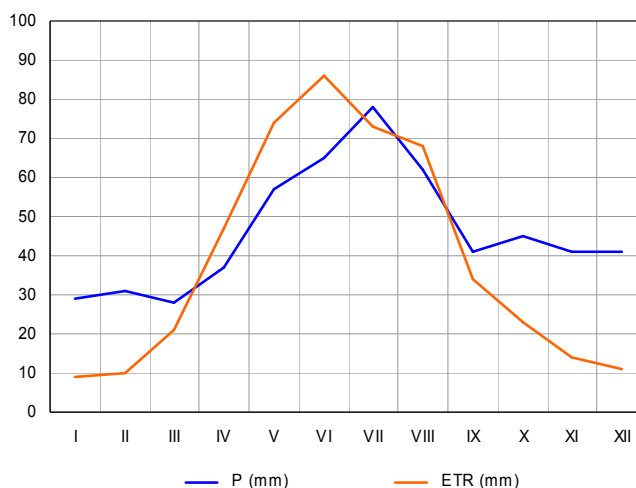
zajmują jedynie 8,7% powierzchni kraju, w tym góry (obszary powyżej 500 m n.p.m.) 3,1%. Powierzchnia lasów górskich jest szacowana na 651 tys. ha. Lasy nizinne będące w zarządzaniu PGL Lasy Państwowe stanowią ok. 70% powierzchni lasów w Polsce.

Ryc. 22. Podział Polski na Regionalne Dyrekcje Lasów Państwowych i rozmieszczenie obszarów leśnych w Polsce i (wg DGLP)



Przewaga lasów nizinnych przy niewielkich przychodach opadu lokalnie mniejszych od 500 mm/rok sprawia, że większość terenów leśnych odczuwa deficyt wody. Występuje on głównie w okresie od maja do lipca, kiedy potrzeby wodne drzewostanów często przewyższają możliwości ich zaspokojenia. Na rysunku poniżej przedstawiono przeciętny rozkład opadów i parowania w środkowo-zachodniej części Polski. Różnica pomiędzy wielkością opadu a parowaniem mówi o skali niedoboru opadów w okresie wegetacyjnym i nadmiaru opadów w okresie zimowym.

Ryc. 23. Rozkład miesięcznych wartości opadu (P) i parowania (ETR) w środkowo- zachodniej części Polski (Kapuściński, 2000)



Ważnym czynnikiem decydującym o zasobach wodnych w lasach jest odpływ wody ze zlewni. Z badań prowadzonych w Instytucie Badawczym Leśnictwa wynika, że odpływ wody ze zlewni leśnych systematycznie się zmniejsza. W ostatnim 16-leciu w małych zlewniach występuje zmniejszenie odpływu w miesiącach zimowych i letnich i wzrost w miesiącach wiosennych i jesiennych. Roczny odpływ w zlewniach nr 1–5 zmalał o 30 mm, a w zlewniach nr 6–8 zmniejszył się, lecz tylko w miesiącach zimowych (Tabela 25.).

Tabela 25. Zmiany rozkładu wielkości miesięcznych odpływów w małych zlewniach leśnych (Tyszka, 2006)

Okres L.p.	Rzeka	Odpływ miesięczny (mm)												
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	V - X
1973 - 88 r.														
1.	Lebiedzianka	20,7	22,7	21,6	17,7	26,8	33,1	19,6	12,4	13,7	9,6	9,0	15,2	79,5
2.	Woroniczanka	12,2	12,9	17,6	13,5	18,7	18,1	15,5	14,4	15,4	13,6	12,9	15,9	87,7
3.	Jalówka	14,0	14,7	12,9	10,1	14,5	17,8	12,7	9,8	14,1	11,8	10,1	12,8	71,3
4.	Łutownia	8,7	11,6	11,8	9,8	19,8	19,5	11,5	8,6	11,7	6,7	3,2	7,9	49,6
5.	Turka	8,6	8,9	9,2	7,8	11,4	10,2	8,1	7,6	7,8	6,4	7,5	8,6	46,0
6.	Olszynka	9,4	10,3	9,1	8,2	9,5	8,1	7,8	7,9	7,7	8,3	7,5	8,0	47,2
7.	Czartusowa	14,5	19,9	19,0	14,3	40,6	18,8	11,5	5,8	9,1	4,4	3,6	5,6	40,0
8.	Jablonica	12,6	23,4	25,0	13,4	19,9	16,8	14,6	14,9	8,4	7,5	8,2	9,4	63,0
śr. 1-5		12,8	14,2	14,6	11,8	18,2	19,7	13,5	10,6	12,5	9,6	8,5	12,1	66,8
śr. 6-8		12,2	17,9	17,7	12,0	23,3	14,6	11,3	9,5	8,4	6,7	6,4	7,7	50,1
1989 - 04 r.														
1.	Lebiedzianka	10,1	13,9	16,6	16,5	25,1	22,2	12,3	8,3	4,9	2,9	5,0	6,0	39,4
2.	Woroniczanka	11,5	13,1	13,6	12,8	16,2	14,4	11,2	9,2	9,4	8,4	10,3	10,6	59,1
3.	Jalówka	6,7	10,6	10,2	7,0	9,8	6,3	5,8	4,6	7,6	5,5	6,5	7,6	37,6
4.	Łutownia	5,0	7,6	8,8	8,9	16,9	14,1	8,4	4,4	4,0	1,4	2,5	2,4	23,1
5.	Turka	5,4	6,7	6,6	6,5	8,3	7,5	5,2	4,3	3,4	2,9	3,9	4,5	24,2
6.	Olszynka	6,9	6,8	7,3	7,1	6,7	6,7	6,3	5,4	5,5	4,9	5,0	5,7	32,8
7.	Czartusowa	13,3	15,0	15,6	18,6	28,4	27,1	10,5	5,8	10,9	4,7	7,1	8,2	47,2
8.	Jablonica	15,3	20,2	21,5	25,5	31,9	34,5	18,8	15,8	22,0	9,5	12,2	11,7	90,0
śr. 1-5		7,7	10,4	11,2	10,3	15,3	12,9	8,6	6,2	5,9	4,2	5,6	6,2	36,7
śr. 6-8		11,8	14,0	14,8	17,1	22,3	22,8	11,9	9,0	12,8	6,4	8,1	8,5	56,7
różnica:														
Δ 1-5 (1973-88 / 1989-04)		-5,1	-3,8	-3,5	-1,4	-3,0	-6,8	-4,9	-4,4	-6,7	-5,4	-2,9	-5,9	-30,1
Δ 6-8 (1973-88 / 1989-04)		-0,3	-3,9	-2,9	5,1	-1,0	8,2	0,6	-0,5	4,4	-0,4	1,7	0,9	6,6

- zwiększenie odpływu

1 – 5: zlewnie w północno-wschodniej części kraju

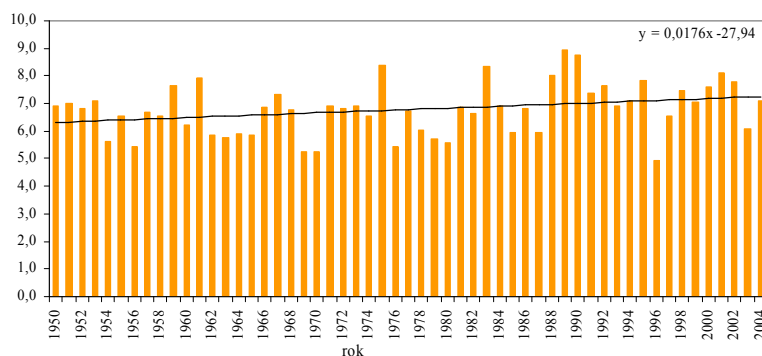
- zmniejszenie odpływu

6 – 8: zlewnie w południowo-wschodniej części kraju

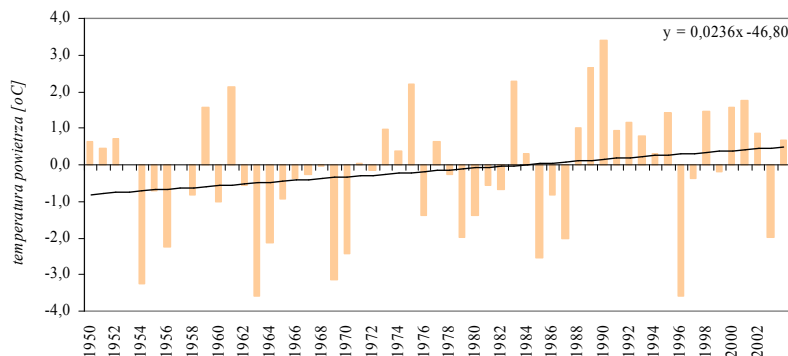
Tendencja zmniejszania się odpływu wynika między innymi ze wzrostu ewapotranspiracji roślin, ich potrzeb wodnych oraz działalności człowieka:

- Obserwuje się wzrost temperatur przede wszystkim w okresie zimy oraz temperatur minimalnych w półroczu letnim. W Polsce szczególnie intensywny wzrost temperatury notuje się od 1992 roku. Przyczynę tak szybkich zmian upatruje się we wzroście zanieczyszczenia atmosfery, a przede wszystkim zawartości dwutlenku węgla w powietrzu. Wzrost temperatury powoduje zwiększenie transpiracji drzew i ewaporacji wody z gleby i wód powierzchniowych (
- Ryc. 25.) Szczególnie wzrost temperatury powietrza w okresach zimowych, który powoduje topnienie śniegu i przyspieszenie odpływu wód wiosennych ze zlewni niekorzystnie wpływa na zasoby wodne. Zwiększa się więc znaczenie działań dla powstrzymania odpływu wody.

Ryc. 24. Wzrost temperatur powietrza w Puszczy Białowieskiej (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)

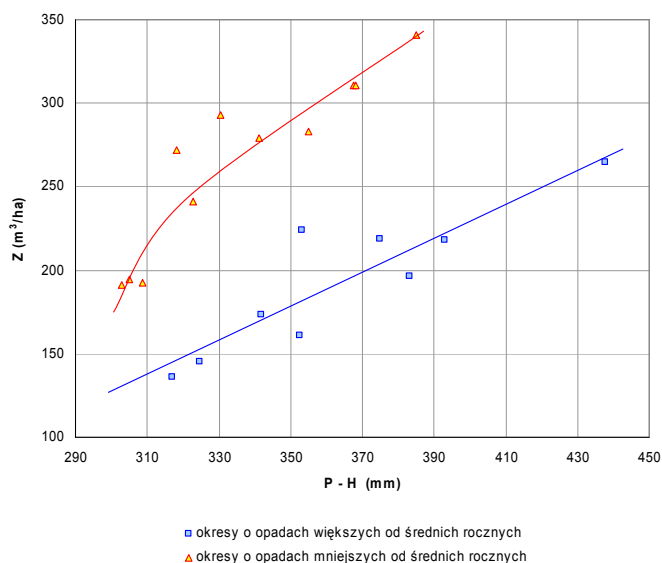


Ryc. 25. Temperatury powietrza w półroczach zimowych (XI-IV) (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)



- Wzrost zasobów drzewnych. Wskutek prowadzonej gospodarki leśnej, zwiększa się biomasa drzewostanów, co wiąże się z większym zużyciem wody. Wzrost potrzeb wodnych lasu jest w przybliżeniu równy zwiększonej zasobności drzewostanów. Obserwuje się wzrost udziału siedlisk zużywających więcej wody, jak np. borów mieszanych kosztem borowych oraz lasowych kosztem lasów mieszanych. Nastąpił spadek udziału siedlisk wilgotnych, bagiennych i olsowych oraz zmniejszanie udziału drzew takich, jak świerk, olsza i brzoza. Pomimo dobrego przystosowywania się drzewostanów do zmian pogodowych, narastające zmniejszanie zasobów wodnych stanowi realne zagrożenie dla stabilnego funkcjonowania ekosystemów leśnych.

Ryc. 26. Zróżnicowanie wielkości strat bilansowych na parowanie i odpływ ze zlewni w zależności od zasobów drzewostanów (wg IBL)

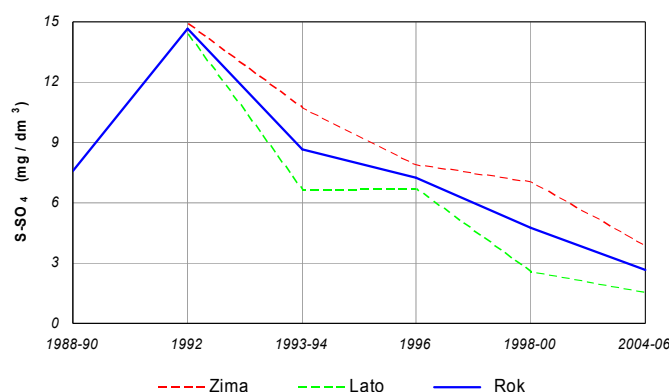


- Działalność antropogeniczna. Trwałe zmiany warunków wodnych na obszarach leśnych wywołują inwestycje hydrotechniczne (*ujęcia wód powierzchniowych, stopnie wodne i zbiorniki wodne, regulacje rzek, wały przeciwpowodziowe*), urządzenia melioracji wodnych, (zwłaszcza *melioracji odwadniających*), infrastruktura komunikacyjna, a także inna działalność jak np. wydobywanie kruszyw, czy pobór wód podziemnych. Szczególnie dużą rolę w kształtowaniu zasobów wodnych odegrały odwadniające urządzenia melioracyjne, które były intensywnie budowane do końca lat 70-tych ubiegłego wieku w celu zwiększenia przyrostu drzewostanów. Objęły one swym zasięgiem około 10% lasów nizinnych porastających siedliska wilgotne i bagienne.

Proponowany Program jest ukierunkowany na ograniczenie negatywnych skutków oddziaływań antropogenicznych. Po okresie największych skażeń wód przypadającym na lata 70-te ubiegłego wieku, obecnie obserwuje się poprawę parametrów fizycznych i chemicznych właściwości wody opadowej, glebowej i odpływu rzecznej (Ryc. 27.) Na przeważających obszarach leśnych wody glebowe mają odczyn pH większy od 4.5, co

decyduje o większej przyswajalności pierwiastków biogennych i ograniczonym ich wymywaniu z terenu zlewni leśnych. Roztwory glebowe coraz rzadziej zawierają toksycznie działające jony Al^{3+} czy nadmierne ilości zakwaszających jonów SO_4 . Wody rzeczne o lepszych wskaźnikach czystości stwarzają większe możliwości ich wykorzystania do celów retencionowania w zbiornikach, bez zagrożenia eutrofizacją. Zwiększający się udział drzewostanów liściastych ogranicza wpływ szaty roślinnej lasu na zmianę składu chemicznego wód opadowych, a szczególnie na zakwaszającą rolę drzewostanów świerkowych.

Ryc. 27. Zmiany stężeń jonów $S-SO_4$ odpływu rzecznego w latach 1988-2006 w leśnej zlewni badawczej rzeki Św. Jan (Puszcza Augustowska) (wg IBL)



Potrzeby wodne lasów zależą od wieku drzewostanów oraz ich składu gatunkowego. Największe potrzeby wodne występują w wieku kulminacji przyrostu wysokości, zróżnicowanego dla poszczególnych drzewostanów. W cyklach rocznych wzmożone zapotrzebowanie wody występuje w okresach pędzenia, to jest w maju i czerwcu. Ilość transpirowanej wody zależy od gatunku drzew, ale w jeszcze większym stopniu od warunków siedliskowych, w tym od dostępności wody.

Głównym źródłem wody zwilżającej glebę są wody opadowe i wody gruntowe, częściowo zmagazynowane w okresach zimowych i wczesną wiosną. W siedliskach leśnych wyróżnia się następujące typy zasilania gleby w wodę:

- przemywający (występujący przy niskim położeniu zwierciadła wody gruntowej w siedliskach suchych i świeżych),
- podsiąkowy (siedliska wilgotne i bagienne, gdy płytkie zwierciadło wody znajduje się na poziomie zapewniającym dobre uwilgotnienie warstwy korzeniowej),
- nasiąkowy (występujący także w siedliskach suchych i świeżych, w których woda zwilża przypowierzchniową warstwę gleby spływając po powierzchni terenu).

