



***Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich.  
Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi  
infrastruktury w dobrym stanie  
(projekt programu)***

Materiał przygotowany przez CKPS na podstawie opracowania wykonanego ze środków publicznych (w tym ze środków Funduszu Spójności), zgodnie z umową pomiędzy Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej a Biurem Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej. W pracach nad materiałami wyjściowymi użytymi do opracowania niniejszego programu udział wzięli m.in. zespół profesorów w składzie: Edward Pierzgalski i Stanisław Niemtur z Instytutu Badawczego Leśnictwa oraz Wojciech Bartnik i Andrzej Radecki-Pawlik z Akademii Rolniczej w Krakowie.

Warszawa, październik 2009 r.



UNIA  
EUROPEJSKA



## Spis treści

<i>Wprowadzenie</i> .....	4
1. Program ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich na obszarze zarządzanym przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe.....	8
1.1. Ogólna charakterystyka warunków fizjograficznych, ze szczególnym uwzględnieniem warunków hydrograficznych występujących na obszarach zlewni objętych programem .....	8
1.1.1. Położenie i obszar .....	8
1.1.2. Charakterystyka lasów karpackich.....	11
1.1.3. Charakterystyka lasów sudeckich .....	13
1.1.4. Czynniki klimatyczne.....	17
1.1.5. Warunki glebowe i geomorfologiczne .....	17
1.1.6. Hydrografia .....	22
1.1.7. Gęstość sieci rzecznej .....	24
1.2. Ochrona przyrody na leśnych terenach górskich, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów chronionych, w tym obszarów Natura 2000 .....	29
1.3. Analiza występowania zjawisk intensywne opadów oraz gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich wraz z oceną jej skutków (m.in. w zakresie erozji gleb, uszkodzeń strumieni, drzewostanów i infrastruktury).....	43
1.3.1. Warunki kształtujące spływ powierzchniowy.....	43
1.3.2. Skutki spowodowane gwałtownymi spływami powierzchniowymi.....	48
1.4. Analiza zagrożenia powodzią, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń występujących na terenach górskich.....	51
1.5. Ochrona przed powodzią ze szczególnym uwzględnieniem funkcji ochronnych lasów na terenach górskich .....	54
1.6. Analiza dokumentów strategicznych związanych z gospodarką wodną w zlewni, ze szczególnym uwzględnieniem wojewódzkich programów małej retencji oraz planów zabudowy potoków górskich w aspekcie ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich.....	58
1.7. Uwarunkowania i ograniczenia (topograficzne, techniczne, formalno prawne, ekonomiczne, przyrodnicze oraz inne) w zakresie ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich.....	62
1.7.1. Ograniczenia związane z konwencjami i programami ochrony środowiska .....	62
1.7.2. Pozostałe ograniczenia.....	66
1.8. Ocena potencjalnych możliwości przeciwdziałania zagrożeniom związanym z gwałtownym spływem wód opadowych na leśnych terenach górskich z zastosowaniem metod technicznych i przyrodniczych.....	67
2. Potrzeby związane z retencjonowaniem wody i spowalnianiem spływu na bioróżnorodność leśnych ekosystemów górskich.....	70
2.1. Ogólna ocena ilościowa i jakościowa zasobów i potrzeb wodnych na leśnych terenach górskich .....	70

2.2.	Wpływ działań związanych z retencjonowaniem wody i spowalnianiem spływu na bioróżnorodność leśnych ekosystemów górskich .....	72
2.3.	Przegląd stanu obecnego gospodarki wodnej dotyczący koryt rzecznych ze szczególnym uwzględnieniem koryt rzek i potoków górskich.....	73
2.3.1.	Zbiorniki retencyjne i stopnie wodne.....	73
2.3.2.	Regulacja rzek i potoków górskich.....	76
2.3.3.	Niekontrolowany pobór żwiru i otczaków z dna potoków .....	78
2.4.	Ocena ilościowa i jakościowa potrzeb w zakresie małej retencji i spowalniania spływu wód.....	79
3.	Kierunki działań i metody retencjonowania wody oraz spowalniania spływu wód na obszarach górskich.....	81
3.1.	Mała retencja wodna i jej znaczenie .....	81
3.1.1.	Kierunki działań retencyjnych na górskich obszarach leśnych .....	83
3.1.2.	Zbiorniki retencyjne i inne działania .....	85
3.2.	Szczegółowa charakterystyka przyjętych metod retencjonowania i spowalniania spływu wód.....	90
3.2.1.	Podział metod.....	90
3.2.2.	Metody przyrodnicze .....	90
3.2.3.	Metody techniczne .....	95
3.2.4.	Metody przyrodniczo-techniczne.....	97
3.2.5.	Wskazania dotyczące realizacji przedsięwzięć inwestycyjnych w ramach programu .....	98
3.3.	Cele programu .....	101
3.3.1.	Retencjonowanie i renaturyzacja cieków stałych oraz obszarów podmokłych.....	103
3.3.2.	Ograniczanie i kontrola spływu powierzchniowego .....	105
3.3.3.	Wyrównywanie i spowalnianie spływu wód wezbraniowych .....	106
3.4.	Charakterystyka planowanych rozwiązań technicznych.....	107
3.4.1.	Założenia realizacyjne zbiorników małej retencji .....	107
3.4.2.	Obiekty i działania preferowane i dopuszczane warunkowo do realizacji w ramach programu .....	113
	<i>LITERATURA</i> .....	119

*Załącznik nr 1: Wyciąg z wytycznych do realizacji programu - rozwiązania techniczne obiektów.*

## ***Wprowadzenie***

Jednym z najważniejszych strategicznych problemów dla rozwoju naszego kraju jest kształtowanie i ochrona zasobów wodnych oraz gospodarowanie wodą. Zaniebane w tym zakresie są szczególnie obszary niezurbanizowane, które obejmują około 90% powierzchni kraju. Woda i gospodarka wodna na obszarach niezurbanizowanych pełnią znacznie więcej ważnych funkcji niż w miastach i osiedlach. Wody powierzchniowe (rzeki, jeziora, stawy), a także mokradła tworzą bardzo cenne ekosystemy o zróżnicowanej gatunkowo florze i faunie. Bogactwo przyrodnicze tych ekosystemów jest ściśle związane z podtrzymaniem naturalnych stosunków wodnych i jakością wody. Małe akweny – oczka wodne, stawy, jeziorzeczka, starorzeczka i in. retencjonują wodę w okresie jej nadmiarów. Retencjonowanie różnych form i postaci wody wpływa na kształtowanie odpływu ze zlewni. Stwarza szansę poprawy reżimu odpływu zmienionego w wyniku antropopresji. Małe obiekty retencyjne, jeśli występują dostatecznie licznie, mogą zmniejszyć zagrożenie powodziowe. Duże zdolności retencyjne posiadają także obszary leśne. Intercepcja, retencja ściółki leśnej oraz stosunkowo duża przepuszczalność gleb leśnych umożliwiają zatrzymanie części opadu i zamianę spływów powierzchniowych na odpływ gruntowy. Dzięki temu las zwiększa zasoby wód podziemnych i jednocześnie wpływa na zmniejszanie i przesuwanie w czasie fal wezbraniowych w rzekach ograniczając zagrożenie powodziowe. Jako ważną rolę lasu uznaje się również zasilanie cieków wodnych poprzez dopływ podziemny w okresach susz klimatycznych. Przepływy wody w ciekach wypływających z obszarów leśnych są wówczas znacznie większe od przepływów w ciekach płynących przez zlewnie rolnicze. Wraz ze wzrostem zanieczyszczenia środowiska coraz bardziej znacząca staje się rola obszarów leśnych w kształtowaniu jakości wody.

Problemy ilościowe gospodarki wodnej w Polsce związane z występowaniem trwałych lub okresowych deficytów, względnie nadmiarów wody, są skutkiem zmienności czasowo-przestrzennej opadów atmosferycznych oraz stanu infrastruktury wodnogospodarczej. Opady charakteryzują się dużą zmiennością zarówno w okresach wieloletnich, jak i w ciągu roku. Sumy średnich opadów rocznych w latach mokrych mogą być ponad 2-krotnie większe od opadów w latach suchych. Częstym zjawiskiem jest występowanie susz powodujących klęski nieurodzaju, wzrost zagrożenia pożarowego lasów, wysychanie studni itp. Zróżnicowanie przestrzenne opadów natomiast sprawia, że w centralnej części Polski bilans wodny zwłaszcza w latach suchszych jest ujemny. Susze pojawiają się także coraz częściej w terenach górskich, nawet w obszarach, gdzie bilans

wodny z wielolecia jest dodatni. Aktualnie postępujące wymieranie drzewostanów w Beskidzie Śląskim ma także związek z okresowymi brakami wody. Z drugiej zaś strony gwałtowne roztopy i zjawiska ekstremalne w postaci opadów nawałnych powodują okresowe nadmiary wód i powodzie. Z tych niekorzystnych zjawisk wynikają podstawowe zadania gospodarki wodnej na terenach niezurbanizowanych, do których należą: zapewnienie zaopatrzenia w wodę ludności i poszczególnych gałęzi gospodarki narodowej, ochrona przed powodzią, regulacja stosunków wodnych, zapewnienie trwałości ekosystemów przyrodniczych, w tym lasów.

Wyrównanie okresowych braków lub nadmiarów wody osiąga się w różny sposób, głównie poprzez zmagazynowanie wody w zbiornikach powierzchniowych naturalnych i sztucznych, a także w glebie i w podziemnych warstwach wodonośnych. Pojemność retencyjna sztucznych zbiorników wodnych w Polsce umożliwia zmagazynowanie jedynie 6% średniego rocznego odpływu i jest powszechnie uznawana za niewystarczającą. W innych krajach europejskich wskaźnik ten jest znacznie większy i wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu procent odpływu.

Obieg wody w zlewniach, zdolności produkcyjne gleb, a także szkody powodziowe zależą w dużej mierze od stanu ekosystemów leśnych i urządzeń technicznych. Istniejące urządzenia regulujące obieg wody w zlewniach są w dużym stopniu zużyte i wymagają odbudowy, a najczęściej modernizacji, zarówno na terenach rolniczych, jak i leśnych. Podobnie w bardzo złym stanie znajduje się infrastruktura wodna wykonana dla celów ochrony przed powodzią. Poprawa tej sytuacji, w tym wykonanie dużego zakresu inwestycji nowych, jest bardzo pilne i stanowi warunek ograniczenia zagrożeń racjonalnej gospodarki wodnej.

Niniejsza praca stanowi koncepcję programową programu: *Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie* zgłoszonego do planu inwestycyjnego Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko”.

Celem programu jest spowolnienie odpływu wód z terenów górskich poprzez zwiększenie możliwości retencyjnych zlewni. Pozwoli to na zminimalizowanie negatywnych skutków zjawisk naturalnych w postaci: niszczącego działania wód wezbraniowych, powodzi oraz suszy na górskich obszarach leśnych. W ramach programu zaplanowano działania zwiększające możliwości retencyjne obszarów górskich (m.in. budowę zbiorników, renaturyzację potoków i obszarów podmokłych) a także chroniące stoki przed nadmiernym

splywem powierzchniowym W skład zadań inwestycyjnych będą wchodzić kompleksowe zabiegi łączące przyjazne środowisku metody przyrodnicze i techniczne.

Cel programu będzie osiągnięty poprzez realizację kilku tysięcy zadań inwestycyjnych w ramach trzech priorytetów:

- **Retencjonowanie i renaturyzacja cieków stałych oraz obszarów podmokłych**
- **Ograniczanie i kontrola spływu powierzchniowego**
- **Wyrównywanie i spowalnianie spływu wód wezbraniowych**

Program jest działaniem kompleksowym, realizowanym w newralgicznych obszarach górskich zlewni. Bierze w nim udział większość nadleśnictw z terenów wyżynnych i górskich. Prace będą polegać przede wszystkim na spowalnianiu i ograniczaniu gwałtownego spływu wód w potokach górskich oraz spływu powierzchniowego. Tworzone będą m. in. oczka wodne, zbiorniki retencyjne, tereny podmokłe i zalewowe. Renaturyzowane będą cieki uregulowane, przywracana będzie krętość cieków (układ bystrze/przegłębienie) oraz ciągłość ekologiczna (modernizacja budowli istniejących, w tym budowa przepławek dla ryb, pochylnie dla organizmów żywych itp.) Będą również prowadzone prace w celu ochrony skarp potoków, oraz zabezpieczenia zboczy, dróg leśnych i szlaków zrywkowych przed nadmiernym spływem wód powierzchniowych. Dzięki tym pracom nastąpi spowolnienie obiegu wody w zlewniach górskich oraz wzrost retencjonowania wód opadowych w ściółce i glebie leśnej.

Program obejmuje obszary górskie w Sudetach i Karpatach. Poszczególne zadania będą realizowane na terenach podstawowych jednostek Lasów Państwowych, czyli nadleśnictw. Poszczególne zadania programu są zlokalizowane w 56 nadleśnictwach należących administracyjnie do czterech regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych, tj.: we Wrocławiu (16 nadleśnictw), Katowicach (9 nadleśnictw), w Krośnie (19 nadleśnictw) oraz w Krakowie (12 nadleśnictw) (tab. 1).

**Tabela 1. Wykaz nadleśnictw objętych programem**

Lp.	RDLP	Nadleśnictwo	Nr Nadleśnictwa	Powierzchnia ogólna [ha]	Powierzchnia leśna [ha]
1	Wrocław	Bardo Śląskie	13-01	13113,28	12758,43
2		Bystrzyca Kłodzka	13-04	12836,42	12498,61
3		Henryków	13-02	9993,67	9637,95
4		Jawor	13-10	14791,98	14304,07
5		Jugów	13-11	9734,36	9265,40
6		Kamienna Góra	13-12	16111,63	15414,00
7		Lądek Zdrój	13-23	16844,90	16432,31
8		Lwówek Śląski	13-15	18826,40	18049,50
9		Międzyzylesie	13-16	10463,11	10244,25
10		Szklarska Poręba	13-24	14228,15	13962,45

11		Śnieżka	13-25	13565,08	12827,69
12		Świdnica	13-26	16998,49	16432,23
13		Świeradów	13-27	15749,68	15295,99
14		Wałbrzych	13-28	15713,95	15172,48
15		Zdroje	13-07	10467,59	10170,02
16		Złotoryja	13-30	19619,74	19118,78
17	Katowice	Andrychów	02-01	7015	6909
18		Bielsko	02-02	11159,63	11014,06
19		Jeleśnia	02-08	16222	16162
20		Prudnik	02-23	8158	8050,57
21		Sucha	02-30	7976,39	7823,22
22		Ujszoły	02-34	8557	8501
23		Ustroń	02-35	16509,79	16221,73
24		Węgierska Górka	02-36	11480,03	11363,96
25		Wisła	02-37	12373,76	12211,76
26	Krosno	Baligród	04-01	19291,37	19001,37
27		Bircza	04-02	29857,63	27605,91
28		Brzozów	04-04	16063,37	16000,90
29		Cisna	04-05	12182,83	11137,13
30		Dynów	04-07	10599,96	10414,92
31		Kańczuga	04-09	11973,31	11770,21
32		Kończyce	04-11	10580,67	10424,97
33		Komańcza	04-12	21641,33	21176,55
34		Krasiczyn	04-13	16096,95	15918,62
35		Lesko	04-14	18108,37	17787,74
36		Lubaczów	04-27	21232	20330
37		Lutowiska	04-16	20713	18742
38		Mielec	04-17	9297,01	9232,21
39		Narol	04-18	15907,40	15459,63
40		Rymanów	04-20	20729,79	20174,18
41		Strzyżów	04-22	12896,33	12768,33
42		Stuposiany	04-23	9445,23	9189,94
43		Ustrzyki Dolne	04-03	24 282	23 710
44		Wetlina	04-25	7982,69	7595,66
45		Kraków	Brzesko	03-02	16222
46	Dębica		03-04	8160	8036
47	Gorlice		03-05	7614	7479
48	Gromnik		03-06	8557	8500
49	Krościenko		03-09	17110	16933
50	Limanowa		03-11	11476	11393
51	Łosie		03-13	12338	12165
52	Myślenice		03-15	5245	5222
53	Nawojowa		03-16	12996	13031
54	Nowy Targ		03-17	8296	8199
55	Piwniczna		03-21	16222	16153
56	Stary Sącz		03-24	8160	8036

Niniejsza koncepcja programowa składa się z informacji wprowadzających oraz trzech rozdziałów. W pierwszym rozdziale scharakteryzowano warunki fizjograficzne obszarów objętych programem wraz z ogólną charakterystyką lasów na tych obszarach. Przedstawiono w nim także zakres występowania zjawisk ekstremalnych powodujących uszkodzenia drzewostanów, koryt potoków oraz infrastruktury wodnej i komunikacyjnej. Podano także uwarunkowania i ograniczenia w zakresie doboru rozwiązań mających na celu retencję oraz ochronę przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych w obszarach górskich.

Szczególną uwagę zwrócono na istniejące, na obszarze objętym programem, formy ochrony środowiska.

W rozdziale drugim przedstawiono ogólny stan gospodarki wodnej i ochrony przed skutkami hydrologicznych zjawisk ekstremalnych oraz oszacowano potrzeby w zakresie ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód i utrzymania potoków górskich w dobrym stanie.

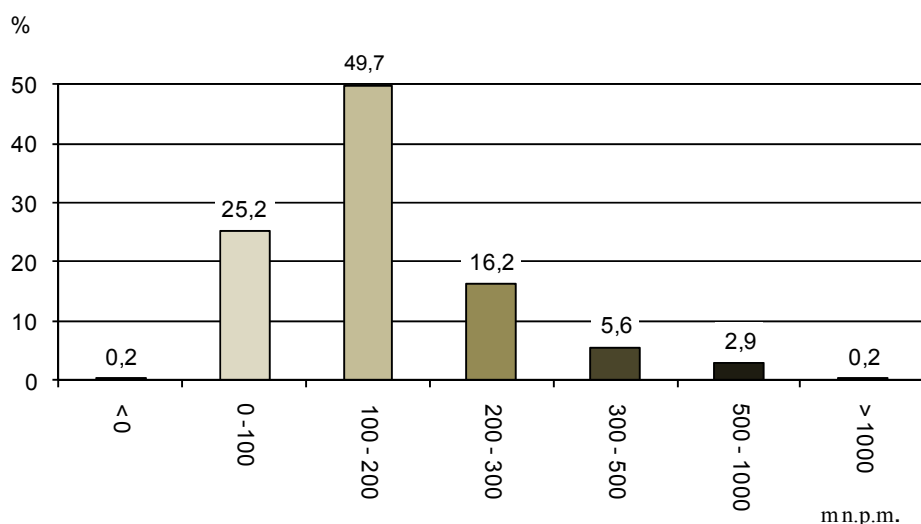
Rozdział trzeci zawiera opis kierunków działań retencyjnych i metod ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód powierzchniowych wraz z charakterystyką przyjętych metod, planowanych rozwiązań technicznych i zasadami realizacji programów.

## **1. Program ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich na obszarze zarządzanym przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe**

### **1.1. Ogólna charakterystyka warunków fizjograficznych, ze szczególnym uwzględnieniem warunków hydrograficznych występujących na obszarach zlewni objętych programem**

#### **1.1.1. Położenie i obszar**

Obszary górskie zajmują około 1/5 obszaru lądów, a zamieszkiwane są tylko przez 1/10 ludności świata. Wywierają jednak istotny wpływ na życie ponad połowy ludności świata poprzez zaopatrzenie w wodę, żywność, drewno, energię elektryczną, a także rekreację i turystykę. Na tym tle udział procentowy obszarów górskich w Polsce jest niewielki.



Rysunek 1. Procentowy rozkład obszarów o różnej wysokości n.p.m. w Polsce (źródło: dane Instytutu Geodezji i Kartografii, GUS 2006)



Polska jest krajem niżowym, o średnim wzniesieniu n.p.m. zaledwie 169 m, podczas gdy średnie wzniesienie Europy wynosi 330 m n.p.m. (rys.1). Tereny powyżej 500 m n.p.m. zajmują około 2.9 % ogólnej powierzchni naszego kraju, a powyżej 1000 m n.p.m. dziesięciokrotnie mniej (zaledwie 0.2%).

Niewielki procent udziału powierzchni był jednym z przyczyn niedoceniań w przeszłości niepowtarzalnego charakteru i znaczenia obszarów górskich w Polsce, które pomimo niewielkiej powierzchni spełniają niezwykle istotne funkcje dla całego kraju. Wśród tych funkcji jedną z najważniejszych jest wpływ na gospodarkę wodną, w tym na zaopatrzenie w wodę. W konsekwencji zaniedbań inwestycyjnych poziom infrastruktury na obszarach górskich był przez wiele lat znacznie niższy w porównaniu z przeciętnym w Polsce. Przedsięwzięcia objęte programem są zlokalizowane w Sudetach i Karpatach (Lenart i in. 2003).

**Sudety** stanowią masyw górski rozciągający się na długości około 300 km i szerokości 50 km między Rudawami a Karpatami. Zlokalizowane są w południowo-zachodniej części Polski oraz w północnej części Republiki Czeskiej. Szczegółowy podział Sudetów podano w tabeli 4. Najwyższe wzniesienia znajdują się w Karkonoszach (Śnieżka, 1602 m n.p.m.), Grupie Śnieżnika (Śnieżnik, 1425 m n.p.m.), Górach Izerskich (Wysoka Kopa, 1126 m n.p.m.), Górach Orlickich (Orlica, 1084 m n.p.m.) oraz Górach Sowich (Wielka Sowa, 1015 m n.p.m.).

**Karpaty** obejmują znacznie większy terytorialnie obszar od Sudetów. Znajdują się, oprócz Polski, w Słowacji, Czechach, Austrii oraz na Węgrzech i Ukrainie. Ciągają się na długości około 1300 km i szerokości 100-500 km zajmując powierzchnię 190 tys. km<sup>2</sup>. W Polsce obszar Karpat zajmuje powierzchnię 7,2 % kraju. Karpaty składają się z wielu różniących się pod względem geologicznym i orograficznym pasm górskich. W granicach Polski wyróżnia się pasma górskie należące do Karpat Centralnych (Tatry z najwyższym szczytem Rysy 2499 m n.p.m.) i Podhale, do Karpat Zewnętrznych – Beskidy i do Karpat Wschodnich – Bieszczady.

Między Sudetami a Karpatami istnieją duże różnice związane z genezą i okresem powstania. Istotnie różnią się pod względem ukształtowania, budowy geologicznej, klimatu i wynikającego z tych cech użytkowania.

Regiony górskie są to obszary o największych zasobach wodnych, zasilających nizinne tereny kraju. Jednocześnie charakteryzują się największym zróżnicowaniem środowiska geograficznego: rzeźby, budowy geologicznej, stosunków klimatycznych oraz szaty roślinnej.

Przeważająca ich powierzchnia to lasy wodochronne i glebochronne, w tym także na obszarach wododziałowych i o dużych spadkach terenu.

Termin „lasy górskie” może mieć różne znaczenie, ponieważ może określać obszar występowania lub też istotne cechy odróżniające lasy górskie od lasów nizinnych. Najbardziej ogólnie można zdefiniować obszar występowania lasów górskich w Polsce wg obowiązującej regionalizacji przyrodniczo-leśnej – są to VIII Kraina Karpacka i VII Sudecka. Jako uzupełnienie wymienia się często dzielnicę Gór Świętokrzyskich z VI Krainy Małopolskiej oraz z V Krainy Śląskiej – Mezoregion Przedgórze Sudeckiego. Kryterium wysokościowe nie może być traktowane, jako uniwersalne dla wszystkich masywów górskich, ze względu na duże różnice w układzie pięter roślinnych w zależności od maksymalnej wysokości n.p.m. w danym masywie.

Tym, co najbardziej odróżnia lasy górskie od pozostałych, są przede wszystkim odmienne, charakterystyczne dla obszarów górskich, siedliska leśne z typowymi dla danego regionu lub masywu ekotypami, albo proveniencjami określonych gatunków drzew. Kryteria określania siedlisk leśnych, za pomocą typów siedliskowych lasu, obejmują bowiem całokształt warunków edaficznych z biocenozą ukształtowaną często w ciągu wielu dziesięcioleci.

Podział administracyjny Lasów Państwowych nie jest uzależniony od żadnego z wymienionych wyżej kryteriów, dlatego na obszarze wielu nadleśnictw występują zarówno lasy górskie, wyżynne, jak i nizinne, pomimo konieczności stosowania odmiennych zasad gospodarowania. Powierzchnię lasów górskich określoną wg kryterium siedliskowego oraz powierzchnię ogólną LP w VII Sudeckiej i VIII Krainie Przyrodniczo-Leśnej przedstawiono w tabeli 2, według *Siedliskowych podstaw hodowli lasu*, 2004.

**Tabela 2. Powierzchnia leśna LP w Krainie Karpackiej i Sudeckiej**

KRAINA PRZYRODNICZO- LEŚNA	POWIERZCHNIA LEŚNA		
	Ogólna [ha]	Siedliska górskie	
		[ha]	[%]
Karpacka	425938,0	334839,7	78,6
Sudecka	161678,1	126917,3	78,5
<b>Razem</b>	<b>620362,6</b>	<b>461757,0</b>	<b>78,5</b>

Z przedstawionych w tabeli danych wynika, że w obydwu typowo górskich krainach przyrodniczo-leśnych lasy górskie wg kryterium siedliskowego zajmują około 78%

powierzchni. Pozostałe to lasy wyżynne i nizinne. Powierzchnię lasów w Polsce (w tym lasów górskich) różnych form własności przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 3. Powierzchnia lasów górskich różnych form własności na tle powierzchni lasów w Polsce (GUS 2006)**

WYSZCZEGÓLNIENIE	POLSKA	LASY WŁASNOŚCI PUBLICZNEJ				LASY PRYWATNE
		Lasy Skarbu Państwa			Lasy gminne	
		PGL LP	inne SP	parki narodowe		
		[tys. ha]				
Lasy ogółem	9000 100,0%	7042 78,2%	103 1,2%	183 2,0%	82 0,9%	1590 17,7%
Lasy górskie	957 100,0%	650 66,9%		87 10,5%	20 2,0%	200 20,6%

### 1.1.2. Charakterystyka lasów karpackich

W granicach Polski znajduje się około 10% powierzchni Karpat, tj. około 19 600 km<sup>2</sup>, co stanowi 6,3% obszaru lądowego Polski (rys.2). Lesistość polskiej części Karpat ocenia się na ponad 41%, przy znacznym udziale lasów prywatnych, nawet powyżej 70% powierzchni w niektórych nadleśnictwach.



Rysunek 2. Karpacka Kraina Przyrodniczo-Leśna z naniesionymi granicami nadleśnictw (według Kondrackiego oraz danych BULiGL)

Drzewostany na obszarze polskiej części Karpat są w mniejszym lub większym stopniu ukształtowane w wyniku gospodarczej działalności człowieka (Niemtur 2007). Już w XIX wieku działalność ta wyglądała najczęściej w ten sposób, że po wyрубaniu do „czysta” rodzimego drzewostanu, a następnie po przekopaniu lub przeoraniu gleby leśnej, zasiewano krzycę (gatunek żyta), a w trzecim roku sadzono świerka, z reguły z nasion obcego pochodzenia, (Myczkowski 1957). Efektem tej działalności były i są w wielu nadleśnictwach

jednowiekowe monokultury świerkowe o dużej podatności na działanie szkodliwych czynników abiotycznych i biotycznych. Tylko na niewielkiej powierzchni pozostały lasy zbliżone do naturalnych, przeważnie włączone do parków narodowych lub rezerwatów przyrody, z odrębnymi przepisami dotyczącymi ich zagospodarowania.

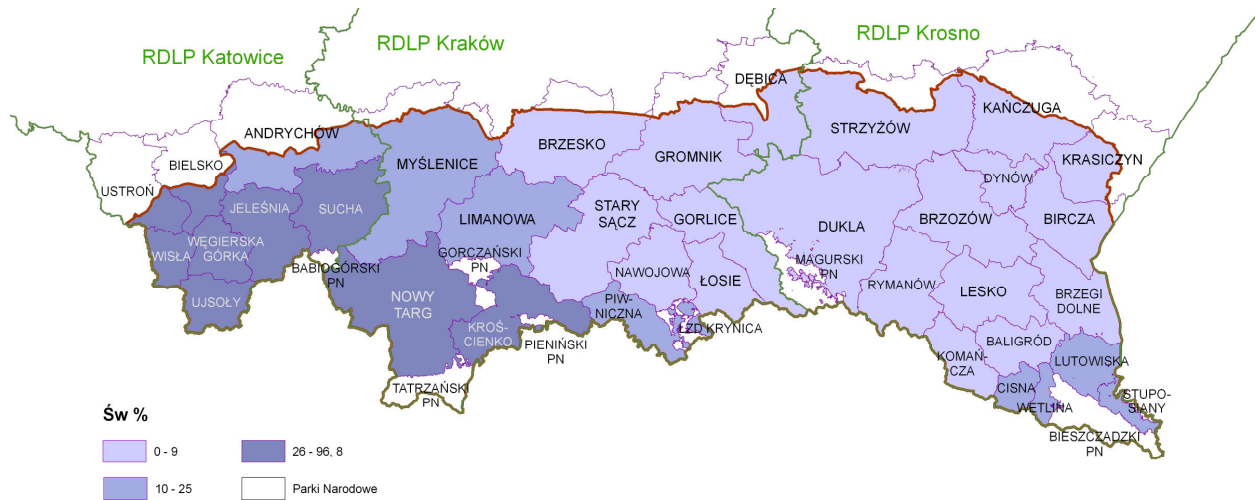
Obecnie podstawą gospodarki leśnej w górach jest przyjęta powszechnie wielofunkcyjność lasów ze szczególnym uwzględnieniem funkcji ochronnych. W ramach rębni złożonych, najczęściej z długim okresem odnowienia, wykorzystuje się przede wszystkim odnowienia naturalne, a gdzie nie jest to możliwe wprowadza się sadzonki zgodnie z obowiązującą w Polsce leśną regionalizacją dla nasion i sadzonek. Ogólnym trendem w lasach państwowych, a szczególnie w nadleśnictwach górskich, jest dążenie do wyhodowania drzewostanów mieszanych o złożonej strukturze i charakterystycznej dla danego siedliska różnorodności biologicznej, przez co zwiększona zostanie ich odporność na działanie niekorzystnych czynników biotycznych i abiotycznych, co z kolei przyczyni się do poprawy właściwości wodochronnych i glebochronnych lasów górskich.

Realizację trudnych zadań stojących przed hodowlą lasów górskich ułatwia, występowanie licznych typów siedliskowych lasu na obszarze lasów karpackich. Żywe siedliska lasowe, które zajmują w tej Krainie prawie całą, bo 97%, powierzchnię (*Siedliskowe podstawy ...* 2004), umożliwiają stopniowe odtwarzanie zniekształconych biocenoz. Nawet obecnie, pomimo silnych zmian antropogenicznych, biocenozy Krainy Karpackiej liczą około 1700 gatunków flory rodzimej, czyli 3/4 całej flory krajowej, w tym 45 gatunków endemicznych.

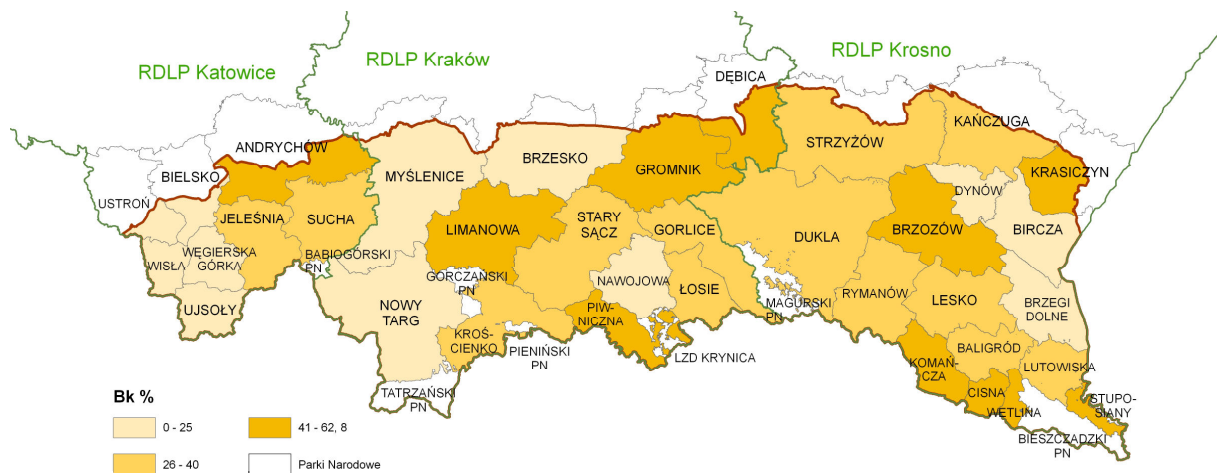
Jednym z najistotniejszych trendów obserwowanych w lasach karpackich jest stopień zniekształcenia drzewostanów w relacji do siedlisk, zwiększający się ze wschodu na zachód (Fabianowski, Rutkowski 1974, Fabianowski Jaworski 1995). Dlatego w zachodniej części Krainy Karpackiej występuje najwięcej zniszczonych drzewostanów w wyniku działania niekorzystnych czynników biotycznych i abiotycznych, w tym obserwowanych ostatnio anomalii pogodowych (susze, huraganowe wiatry). Zniszczenia te dotyczą przede wszystkim drzewostanów świerkowych, które najliczniej występują w nadleśnictwach Beskidu Śląskiego i Żywieckiego (rys. 3). Są to w większości nadleśnictwa RDLP Katowice objęte niniejszym programem.

W Lasach Państwowych na obszarze Krainy Karpackiej największą powierzchnię, (32%) zajmują drzewostany bukowe (rys. 4). Na drugim miejscu, zarówno pod względem zajmowanej powierzchni, jak i zapasu, znajdują się drzewostany jodłowe (23%). Następne

miejsca zajmują kolejno świerk (17%) i sosna (15%). Drzewostany pozostałych gatunków zajmują łącznie 13 % powierzchni leśnej Krainy Karpackiej.



Rysunek 3. Rozkład przestrzenny drzewostanów świerkowych w poszczególnych nadleśnictwach na obszarze Krainy Karpackiej wg udziału powierzchniowego (według Kondrackiego oraz danych BULiGL)



Rysunek 4. Rozkład przestrzenny drzewostanów bukowych w poszczególnych nadleśnictwach na obszarze Krainy Karpackiej wg udziału powierzchniowego (według Kondrackiego oraz danych BULiGL)

### 1.1.3. Charakterystyka lasów sudeckich

Sudecka Kraina Przyrodniczo-Leśna, pomimo niedużej powierzchni (rys. 5, tab. 2), charakteryzuje się niezwykle dużym zróżnicowaniem zarówno uwarunkowanego litologicznie podłoża glebowego jak i biocenoz leśnych. W żadnej krainie przyrodniczo-leśnej nie występują tak liczne odmiany skał i minerałów od silnie przeobrażonych gnejsów, poprzez

skały magmowe (granity, sjenity, gabra, diabazy, bazalty i porfiry do skał osadowych) (Grocholski 1969). W zdecydowanej większości skały sudeckie są bezwapienne, dlatego powstałe z nich gleby ulegają szybkiemu wylugowaniu i zakwaszeniu.



Rysunek 5. Sudety z naniesionymi granicami nadleśnictw (według Kondrackiego oraz danych BULiGL)

Ważną rolę dla gospodarki wodnej odgrywa, występujące bardzo często w Sudetach, spękanie skał. Ułatwia ono wsiąkanie i odprowadzanie wody w głębsze warstwy skalne, wypływającą następnie w niższych położeniach w postaci źródeł i wywierzysk. Jest to przyczyną słabego nawodnienia większej części zboczy sudeckich i dlatego najważniejszą rolę w bilansie wodnym drzew w tych obszarach spełniają wody powierzchniowe pochodzenia atmosferycznego. Sudety charakteryzują się także płaskimi i szerokimi grzbietami i wierzchowinami, które sprzyjają stagnacji wody i zabagnianiu (Walczak, 1968). W takich warunkach zwiększa się i tak duże znaczenie odpowiednio ukształtowanych i zagospodarowanych ekosystemów leśnych dla gospodarki wodnej tych obszarów. Niestety, działalność gospodarcza człowieka spowodowała w Sudetach jeszcze większe przekształcenie lasów niż w Karpatach, głównie poprzez eksploatację dla górnictwa oraz hutnictwa żelaza i szkła. W miejsce wyciętych drzewostanów wprowadzano również monokultury świerkowe. Wiele z tych drzewostanów nie doczekało nawet klęski ekologicznej na skutek zniszczeń przez wiatr i szkodniki owadzie.

O zróżnicowaniu Krainy Sudeckiej świadczą też liczne (12) mezoregiony wydzielone w ramach trzech dzielnic przyrodniczo-leśnych (*Siedliskowe podstawy ...* 2004):

1) Dzielnic Sudetów Zachodnich – cztery mezoregiony,

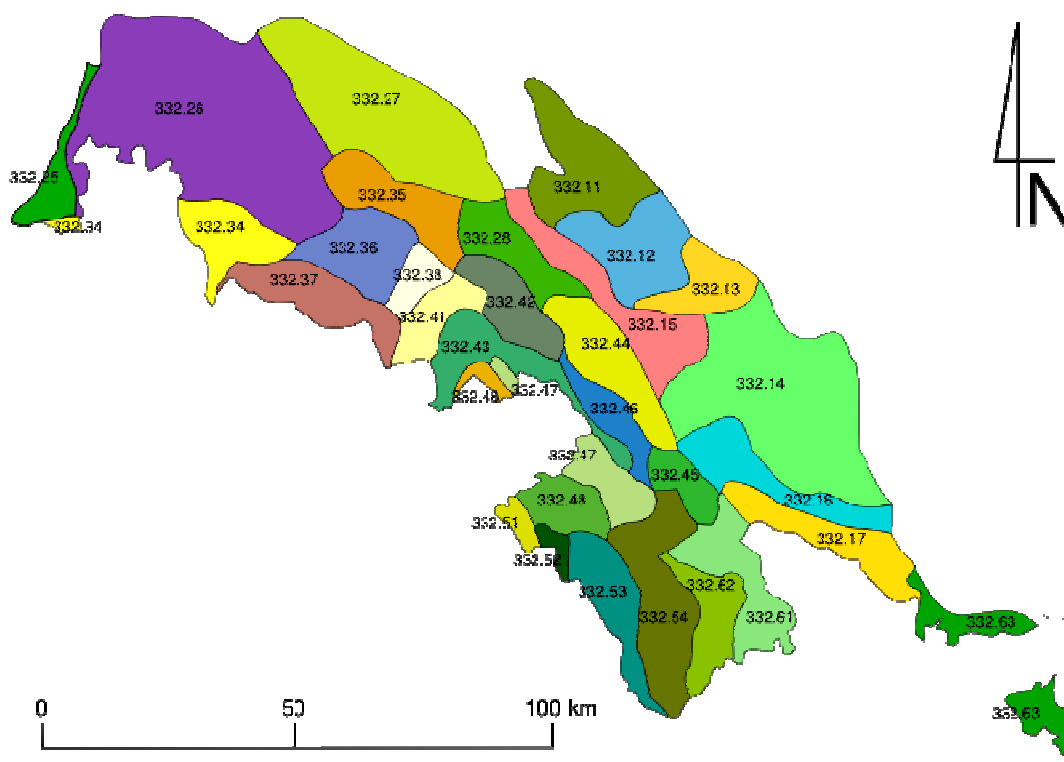
- 2) Dzielnica Sudetów Środkowych – siedem mezoregionów,
- 3) Dzielnica Sudetów Wschodnich – jeden mezoregion.

Mezoregiony swym zasięgiem nawiązują do regionów fizycznogeograficznych wg Jerzego Kondrackiego (tab. 4, rys. 6).

**Tabela 4. Regiony fizycznogeograficzne w Sudetach wg Jerzego Kondrackiego**

<p><b>332.1 Przedgórze Sudeckie</b>            332.11 Wzgórza Strzegomskie            332.12 Równina Świdnicka            332.13 Masyw Śląży            332.14 Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie            332.15 Obniżenie Podsudeckie            332.16 Obniżenie Otmuchowskie            332.17 Przedgórze Paczkowskie</p> <p><b>332.2 Pogórze Zachodniosudeckie</b>            332.25 Obniżenie Żytawsko-Zgorzeleckie            332.26 Pogórze Izerskie            332.27 Pogórze Kaczawskie            332.28 Pogórze Wałbrzyskie</p>	<p><b>332.3 Sudety Zachodnie</b>            332.34 Góry Izerskie            332.35 Góry Kaczawskie            332.36 Kotlina Jeleniogórska            332.37 Karkonosze            332.38 Rudawy Janowickie</p> <p><b>332.4-5 Sudety Środkowe</b>            332.41 Brama Lubawska            332.42 Góry Wałbrzyskie            332.43 Góry Kamienne            332.44 Góry Sowie            332.45 Góry Bardzkie            332.46 Obniżenie Noworudzkie            332.47 Obniżenie Ścinawki            332.48 Góry Stołowe</p>	<p>332.51 Pogórze Orlickie            332.52 Góry Orlickie            332.53 Góry Bystrzyckie            332.54 Kotlina Kłodzka</p> <p><b>332.6 Sudety Wschodnie</b>            332.61 Góry Złote            332.62 Masyw Śnieżnika            332.63 Góry Opawskie</p>
---	--	---

W obydwu tych podziałach poszczególne jednostki uwzględniają przede wszystkim zasięg terytorialny określonych pasm górskich, jest to więc odwrotne podejście metodyczne w stosunku do granic zlewni górskich.



Rysunek 6. Lokalizacja regionów fizycznogeograficznych w Sudetach wg Jerzego Kondrackiego (objaśnienia zgodnie z tabelą 4)

Liczne pasma górskie to również liczne zlewnie o zróżnicowanych warunkach siedliskowych z dominacją drzewostanów świerkowych o różnej zdrowotności. Udział drzewostanów świerkowych w Krainie Sudeckiej ocenia się na około 70%, przy czym w Dzielnicy Sudetów Wschodnich udział ten zbliża się nawet do 90%. Tak wysoki udział drzewostanów świerkowych nie ma uzasadnienia w strukturze siedlisk leśnych Krainy Sudeckiej, ponieważ siedliska lasowe zajmują tu niemal 90% powierzchni. Podobnie, jak w Krainie Karpackiej, stwarza to duże możliwości dla przebudowy istniejących drzewostanów w poszczególnych zlewniach i zwiększenia w przyszłości ich zdolności retencyjnych, a tym samym złagodzenia klęsk powodziowych. Roczne sumy opadów kształtują się od około 600 mm w kotlinach i na pogórzach do ponad 1200 mm w partiach szczytowych.

Podobnie jak w Karpatach wyróżnia się tu pięć pięter roślinnych, jednak o znacznie niższym zasięgu wysokości n.p.m.:

- podgórze: do 500 m n.p.m.,
- regiel dolny: 500-1000 m n.p.m.,
- regiel górny: 1000-1250 m n.p.m.,
- strefę kosodrzewiny: 1250-1450 m n.p.m.,
- strefę alpejską: ponad 1450 m n.p.m.

W piętrze podgórze występują nizinne i wyżynne typy siedlisk, które zajmują prawie 23% powierzchni. W reglu dolnym przeważają siedliska górskie (LG, LMG, BMG), zajmujące łącznie około 60% powierzchni. W reglu górnym występuje BWG. Głównym gatunkiem lasotwórczym jest świerk pospolity. Udział buka wynosi około 5%, przy znikomym udziale jodły oraz pozostałych gatunków takich jak: sosna, dąb, modrzew, olsza czarna, brzoza i inne. Średnia lesistość Krainy wynosi 38,0%, ale na Pogórzach Zachodnioizerskim oraz w Kotlinie Jeleniogórskiej i Kłodzkiej nie przekracza 20%.

Aktualny stan lasów sudeckich jest klasycznym przykładem błędnej gospodarki leśnej opisywanej w podręcznikach, nie tylko z zakresu hodowli lasu. Ilustracją mogą być dane o zmianie udziału drzewostanów świerkowych w Nadleśnictwie Łądek Zdrój, które jest jednym z typowych nadleśnictw sudeckich (RDLP Wrocław): od 30% w 1834 r. aż do 96% w 1953 r. (w 1842 r. – 48%, a w 1872 r. – 65%).



Wyhodowane z nadzieją na maksymalny zysk sztuczne świerczyny, stopniowo nękałe i osłabiane przez szkodniki owadzie, patogeny grzybowe i w końcu zanieczyszczenia atmosferyczne obumierały masowo zwłaszcza w latach osiemdziesiątych, w okresie tzw. sudeckiej klęski ekologicznej.

#### 1.1.4. Czynniki klimatyczne

Czynniki klimatyczne w poszczególnych pasmach gór polskich znacznie się różnią. **Sudety** charakteryzuje klimat górski z wpływami klimatu oceanicznego, średnia temperatura w lipcu wynosi 15°C, a w styczniu -3°C. Temperatura zmienia się nie tylko wraz z wysokością, ale również w poszczególnych obszarach gór sudeckich. Wyróżnia się piętra roślinno-klimatyczne:

- umiarkowanie ciepły obszar pogórza,
- umiarkowanie chłodny obszar regla dolnego,
- chłodny obszar regla górnego,
- bardzo chłodny obszar kosówki,
- zimny obszar turni.

Klimat **Karpat** należy do strefy klimatów umiarkowanych. Wstępuje tu klimat górski. Dużą rolę w kształtowaniu lokalnych cech klimatu mają Karpaty Zachodnie oraz Karpaty Wschodnie. Średnia temperatura powietrza z wielolecia wynosi w styczniu na przedgórzach od -3°C do -5°C. W lipcu temperatury zależą istotnie od wysokości: od 18°C do 20°C w najniższych partiach, do temperatur ujemnych w najwyższych obszarach. Także w Karpatach klimat i roślinność zmienia się wraz z wysokością. Szacuje się, że na każde 100 metrów wysokości temperatura obniża się o 0,5°C. W Karpatach, oprócz podobnych, jak w Sudetach, pięter roślinno-klimatycznych wyróżnia się jeszcze umiarkowanie zimny obszar hal zalegający poniżej piętra turni.

Opady roczne w Sudetach wahają się od 800 mm u podnóży gór do 1200 mm w wyższych partiach. Maksymalne opady występują w miesiącach letnich. Suma opadów rocznych w Karpatach w niższych obszarach górskich wynosi 800-1000 mm, a w wyższych osiąga wielkości w granicach 1400-1600 mm.

#### 1.1.5. Warunki glebowe i geomorfologiczne

W Karpatach przeważają gleby brunatne-kwaśne, płowe i prądziny. W najwyższych partiach gór występują gleby inicjalne i słabo wykształcone.

Krajobraz Sudetów jest wynikiem procesów górotwórczych i erozyjnych. Sudety posiadają budowę zrębową. Są poprzecinane dolinami rzecznyymi i kotlinami śródgórskimi. Znajdują się tu liczne grzbiety o łagodnych stokach i płaskich wierzchołkach.

W Sudetach przeważają gleby górskie, brunatne i bielice. Na Przedgórzu – czarnoziemy, gleby brunatne i płowe. W Sudetach występują głównie gleby brunatnoziemne, a także gleby inicjalne i słabo wykształcone oraz mady rzeczne. Występują także lessy i utwory lessopodobne.

Spadek terenu, obok długości stoku, jest najważniejszym wskaźnikiem geomorfologicznym, który decyduje o prędkości spływu wody po powierzchni terenu i jej energii rozmywającej. Na mapie warunków hydrograficznych i zagrożeń erozyjnych wyodrębniono 4 klasy spadków [°]: 0-5, 6-10, 11-20 oraz powyżej 20°. Pierwsza klasa spadków obejmuje tereny o stosunkowo mało erodującym spływie wód w lasach. Na innych gruntach przy tych spadkach dopuszcza się uprawy rolne przy zachowaniu zasad ochronnej uprawy gleb. W drugiej klasie spadków spływ powierzchniowy może powodować znaczne wymywanie gleb, jeśli jest ona pozbawiona dobrego pokrycia. Uprawy rolne są możliwe, ale przy zastosowaniu ochronnych urządzeń technicznych, np. tarasów. W trzeciej klasie spadków, a zwłaszcza w czwartej, erozja gleb może powodować znaczne straty gleb, a w lasach objawia się głównie w formie żłobin i wąwozów.

Analiza wielkość powierzchni poszczególnych klas spadków w nadleśnictwach objętych programem w odniesieniu do zasięgu regionalnego nadleśnictwa wskazuje, że największy udział powierzchni o spadkach powyżej 11° znajduje się w nadleśnictwach RDLP Krosno (35,0% powierzchni), następnie w RDLP Kraków (30,2%), w RDLP Katowice (23,9%), a najmniej w RDLP Wrocław (21,8%). Dane szczegółowe z poszczególnych nadleśnictw zamieszczono w tabelach 5, 6, 7 oraz 8.

**Tabela 5. Powierzchnia klasy spadków według zasięgu terytorialnego nadleśnictw RDLP Wrocław**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Bardo Śląskie	31395	67	6121	13	6619	14	2386	5
2	Bystrzyca Kłodzka	20339	61	6563	20	5324	16	1278	4
3	Henryków	68408	63	20631	19	16288	15	3257	3
4	Jawor	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Jugów	14103	44	9016	28	6998	22	1641	5
6	Kamienna Góra	21356	51	9850	23	8406	20	2548	6
7	Łądek Zdrój	5865	21	7693	28	11570	42	2614	9
8	Lwówek Śląski	59947	77	12876	16	4820	6	436	1
9	Międzyzlesie	15362	53	6289	22	5592	19	1698	6
10	Szklarska Poręba	10119	42	8144	34	5239	22	441	2

11	Śnieżka	18390	53	7090	21	7601	22	1734	4
12	Świdnica	78298	83	7519	8	7242	8	1800	2
13	Świeradów	35810	77	6648	14	3847	8	364	1
14	Wałbrzych	17064	42	10202	25	9513	24	3661	9
15	Zdroje	15033	55	5849	21	5124	19	1558	6
16	Złotoryja	66673	84	7948	10	4246	5	537	1
<b>Razem</b>		<b>478162</b>	<b>58,2</b>	<b>132439</b>	<b>20,1</b>	<b>108429</b>	<b>17,5</b>	<b>25953</b>	<b>4,3</b>

**Tabela 6. Powierzchnia klasy spadków według zasięgu terytorialnego nadleśnictw RDLP Katowice**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Andrychów	80626	74	14969	14	10209	9	2720	3
2	Bielsko	33704	72	4111	9	6239	13	3027	6
3	Jeleśnia	12315	26	10083	21	21749	46	3344	7
4	Prudnik	167441	93	9678	5	2127	1	206	0
5	Sucha	9812	18	16576	30	26017	46	3301	6
6	Ujsoły	260	10	6228	23	15170	55	3307	12
7	Ustroń	38468	70	6367	12	7917	14	2413	4
8	Węgierska Górka	6648	25	4784	18	11677	45	3270	12
9	Ustroń	2050	11	5159	28	10223	54	1388	7
<b>Razem</b>		<b>351324</b>	<b>62,3</b>	<b>77955</b>	<b>13,8</b>	<b>111328</b>	<b>19,8</b>	<b>22976</b>	<b>4,1</b>

**Tabela 7. Powierzchnia klasy spadków według zasięgu terytorialnego nadleśnictw RDLP Krosno**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Baligród	5270	17	7753	25	13998	46	3686	12
2	Bircza	22628	45	18577	37	8530	17	475	1
3	Brzozów	29561	40	21714	30	19862	27	2079	3
4	Cisna	106	1	3359	26	6048	46	3944	27
5	Dynów	8582	33	8714	34	7618	30	712	3
6	Kańczuga	21359	23	59109	63	10769	12	1767	2
7	Kołaczyce	14 833	15	27688	28	49443	50	6922	7
8	Komańcza	5908	21	9431	33	11060	39	2131	7
9	Krasieczyn	37430	62	16016	26	6742	11	402	1
10	Lesko	2878	16	6531	36	7980	44	719	4
11	Lubaczów	32003	98	671	2	96	0	3	0
12	Lutowiska	3028	11	6427	23	8780	32	9326	34
13	Mielec	27558	97	852	3	-	-	-	-
14	Narol	34485	95	1815	5	-	-	-	-
15	Rymanów	12344	26	17920	38	15106	32	1328	3
16	Strzyżów	60207	45	48101	36	23594	18	1329	1
17	Stuposiany	1655	17	2725	28	4575	47	779	8
18	Ustrzyki Dolne	14082	30	14551	31	16429	35	1878	4
19	Wetlina	1307	14	1652	18	4240	47	1890	21
<b>Razem</b>		<b>335224</b>	<b>37</b>	<b>273606</b>	<b>28</b>	<b>214870</b>	<b>28</b>	<b>39352</b>	<b>7</b>

**Tabela 8. Powierzchnia klasy spadków według zasięgu terytorialnego nadleśnictw RDLP Kraków**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Brzesko	-	-	-	-	-	-	-	-

2	Dębica	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Gorlice	18250	52	13202	38	3616	10	24	0
4	Gromnik	48074	54	29709	33	11487	13	133	0
5	Krościenko	9448	20	11937	26	19679	42	5818	12
6	Limanowa	17265	24	26579	36	25698	35	3838	5
7	Łosie	6835	41	7475	45	2213	14	60	0
8	Myślenice	56867	47	36911	31	25310	21	1713	1
9	Nawojowa	6775	24	11314	40	9182	32	1025	4
10	Nowy Targ	58787	56	29038	27	16887	16	812	1
11	Piwniczna	3132	14	5094	23	10990	49	3197	14
12	Stary Sącz	25166	34	24694	33	21102	29	2698	4
<b>Razem</b>		<b>250599</b>	<b>36,6</b>	<b>195953</b>	<b>33,2</b>	<b>146164</b>	<b>26,1</b>	<b>19318</b>	<b>4,1</b>

W tabelach 9, 10, 11 oraz 12 podano wielkość powierzchni poszczególnych spadków w odniesieniu do powierzchni pozostającej w zarządzie poszczególnych nadleśnictw.

Z danych szczegółowych wynika, że w niektórych nadleśnictwach bardzo wysokie zagrożenie erozją wodną obejmuje ponad połowę powierzchni nadleśnictwa, a nawet sięga 73%, jak np. w Nadleśnictwie Cisna (RDLP Krosno).

**Tabela 9. Powierzchnia klas spadków terenu na gruntach w zarządzie nadleśnictw RDLP Wrocław**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Bardo Śląskie	3400	26	2616	20	4970	38	20931	16
2	Bystrzyca Kłodzka	5905	46	3209	25	2952	23	7701	6
3	Henryków	8434	83	1250	13	290	3	20	1
4	Jawor	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Jugów	2021	21	2850	29	3708	38	1155	12
6	Kamienna Góra	3779	24	4199	26	5869	36	2265	14
7	Lądek Zdrój	1843	11	4188	25	8542	51	2177	13
8	Lwówek Śląski	12573	67	3941	21	2064	11	188	1
9	Międzylesie	2237	21	1751	17	4157	40	2318	22
10	Szklarska Poręba	4113	29	5531	39	4254	30	284	2
11	Śnieżka	3097	23	3500	26	5655	42	1313	9
12	Świdnica	6909	40	3516	21	5056	30	1517	9
13	Świeradów	8788	56	3609	23	2981	19	314	2
14	Wałbrzych	3404	22	3713	24	5570	36	2785	18
15	Zdroje	4054	39	2671	25	2807	27	935	9
16	Złotoryja	13780	71	3299	17	2135	11	194	1
<b>Razem</b>		<b>84337</b>	<b>38,6</b>	<b>49843</b>	<b>23,4</b>	<b>61010</b>	<b>29</b>	<b>44097</b>	<b>9</b>

**Tabela 10. Powierzchnia klas spadków terenu na gruntach w zarządzie nadleśnictw RDLP Katowice**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Andrychów	3105	26	1911	16	4778	40	2150	18
2	Bielsko	2954	29	814	8	3869	38	2545	25
3	Jeleśnia	583	5	1400	12	7699	66	1983	25
4	Prudnik	10392	77	2159	16	810	6	135	1
5	Sucha	528	4	1901	18	6336	60	1795	27
6	Ujszoły	677	5	2302	17	7718	57	2843	21

7	Ustroń	4358	38	1262	11	3900	34	1950	17
8	Węgierska Górka	187	2	750	8	5716	61	2717	29
9	Wisła	785	9	2005	23	5056	58	872	10
<b>Razem</b>		<b>23569</b>	<b>23,3</b>	<b>14504</b>	<b>14,4</b>	<b>45882</b>	<b>45,5</b>	<b>16990</b>	<b>16,8</b>

**Tabela 11. Powierzchnia klas spadków terenu na gruntach w zarządzie nadleśnictw RDLP Krosno**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Baligród	1736	9	4630	24	10031	52	2894	15
2	Bircza	6729	23	16544	55	6351	21	234	1
3	Brzozów	2409	15	5462	34	7389	46	803	5
4	Cisna	106	1	2085	17	6048	50	3944	32
5	Dynów	2226	21	4346	41	3816	36	212	2
6	Kańczuga	2758	23	7603	63	1385	12	227	2
7	Kończyce	1353	13	3146	30	5223	49	858	8
8	Komańcza	3246	15	6709	31	10171	47	1515	7
9	Krasieczyn	4499	28	7399	46	4037	25	162	1
10	Lesko	2878	16	6531	36	7980	44	719	4
11	Lubaczów	19213	90	1532	7	463	2	24	1
12	Lutowiska	196	1	4990	24	6836	33	8691	42
13	Mielec	8863	96	369	4	-	-	-	-
14	Narol	14634	92	1273	8	-	-	-	-
15	Rymanów	1644	8	9120	44	9237	45	728	3
16	Strzyżów	3214	25	5514	43	3845	30	323	2
17	Stuposiany	1511	16	2645	28	4628	49	661	7
18	Ustrzyki Dolne	3642	15	8256	34	10927	45	1457	6
19	Wetlina	794	10	1271	16	4142	52	1776	22
<b>Razem</b>		<b>81651</b>	<b>27</b>	<b>99425</b>	<b>31</b>	<b>102509</b>	<b>34</b>	<b>11675</b>	<b>8</b>

**Tabela 12. Powierzchnia klas spadków terenu na gruntach w zarządzie nadleśnictw RDLP Kraków**

LP.	NADLEŚNICTWO	SPADKI [°]							
		0-5		6-10		11-20		>20	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Brzesko	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Dębica	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Gorlice	2231	14	6764	42	7074	43	153	1
4	Gromnik	1451	18	2916	35	3651	45	142	2
5	Krościenko	148	2	735	10	3926	51	2805	37
6	Limanowa	119	2	532	6	2405	28	5501	64
7	Łosie	2164	13	5796	34	7620	44	1530	9
8	Myślenice	1377	12	3334	29	5885	51	880	8
9	Nawojowa	660	5	2593	21	7362	60	1723	14
10	Nowy Targ	1111	21	1097	21	2754	53	283	5
11	Piwniczna	258	2	1303	10	7032	54	4403	34
12	Stary Sącz	414	5	1597	19	4177	50	2108	26
<b>Razem</b>		<b>9933</b>	<b>9,4</b>	<b>26667</b>	<b>22,7</b>	<b>51886</b>	<b>47,9</b>	<b>19528</b>	<b>20</b>

### 1.1.6. Hydrografia

Rzeki Sudetów są stosunkowo niewielkie i należą do trzech dorzeczy: Odry, Łaby i Dunaju. Do najważniejszych rzek wypływających z Sudetów należą Nysa Łużycka, Bóbr z Kwisą, Kamienną i Łomnicą, Kaczawa, Bystrzyca, Nysa Kłodzka ze Ścinawką Kłodzką, Opawa (dopływy Odry), Łaba z Izerą, Upą i Orlicą oraz Morawa (dopływ Dunaju). Charakterystyczną cechą większości dorzeczy tych rzek jest przewaga powierzchniowa lewej części dorzecza nad prawą, co jest uwarunkowane rozwojem rzeźby Sudetów i kierunkiem licznych grzbietów ciągnących się z północnego zachodu na południowy wschód (Walczak 1968).

Masyw Karpat stanowi dział wodny pomiędzy zlewiskami Morza Bałtyckiego i Morza Czarnego. W Karpatkach Zachodnich część rzek spływa na północ do dorzeczy Odry np. Ostrawica i Wisły, np. Soła, Raba, Skawa, Dunajec, Wisłoka i San, a część na południe do zlewni Dunaju: Prut, Jałowica, Seret, Ardżesz, Jui, Aluta, Cisa, Marusza i Keresz. Tylko niewielkie obszary są dorzeczami Dniestru, jak np. Stryj.

Na obszarach objętych programem występuje wiele małych cieków i potoków, które przepływają przez powierzchnie o różnych formach ochrony. Ich długości dobrze ilustrują skalę potrzeb w zakresie utrzymania potoków w dobrym stanie w poszczególnych RDLP (tab. 13, 14, 15 oraz 16).

**Tabela 13. Długość cieków wodnych w leśnych obszarach chronionych nadleśnictw objętych programem w RDLP Wrocław**

Nadleśnictwo	Długość cieków wodnych [km]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwaty	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliska)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym: wodo-chronne	glebo-chronne
Bardo Śląskie	401,26	7,78	30,86	0,27	30,54	-	91,98	46,46	37,55
Bystrzyca Kł.	261,28	-	35,97	-	0,79	-	54,42	35,21	3,21
Henryków	215,1	-	-	1,37	5,50	-	193,59	152,94	-
Jawor	185,19	113,39	-	10,34	140,13	-	151,15	101,27	27,01
Zdroje	139,09	-	27,35	1,20	66,85	75,92	71,40	2,46	0,43
Jugów	267,99	16,11	15,93	-	30,39	-	63,96	32,34	30,88
Kamienna Góra	257,02	7,23	5,83	0	27,28	5,52	52,55	36,92	6,87
Lwówek Śląski	537,40	18,76	0,23	-	31,73	-	120,33	64,77	33,78
Międzyzylesie	236,11	40,66	11,78	0,10	42,15	-	75,09	55,85	12,64
Łądek Zdrój	197,59	61,01	-	2,86	57,90	-	73,55	37,51	5,94
Szklarska Por.	155,55	-	70,34	6,16	24,76	20,36	90,32	68,52	18,81
Śnieżka	267,46	18,44	43,78	-	45,84	41,88	86,31	54,67	22,26
Świdnica	246,26	74,22	65,02	0,54	111,87	-	237,64	54,18	64,03
Świeradów	373,97	-	43,64	7,48	5,98	-	108,64	45,66	6,62
Wałbrzych	272,57	33,04	14,52	5,64	43,07	-	81,26	62,11	4,55
Złotoryja	406,29	6,90	2,73	0,17	28,60	12,20	94,99	67,57	7,60
<b>Razem</b>	<b>4420,13</b>	<b>397,54</b>	<b>367,98</b>	<b>36,13</b>	<b>693,38</b>	<b>155,88</b>	<b>1222,88</b>	<b>918,44</b>	<b>304,44</b>

**Tabela 14. Długość cieków wodnych [km] w leśnych obszarach chronionych nadleśnictw objętych programem w RDLP Katowice**

Nadleśnictwo	Długość cieków wodnych [km]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwy	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliska)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym:	
							wodochronne	glebochronne	
Andrychów	201	119,00	-	3,90	33,00	15,00	191,00	56,90	86,00
Bielsko	180	82,00	-	4,50	59,00	63,00	168,80	-	3,80
Jeleśnia	304	217,00	-	4,40	187,0	121,00	293,20	276,50	15,70
Prudnik	1057	9,94	2,29	2,02	1,09	-	94,51	12,14	-
Sucha	243	37,00	-	0,60	11,00	24,00	233,20	192,90	40,30
Ujsoły	298	268,00	-	1,50	267,00	267,00	289,50	148,20	116,70
Ustroń	205	85,00	-	2,20	75,00	51,00	192,90	-	-
Węgierska Górka	180	176,00	-	-	177,00	68,00	177,20	104,20	16,00
Wisła	194	158,00	-	5,10	139,00	-	178,90	147,20	3,20
<b>Razem</b>	<b>2862</b>	<b>1151,94</b>	<b>2,29</b>	<b>24,22</b>	<b>949,09</b>	<b>609,00</b>	<b>1819,21</b>	<b>938,04</b>	<b>281,70</b>

**Tabela 15. Długość cieków wodnych [km] w leśnych obszarach chronionych nadleśnictw objętych programem w RDLP Krosno**

Nadleśnictwo	Długość cieków wodnych [km]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwy	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliska)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym:	
							wodochronne	glebochronne	
Baligród	130,4	102,4	28,0	2,6	106,1	106,1	168,6	92,2	38,2
Bircza	37,7	30,0	7,7	1,4	30,0	30,0	32,7	32,7	-
Brzozów	57,5	23,9	21,7	-	23,1	23,9	57,5	57,5	-
Cisna	137,05	137,05	-	-	137,05	137,05	128,3	75,3	46,67
Dynów	59,4	27,5	31,7	-	-	27,8	59,4	59,4	-
Kańczuga	182	15	98	1,2	12	20	160	144	16
Końce	59,58	52,58	2,71	0,56	0,00	0,00	56,90	55,60	1,30
Komańcza	118,8	77,2	41,5	5,5	87,8	102,8	118,8	116,7	2,1
Krasieczyn	112,2	87,1	23,9	0,7	95	95	93,7	38,5	-
Lesko	158,0	8,5	72,7	0,8	6,0	23,0	84,0	69,0	4,3
Lubaczów	53,53	0	47,23	0	6,3	0	14,81	14,81	-
Lutowiska	114,0	79,7	34,3	5,3	88,0	88,0	114,0	70,7	43,4
Mielec	76,3	-	70,4	1,7	-	70,6	68,8	29,5	-
Narol	261,64	84,6	67,0	6,3	12,8	85,0	69,9	69,9	-
Rymanów	178,9	72,8	103,9	14,6	126,0	148,2	150,8	131,2	2,6
Strzyżów	67,2	15,0	34,8	4,0	-	-	61,9	58,7	3,2
Stuposiany	40,0	37,7	-	1,2	40,0	40,0	39,9	35,4	4,5
Ustrzyki Dolne	96,0	55,0	41,0	4,7	54,0	86,0	96,0	73,0	23,0
Wetlina	65,4	65,4	-	7,9	65,4	65,4	63,8	62,2	1,6
<b>Razem</b>	<b>1995,6</b>	<b>971,43</b>	<b>726,54</b>	<b>58,46</b>	<b>889,55</b>	<b>1148,85</b>	<b>1636,81</b>	<b>1286,31</b>	<b>187,27</b>

**Tabela 16. Długość cieków wodnych [km] w leśnych obszarach chronionych nadleśnictw objętych programem w RDLP Kraków**

Nadleśnictwo	Długość cieków wodnych [km]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwy	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliska)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym:	
							wodochronne	glebochronne	
Brzesko	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dębica	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gorlice	246	-	200,1	0,2	3,5	202,5	239,6	205,9	-
Gromnik	146,8	83,6	139,5	2,3	8,6	-	140,6	-	89,4
Krościenko	160,8	76,1	84,7	5,2	101,6	-	148,9	24,9	37,5
Limanowa	170,7	-	152,2	0,4	160,3	98,5	168,2	165,9	-
Łosie	259,2	-	259,2	-	36,3	257,9	251,6	140,7	52,2
Myślenice	202,8	-	64,4	7,5	39,1	8,4	193,2	111,3	39,6
Nawojowa	207,3	92,2	114,3	1,4	116,3	84,2	201	143,8	50,9
Nowy Targ	137,3	-	129,5	4	28,2	54,9	131	59	22,7
Piwniczna	253,9	249,8	4,1	6,3	253,3	3,2	227,3	14,9	120,7
Stary Sącz	152,7	60,3	55,7	1,1	88,7	-	146,4	112,4	21
<b>Razem</b>	<b>1937,5</b>	<b>562</b>	<b>1119</b>	<b>28,3</b>	<b>835,9</b>	<b>709,6</b>	<b>1857,7</b>	<b>978,7</b>	<b>434,19</b>

### 1.1.7. Gęstość sieci rzecznej

Można wyróżnić dwa główne rodzaje cech charakteryzujących zlewnie rzeczne. Jedne z nich to tzw. charakterystyki (parametry) fizjograficzne, zaś drugie to szczegółowe cechy (charakterystyki) fizyczne zlewni. Charakterystyki te umożliwiają określenie istniejącej różnorodności zlewni i uwypuklenie różnic lub podobieństw pomiędzy zlewniami. Są one wykorzystywane do różnicowania lub wykazywania analogii zlewni, w kształtowaniu poszczególnych zjawisk hydrologicznych. Służą do ustalania różnego rodzaju statystycznych zależności regionalnych oraz modeli zlewni o parametrach skupionych. Szczegółowe dane o spadkach terenu lub charakterystyki geometryczne zlewni (długość, średnia szerokość, powierzchnia), długości cieków, gęstości sieci rzecznej i inne są przydatne do formułowania wniosków i zaleceń dotyczących przeciwdziałania erozji wodnej oraz utrzymania w dobrym stanie potoków górskich i związanej z nimi infrastruktury. Większość podanych niżej wartości uzyskano za pomocą narzędzi GIS z opracowanych map cyfrowych.

Najbardziej czułym w kontekście ochrony koryt cieków wodnych oraz zlewni przed zagrożeniem związanym z gwałtownym spływem wód opadowych na leśnych terenach górskich jest gęstość sieci rzecznej, która w kombinacji z innymi parametrami zlewniowymi (takimi jak geologia, spadki, wodoprzepuszczalność) stanowi uniwersalny wskaźnik związany z gwałtownym spływem wód opadowych na leśnych terenach górskich. Gęstość sieci rzecznej jest uwarunkowana przepuszczalnością podłoża. Tam, gdzie jest ono słabo przepuszczalne, tworzy się gęsta sieć cieków. Natomiast na obszarach zbudowanych z utworów piaszczystych lub żwirowych sieć rzeczna jest wyraźnie rzadsza. Bardzo rzadka sieć rzeczna występuje również w obrębie węglanowych wyżyn, gdzie woda łatwo infiltruje w niezwykle liczne szczeliny i skrasowiałe skały podłoża, a zwierciadło wód podziemnych jest położone głęboko. Gęstość sieci rzecznej jest również uzależniona od rzeźby terenu, im bardziej urozmaicona rzeźba terenu tym bardziej sieć jest gęstsza. Duża gęstość sieci na obszarze objętym programem jest uwarunkowana dużą nieprzepuszczalnością skał (budujących podłoże danego



obszaru), co prowadzi do powierzchniowego spływu wód. Przy tej samej rzeźbie i tych samych opadach, lecz większej przepuszczalności podłoża sieć ta byłaby znacznie rzadsza. Ponieważ nie ma zadowalających metod ustalania przepuszczalności podłoża na dużych powierzchniach, gęstość sieci rzecznej może być także dobrym wskaźnikiem przepuszczalności. Dla oceny gęstości sieci rzecznej istnieje kilka znanych metod, jak: metoda Malickiego (wyrażana ilością cieków na km<sup>2</sup>), metoda Wilgata (polegająca na wyznaczeniu wartości medialnej ekwidystanty, tj. linii jednakowej odległości od wody) oraz metoda Neumanna. Ta ostatnia jest metodą najstarszą, w której gęstość sieci rzecznej wyrażana jest jako łączna długość cieków na km<sup>2</sup>. Metoda Neumanna znalazła najszersze zastosowanie spośród innych metod. Jest szczególnie przydatna do obliczania gęstości sieci rzecznej w obszarach górskich.