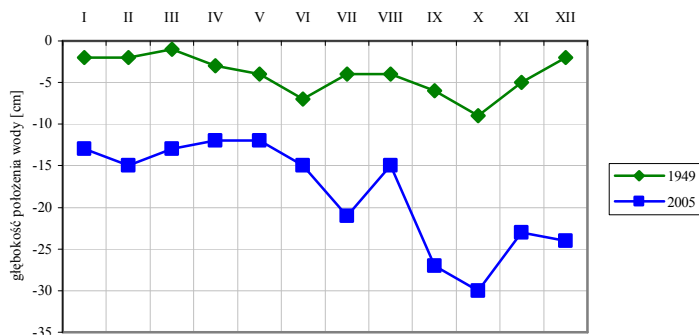
Przy przemywnym i nasiąkowym zasilaniu, o uwilgotnieniu gleby w strefie aeracji i tym samym o dostępności wody dla roślin decydują zdolności retencyjne danej gleby. Gleby piaszczyste posiadają bardzo małą zdolność retencyjną. Znacznie większa jest zdolność retencyjna gleb cięższych. Gleby piaszczyste nie są w stanie zmagazynować wód pozimowych w ilościach, które zaspokoją potrzeby wodne lasów w okresie wegetacyjnym.

Najlepsze warunki rozwoju drzew występują przy podsiąkowym typie zasilania. W siedliskach suchych i świeżych rozwój drzew może ograniczać przeschnięcie gleby w warstwie korzeniowej, a w siedliskach bagiennych brak tlenu w warstwie korzeniowej przy zbyt wysokim położeniu wody gruntowej.

Oprócz omówionego wcześniej zmniejszania się odpływu wody ze zlewni, obserwuje się również obniżanie się zwierciadła wody gruntowej. Jest to szczególnie duże zagrożenie dla rozwoju lasów w siedliskach wilgotnych i bagiennych. Przesuszeniu ulegają siedliska leśne m.in. w Puszczy Augustowskiej, Puszczy Białowieskiej, Puszczy Piskiej, Puszczy Noteckiej, Puszczy Kozienickiej, Lasach Janowskich i innych. Jako przykład tego zjawiska przedstawiono na Ryc. 28. zmiany położenia zwierciadła wody gruntowej w Puszczy Białowieskiej w siedlisku boru bagiennego. Podobne tendencję zaobserwowano w Białowieży także w latach 1975-2001 w borze bagiennym świeżym (wg danych IBL). Wyniki te dowodzą, że nawet w kompleksach leśnych,

znajdujących się pod relatywnie niewielkim wpływem oddziaływania antropogenicznego, następuje proces pogarszania się warunków wodnych.

Ryc. 28. Porównanie położenia wody gruntowej w borze bagiennym w Puszczy Białowieskiej (wg IBL)



Obniżenie zasobów retencyjnych lasów jest związane także z ograniczeniem opadów w postaci śniegu i malejącą kumulacją wody w pokrywie śnieżnej. Począwszy od lat 80-tych ubiegłego stulecia w wyniku wzrostu częstotliwości pojawiania się lat suchych, w małych nizinnych zlewniach leśnych szybciej postępują ubytki odpływu aniżeli opadu, liczone w stosunku do wartości średnich z wielolecia.

Działania związane z poprawą warunków wodnych wymagają rejonizacji i dostosowania do potrzeb wodnych drzewostanów oraz lokalnych warunków klimatycznych, fizjograficznych, siedliskowych. Mając to na uwadze, realizacja programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* oparta jest o leśną strukturę administracyjną, z pomocą koordynatorów regionalnych na poziomie dyrekcji regionalnych oraz nadleśnictw. Taka organizacja realizacji programu umożliwi uwzględnienie specyfiki lokalnych warunków. Ze względu na zróżnicowanie przyrodniczo-leśne, odmienne warunki fizjograficzne, a przede wszystkim stan zasobów wodnych, wymogi i metody regulacji stosunków wodnych mają różny charakter. Na obszarach wyżej położonych o opadach rocznych większych od 700 mm, będących terenem zasilania rzek nizinnych, nadrzędnym celem retencjonowania wody jest przeciwdziałanie powodziom i ograniczenie zjawisk erozyjnych, co wymaga stosowania retencji zbiornikowej i zabudowy stoków zboczy i koryt rzecznych. Zakłada się, że na obszarach o opadach bliskich 600 mm będą dominować cele związane z zachowaniem stabilnych warunków wodnych funkcjonowania lasów, narażonych w tej strefie zarówno na niedobór, jak i nadmiar wody. W rejonach o niskich przychodach opadu, o ile jest możliwość zastosowania rozwiązań technicznych, powinny dominować obiekty sprzyjające wzrostowi zasobów wodnych z wykorzystaniem stałego piętrzenia. Docelowo większe znaczenie należy tu przypisać konsekwentnie realizowanej przebudowie drzewostanów.

Przedstawiona charakterystyka warunków wodnych wskazuje, że liczbowa ocena potrzeb wodnych obszarów leśnych jest niezwykle skomplikowana ze względu na wiele czynników mających wpływ na zużycie wody przez drzewa. Natomiast nie ulega wątpliwości, że obserwowane zmiany warunków wilgotnościowych świadczą o konieczności podejmowania działań dla zwiększenia zasobów wodnych na potrzeby lasu. Wynika to zarówno z zachowania „produkcyjności” lasu, jak również potrzeb ochrony walorów przyrodniczych. Zakłada się, że działania planowane w *Programie* będą prowadzone tak, aby dostosować warunki do istniejącego stanu ekosystemu leśnego lub stymulować poprawę stanu przyrodniczego i zwiększenie biologicznej różnorodności.

3.2 Wpływ systemów małej retencji na różnorodność biologiczną ekosystemów leśnych

W założeniu do Programu przyjęto, że planowane inwestycje oprócz zwiększenia zasobów wodnych stanowiąc będą istotny element ochrony walorów przyrodniczych i zwiększający biologiczną różnorodność ekosystemu leśnego. Szczególnie duży wpływ na bioróżnorodność będą posiadać działania w zakresie „renaturyzacji obszarów wodno-błotnych”, które będą realizowane przez odpowiednią instalację ponad 1 000 obiektów retencyjnych. Pozostałe działania przyczyniające się do zwiększenia uwilgotnienia gruntów również spowodują wzrost liczby gatunków i siedlisk związanych ze środowiskami wilgotnymi i podmokłymi. Przedsięwzięcia małej retencji są szczególnie ważne dla siedlisk bagiennych silnie narażonych na degradację, a których wartość

przyrodnicza jest wyjątkowo cenna. Występuje w nich wiele gatunków roślin i zwierząt podlegających ochronie na podstawie przepisów krajowych i międzynarodowych. Szczególnym wyróżnikiem mokradeł jest proces torfotwórczy będący podstawą istnienia zbiorowisk je porastających. Jednakże proces ten może zachodzić jedynie przy zachowaniu odpowiednich warunków wilgotnościowych.

W latach 1951-1991 w lasach na powierzchni około 10 tys. ha bagien wykonano systemy odwadniające, których celem było utworzenia warunków do wysokiej produkcji drewna. Spowodowało to zanik cennych przyrodniczo zbiorowisk bagiennych. Jak już wcześniej wykazywano torfowiska są zagrożone nie tylko z powodu antropogenicznych zmian warunków wodnych, ale także w wyniku globalnych zmian środowiska. Dlatego też działania małej retencji zmierzając do restytucji siedlisk hydrogenicznych i przywrócenia ich przyrodniczej roli w krajobrazie powinny być szeroko popierane. Restytucja i ochrona siedlisk mokradłowych wspomaga również działania na rzecz sekwestracji węgla organicznego w glebach hydrogenicznych pochodzącego z atmosfery. Przykładowo procentowa zawartość węgla w torfach niskich wynosi przeciętnie 37,5%, natomiast w torfach wysokich przekracza 50%. Pierwszym i podstawowym etapem odtwarzania torfowisk jest powtórne uwilgotnianie, odtworzenie pierwotnych warunków wodnych, które może spowodować introdukcję i rozwój roślinności bagiennej (Lode, 1999).

Bardzo ważne dla zwiększenia różnorodności biologicznej jest zwiększanie uwilgotnienia gleb na łęgach w dolinach uregulowanych cieków wodnych. Siedliska olsów jesionowych (*łęgi przysrumykowe*) określane w geobotanice jako łęgi jesionowo-olszowe są najczęstszym typem lasów łęgowych w Polsce.

Brak regularnych zalewów dolin łęgowych prowadzi do obniżenia się żyzności siedlisk, jak i przyspieszenia rozkładu materii organicznej gleb. Wiele siedlisk łęgów ulega procesom, które określa się grądowaniem.

Zabiegi małej retencji proponowane w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* prowadzą do wzrostu uwilgotnienia siedlisk i ilości zalewów, a w konsekwencji do zwiększenia biologicznej różnorodności dolin rzecznych. W wyniku wzrostu poziomu wody w cieku i wskaźnika wilgotności gleby przewidywany jest jednoczesny wzrost udziału gatunków olsowych, gdyż te cechy są ze sobą silnie skorelowane. W wyniku podwyższenia poziomu wody siedlisko olsu jesionowego upodobni się do siedliska olsu typowego. Ogólna liczba gatunków roślin runa ulegnie podwyższeniu. Istotnym elementem uzyskanych wyników jest wzrost różnorodności siedliskowej (tzw. β -różnorodności), spowodowanej poszerzeniem i zrównoważeniem warunków uwilgotnienia gleb w wyniku oddziaływania budowli piętrzących (Czerepko i in., 2006).

Wskutek wzrostu wilgotności siedlisk łęgowych w wyniku spiętrzeń następuje zanik gatunków grądowych, lub ogólnie ujmując gatunków świeżych siedlisk lasów liściastych i mieszanych. Wysokie uwilgotnienie, stagnująca woda prowadzi do sukcesji gatunków lasów bagienno-olsowych.

Ochrona i restytucja lasów łęgowych, ze względu na rzadkość występowania, jak i istotne znaczenie w przyrodzie (*zachowanie różnorodności biologicznej, korytarze migracji gatunków*) i gospodarce człowieka (*oczyszczanie wód, przeciwdziałanie powodziom*), jest jednym z głównych elementów opracowanego Programu. W niektórych przypadkach może zachodzić spontaniczna regeneracja siedliska bagiennego, lecz jest to proces długotrwały. Obserwowano, że zaniechanie konserwacji rowów melioracyjnych spowodowało spowolnienie spływu wód, a przez to wzrost wilgotności. W wyniku zwiększenia się wilgotności gleby nastąpiły zmiany w zbiorowisku roślinnym i siedlisku (Tabela 26.).

Tabela 26. Zmiana udziału gatunków z poszczególnych grup syngenetycznych na torfowisku Biele w Puszczy Augustowskiej (Czerepko, Haponiuk-Winiczenko, 2005)

Rok	1979	2002
Grupa syngenetyczna	Liczba gatunków	
<i>Quercus-Fagetea</i>	2	4
<i>Alnetea glutinosae</i>	1	4
<i>Phragmitetea</i>	2	9
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	5	14
<i>Epilobietea angustifolii</i>	2	2
<i>Plantaginetea majoris</i>	2	1
Drzewa i krzewy	6	9
Towarzyszące	22	26
Razem	42	69

Rok	1979	2002
Grupa syngenetyczna	Liczba gatunków	
	Suma współczynników pokrycia	
<i>Quercus-Fagetea</i>	10	882,5
<i>Alnetea glutinosae</i>	2,5	1772,5
<i>Phragmitetea</i>	7,5	597,5
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	400	2102,5
<i>Epilobietea angustifolii</i>	1127,5	577,5
<i>Plantaginetea majoris</i>	132,5	437,5

Obserwowano, że wkraczają gatunki wilgociolubne (*bagienne*) związane ze zbiorowiskami olsowymi i szuwarowymi m.in. *Calamagrostis canescens*, *Lycopus europaeus*, *Carex elongata*, *Solanum dulcamara*, *Peucedanum palustre*, *Scutellaria galericulata*. W wyniku większego dostępu światła, a także poprawy warunków wodnych nastąpił wzrost liczby i pokrywania highrofilnych gatunków łąkowych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, takich jak: *Deschampsia caespitosa*, *Stachys palustris*, *Cirsium oleraceum*, *Caltha palustris*, *Filipendula ulmaria*, mających też znaczny udział w zbiorowiskach lasów bagiennych i łągów bagiennych (*olsów jesionowych*).

3.3 Przegląd obecnego stanu gospodarki wodnej oraz retencjonowania wód w lasach

Zgodnie z najnowszymi tendencjami wyrażanymi w Ramowej Dyrektywie Wodnej Unii Europejskiej (2000/60/WE) z 23 października 2000 r. oraz w Ustawie z dnia 18 lipca 2001r. Prawo Wodne (Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229), gospodarka wodna w lasach powinna być zintegrowana z gospodarką wodną w całej zlewni. Potwierdza to zapis w *Zasadach hodowli lasu* (2002): „Gospodarka wodą w lasach, jako wielkich zbiornikach i filtrach wody, powinna być integralną częścią gospodarki wodą w systemie zlewniowym i znajdować wyraz w planach urządzenia lasu i w planach i programach zagospodarowania przestrzennego. W tym celu przy opracowywaniu planów urządzenia lasu obowiązuje współpraca nadleśnictw i RDLP z Regionalnymi Zarządami Gospodarki Wodnej i z organami do spraw planowania i zagospodarowania przestrzennego gmin.”

Ogólnym celem gospodarki wodnej w lasach jest umożliwienie realizacji ekologicznych, produkcyjnych i społecznych funkcji lasu. Szczegółowymi celami gospodarowania wodą są:

- zachowanie stabilnych warunków rozwoju ekosystemów poprzez np. zapobieganie zbyt wysokiemu lub niskiemu położeniu zwierciadła wody gruntowej (*m.in. za pomocą sprawnych i precyzyjnie sterowanych systemów regulowanego odpływu*),
- zwiększanie zasobów wód powierzchniowych, glebowych i podziemnych, aby zaspokoić potrzeby wodne użytkowników wód (*śródlądne elektrownie, wędkarze, rekreacja*) i konsumentów wody (*ochrona przed pożarem, nawadnianie szkółek leśnych, wodopoje, zaopatrzenie w wodę dla celów bytowych*),
- rozwój różnorodności biologicznej i krajobrazowej (*np. przedsięwzięcia renaturyzacyjne*),
- ochrona przed zniszczeniem zasobów przyrodniczych i infrastruktury w okresach ekstremalnych warunków hydrologicznych, w tym minimalizowanie fal wezbraniowych i procesów erozyjnych,
- łagodzenie zmian warunków wodnych wskutek pożarów, klęsk ekologicznych lub przedsięwzięć antropogenicznych (*zbiorniki wodne, kopalnie odkrywkowe, ujęcia wody itp.*),
- ochrona zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem,
- tworzenie warunków do rozwoju bazy turystyczno-wypoczynkowej.

Spośród wymienionych, do najbardziej ważnych i pilnych aktualnie zadań gospodarki wodnej w lasach zalicza się działania mające na celu zwiększanie zasobów wodnych w siedliskach leśnych (*ograniczenie odpływu i retencjonowanie wód*) oraz ochronę przed antropogenicznymi zmianami warunków wodnych. Te zadania spełniają inwestycje zaplanowane do realizacji w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych*.

Od początku lat 50-tych do końca 1991 roku wykonano urządzenia melioracyjne na obszarze około 850 tys. hektarów. Pomimo, że łączne potrzeby w zakresie uregulowania stosunków wodnych szacowano w latach 60-tych na 1 050 tys.ha, od 1992 roku w Lasach Państwowych urządzenia odwadniające wykonywano jedynie w bardzo niewielkim wymiarze.

Urządzenia melioracyjne wykonywano przede wszystkim na terenach o nadmiernym uwilgotnieniu, co determinowało ich odwadniający charakter. Grawitacyjne systemy odwadniające spełniają pozytywną rolę (*produkcja drewna*) w zawodnionych siedliskach w początkowym okresie funkcjonowania urządzeń, a później w latach mokrych, brak możliwości zamknięcia odpływu lub jego zahamowania jest jednym z powodów pogłębienia deficytu wody w okresach posusznych, a również niekorzystnych przekształceń środowiska przyrodniczego.

W świetle obecnej wiedzy o środowisku negatywnie ocenia się „*uproduktywnianie śródleśnych nieużytków bagiennych*”, a także przypadki niewłaściwie wykonanych lub eksploatowanych urządzeń wodnych, zwłaszcza w lokalnych zagłębieniach terenowych, gdzie poprawa stosunków wodnych w małym fragmencie lasu mogła powodować zmiany siedliskowe w jego większym otoczeniu.

Aktualnie występujące długotrwałe okresy posuszne wskazują na potrzebę aktywizacji w przywracaniu retencyjnych możliwości urządzeń melioracyjnych. Wiele budowli piętrzących uległo bowiem dekapitalizacji, a brak ich konserwacji i właściwej obsługi ogranicza ich funkcjonalność. Działanie „*Odbudowa systemów nawadniających oraz przebudowa systemów odwadniających*” będące jednym z trzech działań zaplanowanych do realizacji w ramach programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* przyczyni się do odnowienia i przebudowy około 2 000 obiektów tego typu.

Obecnie przyjmuje się, że istniejące w lasach urządzenia odwadniające powinny być przystosowane do pełnienia funkcji retencyjnych poprzez ograniczenie lub zamknięcie odpływu. Wymaga to, oprócz dodatkowych inwestycji, także odpowiedniej konserwacji i eksploatacji urządzeń dostosowanej do aktualnych i prognozowanych warunków pogodowych.

Nawodnienia w lasach, pomijając odpływ regulowany, stosowane są w zasadzie jedynie w szkółkach leśnych. Ze względu na płytki system korzeniowy i lekkie gleby, sadzonki drzewek w szkółkach leśnych bardzo szybko reagują na braki wody. Dlatego też ok. 90% szkółek jest wyposażonych w urządzenia nawadniające, głównie deszczownie.

W 1997 r. Dyrektor Generalnej Dyrekcji Lasów Państwowych zatwierdził do wdrożenia opracowanie *Zasady planowania i realizacji małej retencji w lasach państwowych*. Zdefiniowano w nim pojęcie małej retencji, jako zdolność do gromadzenia wody w „*małych zbiornikach naturalnych i sztucznych oraz podpiętrzanie wody w korytach rzek i potoków, kanałach i rowach*”. Za cele małej retencji w lasach uznano:

- poprawę uwilgotnienia siedlisk leśnych poprzez podniesienie lustra wody gruntowej na terenach bezpośrednio przyległych do zbiornika lub urządzenia piętrzącego,
- zamianę szybkiego odpływu wód powierzchniowych z terenu lasu na spowolniony odpływ gruntowy,
- urozmaicenie i wzbogacenie środowiska leśnego,
- zapewnienie wody dla zwierzyny leśnej, ptactwa i owadów, co w konsekwencji sprzyja zwiększeniu biologicznej odporności drzewostanów,
- zapewnienie wody dla ochrony przeciwpożarowej,
- zapewnienie wody dla celów gospodarczych, do nawodnień deszczownianych i do hodowli ryb,
- tworzenie warunków rekreacji i wypoczynku.

W znowelizowanych w 2002 roku *Zasadach hodowli lasu* zaleca się, aby nadleśnictwa odczuwające braki wody opracowały programy rozwoju małej retencji, uwzględniające:

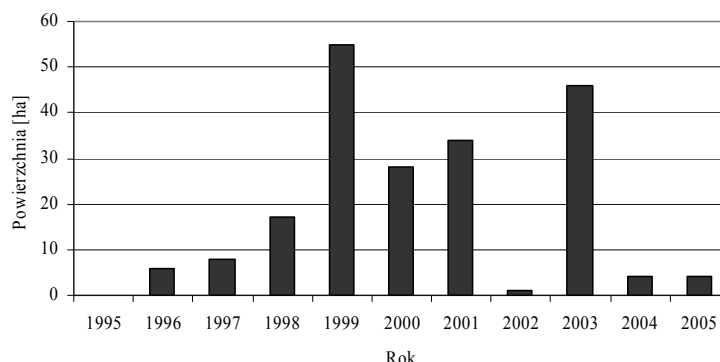
- zachowanie w stanie zbliżonym do naturalnego i odtwarzanie śródleśnych zbiorników i cieków,
- zachowanie dolin rzek w stanie naturalnym, w tym lasów łęgowych, olsów i innych naturalnych formacji przyrodniczych,
- zachowanie w stanie naturalnym śródleśnych bagien, trzęsawisk, mszarów, torfowisk i łąk,
- odtworzenie i renaturyzację zniszczonych i przesuszonych torfowisk oraz unaturalnianie uregulowanych w przeszłości cieków i rowów melioracyjnych.

Przedstawione zagadnienia znajdują swoje odzwierciedlenie w opracowanym *Programie*. Zwiększenie możliwości retencyjnych można osiągać różnymi działaniami, zarówno technicznymi (*małe zbiorniki wodne*,

budowle piętrzące: zastawki, jazy, progi), jak i nietechnicznymi (*zalesienia, zadrzewienia, roślinne pasy ochronne, ochrona oczek wodnych, renaturyzacja mokradeł*).

Budowa zbiorników retencyjnych i urządzeń piętrzących w ramach małej retencji na gruntach leśnych może w części przypadków powodować konieczność zmiany sposobu użytkowania terenu z leśnego na nieleśny. Powierzchnię gruntów leśnych wyłączonych z użytkowania i przekazanych pod budowę zbiorników i urządzeń wodnych w latach 1995 – 2005 prezentuje Ryc. 29. Należy jednak pamiętać, że przedstawione dane nie uwzględniają obiektów małej retencji, które zgodnie z zapisami *Ustawy o lasach* grunty jako związane z gospodarką leśną nie podlegają zmianie sposobu zagospodarowania i w *Ewidencji Powszechnej* przedstawiane są jako grunty leśne - „Ls”.

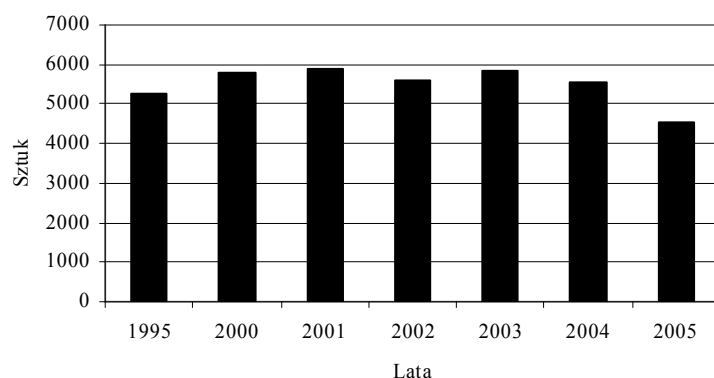
Ryc. 29. Grunty leśne wyłączone na zbiorniki i urządzenia wodne – głównie średnie i duże zbiorniki (wg GUS)



Jednym z elementów gospodarowania wodą na terenach leśnych jest zapewnienie wody do celów gospodarczych, w tym między innymi do nawadniania szkółek leśnych. Głównym źródłem wody do nawodnień są zbiorniki naturalne oraz studnie. Wykorzystuje się ponadto wody płynące. Stosowane są wówczas ujęcia bezpośrednie lub wybudowane na cieku wodnym zbiorniki tworzące rezerwuar wodny na potrzeby szkółki.

Ważnym elementem małej retencji w lasach jest możliwość korzystania z wód dla celów przeciwpożarowych. Na Ryc. 30. przedstawiono zmiany w okresie 1995-2005 liczby punktów czerpania wody na terenach leśnych. Można zauważyć, że od lat 90-tych utrzymywała się liczba punktów czerpania pomiędzy 5 000 a 6 000 sztuk. W roku 2005 nastąpił spadek tej liczby do nieco ponad 4 500.

Ryc. 30. Liczba istniejących w danych latach punktów czerpania wody na terenach Lasów Państwowych (wg GUS)



Szacuje się, że w ciągu ostatnich dziesięciu lat wykonano w lasach w sumie ok. 1 200 zbiorników wodnych o pojemności ponad 8 mln m³ oraz wiele innych, także kompleksowych, obiektów małej retencji. Bardziej szczegółowe informacje odnośnie realizacji małej retencji na terenach leśnych przedstawiono w podrozdziale 2.6.

Należy zwrócić uwagę, że gospodarowanie wodą na obszarach leśnych nie obejmuje jedynie działań technicznych. Obecnie coraz częściej stosuje się również rozwiązania alternatywne do tradycyjnych działań technicznych. Regulowanie obiegu wody może być bowiem osiągnięte również przez odpowiednie

zagospodarowanie i użytkowanie obszarów leśnych. Należą do nich m.in. metody takie jak: zalesianie, i tworzenie roślinnych pasów osłaniających odkrytą glebę, odtwarzanie terenów zalewowych, renaturyzacja koryt rzecznych czy wykaszanie nalotów sosnowych z terenów podmokłych. Zabiegi te nabierają coraz większego znaczenia, w aspekcie potrzeb ochrony walorów przyrodniczych ekosystemów leśnych.

3.4 Ocena ilościowa i jakościowa zasobów i potrzeb w zakresie małej retencji w lasach

Jak już wcześniej omawiano, lasy są użytkownikami wody (*woda pobierana w procesie ewapotranspiracji*), a jednocześnie pełnią funkcję regulatora obiegu wody w przyrodzie. Występujące okresowe nadmiary i niedobory wody w lasach, w aspekcie produkcji drewna, mogą być łagodzone za pomocą metod gospodarki leśnej, a także za pomocą urządzeń technicznych. Stosunkowo łatwo usunąć jest nadmiar wody. Natomiast przesuszenie siedlisk stanowi poważne i znacznie trudniejsze do usunięcia zagrożenie dla stabilności ekosystemów leśnych. Dotyczy to np. sytuacji, gdy odprowadzenie nadmiaru wód było niezbędne dla prawidłowego rozwoju drzewostanu lub np. do inżynierskiego udostępnienia terenu. Należy jednak zwrócić uwagę, że brak możliwości zamknięcia odpływu z sieci odwadniającej lub jego zahamowania może być powodem deficytu wody w okresach posusznych. Program *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* przewiduje zwiększenie zasobów wodnych na obszarach leśnych i poprawę jakości wody. W zależności od warunków środowiskowych stosowane będą różne metody retencji:

- zwiększenia wykorzystania zasobów wodnych poprzez adaptację istniejących systemów melioracyjnych do pełnienia funkcji retencyjnych,
- budowy małych zbiorników wodnych,
- spowolnienia obiegu wody w zlewniach za pomocą progów, bystrotoków, urządzeń piętrzących na ciekach,
- renaturyzacji mokradeł.

Szczególnie duże możliwości poprawy warunków wodnych można osiągnąć modernizując systemy melioracyjne, które w lasach składają się głównie z sieci rowów. Wykorzystanie rowów odwadniających do pełnienia funkcji retencionowania wody jest korzystne ze względu na długą linię brzegową, dzięki czemu istnieje silne oddziaływanie na poziom wód gruntowych. Piętrzenie na rowach prowadzi do zwiększenia ilości wody w glebie, dzięki czemu są tworzone warunki do rozwoju gatunków charakterystycznych dla siedlisk wilgotnych lub bagiennych. Ponadto zwiększona objętość retencionowanej wody będzie miała wpływ na stosunki wodne poza obszarem leśnym w wyniku zwiększonego zasilania rzek w okresach posusznych.

Drugą grupą obiektów, gdzie przewiduje się prowadzenie działań dla zwiększania powierzchniowej retencji wodnej, są istniejące ciek. Piętrzenie wody w ciekach wiąże się z pewnymi zagrożeniami dla istniejącego systemu przyrodniczego. W dolinach cieków występują często cenne przyrodniczo siedliska, które ze względu na swoje położenie są często w dużym stopniu naturalne. Na takich obszarach nie przewiduje się budowy urządzeń piętrzących.

Zabudowa cieków budowlami piętrzącymi w pierwszym rzędzie planowana jest na uregulowanych ciekach. Alternatywne rozwiązania przewidują doprowadzenie do meandrowania cieku, dzięki czemu uzyskuje się wyższe stany wody w wyniku zmniejszenia spadków podłużnych koryta cieku.

W projekcie unika się budowy zbiorników kopanych, zarówno bezodpływowych, jak i z przepływem wody. W przypadku zbiorników bez przepływu, gromadzona woda pochodzi z zasobów gruntowych i opadów. Tego typu obiekty będą budowane jedynie na obszarach o małych walorach przyrodniczych.

Budowa zbiorników przepływowych powstających poprzez poszerzenie brzegów cieku i podniesienie poziomu wody za pomocą budowli piętrzącej jest korzystne z wielu względów:

zwiększa się długość styku linii brzegowej z otaczającym środowiskiem lądowym, przez co zwiększa się oddziaływanie wody na tereny sąsiadujące,

- zmienia się charakter cieku z drenującego na zasilający wody podziemne,
- powstają korzystne warunki dla rozwoju roślinności wodnej i wielu przedstawicieli bezkręgowców i kręgowców,
- urozmaica się krajobraz, szczególnie na obszarach ubogich w zbiorniki naturalne.

Brak danych dla liczbowej oceny zasobów wodnych na terenach leśnych. Biorąc pod uwagę, że lasy zajmują ok. 29% powierzchni kraju można przyjąć, że co najmniej 29% zasobów wodnych Polski powstaje na obszarach leśnych. Należy jednak podkreślić, że niektóre badania wykazują, że na obszarach leśnych opad jest do 10–15% większy w stosunku do obszarów rolnych i zurbanizowanych. Z drugiej jednak strony lasy zużywają więcej wody w procesie ewapotranspiracji niż inne ekosystemy roślinne. Nie ulega jednak wątpliwości, że las stanowi najskuteczniejszy regulator obiegu wody w przyrodzie, retencjonując duże objętości w okresie zimowym i wiosennym ograniczając wielkość wezbrania, a tym samym zmniejszając zagrożenie powodziowe i minimalizując skutki suszy również na obszarach poza granicami lasu. Dlatego też uważa się za celowe podejmowanie działań dla zwiększenia zdolności retencyjnej lasu, w tym także metodami technicznymi. Skala potrzeb w kształtowaniu małej retencji w lasach jest trudna do oszacowania. Mogą one wynikać z konieczności poprawy bilansu wodnego oraz potrzeb zwiększenia biologicznej różnorodności i odtworzenia obszarów mokradłowych. Te potrzeby ocenia się na ok. 20 tys. ha na obszarach nizinnych. Opracowany Program w dużym stopniu spełnia powyższe wymagania.

Prowadzone badania wykazują, że wody retencjonowane na obszarach leśnych charakteryzują się dobrą i bardzo dobrą jakością. Jedynie rzeki dopływające z obszarów zurbanizowanych lub o intensywnej gospodarce rolnej posiadają wody złej jakości. Zaplanowane w Programie działania zorientowane na retencjonowanie wody na terenach leśnych, a co za tym idzie zwiększenie stopnia infiltracji wodny w profilu glebowym przyczynią się do poprawy jakości wód dopływających z zewnątrz. Ma to istotne znaczenie zarówno dla działalności człowieka, jak i środowiska przyrodniczego.

4 KIERUNKI DZIAŁAŃ I METODY RETENCJONOWANIA WÓD NA TERENACH LEŚNYCH NA OBSZARZE ZARZĄDZANYM PRZEZ PAŃSTWOWE GOSPODARSTWO LEŚNE

4.1 Ogólna charakterystyka i ocena metod zwiększania retencji wodnej na terenach leśnych

Zdolność zatrzymywania (*magazynowania*) wody określana jest mianem retencji i taką zdolnością w różnym stopniu charakteryzuje się każda zlewnia rzeczna. Retencja umożliwia niejako przetrzymywanie wody z okresów jej nadmiaru, kiedy grozi on powodzią i innymi ujemnymi skutkami, oraz wykorzystanie jej w okresach deficytowych. Chroni zatem przed szkodliwymi skutkami zarówno nadmiarów jak i niedoborów wody, ograniczając i spowalniając jej „bezyproduktywny” spływ.