W celu obliczenia gęstości sieci rzecznej, określono długości cieków w poszczególnych nadleśnictwach oraz na powierzchniach ochronnych takich, jak parki krajobrazowe, obszary będące pod ochroną (Natura 2000) z rozbiem na tereny objęte Europejską Dyrektywą Siedliskowa i Ptasią, powierzchnie zajmowane przez obszary chronionego krajobrazu, powierzchnie rezerwatów oraz powierzchnie lasów ochronnych w poszczególnych RDLP (tab. 17, 18, 19 oraz 20).

**Tabela 17. Zestawienie powierzchni leśnej i długości cieków wodnych na obszarze nadleśnictw objętych programem w RDLP Wrocław w różnych formach ochrony przyrody**

WROCLAW OBSZARY CHRONIONE	POWIERZCHNIA [HA]	DŁUGOŚĆ CIEKÓW [KM]	WSKAŹNIK GĘSTOŚCI CIEKÓW [KM/ KM <sup>2</sup> ]
Nadleśnictwa	224489,9	4329,69	1,93
Parki krajobrazowe	103623,4	332,06	0,32
Obszary chronionego krajobrazu	26505,27	159,5	0,60
Rezerваты	12789,86	58,32	0,46
Natura 2000; SOO (Siedliska)	91078,37	578,91	0,64
Natura 2000;OSO (Ptaki)	21654,79	174,88	0,81
Lasy Ochronne	175061,1	1809,89	1,03
Lasy Wodochronne	97006,53	856,32	0,88
Lasy Glebochronne	32872,45	274,11	0,83

**Tabela 18. Zestawienie powierzchni leśnej i długości cieków wodnych na obszarze nadleśnictw objętych programem w RDLP Katowice w różnych formach ochrony przyrody**

KATOWICE OBSZARY CHRONIONE	POWIERZCHNIA [HA]	DŁUGOŚĆ CIEKÓW [KM]	WSKAŹNIK GĘSTOŚCI CIEKÓW [KM/ KM <sup>2</sup> ]
Nadleśnictwa	99276	2862	2,88
Parki krajobrazowe	61528	1152	1,87

Obszary chronionego krajobrazu	839	2	0,24
Rezerваты	1393	24	1,72
Natura 2000; SOO (Siedliska)	48602	949	1,95
Natura 2000;OSO (Ptaki)	21151	609	2,88
Lasy ochronne	95340	1819	1,91
Lasy wodochronne	40727	938	2,30
Lasy glebochronne	14655	281	1,92
Wdzielone drzewostany nasienne	1350	12	0,89

**Tabela 19. Zestawienie powierzchni leśnej i długości cieków wodnych na obszarze nadleśnictw objętych programem w RDLP Krosno w różnych formach ochrony przyrody**

KROSNO OBSZARY CHRONIONE	POWIERZCHNIA [HA]	DŁUGOŚĆ CIEKÓW [KM]	WSKAŹNIK GĘSTOŚCI CIEKÓW [KM/ KM <sup>2</sup> ]
Nadleśnictwa	299392	2002,25	0,67
Parki krajobrazowe	158295	917,37	0,58
Obszary chronionego krajobrazu	107657	957,74	0,89
Rezerваты	7684	63,66	0,83
Natura 2000; SOO (Siedliska)	141942	892,02	0,63
Natura 2000; OSO (Ptaki)	172208	1093,28	0,63
Lasy ochronne	250002	1625,58	0,65
Lasy wodochronne	210148	1296,29	0,62
Lasy glebochronne	25660	138,67	0,54

**Tabela 20. Zestawienie powierzchni leśnej i długości cieków wodnych na obszarze nadleśnictw objętych programem w RDLP Kraków w różnych formach ochrony przyrody**

KRAKÓW OBSZARY CHRONIONE	POWIERZCHNIA [HA]	DŁUGOŚĆ CIEKÓW [KM]	WSKAŹNIK GĘSTOŚCI CIEKÓW [KM/ KM <sup>2</sup> ]
Nadleśnictwa	135852,8	1797,3	1,32
Parki krajobrazowe	31385,93	428,2	1,36
Obszary chronionego krajobrazu	71324,71	1203,6	1,69
Rezerваты	1731,18	24,1	1,39
Natura 2000; SOO (Siedliska)	36780,12	562,5	1,53
Natura 2000; OSO (Ptaki)	37087,69	611,9	1,65
Lasy ochronne	228856	1651,4	0,72
Lasy wodochronne	80010,11	1111,4	1,39
Lasy glebochronne	45719,25	565,1	1,24

Wskaźnik gęstości sieci rzecznej w rozpatrywanych obszarach objętych programem waha się od 0,24 do 2,88 km/km<sup>2</sup>. Na ogólną długość potoków przepływających przez

nadleśnictwa włączone do programu, blisko połowa znajduje się w lasach ochronnych. Charakterystyczne jest, że prawie cała powierzchnia lasów pełni różnego rodzaju funkcje ochronne, w tym ponad połowa powierzchni lasów ma status lasów wodochronnych. Przy doborze rozwiązania mającego na celu utrzymanie potoków w dobrym stanie, status ochronny terenów, przez który potoki przepływają, został wzięty pod uwagę.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że w poszczególnych obszarach programu występują zróżnicowane warunki kształtowania się spływów wód.

#### *Sudety (RDLP Wrocław)*

W rejonie tym średnia wartość wskaźnika gęstości sieci rzecznej wynosi 0,83 km/km<sup>2</sup>. Na tym obszarze występują miejsca o znacznie powiększonym potencjale wodonośnym (np. od 30-120 m<sup>3</sup>/h dla Kotliny Kłodzkiej). W rejonie tym ze względu na wyżej wymienione wartości współczynników oraz charakter geologiczny występuje znaczące zagrożenie powodziowe. Ze względu na duży spływ powierzchniowy proponuje się zastosowanie budowli wydłużających drogę spływu powierzchniowego (suche zbiorniki retencyjne, budowle małej retencji wodnej oraz zabudowa stoków i debr). W celu bezpiecznego przepuszczenia wód katastrofalnych konieczna jest stabilizacja łóżyska cieków i ochrona brzegów dla przepływu Q<sub>50</sub>. Dla zmniejszenia wielkości spływu powierzchniowego proponuje się wprowadzenie lasów mieszanych z dużą ilością drzew liściastych celem zwiększenia intercepcji.

#### *Beskid Śląski (RDLP Katowice)*

Średnia gęstość sieci rzecznej wynosi tu 2,88 km/km<sup>2</sup> największa wartość współczynnika gęstości występuje na obszarze Natura 2000 (1,95-2,88 km/km<sup>2</sup>), w rezerwach wartość ta wynosi 1,72 km/km<sup>2</sup>, a na terenie parków krajobrazowych 1,87 km/km<sup>2</sup>. Świadczy to o istnieniu w rejonie bogatej sieci rzecznej charakterystycznej dla zlewni górskich (Dynowska 1991). Wartość współczynnika podziemnego zasilania wynosi 30%. Większość odpływu w tym rejonie odprowadzana jest siecią rzeczna. W związku z tym należy przede wszystkim dbać o ochronę koryt cieków z zastosowaniem metod utrzymania koryt rzek i potoków górskich bliskich naturze.

#### *Beskid Niski, Bieszczady i pogórze Beskidu Niskiego (RDLP Krosno)*

Wartość średnia współczynnika gęstości sieci rzecznej w tym rejonie jest niska i wynosi 0,67 km/km<sup>2</sup>. Wartość ta zwiększa się do 0,83 km/km<sup>2</sup> na terenie rezerwatów oraz

do 0,89 km/km<sup>2</sup> na terenach chronionego krajobrazu, natomiast na obszarach Natura 2000 wynosi zaledwie 0,63 km/km<sup>2</sup>. Niska wartość współczynnika gęstości powoduje konieczność zwiększenia retencji wodnej w tym rejonie, w obszarach, gdzie istnieją warstwy nieprzepuszczalne (rejon Dynowa), czyli są warunki na programowanie szeroko pojętej małej retencji. Wartość współczynnika gęstości w tym rejonie nie odpowiada właściwościom fizjograficznym terenu i jest bardziej charakterystyczna dla rzek terenów nizinnych i wyżynnych, co dodatkowo świadczy o konieczności zatrzymania wody w tym rejonie, czyli zwiększenia retencji. Proponuje się na tym obszarze pozostawienie jak największej ilości koryt rzecznych w stanie naturalnym, roztokowym, bez stosowania ciężkich typów regulacji. Jedyne umocnienia w korytach rzek dopuszcza się na brzegach wklęsłych gdy chronią one drogi mosty lub inne ważne obiekty.

#### *Karpaty Zachodnie (RDLP Kraków)*

Gęstość sieci rzecznej w rozpatrywanych obszarach RDLP Kraków wynosi średnio 1,37 km/km<sup>2</sup>. Wartość ta świadczy o dość bogatej sieci rzecznej (Dynowska 1991). Przy doborze rozwiązania mającego na celu utrzymanie potoków w dobrym stanie, status ochronny terenów, przez który potoki przepływają, został wzięty pod uwagę. Ze względu na duży spływ powierzchniowy i spadki na rozpatrywanym terenie, a także na jego wagę wodochronną dla całego obszaru Polski, proponuje się także tu zastosowanie budowli wydłużających drogę spływu powierzchniowego.

Wszelkie działania, które mają ograniczyć skutki gwałtownych spływów na terenach górskich, muszą uwzględnić następujące zagadnienia takie jak:

- podniesienie retencyjności w zlewniach górskich, czyli powiększenie retencji naturalnej oraz sztucznej,
- powiązanie planowania przestrzennego z mapami zagrożenia powodziowego,
- uporządkowanie problemów własnościowych terenów wchodzących w koryto wielkiej wody,
- wprowadzenie restrykcyjnych wymagań w zakresie infrastruktury drogowo – mostowej (zbyt wielkie uszczelnianie powierzchni wzmacnia spływy powierzchniowe) oraz w odniesieniu do typu konstrukcji (światła) przepustów i mostów,

- nowoczesne, bliskie naturze, utrzymanie koryt rzek i potoków górskich, spełniające wymagania ramowej Dyrektywy Wodnej UE, z zastosowaniem stosownych budowli wspomagających życie biologiczne cieków,
- zachowanie jak największej ilości koryt roztokowych, rygorystyczny zakaz usuwania łach korytowych oraz eksploatacji żwiru rzecznoego na całej długości cieku.

## **1.2. Ochrona przyrody na leśnych terenach górskich, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów chronionych, w tym obszarów Natura 2000**

Obszary górskie zawsze wzbudzały podziw i zachwyt nie tylko zewnętrzną formą, ale również niezwykłą przyrodą. Zapewne dlatego w roku 1872 jako pierwszy na świecie, został utworzony górski park narodowy Yellowstone z 80% pokrywą leśną, położony na wysokości od 1600 m do 3462 m n.p.m. (Eagle Peak). Podobnie w Polsce, idea ochrony przyrody była realizowana w pierwszej kolejności w regionach górskich, gdzie starania o objęcie ochroną Tatr rozpoczęły się już pod koniec XIX wieku.

Dziś idea ochrony przyrody nie ogranicza się do parków narodowych, ale obejmuje w różnym stopniu wszystkie obszary leśne zgodnie z Ustawą o Lasach i Ustawą o Ochronie Przyrody. W ostatnich latach istniejące w Polsce struktury leśnych obszarów chronionych zostały objęte dodatkowo systemem Natura 2000, który uwzględnił również obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) w lasach górskich Karpat i Sudetów.

Podstawy prawne zobowiązujące właścicieli lasów do prowadzenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych są zawarte w następujących dokumentach:

- Ustawa o Lasach,
- Ustawa o Ochronie Przyrody,
- Polityka Leśna Państwa.

Oprócz wymienionych istnieją także inne zalecenia i zobowiązania wynikające m.in. z konwencji międzynarodowych, a w szczególności:

- dodatkowe zobowiązania, które wynikają z zaliczenia określonych obszarów leśnych do sieci Natura 2000,
- Rozporządzenie Nr 2152/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 listopada 2003 r. dotyczące monitorowania wzajemnego oddziaływania lasów i środowiska naturalnego we Wspólnocie (Forest Focus).

Przykładem wzajemnego „przenikania się” wymienionych dokumentów jest art. 30 ust. 2 Ustawy o Ochronie Przyrody, który przewiduje, że plan urządzenia lasu z Ustawy

o Lasach, obejmujący obszary Natura 2000, powinien być zgodny z planem ochrony ustanowionym dla tego obszaru. Dodatkowo, zgodnie z art. 28 ustawy o ochronie przyrody, Minister Środowiska wyznacza sprawującego nadzór nad obszarem Natura 2000.

*Gospodarka wodna, a Ustawa o Ochronie Przyrody* [z dnia 16 kwietnia 2004 r. Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz. 880 z późn. zm.]

Już we wstępie omawiana Ustawa o Ochronie Przyrody podkreśla tożsamość ochrony przyrody z zachowaniem, zrównoważonym użytkowaniem oraz odnawianiem zasobów, tworów i składników przyrody a w tym siedlisk przyrodniczych i siedlisk zagrożonych wyginięciem. Do najbardziej zagrożonych siedlisk zaliczane są te, których jakość przyrodnicza uwarunkowana jest poziomem wody gruntowej oraz wilgotnością i trwałością wierzchnich warstw gleby. Na takich siedliskach przyjęte w ustawie zasadnicze cele ochrony przyrody są szczególnie istotne. Należą do nich między innymi:

- utrzymanie procesów ekologicznych i stabilności ekosystemów,
- zachowanie różnorodności biologicznej,
- zapewnienie ciągłości istnienia gatunków roślin, zwierząt i grzybów, wraz z ich siedliskami, przez ich utrzymywanie lub przywracanie do właściwego stanu ochrony,
- utrzymywanie lub przywracanie do właściwego stanu ochrony siedlisk przyrodniczych, a także pozostałych zasobów, tworów i składników przyrody.

Wyznaczone cele w Ustawie o Ochronie Przyrody realizowane są poprzez następujące form ochrony przyrody:

**Park narodowy** obejmuje obszar wyróżniający się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, społecznymi, kulturowymi i edukacyjnymi, o powierzchni nie mniejszej niż 1 000 ha, na którym ochronie podlega cała przyroda oraz walory krajobrazowe. Na obszarach graniczących z parkiem narodowym wyznacza się otulinę parku narodowego.

Lasy położone na obszarach parków narodowych zarządzane są na podstawie odrębnych przepisów, jednak pomimo to wpływają w istotny sposób na zagospodarowanie lasów państwowych, położonych w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Dotyczy to stref przygranicznych z parkami narodowymi, jak również tzw. otulin, czyli stref ochronnych wyznaczanych w celu zabezpieczenia przed zagrożeniami zewnętrznymi. Mamy tutaj do czynienia z wzajemnym przenikaniem się różnych form ochrony przyrody (tab. 21).

**Tabela 21. Górskie Parki Narodowe**

Lp.	Parki Narodowe	Rok utworzenia	Kategoria IUCN*	Powierzchnia [ha]	w tym lasów	
					[ha]	[%]

1	Bieszczadzki	1973	II	29201	24710	85
2	Tatrzański	(1947), 1954	II	21164	15191	72
3	Magurski	1995	-	19439	18572	96
4	Gorcezański	1981	II	7031	6592	94
5	Gór Stołowych	1993	-	6340	5778	91
6	Karkonoski	1959	II	5581	4022	72
7	Babiogórski	1954	II	3391	3232	95
8	Pieniński	(1932), 1954	II	2346	1665	71
	Góry: 8 PN	-	-	94492	79761	84%
	Kraj: 23 PN	-	-	317234	193711	61%

\* Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody i Jej Zasobów

*Babiogórski PN*, gdzie w 1997 roku rozporządzeniem Rady Ministrów powiększono obszar parku do 3391,55 ha oraz utworzono otulinę parku o powierzchni 8437 ha położoną na obszarze Nadleśnictw: Sucha i Nowy Targ.

*Bieszczadzki PN*, który wchodzi w skład bardziej złożonej jednostki, jaką jest Międzynarodowy Rezerwat Biosfery „Karpaty Wschodnie”, który powstał w 1992 na terenie Bieszczadów, a położony jest na terenie Polski, Słowacji i Ukrainy. Jest to pierwszy rezerwat biosfery UNESCO, leżący na obszarze trzech krajów. Zajmuje powierzchnię 2080,89 km<sup>2</sup> (1087,24 km<sup>2</sup> – część polska, 407,78 km<sup>2</sup> – część słowacka, 585,87 km<sup>2</sup> – część ukraińska). Po stronie polskiej w skład Międzynarodowego Rezerwatu Biosfery "Karpaty Wschodnie" wchodzi: Bieszczadzki Park Narodowy, Ciśniańsko-Wetliński Park Krajobrazowy oraz Park Krajobrazowy Doliny Sanu. Strefę wewnętrzną stanowią obszary ochrony ścisłej Bieszczadzkiego PN (około 70% powierzchni Parku), strefę buforową obszary ochrony częściowej BdPN, zaś strefę przejściową oba parki krajobrazowe z lasami państwowymi jako dominującą formacją roślinną. W konsekwencji oprócz Bieszczadzkiego PN w granicach Międzynarodowego Rezerwatu Biosfery znajdują się również w ramach parków krajobrazowych lasy Nadleśnictw: Stuposiany, Wetlina, Cisna, Lutowiska, Baligród i Komańcza.

*Park Narodowy Gór Stołowych* zajmuje powierzchnię 6340 ha w centralnych partiach Gór Stołowych oraz w północno-zachodniej części Wzgórz Lewińskich. Na północnym zachodzie Park sąsiaduje z czeskim parkiem krajobrazowym CHKO Broumovsko. Pozostałe granice Parku przebiegają na obszarze Nadleśnictwa Zdroje. Obszar Parku objęty jest Dyrektywą Siedliskową i Ptasią, które obejmują również znaczną część Nadleśnictwa Zdroje.

*Karkonoski PN* zajmuje powierzchnię 5575 ha, w tym powierzchnia lasów 3828 ha, oraz 1718 ha w rezerwach ochrony ścisłej. Od 1986 roku Karkonosze wraz z Górami Izerskimi

tworzą Obszar Chronionego Krajobrazu stanowiący strefę ochronną dla terenów Karkonoskiego Parku Narodowego. Na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów (Dz. U. 1996 r. Nr 64, poz. 306 z dn.14.05.96) utworzono otulinę Karkonoskiego PN o pow. 11265 ha. Podobną rolę ochronną spełnia utworzony w 1989 roku Rudawski Park Krajobrazowy o pow. 15705 ha, stykający się z terenem Karkonoskiego Parku Narodowego od strony wschodniej. Obszary te, objęte różnymi formami prawnej ochrony przyrody wraz z terenami czeskiego parku narodowego (Krkonoský národní park) i parku krajobrazowego (chránená krajinná oblast - Jizerske hory), stanowią jeden z najrozleglejszych kompleksów chronionych w Środkowej Europie, w którym dominują odpowiednio zagospodarowane lasy państwowe. W 1993 roku decyzją działającego w ramach UNESCO Międzynarodowego Komitetu MaB (program Człowiek i Środowisko) w Paryżu został utworzony Bilateralny Rezerwat Biosfery Karkonosze/ Krkonose. Powierzchnia Rezerwatu wynosi 60,5 tys. ha, z czego 55 tys. ha leży na terenie Czech, a 5,5 tys. ha na terenie Polski. Rezerwat Biosfery tworzą trzy strefy: rdzenna (10,1 tys. ha), buforowa (32 tys. ha) i tranzytowa (18,4 tys. ha). Po polskiej stronie dotychczas brak jest strefy tranzytowej. Do Bilateralnego Rezerwatu Biosfery „Karkonosze” wchodzi obszary następujących Nadleśnictw: Szklarska Poręba, Świeradów, Śnieżka. Należy podkreślić, że otulina parku narodowego nie jest formą ochrony przyrody, lecz powierzchnią pełniącą określone funkcje, w związku z tym nie może być wyłączana z parku krajobrazowego.

*Magurski PN:* Powierzchnia całkowita: 19438,9 ha. Powierzchnia otuliny MPN: 22969 ha. Długość granic: 204 km, w tym granica państwa 14 km. Magurski Park Narodowy został zaproponowany jako specjalny obszar ochrony siedlisk – SOO o nazwie „Ostoja Magurska”. Głównym powodem utworzenia SOO jest ochrona określonych typów siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk istotnych dla ochrony określonych gatunków roślin i zwierząt innych niż ptaki. Ostoja Magurska położona jest w strefie przygranicznej i przylega do obszarów Natury 2000 po stronie Słowackiej – SOO „Dukla” SKUEV0048 oraz OSO „Laborecka Verchovyna” SKCHVU011.

**Rezerwat przyrody** obejmuje obszary zachowane w stanie naturalnym lub mało zmienionym, ekosystemy, ostoje i siedliska przyrodnicze, a także siedliska roślin, siedliska zwierząt i siedliska grzybów oraz twory i składniki przyrody nieożywionej, wyróżniające się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, kulturowymi lub walorami krajobrazowymi. Na obszarach graniczących z rezerwatem przyrody może być wyznaczona otulina. W parkach narodowych oraz w rezerwatach przyrody zabrania się zmiany stosunków wodnych, regulacji rzek i potoków, jeżeli zmiany te nie służą ochronie przyrody.



**Park krajobrazowy** obejmuje obszar chroniony ze względu na wartości przyrodnicze, historyczne i kulturowe oraz walory krajobrazowe w celu zachowania, popularyzacji tych wartości w warunkach zrównoważonego rozwoju. Na obszarach graniczących z parkiem krajobrazowym może być wyznaczona otulina. Grunty rolne i leśne oraz inne nieruchomości znajdujące się w granicach parku krajobrazowego pozostawia się w gospodarczym wykorzystaniu. Jednak w parkach krajobrazowych mogą być wprowadzone między innymi następujące zakazy mające pośredni lub bezpośredni związek z gospodarką wodną. Wykaz parków krajobrazowych na obszarze objętym programem podano w tabeli 22.

**Tabela 22. Parki krajobrazowe na obszarze objętym programem**

LP.	NAZWA	POWIERZCHNIA [HA]	LASY [HA]	WODY [HA]	STREFA OCHRONNA [HA]	LASY [%]
1	Beskidu Śląskiego	38620,0	33771,0	49,0	22285,0	87
2	Żywiecki	35870,0	29415,0	185,0	21790,0	82
3	Beskidu Małego	16540,0	13926,7	-	10243,0	84
4	Pogórza Przemyskiego	61862,0	37255,0	895,0	-	60
5	Gór Słonnych	55976,0	35490,0	503,0	-	63
6	Ciśniańsko-Wetliński	50971,5	45129,0	330,0	-	89
7	Dolina Sanu	28718,0	23562,4	331,0	-	82
8	Czarnorzecko-Strzyżowski	25784,0	12320,0	222,0	34392,0	48
9	Jaśliński	25288,0	19129,0	136,0	-	76
10	Góry Opawskie	4903,0	3157,0	60,0	5033,0	64
11	Ciężkowicko-Rożnowski	17633,9	6863,5	102,4	-	39
12	Wiśnicko-Lipnicki	14311,0	4678,0	49,0	-	33
13	Pasma Brzanki, Podkarpackie	12192,0	3970,2	94,6	-	33
14	Popradzki (małopolskie)	54392,7	41142,6	174,1	21768,8	76
15	Śnieżnicki (dolnośląskie)	28800,0	21302,0	360,8	14868,0	74
16	Rudawski (dolnośląskie)	15705,0	8884,0	183,0	6600,0	57
17	Dolina Bobru (dolnośląskie)	12295,0	4782,0	429,0	11465,0	39
18	Beskidu Małego, małopolskie	25 770	21 152	-	22 253	82
19	Sowiogórski (dolnośląskie)	8140,7	7917,4	4,1	-	97
20	Sudetów Wałbrzyskich,	6493,0	5721,5	32,2	2894,6	88
21	Park Krajobrazowy Gór Sowich	8140,7	-	-	-	89
22	Bieleńsko - Tyniecki	218,0	218,0	-	-	100
23	Książański Park Krajobrazowy	925,2	889,8	-	-	96
24	Chełmy (dolnośląskie)	1676,0	519,6	-	-	31
Góry: 24 Parków krajobrazowych		540265,8	379568,3	4140,2	173592,4	70%
Kraj: 120 Parków krajobrazowych		2603575,5	1403360,0	103273,1	1498127,2	54%

Zgodnie z „Ustawą” plan ochrony dla parku krajobrazowego zawiera:

- cele ochrony przyrody oraz przyrodnicze, społeczne i gospodarcze uwarunkowania ich realizacji,

- identyfikację oraz określenie sposobów eliminacji lub ograniczania istniejących i potencjalnych zagrożeń wewnętrznych i zewnętrznych oraz ich skutków,
- wskazanie obszarów realizacji działań ochronnych,
- określenie zakresu prac związanych z ochroną przyrody i kształtowaniem krajobrazu,
- wskazanie obszarów udostępnianych dla celów naukowych, edukacyjnych, turystycznych, rekreacyjnych, amatorskiego połowu ryb i dla innych form gospodarowania oraz określenie sposobów korzystania z tych obszarów.

**Obszar chronionego krajobrazu** obejmuje tereny chronione ze względu na wyróżniający się krajobraz o zróżnicowanych ekosystemach, wartościowe ze względu na możliwość zaspokajania potrzeb związanych z turystyką i wypoczynkiem lub pełnioną funkcją korytarzy ekologicznych. Przykładem może być Południowomałopolski Obszar Chronionego Krajobrazu, utworzony 24 listopada 2006 r., który obejmuje obszar 362 402 ha. Na obszarze chronionego krajobrazu mogą być wprowadzone między innymi następujące zakazy, mające związek z gospodarką wodną:

- realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko w rozumieniu art. 51 ustawy *Prawo ochrony środowiska* z dnia 27 kwietnia 2001 r.,
- likwidowania i niszczenia zadrzewień śródpolnych, przydrożnych i nadwodnych, jeżeli nie wynikają one z potrzeby ochrony przeciwpowodziowej i zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego lub wodnego lub budowy, odbudowy, utrzymania, remontów lub naprawy urządzeń wodnych,
- wykonywania prac ziemnych trwale zniekształcających rzeźbę terenu, z wyjątkiem prac związanych z zabezpieczeniem przeciwsztormowym, przeciwpowodziowym lub przeciwsuwiskowym lub utrzymaniem, budową, odbudową, naprawą lub remontem urządzeń wodnych,
- dokonywania zmian stosunków wodnych, jeżeli służą innym celom niż ochrona przyrody lub zrównoważone wykorzystanie użytków rolnych i leśnych oraz racjonalna gospodarka wodna lub rybacka,
- likwidowania naturalnych zbiorników wodnych, starorzeczy i obszarów wodno-błotnych,
- lokalizowania obiektów budowlanych w pasie szerokości 100 m od linii brzegów rzek, jezior i innych zbiorników wodnych, z wyjątkiem urządzeń wodnych oraz obiektów służących prowadzeniu racjonalnej gospodarki rolnej, leśnej lub rybackiej.

### ***Europejska sieć obszarów chronionych Natura 2000***

Europejska Sieć Ekologiczna Natura 2000 jest systemem ochrony zagrożonych składników różnorodności biologicznej kontynentu europejskiego, wdrażanym od 1992 roku w sposób spójny pod względem metodycznym i organizacyjnym na terytorium wszystkich państw członkowskich Unii Europejskiej.

Celem utworzenia sieci Natura 2000 jest zachowanie zarówno zagrożonych wyginięciem siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt w skali Europy, ale też typowych, wciąż jeszcze powszechnie występujących siedlisk przyrodniczych, charakterystycznych dla dziewięciu regionów biogeograficznych z których w Polsce występują dwa regiony: kontynentalny (96 % powierzchni kraju) i alpejski (4 % powierzchni kraju). Dla każdego kraju określa się listę referencyjną siedlisk przyrodniczych i gatunków, dla których należy utworzyć obszary Natura 2000 w podziale na regiony biogeograficzne.

Podstawą prawną tworzenia sieci Natura 2000 jest dyrektywa Rady 79/409/EWG z dnia 2 kwietnia 1979 roku w sprawie ochrony dzikich ptaków i dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory, które zostały transponowane do polskiego prawa, głównie do ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody.

Sieć Natura 2000 tworzą dwa typy obszarów: obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO). Podstawą wyznaczania obszarów Natura 2000 są jedynie kryteria naukowe.

Do chwili obecnej Rząd Polski ustanowił w drodze rozporządzenia 124 obszary specjalnej ochrony ptaków oraz wysłał do Komisji Europejskiej, celem akceptacji, 364 propozycje specjalnych obszarów ochrony siedlisk (dane Ministerstwa Środowiska).

Najważniejszymi instrumentami realizacji celów sieci Natura 2000 są oceny oddziaływania na środowisko oraz plany ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków, dla których utworzono obszar Natura 2000. Działania ochronne winny uwzględniać wymogi gospodarcze, społeczne i kulturowe oraz cechy regionalne i lokalne danego obszaru Natura 2000.

Plan ochrony ustanowiony dla parku narodowego, rezerwatu przyrody, parku krajobrazowego oraz plan urządzenia lasu powinny być zgodne z planem ochrony ustanowionym dla obszaru Natura 2000, jeżeli obszar ten obejmuje teren parku narodowego, rezerwatu przyrody, parku krajobrazowego lub obszar objęty planem urządzenia lasów.

Ustawa o Ochronie Przyrody zabrania podejmowania działań mogących w znaczący sposób pogorszyć stan siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk gatunków roślin i zwierząt,

a także w znaczący sposób wpłynąć negatywnie na gatunki, dla których ochrony został wyznaczony obszar Natura 2000.

Jeżeli przemawiają za tym konieczne wymogi nadrzędnego interesu publicznego, w tym wymogi o charakterze społecznym lub gospodarczym, i wobec braku rozwiązań alternatywnych, właściwy miejscowo wojewoda może zezwolić na realizację planu lub przedsięwzięcia, które mogą mieć negatywny wpływ na siedliska przyrodnicze oraz gatunki roślin i zwierząt, dla których ochrony został wyznaczony obszar Natura 2000, zapewniając wykonanie kompensacji przyrodniczej niezbędnej do zapewnienia spójności i właściwego funkcjonowania sieci obszarów Natura 2000.

Obszar Natura 2000 może obejmować część lub całość obszarów i obiektów objętych jedną lub różnymi formami ochrony przyrody, jak również obszary oraz obiekty nieobjęte żadną z tych form ochrony przyrody, użytkowane gospodarczo. Utworzenie obszaru Natura 2000 nie oznacza wyłączenia go z działalności gospodarczej. **Działania ochronne na tych obszarach mają na celu zachowanie w należyłym stanie tych elementów przyrodniczych, dla których ochrony wyznaczono obszar Natura 2000.**

Przedstawione poniżej wskazania dotyczące ochrony głównych typów siedlisk przyrodniczych i grup gatunków związanych z siedliskami o podobnym charakterze, mają bardzo ogólny charakter. Dają one jedynie orientację, jakich zakazów i ograniczeń można się spodziewać na terenach SOO i OSO, nie precyzując ich jednak do końca. Przykładowo, jeśli zagrożeniem dla pewnych typów siedlisk przyrodniczych, czy siedlisk gatunków jest regulacja rzek, to dla jednych zagrożenie to wynika np. ze zlikwidowania corocznych zalewów, a dla innych z zasypania starorzeczy. Jeśli w związku z tym sformułowano zakaz regulacji rzek, to tylko w przypadku niektórych siedlisk będzie on oznaczać bezwzględny zakaz regulacji, a dla innych, że ewentualne regulacje powinny być prowadzone w sposób nowoczesny, czyli przyjazny dla środowiska, np. z odpowiednio szerokim międzywalem i swobodnie meandrującą rzeką, z pozostawieniem starorzeczy itp.

Każdy obszar sieci Natura 2000 wymaga, więc indywidualnego podejścia do tej problematyki a co za tym idzie opracowania specjalnych planów ochrony. Powinny w nich zostać określone istniejące i potencjalne zagrożenia, warunki zachowania bądź przywrócenia walorów przyrodniczych, najkorzystniejsze sposoby rozwiązywania konfliktów na linii człowiek-przyroda, sposoby realizacji planu, system kontroli i monitoringu. Plany należy wkomponować w lokalne plany zagospodarowania, np. w plany urządzenia lasu.

Na obszarach SOO, nie będących parkami narodowymi i rezerwatami, dopuszczalne jest użytkowanie gospodarcze, chociaż z uwagi na typy siedlisk, będących podstawą

wyznaczenia obszaru, będą obowiązywać pewne ograniczenia. Mogą one mieć postać zakazów wykonywania pewnych działań na całym obszarze lub w jego części, albo zaleceń dotyczących pożądanych sposobów i czasu wykonywania zabiegów gospodarczych. Obowiązywać będzie zasada, że użytkowanie nie może spowodować zaniku określonego typu siedliska, zmniejszenia jego powierzchni, czy zaburzenia jego struktury i funkcji. W wielu przypadkach może się okazać, że kontynuacja dotychczasowego sposobu użytkowania terenu jest warunkiem utrzymania danego typu siedliska.

***Pomniki przyrody*** – pojedyncze twory przyrody żywej i nieożywionej lub ich skupiska o szczególnej wartości przyrodniczej, naukowej, kulturowej, historycznej lub krajobrazowej oraz odznaczające się indywidualnymi cechami, wyróżniającymi je wśród innych tworów, okazałych rozmiarów drzewa, krzewy gatunków rodzimych lub obcych, źródła, wodospady, wywierzyska, skałki, jary, głązy narzutowe oraz jaskinie. Na terenach niezabudowanych, jeżeli nie stanowi to zagrożenia dla ludzi lub mienia, drzewa stanowiące pomniki przyrody podlegają ochronie aż do ich samoistnego, całkowitego rozpadu.

***Stanowiska dokumentacyjne*** – niewyodrębniające się na powierzchni lub możliwe do wyodrębnienia, ważne pod względem naukowym i dydaktycznym, miejsca występowania formacji geologicznych, nagromadzeń skamieniałości lub tworów mineralnych, jaskinie lub schroniska podskalne wraz z namuliskami oraz fragmenty eksploatowanych lub nieczynnych wyrobisk powierzchniowych i podziemnych. Stanowiskami dokumentacyjnymi mogą być także miejsca występowania kopalnych szczątków roślin lub zwierząt.