Zdolność retencyjna zlewni zależy od wielu czynników naturalnych i antropogenicznych. Zlewnie o dużych spadkach terenu, zbudowane z gleb zwięzłych, mają mniejszą zdolność retencyjną niż zlewnie piaszczyste z dużą powierzchnią mokradeł, porośnięte lasami, zabudowane naturalnymi lub sztucznymi zbiornikami wodnymi ograniczającymi swobodny odpływ wody.

Rozważając możliwości ochrony i kształtowania zasobów wodnych na obszarach leśnych dążymy przede wszystkim do zwiększenia naturalnej retencyjności zlewni. Należy jednak podkreślić, że zadaniem retencji nie jest tylko magazynowanie wody do bezpośredniego zużycia (*np. do nawodnień lub na potrzeby gospodarki komunalnej*), lecz w pierwszym rzędzie regulacja i kontrola obiegu wody w środowisku przyrodniczym, czyli takie kształtowanie obiegu wody, które umożliwi realizację zrównoważonego ekologicznie rozwoju gospodarczego regionu.

Występuje wiele rodzajów retencji naturalnej i sztucznej, współzależnych i powiązanych ze sobą. W sposób dość uproszczony możliwy jest podział retencji zlewni rzecznej na następujące formy:

- krajobrazowa (*siedliskowa*), wynikająca z ukształtowania terenu, jego zagospodarowania i użytkowania oraz występowania obszarów mokradłowych;
- glebowa, wynikająca ze zdolności gleby do zatrzymania części wód opadowych w porach glebowych w tzw. strefie nienasyconej;
- wód gruntowych i podziemnych, wynika ze zdolności warstw wodonośnych do magazynowania wody w strefie nasyconej;
- wód powierzchniowych, wynika z chwilowej objętości wody znajdującej się w korytach naturalnych cieków oraz sztucznych rowach i kanałach, jak również jeziorach, stawach i zbiornikach;

- śnieżna i lodowcowa, śnieg i lód również stanowią pewną formę retencji wody.

Z punktu widzenia gospodarki wodnej mamy tu do czynienia z niekontrolowaną, automatycznie działającą retencją, o pojemności trudnej do określenia. Zwiększenie retencji krajobrazowej, glebowej czy też gruntowej wpływa na zmianę obiegu wody w zlewni, obniża stany powodziowe w rzece i podwyższa przepływy niskie, jednak procesu tego nie można regulować dowolnie. Poprzez zwiększenie retencji niesterowalnej zwiększa się potencjalną możliwość gromadzenia wody w okresach jej nadmiaru i dłuższego przetrzymywania w glebie, gruncie lub na powierzchni terenu.

Podstawowe działania małej retencji obejmują rozwiązania techniczne, umożliwiające zatrzymanie wody w miejscu powstawania jej zasobów. Do podstawowych działań zalicza się:

- układ pól ornych, użytków zielonych, lasów, użytków ekologicznych, oczek wodnych,
- zalesienia, tworzenie pasów ochronnych, zadrzewień, zakrzaczeń, tworzenie bruzd i tarasów,
- małe zbiorniki wodne, piętrzenia na ciekach,
- regulacja odpływu ze stawów, oczek wodnych,
- odtwarzanie lub zwiększenie powierzchni mokradeł, torfowisk, bagien,
- gromadzenie wody w rowach melioracyjnych, kanałach itp.,
- retencjonowanie odpływów z systemów drenarskich,
- zwiększenie retencji dolinowej.

Trudno jest przeprowadzić ocenę liczbową wpływu poszczególnych zabiegów na zwiększenie retencyjności zlewni, a tym samym na wielkość zasobów wodnych. Tym niemniej uważa się, że działania w zakresie małej retencji mogą w istotny sposób wpływać na bilans wodny zlewni, w tym zlewni leśnej. Orientacyjne obliczenia potencjalnych możliwości zwiększenia retencyjności wykonano dla doświadczalnej zlewni o powierzchni ok. 1 500 km². Przyrost retencji traktowano jako zwiększenie objętości zbiorników wód powierzchniowych, zasobów wód podziemnych i retencji glebowej, przy wykonaniu odpowiednich zabiegów. Otrzymano następujące wyniki:

– podpiętrzenie rzek i cieków	$V = 1,89 - 3,14 \text{ mln m}^3$
– podpiętrzenie kanałów melioracyjnych	$V = 0,16 - 0,26 \text{ mln m}^3$
– regulowanie odpływu w dolinowych obiektach melioracyjnych	$V = 0,75 - 2,72 \text{ mln m}^3$
– podpiętrzenie wody dla celów odtwarzania mokradeł	$V = 20,84 - 41,69 \text{ mln m}^3$
– regulowanie odpływu z sieci drenarskiej	$V = 20,89 - 41,79 \text{ mln m}^3$
– małe zbiorniki wodne (o piętrzeniu poniżej 1,5 m)	$V = 15,84 - 31,69 \text{ mln m}^3$
– retencja glebowa	$V = 12,76 - 51,40 \text{ mln m}^3$
Razem	$V = 73,12 - 172,70 \text{ mln m}^3$

Przedstawione obliczenia są wyliczeniami orientacyjnymi, tym niemniej przedstawiają zakres i możliwości poprawy bilansu wodnego przy wykorzystaniu małej retencji.

Mając na uwadze przestrzenne rozmieszczenie lasów, zajmujących około 29% powierzchni kraju, podniesienie retencyjności lasu ma duży wpływ na kształtowanie zasobów wodnych w kraju.

Wykonanie pojedynczej budowli lub odtworzenie lokalnego mokradła nie spowoduje istotnych zmian w reżimie hydrologicznym zlewni. Natomiast wykonanie dużej ilości zbiorników i budowli piętrzących, renaturyzacja obszarów wodno-błotnych poprzez podwyższenie poziomu wód gruntowych na dużych obszarach, przyniesie liczące się efekty w poprawie bilansu wodnego, ponieważ jest sumą efektów dużej liczby tych budowli, a oddziaływanie lokalne zamieni się na oddziaływanie ponadregionalne. Takie efekty można osiągnąć przez szeroko zakrojone działania i niewątpliwie program *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* przyczyni się do ich osiągnięcia. Dotyczy to szczególnie pozytywnego wpływu na poprawę biologicznej różnorodności, ograniczenie skutków suszy odczuwalnej na terenach leśnych, ale również na obszarach rolniczych, zmniejszenie fali powodziowej na odcinkach cieków położonych poniżej podejmowanych działań. Zwiększenie możliwości retencyjnych środkami technicznymi, polegające na budowie dużej liczby zbiorników i budowli piętrzących, odtworzeniu pierwotnych

stosunków wodnych dużych kompleksów wodno-błotnych, może być podjęte w skali ponadregionalnej jedynie na obszarach leśnych. Wynika to z faktu, że obszary leśne zajmują prawie 29% powierzchni kraju, ale również z możliwości organizacyjno-prawnych, jakimi dysponują Lasy Państwowe. Lasy Państwowe są w stanie zapewnić odpowiednie środki organizacyjne dla wykonania tak dużego zadania, tj. budowy kilku tysięcy obiektów zwiększających potencjały retencyjne zlewni.

4.2 Szczegółowa charakterystyka przyjętych metod retencjonowania wód na terenach leśnych

Program *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* polega na stosowaniu metod technicznych, powodujących hamowanie szybkiego odpływu wód roztopowych i po opadach atmosferycznych. Przewidziano w nim trzy rodzaje działań:

- renaturyzację obszarów wodno-błotnych; podwyższenie zwierciadła wód gruntowych na terenach mokradłowych niekorzystnie przekształconych w wyniku działań antropogenicznych;
- odbudowę i przebudowę systemów nawadniających, głównie w aspekcie ograniczenia szybkiego odpływu;
- budowę i odbudowę obiektów małej retencji, w tym małych zbiorników wodnych, piętrzeń na ciekach itp.

Program *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* przewiduje wykorzystanie każdego z wymienionych rodzajów retencji, za pomocą realizacji różnego typu obiektów piętrzących, zbiorników sztucznych i naturalnych oraz obiektów umożliwiających renaturyzację obszarów wodno-błotnych (*patrz Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach – Część techniczna*).

Ocena metod zwiększenia retencji wodnej na terenach leśnych jest ściśle zależna od kontekstu przestrzennego, w jakim zostanie zastosowana dana metoda. Porównywanie określonych metod między sobą nie jest możliwe bez uwzględnienia ukształtowania powierzchni, warunków glebowych czy poziomu wód w miejscu planowanego obiektu. W ramach opracowywania programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* zastosowano następującą procedurę:

- zdefiniowanie problemu – dlaczego zamierza się realizować obiekty małej retencji, jaki problem zamierza się rozwiązać;
- opracowanie generalnej koncepcji wykonania obiektów małej retencji w ramach nadleśnictwa;
- ustalenie lokalizacji zadania – gdzie zamierza się zrealizować obiekty małej retencji lub obszarów wodno – błotnych.

Taka procedura pozwoliła na wytypowanie obiektów, których budowa przyniesie istotne efekty hydrologiczne oraz ekologiczne, w tym zwiększenie biologicznej różnorodności terenów leśnych. W dalszym etapie postępowania przewiduje się:

- szczegółową inwentaryzację przyrodniczą obszaru;
- wykonanie projektu technicznego;
- uzyskanie niezbędnych pozwoleń;
- wykonanie obiektu.

Zwraca się uwagę, że w każdym przypadku zostanie stwierdzone, co rośnie i żyje w miejscu, gdzie powstanie zbiornik retencyjny lub utworzony obszar zalewowy. Utworzenie każdego z obiektów małej retencji poprzedzić będzie wstępna inwentaryzacja przyrodnicza terenu, który będzie podlegał wpływowi realizowanych obiektów. Zostanie opisana:

- roślinność (*szczególnie gatunki chronione*);
- profil glebowy (*ze szczególnym uwzględnieniem obecności pokładów torfu*);
- ewentualne wysięki wód podziemnych.

Ponadto wszystkie obiekty realizowane na obszarach Natura 2000 muszą posiadać opinię Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska, a ich realizacja powinna być przeprowadzana zgodnie z planem ochrony danego obszaru.

W programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* zaplanowano wiele obiektów z bardzo niskimi piętrzeniami i małe, zbliżone do naturalnych zbiorniki. Przy wyborze miejsc lokalizacji przedsięwzięcia w pierwszej kolejności zostały wybrane te, które jeszcze niedawno funkcjonowały retencjonując wody. Przywrócenie naturalnego wyglądu uregulowanej rzeki, zahamowanie przesychania odwodnionego torfowiska – to przykłady zadań traktowanych w Programie jako pierwszoplanowe. Dużą uwagę zwrócono na odtworzenie obiektów, które istniały jeszcze kilkadziesiąt lat temu. Dotyczy to np. zanikających zbiorników wodnych. Idea realizowana w Programie zakłada, że budowa dużej liczby małych i prostych obiektów retencyjnych to rozwiązanie lepsze, niż jeden duży obiekt o podobnej zdolności retencyjnej. Przyjęto założenie, że realizowane będą zbiorniki o powierzchni nieprzekraczającej 10 ha.

4.3 Charakterystyka planowanych rozwiązań technicznych

Czynnikiem istotnym przy projektowaniu obiektów dla zwiększania retencji wodnej na obszarach leśnych jest ich dostosowanie do warunków przyrodniczo-krajobrazowych. Przewidywane do budowy obiekty techniczne będą tak dobierane, aby były dostosowane do otaczającego krajobrazu, możliwie jak najmniej wystawały ponad zwierciadło wody oraz umożliwiały swobodne przemieszczanie się organizmów wodnych. Istotne jest także użycie materiałów naturalnych, takich jak kamień, drewno, faszyna, grunt (*patrz Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach – Część techniczna*).

Obiekty małej retencji będą projektowane w ten sposób, aby mogły działać i funkcjonować same bez dalszych kosztownych nakładów przynajmniej kilka – kilkanaście lat.

W ramach programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* zaplanowano realizację różnego typu obiektów. Są to w większości małe budowle o prostej konstrukcji, a jednocześnie powinny być traktowane jako konstrukcje inżynierskie i wykonywane zgodnie z zasadami techniki budowlanej. Zapewni to ich trwałość w czasie, odporność na działanie płynącej wody i nie spowoduje zagrożeń dla otoczenia. Podstawowe rodzaje budowli przewidywane w projekcie obejmują:

- zastawkę – budowla piętrząca stosowana na rowach nawadniających i odwadniających oraz na niewielkich ciekach naturalnych, przy szerokości w świetle mniejszej od 1,5 m, pozwalająca na regulowanie poziomu wody;
- przepust – krótki rurociąg służący do przeprowadzenia wody zazwyczaj pod drogą; budowla pomocnicza umożliwiająca doprowadzenie wody np. do zbiornika;
- próg – budowla stale podpiętrżająca wodę w niewielkim cieku naturalnym lub sztucznym, o szerokości w dnie poniżej 1,5 m; używa się niekiedy nazwy „stopień” lub „jaz stały” dla podobnych budowli przegradzających cieki o szerokości w dnie ponad 1,5 m;
- bród – naturalne wypłylenie cieku lub sztucznie umocnione dno, pozwalające na przejazd przez koryto cieku, a jednocześnie podpiętrżające wodę;
- jaz – budowla służąca do okresowego lub stałego piętrzenia wody, o świetle ponad 1,5 m; w Programie przewiduje się budowę głównie jazów bez zamknięć (*tzw. stałych*), jedynie w niektórych przypadkach z zamknięciami (*tzw. ruchomych*);
- grobla – nasyp ziemny służący do stałego lub okresowego spiętrzenia wody ponad naturalny poziom terenu, o wysokości zazwyczaj nieprzekraczającej 3,0 m;
- mnich – budowla służąca do wprowadzania wody do stawu (*zbiornika*) i wyprowadzania z niego; w Programie stosowana jako budowla upustowa z małego zbiornika zaporowego; przewiduje się budowę głównie mniczów drewnianych;
- zbiornik retencyjny – zespół różnych obiektów i urządzeń umożliwiających zmagazynowanie określonej ilości wody;
- rów melioracyjny nawadniający lub odwadniający (*doprowadzalnik*) – rów pozwalający na transport wody dla celów nawodnień lub odwodnień.
- bystrotek – umocniony odcinek cieku charakteryzujący się dużym spadkiem podłużnym.

Ryc. 31. Zbiornik retencyjny (foto. A. Ryś)



Budowle muszą być dostosowane nie tylko do warunków przyrodniczych, ale również odpowiadać warunkom hydrologicznym i hydraulicznym. Istnieje wiele publikacji i podręczników zawierających przykładowe konstrukcje małych budowli wodnych (patrz *Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach – Część techniczna*). Część z tych konstrukcji nawiązuje do rozwiązań stosowanych przed laty, gdy najłatwiej osiągalnym materiałem było drewno i kamienie. Nowsze konstrukcje wykorzystują również tworzywa sztuczne (*siatki gabionowe, geowłókniny, tekstylia*). W Programie preferuje się materiały naturalne i jedynie w szczególnych przypadkach stosowane są tworzywa sztuczne.

W tabeli poniżej podano przykładowo zakres możliwych do stosowania typów budowli. Są to jedynie przykłady, a konkretne rozwiązanie dostosowywane będzie do rzeczywistych warunków przyrodniczych i hydraulicznych.

Tabela 27. Typy budowli piętrzących w zależności od maksymalnego piętrzenia i szerokości dna cieku (Jędryka, 2006)

TYP KONSTRUKCJI	MAKSYMALNE PIĘTRZENIE [m]	SZEROKOŚĆ DNA CIEKU [m]	UWAGI
Próg drewniany z przelewem	<0,3	0,5 – 1,5	Wysokość przelewu nie powinna przekraczać 0,3 m
Próg ze ścianki szczelnej	0,2	dowolna	Zbudowany z bali drewnianych, umocnienie dolne narzutem kamiennym
Próg drewniano – faszynowy	0,2	dowolna	Próg – belka drewniana $\varnothing$ 15 cm, przedproże umocnione kamieniem, wypad umocniony kiskami faszynowymi
Próg drewniany z wypadem kamiennym	0,2	<2	Przelew z bali drewnianych, umocnienie poszuru i ponuru z kamienia
Próg kamienny	0,2	dowolna	Wykonany z kamienia łamanego o średnicy 0,4 – 0,8 m
Próg z elementów siatkowo – kamiennych	dowolna	dowolna	Próg z gabionów, umocnienie koryta górnego i dolnego narzutem kamiennym
Płotki faszynowe i palisady drewniane	0,3 – 0,4	<10	Wykonanie z drewna i faszyny, brak umocnień koryta dolnego i górnego
Próg piętrzący z worków napełnionych piaskiem	< 0,1	dowolna	Stała wysokość piętrzenia, umocnienie dolne narzutem kamiennym na włóknie
Próg piętrzący z walców faszynowo – kamiennych lub z włókniny i piasku z cementem	< 1,5	j.w.	j.w.
Stopień z palisad drewnianych	0,2	< 10	Wykonany z drewna, w korycie dolnym nieumocniona niecka wypadowa
Stopień drewniany	< 0,5	< 0,8	W zależności od konstrukcji istnieje lub nie możliwość regulacji wysokości piętrzenia, umocnienie narzutem kamiennym

TYP KONSTRUKCJI	MAKSYMALNE PIĘTRZENIE [m]	SZEROKOŚĆ DNA CIEKU [m]	UWAGI
Stopień kamienny o konstrukcji drewnianej	0,2	dowolna	Szkielet budowli wykonany z drewna, korpus – kamień na zaprawie, umocnienie koryta górnego i dolnego narzutem kamiennym
Stopień faszynowo – kamienny	< 1,0	dowolna	Przelew i niecka wypadowa z elementów gabionowych, umocnienia koryta górnego i dolnego narzutem kamiennym w płotkach
Stopień z elementów siatkowo – kamiennych	< 2,0	dowolna	Korpus oraz umocnienie górne i dolne ze skrzyń gabionowych, umocnienie skarp gabionami
Jaz stały z elementów gabionowych	Dowolna	dowolna	Wszystkie elementy z elementów gabionowych
Bystrotok faszynowo – kamienny	0,2	< 5	Przelew z drewnianej ścianki szczelnej z żelbetowym oczepem, pochylnia – narzut kamienny w płotkach
Bystrotok z elementów gabionowych	0,2	dowolna	Wykonany z elementów siatkowo – kamiennych
Jaz zastawkowy	minimum 0,5	< 1	Stosowany do małych piętrzeń przy wysokości maksymalnej piętrzenia do 0,6 m; do 1,5 m stosowany na torfach
Jaz drewniany	< 1,5	< 2,5	Stała wysokość piętrzenia z możliwością wykonania dodatkowego spustu dennego
Jaz kozłowy	< 1,8	< 2,0	Konstrukcja stalowo – drewniana. Możliwość regulowania poziomu wody

Obiekty małej retencji planowane do wykonania będą spełniały następujące warunki:

- dostosowanie do warunków przyrodniczych, hydraulicznych i krajobrazowych;
- będą umożliwiały przemieszczanie się organizmów wodnych, w tym ryb dwuśrodowiskowych;
- zrzut wody z budowli zapewniać będzie jej napowietrzenie;
- budowle działać będą bez obsługi (*progi, jazy stałe*), za wyjątkiem niezbędnych regulacji wynikających z potrzeb przyrodniczych i użytkowania terenów przyległych;
- zbiorniki wodne, w tym stawy kopane spowodują zalanie jedynie obszarów o małych walorach przyrodniczych;
- czasza zbiornika i brzegi będą uformowane tak, aby tworzyć warunki dla zróżnicowanej fauny i flory (*zmienna głębokość i różne pochylenie skarp*);
- nie przewiduje się retencjonowania wód silnie zanieczyszczonych;
- przy renaturyzacji mokradeł ubogich zostanie zapewniony dopływ wód ubogich w związki biogenne;
- rowy odpływowe i doprowadzające wodę będą zaprojektowane tak, aby była zbyteczna ich konserwacja (*wycinanie roślinności, odmulanie*) dla zapewnienia odpowiedniej przepuszczalności hydraulicznej.

Ryc. 32. Zbiornik retencyjny powstały na skutek piętrzenia przez groblę ziemną (fot. A. Ryś)



Ryc. 33. Próg wodny z bystrotokiem (fot. A. Ryś)



Ryc. 34. Przetamowanie ziemne na rowie(fot. A. Ryś)



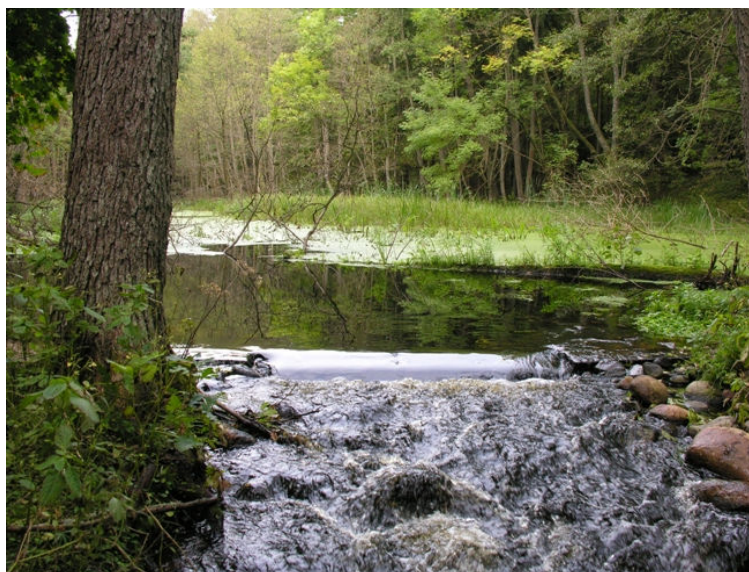
Ryc. 35. Ostrogi z bali drewnianych mających na celu wywołanie meandrowania nurtu rzeki (fot. A. Ryś)



Ryc. 36 Próg z bystrotokiem (fot. A. Ryś)



Ryc. 37 Próg z bystrotokiem – odtwarzanie zbiornika retencyjnego (fot. A. Ryś)



Ryc. 38 Próg z bystrotokiem (fot. A. Ryś)



4.4 Wskazania dotyczące realizacji projektów

Przy planowaniu budowli i urządzeń małej retencji brano pod uwagę przepisy prawne regulujące realizację projektów budownictwa wodnego, zawarte są w następujących aktach prawnych:

- Ustawa Prawo wodne,
- Ustawa Prawo budowlane,
- Ustawa o ochronie przyrody,
- Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko;
- Ustawa Prawo ochrony środowiska,
- Ustawa o lasach.

Przed przystąpieniem do realizacji każdej inwestycji zostaną uzyskane stosowne pozwolenia, uzgodnienia, decyzje, opinie uwzględniające w/w akty prawne. W kolejności ich uzyskania są to:

- uzgodnienie wszelkich prac z właścicielami lub zarządcami cieków tj. dyrektorami regionalnych zarządów gospodarki wodnej bądź odpowiednim marszałkiem województwa;
- decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach;
- pozwolenie wodno-prawne na wykonanie urządzeń wodnych (jeżeli jest wymagane)
- pozwolenie na budowę;

W odniesieniu do przedsięwzięć koniecznych do realizacji na obszarach podlegających ochronie na podstawie przepisów ustawy o ochronie przyrody, Konieczne jest w szczególności:

- uzgodnienie z właściwym organem (Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska w przypadku rezerwatów, względnie dyrektorem parku narodowego) zakresu i rodzaju robót związanych z realizacją programu na obszarach chronionych lub w ich otulinach, jeżeli działania te nie wynikają z planu ochrony danego obszaru);
- na obszarach Natura 2000 podejmowane działania muszą być uzgodnione z nadzorującym dany obszar Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska i wykonywane zgodnie z planem ochrony danego obszaru;

Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. Nr 257, poz. 2573 z późn. zm.), część urządzeń małej retencji wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, tj. przeprowadzenia kwalifikacji przedsięwzięcia (tzw. *screening*) i ewentualnego sporządzania raportu oddziaływania na środowisko. Są to zbiorniki wodne oraz inne urządzenia mające na celu piętrzenie wody na wysokość nie mniejszą niż 1 m. Są to jednak tylko jedno z kryteriów, gdyż zgodnie z obowiązującym w Unii Europejskiej i w Polsce prawem, przy kwalifikowaniu przedsięwzięć do przeprowadzenia oceny w procedurze tzw. *screeningu* należy brać pod uwagę szereg innych aspektów, a w szczególności mające znaczenie dla przedmiotu Programu aspekty takie jak:

1) rodzaj i charakterystyka przedsięwzięcia, z uwzględnieniem:

- skali przedsięwzięcia i wielkości zajmowanego terenu oraz ich wzajemnych proporcji,
- powiązań z innymi przedsięwzięciami, w szczególności kumulowania się oddziaływań przedsięwzięć znajdujących się na obszarze, na który będzie oddziaływać przedsięwzięcie,
- wykorzystywania zasobów naturalnych,
- emisji i występowania innych uciążliwości,
- ryzyka wystąpienia poważnej awarii, przy uwzględnieniu używanych substancji i stosowanych technologii;

2) usytuowanie przedsięwzięcia, z uwzględnieniem możliwego zagrożenia dla środowiska, w szczególności przy istniejącym użytkowaniu terenu, zdolności samooczyszczania się środowiska i odnawiania się zasobów naturalnych, walorów przyrodniczych i krajobrazowych oraz uwarunkowań miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego – uwzględniające:

- obszary wodno-błotne oraz inne obszary o płytkim zaleganiu wód podziemnych,
- obszary leśne,
- obszary objęte ochroną, w tym strefy ochronne ujęć wód i obszary ochronne zbiorników wód śródlądowych,
- obszary wymagające specjalnej ochrony ze względu na występowanie gatunków roślin i zwierząt lub ich siedlisk lub siedlisk przyrodniczych objętych ochroną, w tym obszary Natura 2000 oraz pozostałe formy ochrony przyrody,
- obszary o krajobrazie mającym znaczenie historyczne, kulturowe lub archeologiczne,
- obszary przylegające do jezior,

3) rodzaj i skala możliwego oddziaływania rozważanego w odniesieniu do uwarunkowań wymienionych w pkt 1 i 2, wynikające z:

a) zasięgu oddziaływania – obszaru geograficznego i liczby ludności, na którą przedsięwzięcie może oddziaływać,

- b) transgranicznego charakteru oddziaływania przedsięwzięcia na poszczególne elementy przyrodnicze,
- c) wielkości i złożoności oddziaływania, z uwzględnieniem obciążenia istniejącej infrastruktury technicznej,
- d) prawdopodobieństwa oddziaływania,
- e) czasu trwania, częstotliwości i odwracalności oddziaływania.

W odniesieniu do inwestycji planowanych do realizacji na obszarach Natura 2000 ocena taka (której elementem jest szczegółowa inwentaryzacja przyrodnicza) co najmniej na etapie screeningu zakończonego stosownym postanowieniem Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska, jest obligatoryjna dla wszystkich budowli wodnych. Karty informacyjne przedsięwzięcia oraz raporty oceny oddziaływania inwestycji na środowisko, jeżeli ich obowiązek opracowania wynika z prawa bądź zostanie nałożony postanowieniem właściwego organu, sporządzane będą dla konkretnego zadania na zlecenie nadleśnictwa, na obszarze którego jest planowana dana inwestycja.

Zgodnie z obowiązującym prawem przewiduje się następujący tok postępowania:

- Uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach;
- Uzyskanie decyzji o warunkach zabudowy (wydaje gmina). Dokument niezbędny dla obiektów wymagających uzyskania pozwolenia na budowę. Nie jest wymagana przy zgłoszeniu przystąpienia do robót.
- Pozwolenie wodnoprawne (wydaje starostwo). Wymagane przy budowie urządzeń zmieniających warunki wodne i zmierzających do korzystania z wody. Pozwolenie to jest niezbędne do uzyskania dla większości planowanych obiektów małej retencji. Pozwolenie wodnoprawne nie jest wymagane w przypadku: remontu i konserwacji rowów oraz urządzeń wodnomelioracyjnych, wykopania oczka wodnego o powierzchni do 30 m²;
- Decyzja Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska (lub dyrektora parku narodowego) na uzgodnienie zakresu i rodzaju robót planowanych do wykonania na obszarach prawnie chronionych, dla których brak jest planu ochrony;
- Zgłoszenie przystąpienia do robót (wydaje starostwo). Wymagane dla działań, dla których nie przeprowadzono oceny oddziaływania na środowisko;
- Pozwolenie na budowę (wydaje starostwo). Wymagane dla wszystkich urządzeń i działań hydrotechnicznych oraz wodnomelioracyjnych wykonywanych na terenach parków narodowych, parków krajobrazowych oraz rezerwatów, a poza w/w terenami chronionymi – dla urządzeń, dla których przeprowadzono ocenę oddziaływania na środowisko. Do uzyskania pozwolenia na budowę - oprócz standardowych dokumentów - na obszarach parków krajobrazowych, należy dołączyć opinię Dyrektora Zarządu Parku.

Program *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* jest dostosowany do polskiego i unijnego prawa. Również opiera się na dokonanej na polski grunt prawny transpozycji przepisów wspólnotowych dotyczących Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, obejmującej:

- Dyrektywę Rady 79/409/EWG z dnia 2 kwietnia 1979 r. w sprawie ochrony dzikich ptaków (Dyrektywa ptasia) (Dz.U.UE.L.79.103.1)
- Dyrektywę Rady 92/43/EEC z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk naturalnych dzikiej fauny i flory (Dyrektywa siedliskowa) (Dz.U.UE.L.92.206.7).

Urządzenia i obiekty małej retencji uwzględniają zapis ustawy o ochronie przyrody zabraniającej prowadzenia działań, które mogą pogorszyć stan siedlisk przyrodniczych oraz wpłynąć negatywnie na gatunki roślin i zwierząt, chronionych lub przewidzianych do ochrony w ramach sieci Natura 2000. Dotyczy to zarówno działań planowanych w granicach obszarów, jak i poza nimi. Nie przewiduje się przedsięwzięć powodujących przekształcenia obszaru Natura 2000, które byłyby usprawiedliwione nadrzędnym interesem publicznym.

Okolo 490 zadań z małej retencji przewidzianych do realizacji w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* zostało zaplanowanych w zasięgu lub w granicach obszarów Natura 2000. Wszelkie przedsięwzięcia ujęte w *Programie* zostały

zaplanowane w taki sposób, by uniknąć negatywnego wpływu na środowisko. Realizacja tych działań wpłynie na poprawę warunków wilgotnościowych środowiska, w którym występują chronione gatunki.

Ponieważ w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* planowane inwestycje nie będą wiązały się z negatywnym wpływem na chronioną faunę lub florę, w większości przypadków możliwa będzie decyzja właściwego organu o odstąpieniu od sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko.

4.5 Wskazania dotyczące oceny oddziaływania na stan środowiska naturalnego wraz z określeniem działań mających na celu usunięcie lub ograniczenie negatywnego wpływu

Podstawową zasadą projektowania obiektów i urządzeń małej retencji jest przyjmowanie takich lokalizacji urządzeń i konstrukcji budowli, które nie będą miały negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze. Nie mogą więc być lokalizowane na obszarach występowania cennych gatunków, a wysokość piętrzenia musi być dostosowana do potrzeb lokalnej fauny i flory – obecnej lub potencjalnej, która należy wprowadzić dla poprawy biologicznej różnorodności. Dlatego też przed przystąpieniem do realizacji planowanego przedsięwzięcia niezbędne jest rozpoznanie walorów przyrodniczych, jak to przedstawiono wcześniej.

W Programie dużą uwagę zwrócono na planowaną lokalizację obiektów małej retencji. Nie we wszystkich przypadkach wiedza na temat walorów przyrodniczych jest wystarczająca dla podjęcia ostatecznych decyzji lokalizacyjnych. Dlatego też zakłada się konieczność bardziej szczegółowego rozpoznania w ramach opracowywania projektu danej inwestycji, a w przypadku realizacji zadań, zdiagnozowanych w Prognozie ooś, mogących generować potencjalne „kolizje” z obszarami/siedliskami chronionymi - przeprowadzenie szczegółowej inwentaryzacji przyrodniczej z udziałem ekspertów.