***Użytki ekologiczne*** – zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów mających znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej – naturalne zbiorniki wodne, śródpolne i śródleśne oczka wodne, kępy drzew i krzewów, bagna, torfowiska, wydmy, płaty nieużytkowanej roślinności, starorzecza, wychodnie skalne, skarpy, kamieńce, siedliska przyrodnicze oraz stanowiska rzadkich lub chronionych gatunków roślin, zwierząt i grzybów, ich ostoje oraz miejsca rozmnażania lub miejsca sezonowego przebywania.

***Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe*** – fragmenty krajobrazu naturalnego i kulturowego zasługujące na ochronę ze względu na ich walory widokowe lub estetyczne. W stosunku do pomnika przyrody, stanowiska dokumentacyjnego, użytku ekologicznego lub zespołu przyrodniczo-krajobrazowego mogą być wprowadzone następujące zakazy mające związek z programem:

- niszczenia, uszkodzenia lub przekształcania obiektu lub obszaru,

- wykonywania prac ziemnych trwale zniekształcających rzeźbę terenu, z wyjątkiem prac związanych z zabezpieczeniem przeciwsztormowym lub przeciwpowodziowym albo budową, odbudową, utrzymywaniem, remontem lub naprawą urządzeń wodnych,
- uszkodzania i zanieczyszczania gleby,
- dokonywania zmian stosunków wodnych, jeżeli zmiany te nie służą ochronie przyrody albo racjonalnej gospodarce rolnej, leśnej, wodnej lub rybackiej,
- likwidowania, zasypywania i przekształcania naturalnych zbiorników wodnych, starorzeczy oraz obszarów wodno-błotnych,
- zmiany sposobu użytkowania ziemi,
- zbioru, niszczenia, uszkodzania roślin i grzybów na obszarach użytków ekologicznych, utworzonych w celu ochrony stanowisk, siedlisk lub ostoi roślin i grzybów chronionych,
- umieszczania tablic reklamowych.

Zakazy te nie dotyczą:

- prac wykonywanych na potrzeby ochrony przyrody po uzgodnieniu z organem ustanawiającym daną formę ochrony przyrody,
- realizacji inwestycji celu publicznego po uzgodnieniu z organem ustanawiającym daną formę ochrony przyrody,
- likwidowania nagłych zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego i prowadzenia akcji ratowniczych.

***Ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów.*** Minister właściwy do spraw środowiska w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw rolnictwa określa, w drodze rozporządzenia, gatunki dziko występujących roślin:

- objętych ochroną ścisłą, z wyszczególnieniem gatunków wymagających ochrony czynnej,
- objętych ochroną częściową,
- objętych ochroną częściową, które mogą być pozyskiwane, oraz sposoby ich pozyskiwania,
- wymagających ustalenia stref ochrony ostoi lub stanowisk.

W ramach realizacji programu uwzględnione zostaną następujące zapisy Ustawy o Ochronie Przyrody:

- Prowadzenie robót polegających na regulacji wód oraz budowie wałów przeciwpowodziowych, a także robót melioracyjnych, odwodnień budowlanych, oraz innych robót ziemnych zmieniających stosunki wodne - na terenach o szczególnych wartościach przyrodniczych, zwłaszcza na terenach, na których znajdują się skupienia

roślinności o szczególnej wartości z punktu widzenia przyrodniczego, terenach o walorach krajobrazowych i ekologicznych, terenach masowych lęgów ptactwa, występowania skupień gatunków chronionych oraz tarlisk, zimowisk, przepławek i miejsc masowej migracji ryb i innych organizmów wodnych, następuje na podstawie decyzji wojewody, który ustala warunki prowadzenia robót. Wydanie decyzji następuje przed uzyskaniem pozwolenia na budowę.

- Zabrania się wznoszenia w pobliżu morza, jezior i innych zbiorników wodnych, rzek i kanałów obiektów budowlanych uniemożliwiających lub utrudniających ludziom i dziko występującym zwierzętom dostęp do wody, z wyjątkiem obiektów służących turystyce wodnej, gospodarce wodnej lub rybackiej oraz związanych z bezpieczeństwem powszechnym i obronnością kraju.

W Ustawie o Ochronie Przyrody przyjęto, że podlega karze aresztu albo grzywny ten, kto:

- bez decyzji wojewody lub wbrew ustalonym w niej warunkom prowadzi na terenach o szczególnych wartościach przyrodniczych roboty polegające na regulacji wód oraz budowie wałów przeciwpowodziowych, a także roboty melioracyjne, odwodnienia budowlane oraz inne roboty ziemne zmieniające stosunki wodne,
- wbrew przepisom art. 125 zabija zwierzęta, niszczy rośliny lub grzyby lub niszczy siedliska roślin, zwierząt lub grzybów.

Aktualnie na terenach Lasów Państwowych znajduje się około 85% wszystkich rezerwatów w Polsce, 120 parków krajobrazowych, większość obszarów Natura 2000. Poza tym około 65% gatunków występujących w Polsce to gatunki leśne lub związane z lasem. Wokół większości parków narodowych i krajobrazowych tworzone są strefy ochronne w postaci otulin w skład których wchodzi głównie lasy gospodarcze specjalnie zagospodarowane dla uwzględnienia dodatkowej funkcji. Formą otuliny mogą być również obszary chronionego krajobrazu. Pomimo licznych wysiłków, zmierzających do ochrony górskich ekosystemów leśnych od kilkudziesięciu lat (Sudety) występują na tym obszarze zjawiska klęskowe, które z różnym nasileniem przyczyniają się do obumierania lub niszczenia sztucznych drzewostanów świerkowych. Rozpad drzewostanów prowadzi nie tylko do strat materialnych, ale również do zakłócenia różnorodnych funkcji ochronnych, rekreacyjnych i krajobrazowych, w tym także do zmian bilansu wodnego poprzez obniżenie retencji wodnej i zwiększenie spływu powierzchniowego, a tym samym do wzmożonej erozji, odpływu wielu składników pokarmowych a przede wszystkim do gwałtownych wezbrań w niżej położonych obszarach zurbanizowanych.

Obecnie na obszarze polskiej części Karpat i Sudetów położonych jest osiem parków narodowych, w których obszary leśne są dominującą formacją. Utworzono też liczne rezerwy leśne i inne, parki krajobrazowe oraz obszary chronionego krajobrazu.

Dodatkowo lasy państwowe na obszarze Karpat i Sudetów prawie w całości zostały włączone do lasów ochronnych, a ponadto część nadleśnictw z tego obszaru weszła w skład Leśnych Kompleksów Promocyjnych (LKP Lasy Birczańskie, LKP Lasy Beskidu Sądeckiego, LKP Lasy Beskidu Śląskiego, LKP Sudety Zachodnie), mających na celu promocję proekologicznej polityki leśnej państwa. Do głównych celów LKP należą: ochrona różnorodności przyrodniczej, dostosowanie koncepcji zagospodarowania i użytkowania lasu do przyrodniczych, gospodarczych i społecznych warunków funkcjonowania gospodarstwa leśnego oraz upowszechniania biologicznych i ekologicznych metod ochrony lasu.

Modelowe łączenie funkcji gospodarczych i ochronnych jest na obszarach LKP jednym z podstawowych zadań, którego celem jest wypracowanie metod zrównoważonego rozwoju dla obszarów leśnych wszystkich form własności. Oznacza to między innymi wprowadzenie zasad ochrony przyrody poza granice ustawowych leśnych obszarów chronionych, co znajduje swój wyraz także w planach urzędzenia lasu (razem z programami ochrony przyrody) według których prowadzona jest trwale zrównoważona gospodarka leśna.

Należy podkreślić, że zadania inwestycyjne – szczególnie na obszarach chronionych – dotyczące programowanych przedsięwzięć takich jak: odtworzenie i wykonanie nowych zbiorników wodnych, zabudowa biologiczna i techniczna potoków górskich oraz zabudowa szlaków zrywkowych, wymagają indywidualnego podejścia do każdej inwestycji. Ważny jest przy tym zarówno występujący w konkretnym miejscu przedmiot ochrony, jak również rozpatrywane zagrożenia, jakim może on podlegać w związku z realizowaną inwestycją.

Szczegółowy wykaz powierzchni obszarów objętych różnymi formami ochrony w nadleśnictwach włączonych do programu zestawiono w tabelach 23, 24, 25 oraz 26.



**Tabela 23. Powierzchnia leśnych obszarów chronionych w nadleśnictwach RDLP Wrocław objętych programem**

NADLEŚNICTWO	POWIERZCHNIA [HA]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwaty	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliska)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym: wodo- chronne	Glebo- chronne
Bardo Śląskie	13113	2201	6709	39	6563	-	12185	5082	6077
Bystrzyca Kłodzka	12499	-	9560	-	673	-	12174	8643	631
Henryków	9638	-	-	18	212	-	8670	7590	-
Jawor	14304	7707	53	441	10281	-	11676	11676	2087
Jugów	9265	2049	1654	-	4381	-	9734	8781	3368
Kamienna Góra	15392	4174	1720	22	12171	2289	15370	6421	2544
Łądek Zdrój	16232	13573	-	329	11631	0	15583	6751	1519
Lwówek Śląski	18826	4307	-	21	6936	-	16597	9930	3411
Międzylesie	10025	6878	2272	60	1834	1011	9884	7461	1590
Szklarska Poręba	13853	-	13018	319	3924	3612	14360	8954	3220
Śnieżka	13108	4832	6391	-	6818	5930	12659	5366	2890
Świdnica	16432	4705	4591	52	7266	-	15857	3598	4234
Świeradów	15296	-	6742	214	1032	-	12791	4918	737
Wałbrzych	14664	8838	3386	221	10878	-	14154	11111	1705
Zdroje	10170	-	4972	232	5766	-	9551	644	17
Złotoryja	28058	1676	1320	151	7187	4130	13573	8217	986
<b>Razem</b>	<b>321875</b>	<b>60940</b>	<b>62388</b>	<b>2119</b>	<b>97553</b>	<b>16972</b>	<b>204818</b>	<b>105143</b>	<b>34999</b>

**Tabela 24. Powierzchnia leśnych obszarów chronionych w nadleśnictwach RDLP Katowice objętych programem**

NADLEŚNICTWO	POWIERZCHNIA [HA]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwaty	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliska)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym: wodo- chronne	Glebo- chronne
Andrychów	11821	6342	-	147	1701	406	11385	2771	6113
Bielsko	9987	6912	-	179	6704	1660	9551	-	283
Jeleśnia	11568	8649	-	234	7320	4498	11059	10507	499
Prudnik	12898	2852	839	58	170	-	12641	1512	-
Sucha	10467	1911	-	58	493	1012	10123	8754	1369
Ujszoły	13417	12347	-	159	12434	12434	12888	5919	5812
Ustroń	11200	5900	-	142	4121	1906	10719	-	-
Węgierska Górka	9311	9242	-	41	9245	3237	8990	5107	493
Wisła	8607	7373	-	375	6414	-	7984	6157	86
<b>Razem</b>	<b>99276</b>	<b>61528</b>	<b>839</b>	<b>1393</b>	<b>48602</b>	<b>25153</b>	<b>95340</b>	<b>40727</b>	<b>14655</b>

**Tabela 25. Powierzchnia leśnych obszarów chronionych w nadleśnictwach RDLP Krosno objętych programem**

NADLEŚNICTWO	POWIERZCHNIA [HA]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwaty	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliszka)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym:	
							wodochronne	Glebochronne	
Baligród	19001	12469	6822	124	13229	13229	18615	10826	7315
Bircza	27606	24810	2789	1531	22234	24792	24616	24521	283
Brzozów	16001	6545	11796	184	6430	6680	15227	15227	-
Cisna	11137	11137	-	-	12183	1282	11050,14	5852,41	44778
Dynów	10415	3442	2198	-	-	4935	10188	9747	441
Kańczuga	11973	463	6045	72	1618	2071	10189	9403	690
Kołaczyce	10425	4906	586	218	2683	607	9478	8514	287
Komańcza	21177	16446	4587	624	17094	19524	20345	19704	232
Krasiczyn	16097	12935	2791	56	1235	13782	11049	6216	-
Lesko	17787	2289	14672	598	3019	4708	17092	16622	341
Lubaczów	20330	-	3856	-	1205	-	3728	3728	-
Lutowiska	18742	14253	5882	525	15037	15037	18582	9616	8061
Mielec	9232	-	8495	58	-	8548	8269	3242	-
Narol	15459	9121	6666	285	15,27	53	3205	2466	739
Rymanów	20174	7312	13289	1701	15536	18985	17963	16229	291
Strzyżów	12768	2445	5900	1002	-	-	11263	11039	224
Stuposiany	9190	9051	-	5	9051	9051	9012	8676	328
Ustrzyki Dolne	24282	12998	11284	371	13880	21430	23007	21595	1412
Wetlina	7596	7493	-	330	7493	7493	7124	6925	531
<b>Razem</b>	<b>299392</b>	<b>158295</b>	<b>107657</b>	<b>7684</b>	<b>141942</b>	<b>172208</b>	<b>250002</b>	<b>210148</b>	<b>25660</b>

**Tabela 26. Powierzchnia leśnych obszarów chronionych w nadleśnictwach RDLP Kraków objętych programem**

NADLEŚNICTWO	POWIERZCHNIA [HA]								
	Ogółem	Parki krajobrazowe	Obszary chronionego krajobrazu	Rezerwaty	Natura 2000		Lasy ochronne		
					SOO (siedliszka)	OSO (ptaki)	Ogółem	w tym:	
							wodochronne	Glebochronne	
Brzesko	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dębica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gorlice	16222	0	13901	25	137	13805	15830	13433	0
Gromnik	8158	4707	3105	108	635	0	7809	0	4882
Krościenko	7976	4201	3962	202	4878	0	7131	7131	7131
Limanowa	8557	0	7472	99	2681	0	8233	1889	7889
Łosie	16509	0	16509	0	2501	16102	16221	11822	4399
Myślenice	11476	218	2753	369	3085	343	10875	6067	2122
Nawojowa	12338	5002	7300	117	6562	5593	11798	8479	3097
Nowy Targ	5245	0	4875	153	1208	2033	4976	2243	910
Piwniczna	12996	12881	238	291	13002	172	12263	1043	5879
Stary Sącz	8296	2795	3603	103	4552	0	7942	5595	1450
<b>Razem</b>	<b>107773</b>	<b>29804</b>	<b>63718</b>	<b>1467</b>	<b>39241</b>	<b>38048</b>	<b>103078</b>	<b>57702</b>	<b>37759</b>

Ogólna powierzchnia leśna objęta programem wynosi około 0,5 miliona hektarów z potokami o łącznej długości ponad 8,5 tys. km. Z zestawienia wynika również, że 94,5% lasów objętych programem posiada status lasów ochronnych, a 52,2% powierzchni leśnej nadleśnictw zostało włączone do ochrony siedlisk w ramach Natury 2000 i 36,3% do ochrony ptaków. Nieco mniej niż połowę obszaru objętego programem zajmują parki krajobrazowe, a 57,3% pełni funkcję lasów wodochronnych. Z analizy tych danych wynika, że program dotyczy wyjątkowych obszarów leśnych z przyrodniczego punktu widzenia. Aspekt ochrony przyrody powinien mieć więc przy wyborze rozwiązań projektowych w poszczególnych zadaniach rangę szczególną. Należy także podkreślić, że zagospodarowanie tych lasów na podstawach ekologicznych z zachowaniem zasad ochrony przyrody, jest jedną z najskuteczniejszych form zmniejszenia erozji wodnej i minimalizowania tragicznych skutków zjawisk kłęskowych. Bez uwzględniania aspektów ekologicznych gospodarki wodnej w górach, nawet najlepsze rozwiązania związane z techniczną zabudową potoków i rzek, nie będą w stanie zabezpieczyć terenów zurbanizowanych w ramach zrównoważonego rozwoju obszarów górskich. Problematyka ta jest kompleksowo ujęta w Dziale IV *Zasad Hodowli Lasu* w rozdziale dotyczącym kształtowania retencji wodnej i regulacji stosunków wodnych.

### **1.3. Analiza występowania zjawisk intensywne opadów oraz gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich wraz z oceną jej skutków (m.in. w zakresie erozji gleb, uszkodzeń strumieni, drzewostanów i infrastruktury)**

#### **1.3.1. Warunki kształtujące spływ powierzchniowy**

Spływ powierzchniowy, stanowi część odpływu wody opadowej lub roztopowej, która odbywa się po powierzchni terenu. Spływ można zdefiniować jako zjawisko polegające na poruszaniu się wody zebranej na pewnym obszarze na powierzchni terenu lub w gruncie ku miejscom niżej położonym pod wpływem siły ciężkości, z tym, że termin odpływ jest stosowany wówczas, gdy chodzi o określenie ilości wody odpływającej ze zlewni rzecznej (w tym samym czasie terminem przepływ określamy ilość wody przepływającą w pewnym miejscu przez przekrój poprzeczny rzeki lub przewodu). Jako miary względne objętości odpływu stosuje się pojęcie tzw. odpływu jednostkowego oraz współczynnika odpływu. Odpływ jednostkowy przedstawia ilość wody odpływającej w jednostce czasu z powierzchni rozpatrywanej zlewni i jest wyrażany w  $\text{dm}^3 \text{s}^{-1} \text{km}^{-2}$ , podczas gdy współczynnik odpływu jest stosunkiem ilości wody odpływającej z obszaru zlewni w rozpatrywanym czasie do ilości wody, jaka w postaci opadów atmosferycznych spadła na obszar zlewni. Jeżeli c nazwiemy

współczynnikiem odpływu to  $c = H/P$ , gdzie  $H$  – wysokość warstwy odpływu [mm], a  $P$  – wysokość warstwy opadu [mm] ( $c$  jest, więc wyrażane bezwymiarowo lub w procentach – im większe tym odpływ większy).

Przedstawiając drogi odpływu wody można wyróżnić odpływ podziemny (z etapami infiltracji wody jej filtracji a następnie drenowania horyzontu nośnego) oraz odpływ powierzchniowy, którego elementami są spływ powierzchniowy oraz odpływ korytami cieków. Spływ powierzchniowy, jest to, więc część wód opadowych (zwłaszcza z deszczów nawalnych i intensywnych roztopów) osiągająca cieki i zbiorniki wodne spływając powierzchniowo z obszarów bezpośrednio do nich przyległych.

W warunkach Polskich udział odpływu podziemnego w całkowitym odpływie rzeczonym waha się od 40-50 % w rzekach karpackich, 50-70% w rzekach wyżynnych i nizinnych i do 60-80 % w rzekach pojeziernych. Resztę odpływy stanowi, więc prawie całkowicie spływ powierzchniowy. Dodatkowo należy pamiętać, że wartości opadu i odpływu są zaniżone w stosunku do wartości rzeczywistych i ogólnie można przyjąć, że są one wyższe o 15-20 % od zmierzonych, ponieważ nie ma możliwości zmierzenia tzw. opadów poziomych w postaci rosy, szronu i szadzi. W związku z tym spływ powierzchniowy jest w rzeczywistości większy.

Wielkość i natężenie spływów powierzchniowych w obszarach górskich zależy od natężenia opadów lub roztopów, spadku terenu oraz możliwości zatrzymania tych wód na powierzchni roślin i gleby lub ich infiltracji do gleby. W obszarach górskich istnieją warunki sprzyjające spływom, gdyż stosunkowo często występują zdarzenia opadowe lub roztopowe, których nie można w całości zatrzymać, ze względu na duże spadki oraz ograniczoną wielkość intercepcji i infiltracji.

Spływy wód na stokach powstają przede wszystkim wskutek wysokich zdarzeń opadowych lub nagłego topnienia śniegu. Wartości sum opadów z dłuższych okresów np. miesięcznych lub rocznych, chociaż mogą znacznie się różnić, wskazują jedynie na warunki wodne w tych okresach.

Rozkład powierzchniowy opadu w obszarach górskich jest nierównomierny. Wiąże się to ściśle z położeniem zlewni w stosunku do napływających mas powietrza. Gradient opadów szacowany jest dla Sudetów Zachodnich na 100 mm/100 m wzniesienia n.p.m. (Woźniak 1997). Z badań przeprowadzonych w latach 1993-2002 na posterunkach IBL w zlewni Czerniawki obliczono, że w granicach wysokości 600-1200 m n.p.m. na każde 100 m opad zwiększa się średnio o 58 mm (Pierzgalski i in. 2000).

Znaczna liczba spływów powierzchniowych w górach występuje w okresie roztopów. O ich gwałtowności decydują warunki śniegowe, tj. liczba dni z opadem śniegu, grubość pokrywy śnieżnej jej rozmieszczenie, a także warunki topnienia śniegu. Okres trwałej pokrywy śnieżnej jest ściśle związany z położeniem wysokościowym. Np. na Szrenicy w analizowanym okresie pokrywa śnieżna występowała przeciętnie od 20 listopada do 27 kwietnia, tj. 159 dni, a jej grubość zmieniała się od 30 do 190 cm. Największe grubości pokrywy śnieżnej obserwuje się wzdłuż górnej granicy lasu. W rejonie Jakuszyce liczba dni z pokrywą śnieżną (od października do maja) wynosi średnio 152 dni, a jej grubość 57,9 cm. Nagłe topnienie śniegu na wiosnę powoduje duże spływy powierzchniowe zwłaszcza wówczas, gdy powierzchniowa warstwa gleby jest jeszcze zamrznięta.

Do najważniejszych czynników zmniejszających spływy zalicza się zdolności retencyjne lasu, na które składają się: intercepcja, retencja ściółki oraz retencja glebowa. Ilościowe określenie intercepcji jest dość trudne, gdyż zależy od wielu czynników. Z przeprowadzonych badań w Instytucie Badawczym Leśnictwa wynika, że np. w latach 1996-1997 intercepcja drzew świerkowych wynosiła średnio 32% opadu. Z innych badań (Cebulska, Osuch 1998, Osuch 1998) wynika, że intercepcja drzew iglastych jest większa od drzew liściastych, jakkolwiek różnice te zmieniają się w zależności od parametrów drzew i dynamiki przebiegu opadu. Ogólnie przyjmuje się, że intercepcja lasu stanowi od 10 do 30% opadu podobnie, jak zdolności retencyjne ściółki leśnej.

Wielkość spływu powierzchniowego zależy ponadto od prędkości wsiąkania wody w glebę i jej pojemności retencyjnej. Parametry te mogą być zmieniane poprzez zabiegi poprawę właściwości fizycznych gleb. Wprawdzie ze względu na koszty i niektóre uwarunkowania hodowlane zakres ich stosowania jest znikomy, to jednak retencji glebowej należy przypisać odpowiednie znaczenie w programach gospodarowania wodą mając na uwadze, że w glebie można zatrzymać kilkadziesiąt mm wody opadowej nie licząc przepływu do wód podziemnych.

W ostatnim czasie, częstą przyczynę wezbrań ponad-korytowych, można znaleźć w zwiększeniu się spływu powierzchniowego z terenu zlewni zmienionej działalnością człowieka. Zlewnie górskie i podgórskie w Polsce są coraz gęściej zabudowywane, co wiąże się ze zwiększeniem obszaru zajmowanego przez tereny zurbanizowane. Miejsca te stają się przez to nieprzepuszczalne dla wód opadowych, powodując znaczne wzmożenie spływu powierzchniowego.

Problem gospodarowania wodą i odprowadzenia spływu powierzchniowego z terenu o nieprzepuszczalnym podłożu, staje się, więc ważnym czynnikiem kształtującym stosunki

hydrologiczne na terenie zlewni. Spływ ten, jeśli nie zgromadzony lub zatrzymany na terenie zlewni przed dojściem do głównego recypienta, powoduje częstsze i bardziej nasilone wezbrania, a w konsekwencji niszczenie brzegów i umocnień brzegowych oraz budowli przeciwpowodziowych i regulacyjnych, erozję koryta potoku, a także przesuszenie terenu zlewni.

Zarządzanie wodą pochodzącą z opadów (szczególnie opadu nawałnego) jest jednym z bardziej istotnych czynników warunkujących gospodarkę wodną na terenach zlewni. W zlewni rzecznej, w której część jest pokryta zabudową, a w szczególności zajęta przez tereny nieprzepuszczalne (takie jak: parkingi, drogi, place, dachy domów i marketów, tereny przemysłowe i handlowe) odnotowuje się istotne zwiększenie wartości współczynnika spływu powierzchniowego. W konsekwencji, zmiana współczynnika spływu powoduje zwiększenie odpływu w głównym cieku zlewni, a także doprowadza do zgromadzenia wody w lokalnych obniżeniach terenowych.

**Jest oczywiste, że w nowoczesnym gospodarowaniu wodą na terenie zlewni nie można pominąć problemu ograniczenia spływu powierzchniowego z terenu zlewni, które są systematycznie, i coraz bardziej dynamicznie, zabudowywane. Zwłaszcza czule będą tu zlewnie górskie, ponieważ ich powierzchnia jest stosunkowo mała, a w związku z tym odpowiedź na gwałtowny opad atmosferyczny jest natychmiastowa, a polega na znacznym zwiększeniu fali powodziowej.**

Z punktu widzenia długookresowej gospodarki leśnej dla zwiększenia retencyjności zlewni w niektórych sytuacjach celowa byłaby przebudowa drzewostanu. Według literatury z zakresu hydrologii leśnej, a także badań prowadzonych w IBL zróżnicowanie gatunkowe drzewostanu ma wpływ na wielkość odpływu. Z niektórych badań (Bac, Ostrowski 1969) wynika, że np. przy opadzie 1000 mm bilans wodny dla sosny, buka oraz świerka poszczególne czynniki bilansu wodnego są zróżnicowane. Parowanie terenowe w drzewostanach sosnowych, bukowych i świerkowych wynosi odpowiednio 62, 68, 76% opadu, a odpływ odpowiednio 38, 32, 24%.

Ocenę możliwości przeciwdziałania zagrożeniom związanym z gwałtownym spływem wód opadowych można dokonać poprzez analizę wielkości opadu efektywnego. Zagrożenie na terenach górskich spowodowane gwałtownymi spływami wód opadowych można kwalifikować wykorzystując wielkość opadu efektywnego, który wyróżnia w istotny sposób parametry fizjograficzne zlewni takie, jak: rodzaje gleb pokrywających obszar zlewni, sposób użytkowania terenu zlewni, cechy obszarów zalesionych, stan początkowy nawilżenia zlewni, spadki doliny.

Opad efektywny, stanowi część wód opadowych, która spływa po stoku po wypełnieniu retencji początkowej zlewni (w postaci intercepcji i retencji powierzchniowej), przy uwzględnieniu procesu infiltracji, który zachodzi w ciągu całego czasu trwania opadu. W związku z tym, opad efektywny jest podstawowym sygnałem wejściowym do modeli matematycznych typu „opad efektywny – odpływ powierzchniowy”. Modele te umożliwiają wyznaczenie hydrogramów wezbrań typu deszczowego, m.in. również w zlewniach niekontrolowanych.

Spośród różnych metod wyznaczania opadu efektywnego, szeroko stosowaną jest metoda SCS opracowana w Stanach Zjednoczonych przez Służbę Ochrony Gleb. Podstawą metody SCS jest przyjęta hipoteza, że stosunek skumulowanej infiltracji do potencjalnej retencji zlewni jest równy stosunkowi skumulowanego opadu efektywnego do tzw. skumulowanego opadu potencjalnego. Wykorzystując tę zależność można obliczyć wartość stosunku skumulowanego opadu efektywnego do tzw. skumulowanego opadu potencjalnego, który będzie odzwierciedlał wielkość zagrożenie powodziowego. Maksymalne zagrożenie występuje w warunkach wielogodzinnego intensywnego deszczu przy braku intercepcji i infiltracji, a więc kiedy skumulowany opad efektywny jest równy skumulowanemu opadowi potencjalnemu i wynosi 1.0 czyli, kiedy cały opad zamienia się w spływ powierzchniowy.

Metodę SCS wykorzystano do scharakteryzowania warunków spływu powierzchniowego na obszarach objętych programem. Obliczone wartości efektywnego deszczu skumulowanego dla rejonów różniących się spadkami terenu i stopniem uwilgotnienia gleby, przy zachowaniu identycznych parametrów hydrologicznych odpowiednio wynoszą:

- 0,66 (około 66% opadu skumulowanego może zasilić spływ powierzchniowy) – dotyczy nadleśnictw w RDLP Wrocław, gdzie współczynnik gęstości sieci rzecznej wynosi 2,30 i gdzie występują gleby o małej przepuszczalności, ułatwiające powstawanie odpływu powierzchniowego, jak gleby silnie pylaste, gleby zasolone itp.
- 0,50 (około 50% opadu skumulowanego może stanowić spływ powierzchniowy) – dotyczy to nadleśnictw RDLP Katowice, gdzie współczynnik gęstości sieci rzecznej wynosi 2.90 i gdzie występują gleby o przepuszczalności poniżej średniej, czyli gleby uwarstwione, mające wkładki słabo przepuszczalne, ropy gliniaste, płytkie ropy piaszczyste, gleby o małej zawartości części organicznych, gleby o dużej zawartości części ilastych,
- 0,28 (co oznacza, że tylko 28% opadu skumulowanego może zasilić spływ powierzchniowy) – sytuacja taka występuje w nadleśnictwach RDLP Krosno. przy współczynniku gęstości sieci rzecznej równym 0,50 i w glebach o dużej

przepuszczalności, na których występuje minimalny spływ powierzchniowy (piaski, piaski z domieszka gliny, żwiry, głęboko zalegające lessy i gliny),

- RDLP Kraków – brak danych.

Obliczone wartości zostały obliczone dla uogólnień dotyczących charakterystyki glebowej w poszczególnych rejonach. Wartości te mogą być miarodajnie określone jedynie po uwzględnieniu szczegółowych warunków obiegu wody w poszczególnych zlewniach.

### **1.3.2. Skutki spowodowane gwałtownymi spływami powierzchniowymi**

#### ***Zniszczenia erozyjne***

Spływy powierzchniowe są przyczyną powstawania różnych form erozji wodnej. W różnych pasmach górskich w zależności od warunków hydrologicznych, geomorfologicznych, a także geologicznych oraz stanu lasu i gospodarki leśnej mogą dominować odmienne zjawiska erozyjne.

W odróżnieniu od erozji geologicznej, która jest naturalnym zjawiskiem geomorfologicznym, erozja gleb jest definiowana jako jeden z procesów degradacji gleb, którego główną przyczyną jest działalność antropogeniczna. W zależności od czynnika przyrodniczego decydującego o inicjacji i intensywności zjawisk erozyjnych wyróżnia się erozję wodną i wietrzną. W specjalistycznej literaturze (A. i Cz. Józefaciukowie 1999) do erozji gleb zalicza się także erozję śniegową (zmiany glebowe pod wpływem mas śnieżnych, zwłaszcza lawin), erozję uprawową (przemieszczanie gleb na stokach wskutek prac agrotechnicznych) oraz ruchy masowe (ruchy mas glebowo-gruntowych po stoku w postaci osuwisk, obrywów lub spływów).

Erozja wodna objawia się w formie erozji powierzchniowej, liniowej i podpowierzchniowej. Erozja powierzchniowa, polegająca na zmywaniu cząstek gleby przez wodę na całej powierzchni pola lub rozpatrywanego obszaru, powoduje zmniejszenie miąższości gleby na zboczu stoku i zwiększenie jej miąższość u podnóża stoku. Przy większych opadach, wskutek nierówności terenu przy skoncentrowanym spływie wody, tworzą się najmniejsze formy erozji liniowej, czyli żłobiny (erozja żłobinowa), które mogą przekształcać się w wąwozy (erozja wąwozowa). Najbardziej jednak powszechną formę erozji liniowej stanowi erozja koryt potoków i rzek (erozja rzeczna), w których erozji ulega dno (erozja denna) oraz skarpy (erozja brzegowa).

Erozję podpowierzchniową, nazywaną także sufozją dzieli się na sufozję mechaniczną (wymywanie przez wody podziemne drobnych cząstek gleby, wskutek czego powierzchnia terenu zapada się tworząc doły sufozyjne) oraz sufozję chemiczną (rozpuszczanie



i wymywanie związków chemicznych głównie węglanów wapna, co powoduje osiadanie gruntu i tworzenie się wymoków lub powstanie specyficznych form krasowych w postaci rzeźby terenu lub podziemnych jaskiń).

Intensywny spływ powierzchniowy może spowodować w dolnej części stoków erozję żłobinową lub wąwózową. Z badań hydrologiczno-erozyjnych prowadzonych przez IBL w latach 1995-1997 w leśnych zlewniach sudeckich w Nadleśnictwie Szklarska Poręba wynika, że zjawiska erozji liniowej na stokach inicjowane są w dużej mierze przez działalność antropogeniczną. Masowemu usuwaniu posuszu towarzyszyło powstanie sieci szlaków zrywkowych, które w zależności od usytuowania (w stosunku do spadku i położenia na stoku) stają się przy opadach nawałnych niekontrolowanymi ciekami, w których erozja bruzdowa intensywnie zamienia się w wąwózową. Ilość wody przepływającej w szlaku zrywkowym zależy od jego usytuowania i wielkości powierzchni jego mikrozwlewni. Prowadzone masy wody są większe, jeśli szlak zrywkowy przecina ukośnie długi stok, gdyż staje się on wówczas rowem zbierającym wodę z górnej powierzchni zbocza (Pierzgalski, Popek 2002). Ma on jednak łagodniejszy spadek i jego nawierzchnia stosunkowo łatwo daje się zabezpieczyć przez montaż wdospustów. Z kolei szlaki zrywkowe skierowane w dół zbocza

o bardzo dużych kontach nachylenia (pomimo relatywnie mniejszych zlewni) tworzą strome rynny z gwałtownym spływem wody. Powinny być one budowane i zabezpieczane innymi technikami. Taki szlak nie powinien tworzyć równi pochyłej, ale mieć uformowane tarasy, muldy spełniających rolę stopni, gdzie na wypłaszczeniach woda spowalnia i trafia w zamontowane tam wodospusty. Zagadnienia hydrologiczno-hydrauliczne powinny być uwzględniane w wytycznych dotyczących projektowania szlaków zrywkowych.

Gęsta sieć zagłębionych dróg (wąwozów drogowych) w terenach górskich, odgrywa podobną rolę jak drenowanie, co w aspekcie gospodarki wodnej i spowolnienia spływu powierzchniowego ma bardzo negatywne oddziaływanie. Przyspiesza spływ śródpokrywowy, który jest bezpośrednią przyczyną wielkich wezbrań w dużych rzekach. **Ocenia się, że mniej groźne są wcięcia drogowe biegnące prosto w dół stoku i odprowadzające duże ilości zawieszin, niż wcięcia drogowe serpentynowe odprowadzające w bardzo szybkim tempie nadwyżki wody zmagazynowane w pokrywach zwietrzelinowych. Wąwozy drogowe są głównymi producentami rumowiska rzeczno. Wskutek drenującego działania wąwozów osuszane są przyległe grunty zboczowe, a materiałem ziemnym wymywanym z wąwozów zamulane są cieki i zbiorniki wodne.**

### ***Deformacja koryt potoków górskich***

Rzeki i potoki górskie są dynamicznymi i zróżnicowanymi ekosystemami, a w ostatnich latach ich wykorzystanie miało głównie charakter gospodarczy. Spowodowało to w głównej mierze degradację równowagi ekologicznej oraz wymuszony przebieg procesów morfologicznych. Elementem budującym koryta rzeczne, wyjątkowo wrażliwym i szczególnie narażonym na skutki gwałtownych spływów powierzchniowych oraz wezbrań jest rumowisko rzeczne.