Przy określeniu kierunku i zakresu ochrony zasobów wodnych lasu, polegającej na zminimalizowanym ingerowaniu w stosunki wodne terenów leśnych, ważna jest ocena ich stanu przekształcenia. Jako naturalne dla lasów przyjęto warunki wodne, które towarzyszą rozwojowi danej generacji lasu, do których drzewostan przystosował system korzeniowy i pokrój korony w sposób optymalny dla wykorzystania zasobów wodno-pokarmowych siedliska.

Nie przewiduje się działań powodujących gwałtowne zakłócenia warunków wodnych na terenach planowanej lub niezamierzonej antropopresji. W przypadku zlokalizowania na terenie leśnym obiektów hydrotechnicznych, zasady ich eksploatacji będą oparte na przepisach dotyczących ochrony środowiska, a zwłaszcza przyrody leśnej. Założenie to stanowi podstawę wyboru obiektów zakwalifikowanych do realizacji w ramach programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych*. Obiekty mogące potencjalnie wyrządzić szkody w środowisku zostały wyeliminowane na etapie wstępnej selekcji obiektów zgłaszanych przez nadleśnictwa do Programu. Selekcję tę przeprowadzono kierując się przesłanką, że w celu ograniczeniu degradacji warunków wodnych w lasach konieczne jest:

- zachowanie śródleśnych zbiorników i cieków w stanie zbliżonym do naturalnego, lub ich odtwarzanie,
- zachowanie w stanie naturalnym śródleśnych bagien, trzęsawisk, mszarów, torfowisk i łąk jako regulatorów wilgotności siedlisk i użytków ekologicznych różnicujących warunki siedliskowe,
- zachowanie w dolinach rzek lasów łęgowych, olsów i innych naturalnych formacji przyrodniczych jako ostoi rzadkich gatunków roślin i zwierząt oraz regulatorów wilgotności siedlisk i klimatu lokalnego (*mikroklimatu*),
- dostosowywanie sposobów zagospodarowania lasów wodochronnych do pełnienia przez nie funkcji, które były kryterium uznania ich za ochronne.

Planowane przedsięwzięcia będą pełnić funkcje głównie ekologiczne i z założenia są działaniami przyjaznymi dla środowiska. Oprócz wstępnej selekcji pod kątem wyboru wyłącznie obiektów niepowodujących negatywnych skutków dla środowiska, każdy projekt będzie poddany dodatkowej wnikliwej ocenie dotyczącej wszystkich potencjalnych skutków inwestycji, zarówno tych pozytywnych, jak i negatywnych, a pierwszeństwo będą miały zadania po przeprowadzeniu inwentaryzacji przyrodniczej. Modernizacje systemów melioracyjnych z odwadniających na regulujące oraz renaturyzacja mokradeł są działaniami generalnie pozytywnymi i poprawiającymi warunki wodne.

Najwięcej zmian w środowisku wywołują zbiorniki wodne, lecz dzięki ograniczeniu w programie *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* ich powierzchni do 10 ha ewentualny negatywny wpływ został zminimalizowany. W pracach projektowych i podejmowanych decyzjach zostaną poddane szczegółowej analizie następujące zagadnienia:

- stan i rodzaj powierzchni zajętej przez zbiornik,
- oddziaływanie zbiornika na wody gruntowe i wilgotność warstwy korzeniowej roślin,
- skutki ewentualnych ograniczeń migracyjnych przy zbiornikach zaporowych,
- wpływ zbiorników retencyjnych na ekosystemy wodne,
- zmiany ekologiczne spowodowane powstaniem zbiornika wód powierzchniowych,
- eutrofizacja i zamulanie zbiorników.

Pewne ograniczenia w zakresie konstrukcji i utrzymania obiektów małej retencji przedstawiono również w punktach 4.3. oraz 4.4 oraz *Wytycznych do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach – Część techniczna*.

Przyjmuje się, że tryb postępowania przy projektowaniu procesu inwestycyjnego, konieczność uzyskiwania zgodnie z prawem wielu dokumentów w tym dotyczących wpływu inwestycji na środowisko przyrodnicze, jest wystarczającym zabezpieczeniem ograniczającym powstanie niekorzystnych oddziaływań przyrodniczych.

Należy zwrócić również uwagę, że przy projektowaniu urządzeń małej retencji aktywny udział będą brały organizacje ekologiczne oraz specjaliści z zakresu ochrony przyrody. Zakłada się, że kierowanie wdrożeniem *Programu* przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe jest gwarantem racjonalnej i efektywnej realizacji z pełnym zabezpieczeniem interesów i potrzeb środowiska przyrodniczego.

4.6 Ogólna analiza kosztów oraz skutków społeczno-ekonomicznych i środowiskowych związana z realizacją danego typu inwestycji lub z jej zaniechaniem

Realizacja programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* niesie ze sobą szereg skutków społeczno-ekonomicznych i środowiskowych. Objęcie Programem około 200 nadleśnictw i 450 gmin w całej Polsce daje obraz skali i zasięgu przewidywanych skutków.

Realizacja poszczególnych obiektów bardzo często wpisuje się w zakres różnych działań, dlatego trudno jest je ściśle zaszeregować. Ponadto w zależności od warunków lokalnych i zastosowanych technologii koszty realizacji poszczególnych obiektów mogą się od siebie różnić.

W przypadku renaturyzacji obszarów wodno – błotnych najważniejszą grupą skutków są skutki środowiskowe. Realizacja tego działania przyczyni się do przywrócenia utraconych funkcji obszarom wodno – błotnym, w tym torfowiskom. W sumie zaplanowano około 1 000 obiektów mających służyć renaturyzacji obszarów wodno – błotnych. Średni koszt każdego z obiektów szacuje się na 40 000 zł.

Odbudowa systemów nawadniających oraz przebudowa systemów odwadniających w dużym stopniu przyczyni się do powstania miejsc występowania gatunków roślin i zwierząt związanych z obszarami wodno-błotnymi. Należy również spodziewać się wzrostu produktywności obszarów leśnych znajdujących się w strefie oddziaływania, np. na środowiskach do tej pory nadmiernie przesuszonych. Średni koszt realizacji każdego z ponad 4 000 obiektów wynosi około 18 000 zł.

Tabela 28. Skutki społeczne, ekonomiczne oraz środowiskowe związane z realizacją danego typu inwestycji (opracowanie CKPŚ)

RODZAJ SKUTKÓW	CHARAKTER OBIEKTÓW				
	spowolnienie przepływu na ciekach	spowalnianie odpływu z torfowisk	budowle piętrzące	zbiorniki wodne	podpiętrzenia zbiorników
Zmniejszenie zagrożenia powodziowego					
Zmniejszenie zagrożenia pożarowego					
Tworzenie miejsc rekreacji					
Urozmaicenie krajobrazu					
Zmniejszenie strat powodziowych					
Zmniejszenie strat pożarowych					
Wzrost produkcji roślinnej					
Wzrost produkcji zwierzęcej					
Zwiększenie zasobów wód niskim kosztem					
Wzrost różnorodności siedlisk					
Wzrost różnorodności gatunków					
Zapobieganie degradacji torfowisk					
Wzbogacanie retencji gruntowej					
Zmniejszenie odpływu związków mineralnych					

Budowa obiektów retencjonowania wody (zbiorniki wodne, piętrzenia na ciekach) jest działaniem, które spowoduje zwiększenie powierzchni lustra wody, w dużej mierze porośniętego roślinnością wodną. Dodatkowo realizacja działania w niektórych przypadkach przyczyni się do powstania miejsc, które mogą być uznane za miejsca rekreacji (pełniące również funkcję wodopoju dla dzikich zwierząt, miejsc poboru wody przeciwpożarowej itp.). W ramach działania zaplanowano ponad 1 000 obiektów, których przeciętny koszt realizacji wynosi ok. 64 500zł. Ponadto, warto również podkreślić edukacyjne wartości, jakie niosą ze sobą poszczególne systemy i obiekty małej retencji oraz ich atrakcyjność, z punktu widzenia turystycznego.

Podsumowując należy stwierdzić, że realizacja programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* niesie ze sobą szereg pozytywnych skutków społeczno-ekonomicznych, a zwłaszcza skutków środowiskowych.

Zaniechanie realizacji programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* będzie przyczyną pogłębiania się negatywnych zjawisk środowiskowych oraz społeczno-ekonomicznych. Niezrealizowanie programu zaowocuje dalszymi niekorzystnymi zmianami w strukturze bilansu wodnego, brakiem renaturyzacji obszarów wodno-błotnych, których degradacja prowadzi do zaniku wielu gatunków roślin i zwierząt oraz rodzajów rzadkich siedlisk związanych z mokradłami. Degradacja torfowisk i wysychanie mokradeł niesie ze sobą również szereg negatywnych skutków ekonomicznych. Przesuszone środowisko leśne jest podatne na pożary. Niski poziom wód gruntowych hamuje przyrost drewna. Brak miejsc retencjonowania wody powoduje szybkie i nagłe spływy wód opadowych z terenów leśnych, co jest przyczyną powodzi. Malejąca powierzchnia obszarów wodno – błotnych na terenach leśnych potęguje negatywne skutki suszy. Brak realizacji programu to zmniejszenie potencjału retencyjnego lasów o około 40 mln m³. Do równie istotnych skutków braku realizacji programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* można zaliczyć np. zaniechanie stworzenia naturalnych pojmików dla dzikich zwierząt, miejsc rozrodu płazów. Analizując negatywne konsekwencje braku realizacji programu warto posłużyć się kwotami strat odnotowanych przez PGL Lasy Państwowe w wyniku suszy. W samym 2006 r. straty z tej tylko przyczyny sięgały około 43 500 000 zł. Trudno wyliczyć straty związane z zanikaniem siedlisk i wymieraniem gatunków roślin i zwierząt wodno – błotnych. Trudna jest także analiza strat związanych z malejącym potencjałem retencyjnym terenów leśnych w przypadku zaniechania realizacji Programu. Podsumowując należy stwierdzić, że realizacja programu *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych*

będzie miała pozytywny wpływ na poprawę stanu środowiska naturalnego i z racji swojej skali obejmie oddziaływaniem tereny znacznie wykraczające poza obszary leśne.

Tabela 29. Skutki społeczne, ekonomiczne oraz środowiskowe związana z zaniechaniem danego typu inwestycji (opracowanie CKPŚ)

RODZAJ SKUTKÓW	CHARAKTER OBIEKTÓW				
	Spowolnienie przepływu na ciekach	Spowalnianie odpływu z torfowisk	Budowle piętrzące	Zbiorniki wodne	Podpiętrzenia zbiorników
Zagrożenie powodziowe					
Zagrożenie pożarowe					
Utrzymanie zasobności akwenów wędkarskich na dotychczasowym poziomie					
Nie utworzenie miejsc rekreacji					
Utrzymanie różnorodności krajobrazu na dotychczasowym poziomie					
Utrzymanie zagrożenia powodziowego na dotychczasowym poziomie					
Utrzymanie zagrożenia pożarowego na dotychczasowym poziomie					
Utrzymanie produkcji roślinnej na dotychczasowym poziomie					
Utrzymanie produkcji zwierzęcej na dotychczasowym poziomie					
Utrzymanie poziomu zasobów wód na dotychczasowym poziomie					
Zanik środowisk hydrogeniczných					
Wycofywanie się gatunków związanych ze środowiskami hydrogenicznymi					
Postępujące przesuszanie torfowisk					
Retencja gruntowa na dotychczasowym poziomie					
Odpływ związków mineralnych na dotychczasowym poziomie					

5 SPIS LITERATURY

1. Agnew C.T., 1999-2000. Using the SPI to Identify Drought. Drought Network News. Vol. 12 No. 1 s. 6-11.
2. Atlas hydrologiczny Polski. Red. J. Stachý. Warszawa: Wyd. Geol. T. I 1987, T. II 1986.
3. Atlas jezior Polski. Red. J. Jańczak. Poznań: IMGW T. I 1996. T. II 1997. T. III 1999.
4. Atlas podziału hydrograficznego Polski, 2005. Red. H. Czarnecka. Cz. I i II, Warszawa: IMGW.
5. Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, 1994. Red. M. Najgrakowski Warszawa: PAN, PPKW.
6. Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., 2006. Hydrologia ogólna. Warszawa: PWN s. 340.
7. Bąk B., Łabędzki L., 2002. Assessing drought severity with the relative precipitation index (RPI) and the standardized precipitation index (SPI). J. Water Land Develop. no. 6 s. 89-105.
8. Białkiewicz F., Kucharska K., Tysza J., 1975. Rola lasu w użytecznym obiegu wody w środowisku przyrodniczym. Inst. Bad. Leśn., maszyn.
9. Białkiewicz F., Ciepeliowski A., Stolarek A., Tysza J., Wiślińska B., 1993. Leśne zlewnie badawcze. Prace IBL seria B nr 16.
10. Bobiński E., Meyer W., 1992a. Susza hydrologiczna w Polsce w latach 1989-1992 na tle wielolecia 1982-1992. Gosp. Wod. nr 12.
11. Bobiński E., Meyer W., 1992b. Susza w Polsce w latach 1982-1992. Ocena hydrologiczna. Wiad. IMGW. t. XV z. 4 s. 3-23.
12. Boczoń A. 2004. Zużycie wody przez dęby w siedlisku lasu wilgotnego. Warszawa: Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN z. 23.
13. Brzeziecki B. 1999. Wzrost żyzności siedlisk leśnych: zjawisko pozorne czy rzeczywiste? Sylwan 11: 99-107.
14. Byczkowski A., 2005. W sprawie definicji powodzi. Prz. Geofiz. Rocz. 50 z. 1-2 s. 73-76.
15. Byczkowski A., Meyer W., 1999. Objective criteria of hydrological droughts evaluation. Poznań: Rocz. AR. CCCX s. 369-381.
16. Byczkowski A., Meyer W., 2001. Hydrological drought: objective criteria of its evaluation. Proc. 19th Regional Conference of ICID. Brno-Prague, 4-8 June 2001. CD-ROM.
17. Byczkowski A., Mandes B., 1998. Wpływ stopnia zalesienia zlewni na wybrane odpływy charakterystyczne w świetle związków korelacyjnych tych odpływów z czynnikami odpływotwórczymi w północno-wschodniej Polsce. Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Las i woda”. Kraków 25 – 29 maja 1998. Referaty i materiały pokonferencyjne. Polit. Krak. s.127-135.
18. Chojnacki T., 2003. Zmiany roślinności w latach 1972-1999 na zmeliorowanym torfowisku leśnym „Wilcze Bagno” w Puszczy Augustowskiej. W: A.T. Miler, Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego. Poznań: Wydawnictwo Akademii Rolniczej.
19. Ciepeliowski A., 1994. Determination of typical flood hydrographs in small lowland catchment areas. Estudos de Engenharia Civil, Vol. 5, N2, Universidade de Coimbra.
20. Ciepeliowski A., Dąbkowski S.L., 1995. Problemy małej retencji w lasach. Sylwan 11: 31-47.
21. Ciepeliowski A., 1999. Podstawy gospodarowania wodą. Warszawa: Wyd. SGGW.
22. Ciepeliowski A., 1999. Podstawy gospodarowania wodą. Warszawa: Wyd. SGGW ss. 326.
23. Ciepeliowski A., 2001. Kształtowanie retencji wodnej w lasach. Warszawa: DGLP.
24. Ciołkosz A., Bielecka E., 1998. Zastosowanie teledetekcji satelitarnej i systemu informacji geologicznej w określaniu zasięgu i skutków powodzi. W: Zagrożenia klęskami żywiołowymi. Mat. Konf. Nauk. Tech. Min. Ochr. Środ. Bielsko-Biała, s. 143-152.
25. Czaplak I., 1996. Posuchy i rejon zagrożone jej występowaniem. W: Potrzeby i możliwości zwiększenia retencji wodnej na obszarach wiejskich. Mater. Semin. 37. Falenty: IMUZ s. 26-33.
26. Czerepko J., Boczoń A., Nikitin A., 2005. Threats of alder swamp forests in a changing environment. W: Kotowski W. (red.), WETHYDRO Center of Excellence in Wetland Hydrology. Anthropogenic influence on wetlands biodiversity and sustainable management of wetlands, Warsaw Agricultural University Press, Warsaw: 21-33.
27. Czerepko J., Haponiuk-Winiczenko K., 2005. Zmiany roślinności na zmeliorowanym torfowisku Biele w Puszczy Augustowskiej w latach 1979-2002. Leś. Pr. Bad. 1: 31-42.
28. Czerepko J., Sokołowski A.W., 2006. Zmiany roślinności mokradeł leśnych na terenie BPN w przeciągu ostatnich 30-40 lat badań. Białowieża: Wyd. BPN.
29. Czerepko J., Wróbel M., Boczoń A., 2006. Próba określenia reakcji siedliska olsu jesionowego na podniesienie poziomu wody w cieku. Leśn. Pr. Bad. 4: 7-16.
30. Dąbrowska-Zielińska K., Ciołkosz A., Kowalik W., 2001. Rozwój suszy glebowej w 1992 roku określony na podstawie termicznego wskaźnika kondycji roślin. W: Koźmiński C., Michalska B. (red.). Atlas klimatycznego ryzyka upraw i roślin w Polsce. Szczecin: Akademia Rolnicza, Uniwersytet Szczeciński.
31. Dembek W., Oświł J., 1989. Niektóre aspekty roli mokradeł w gospodarce wodnej kraju. Wiad. Mel. 8/9 s. 150-161.
32. Dojlido J. R., 1995. Chemia wód powierzchniowych. Białystok: Wyd. Ekonomia i Środowisko.
33. Drought and droughts mitigation in Europe, 2000. Pr. zbior. Red. J.V. Vogt, F. Somma. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 325.
34. Dworak T., Górlach B., 2005. Flood risk management in Europe – the development of a common EU policy. Int. J. River Basin Manag. vol. 3 no 2 s. 97-103.
35. Dynowska I., 1971. Typy reżimów rzecznych w Polsce. Zesz. Nauk. UJ Pr. Geogr. z. 28.
36. Działania w zakresie leśnictwa. Program dla Odry 2006. Suplement 8. Wrocław 1999.
37. Egler R., 2003. System ochrony przeciwpowodziowej kraju. Cz. 1. Gosp. Wod. nr 4 s. 143-148; Cz. 2. Gosp. Wod. nr 5 s. 189-197.
38. Ellis C.J., Tallis J.H., 2000. Climate control of blanket mire development at Kentra Moss, north-west Scotland. J. Ecol. 88: 869-889.
39. Fal B., 1993. Zmienność odpływu z obszaru Polski w bieżącym stuleciu. Wiad. IMGW z. 3.
40. Fal B., Bogdanowicz E., 2002. Zasoby wód powierzchniowych Polski. Warszawa: Wiadomości IMiGW, T. XXV (XLVI), z. 2, s. 3-38.
41. Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Mager P., 1995. Susze na obszarze Polski w latach 1951-1990. Mat. Bad. IMGW, Gosp. Wodna i Ochrona Wód nr 16.
42. Fortuniak K., Kożuchowski K., Żmudzka E., 2001. Trendy i okresowość zmian temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku. Prz. Geof. XLVI z. 4 s. 283-303.
43. Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. 1999. Pr. zbior. Red. L. Starkel. Warszawa: PWN ss. 593.