Rumowisko wleczone występujące w rzekach i potokach górskich charakteryzuje się znaczną niejednorodnością uziarnienia oraz asymetrią kształtu ziaren. Transport rumowiska obserwuje się podczas powodzi (wezbrania), przy czym najpierw wymywane są drobne, a potem coraz większe ziarna. Tworzące się wskutek tego obrukowanie dna powoduje zwiększenie odporności dna na działanie strumienia i opóźnienie masowego transportu rumowiska. Natomiast po zerwaniu obrukowania wprowadzona zostaje w ruch warstwa denna o znacznej miąższości.

Rzeki i potoki górskie to ciekły o znacznym spadku, szorstkości dennej i wysokiej dynamice zjawisk związanych z ruchem wód wezbraniowych. W takich warunkach konieczne jest kierowanie się aktualnymi tendencjami związanymi z regulacją i renaturyzacją rzek i potoków górskich w zgodzie z Ramową Dyrektywą UE, Prawem Wodnym, Ustawą o Ochronie Środowiska i innymi ustawami dotyczącymi działań prowadzących do zapewnienia stabilnych warunków przejścia przepływów wysokiej wody. Projektowanie, regulacja i renaturyzacji rzek i potoków górskich wymagają dogłębnej i kompleksowej analizy ich parametrów hydrodynamicznych w szerokim ujęciu, to jest z uwzględnieniem zjawisk towarzyszących przepływowi wezbraniowemu, zjawisk dynamicznych związanych z początkiem i ruchem rumowiska oraz opracowaniem parametrów pracy koryta regulacyjnego w związku z zasadą utrzymania w projektowaniu zrównoważonego stanu środowiska rzeki.

Wieloletnie doświadczenie w prowadzonych pracach badawczych przyczyniło się do opracowania metody uwzględniającej sezonową zmienność natężenia transportu rumowiska unoszonego w rzekach. Ilość transportowanego rumowiska unoszonego zależy od natężenia procesów erozyjnych, na które wpływa szereg czynników. Można tu wymienić czynniki stałe i sezonowo zmienne: budowa geologiczna oraz rodzaj i miąższość gleby, nachylenie (spadek) zboczy, użytkowanie rolnicze, stopień rozwoju roślinności, warunki meteorologiczne, z których najważniejsze to wielkość i natężenie opadów, intensywność roztopów. Uwzględnienie tych czynników jest trudne, szczególnie w przypadku dużych zlewni

(Radecki-Pawlik 2003). Pomocnym w uwzględnieniu czynników sezonowo zmiennych może być rozpatrywanie zjawiska w wydzielonych sezonach hydrologiczno-meteorologicznych: wiosennych roztopów, letnich deszczy ulewnych, jesiennych niżówek, zimy.

#### **1.4. Analiza zagrożenia powodzią, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń występujących na terenach górskich**

Powodzie należą do zjawisk, których częstotliwość podobnie, jak innych naturalnych zjawisk ekstremalnych, w ostatnim okresie wyraźnie wzrasta, a skutki są coraz bardziej dotkliwe. Wywoływane są w głównej mierze przez zjawiska klimatyczne, lecz na ich przebieg, a zwłaszcza wielkość strat, duży wpływ ma działalność antropogeniczna.

W okresie 1941-2001 w 59% przypadkach przyczyną powstawania powodzi w Polsce były opady. Powodzie opadowe zdarzają się w hydrologicznych półroczach letnich (od maja do października). Oczywiście jest, że na wielkość wezbrania opadowego, oprócz opadu, wpływa wiele innych czynników takich jak warunki geomorfologiczne zlewni, jej retencyjność, właściwości wodne gleb, użytkowanie terenu, stan infrastruktury przeciwpowodziowej. Jednakże głównym czynnikiem sprawczym powodzi opadowych jest wielkość i natężenie opadu. Właściwości klimatu umiarkowanego oraz warunki geomorfologiczne w Polsce są głównymi przyczynami dużego zróżnicowania opadów, zarówno pod względem przestrzennym, jak i zmienności w czasie. Sumy średnich opadów rocznych w zależności od lokalizacji są niekiedy mniejsze od 500 mm (w 1982 r. w Poznaniu roczny opad wynosił 275 mm), lecz mogą także przekroczyć wielkość 2000 mm w obszarach górskich (w 2001 w Dolinie Pięciu Stawów suma opadu rocznego wyniosła 2770 mm). W poszczególnych latach wielkość opadów rocznych również może różnić się kilkakrotnie, np. ściśle związany z opadami wskaźnik zasobów wodnych (obliczany na podstawie średniego odpływu wody do morza) w przeliczeniu na jednego mieszkańca w suchym 1991 roku wynosił jedynie 1100 m<sup>3</sup>, a w mokrym 1975 roku aż 2660 m<sup>3</sup> (Borecki i in. 2004).

O wystąpieniu powodzi opadowych nie decydują jednak sumy opadów rocznych, lecz wielkość i natężenie krótkotrwałych opadów nawalnych lub trwających dłużej opadów rozlewnych. Powódź powstaje, gdy wezbranie, czyli podnoszący się poziom wody w rzece lub jeziorze osiągnie wysokość, przy której następuje zalanie terenu. Oprócz opadu, przyczynami powodzi w Polsce są roztopy, zatory śryżowe, lodowe, sztormy, a także awarie budowli wodnych. W analizowanym okresie 1946-2001 w hydrologicznych półroczach zimowych (od listopada do kwietnia) najczęściej występowały powodzie sztormowe (13%), zatorowe (10%), roztopowe (8%) i roztopowo-opadowe (5%). Awarie urządzeń wodnych

były przyczyną co 20-tej powodzi (5%). Poszczególne rodzaje powodzi mogą pojawiać się oddzielnie, ale mogą też występować równocześnie. Wówczas istnieje zagrożenie powodzią o dużym zasięgu i katastrofalnych skutkach.

W zależności od zasięgu powodzie dzielą się na powodzie lokalne i regionalne. Wyróżnia się także powodzie zwykłe, które występują co kilka lat oraz powodzie katastrofalne. Powodzie katastrofalne występują średnio co kilkadziesiąt lat. Przy analizie skutków poszczególnych powodzi uwzględnia się także szkody na terenach nie zalanych, na których wskutek spływu wody po powierzchni, przepływu w ciekach lub osuwisk doszło do uszkodzeń budynków, infrastruktury komunikacyjnej, hydrotechnicznej, drzewostanów itd.

Powodzie w lasach są zjawiskiem naturalnym i zdarzają się stosunkowo często. Przebieg poszczególnych powodzi w lasach może być różny zależnie od położenia i typu siedliskowego lasu oraz innych warunków środowiskowych, jak np. geomorfologicznych. Wpływa to na rodzaj i zakres szkód powodziowych oraz na rodzaj i zakres niezbędnych przedsięwzięć związanych z zagospodarowaniem lasu po powodzi. W szczególności odmienne są zagrożenia powodziowe lasów górskich w porównaniu z lasami nizinnymi, co wiąże się z naturalnymi cechami obiegu wody, a także z oddziaływaniem lasu na obieg wody w tych obu typach lasu.

Góry są głównymi obszarami źródłowymi zasilającymi w wodę rzeki oraz powierzchniowe i podziemne zbiorniki wód. Tu występują bowiem opady znacznie wyższe i częściej ekstremalne, niż na nizinach. Woda w górach posiada ogromne zasoby energii potencjalnej. Mogą one być wykorzystywane użytecznie, lub stanowić źródło zjawisk destrukcyjnych.

Szczególnością rolę w ochronie przed powodzią, zwłaszcza w terenach górskich, odgrywają lasy, które są istotnym regulatorem obiegu wody w przyrodzie i tym samym pełnią ważną rolę w formowaniu i przebiegu fali wezbraniowej. W terenach górskich, w celu ograniczenia erozyjnego działania wody w czasie opadów nawałnych, niezbędne jest: zalesianie wszystkich terenów o spadkach powyżej 15%, zabudowa szlaków zrywkowych natychmiast po zakończeniu zrębów, tarasowanie zboczy szczególnie narażonych na zmywanie, zabezpieczenie przed osuwiskami itp. Zagospodarowanie zlewni oraz jej infrastruktura powinny być dostosowane do możliwości wystąpienia powodzi oraz stopnia i charakteru zagrożenia. Szczególnie dużą rolę spełniającą te funkcje odgrywają zbiorniki retencyjne.

Przepływ wody w ciekach górskich ma zwykle gwałtowny przebieg, cechuje go szybkie reagowanie na zasilanie opadowe i roztopowe. Powstają krótkotrwałe, ale wysokie

przepływy kulminacyjne i fale o dużych objętościach. W 1997 roku w lipcowe opady w sudeckich zlewniach badawczych IBL wywołały wezbrania, których jednostkową objętość szacowano na około 300 tys. m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (Ciepielowski i in. 1998). Odpływ wody w warunkach górskich ma często gwałtowny przebieg, cechują go szybkie reagowanie na zasilanie opadowe i roztopowe, krótkotrwałe, ale wysokie przepływy kulminacyjne i fale o dużych objętości. Fale roztopowo-opadowe na terenach górskich są groźne w skutkach, ponieważ wezbrania wczesnowiosenne zachodzą jednocześnie na znacznych obszarach gór powodując również zagrożenia powodziowe w dolinach dużych rzek. Wezbrania opadowe występujące na ogół w okresie wegetacji, zależą od intensywności, wielkości i zasięgu opadu i lokalnie stwarzają większe zagrożenia dla terenów lasów górskich, aniżeli wezbrania roztopowe. Analizując wpływ lasu na zjawiska powodziowe należy podkreślić ścisły związek między stanem zagospodarowania lasów górskich na powodzie w niżej leżących częściach zlewni. Ważne jest także rozmieszczenie powierzchni leśnej w zlewni. Skutkiem zróżnicowania użytkowania zlewni jest wprowadzenie opóźniony odpływ wody z leśnej zlewni cząstkowej, lecz koncentryczny układ sieci rzecznej powoduje nakładanie się fal wezbraniowych i zwiększenie zagrożenia powodziowego.

Katastrofalną powódź w 1997 roku spowodowały opady w lipcu, których wielkość przekroczyła ponad trzykrotnie wielkość średnią z wielolecia. W zlewniach badawczych IBL w Sudetach w Nadleśnictwie Szklarska Poręba suma miesięczna opadów w lipcu była zbliżona do 500 mm, przy czym intensywne opady wystąpiły wówczas dwukrotnie w trwających 3-4 dni okresach i wynosiła każdorazowo 200-230 mm (Pierzgalski i in. 1998).

Na terenach 9 RDLP w 1997 roku zalanych zostało łącznie 116 tys. ha lasów. W RDLP Wrocław zniszczonych zostało wówczas, oprócz drzewostanów, także 992 km dróg, 1106 szt. mostów i przepustów, 241 budynków, 27 km zabudowy potoków górskich, 25 szt. urządzeń małej retencji, 79 urządzeń i sprzętu technicznego. Łączne straty oszacowano na około 0,2 mld zł (Wiśniewski 1998). Zasadniczą przyczyną powstałych strat w drzewostanach był długi okres stagnowania wody na powierzchni terenów leśnych, na co istotny wpływ miał stan sieci odwadniającej. Woda stagnowała w lesie o kilka tygodni dłużej aniżeli trwały podwyższone stany na Odrze. Podtopienie przez połowę okresu wegetacyjnego 1997 roku drzewostanów przystosowanych już do okresowych niedoborów wody, spowodowało masowe wypadanie prawie wszystkich rosnących tu gatunków drzew.

Innym przykładem szkód powodziowych w lasach jest powódź, która wystąpiła w 2005 roku na Podkarpaciu. Spowodowały ją opady nawalne. W Wetlinie w lipcu w ciągu niecałej doby spadło 99,5 mm wody, podczas gdy średni miesięczny opad z wielolecia dla

lipca wynosi 111 mm. Zniszczeniu uległo kilka hektarów szkółek leśnych, dziesiątki kilometrów dróg leśnych i setki kilometrów szlaków zrywkowych. Odnotowano rozmycia powierzchni dróg, uszkodzenia mostów, zamulenia rowów, przepustów i studzienek odpływowych. W Nadleśnictwie Baligród oprócz uszkodzeń dróg i szlaków zrywkowych zniszczone zostały szkółki leśne, gdzie sadzonki zostały zmyte wraz z warstwą. W Nadleśnictwie Stuposiany osunęła się skarpa drogowa nad potokiem Roztoki (dwa osuwiska o kubaturze prawie 3 tys. m<sup>3</sup> ziemi).

Powódź w lipcu 1997 i późniejsze zjawiska o podobnym charakterze w dorzeczu Odry i Wisły pozwoliły zweryfikować poglądy na rolę katastrofalnych procesów geomorfologicznych w kształtowaniu krajobrazu. Rozmiary rozcięć erozyjnych oraz zanotowane miąższości i zasięg form akumulacji rzecznej wskazują, że podczas jednego epizodu może dojść do istotnych jakościowo przekształceń rzeźby stoków oraz den dolinnych.

Przez ostatnie kilkadziesiąt lat w Polsce obserwowany jest intensywny wzrost wielkości szkód i wartości strat powodziowych we wszystkich resortach gospodarki narodowej. Wzrost strat powodziowych wskazuje na konieczność prowadzenia właściwej polityki związanej z prowadzeniem ochrony przed powodzią w warunkach trybu zarządzania powodzią i trybu zintegrowanej ochrony powodzią. Wskaźniki strat jednostkowych w dorzeczu górnej Wisły i Odry charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem „regionalnym”. Wynika to z szeregu czynników takich jak np.: zasięg wezbrania i jego lokalny przebieg (dynamika), stan zabudowy cieków, rodzaj i morfologia terenu, stopień zagospodarowania, zainwestowania i urbanizacji obszarów zalewowych, a także metodyka oceny szkód i wyceny strat powodziowych.

### **1.5. Ochrona przed powodzią ze szczególnym uwzględnieniem funkcji ochronnych lasów na terenach górskich**

W Dyrektywie Powodziowej przyjęto, że zarządzanie ryzykiem powodziowym ma na celu redukcję wielkości powodzi i jej skutków poprzez rozwój programów zarządzania jednoczącymi następujące elementy systemu ochrony:

- prewencję powodziową,
- bezpośrednią ochronę przed powodzią,
- przygotowanie ludzi bazujące na informacji o ryzyku powodziowym,
- systematyczny rozwój planów reagowania na wypadek powodzi,

- odbudowę po powodzi połączoną z wyciąganiem z niej wniosków.

Kluczowe znaczenie ma tutaj połączenie prewencji z bezpośrednią ochroną. Na tej bazie dopiero następuje rozwój pozostałych składowych programu zarządzania ryzykiem. Odpowiednio przygotowana prewencja powodziowa umożliwia bowiem równoważenie w większych strukturach przestrzennych, zwłaszcza w układzie zlewniowym niekorzystnych lokalnych efektów ubocznych zastosowania środków bezpośredniej ochrony przed powodzią poprzez różnicowanie użytkowania terenu. Prewencja przeciwpowodziowa to działania wyprzedzające w obszarze zagrożonym i w zlewni powyżej, które umożliwiają ograniczenie szkód powodziowych na danym obszarze zagrożonym powodzią;

- ograniczenie rozwoju zagospodarowania terenów zalewowych,
- dobre praktyki stosowane w warunkach rozwoju urbanizacji zlewni, których celem jest ograniczenie uszczelnienia gruntu w wyniku tej zabudowy, a tym samym zachowanie w maksymalnym stopniu naturalnego potencjału retencyjnego tego terenu,
- dobre praktyki stosowane w rolnictwie, które ograniczają erozję glebową i spływ zanieczyszczeń rolniczych do wód,
- dobre praktyki w podnoszeniu lesistości i w planowaniu struktury zalesień, które podnoszą retencyjność terenu zagrożonego oraz ograniczają spływ powierzchniowy ze zlewni wyżej położonej.

Bezpośrednia ochrona, obejmująca działania ograniczające wielkość powodzi. Są to następujące grupy metod ochrony:

- środki techniczne: sterowana retencja zbiornikowa, mała retencja oraz retencyjne przysposobienie dorzecza, rekompensujące zabudowę i rozwój infrastruktury, poldery powodziowe,
- środki nietechniczne: powiększenie naturalnej retencji, renaturyzacja rzek i ich dolin połączone z ochroną ekosystemów.

Ochrona przed powodzią również wynika z Ustawy Prawo Wodne (Dz. U. 2001.115.1229 z dnia 11 października 2001 r. z późn. zm.). Marszałek Województwa wykonuje prawa właścicielskie, jako zadanie z zakresu administracji rządowej wykonywanej przez samorząd województwa w stosunku do [Kot 2006]:

- wód istotnych dla regulacji stosunków wodnych na potrzeby rolnictwa,
- tzw. „wód pozostałych”, czyli nieadministrowanych przez ministra właściwego ds. morskich, Prezesa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej oraz Dyrektorów Parków Narodowych.

Są to podstawowe działania Marszałka Województwa podejmowane w etapie pierwszym, celem zminimalizowania zagrożeń wystąpienia powodzi. Ponadto w ramach utrzymania rzek i potoków Marszałek realizuje szczegółowe zadania:

- prace regulacyjne, umożliwiające dostosowanie przekrojów koryt do prowadzenia wód o określonym prawdopodobieństwie polegające m.in. na zabudowie koryt budowlami stabilizującymi dno i zabezpieczającymi brzegi przed podmywaniem,
- prace konserwacyjne, sprowadzające się do usuwania zatorów i roślinności, odmulania i pogłębiania koryt oraz naprawy umocnień dna i skarp.

Jednym z elementów ochrony przed powodzią jest magazynowanie wody w rezerwach przeciwpowodziowych, czyli duża i mała retencja zbiornikowa, jak również lokalna w postaci polderów oraz naturalna retencja rzeczna. W przypadku Marszałka Województwa zagadnienie sprowadza się do przygotowania i aktualizacji programów małej retencji oraz prowadzenia gospodarki wodnej na już istniejących zbiornikach i urządzeniach.

Należy podkreślić, że w ochronie przeciwpowodziowej konieczne jest stosowanie całej gamy środków: renaturyzacja dolin rzecznych i obszarów podmokłych, planowanie przestrzenne, agrotechnika, zalesienia, edukacja, systemy ostrzegawcze, ewakuacja, system ubezpieczeń, normatywy budowlane i inne, dopuszczając budownictwo wodne w sytuacjach, gdy brak innych możliwości rozwiązania problemu metodami bardziej przyjaznymi środowisku.

Lasy, jako istotny czynnik kształtujący obieg wody w przyrodzie, pełni ważną rolę w formowaniu i przebiegu powodzi. W ochronie przeciwpowodziowej powszechnie jest doceniana rola lasów w łagodzeniu fal wezbraniowych, opóźnianiu roztopów itp. Z drugiej strony, zjawiska powodziowe wyrządzają w lasach duże straty obejmujące nie tylko zniszczenia drzewostanów i upraw, degradację gleb wskutek erozji, ale także zniszczenia infrastruktury leśnej oraz zanieczyszczenia i niekorzystne przekształcenia siedlisk leśnych.

Znaczenie obszarów leśnych w bilansie wodnym górskich zlewni badane jest od ponad 100 lat. Już około roku 1900 w Szwajcarii założono stacje badawcze w dwóch zlewniach doświadczalnych o różnym stopniu zalesienia: 30 i 99% (Klus 1964). Stwierdzono korzystny wpływ lasu na zmniejszenie odpływu o 12%, przy zwiększonym odpływie w okresach suszy oraz znacznie mniejszym ruchu rumoszu w zlewni zalesionej. W wielu podobnych badaniach potwierdzono jednoznacznie, że obszary leśne wyraźnie zmniejszają amplitudę wahań odpływów i przyczyniają się do zmniejszenia fali powodziowej. W latach 80-tych po wylesieniu znacznych obszarów w Sudetach odpływ wody ze zlewni wzrósł od 15 do 30%, gdyż zmniejszona została intercepcja i zwiększył się spływ powierzchniowy



(Pierzgalski 2003). Tylko przy bardzo dużych opadach i wypełnieniu pojemności retencyjnej wpływ lasu na odpływ wody ze zlewni jest znikomy.

Duże znaczenie dla kształtowania bilansu wodnego w górskich zlewniach leśnych ma struktura gatunkowa drzewostanów. Intercepcja w koronach drzewostanu świerkowego wynosi średnio w ciągu roku około 34% opadu, drzewostanu sosnowego-modrzewiowego 27%, podczas gdy bukowego tylko 13–15%. Różny jest również czas potrzebny na wsiąknięcie w glebę 1 dcm<sup>3</sup> wody: w dojrzałym drzewostanie jodłowo-bukowym wynosi 1-2 min, w bukowym 4-8 min, w świerkowym 13 min, a w młodniku świerkowym nawet 14 min. Jednak na łące jest to aż około 40 min (Twaróg 1984). Jest to jeden z licznych argumentów uzasadniających konieczność przebudowy sztucznych świerkowych drzewostanów karpackich i sudeckich na wielogatunkowe. Bogate siedliska lasowe, które dominują na obszarze zlewni Karpat i Sudetów stwarzają duże możliwości dla hodowli drzewostanów o złożonej strukturze gatunkowej i wiekowej, a właśnie takie stabilne drzewostany są optymalne z punktu widzenia retencji oraz zdolności do pełnienia funkcji wodochronnych i glebochronnych. Od stanu lasu zależy wielkość i dynamika zasobów wodnych zlewni górskich i ochrona pedosfery przed erozją. Ciągłe niedostatecznie wykorzystane są możliwości gospodarki leśnej. Wprowadzenie właściwego zagospodarowania zlewni górskich, prowadzenie metod gospodarki leśnej mającej także na celu zmniejszenie ilości spływającej wody (dobór odpowiednich gatunków drzew i krzewów na stokach, poprawa właściwości wodnych gleb, zabudowa szlaków zrywkowych, stosowanie urządzeń technicznych np. tarasów grzbietowych itd.), a także zwiększenie retencji powierzchniowej może w znaczący sposób zmniejszyć fale wezbraniowe i tym samym występowanie powodzi.

Właściwy z punktu widzenia ochrony przed powodzią stan górskich ekosystemów leśnych oznacza optymalne wykorzystanie ich przyrodniczych (naturalnych) możliwości wodo- i glebochronnych przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych. Możliwe jest to poprzez prowadzenie gospodarki leśnej na obowiązujących aktualnie zasadach ekologicznych, których celem są stabilne drzewostany o zróżnicowanej strukturze pionowej i poziomej, dostosowane do warunków siedliskowych, użytkowane rębniami złożonymi o długim okresie odnowienia z odnowieniem naturalnym jako głównym. W takiej sytuacji zabudowa potoków górskich na obszarach leśnych (biologiczna z elementami zabudowy technicznej) powinna być tylko uzupełnieniem i zabezpieczeniem infrastruktury, służącej gospodarce leśnej, przy jednoczesnym dążeniu do spowolnienia spływu wód powierzchniowych.

### **1.6. Analiza dokumentów strategicznych związanych z gospodarką wodną w zlewni, ze szczególnym uwzględnieniem wojewódzkich programów małej retencji oraz planów zabudowy potoków górskich w aspekcie ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich**

Od kilku lat podejmowane są prace nad nowymi wojewódzkimi programami małej retencji uwzględniającymi aktualny administracyjny podział kraju, a także inne czynniki wpływające na gospodarkę wodną, w tym ekonomiczne, klimatyczne i społeczne.

Wcześniej, na podstawie międzyresortowego porozumienia z 95 r. o „współpracy w zakresie programu małej retencji”. roku powstały wojewódzkie programy małej retencji dostosowane do ówczesnego podziału administracyjnego kraju (49 województw). Tempo realizacji przedsięwzięć z zakresu małej retencji nie było jednak zadowalające. Główną przeszkodą był brak środków w samorządach gminnych oraz stosunkowo małe wsparcie z funduszy ekologicznych rezultacie przyrost metrów sześciennych w okresie 1997-2001 wynosił około 17 mln m<sup>3</sup> i był ponad trzykrotnie niższy od zakładanego w ogólnym programie rozwoju małej retencji do roku 2015.

W celu nadania silniejszego impulsu wdrożeniowego programom małej retencji zawarto w 2002 roku nowe porozumienie „w sprawie współpracy na rzecz zwiększania rozwoju małej retencji wodnej oraz upowszechniania i wdrażania proekologicznych metod retencjonowania wody”. Porozumienie podpisali ministrowie resortów rolnictwa i środowiska, prezesi Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Zwiększenie liczby sygnatariuszy porozumienia miało na celu ułatwić rozwiązywanie problemów własnościowych oraz finansowe wsparcie inwestycji małej retencji.

Niewątpliwie poważny wpływ na programy rozwoju małej retencji ma konieczność wdrażania wskazań zawartych w Ramowej Dyrektywie Wodnej oraz obowiązek uwzględniania zaleceń i ograniczeń związanych z utworzeniem w Polsce części Europejskiej Ekologicznej Sieci Natura 2000.

Rozwój małej retencji wpisuje się również w kierunkowe cele gospodarki wodnej Projektu **Narodowej Strategii Gospodarowania Wodami do roku 2030** opracowanej w Ministerstwie Środowiska, którymi są m.in: osiągnięcie i utrzymanie dobrego stanu wód, a w szczególności ekosystemów wodnych i od wody zależnych; zaspokojenie uzasadnionych potrzeb wodnych ludności i gospodarki przy poszanowaniu zasad zrównoważonego użytkowania wód; podniesienie skuteczności ochrony w sytuacjach nadzwyczajnych(np. powódź, susza).

W cytowanym wyżej dokumencie podkreśla się, że woda, jako ważny abiotyczny komponent środowiska, łączy gospodarkę wodną ze środowiskiem i konieczne jest: „...harmonijne współdziałanie gospodarki wodnej i ochrony środowiska na rzecz zrównoważonego rozwoju. Szczególną rolę w tym zakresie powinna odgrywać współpraca z gospodarką leśną.”. Stwierdza się także konieczność większej integracji pod względem instytucjonalnym, prawnym, jak i finansowym gospodarki wodnej z planowaniem przestrzennym, gospodarką leśną i gospodarowaniem zasobami przyrodniczymi. Aktualnie Projekt Narodowej Strategii Gospodarowania Wodami 2030 znajduje się na etapie analizy, która poprzedza rozpoczęcie procesu konsultacji społecznych.

Realizacja programu „retencji górskiej” jest zgodna ze **Strategia ochrony obszarów wodno-błotnych** będącą odpowiedzią na potrzeby wdrażania polityki ekologicznej państwa zgodnie z wykładnią Konwencji Ramsar. Obszary wodno-błotne zwane są również **mokradłami lub siedliskami hydrogenicznymi**, występują na niektórych obszarach nadleśnictw biorących udział w projekcie. Ich zachowanie i renaturyzacja jest jednym z celów realizacji programu. Obszary wodno-błotne stanowią, na równi z obszarami leśnymi, podstawowe układy przyrodnicze, które podtrzymują życie na Ziemi. Ich najważniejsze funkcje przyrodnicze to:

- hamowanie odpływu wód podziemnych do rzek,
- retencionowanie wód podziemnych i powierzchniowych,
- oczyszczanie wód,
- akumulacja organicznego węgla i azotu,
- podtrzymywanie i wzbogacanie różnorodności form życia na lądzie i w wodach słodkich

Kwestia ochrony obszarów wodno-błotnych na poziomie rządowym została uwzględniona w dokumencie: “**II Polityka Ekologiczna Państwa**”, przyjętym przez Radę Ministrów w 2001 r. oraz w “**Strategii Ochrony i Umiarkowanego Użytkowania Różnorodności Biologicznej**” przyjętej przez Ministerstwo Środowiska w 2001 r., w której kilka priorytetów działań dotyczy ochrony środowisk wodno-błotnych. Oba te dokumenty biorą pod uwagę zalecenia Konwencji Ramsar i Kongresu Światowej Unii Ochrony Przyrody (IUCN) w Ammanie w 2000 roku.

Jednym z głównych celów **II Polityki Ekologicznej Państwa** jest zintegrowanie polityki ochrony różnorodności biologicznej z politykami resortowymi i promowanie wspólnej odpowiedzialności za stan środowiska w kraju. Dokument ten wskazuje m.in. na

potrzebę bezpieczeństwa ekologicznego społeczeństwa poprzez zagwarantowanie odpowiednich zasobów wody i zachowanie krajowych zasobów biologicznych biorąc po uwagę fakt, że siedliska wodne i błotne są szczególnie ważne dla zachowania różnorodności biologicznej i krajobrazowej oraz bilansu wodnego kraju. **Program Wykonawczy do II Polityki Ekologicznej na lata 2002-2010** przewiduje w tym zakresie szereg działań prawnych i organizacyjnych w zakresie ochrony dolin rzecznych, ekosystemów hydrogenicznych, rzadkich i zagrożonych gatunków oraz tradycyjnego krajobrazu rolniczego, w tym także renaturyzację zniszczonych, cennych ekosystemów i siedlisk przyrodniczych, szczególnie wodno-błotnych. W tym sensie program „retencji górskiej” w pełni wpisuje się zarówno w strategię ochrony mokradeł jak i politykę ekologiczną państwa. Jednym z najważniejszych przedsięwzięć realizowanych w programie jest odtwarzanie i tworzenie siedlisk podmokłych na terenach górskich, są to małe śródleśne zbiorniki retencyjne, kałuże ekologiczne i obszary podmokłe (np. łągi, olsy, zmienno wilgotnościowe łąki), stanowiące siedliska i bazę żerową dla wielu chronionych gatunków zapewniające jednocześnie duży potencjał retencji gruntowej.

Podobnie działania objęte programem wpisują się w **Strategię Ochrony i Zrównoważonego Użytkowania Różnorodności Biologicznej**, gdzie stwierdza się, że szczególny nacisk w polityce dotyczącej działań ochronnych położyć należy na te składniki różnorodności, które są rzadkie i zagrożone wyginięciem lub trwałym przekształceniem. Wsparcie dla realizacji programu stanowią, także najważniejsze krajowe akty prawne np. **ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, ustawa o lasach** i również nowelizowane **Prawo Wodne** (2002). Akty te zobowiązują do ochrony wód i mokradeł, które jako ekosystemy zagrożone są szczególnie wrażliwe na różne zakłócenia związane z działalnością człowieka. Stanowią one także, że ochrona tych ekosystemów musi być wpisana w plany przestrzennego zagospodarowania różnych szczebli i uwzględniać potrzeby lokalnych społeczności, rolnictwa, leśnictwa, rybactwa i przemysłu, w tym również potrzeby powiększania zasobów wodnych i utrzymania ich właściwego charakteru ekologicznego w skali tak poszczególnych obszarów, jak i całych dorzeczy lub zlewni. Podobnie **Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej roślin i zwierząt**, obejmujące ochroną wiele gatunków ściśle związanych z obszarami wodnymi i błotnymi. W **Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie określania rodzajów siedlisk przyrodniczych podlegających ochronie** wymienia się liczne siedliska wodno-błotne, takie jak: łąki, płytkie ujścia rzek, laguny, solniska, starorzecza, zalewane muliste brzegi rzek,

torfowiska wysokie, przejściowe i trzęsawiska oraz łągi i olsy. Zapisy chroniące torfowiska oraz oczka wodne zawiera **Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych**.

Z kolei na szczeblu wojewódzkim również podejmowane są działania zbieżne. Nadleśnictwa objęte programem znajdują się w pięciu województwach: dolnośląskim, opolskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim.

W 2006 roku został zatwierdzony program małej retencji województwa dolnośląskiego. Analizując ten dokument oraz inne z nim związane można zauważyć, że w programach tych dominuje retencja zbiornikowa. Dowodzi tego ogólny zakres planowanych przedsięwzięć zgłoszonych przez różne podmioty:

- plany samorządów gminnych dot. budowy zbiorników
- plany RZGW dot. budowy zbiorników
- zadania DZMiUW we Wrocławiu dot. budowy zbiorników
- inwestorzy prywatni (stawy rybne)
- nadleśnictwa

Programy małej retencji mają charakter elastycznych dostosowujący się do aktualnych sytuacji m.in. finansowych lub społecznych. W trakcie konsultacji społecznych zostały zgłoszone dodatkowe propozycje do omawianego programu.

„Program małej retencji dla województwa śląskiego” został opracowany na podstawie aktualizacji programów małej retencji sporządzonych dla byłych województw: bielskiego, częstochowskiego i katowickiego zleconych lub wykonanych przez Śląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Katowicach. Podobnie przeprowadzona została aktualizacja programu w województwie podkarpackim. Z kolei na Opolszczyźnie funkcjonuje program budowy zbiorników małej retencji. Województwo małopolskie ma kompleksowo opracowany „Program Retencji Województwa Małopolskiego” w ramach którego uznano, że retencjonowanie wody i ochrona przed powodzią to podstawowe zadania zbiorników małej retencji.

Jednoczenie dzięki wymianie informacji i udziału w konsultacjach program jest zbieżny do **planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy**, które są obecnie opracowane przez regionalne zarządy gospodarki wodnej. Jednym z nich jest „Plan gospodarowania wodami dla obszaru dorzecza Odry” (projekt 2008 r.).

Kolejny dokument o podobnym charakterze to „Program ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły” realizowany na obszarze województw śląskiego, małopolskiego, podkarpackiego i świętokrzyskiego.

We ponadto we wszystkich województwach koncepcje rozwoju gospodarki wodnej zostały przedstawione w programach ochrony środowiska lub w strategiach rozwoju województwa. Jednak większą uwagę zwraca się w nich na aspekty jakości wody i związane z jakością problemy oczyszczania wód.

Reasumując działania przewidywane do realizacji na terenie Lasów Państwowych w ramach niniejszego programu są zbieżne z krótko i długookresowymi celami polityki państwa i samorządów w tym zakresie oraz wzmacniają efekt synergii działań podejmowanych przez inne podmioty.

## **1.7. Uwarunkowania i ograniczenia (topograficzne, techniczne, formalno prawne, ekonomiczne, przyrodnicze oraz inne) w zakresie ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich**

### **1.7.1. Ograniczenia związane z konwencjami i programami ochrony środowiska**

W projektach oraz w fazie realizacji i eksploatacji, które mają za cel ochronę przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych na terenach górskich, należy uwzględnić ograniczenia i uwarunkowania związane przede wszystkim z ochroną środowiska.

Wskutek realizacji polityki ekologicznej państwa w ciągu ostatnich kilkunastu lat nastąpił w Polsce kilkakrotny wzrost powierzchni objętej różnymi formami ochrony przyrody. W roku 1980 ochroną obejmowano jedynie około 10 000 km<sup>2</sup>, a dziesięć lat później 60 000 km<sup>2</sup>, obecnie łączna powierzchnia obszarów chronionych wynosi obecnie ponad 100 tysięcy km<sup>2</sup>, czyli około 32 % powierzchni kraju. Uchwalenie w 2001 roku ustawy Prawo wodne oraz konieczność wdrożenia licznych dyrektyw Unii Europejskiej w tym Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz tzw. Dyrektywy Powodziowej wywołały konieczność redefinicji zadań, celów i kierunków rozwoju gospodarki wodnej w warunkach obowiązywania nowych podstaw prawnych i standardów europejskich. Ratyfikowanie i wdrażanie konwencji międzynarodowych dotyczących ochrony środowiska, opracowanie już spowodowały, a w przyszłości wymuszą dalsze zmiany i ograniczenia w gospodarowaniu wodą zarówno na obszarach rolnych, jak i leśnych. Do najbardziej znaczących należą konwencje, które stanowią podstawę Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, czyli Konwencja Ramsarska oraz dyrektywy Unii Europejskiej: Ptasia i Siedliskowa.

Jednym z pierwszych aktów międzynarodowych dotyczących ochrony środowiska była tzw. Konwencja Ramsarska, która została podpisana w 1971 roku w Ramsarze w Iranie i zmieniona w 1984 roku w Paryżu. Obszar zainteresowania konwencji oddaje dość wiernie jej pełna nazwa: *Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko bytowania ptactwa wodnego*. Konwencja weszła

w życie od 1975 roku, a Polska ratyfikowała ją w 1978 roku. Pod koniec 2002 roku 133 państwa były stronami konwencji. Obszary wodno-błotne w rozumieniu Konwencji Ramsarskiej są to obszary, w których kształtowaniu główną rolę pełni woda. Wyróżniono 40 typów takich obszarów. Są wśród nich mokradła, zbiorniki wodne naturalne i sztuczne, rzeki i inne wody płynące, ale także wybrzeża, zatoki morskie, laguny, rafy koralowe i inne. Poszczególne państwa – Strony Konwencji wyznaczają obszary wodno-błotne o znaczeniu międzynarodowym, które umieszczane są w *Spisie Ramsar*. Pod koniec 2002 roku *Spis* liczył 1198 obszarów o łącznej powierzchni 1034 mln ha. W Polsce wyznaczono dotychczas 8 obszarów zakwalifikowanych do *Spisu*. Są to m.in. parki narodowe (Biebrzański, Słowiński) oraz rezerwaty zlokalizowane poza terenami górskimi (m.in. Stawy Milickie, jeziora: Oświn, Słońsk, Świdwie, Karaś, Łuknajno).

Konwencja zobowiązuje Strony do zapewnienia trwałej ochrony obszarów wodno-błotnych, racjonalnego ich użytkowania oraz stabilnej gospodarki wodnej z uwzględnieniem ochrony przed zanieczyszczeniem nie tylko obiektów ujętych w *Spisie Ramsar*, ale także do racjonalnego zagospodarowania oraz zapewnienia zrównoważonego i trwałego rozwoju wszystkich mokradeł w danym państwie.

W 1979 roku Wspólnota Europejska uchwaliła tzw. *Dyrektywę Ptasią* mającą na celu ochronę i zachowanie wszystkich populacji ptaków naturalnie występujących w stanie dzikim. Na liście umieszczono 182 gatunki ptaków głównie rzadkich i wymierających, a także zagrożonych zmianami ich siedlisk. Kraje członkowskie są zobowiązane do wytypowania tzw. Obszarów Specjalnej Ochrony (OSO) stanowiących ostoje umieszczonych na liście ptaków.

W 1992 roku Unia Europejska przyjęła Dyrektywę o ochronie naturalnych siedlisk fauny i flory, tzw. *Dyrektywę Siedliskową*, której celem jest zachowanie różnorodności biologicznej w obrębie państw członkowskich UE. Dyrektywa Siedliskowa zawiera cztery załączniki, w których wymienia się siedliska, gatunki roślin i zwierząt o znaczeniu europejskim, których ochrona jest konieczna i wymaga wyznaczenia Specjalnych Obszarów Chronionych (SOO). Podstawowym celem Dyrektywy Siedliskowej jest utworzenie spójnego systemu obszarów chronionych na całym terytorium Unii Europejskiej określanego jako europejska sieć ekologiczna – Natura 2000.

Obszar objęty siecią Natura 2000 może stanowić część lub całość obiektu już chronionego lub też może być obszarem nie objętym dotychczas żadną formą ochrony. Zakwalifikowanie powierzchni do OSO lub SOO nie oznacza objęcia jej ochroną ścisłą i zakazu działalności gospodarczej. Głównym celem ochrony tych obszarów jest nie zmniejszanie, pod względem

powierzchni, naturalnego zasięgu wyznaczonych siedlisk i trwałego zachowania ich specyficznej struktury i funkcji. Ogólny zakres ochrony obszarów sieci Natura 2000 obejmuje:

- przeciwdziałanie przekształceniom siedlisk i niekorzystnym zmianom w obrębie priorytetowych gatunków roślin i zwierząt,
- ustanowienie i respektowanie wymogów ścisłej ochrony gatunkowej,
- przywracanie utraconych wartości, rekonstrukcji lub renaturalizacji systemów ekologicznych,
- opracowanie programów restytucji gatunków rodzimych,
- monitorowanie i nadzór nad realizacją planów ochrony.

Zalecenia ochronne dla każdego siedliska i gatunku powinny być ustalane indywidualnie. Oznacza to, że sposoby regulacji i utrzymania rzek, regulacji stosunków wodnych, eksploatacji i konserwacji urządzeń melioracyjnych itd. muszą uwzględniać wrażliwość występującej flory i fauny na danym SOO i OSO na zagrożenia związane z tą działalnością.

Niektóre ograniczenia w zakresie inwestycji i gospodarowania oraz zalecenia ochronne dla niektórych siedlisk objętych ochroną podano w rozdziale 1.2. Poniżej przedstawiono niektóre zagrożenia oraz zalecenia ochronne, które powinny być brane pod uwagę przy projektowaniu i eksploatacji obiektów objętych programem.

*Wody stojące (m.in. naturalne eutroficzne zbiorniki wodne i starorzecza):*

Zagrożenia: zanieczyszczenia, eutrofizacja, presja rekreacyjna, zarastanie zbiorników, regulacje rzek, zasypywanie starorzeczy, nowa infrastruktura turystyczna, intensyfikacja gospodarki rolnej w otoczeniu.

Zalecenia ochronne:

- utrzymanie czystości wód stojących i zasilających zbiorniki,
- zakazy: zabudowy brzegów, likwidowania starorzeczy, pozbawiania brzegów zabudowy roślinnej, wycinania szuwarów,
- zakaz introdukcji ryb roślinożernych,
- ograniczenie zagrożeń wynikających z niekontrolowanej turystyki,
- ograniczanie spływu nawozów i środków ochrony roślin, m.in. poprzez wprowadzenie wokół zbiorników strefy zieleni o minimalnej szerokości 50 m,
- promowanie w otoczeniu zbiorników ekstensywnych form gospodarowania,
- zakaz budowy wielkoprzemysłowych ferm tuczu drobiu i trzody chlewnej w zlewniach zbiorników wodnych.



*Wody płynące (górskie potoki i pionierska roślinność na kamieńcach, górskie potoki z zaroślami wierzbowo-wrześniowymi, nizinne i podgórskie rzeki ze zbiorowiskami włosieniczników, zalewane muliste brzegi rzek):*

- utrzymanie czystości wód,
- zakaz regulacji rzek i potoków górskich,
- regulacje rzek nizinnych powinny być „proekologiczne”,
- zakaz zabudowywania brzegów (również dla celów rekreacyjnych),
- ograniczenia w wykorzystaniu rzek dla celów rekreacji masowej i sportów motorowodnych,
- ograniczenia spływów nawozów i środków ochrony roślin np. poprzez wprowadzenie strefy ochronnej,
- ograniczenia w zagospodarowaniu międzywala, zakaz prowadzenia w nim wielkotowarowej gospodarki rolnej, promocja ekstensywnej gospodarki łąkarskiej.

*Niżowe i górskie łąki użytkowane ekstensywnie:*

Zagrożenia: zaniechanie tradycyjnego użytkowania, intensyfikacja gospodarki, zmiana warunków wodnych, regulacje rzek likwidujące powodzie.

Zalecenia ochronne:

- Liczba i terminy pokosów, a także umiarkowany wypas powinny być ustalane indywidualnie dla typu łąki i stanu. Dopuszczalne jest niewysokie nawożenie gleb wyjałowionych. Stosowanie środków ochrony roślin powinno być zminimalizowane.
- Konieczne jest utrzymanie dla każdego typu łąki odpowiedniego reżimu wodnego, mogą być niezbędne melioracje nawadniające (zakaz oczyszczania starych rowów), podniesienie poziomu wód gruntowych, dopuszczenie do okresowych zalewów itp. Zaniechanie ruchu wód gruntowych lub zalewowych prowadzi do zaniku niektórych siedlisk.
- Prace agrotechniczne należy wykonywać poza sezonem lęgowym, a niektórych (wałowanie, bronowanie) najlepiej zaniechać zupełnie.
- Należy zadbać o zachowanie we właściwym stanie tzw. biotopów towarzyszących, a więc drobnych zbiorników wodnych, zadrzewień śródpolnych, naturalnych brzegów cieków wodnych itp. w znacznym stopniu zwiększających różnorodność biologiczną i będących siedliskami dla wielu gatunków zwierząt w różnych okresach ich życia.

*Torfowiska wysokie, przejściowe i niskie oraz inne tereny podmokłe:*

Zagrożenia: melioracje odwadniające, eksploatacja torfu, zalesianie, eutrofizacja (opad związków azotu z atmosfery), zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki, zmiany stosunków wodnych (obniżenie lustra wody, uruchomienie przepływu), sukcesja, eutrofizujący spływ z pól i inne.

Zalecenia ochronne:

- Podstawowym zaleceniem dla wszystkich typów torfowisk jest utrzymanie reżimu wodnego i ewentualna renaturalizacja warunków wodnych.
- Bezwzględny zakaz odwadniania i wydobycia torfu w torfowiskach wysokich.
- Ochrona przeciwpożarowa torfowisk wysokich.
- W przypadku źródeł – utrzymanie reżimu wodnego w ich otoczeniu oraz zakaz zabudowy, ujęć wody itp.
- Zakaz zalesiania.

Warunki wodne, niezależnie od indywidualnego charakteru zaleceń ochronnych, uznaje się za główny czynnik siedlisk, od którego zależy trwałość SOO. Jednoznacznie stwierdza się zakaz lub ograniczenie wszelkiej działalności, której skutkiem mogą być trwałe zmiany warunków wodnych.

Analiza wybranych metod i rozwiązań przyjętych w przedsięwzięciach programu wskazuje, że wyżej wymienione wskazania nie dotyczą większości planowanych zadań, a ich realizacja nie stanowi zagrożeń dla siedlisk górskich, gdyż ich celem jest tylko taka ingerencja w obieg wody, która zapobiega degradacji siedlisk lub ma na celu ich renaturyzację.

### **1.7.2. Pozostałe ograniczenia**

Pojedyncze planowane w projekcie przedsięwzięcia są nieskomplikowane pod względem technicznym. Charakteryzują się niewielkimi wymiarami, a materiał do ich wykonania stanowi głównie kamień i drewno, czyli materiał w większości lokalnie dostępny.

Niewątpliwie warunki wykonania poszczególnych zadań w górach są trudniejsze, a związane z tym koszty realizacji większe, od istniejących na terenach nizinnych. Najpoważniejszym ograniczeniem kompleksowego zagospodarowania zlewni górskich mogą być warunki ekonomiczne. Przewidywane środki na realizację programu są wprawdzie bardzo duże w stosunku do dysponowanych na tego typu inwestycje w przeszłości, lecz są bardzo małe w stosunku do potrzeb. Wieloletnie zaniedbania inwestycyjne w obszarach górskich

spowodowały, zły stan infrastruktury technicznej, zwłaszcza infrastruktury wodnej i komunikacyjnej.

Pod względem formalnoprawnym nie powinny zachodzić trudności w uzyskaniu pozwoleń wodnoprawnych ani budowlanych. Poważnym zagrożeniem wydaje się jedynie relatywnie krótki czas pozostający na realizację inwestycji. Przewidywany okres realizacji 2007–2013, jest jedynie z pozoru długi. Okres przygotowania materiałów projektowych, uzyskania pozwoleń oraz wykonania zadania jest ciągle, pod względem biurokratycznym, zbyt długi.

#### **1.8. Ocena potencjalnych możliwości przeciwdziałania zagrożeniom związanym z gwałtownym spływem wód opadowych na leśnych terenach górskich z zastosowaniem metod technicznych i przyrodniczych**

Zagrożenia związane z gwałtownymi spływami powierzchniowymi wynikają z warunków klimatycznych, geomorfologicznych i sposobu użytkowania leśnych terenów górskich. Gwałtowne spływy powstają w czasie zdarzeń opadowych lub roztopowych o wysokim natężeniu na obszarach o dużych spadkach. Skutki spływów są zależne przede wszystkim od zagospodarowania terenu.

**Najlepsze rezultaty osiągnąć można poprzez podejście kompleksowe, co oznacza, że planowane przedsięwzięcia powinny być jednym z elementów systemu zintegrowanego zagospodarowania zlewni rzecznej obejmującego stosowanie metod przyrodniczych i technicznych.**

Potencjalne możliwości przeciwdziałania zagrożeniom związanym z gwałtownym spływem wód opadowych na leśnych terenach górskich z zastosowaniem metod przyrodniczych polegają przede wszystkim na odpowiednim kształtowaniu i użytkowaniu zasobów leśnych w górskich zlewniach. Ważnym elementem gospodarki leśnej będzie tu biologiczna zabudowa potoków górskich z odpowiednim zagospodarowaniem strefy przybrzeżnej. Szczegółowe zalecenia do takiej zabudowy powinny być opracowane na podstawie lokalnego rozpoznania potrzeb i przede wszystkim warunków siedliskowych w celu dobrania odpowiednich gatunków drzew i krzewów. Pewne możliwości przeciwdziałania zagrożeniom związanym z gwałtownym spływem wód opadowych związane są z pozostawianiem martwego drewna w przekroju potoków górskich. Oprócz aspektów ekologicznych, jest to dodatkowy argument do zwiększania ilości pozostawianego w lesie martwego drewna do jego biologicznego rozkładu.

Współczesne kierunki technicznej regulacji potoków i ochrony przed powodzią kształtuje konieczność integracji głównych celów gospodarki wodnej (ochrona zasobów wodnych, zaspokojenie uzasadnionych potrzeb wodnych) przy uwzględnieniu wymogów środowiskowych.

Ramowa Dyrektywa Wodna wymaga obecnie ekonomicznego uzasadnienia rozwiązań nie spełniających kryteriów zachowania dobrego lub poprawy gorszego stanu ekologicznego wód powierzchniowych. Większość stosowanych dotychczas środków ochrony przed powodzią nie spełnia tych warunków. Ingerują one bowiem w morfologię koryta i doliny rzeki (Nachlik, 2006):

- poprzez zabudowę, np. stopniami wodnymi, zaporami, wałami przeciwpowodziowymi,
- albo poprzez zmiany (w tym stabilizację) układu morfologicznego, na skutek regulacji rzek i stabilizacji koryt potoków górskich.

Przeciwdziałanie zagrożeniom związanym z gwałtownym spływem wód opadowych jest ściśle związane ze zdolnością retencjonowania wód. W zależności od wielkości i warunków terenowych, zbiorniki retencyjne mogą pełnić jedno lub więcej zadań. Ich priorytety dla właściwego zaprojektowania i eksploatacji muszą być wyraźnie określone. Większe zbiorniki budowane są głównie dla celów energetycznych, zaopatrzenia w wodę i łagodzenia fal wezbraniowych. Mniejsze zbiorniki, prócz funkcji środowiskowej i retencyjnej mogą w zależności od potrzeb służyć hodowli ryb, pełnić rolę źródła odtwarzalnej energii elektrycznej, obiektów rekreacyjnych i krajobrazowych, zbiornika przeciwpożarowego, a także elementu systemu zabudowy koryt rzecznych zapobiegającemu procesom erozji. Przyrodnicze oddziaływanie zbiorników na lasy jest tym większe, im dłuższa jest granica styku akwenu wodnego z siedliskami leśnymi. Pas oddziaływania zbiorników w warunkach górskich nie jest szeroki i wynosi na ogół od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Oprócz zwiększenia pojemności retencyjnych zbiorników wodnych, przeciwdziałających destrukcyjnym skutkom powodzi, równie ważne jest dostosowanie lokalizacji zbiorników do warunków tworzenia się fal wezbraniowych. Ważne jest synchronizowanie rozrządu wodą w zbiornikach położonych w jednej zlewni i dorzeczu z uwzględnieniem aktualnego przebiegu zasilania wodami opadowymi i roztopowymi. Z punktu widzenia możliwości prowadzenia gospodarki wodnej na zbiorniku zasadnicze znaczenie ma możliwość regulowania poziomu piętrzenia wody. Stosowanie zmiennych poziomów piętrzenia zaleca się przy zbiornikach o pojemnościach równych dobowemu

odpływowi wody średniej. Każdorazowo jednak trzeba kontrolować wpływ zmian stanów wody w zbiorniku na otaczające lasy.

Często zbiorniki w górach stanowią źródło zaopatrzenia ludności w wodę. Nakłada to na gospodarkę leśną zachowania dodatkowych warunków ochronności, zapewniających odpowiednią jakość wody.

**Z punktu widzenia ekologicznego i glebochronnego korzystniejsza jest większa liczba małych zbiorników niż mała liczba większych.**

Sprawne odprowadzenie wód ze zlewni wymaga właściwego stanu potoków górskich. Zabudowa potoków górskich jest ściśle związana z ich parametrami hydrodynamicznymi, a w tym z wielkością przeprowadzanego korytem odpływu. Utrzymanie w dobrym stanie potoków górskich narażonych na silne wezbrania wymaga przewidywania zmian w dnie koryta, które mogą wystąpić po przejściu wezbrania. Wymagana jest w tym wypadku prognoza przebiegu procesów korytotwórczych, ocena intensywności transportu rumowiska wlezonego, oraz ocena procesów erozji i sedimentacji w korycie.

Celem podejmowanych przedsięwzięć w potokach jest uzyskanie zrównoważonego stanu środowiska potoku, co oznacza:

- pozostawanie cieków w stanie dynamicznej równowagi, w której odprowadza on w dół swego biegu taką samą ilość rumowiska, jaka jest dostarczana do danego przekroju doliny, zaś dno cieków w dłuższym okresie utrzymuje się na jednakowej wysokości,
- równowagę pomiędzy funkcją odprowadzania wód wezbraniowych w dół biegu cieków oraz funkcją ich retencjonowania w obszarach zalewowych,
- status ekologiczny cieków i ich korytarza na co najmniej dobrym poziomie.

Do negatywnych skutków erozyjnego pogłębiania się cieków zalicza się:

- odsłonięcie i podmywanie budowli regulacyjnych i filarów mostów,
- wynurzenie brzegowych ujęć wody ponad zasięg niskich stanów,
- obniżenie się stanów wezbraniowych poniżej strefy korzeniowej roślinności nadbrzeżnej, ułatwiające podmywanie brzegów koryt przyspieszone drenowanie wód gruntowych do koryt, zmniejszenie zasobności aluwialnych zbiorników wód podziemnych,
- nadmierne przesuszanie gruntów uprawnych w dnach dolin,
- wysychanie starorzeczy i ubożenie roślinnych i zwierzęcych zbiorowisk nadrzecznych ekosystemów.

Szukanie rozwiązań kompromisowych, które gwarantują osiągnięcie obu celów na założonym niższym, ale akceptowalnym poziomie, jest obecnie warunkiem przyjęcia

programu do realizacji. Proces poszukiwania rozwiązań spełniających wymagania ekologiczne lub w przypadku braku możliwości spełnienia kryteriów przyrodniczych innych rozwiązań ekonomicznie uzasadnionych, wymaga nowego podejścia do ochrony przed powodzią.

## **2. Potrzeby związane z retencjonowaniem wody i spowalnianiem spływu na bioróżnorodność leśnych ekosystemów górskich**

### **2.1. Ogólna ocena ilościowa i jakościowa zasobów i potrzeb wodnych na leśnych terenach górskich**

Średnia suma opadów w ciągu roku wynosi w Polsce niewiele ponad 600 mm, przy czym w centralnej części Polski wynoszą one jedynie 500 mm, a w wysokich górach na południu Polski wznoszą się nawet do 1500 mm. Zasoby wód powierzchniowych określone jako odpływ średni z wielolecia stanowią około 28% sumy opadów, co stanowi objętość zbliżoną do 63 mld m<sup>3</sup>. Objętość eksploatacyjnych wód podziemnych szacuje się na około 16-18 mld m<sup>3</sup>. Średnie z wielolecia zasoby wód powierzchniowych szacuje się na około 1660 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok, przy przeciętnych zasobach w krajach europejskich wynoszących około 4560 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok.

Pomimo tych niedużych, na tle innych krajów europejskich, odnawialnych zasobów wodnych, ich stan ilościowy nie jest głównym problemem gospodarki wodnej. Szacowane wielkości pobieranej wody przez przemysł (9 mld m<sup>3</sup>), rolnictwo i leśnictwo (1,1 mld m<sup>3</sup>) oraz na potrzeby komunalne (2,4 mld m<sup>3</sup>) są, w skali kraju, większe od odnawialnych zasobów dyspozycyjnych w latach przeciętnych pod względem opadów. Nie oznacza to jednak, że w Polsce nie występuje problem wody pod względem ilościowym. Obserwuje się trwałe lub okresowe deficyty, ale także i nadmiary wody, które są skutkiem: zmienności czasowej opadów, zróżnicowania przestrzennego opadów a także stanu infrastruktury wodnogospodarczej.

Opady charakteryzują się dużą zmiennością zarówno w okresach wieloletnich, jak i w ciągu roku. Sumy średnich opadów rocznych w latach mokrych mogą być ponad 2-krotnie większe od opadów w latach suchych: np. w suchym 1991 roku wskaźnik zasobów w przeliczeniu na jednego mieszkańca wynosił jedynie 1100 m<sup>3</sup>, a w mokrym 1975 roku aż 2660 m<sup>3</sup>.

Częstym zjawiskiem jest występowanie susz powodujących klęski nieurodzaju, wzrost zagrożenia pożarowego lasów, wysychanie studni itp. Zróżnicowanie przestrzenne opadów natomiast sprawia, że w centralnej części Polski bilans wodny zwłaszcza w latach suchszych jest ujemny.

Z drugiej zaś strony gwałtowne roztopy i zjawiska ekstremalne w postaci opadów nawalnych powodują okresowe nadmiary wód i brzemienne w skutkach powodzie, występujące prawie w całym kraju, także w obszarach górskich. Niedostatek wody w Polsce połączony jest z częstymi powodziami po których następują długotrwałe okresy niżówkowe. Na ten stan wpływa istotnie, prócz niezależnych od człowieka sił przyrody, zagospodarowanie leśnych zlewni górskich.

W ekosystemach leśnych woda odgrywa równie ważną rolę dla żyjących tu organizmów roślinnych i zwierzęcych. Występujące w biocenozach leśnych gatunki roślin zużywają olbrzymie ilości wody dla podtrzymania swoich procesów życiowych w tym najwięcej w procesie transpiracji. Roczne zużycie wody w drzewostanie modrzewiowym wynosi około 5 tys. m<sup>3</sup>/ha. W brzoźowym, podobnie jak bukowym i świerkowym jest to od 2 do 5 tys. m<sup>3</sup>/ha. Do tych wartości należy dodać wielkość intercepcji, która w zależności od składu gatunkowego drzewostanu i jego struktury może wynosić od 35 do 15 % rocznego opadu oraz pozostałe ujemne składniki bilansu wodnego leśnych zlewni, wpływające na zmniejszenie odpływu. Pomimo tych ważnych składników bilansu z punktu widzenia ochrony przed skutkami gwałtownych spływów, jednostkowy odpływ wód z gór i pogórzy naszego kraju jest około 3,5 razy większy od przeciętnego odpływu z obszarów nizinnych i wyżynnych. Prawie 30% wód płynących w polskich rzekach pochodzi z obszarów górskich o dużym stopniu lesistości, pomimo, że obszary te zajmują około 3% powierzchni kraju.

W zależności od położenia, ukształtowania powierzchni terenu, warunków glebowych itp. zarówno opad, jak odpływ, parowanie i retencja są bardzo zróżnicowane. Sytuacje krytyczne z punktu widzenia produkcji rolniczej i stabilności ekosystemów leśnych występują zarówno przy niedoborach, jak i nadmiarach wody. Dlatego w naszych warunkach klimatycznych konieczne są przedsięwzięcia mające na celu poprawę warunków rozwoju ekosystemów, zahamowanie kierunkowych zmian warunków wodnych lub likwidację skutków zjawisk nadzwyczajnych, jak powodzie, czy pożary lasów. Regulowanie bilansu wodnego oznacza oddziaływanie na poszczególne jego składniki. Podstawą oceny potrzeb regulacji bilansu wodnego w profilu glebowym są wyniki monitorowania stosunków wodnych. Bilanse wodne sporządza się dla jednostek hydrograficznych (zlewnia, dorzecze), chociaż możliwe jest też określenie bilansu wodnego w mniejszej skali np. profilu glebowego. Bilans wodny wskazuje na ilościowy udział poszczególnych czynników w obiegu wody.

Ekosystemy leśne wpływają nie tylko na wielkość odpływu z górskich zlewni, ale również na jakość odpływającej wody. Praktycznie obszary leśne nie wpływają na stopień eutrofizacji wód w przeciwieństwie do obszarów rolniczych i zurbanizowanych. We

właściwie zagospodarowanych lasach woda opadowa po przejściu przez szereg naturalnych filtrów (korony drzew, ściółka, gleba leśna) charakteryzują się znacznie lepszymi wskaźnikami niż woda z opadów docierająca do koron drzew. Ocena jakościowa zasobów wodnych na leśnych terenach górskich może być tylko pozytywna, zwłaszcza jako źródło wody pitnej. Stąd w wielu regionach lasów górskich obserwuje się dużą liczbę ujęć wodnych, czy też zbiorników z których woda jest uzdatniana dla miast i osiedli.

## **2.2. Wpływ działań związanych z retencjonowaniem wody i spowalnianiem spływu na bioróżnorodność leśnych ekosystemów górskich**

Warunki wodne istotnie wpływają na stan leśnych ekosystemów górskich, od którego zależy ich różnorodność biologiczna. Według ogólnej oceny, większość lasów górskich wymaga przebudowy w celu osiągnięcia zgodności biocenoz leśnych z biotopem.

Różnorodność biologiczna leśnych ekosystemów górskich związana jest z aktualnym stanem drzewostanów. Niestety ten stan najczęściej nie jest właściwy zarówno z punktu struktury wiekowej, przestrzennej a także gatunkowej. Większość sztucznych drzewostanów na obszarze polskiej części Karpat i Sudetów wymaga stopniowej przebudowy. Przebudowa ta zmierza do większego unaturalnienia ekosystemów leśnych w celu zwiększenia ich zdolności do pełnienia różnorodnych funkcji ochronnych w tym również wodochronnych i glebochronnych. Zwiększenie zdolności retencyjnych lasu jednocześnie sprzyja zwiększaniu różnorodności biologicznej leśnych ekosystemów górskich. Wynika z tego wniosek o ścisłych wzajemnych związkach między lasem i czynnikiem abiotycznym, jakim jest woda.

Obowiązujące w gospodarstwie leśnym zasady zobowiązują do ochrony różnorodności biologicznej zgodnie z Ustawą o Ochronie Przyrody. Zasady regionalizacji przyrodniczo-leśnej wymagają wprowadzania odpowiednich gatunków w określonym nadleśnictwie, a rejonizacja gospodarki nasiennej zapobiega rozprzestrzenianiu obcych proweniencji gatunków drzewiastych.

Zasady te powinny być również przestrzegane przy biologicznej zabudowie potoków górskich, zarówno w odniesieniu do wprowadzanych gatunków drzew, innych roślin jak i stosowanych materiałów. Stosowanie lokalnych materiałów ma zapobiegać dodatkowemu rozprzestrzenianiu w miejscach zabudowy gatunków inwazyjnych i obcych, których nasiona mogą być transportowane wraz z piaskiem, żwirem czy też innymi materiałami.

Równie ważnym elementem zapewnienia bioróżnorodności jest m.in. umożliwienie dostępu zwierząt do potoków i rzek. Wyeliminowane muszą być skarpy brzegów



o nachyleniu większym niż 1:2 oraz ciągle obetonowanie skarp, które praktycznie uniemożliwia skorzystanie z wodopoju lub przekraczanie rzeki przez większe zwierzęta.

### **2.3. Przegląd stanu obecnej gospodarki wodnej dotyczący koryt rzecznych ze szczególnym uwzględnieniem koryt rzek i potoków górskich**

Stan gospodarki wodnej w Polsce jest niezadowolający, dotyczy to zarówno terenów nizinnych jak i górskich. Przyczyniły się do tego niewątpliwie niektóre przedsięwzięcia hydrotechniczne, podejmowane zarówno bez odpowiedniego rozeznania w kontekście ich oddziaływania na środowisko, jak i z powodu stosowania metod, które dziś byłyby nie do zaakceptowania.

Aby uniknąć powtórzenia negatywnych skutków, w poniższym przeglądzie dotyczącym głównie koryt rzek i potoków górskich, szczególną uwagę zwrócono na wpływ budowli wodnych oraz regulacji rzek na stan wód oraz ekosystemów wodnych.

Obecnie stosowane są rozwiązania bardziej przyjazne środowisku, które uwzględniają wady zabudowy technicznej. Jedną z pierwszych prób usystematyzowania zagadnień z tego zakresu była praca z roku 1993 Żbikowskiego i Żelazo: *Ochrona środowiska w budownictwie wodnym*. W 2005 roku ukazało się specjalistyczne opracowanie (Bojarski i inni 2005): *Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich*.

#### **2.3.1. Zbiorniki retencyjne i stopnie wodne**

Istotą działania zbiornika retencyjnego jest magazynowanie wody w okresach wysokich przepływów, by następnie w okresach przepływów niskich wykorzystywać zgromadzony zapas do alimentacji przepływów poniżej zapory. Efektem takiego sterowania przepływami jest ograniczenie wezbrań powodziowych oraz zwiększanie przepływów dyspozycyjnych w cieku podczas występowania niszów. Ponadto spiętrzenie rzeki zaporą niezbędne dla utworzenia sztucznego zbiornika umożliwia wykorzystanie energii wodnej, a utworzony akwen i jego obrzeża stwarzają warunki dla rozwoju walorów przyrodniczych (Dobrowolski, Lewandowski 1998).

Dużą wagę przywiązuje się do oddziaływania zbiorników wodnych na rzekę i jej dolinę. Poza oczywistym pozytywnym wpływem zbiorników wodnych na wyrównanie odpływu rzecznej, istotne są także następujące oddziaływania:

- poprawa warunków klimatu lokalnego przez zmniejszenie amplitudy temperatury powietrza, jednak w stosunkowo niewielkim jego zasięgu (maksymalnie do kilku kilometrów), częściowe zwiększenie wilgotności powietrza (głównie w wyniku

podpiętrzenia wód gruntowych w otoczeniu zbiornika), zwłaszcza przy wyższej temperaturze powietrza (Lenart 1983);

- zmiana warunków fizycznych, chemicznych i biologicznych wody zatrzymywanej w zbiorniku. Zbiorniki zbudowane na słabo zanieczyszczonych rzekach spełniają rolę ośrodka kumulacji i redukcji mineralnych związków chemicznych, przyczyniając się tym samym do wzmożonego samooczyszczania wód rzecznych, a w przypadku znacznego zanieczyszczenia rzek, zwłaszcza w zbiorniku głębokim, występują warunki niekorzystne (Woyciechowska, Dojlido 1982);
- kształtowanie się nowego ustroju termicznego i lodowego w zbiorniku i oddziaływanie na ustrój poniżej. Zmiany te mogą być zarówno korzystne, jak i niekorzystne, w zależności od sposobu wykorzystania zbiornika oraz celów, którym ma służyć rzeka (Cyberska 1984);
- zmiana dna i brzegów zbiornika w wyniku osadzania się rumowiska rzecznoego, erozji brzegów zbiornika, powstawanie osuwisk (Łajczak, 1995);
- oddziaływanie na stanowisko dolne i erozję dna poniżej zapory, na dość znacznym nierz odciunku rzeki (do kilkunastu kilometrów) (Babiński 1992);
- podtapianie terenów wokół zbiornika w wyniku spiętrzenia wód gruntowych (Głazik 1978).

W każdym przypadku wpływ zbiornika może być różny, dlatego w jego projektowaniu powinno się uwzględniać przewidywane zmiany w celu opracowania prognoz zmian i przedsięwzięć zmierzających do przeciwdziałania niekorzystnemu oddziaływaniu zbiornika (Ambrożewski 1993).

Wymagania dotyczące ochrony środowiska w znacznym stopniu spełniają małe zbiorniki wodne, czyli zapewniające tzw. małą retencję wodną. Pojęcie to nie jest jednoznaczne; według porozumienia ministrów Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej oraz Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (21 XII 1995 r.) do zapewniających małą retencję zaliczono zbiorniki o pojemności mniejszej od 5 mln m<sup>3</sup>. Wyróżnia się przy tym (Mioduszewski 1997) „zbiorniki najmniejsze”, czyli mikrozbiorniki o piętrzeniu do 1,5 m (przy wysokości budowli piętrzącej do 2 m i przepływie średnim cieku mniejszej od 2 m<sup>3</sup>/s), oraz „zbiorniki małe” o piętrzeniu ponad 1,5 m i pojemności poniżej 5 mln/m<sup>3</sup>. Mioduszewski podaje, że rola i zadania małych zbiorników są bardzo zróżnicowane. Różne mogą być cele budowy zbiornika, a jego funkcje uzależnione od typu, wielkości, usytuowania w krajobrazie, jakości gromadzonej wody itp. Rozróżnia przy tym podstawowe funkcje zbiorników: magazynujące wodę do celów gospodarczych, wykorzystywane do rekreacji,

stanowiące ostoje fauny i flory oraz enklawy wodne, wreszcie wykorzystywane w oczyszczaniu wody (biofiltry) i ograniczające spływ powierzchniowy.

Jednakże nie można pominąć istotnych negatywnych oddziaływań zbiorników retencyjnych. Za szkodliwe uważa się obecnie wielkie zbiorniki retencyjne zmieniające reżim hydrologiczny na długich odcinkach rzek poniżej zapory i stanowiące przeszkodę dla przemieszczania się organizmów wodnych. Dotyczy to także budowania stopni wodnych z pionową ścianą spadową. Najlepsze rozwiązanie, to budowa małych zbiorników o pojemności pozwalającej wyrównać odpływ do wartości średniej z wielolecia. Należy jednak pamiętać o zagrożeniach wynikających z budowy i eksploatacji takich obiektów.

Lista głównych zagrożeń wywoływanych poprzez budowę zapory i jej eksploatację jest stosunkowo długa:

**Wyrównanie odpływu** (główny cel budowy większości zbiorników). Powoduje zmniejszenie amplitudy wahań przepływów i poziomów wody poniżej zbiornika. Ekosystemy wodne i od wody zależne w procesie ewolucji dostosowały się do naprzemiennego występowania wezbrań i niżówek. Najcenniejszym ekosystemem europejskich dolin rzecznych są lasy łęgowe. Dla ich zachowania konieczne są okresowe zalewy. Likwidacja okresowych zalewów przez zbiornik oznacza degradację lasu łęgowego. Wahania poziomu wody są koniecznym warunkiem dla rozrodu wielu zwierząt. Związane z wahaniami poziomów wody pojawiające się w korytach rzek wyspy i łachy piaszczyste tworzą siedliska łęgowe ptaków. Likwidacja tych łach grozi eliminacją siedlisk łęgowych.

**Akumulacja rumowiska rzecznego.** Rzeki transportują wodę i produkty erozji zwane rumowiskiem (wleczonym i unoszonym). Ponieważ w zbiornikach retencyjnych prędkości przepływu są bliskie zera cząstki rumowiska opadają na dno zbiornika powodując jego stopniowe zamulanie. Woda wypływająca ze zbiornika jest pozbawiona rumowiska i dysponuje nadmiarem energii zużywanym w rzece swobodnie płynącej na transport rumowiska (rzeka jest niedociążona). Ten nadmiar energii powoduje erozję dna poniżej zapory. W związku z tym wystąpić może zagrożenie dla stabilności zapory lub stopnia, a także utrudnienie dla pracy ujęć wodnych.