44. Gomółka E., Szaynok W., 1997. Chemia wody i powietrza. Warszawa.
45. Guttman N. B., 1999. Accepting the Standardized Precipitation Index: a calculation algorithm. J. Amer. Water Resour. Assoc., 35(2), s. 311-322.
46. Herbich J. (red.), 2004. Lasy i bory. W: Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 (red. J. Herbach). Warszawa: Ministerstwo Środowiska.
47. Janek M., 2000. Wpływ drzewostanów iglastych na jakość wód opadowych. Prace IBL seria A nr. 4, s. 73-87.
48. Jędryka E., 2006. Proekologiczne budowle wodne. Rozwiązania konstrukcyjne, dostosowanie do parametrów hydraulicznych cieków i uwarunkowań przyrodniczo – krajobrazowych. Poradnik. Falenty: Wyd. IMUZ.
49. Jokiel P., 2004. Zasoby wodne środkowej Polski na progu XXI wieku. Łódź: Wyd. UŁ.
50. Kaca E., 2006. Jakość wód powierzchniowych i podziemnych. W: Woda Środowisko Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie nr 18 (red. W. Mioduszeński). Falenty: Wyd. IMUZ s.108-124.
51. Kaca E., Stapel Z., Śniadowki Z., 1993. Gospodarka wodna w rolnictwie w świetle suszy 1992 roku. Mat. Inf. IMUZ nr 22 ss. 55.
52. Kapuściński J., 2000. Struktura bilansu cieplnego powierzchni czynnej na tle warunków klimatycznych środkowozachodniej Polski. Roczniki A.R. Poznań. Rozprawy naukowe z. 303.
53. Kawicki A. 2007. Ocena oddziaływania na środowisko inwestycji mogących znacząco oddziaływać na obszary Natura 2000. Komentarz. W: Ochrona środowiska. Wolters Kluwer Polska.
54. Kędziora A., Olejnik J., Kapuściński J., 1989. Impact of landscape structure on heat and water balance. Ecology International Bulletin, 17: s. 1-17.
55. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego dotyczący wspólnego stanowiska Rady w sprawie przyjęcia dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie oceny zagrożenia powodziowego i zarządzania nim. Bruksela, 6.12.2006. KOM(2006) 775, 2006/0005 (COD).
56. Kondracki J., 2002. Geografia regionalna Polski. Warszawa: PWN.
57. Kotowski W., Dembek W., 2005. Ochrona mokradeł.
58. Kowal A.L., Świderska-Bróż M., 2005. Oczyszczanie wody. Warszawa: PWN.
59. Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M., 1997. Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji. Mater. Badawcze IMGW. Ser. Gospodarka wodna i ochrona wód, 19. Warszawa: IMGW ss. 91.
60. Kowalewski Z., 2003. Wpływ retencjonowania wód powierzchniowych na bilans wodny małych zlewni rolniczych. Falenty: Wyd. IMUZ. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie nr 6 ss. 126.
61. Kowalewski Z., 2006. Powódzie w Polsce – rodzaje, występowanie oraz system ochrony przed ich skutkami. Falenty: Wyd. IMUZ. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 6, z. 1(16), s. 207-220.
62. Kozioł A., Kubrak J., Ciepielowski A., 2002. Hydrauliczny model przepustowości koryt rzecznych w warunkach występowania roślinności leśnej. Inżynieria Środowiska. Z. 5 ś. Wyd. Polit. Krak. s. 23-33.
63. Kozioł A., Kubrak J., Ciepielowski A., 2002. Hydrauliczny model przepustowości koryt rzecznych w warunkach występowania roślinności leśnej. W: Czasopismo Techniczne Inżynieria Środowiska, z. 5, s. 23-33.
64. Koźmiński C., 1986. Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z. 268 s. 17-36.
65. Koźmiński C., Górski T., Michalska B., 1990. Atlas klimatyczny elementów i zjawisk szkodliwych dla rolnictwa w Polsce. Puławy: IUNG, Szczecin: Akademia Rolnicza.
66. Koźmiński C., Michalska B., 1995. Atlas uwilgotnienia gleby w Polsce. Szczecin: Akademia Rolnicza.
67. Koźmiński C., Michalska B., 2001. Atlas klimatycznego ryzyka upraw i roślin w Polsce. Szczecin: Akademia Rolnicza, Uniwersytet Szczeciński.
68. Kożuchowski K., Żmudzka E., 2001. Ocieplenie w Polsce: skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku. Prz. Geof. XLVI z. 1-2 s. 81-90.
69. Kucharska K., Tyszką J., Ciepielowski A., 1984. Rola lasów w wyrównaniu odpływu z małych zlewni w północno-wschodniej Polsce. Gospodarka Wodna Nr 4, s. 107-110.
70. Kundzewicz Z., 2000. Gdyby mała wody miarka... Zasoby wodne dla trwałego rozwoju. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN ss. 195.
71. Lambor J., 1962. Metody prognoz hydrologicznych. Warszawa: WKiŁ ss. 86.
72. Leśnictwo, 2006. Warszawa: GUS.
73. Lode E., 1999. Wetland restoration: a survey of options for restoring peatlands. Stud. For. Suec., 205: 3-30.
74. Lorenc H., 2000. Ocena wieloletniej zmienności wybranych elementów klimatu Polski oraz jej przewidywane tendencje. Dokumentacja Bibl. IMiGW.
75. Łabędzki L., 1992. Susza w Europie i jej wpływ na plony w świetle 16-tej Europejskiej Konferencji Regionalnej ICID Budapeszt 1992. Biul. Inf. Melioracje Rolne nr 1/2 s. 11-14.
76. Łabędzki L., 2002. Drought risk estimation in the Bydgoszcz-Kujawy region using the standardized precipitation index (SPI). Proc. Inter. Conference of ICID on Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification. Bled, Slovenia, April 21-25, 2002.
77. Łabędzki L., 2004. Problematyka susz w Polsce. Woda Środowisko Obszary Wiejskie t. 4 z. 1 s. 47-66.
78. Łabędzki L., 2006. Susze rolnicze – zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. Woda Środowisko Obszary wiejskie. Rozprawy Naukowe i Monografie nr 17 ss. 107.
79. Łabędzki L., Bąk B., 2002. Monitoring suszy za pomocą wskaźnika standaryzowanego opadu. Woda Środowisko Obszary Wiejskie t. 2 z. 2(5) s. 9-19.
80. Łabędzki L., Bąk B., 2004. Zróżnicowanie wskaźnika suszy atmosferycznej SPI w sezonie wegetacyjnym w Polsce. Woda-Środowisko- Obszary Wiejskie t. 4 z. 2a (11) s. 111-122.
81. Mager P., Kuźnicka M., Kępińska-Kasprzak M., Farat R., 1999. Zmiany natężenia i częstości pojawiania się susz w Polsce (1891-1995). Matce. Ogólnopolskiej Konferencji naukowej „Zmiany i zmienność klimatu Polski”, Łódź, 3-6 listopada 1999, ss. 159-164.
82. Majewski W., 2004. Światowy Dzień Wody 2004. W: Woda i kataklizmy. Materiały z posiedzenia Komitetu Gospodarki Wodnej PAN. Warszawa 29III2004. Gdańsk: Wydaw. KDW PAN s. 10-18.

83. Małysa K., 2007. Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Komentarz. W: Ochrona środowiska. Wolters Kluwer Polska.
84. Mapa ochrony wód podziemnych. Warszawa: GRID.
85. Matuszkiewicz J.M., 1976. Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski. Lasy i zarośla łęgowe. Phytocoenosis 5.1: 3-66.
86. McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Proc. of the 8th Conference of Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, California, ss. 179-184.
87. McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Preprints of the 9th Conference of Applied Climatology, 15-20 January 1995, Dallas, Texas, ss. 233-236.
88. Miarkiewicz M., Sasin M., 2005. Rola i zadania osłony hydrologiczno-meteorologicznej i narzędzi ją wspomagających w przeciwdziałaniu skutkom zagrożeń naturalnych. W: Hydrotechnika VII'2005. Sympozjum ogólnokrajowe, Ustroń 17-19 maja 2005. Katowice: Śląska Rada NOT FSNT s. 55-64.
89. Miesięczny Przegląd Agrometeorologiczny, 1992. Warszawa: IMGW.
90. Mikulski Z., 2000. Wzrost retencji zbiornikowej w Polsce. Gosp. Wod. nr 3.
91. Mikulski Z., 1997. Powódź jako odwieczna klęska żywiołowa. Gosp. Wod. nr 11 s. 364-370.
92. Mioduszeński W., 1994. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w małych rolniczych zlewniach rzecznych. Metodyczne podstawy rozwoju małej retencji. Mater. Inf. 25. Falenty: Wyd. IMUZ ss. 36.
93. Mioduszeński W., 1997. Formy małej retencji i warunki jej realizacji. Informacje Naukowe i Techniczne SITWM 1: 3 - 10.
94. Mioduszeński W., 1999. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. Falenty: Wyd. IMUZ ss. 165.
95. Mioduszeński W., 2003. Mała retencja. Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Poradnik. Falenty: Wyd. IMUZ.
96. Mioduszeński W., 2006. Hydrologiczne funkcje mokradeł – rola torfowisk w kształtowaniu zasobów wodnych. W: Woda- Środowisko- Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie nr 18 (red. W. Mioduszeński). Falenty: Wyd. IMUZ s. 60-69.
97. Mioduszeński W., 2006. Małe zbiorniki wodne. Falenty: Wyd. IMUZ.
98. Mioduszeński W., 2007. Budowa stawów. Warszawa: Wyd. Hoża.
99. Monitoring and predicting agricultural drought. 2005. Pr. zbior. Red. Boken V.K., Cracknell A.P., Heathcote R.L. Oxford University Press, pp. 472.
100. Murat E., 1999. Poradnik hodowcy lasu. Warszawa: Wyd. Świat.
101. Ochrona przed powodzią, 1992. Pr. zbior. Falenty: Wyd. IMUZ, ss. 262.
102. Ochrona Środowiska, 2006. GUS. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
103. Okruszko T., 2006. Hydrologiczne funkcje mokradeł. W: Woda Środowisko Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie nr 18 (red. W. Mioduszeński). Falenty: Wyd. IMUZ, s.44-59.
104. Ostrowska A., Porębska G., Borzyszkowski J., Król H., Gawliński S., 2001. Właściwości gleb leśnych i metody ich oznaczania. Wyd. IOŚ.
105. Pankratz M., Golińska W., Wiśniewski S., 1997. Zasady planowania i realizacji małej retencji w lasach państwowych. Maszynopis.
106. Paszyński J., 1955. Opady atmosferyczne dorzecza Odry i ich związek z hipsometrią i zalesieniem. Prz. Geogr. Nr 4.
107. Pawlaczyk P. (red). Zasady ochrony przyrody w lasach gospodarczych. Propozycja społeczna. <http://www.lkp.org.pl/instrukcja/index.html>.
108. Pawlaczyk P., Mróz W., 2003. Natura 2000 a gospodarka leśna. W: Natura 2000 skrypt dla każdego (red. A. Antczak, M. Briggs, M. Wronka). Warszawa: Ministerstwo Środowiska, http://kp.org.pl/n2k/natura2000_w_lasach.pdf.
109. Pellerin S., Lavoie C., 2003. Reconstructing the recent dynamics of mires using a multitechnique approach. J. Ecol. 91: 1008-1021.
110. Pereira L.S., Cordery I., Iacovides I., 2002. Coping with water scarcity. International hydrological programme. IHP-VI. Technical Documents in Hydrology. No. 58. UNESCO, Paris, pp. 272.
111. Pierzgalski E., 2005. Regulacja stosunków wodnych w ekosystemach leśnych. Materiały kursokonferencji: Renaturalizacja leśnych obszarów wodno-błotnych oraz projektowanie i wykorzystywanie małej retencji wodnej w nadleśnictwach. Janów Lubelski 4-6 październik 2005. Maszynopis.
112. Pierzgalski E., 2007. Znaczenie prawidłowej gospodarki wodnej dla ekosystemów leśnych. W: Mała retencja wodna w nadleśnictwie- programy, projekty, finansowanie i realizacja. Janów Lubelski: SITLiD.
113. Pierzgalski E., Boczoń A., Tysza J., 2002. Zmienność opadów i położenia wód gruntowych w Białowieckim Parku Narodowym. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych 4: 415-425.
114. Pierzgalski E., Tysza J., Szymczak T., 2002. Wpływ przyrostu lesistości i retencji zbiornikowej na zmniejszenie wezbrań w potokach górskich. Inżynieria Środowiska. Z. 5Ś. Wyd. Polit. Krak., s. 141-151.
115. Pierzgalski E., Sokołowski A.W., Czerepko J., Boczoń A., 2006. Określenie zmian fitocenotycznych zachodzących w przesuszonych siedliskach hydrogenicznych Puszczy Białowieckiej oraz sposobów ich zapobiegania. Dokumentacja IBL.
116. Porozumienie z 21.12.1995 r. zawarte między Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa dotyczące współpracy w zakresie programu małej retencji. Gosp. Wod. nr 1, 1996.
117. Potrzeby i możliwości zwiększenia retencji wodnej na obszarach wiejskich. Pr. zbior. Red. W. Mioduszeński, E. Kaca. 1996. Mater. Semin. 37. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 136.
118. Problemy gospodarowania wodą w rolnictwie w świetle suszy 1992 roku. 1993. Mater. Semin. IMUZ nr 33 ss. 159.
119. Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych, 1993. Prac. zbior. (red. I. Dynowska). Kraków: Uniwersytet Jagielloński.
120. Przepływy charakterystyczne głównych rzek polskich w latach 1951-1995. Warszawa: IMGW, Materiały Badawcze. Ser.: Hydrologia i Oceanologia – 26.
121. Przeździecki Z., 1980. Biologiczne skutki chemizacji środowiska oddziaływanie czynników współczesnego środowiska na organizm człowieka. Warszawa: PWN.
122. Pugaczewicz E. 2006. Awifauna łęgowa doliny górnej i środkowej Łutowni". Hajnówka.
123. Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) i metody wspomagania jej wdrażania wynikające ze Wspólnej Polityki Rolnej (WPR). 2003. Tłumaczenie dokumentu roboczego Unii Europejskiej (DG ENV.B.1/BB D, 2002). Falenty: Wydaw. IMUZ, ss. 27.
124. Raport o stanie lasów w Polsce, 2006. Warszawa: Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe.

125. Raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, 2006. Warszawa.
126. Rocznik statystyczny, 2006. Warszawa: GUS.
127. Roman M., 1986. Kanalizacja, oczyszczanie ścieków. T. 2. Warszawa: Arkady.
128. Rozwałka Z., 2000. Kształtowanie wodochronnych funkcji lasu w planowaniu urządzeniowym i przestrzennym.
129. W: Rola lasów w gospodarce wodnej kraju i gospodarka wodna w lasach. Materiały szkoleniowe SITLiD.
130. Słota H., Bobiński E., Dobrowolski A., Fal B., Gałka S., Korol R., Lorenc H., Mierkiewicz M., Rutkowski T., Tomaszewska T., Żelaziński J., 1992. Susza 1992: Zakres, intensywność, przyczyny i skutki, wnioski. Mater. Badawcze IMGW Seria: Hydrologia i Oceanologia, Warszawa: IMGW.
131. Soczyńska U. i in., 2003. Modelowanie zasięgu zalewów wezbraniowych. W: Rola retencji zlewni w kształtowaniu wezbrań opadowych (red. nauk. M. Gutry-Korycka, B. Nowicka, U. Soczyńska). Wyd. UW Wydz. Geogr. i Stud. Region., s. 134-152.
132. Sokolowski A. W., 1991. Zmiany składu gatunkowego zbiorowisk leśnych w rezerwatach Puszczy Białowieskiej. Ochr. Przyr. 49: 63-78.
133. Sokolowski A. W., 1999. Zmiany sukcesyjne zbiorowisk leśnych w rezerwacie Wysokie Bagno w Puszczy Białowieskiej. Parki Nar. Rez. Przyr. 18.1: 9-18.
134. Sokolowski A.W., Czerepko J., 2005. Zmiany roślinności na siedliskach hydrogenicznych. Leśn. Pr. Bad. 4: 77-85.
135. Stachý J., Bogdanowicz E., 1997. Przyczyny i przebieg powodzi w lipcu 1997 r. Gosp. Wod. nr 11 s. 344-350.
136. Starkel L., 1991. Geografia fizyczna – środowisko przyrodnicze. Warszawa: PWN s. 561-603.
137. Strategia ochrony obszarów wodno-błotnych w Polsce wraz z planem działań (na lata 2006-2013). Warszawa: Ministerstwo Środowiska 2006.
138. Studium zagospodarowania przestrzennego pasma Odry. Bariery i zagrożenie, 2002. Wrocław: Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne. (wg www.wbu.wroc.pl).
139. Tomaszewska T., 1994. Susze atmosferyczne na przestrzeni ostatniego czterdziestolecia. Mater. Konf. XXV Zjazdu Agrometeorologów, Olsztyn-Mierki 1994. Olsztyn: Wydaw. ART s. 169-178.
140. Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. Warszawa: PWRiL.
141. Tyszką J., 1998. Retencja wodna w lasach. Bibl. leśniczego, z.87
142. Tyszką J., 2007. Kształtowanie się zasobów wodnych lasu w zmieniających się warunkach klimatycznych. Quo vadis, forestry Wyd. IBL, s.440-448.
143. Uchwała Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 10 maja 1991 r. w sprawie polityki ekologicznej. M. P. z 1991 r. nr 18, poz. 118.
144. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. „Prawo wodne”. Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229.
145. Vermes L., 1998. How to work out a drought mitigation strategy. An ICID Guide. DVWK Guidelines nr 309 ss. 29.
146. Wild J. Neuhauslova Z. Sofron J., 2004. Changes of plant species composition in the Sumava spruce forests, SW Bohemia, since the 1970s. For. Ecol. Manage. 187: 117-132.
147. Wilhite D.A., Glantz M.H., 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Water International no. 10 s. 111-120.
148. Wilhite D.A., Hayes M.J., Svoboda M.D., 2000. Drought monitoring and assessment: status and trends in the United States. W: J.V. Vogt, F. Somma (red.): Drought and droughts mitigation in Europe. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht s. 149-160.
149. www.aquadocinter.pl.
150. www.e-meteo.pl/wl/internet/zz/zz_xpages/hydrografia/zasoby_wodne_pliki/hydrografia.html.
151. www.pgi.gov.pl.
152. Wiśniewski S., 1996. Dotychczasowe metody regulacji stosunków wodnych w lasach i ich efekty. Sylwan 11: 75-83.
153. Wiśniewski S., 2006. Przykłady opracowanych programów i zrealizowanych projektów małej retencji. IBL, maszynopis.
154. Wykonanie obiektów małej retencji. Sprawozdania RRW-13 za lata 2000-2005. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Departament Gospodarki Ziemią.
155. Zasady gospodarowania wodą w lasach, 2004. Warszawa: IBL.
156. Zasady hodowli lasu, 2002, s.93
157. Żbikowski A., Żelazo J., 1992. Ochrona środowiska na terenach zalewowych. Gospodarka Wodna nr 11, s. 248-255.
158. Żurek S. Mapa złóż torfowych.

6 SPIS TABEL

Tabela 1 Indykatywne zestawienie zadań malej retencji w poszczególnych Regionalnych Dyrekcjach Lasów Państwowych*	5
Tabela 2. Charakterystyki odpływu rzeczno całkowitego i z obszaru Polski (Fal i Bogdanowicz, 2002)	9
Tabela 3. Zasoby wód powierzchniowych w wybranych krajach europejskich (Fal i Bogdanowicz, 2002)	10
Tabela 4. Parki narodowe według kategorii gruntów w 2005 r. (wg Ochrona środowiska 2006, GUS)	17
Tabela 5. Rezerwy przyrody według rodzajów (wg Ochrona środowiska 2006, GUS)	18
Tabela 6. Średnie w Polsce miesięczne opady P i ewapotranspiracja wskaźnikowa ETo (wg Penmana-Monteitha)	23
Tabela 7. Stopnie zagrożenia pożarowego w lasach	26
Tabela 8. Szacunkowe straty w wyniku suszy 2006 r. (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)	27
Tabela 9. Podstawowe rodzaje i typy powodzi oraz terminy ich występowania (opracowanie CKPŚ)	28
Tabela 10. Obszary lasów zalane w wyniku powodzi w 1997 r. w województwach nadodrzańskich (Ciołkosz i Bielecka, 1998)	30
Tabela 11. Porównanie długości obwałowań przeciwpowodziowych z powierzchnią lasów w poszczególnych województwach (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)	31
Tabela 12. Pojemności retencyjne obiektów zrealizowanych w latach 1997-2005 w programie malej retencji (opracowanie CKPŚ wg danych MRiRW)	34
Tabela 13. Porównanie pojemności wody zretencjonowanej w latach 1997-2005 w stosunku do pojemności planowanej do 2015 r. w programach rozwoju malej retencji (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)	35
Tabela 14. Zestawienie obiektów malej retencji zrealizowanych w latach 1997-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)	35
Tabela 15. Średnie objętości retencjonowanych wód i powierzchnie zalewu przypadające na 1 obiekt budowany w ramach rozwoju malej retencji w latach 1997-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)	35
Tabela 16. Zestawienie źródeł finansowania programu malej retencji w latach 1997-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)	36
Tabela 17. Struktura inwestowania (lata 1997-2005) w programie malej retencji (zestawienie kosztów) (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)	37
Tabela 18. Średnie koszty jednostkowe przyrostu retencji [zł/m ³] w latach 1997-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych MRiGŻ)	37
Tabela 19. Realizacja malej retencji w Lasach Państwowych w latach 1998-2001 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)	37
Tabela 20. Realizacja malej retencji w Lasach Państwowych w latach 2002-2004 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)	38
Tabela 21. Realizacja malej retencji w Lasach Państwowych w roku 2005 (opracowanie CKPŚ wg danych DLP)	38
Tabela 22. Zbiorcze zestawienie realizacji malej retencji w Lasach Państwowych w latach 1998-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)	38
Tabela 23. Czynniki stresowe oddziałujące na środowisko leśne	40
Tabela 24. Zestawienie podstawowych danych na terenach leśnych (opracowanie CKPŚ wg danych GUS z 2006 r.)	42
Tabela 25. Zmiany rozkładu wielkości miesięcznych odpływów w małych zlewniach leśnych (Tyszka, 2006)	46
Tabela 26. Zmiana udziału gatunków z poszczególnych grup syngenetycznych na torfowisku Biele w Puszczy Augustowskiej (Czerepko, Haponiuk-Winiczenko, 2005)	50
Tabela 27. Typy budowli piętrzących w zależności od maksymalnego piętrzenia i szerokości dna cieku (Jędryka, 2006)	59
Tabela 28. Skutki społeczne, ekonomiczne oraz środowiskowe związane z realizacją danego typu inwestycji (opracowanie CKPŚ)	68
Tabela 29. Skutki społeczne, ekonomiczne oraz środowiskowe związane z zaniechaniem danego typu inwestycji (opracowanie CKPŚ)	69

7 SPIS ILUSTRACJI

Ryc. 1. Krainy przyrodniczo-leśne (<i>Trampler i in., 1990</i>)	6
Ryc. 2. Podział Polski na dorzecza (wg KZGW)	8
Ryc. 3. Średni roczny odpływ jednostkowy na obszarze Polski (<i>Jokiel, 2004 za IMGW, 1986</i>)	9
Ryc. 4. Typy reżimów hydrologicznych w Polsce: 1 – śnieżny słabo wykształcony; 2 – śnieżny silnie wykształcony; 3 – śnieżny średnio wykształcony; 4 – śnieżno-deszczowy; 5 – deszczowo-śnieżny (wg IMGW)	10
Ryc. 5. Złoża torfu na terenie Polski (wg IMUZ – mapa mokradeł)	12
Ryc. 6. Wody podziemne wg zasobności (wg PIG)	14
Ryc. 7. Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) wymagające szczególnej ochrony (wg Ochrona środowiska – GRID)	15
Ryc. 8. Administracyjny podział Polski na regiony wodne (wg KZGW)	16
Ryc. 9. Parki narodowe i krajobrazowe poza obszarami górskimi (stan 2005 r.) (opracowanie CKPŚ wg danych Ministerstwa Środowiska)	17
Ryc. 10. Obszary Natura 2000 z uwzględnieniem projektowanych (stan do marca 2007 r.) bez obszarów górskich i całkowicie morskich (opracowanie CKPŚ wg danych Ministerstwa Środowiska)	20
Ryc. 11. Łączna powierzchnia chroniona przez parki narodowe i krajobrazowe oraz aktualne obszary Natura 2000 (opracowanie CKPŚ wg danych Ministerstwa Środowiska)	21
Ryc. 12. Średnia suma opadu (mm) w okresie IV-IX w latach 1970-2004 (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)	22
Ryc. 13. Średnia klimatyczny bilans wodny (mm) w okresie IV-IX w latach 1970-2004 (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)	23
Ryc. 14. Średnie wartości SPI na obszarze Polski dla okresów wegetacyjnych w latach 1954-2003; trend ---- wartość progowa wystąpienia suszy — (opracowanie CKPŚ wg pomiarów IMUZ)	24
Ryc. 15. Zasięg suszy (stosunek obszaru wystąpienia suszy do powierzchni kraju) w okresie wegetacyjnym (IV-IX) (opracowanie CKPŚ wg pomiarów IMUZ)	25
Ryc. 16. Liczba i powierzchnia pożarów (średnie miesięczne) za okres 1996-2005 (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)	25
Ryc. 17. Priorytety rozwoju małej retencji (dane IMGW i IMUZ)	26
Ryc. 18. Rejonizacja obszarów najczęściej nawiedzanych przez powódzie w Polsce; 1 – powódzie opadowe, 2 – powódzie roztopowe, 3 – powódzie letnie z krótkotrwałych deszczy nawałnych (wg Ochrona przed powodzią, 1992)	29
Ryc. 19. Skala zagrożeń powodzią w Polsce; 1 – bardzo małe, 2 – małe, 3 – duże, 4 – bardzo duże (<i>Ciepielowski, 1994</i>)	29
Ryc. 20. Zakres inwestycji melioracyjnych w Lasach Państwowych (sumy powierzchni zmeliorowanych w okresach pięcioletnich) (opracowanie CKPŚ wg danych DGLP)	41
Ryc. 21. Klasyfikacja zbiorników wodnych (<i>Mioduszewski, 2006</i>)	44
Ryc. 22. Podział Polski na Regionalne Dyrekcje Lasów Państwowych i rozmieszczenie obszarów leśnych w Polsce i (wg DGLP)	45
Ryc. 23. Rozkład miesięcznych wartości opadu (P) i parowania (ETR) w środkowo- zachodniej części Polski (<i>Kapuściński, 2000</i>)	45
Ryc. 24. Wzrost temperatur powietrza w Puszczy Białowieskiej (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)	46
Ryc. 25. Temperatury powietrza w półroczach zimowych (XI-IV) (opracowanie CKPŚ wg danych IMGW)	47
Ryc. 26. Zróżnicowanie wielkości strat bilansowych na parowanie i odpływ ze zlewni w zależności od zasobów drzewostanów (wg IBL) ..	47
Ryc. 27. Zmiany stężeń jonów S-SO ₄ odpływu rzecznoego w latach 1988-2006 w leśnej zlewni badawczej rzeki Św. Jan (Puszcza Augustowska) (wg IBL)	48
Ryc. 28. Porównanie położenia wody gruntowej w borze bagiennym w Puszczy Białowieskiej (wg IBL)	49
Ryc. 29. Grunty leśne wyłączone na zbiorniki i urządzenia wodne – głównie średnie i duże zbiorniki (wg GUS)	53
Ryc. 30. Liczba istniejących w danych latach punktów czerpania wody na terenach Lasów Państwowych (wg GUS)	53
Ryc. 31. Zbiornik retencyjny (fot. A. Ryś)	59
Ryc. 32. Zbiornik retencyjny powstały na skutek piętrzenia przez groblę ziemną (fot. A. Ryś)	60
Ryc. 33. Próg wodny z bystrotokiem (fot. A. Ryś)	61
Ryc. 34. Przetłumienie ziemne na rowie (fot. A. Ryś)	61
Ryc. 35. Ostrogi z bali drewnianych mających na celu wywołanie meandrowania nurtu rzeki (fot. A. Ryś)	62
Ryc. 36. Próg z bystrotokiem (fot. A. Ryś)	62
Ryc. 37. Próg z bystrotokiem – odtwarzanie zbiornika retencyjnego (fot. A. Ryś)	63
Ryc. 38. Próg z bystrotokiem (fot. A. Ryś)	63