**Przeszkoda na trasie wędrówki ryb wędrownych.** W Polsce, po wybudowaniu zapory we Włocławku, gatunki ryb wędrownych takie, łoś, troć, certa, węgorz praktycznie wyginęły w dorzeczu Wisły. Ich resztki utrzymują się dzięki sztucznemu zarybianiu. Budowane obecnie przepławki w celu ograniczenia utrudnień w wędrówce ryb mają bardzo małą sprawność, pokonuje je około 4% ryb, co praktycznie eliminuje możliwość pokonania dwóch kolejnych zapór.

**Zahamowanie procesów samooczyszczania.** Tak zwany przepływ turbulentny (zwany inaczej burzliwym) wody w rzece i niewielka głębokość w przekrojach poprzecznych, zwiększają zawartość w wodzie rozpuszczonego tlenu. Powoduje to intensywne procesy samooczyszczania, analogiczne do zachodzących w oczyszczalniach. Z kolei w stojącej, głębokiej wodzie zbiornika retencyjnego procesy te są zahamowane. Większość rzek polskich prowadzi wody silnie zanieczyszczone związkami azotu i bakteriami coli. Spiętrzenie takich wód skutkuje niekorzystnymi zmianami ich jakości. Przykładowo w zbiornikach przeznaczonych do zaopatrzenia w wodę pitną, dochodzi do intensywnych zakwitów wody i pojawiania się toksycznych sinic. Wody te mogą stać się nieprzydatne do zaopatrzenia w wodę pitną, zaś stosowane zabiegi uzdatniające są kosztowne i mało skuteczne.

**Zmiana ekosystemu rzecznoego na jeziorny.** Różnorodność biologiczna jest ważnym wskaźnikiem jakości ekosystemu. Ekosystemy wodne i od wody zależne związane z rzekami obejmują znacznie większą liczbę cennych i rzadkich gatunków niż ekosystemy jeziorne. Budowa zapory lub stopnia wodnego oznacza spiętrzenie rzeki, a więc związane jest to zawsze z istotnym pogorszeniem jakości ekosystemów wodnych, a także tych, które są od wody zależne.

**Eksploatacja elektrowni wodnych.** Zapory i stopnie wodne są zazwyczaj wykorzystywane do instalowania elektrowni wodnych. Budowa elektrowni zawsze wymaga spiętrzenia, co powoduje omówione wyżej negatywne skutki środowiskowe. Elektrownie wodne są zazwyczaj wykorzystywane do produkcji najdroższej energii szczytowej (w okresach największego zapotrzebowania). Powoduje to systematyczne, występujące dwa razy na dobę silne wahania natężenia przepływu i poziomu wody poniżej zapory. Takie sztuczne gwałtowne wahania pogłębiają erozję poniżej stopnia oraz powodują cały łańcuch szkód ekologicznych i gospodarczych. Elektrownie wodne chronią atmosferę i surowce, ale kosztem niszczenia ekosystemów wodnych. Bilans zysków i strat nie jest jednoznaczny, a ponadto skutki mogą okazać się sprzeczne z RDW.

### **2.3.2. Regulacja rzek i potoków górskich**

Regulacja rzek w Polsce polegała zazwyczaj dotąd na skracaniu biegu rzeki (wyprostowaniu meandrów) i koncentracji koryta (Ratomski 2001, Wierzbiński 2003). Skutki środowiskowe regulacji to zubożenie tarlisk ryb, likwidacja siedlisk lęgowych ptaków siewkowatych (łach piaszczystych i wysp), oraz przyśpieszona erozja dna. Rzeki duże regulowane były głównie dla ułatwienia żeglugi i dla ułatwienia odpływu wód i lodów. W regulacji małych rzek i potoków górskich chodziło zazwyczaj o ułatwienie odpływu

i ochronę brzegów przed erozją. Niestety cele regulacyjne są trudne do osiągnięcia, a zwężenie koryta rzeczne jest jedną z głównych przyczyn znacznej erozji koryt rzek polskich. W niektórych miejscach obserwuje się obniżenie się poziomu dna o kilka metrów w ciągu kilkudziesięciu lat.

Jako ważne przyczyny obniżania się poziomu dna należy wymienić następujące roboty hydrotechniczne:

- przeciwoerozyjną zabudowę brzegów koryt i wytyczanie tras regulacyjnych rzek tak, aby uniemożliwić podcinanie zboczy dolin, stożków napływowych dopływów i progów wyższych teras,
- wznoszenie zapór przeciwrumowiskowych na potokach górskich,
- obudowę brzegów, a niekiedy całych koryt za pomocą żłobów kamiennych lub betonowych,
- przegradzanie rzek głębokimi zbiornikami zaporowymi przechwytyjącymi całość rumowiska dennego dostarczanego z ich wyższych odcinków.

Próbę rozwiązania problemów wynikających ze zwiększenia zdolności transportowej rzek i potoków wskutek prostowania ich biegu i zwężania koryt stanowiło wznoszenie stopni piętrzących, powodujące lokalne zmniejszenie spadku koryta. To rozwiązanie, zadowalające z punktu widzenia stabilności dna cieków w danym miejscu rzeki, miało jednak istotne wady:

- nie likwidowało przyspieszonego odpływu wód wezbraniowych wyprostowanym korytem,
- powodowało zwiększona akumulacja materiału dennego za budowlami piętrzącymi przyczyniała się do jego niedoboru w niższym odcinku rzeki,
- w przypadku stopni o znacznej wysokości ich obecność powodowała drastyczne przerwanie możliwości komunikacji organizmów wodnych wzdłuż biegu cieków (zwłaszcza, że większość tych budowli nie posiada przepławek, a jeżeli nawet, to są one wykonane nieprawidłowo, ponieważ nie pozwalają rybom na swobodną migrację, ze względu na złe wymiary komór).

Bezpośrednie skutki ekologiczne regulacji rzek i potoków górskich to:

- odsłonięcie i podmywanie budowli regulacyjnych i filarów mostów,
- wynurzenie brzegowych ujęć wody ponad zasięg niskich stanów,
- obniżanie się zwierciadła wód gruntowych w dnach dolin powodujące drenowanie do koryt wód retencjonowanych dotychczas w żwirach i radykalne obniżenie zasobności aluwialnych zbiorników wód podziemnych,

- przesuszanie gruntów uprawnych i spadek plonów upraw prowadzonych w dnach dolin,
- wysychanie starorzeczy i ubożenie roślinnych i zwierzęcych zbiorowisk nadrzecznych ekosystemów;
- obniżenie się stanów wezbraniowych w rzekach poniżej gęstej strefy korzeniowej roślinności nadrzecznej ułatwiające podmywanie brzegów i szybkie ich cofanie.

Głębokie wcięcie się rzek i potoków karpackich stanowi także istotne zagrożenie dla świata organicznego cieków i ich terenów nadrzecznych (Radecki-Pawlik 2002, Bojarski i inni 2005). Doliny rzeczne stanowią, bowiem liniowe struktury przyrodnicze i są łącznikiem między ekosystemami rozciągającymi się poprzecznie do nich. Z tego punktu widzenia stanowią najbogatszą i najbardziej uniwersalną formę korytarza ekologicznego. Dla wszelkich organizmów zwierzęcych zachowanie możliwości komunikacji wzdłuż cieku jest niezwykle istotne. Wymagają one podczas wzrostu różnych warunków w różnych stadiach rozwoju. Zapewnienie możliwości aktywnego poszukiwania przez te organizmy najkorzystniejszego środowiska warunkuje możliwość ich przeżycia. Brak odpowiednich miejsc dla którejkolwiek fazy wzrostu zwierząt, spowodowany chociażby przez pozbawienie organizmów szansy dotarcia do nich, eliminuje możliwość ich efektywnego rozwoju w danej czasoprzestrzeni.

Dla zespołu zwierząt charakterystycznych dla rzek żwirowych istotne jest też, aby okresowo wykorzystywać przestrzenie między ziarnami żwiru. Zamulenie tych przestrzeni, wybetonowanie dna lub wcięcie się koryta do podłoża skalnego wyklucza możliwość ich przetrwania. Obecność niezamulonego żwiru jest konieczna m.in.:

- dla przemieszczania się bezkręgowców wodnych,
- dla ustabilizowania wahań temperatury wody w zimie i w lecie,
- dla odbycia tarła ryb prądolubnych.

### **2.3.3. Niekontrolowany pobór żwiru i otoczków z dna potoków**

Kolejnym skutkiem wpływającym na zły stan gospodarki wodnej koryt rzecznych na terenach górskich ma niekontrolowany pobór żwiru i otoczków z dna potoków (Radecki-Pawlik 2005). W wyniku rabunkowej eksploatacji koryt rzecznych ulega zniszczeniu naturalne obrukowanie dna chroniące ciek przed nadmierną degradacją, ulegają zniszczeniu i podmyciu budowle wodne oraz budowle regulacyjna i chroniące przed powodzią, a także podpory mostowe. Jako konsekwencja ekologiczna rabunkowego poboru rumowiska rzeczno ulegają eliminacji organizmy żywe wskutek usunięcia naturalnych miejsc bytowania makrofauny bezkręgowej. Poniżej omówiono, w jaki sposób niekontrolowany

pobór rumowiska z dna potoków górskich stanowi negatywny wpływ na gospodarkę wodną w rejonie koryt rzek i potoków górskich.

Stabilność dna i brzegów rzek i potoków górskich stanowi jeden z zasadniczych czynników mających wpływ na skutki wezbrań powodziowych, a co zatem idzie wpływa na stan gospodarki wodnej w zlewni. Stabilność ta, z kolei, uzależniona jest od stanu pokrywy żwirowej zalegającej dno potoków (tzw. opancerzenia). Im silniejsze opancerzenie rzeki górskiej, tym mniejsze prawdopodobieństwo jego zerwania podczas wezbrania oraz tym bardziej bezpieczne koryto potoku. W ostatnim czasie, jednakże, coraz częściej i na coraz to większą skalę zdarzają się przypadki niekontrolowanego pozyskiwania żwiru i otoczków z koryt potoków górskich.

W normalnych warunkach rzeka lub potok górski wzdłuż odcinków, na których naniósł rumowisko eroduje tylko we własnych aluwiach i tworzy różnego rodzaju formy korytowe, głównie łachy żwirowe. Jednocześnie, poza wytworzeniem wyżej omówionego stanu równowagi w profilu podłużnym potoku, wytwarza się również na dnie cieku naturalne opancerzenie. Żwiry i otoczaki zalegające na łachach bocznych potoku, zabezpieczają w sposób naturalny jego brzegi. Są zbite i często bardzo trwałe. Otoczaki pozostające w korycie układają się w sposób przypominający ułożenie dachówek na dachu budynku, powodując umocnienie naturalne dna koryta potoku (mówimy o imbrykacji dna). Mamy, więc do czynienia ze stanem równowagi potoku, w którym ciek sam wytwarza sobie na tyle umocnione (obrukowane) dno, że potrafi ono utrzymać się nawet w momencie krótko trwałych wezbrań.

#### **2.4. Ocena ilościowa i jakościowa potrzeb w zakresie małej retencji i spowalniania spływu wód**

Niezmiernie trudno jest oszacować potrzeby inwestycyjne w zakresie małej retencji w lasach górskich. Na obszarach leśnych wykonywane są przez jednostki administracyjne Lasów Państwowych, jak również przez pozarządowe organizacje ekologiczne, różnego rodzaju inwestycje i przedsięwzięcia ochronne mające na celu poprawę warunków wodnych. Lasy Państwowe aktywnie uczestniczą od kilkunastu lat w realizacji projektów małej retencji. Już połowie lat 90-tych Lasy Państwowe uzyskały środki z Funduszu PHARE na poprawę warunków wodnych w lasach. Do terenów najpilniej wymagających interwencji wybrano wówczas Puszcę Notecką oraz lasy w Sudetach. Puszcza Notecka położona jest na obszarze charakteryzującym się bardzo lekkimi glebami oraz najmniejszymi opadami w Polsce. Ponadto stosunki wodne zostały zakłócone olbrzymim pożarem w Nadleśnictwie

Potrzebowice, wskutek którego spaliło się w 1992 roku 5600 hektarów lasu w ciągu zaledwie 8 godzin. Na terenie nadleśnictwa dotkniętego pożarem i dwóch sąsiednich w 1998 roku odbudowano lub wybudowano nowych 17 zbiorników retencyjnych o łącznej powierzchni 34 ha (Wiśniewski 2006).

W Sudetach, a w szczególności w Górach Izerskich, wystąpiło w latach 70. masowe wymieranie lasów na powierzchni około 160 km<sup>2</sup>. Skutkiem tego były znaczące zmiany hydrologiczne (Pierzgalski i in. 2007). W celu zahamowania degradacji środowiska podjęto działania związane z zalesieniem obszarów objętych klęską ekologiczną, zahamowaniem procesów erozyjnych (m.in. poprzez zabudowę szlaków zrywkowych), a także zwiększeniem zasobów wodnych. W tym celu w latach 1997-98 wybudowano 14 zbiorników retencyjnych łącznej powierzchni około 4 ha. Łącznie w latach 1998-2001 w Lasach Państwowych odtworzono lub wybudowano nowe 743 zbiorniki retencyjne o łącznej powierzchni 930 ha i kubaturze retencjonowanej wody 5,4 mln m<sup>3</sup>. Oprócz wybudowanych zbiorników, odtworzono ponad 400 budowli piętrzących (jazy, zastawki, progi) na ciekach i rowach, zwiększając tym samym retencję korytową (Wiśniewski 2006).

Szacuje się, że w ciągu ostatnich dziesięciu lat wykonano w lasach w sumie ponad 1200 zbiorników wodnych oraz wiele innych, także kompleksowych, obiektów małej retencji.

Pewną informacją o najpilniejszych potrzebach dotyczących obiektów retencyjnych w górach są zgłoszone przez nadleśnictwa propozycje inwestycji w ramach niniejszego programu. Potrzeby retencyjne to jeden z podstawowych wymiarów działań w ramach programu, natomiast na terenach górskich szczególnie dotkliwie dają o sobie znać zjawiska ekstremalne powodujące gwałtowne spływy i wezbrania.

Stratom spowodowanym katastrofalnymi spływami wody można zapobiec szukając przede wszystkim rozwiązań zmniejszających i spowalniających spływ wody. Szerokie spektrum rozwiązań oferują metody przyrodnicze, techniczne i przyrodniczo-techniczne. Ograniczyć i spowolnić należy spływ powierzchniowy, ale także poważnym pracom zabezpieczającym przed spływem wody należy poddać drogi leśne, szlaki zrywkowe i szlaki turystyczne. Modyfikacji powinna ulec także istniejąca infrastruktura techniczna potoków obliczona na mniejsze przepływy i fragmentująca ciek (problem stanowią też cieki uregulowane).

Ponadto zwiększeniu retencyjności lasów górskich sprzyja odpowiednia gospodarka leśna. W tabeli 27 przedstawiono niektóre związki gospodarki leśnej z bilansem wodnym i charakterystykami obiegu wody w zlewni (Pierzgalski 2007).



**Tabela 27. Oddziaływanie lasu i gospodarki leśnej na czynniki bilansu wodnego i wybrane charakterystyki hydrologiczne**

Element bilansu wodnego lub charakterystyka hydrologiczna	Wpływ lasu lub gospodarki leśnej
Opad	Wpływ lasu na zwiększenie opadu zależy od warunków środowiskowych. W pewnych sytuacjach, jakkolwiek nie zawsze, opad może być na obszarze leśnym większy niż w jego otoczeniu. Ponadto drzewostan może istotnie powodować zwiększenie osadów mgielnych.
Intercepcja i transpiracja	Intercepcja i ewapotranspiracja znacząco zmniejszają się na obszarach wylesionych (wskutek zrębów, pożarów, powodzi, gradacji owadów). W takich sytuacjach obserwuje się w niektórych siedliskach podniesienie zwierciadła wody gruntowej (nawet o kilkadziesiąt centymetrów).
Infiltracja	Po przejazdach ciężkim sprzętem gleba zagęszcza się, zmniejsza się zdolność wsiąkania wody w glebę i następuje stagnowanie wody na powierzchni terenu lub zwiększa się spływ wody po powierzchni terenu. Zmniejszenie infiltracji obserwuje się także na terenach wskutek zmian właściwości wodnych gleby (wzrost hydrofobowości).
Retencja glebowa	Zależy od wielkości wody zużywanej przez drzewa i wyżej wymienionych zabiegów wpływających na intercepcję i infiltrację.
Przepływ wody w cieku	Na przepływ wody w cieku ma wpływ kompleks czynników naturalnych i antropogenicznych decydujących o obiegu wody w zlewni rzecznej. Ogólnie uznaje się, że las zmniejsza i opóźnia wezbrania i zwiększa przepływy niżówkowe.
Odptyw wody ze zlewni	Na odpływ ma wpływ zarówno wielkość powierzchni leśnej, a także jej usytuowanie w zlewni rzecznej. Odpływ może zmniejszać się wskutek zwiększania zdolności retencyjnych lasu za pomocą metod gospodarki leśnej lub urządzeń technicznych.

Celowe staje się więc zwiększanie retencji wodnej za pomocą urządzeń technicznych. W tym zakresie wymienić należy przede wszystkim przyjazne środowisku zbiorniki wodne oraz przyrodniczo przyjazną zabudowę potoków górskich. Koncepcje budowy i zabudowy powinny uwzględniać aktualną wiedzę o dotychczasowych skutkach, także tych negatywnych, funkcjonowania hydrotechnicznych urządzeń technicznych.

### **3. Kierunki działań i metody retencjonowania wody oraz spowalniania spływu wód na obszarach górskich**

#### **3.1. Mała retencja wodna i jej znaczenie**

Specyfika obiektów małej retencji wynika z zadań, które mają pełnić. Renaturyzacja mokradeł śródleśnych ma na celu zwiększenie biologicznej różnorodności oraz łagodzenie okresowych nadmiarów lub niedoborów wodnych wokół mokradła lub nawet w całej zlewni, jeśli mokradło jest odpowiednio duże. Dzięki płaskiemu ukształtowaniu i dużej szorstkości powierzchni, opady atmosferyczne są na terenach mokradłowych zatrzymywane prawie w całości zasilając następnie zasoby wód podziemnych. Mokradła stanowią także system

oczyszczający wodę; ta zdolność mokradeł została wykorzystana w koncepcjach oczyszczalni korzeniowych. Szacuje się, że w Polsce do lat 80. odwodniono około 10 tys. ha śródleśnych mokradeł, z których duża część oczekuje na przedsięwzięcia renaturyzacyjne.

W ostatnim czasie coraz częściej powraca się w dyskusjach do problemu budowy małych zbiorników wodnych oraz związanej z tym zwiększeniem retencji wodnej. W Polsce zasoby jednostkowe wody (w przeliczeniu na mieszkańca) przy odpływie średnim wynoszą 1500 m<sup>3</sup> rocznie. W przypadku wystąpienia lat posusznych wartość ta spada do 1000 m<sup>3</sup> rocznie. Umieszcawia to Polskę w ostatniej dziesiątce krajów europejskich pod względem wielkości zasobów wodnych. Powodem niskich zasobów wód powierzchniowych jest tzw. "anomalía polska". Polega ona na tym, że w międzyrzeczu Odry i Wisły występuje najniższa ilość opadów i największe parowanie w równoleżnikowym pasie od Atlantyku po Ural. Jednocześnie w Polsce znikomy procent zasobów wód powierzchniowych pochodzi z dopływu rzecznoego spoza granic kraju. Jednym ze sposobów na przeciwdziałanie problemowi niskich zasobów wodnych kraju jest realizowanie w różnej skali programów małej retencji wodnej.

Pojęcie retencja wodna, określane również jako retencyjność wodna terenu, jest to zdolność do gromadzenia i przetrzymywania wody w określonym miejscu i czasie, na powierzchni terenu, w ciekach i zbiornikach różnego typu, w glebie, gruncie, niższych warstwach wodonośnych, w roślinności lub ściółce. Retencją określa się także masowe zatrzymywanie wody w zlewni. W zależności od sposobu i miejsca zatrzymywania wody wyróżniamy retencję powierzchniową i retencję podziemną.

Najbardziej interesująca, z punktu widzenia gospodarki wodnej w zlewni, jest retencja powierzchniowa, która polega przede wszystkim na powstrzymaniu procesu spływu powierzchniowego powstałego wskutek gwałtownego opadu, w postaci retencji wód otwartych występujących w zlewni i jest traktowana, jako pojemność wody w chwili początkowej (wartość początkowa retencji opadów spadających na powierzchnię wód otwartych występujących w zlewni w postaci: zbiorników retencyjnych, jezior, oczek czy też stawów). Retencja powierzchniowa pozostaje, więc, w ścisłym związku z rzeźbą terenu i zagłębieniami bezodpływowymi. Zasilanie retencji powierzchniowej może następować nie tylko z opadów, ale również z samego gruntu, jeżeli w ośrodku porowatym powstaną takie gradienty hydrauliczne, które mogą przeciwstawić się gradientowi potencjału grawitacyjnego skierowanego w dół.

Istotną częścią problematyki związanej z retencją wodną jest tzw. mała retencja wodna (Radecki-Pawlik, Kapusta 2006). Dotychczas pojęcie małej retencji nie zostało zdefiniowane

jednoznacznie, jednakże można uznać, iż mała retencja wodna to wszelkie działania na rzecz magazynowania wody w zbiornikach, ciekach, glebie, oddziałujące na środowisko lokalne. To także działania w zakresie zwiększenia retencji gleby przez zabiegi agromelioracyjne i fitomelioracyjne, a ponadto zwiększanie intercepcji przez zalesianie i zadrzewianie. Znaczącą cechą małej retencji jest upowszechnienie działań oraz stosunkowo niewielki zakres robót. Zarówno retencja jak i mała retencja zależą przede wszystkim od ukształtowania terenu, przepuszczalności gruntów oraz wielkości opadów.

Działania zmierzające do zwiększenia oddziaływania obiektów małej retencji powinny obejmować kompleksowe przedsięwzięcia realizowane w obrębie całej zlewni. Do działań zalecanych na terenie zlewni górskich rzek i potoków należą: budowa oraz odtwarzanie zbiorników retencyjnych, zwiększanie retencji w korytach rzek i potoków, konstrukcje ograniczające spływ wód powierzchniowych na terenach pozbawionych szaty roślinnej, renaturyzacja obszarów mokradłowych. Tak rozumiana mała retencja wodna uwzględniająca konieczność zachowania ciągłości biologicznej cieków oraz szczególną wrażliwość siedlisk występujących na terenach górskich wpłynie na poprawę warunków wilgotnościowych w ekosystemach oraz na zwiększenie bioróżnorodności.

### **3.1.1. Kierunki działań retencyjnych na górskich obszarach leśnych**

W lasach górskich występują problemy związane z wodą, które wymagają podjęcia następujących kierunków działań:

- zahamowanie tendencji zmniejszania się zasobów wodnych,
- ochrona przed nadmiernym spływem powierzchniowym,
- utrzymanie potoków górskich w dobrym stanie,
- ograniczenie zagrożenia powodziowego.

Zahamowanie trendu zmniejszania się zasobów wodnych jest możliwe poprzez rozwój wszelkich form retencji wodnej:

- intercepcji roślin,
- retencji powierzchniowej (zbiorniki, mokradła),
- retencji glebowej,
- retencji wód podziemnych.

Ochrona powierzchni stoków przed skutkami gwałtownego spływu wód opadowych w lasach górskich powinna polegać na:

- zmniejszeniu ilości spływającej wody,

- wydłużeniu czasu spływu,
- zapobieganiu zmniejszania się zdolności infiltracyjnych gleby,
- ochronie powierzchni gleby przed wymywaniem,
- zabudowie szlaków zrywkowych.

Utrzymanie potoków górskich w dobrym stanie oznacza:

- stabilizację hydrodynamiczną koryta potoku,
- ograniczenie erozji dennej i bocznej w potoku,
- zachowanie w potoku właściwego stanu wód dla ekosystemów wodnych i od wody zależnych.

Ograniczenie zagrożeń powodziowych obejmuje działania wpływające na parametry fali wezbraniowej w ciekach wodnych. Jej formowanie zależy od kompleksu czynników, często od siebie wzajemnie uzależnionych:

- rodzaju, wielkości i natężenia zjawiska opadowego,
- warunków kształtowania się powierzchniowego spływu wody, w tym zdolności retencyjnych stoków,
- stanu infrastruktury wodnej (zbiorniki retencyjne i budowle wodne).

**W rozwiązywaniu problemów wodnych najpoprawniejsze jest podejście systemowe obejmujące zagospodarowanie całej zlewni w sposób integrujący potrzeby i wymogi wszystkich użytkowników zlewni, przy szczególnym uwzględnieniu wymogów ochrony środowiska.**

Podstawowym założeniem przy wyborze metod retencjonowania wody na obszarach górskich i spowalniania spływu wód jest ich zgodność z zasadami obowiązującymi w trwale zrównoważonej gospodarce leśnej, prowadzonej na podstawach ekologicznych. Trwale zrównoważona gospodarka leśna to przede wszystkim ochrona różnorodności biologicznej na różnych poziomach organizacji przy jednoczesnym zachowaniu równowagi między funkcjami gospodarczymi i ochronnymi górskich ekosystemów leśnych.

Zalety oraz znaczenie gospodarki wodnej opierającej się na małej retencji wodnej w zlewni można określić jako:

- poprawa bilansu wodnego w zlewni, a co się z tym wiąże regulacja i kontrola obiegu wody w środowisku,
- ograniczenie spływu powierzchniowego, a przez to zmniejszenie wezbrań rzek i potoków, co ma istotny wpływ na redukcję fali powodziowej,

- regulacja natężenia przepływu wody w ciekach powierzchniowych i wyrównywanie przepływów w okresach dużych wahań,
- polepszenie możliwości ochrony i odnowy zasobów wody poprzez zwiększenie ilości magazynowanych wód powierzchniowych oraz zwiększenie zasobów wód podziemnych,
- podnoszenie walorów krajobrazowych, estetycznych i ekologicznych środowiska,
- zwiększanie uwilgotnienia siedlisk przez podniesienie poziomu zwierciadła wód gruntowych,
- utrzymanie (lub odtwarzanie) naturalnych siedlisk, stanowiących ostoję fauny wodnej,
- w lasach obiekty małej retencji przyczyniają się do zaopatrzenia w wodę zwierzyny i ptactwa.

### **3.1.2. Zbiorniki retencyjne i inne działania**

Do budowli małej retencji zaliczają się między innymi:

- zbiorniki retencyjne odparowujące - gromadzą wodę na dłuższy okres, woda częściowo z nich odparowuje, a częściowo może wsiąkać w podłoże,
- zbiorniki suche - budowane najczęściej w zlewniach potoków górskich, napełniają się wodą w czasie wezbrania i stopniowo ulegają opróżnieniu po przejściu wezbrania,
- zbiorniki przeciwpowodziowe - regulują przepływy, tj. zatrzymują część wielkich wód i tym samym opóźniają ich odpływ, zmniejszając przez to niebezpieczeństwo powodzi poniżej zbiornika,
- zbiorniki wielofunkcyjne – stanowią także zapas wody na potrzeby przeciwpożarowe, a usytuowane w lasach lub ich pobliżu stanowią istotny element przy gaszeniu pożarów lasów.

Zbiorniki jako obiekty małej retencji są opisywane wieloma cechami zarówno mierzalnymi jak i niemierzalnymi. Za kryterium ich podziału przyjmuje się: wielkość retencji, wyrównanie odpływu oraz funkcjonalność. Przy planowaniu zbiorników rozpatruje się przede wszystkim zagadnienia: hydrologiczne (dominująca pozycja), topograficzne, geologiczne, biologiczne-ekologiczne, demograficzno-gospodarcze, społeczne a także ekonomiczne.

Do naturalnych obiektów małej retencji można zaliczyć:

- tereny moczarowe i bagna - zbierają wodę okresowo i w małej ilości, mogą stanowić głównie uzupełnienie innych urządzeń służących do redukcji spływu powierzchniowego,

- torfowiska - magazynują wody opadowe i płynące oraz wpływają hamująco i regulująco na odpływ wód w rzekach przy równoczesnym oddziaływaniu na odpływ gruntowy gleb sąsiadujących,
- naturalne zbiorniki wodne - magazynują wody opadowe i opóźniają spływ powierzchniowy i gruntowy, często stanowią także obiekty rekreacji i wypoczynku.

Obiekty małej retencji wytworzone przez samą przyrodę stanowią naturalne przystosowanie terenu do zwiększania retencji i tym samym są istotnym walorem przyrodniczym i gospodarczym. W tabeli nr 28 przedstawiono podstawowe zalety i wady wyżej wspomnianych zbiorników.

**Tabela 28. Zalety i wady różnego typu zbiorników**

Obiekt	Zalety	Wady
<p>Małe zbiorniki retencyjne (o obj. do 100 tys. m<sup>3</sup> i 5m wysokości piętrzenia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mniej szkodliwe dla ekosystemów dolin rzecznych niż duże zbiorniki</li> <li>- sieć zbiorników małej retencji lokowanych w górnych odcinkach rzek i ich dopływów kosztuje mniej (koszty budowy i utrzymania) niż jeden duży zbiornik o tej samej pojemności</li> <li>- niższe straty w razie awarii lub katastrofy</li> <li>- łatwiejsza eksploatacja (np. podczas odmulania)</li> <li>- w lasach mogą pełnić ważne funkcje jako zbiorniki przeciwpożarowe i źródło wody pitnej</li> <li>- powstanie nowych siedlisk wodnych: wyspy, szerokie pasy trzciny, pałki i innej roślinności wodnej stwarzają dogodne warunki dla ptaków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- przerywają szlaki wędrówek ryb</li> <li>- na terenach położonych poniżej zbiornika zmniejszają częstotliwość naturalnych zalewów</li> <li>- często zatapiają cenne przyrodniczo obszary jak: torfowiska, podmokłe łąki z wieloma gatunkami chronionymi roślin i zwierząt</li> <li>- trudniejsze do sterowania w skali zlewni od pojedynczych dużych zbiorników</li> <li>- dość wysokie koszty budowy</li> <li>- duża powierzchnia trwale wyjęta z użytkowania gospodarczego</li> <li>- możliwość wystąpienia kłopotów z zamulaniem, zakwitami wody</li> </ul>

	<p>wodnych, płazów itp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- poprawa mikroklimatu</li> <li>- uzupełnianie zasobów wód gruntowych w okresach letnich na terenach przyległych</li> <li>- zapewnienie kontroli nagłych wezbrań, dodatkowa retencja wodna zmniejszająca ryzyko powodzi - gdy zbiornik posiada rezerwę powodziową</li> <li>- podczyszczanie wody z zawiesin i materiału wlezonego</li> </ul>	<p>(eutrofizacja) i insektami</p>
Zbiorniki suche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zapewniają dobrą kontrolę nagłego wezbrania i ochronę przed powodzią terenów zalewowych położonych poniżej zbiornika</li> <li>- zachowują niezmienione warunki przepływu dla wody niskiej i średniej nie stanowią przeszkody w wędrówkach ryb i innych organizmów wodnych</li> <li>- wewnątrz zbiornika może być użytkowane jako łąki i pastwiska grunt jest zatapiany tylko okresowo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- może powodować niekorzystne zmiany w ekosystemach występujących powyżej zapory czołowej zbiornika (długotrwałe zalewy)</li> <li>- znacznie rzadsze zalania doliny poniżej zbiornika (ważne dla niektórych ekosystemów)</li> <li>- upośledzenie funkcji ekosystemów doliny rzecznej podczas niedużych wylewów (z powodów jak wyżej).</li> <li>- mniejsze możliwości wykorzystania gromadzonej wody (brak możliwości retencyjnego wykorzystania)</li> <li>- słabe usuwanie osadu oraz brak możliwości wpływu na jakość wody</li> <li>- zajmują dużo miejsca</li> <li>- wątpliwe walory estetyczne</li> </ul>

		<p>pustych zbiorników, zamknięć i urządzeń regulacyjnych poniżej budowli</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- duże koszty budowy</li> </ul>
<p>Duże zbiorniki przeciwpowodziowe</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- duża dyspozycyjność dla celów: komunalnych, rolnictwa, przemysłu, żeglugi, rekreacji, produkcji energii elektrycznej</li> <li>- chronią przed małymi i średnimi, łagodzą skutki dużych powodzi (pod warunkiem odpowiedniej wielkości rezerwy powodziowej)</li> <li>- na ich obrzeżach (w miejscach okresowo zalewanych) mogą wytworzyć się cenne tereny łęgowe dla ptaków wodno-błotnych</li> <li>- podczyszczanie wód (oczyszczanie wody przez infiltrację przez grunt) mogą gromadzić większe ilości wody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmiana naturalnego reżimu hydrologicznego (zbiorniki eliminują naturalne zalewy dolin rzecznych poniżej zapory)</li> <li>- katastrofalne zmiany w ekosystemach rzeki i jej doliny (lasach łęgowych, olsach, torfowiskach, podmokłych łąkach)</li> <li>- zanik wielu cennych gatunków ryb i wodnych zwierząt bezkręgowych</li> <li>- upośledzenie korytarza ekologicznego doliny rzecznej wymagają dużego obszaru pod budowę poniżej zbiornika może wystąpić erozja denną i związany z nią spadek poziomu wód gruntowych w dolinie</li> <li>- duże straty w wypadku awarii lub katastrofy</li> <li>- stopniowe wypływanie przez materiał wleczony przez rzekę</li> <li>- duże koszty budowy</li> <li>- wysokie koszty utrzymania i eksploatacji</li> </ul>
<p>Poldery zalewowe</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zachowanie mało zmienionych ekosystemów dolinowych</li> <li>- zabezpieczenie cennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mniejsza częstotliwość i okresowość zalewania niż na odcinkach nieobwałowanych</li> </ul>



	przyrodniczo terenów przed niekorzystnym dla nich zagospodarowaniem (jednocześnie ochrona przyrody i ochrona przeciwpowodziowa) - tańsze w budowie niż zbiorniki zaporowe o podobnej retencji - powierzchnia pomiędzy zalewami może być użytkowana gospodarczo	-może prowadzić do niekorzystnych zmian w ekosystemach znajdujących się na ich terenie
--	--	--

**Należy podkreślić ze w ramach celu pierwszego programu stworzonych lub zmodernizowanych zostanie ponad 400 przyrodniczo przyjaznych zbiorników retencyjnych na terenie 56 nadleśnictw. Jest to najważniejszy element i oczekiwany efekt realizacji programu małej retencji na terenach górskich.**

Jednak zbiorniki retencyjne to nie jedyne preferowane w programie przedsięwzięcia. W jego ramach realizowane będą także kompleksowe prace zwiększające retencją i spowalniające spływ w zlewniach rzek i potoków górskich polegające między innymi na: odtwarzaniu krętości cieków, odtwarzaniu terasy zalewowej, odtwarzaniu układu bystrze przegłębienie, przywracaniu ciągłości ciekom, rozbiórce i modernizacji starych obiektów hydrotechnicznych, renaturyzacji cieków i obszarów mokradłowych, zabudowie biologicznej i inne (Szczegółowe dane o typach przedsięwzięć realizowanych w programie znajdują się w rozdziale 3.4. oraz Załączniku nr 1).

Reasumując, obiekty małej retencji wodnej nie tylko wpływają na poprawę lokalnego bilansu wodnego obszarów, na których występują, ale także mają istotny wpływ na bilans wodny całych zlewni, jak również bilans wodny w skali całego kraju. Ponadto stanowią istotny element środowiska tworząc i wzbogacając siedliska przyrodnicze, kształtując krajobraz, jednocześnie zapewniając miejsca do wypoczynku i rekreacji na łonie natury. Ze względu na coraz częstsze i coraz groźniejsze występowanie krótkotrwałych wezbrań, przy jednoczesnym generalnym niedoborze wody w kraju, powinno się dążyć do zwiększenia retencji zlewni właśnie przez budowę obiektów małej retencji, co prowadzi do opóźnienia spływu powierzchniowego.

### **3.2. Szczegółowa charakterystyka przyjętych metod retencjonowania i spowalniania spływu wód.**

#### **3.2.1. Podział metod**

Podstawowym założeniem przy wyborze metod przeciwdziałania skutkom gwałtownych spływów wód opadowych na leśnych terenach górskich jest ich zgodność z zasadami obowiązującymi w trwale zrównoważonej gospodarce leśnej, prowadzonej na podstawach ekologicznych. Trwale zrównoważona gospodarka leśna to przede wszystkim ochrona różnorodności biologicznej na różnych poziomach organizacji przy jednoczesnym zachowaniu równowagi między funkcjami gospodarczymi i ochronnymi górskich ekosystemów leśnych. Metody stosowane w projekcie w celu ochrony przed skutkami gwałtownych spływów wód opadowych można podzielić na:

- przyrodnicze,
- techniczne,
- przyrodniczo-techniczne.

#### **3.2.2. Metody przyrodnicze**

Wszelkie czynności gospodarcze w lasach górskich, zwłaszcza związane z użytkowaniem rębny, powinny być prowadzone zgodnie z zasadami zrównoważonej gospodarki leśnej. Przykładem mogą być metody użytkowania rębego przy zastosowaniu rębni złożonych z odpowiednio długim okresem odnowienia, które są najbardziej skuteczną formą ochrony stoków przed skutkami gwałtownych spływów na obszarach zlewni górskich, pozwalają też na osiągnięcie w przyszłości odpowiedniej struktury drzewostanów (rębni częściowa powoduje 4-5 krotnie mniejsze szkody niż rębni zupełna, a przy rębni ciągłej i gniazdowej erozja jest ponad 50 razy mniejsza).

Zabudowa potoków górskich, podobnie jak zabezpieczanie stoków przed nadmierną erozją wodną powinna być prowadzona przede wszystkim poprzez zabudowę biologiczną z uwzględnieniem zasad regionalizacji przyrodniczo-leśnej i regionalizacji nasiennej obowiązującej w gospodarce leśnej. Wynika to między innymi z konieczności unikania wprowadzania obcych gatunków inwazyjnych.

Zabudowa biologiczna wymaga dostosowania gatunków drzew i krzewów do warunków wzrostu. Przy zabudowie potoków górskich istotnym kryterium wprowadzania odpowiednich gatunków jest wysokość nad poziomem morza. Takie gatunki jak olsza czarna, jesion, topola czarna występujące przeważnie nad brzegami rzek to gatunki nizinne i wyżynne. Granica zasięgów pionowych dla tych gatunków to około 600-700m n.p.m. Powyżej tych wysokości

do 1000-1200m n.p.m. można stosować wierzbę białą lub kruchą, olszę szarą. Niewykorzystanym do tej pory gatunkiem przy zabudowie potoków górskich w wysokich położeniach nad poziomem morza jest jarzębina. Gatunek ten stanowi jednocześnie doskonały przedplon dla gatunków lasotwórczych, a naturalne odnowienia jarzębiny często skutecznie zabezpieczają przed erozją strome zbocza na dużych wysokościach.

W sytuacji, kiedy zabudowa biologiczna wymaga uzupełnienia o dodatkowe zabezpieczenia techniczne, elementy tej zabudowy powinny być wykonane z materiałów naturalnych, występujących blisko miejsc budowy.

Z punktu widzenia ochrony przyrody i krajobrazu konieczne jest utrzymywanie i przywracanie naturalnego charakteru potoków i rzek. W połączeniu z zabudową biologiczną cieków wodnych, renaturyzacja sprzyja ochronie brzegów przed erozją i łagodzi skutki gwałtownych spływów wód opadowych.

Metody przyrodnicze polegają między innymi na:

- wprowadzaniu gatunków drzew odpornych na podtopienie w strefie brzegów potoków, obszarów stożków napływowych i stromych zboczy podlegających erozji powierzchniowej,
- zalesianiu oraz obsadzaniu drzewami i krzewami brzegów i pasów terenu przyległych do cieków i zbiorników poza obszarami lasów i łąk w celu ograniczenia erozji i dopływu zanieczyszczeń, pod warunkiem, że nie ogranicza to przepływu wody w ciekach,
- umacnianiu roślinnością brzegów wklęsłych – podmywanych i niszczonej podczas wezbrań,
- kształtowaniu drzewostanów dostosowanych do warunków siedliskowych, co poprawia ich odporność na szkody wywoływane przez owady, śniegołomy i wiatrołomy,
- urozmaiceniu składu gatunkowego drzewostanów świerkowych ograniczające ich zakwaszający wpływ na wodę glebową,
- zalesianiu wszystkich terenów o spadkach powyżej 15%, celem ograniczenia erozji powierzchniowej,
- zabudowie szlaków zrywkowych natychmiast po zakończeniu zrębów,
- prowadzeniu zabudowy przyrodniczej i technicznej leśnych zlewni górskich, ze szczególnym zwróceniem uwagi na ochronę i odtwarzanie drzewostanów w górnej strefie ich występowania.

Celem zabudowy biologicznej jest:

- poprawa gospodarki wodnej dorzecza,
- zwiększenie retencji zlewni,
- poprawa bilansu wodnego i wyrównanie przepływów,
- spowolnienie odpływu wód powodziowych,
- złagodzenie wezbrań,
- rozproszenie siły nurtu,
- zmniejszenie spływu powierzchniowego wód,
- zahamowanie procesów erozji stoków,
- zahamowanie procesów erozji dna oraz brzegów potoków,
- ochrona infrastruktury w sąsiedztwie cieków.

Zadania te najlepiej wypełnia dobrze zagospodarowany las, posiadający wszystkie piętra roślinności: drzewa wysokie, podrost, podszyt oraz runo leśne.

Obszar zbiorczy (źródłiskowy), gdzie erozja jest najsilniejsza, powinien być całkowicie pokryty lasem. Z obszaru tego należy wyeliminować pola orne, lecz można zostawić strefę użytków zielonych, które dostatecznie chronią glebę przed zmywaniem powierzchniowym przy nachyleniu terenu dochodzącym do 30%.

Wskazane jest zwiększenie powierzchni leśnej przez zalesianie:

- terenów, na których przez wyręby sztucznie obniżono górną granicę lasu,
- pastwisk na wierzchowinach i stromiznach,
- nieużytków: gruntów kamienistych, brzegów głębokich debr i wąwozów.

### ***Zabudowa biologiczna brzegów rzek i potoków***

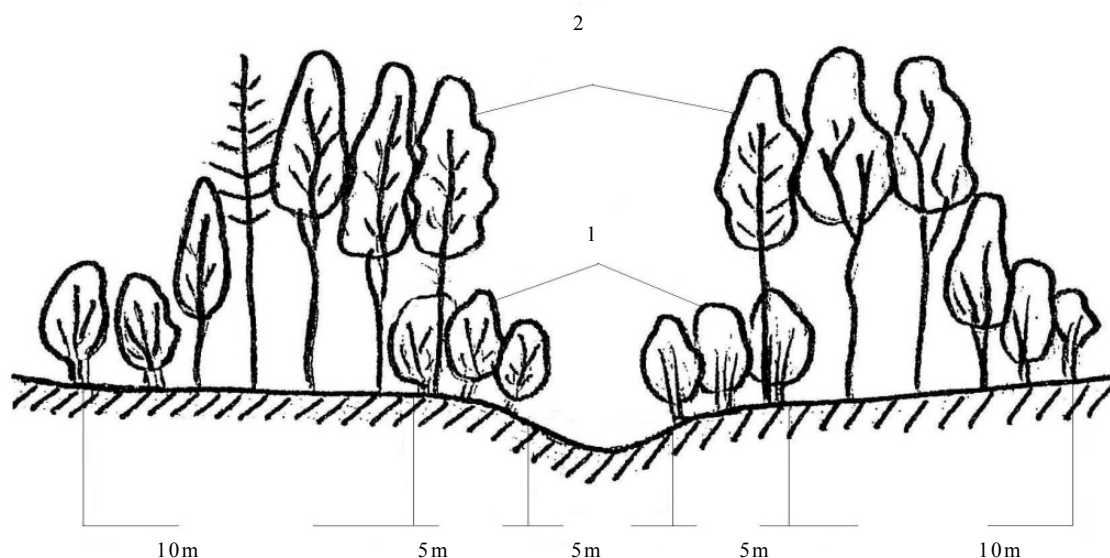
Dobór roślin powinien być zgodny z potencjalną roślinnością naturalną. Należy dobierać gatunki o pożądanym właściwościach biotechnicznych. Rozstaw i forma zmieszania muszą być dopasowane do konkretnego siedliska i zamierzonego celu.

### **Zabudowa biologiczna w obrębie szczytowej i środkowej części cieku**

Cieki o silnie zagłębionym korycie zabezpiecza się przed erozją boczną zwartym pasem drzew i krzewów szerokości 20 – 30m. Najwyższe piętro drzew sięgających 15 – 25m wysokości (olsza szara, jawor, jesion wyniosły, wiąz górski, modrzew europejski, a na niższych leżących terenach dąb szypułkowy, lipa drobnolistna, olsza czarna) powinno zajmować teren

bezpośrednio nad brzegiem potoku. Drugie niższe piętro drzew wysokości 5 – 15m (grab zwyczajny, klon polny, jarząb pospolity, brzoza omszona, osika, wierzba iwa) rozmieszcza się tuż za linią brzegową. Na zewnętrznej stronie pasa rozmieszcza się drzewa i krzewy wysokości do 5m (czeremcha, leszczyna, trzmielina pospolita, kruszyna pospolita, dereń świdwa).

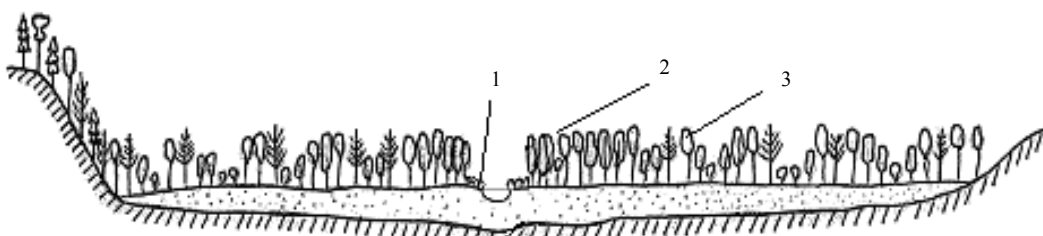
Cieki o korycie rozwartym zabezpiecza się podwójnymi pasami roślinności brzegowej. Pas korytowy, zajmujący teren w bezpośrednim sąsiedztwie ciek, ochrania brzegi w zakresie od średniej rocznej wody do wielkiej rocznej wody. Wprowadza się tu wierzby – głównie: wierzbę wiciową, wierzbę purpurową, wierzbę siwą raz wierzbę szarą. Za pasem korytowym formuje się pas przykorytowy osłaniający brzegi w zasięgu od dorocznej wielkiej wody do katastrofalnie wielkiej wody. W pasie tym wprowadza się: olszę szarą, wierzbę kruchą, wierzbę białą, jesion wyniosły, jawor, osikę i brzozę brodawkowatą, a na niżej położonych terenach: olszę czarną, grab zwyczajny, dąb szypułkowy. Podszycie mogą stanowić: jeżyna fałdowana, jeżyna popielica, malina właściwa, dzika róża, kruszyna pospolita, trzmielina, czeremcha, dereń świdwa, szakłak, leszczyna oraz tarnina.



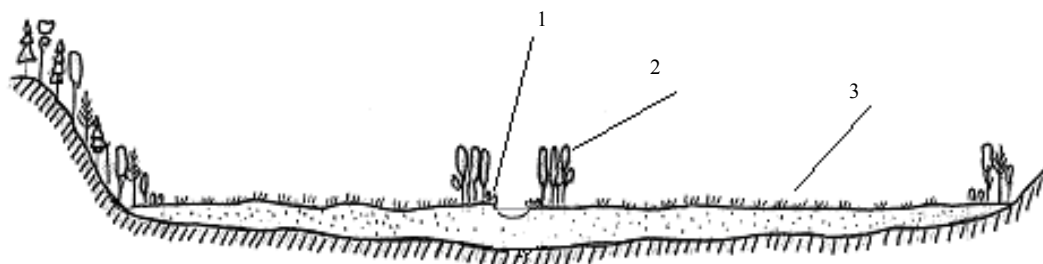
Przykład obudowy biologicznej potoku o korycie rozwartym w obrębie szyi:

1 - pasy korytowe 2 - pasy przykorytowe (Prochal 1968)

### Zabudowa biologiczna w obrębie dolnej części ciek



Zabudowa biologiczna dolnej części ciek przy korelacji na katastrofalnie wielką wodę  
1 - pasy korytowe 2 - pasy przykorytowe 3 - zalesienia  
(Prochal, 1968)



Zabudowa biologiczna dolnej części ciek przy korelacji na średnią wielką wodę  
1 - pasy korytowe 2 - pasy przykorytowe 3 - trwałe użytki zielone

Przy korelacji na wielką wodę, na brzegu bezpośrednio nad zwierciadłem wody (WW), należy zaplanować pas korytowy o szerokości 5m złożony z krzewiastych wierzb, a za nim szeroki na 5m pas przykorytowy złożony z odpornych na okresowe zalewanie krzewów i drzew do 5m wysokości. Dalszą część zabudowy biologicznej powinien stanowić drzewostan o zróżnicowanym układzie piętrowym.

Przy korelacji na średnią wielką wodę, na skarpie bezpośrednio nad zwierciadłem wody (SWW), należy zaplanować pas korytowy o szerokości 7m złożony z krzewiastych wierzb, a za nim szeroki na 8m pas przykorytowy złożony z odpornych na okresowe zalewanie krzewów i drzew.

### 3.2.3. Metody techniczne

Obserwowane w ostatnich latach w lasach górskich nasilające się zjawiska klęskowe (huraganowe wiatry, gradacje owadów) wymuszają przyspieszoną rozbudowę systemu dróg leśnych, pozwalających na zagospodarowanie terenów pokłeskowych. W takich sytuacjach często można zaobserwować znaczne zwiększenie spływu powierzchniowego w strefie zbiorczej potoku zwłaszcza w przypadku sąsiedztwa drogi biegnącej doliną równoległą do potoku. Ilość i natężenie spływu wód z utwardzonej powierzchni dróg są bowiem znacznie większe od spływów po nienaruszonej pokrywie glebowej. Zagospodarowanie skarp i odpowiednie zabezpieczenie rowów jest więc w aktualnej sytuacji istotnym elementem małej retencji na terenach górskich. Typowe działania w tym zakresie, to: utrwalanie zboczy poprzez obsiew, obsadzanie, płotkowanie. Należy unikać w możliwie maksymalnym stopniu wykonywania elementów zabudowy z betonu. Konstrukcje „liniowe” na brzegach rzek i potoków oraz budowle poprzeczne na ich dnie, wykonane z tego materiału, powodują przyspieszony spływ wody.

Do metod technicznych należą ponadto umocnienia stromych zboczy, dróg i szlaków zrywkowych. Zabudowę należy prowadzić od góry zlewni ku dołowi i koncentrować ją na bardziej stromych dopływach do cieku głównego, aby nie utrudniać przepływu rybom w górę potoków. Wykonanie zabudowy potoku nie może naruszać jego naturalnego charakteru i prostować trasy koryta. Umacniać tylko brzegi „wklęsłe”, a do zabudowy technicznej najlepiej stosować miejscowy materiał: kamienie, pospółkę, drewno i faszynę. Skarpy o dużych spadkach mogą być umocnione także płotkami, darnią, ewentualnie włókninami z materiałów naturalnych.

Dotychczasowe metody regulacji technicznej w sposób znaczący zmieniały reżim i charakter cieków górskich przez wprowadzenie do koryta cieku konstrukcji w postaci: stopni, bystrotoków i zapór przeciwrumowiskowych. Duże problemy stwarzają nie utrzymywane w należytych stanie technicznym budowle hydrotechniczne (np. nie usuwanie materiału zbierającego się w korpusach zapór, brak bieżącej konserwacji i przebudowy budowli zgodnie z nowymi światowymi standardami). Współczesne rozwiązania są znacznie bardziej przyjazne dla środowisk w porównaniu do tych stosowanych jeszcze kilkadziesiąt lat temu (Załącznik nr 1 Rozwiązania techniczne obiektów realizowanych w projekcie).

Zgodnie z Zasadami gospodarowania wodą w lasach [DGLP 2004] urządzenia planowane w ramach niniejszego programu powinny spełniać następujące kryteria:

- konstrukcje budowli piętrzących i upustów powinny być nieskomplikowane i możliwe do wykonania przy użyciu prostych środków, wykonane z materiałów miejscowych, ograniczy to transport materiałów, uniknie się również budowy dróg dojazdowych,
  - zniszczenia lasu, hałasu, zanieczyszczeń i innych niekorzystnych czynników wpływających na środowisko leśne,
- obiekty techniczne w lasach powinny być możliwie proste w eksploatacji, tzn. nie powinny wymagać dużych nakładów na obsługę i konserwację,
- urządzenia powinny być trwałe, trudne do zniszczenia i uszkodzenia,
- architektura budowli powinna być dostosowana do środowiska leśnego,
- należy preferować, zamiast konstrukcji żelbetowych, budowle ziemne umacniane biologicznie, drewniane (np. kaszyce), z tworzyw sztucznych (np. przepusty polietylenowe i przewody giętkie) i ew. geosyntetyki,
- budowle powinny być w możliwie dużym stopniu zakryte przez roślinność, np. zastosowanie kaszyc obsadzanych roślinnością,
- projektowane urządzenia i systemy wodne powinny w jak największym stopniu działać samoczynnie, z uwzględnieniem wszelkich warunków, szczególnie przy różnych stanach wód. Operowanie urządzeniami ruchomymi powinno odbywać się zgodnie z instrukcjami gospodarowania wodą (uzgodnionymi z Nadleśnictwami) przez osoby wyznaczone imiennie.

Zdaniem hydromorfologów zjawisko erozji jest procesem naturalnym i w większości wypadków pożądanym, dostarcza materiału skalnego i rumoszu do potoku, a to z kolei zapobiega erozji wgłębnej i zmniejsza energię spływu wód powodziowych. Dlatego ograniczaniu powinny podlegać tylko: nadmierna erozja i spływ powierzchniowy, występujące lokalnie, najczęściej w związku z zagospodarowaniem cieku (zabudowa hydrotechniczna) lub jego bezpośredniego sąsiedztwa (np. drogi).

W programie Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie, mamy do czynienia także z działaniami technicznymi polegającymi na kontrolowaniu nadmiernego spływu powierzchniowego (poprzez stabilizację osuwisk i powstrzymywanie erozyjnego działania wód opadowych), zaś w



odniesieniu do cieków: odcinkowe zabezpieczenie brzegów oraz spowolnienie odpływu wody (z wyłączeniem poprzecznych budowli liniowych stymulujących erozję i fragmentujących ciek). Preferowane rozwiązania budowli poprzecznych to bystrza wykonywane z materiałów miejscowych (drewno, kamień) bez używania zaprawy cementowej.

#### **3.2.4. Metody przyrodniczo-techniczne.**

Najlepsze rezultaty w ograniczaniu natężenia spływów wód opadowych i skutków przez nie powodowanych można osiągnąć poprzez **podejście kompleksowe**. Oznacza to, że przedsięwzięcia retencyjne powinny być jednym z elementów systemu zintegrowanego zagospodarowania zlewni rzecznej obejmującego stosowanie metod przyrodniczych i technicznych. W lasach górskich osłonią roślinością gleba jest najlepszym sposobem zatrzymania wody w zlewni. Walka z nadmiernym spływem powierzchniowym i powodowaną przez niego erozją powinna polegać na minimalizacji zniszczeń dokonywanych w czasie użytkowania lasu i jego infrastruktury technicznej. Jedną z przyczyn powstania szkód w lasach są zniszczenia dróg i szlaków operacyjnych (zrywkowych) spowodowane intensywnymi deszczami nawalnym. Dlatego zaleca się dowożenie ściętych drzew w poprzek stoku, do drogi biegnącej bardzo łagodnie w górę stoku oraz stosowanie kolejek linowych do transportu ściętych drzew. Należy maksymalnie ograniczać wielkość zrębów.

Konieczne jest zalesianie wszystkich terenów o spadkach powyżej 15%, odpowiednio dobierając gatunki roślin przeznaczone do zabudowy erodowanych stoków. Potrzeby inwestycyjne w zakresie zabezpieczeń przeciwoerozyjnych obejmują także zabudowę szlaków zrywkowych natychmiast po zakończeniu zrębów, tarasowanie zboczy szczególnie narażonych na zmywanie, zabezpieczanie przed osuwiskami, polepszenie stanu dróg i szlaków turystycznych wraz z ich odwodnieniem, modernizację przepustów, budowę zbiorników retencyjnych.

Z punktu widzenia ekologicznego i glebochronnego korzystniejsza jest większa liczba małych zbiorników retencyjnych niż mała liczba większych, ma to szczególnie znaczenie w terenach górzystych. W celu ochrony przed napływem do zbiornika namulów lub zanieczyszczeń można wykonać przed nim niewysoką groblę ziemną, rów opaskowy, pas roślinności lub zbiornik wstępny. Głębokość zbiorników nie powinna być mniejsza niż 1m. Celowe jest stosowanie długich linii brzegowych z zatokami i cyplami oraz łagodnych (1:10,

1:5) skarp. Zbiorniki te mogą być wykorzystywane jako wodopoje dla zwierząt (ważne, z punktu widzenia przyrodniczego, jest utrzymanie na części zbiornika powierzchni wody wolnej od lodu, służących jako poidła w okresie mroźnych zim) lub ujęcia wody dla celów przeciwpożarowych. Nie zaleca się wykorzystywania tych zbiorników dla celów rekreacyjnych.

Zabudowa potoków górskich jest ściśle związana z ich parametrami hydrodynamicznymi, w tym także z wielkością przeprowadzanego korytem odpływu. Utrzymanie w dobrym stanie potoków górskich narażonych na silne wezbrania wymaga przewidywania zmian w dnie koryta, które mogą wystąpić po przejściu wezbrania. Konieczna jest w tym wypadku prognoza przebiegu procesów korytotwórczych, ocena intensywności transportu rumowiska wleczonego oraz ocena procesów erozji i sedymentacji w korycie (szczególnie istotne przy projektowaniu zbiorników).

Celem podejmowanych przedsięwzięć w potokach w ramach programu jest uzyskanie zrównoważonego stanu środowiska potoku, co oznacza:

- pozostawanie cieków w stanie równowagi dynamicznej, w której odprowadza on w dół swego biegu taką samą ilość rumowiska, jaka jest dostarczana do przekroju doliny, zaś dno cieków w dłuższym okresie utrzymuje się na jednakowej wysokości,
- zapewnienie równowagi pomiędzy funkcją odprowadzania wód wezbraniowych w dół biegu cieków oraz funkcją ich retencjonowania w obszarach zalewowych,
- zachowanie statusu ekologicznego cieków i jego korytarza na co najmniej dobrym poziomie.

Do stabilizacji koryt powinno wykorzystywać się przede wszystkim materiały miejscowe. Coraz powszechniej powraca się do stosowania kaszyc, czyli konstrukcji drewnianych wypełnionych kamieniami. Dąży się też do możliwie minimalnej ingerencji w środowisko naturalne i do możliwie maksymalnego zastosowania zabudowy biologicznej.

### **3.2.5. Wskazania dotyczące realizacji przedsięwzięć inwestycyjnych w ramach programu**

Przy realizacji przedsięwzięć retencyjnych na potokach górskich należy zwracać szczególną uwagę na pozostawianie martwego drewna w obszarze korytowym, tam gdzie

może ono pełnić pożyteczną rolę z punktu widzenia ochrony przed erozją. Zasoby martwego drewna jakie pozostawiane są w polskich lasach są zdecydowanie niższe niż w innych krajach europejskich co nie sprzyja ochronie różnorodności biologicznej.

Niezwykle korzystny wpływ grubego rumoszu drzewnego na funkcjonowanie ekosystemów cieków górskich potwierdzają szczegółowe badania Wyżgi i in. (2003). Zaleca się między innymi usuwanie z cieków jedynie mniejszych, niestabilnych fragmentów drewna, zaniechanie wycinki drzew w pasach lasu przylegających do cieków oraz sztuczne umieszczanie w ciekach kłód. Kłody w ciekach górskich przyczyniają się do takich zmian jak wzrost głębokości i zmniejszenie średniej prędkości przepływu oraz efektywne zatrzymywanie w korytach materiału mineralnego i organicznego. Liczni autorzy uważają też, że może to być pomocna metoda odwrócenia dotychczasowego trendu zmian pionowego położenia koryt potoków górskich, bez wykonywania kosztownych prac hydrotechnicznych, ponieważ deponowany w ciekach górskich gruby rumosz drzewny wywiera istotny wpływ na:

- morfologię cieków,
- hydraulikę ich przepływów wezbraniowych,
- zdolność cieków do akumulacji materiału dennego, a tym samym na natężenie jego transportu.

W przypadku sztucznych progów drewnianych, niedopuszczalne jest układanie poziomego belkowania u podnóża progów w celu przeciwdziałania jego podmycia. Aby umożliwić rozpraszanie energii płynącej wody, u podnóża progów muszą być zagłębienia wyerodowane w dnie, podobne do basenów wypadowych.

Zabudowa biologiczna wymaga dostosowania gatunków drzew i krzewów do warunków wzrostu. Przy zabudowie potoków górskich istotnym kryterium wprowadzania odpowiednich gatunków jest wysokość n.p.m. Takie gatunki jak olsza czarna, jesion, topola czarna występujące przeważnie nad brzegami rzek to gatunki nizinne i wyżynne. Granica zasięgów pionowych dla tych gatunków to około 600-700 m n.p.m. Powyżej tych wysokości do 1000-1200 m n.p.m. można stosować wierzbę białą lub kruchą, olszę szarą. Niewykorzystanym gatunkiem do tej pory przy zabudowie potoków górskich w wysokich położeniach n.p.m. jest jarzębina. Gatunek ten stanowi jednocześnie doskonały przedplon dla gatunków lasotwórczych, a naturalne odnowienia jarzębiny często skutecznie zabezpieczają przed erozją strome zbocza na dużych wysokościach n.p.m.

Przy ingerencji w naturalną strukturę cieków wodnych położonych w granicach leśnych obszarów chronionych należy szczególną uwagę zwracać na główny przedmiot ochrony (gatunek, siedlisko, krajobraz). Powierzchnia nadleśnictw górskich objętych

programem w większości należy do leśnych obszarów chronionych i jest często objęta kilkoma formami ochrony przyrody. Jest to niezwykle ważna przesłanka zarówno dla projektanta planowanych obiektów w ramach programu jak też wykonawcy czy również dla późniejszego użytkownika. Dlatego też w rozdziale 1.2., dotyczącym ochrony przyrody, omówiono obszernie podstawowe zasady i przepisy dotyczące postępowanie w leśnych obszarach chronionych Karpat i Sudetów, należących do Lasów Państwowych.

Przy projektowaniu obiektów małej retencji na obszarach leśnych należy stosować nieskomplikowane konstrukcje budowli, które można wykonać i możliwe przy użyciu prostych środków oraz zastosowaniu materiałów miejscowych (drewno, faszyna, kamień, piasek, grunty spoiste). Pozwala to ograniczyć transport materiałów, zmniejszyć koszty inwestycji i ograniczyć do minimum straty w lesie podczas budowy. Urządzenia powinny być trwałe i funkcjonować z możliwie minimalnym zakresem prac eksploatacyjnych.

Obiekty małej retencji w lasach powinny być projektowane kompleksowo w ujęciu zlewniowym pomimo, że są zwykle obiektami małymi. O ich oddziaływaniu decyduje nie wielkość, ale liczba urządzeń w zlewni, co odpowiada zasadzie rozproszonego ryzyka. Obiekty te pełnią głównie funkcje ekologiczne i z założenia są działaniami przyjaznymi dla środowiska. Niemniej jednak każdy projekt musi uwzględniać specyfikę ekosystemu leśnego i zostać poddany ocenie skutków inwestycji, zarówno pozytywnych, jak i negatywnych.

Podstawą realizacji zbiorników powinny być miarodajne obliczenia hydrologiczne, wykazujące możliwości napełnienia zbiornika lub bilans wodnogospodarczy potwierdzający możliwość spełniania przez zbiornik założonych zadań. Pod względem konstrukcyjnym należy uwzględnić, w zależności od zadań, które ma zbiornik pełnić: dostęp do wody dla zwierzyny leśnej, podjazd do poboru wody np. dla ochrony przeciwpożarowej, ujęcie wody do deszczowni w szkółce leśnej itp. Jeśli zbiornik ma mieć znaczenie dla ptactwa wodnego, to ważne jest zaprojektowanie w nim wyspy, niekiedy mogą być wymagane strome skarpy. Ważne jest także nadanie zbiornikowi kształtów zbliżonych do naturalnych i odpowiednie wkomponowanie go w otoczenie. Nie ma zwykle potrzeby stosowanie rowów odwadniających przy groblach zbiornika, gdyż ewentualne podtopienia można wykorzystać do powstania mokradła sąsiadującego ze zbiornikiem. W projektach ewentualnych budowli (np. spustowych) należy uwzględnić minimalizację obsługi eksploatacyjnej. W przypadku zbiorników rekreacyjnych przewidzieć należy również zagadnienia infrastruktury turystycznej, a także poddać analizie problem czystości wody w zbiorniku.

Wszelkie czynności gospodarcze w lasach górskich, zwłaszcza związane z użytkowaniem rębny, powinny być prowadzone zgodnie z zasadami zrównoważonej

gospodarki leśnej. Przykładem mogą być metody użytkowania rębego przy zastosowaniu rębni złożonych z odpowiednio długim okresem odnowienia, które są najbardziej skuteczną formą ochrony stoków przed skutkami gwałtownych spływów na obszarach zlewni górskich, pozwalają też na osiągnięcie w przyszłości odpowiedniej struktury drzewostanów. Twaróg (1984) informuje, że gdy w latach powojennych zastosowano w Karpatach rębnię zupełną i zrywkę ciągnikami, stwierdzono, że w ciągu roku od wykonania prac zrębowych wody zmywały średnio 150 ton gleby z 1 ha, a w niektórych przypadkach ponad 600 t/ha. Rębnią częściowa powodowała 4-5 krotnie mniejsze szkody, a przy rębni ciągłej i gniazdowej erozja była ponad 50 razy mniejsza niż przy rębni zupełnej.

Biocenozy leśne o złożonej strukturze charakteryzują się olbrzymią powierzchnią parowania, która w drzewostanach mieszanych nie ulega raptownym zmianom w związku z jesiennym opadaniem liści. Również w drzewostanie mieszanym czas wsiąkania wody w glebę jest przeciętnie znacznie krótszy niż w drzewostanie świerkowym, chociaż intercepcja w koronach drzewostanu świerkowego wynosi średnio w ciągu roku 34% opadu, podczas gdy w drzewostanie bukowym tylko 13-15%.

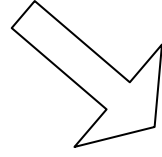
W ochronie przeciwpowodziowej duże znaczenie ma również ewapotranspiracja biocenoz leśnych, która jest znacznie wyższa w lesie niż w terenie niezalesionym. Jednocześnie odpowiednio zagospodarowane ekosystemy leśne nie tylko przyczyniają się do obniżenia gwałtownych spływów, ale również łagodzą deficyt wody w okresie suszy.

Obserwowane w ostatnich latach w lasach górskich nasilające się zjawiska klęskowe (huraganowe wiatry, gradacje owadów) wymuszają przyspieszoną rozbudowę systemu dróg leśnych, pozwalających na zagospodarowanie terenów pokłękowych. W takich sytuacjach często można zaobserwować znaczne zwiększenie spływu powierzchniowego w strefie zbiorczej potoku zwłaszcza wskutek sąsiedztwa drogi biegnącej doliną równoległe do potoku. Ilość i natężenie spływu wód z utwardzonej powierzchni dróg są bowiem znacznie większe od spływów po nienaruszonej pokrywie glebowej. Zagospodarowanie skarp i odpowiednie zabezpieczenie rowów jest więc w aktualnej sytuacji istotnym elementem małej retencji w lasach górskich. Działania typowo techniczne w tym zakresie, to: utrwalanie zboczy poprzez obsiew, obsadzanie, płotkowanie, wykładanie powierzchni materiałami organicznymi. Unika się w możliwie maksymalnym stopniu wykonywania elementów zabudowy z betonu, który powoduje przyspieszony spływ wody.

### **3.3. Cele programu**

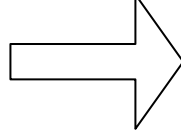
Program:

**Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie**



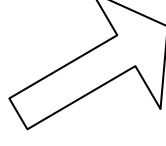
**1. Retencjonowanie i renaturyzacja cieków stałych oraz obszarów podmokłych.**

- 1.1. Renaturyzacja cieków**
  - 1.1.1 *Przywracanie naturalnego kształtu cieków*
  - 1.1.2 *Przywracanie ciągłości biologicznej cieków*
- 1.2. Przywracanie funkcji obszarom mokradłowym**
- 1.3. Retencja korytowa i zbiornikowa**
  - 1.3.1 *Przebudowa i budowa budowli spowalniających spływ wody*
  - 1.3.2 *Zbiorniki retencyjne*



**2. Ograniczanie i kontrola spływu powierzchniowego (retencja stokowa)**

- 2.1 Zabudowa szlaków zrywkowych**
- 2.2 Zabezpieczanie cieków okresowych**
- 2.3 Neutralizacja skutków spływu powierzchniowego**



**3. Wyrównywanie i spowalnianie spływu wód wezbraniowych (retencja powodziowa)**

- 3.1. Budowa zbiorników o funkcji przeciwpowodziowej**
  - 3.1.1 *Zbiorniki suche*
  - 3.1.2 *Poldery zalewowe*
- 3.2 Przeciwdziałanie niszczącej sile wód wezbraniowych**
  - 3.2.1 *Budowle i zabiegi wytracające energię wody*
  - 3.2.2 *Rozbiórka i modernizacja infrastruktury niedostosowanej do wód wezbraniowych*

### **3.3.1. Retencjonowanie i renaturyzacja cieków stałych oraz obszarów podmokłych**

*Retencjonowanie i renaturyzacja cieków stałych oraz obszarów podmokłych* stanowi cel pierwszy programu.

W jego ramach wykonywane będą następujące zabiegi, działania i obiekty:

#### ***1.1 Renaturyzacja cieków***

##### ***1.1.1 Przywracanie naturalnego kształtu ciek***

- odtwarzanie krętości ciek (meandrowanie),
- odtwarzanie terasy zalewowej,
- odtwarzanie naturalnego układu bystrze-przełębień (kierownice, deflektory nurtu),
- zabudowa biologiczna,
- nasadzenia,
- budowa ostróg (kamiennych, płotków faszynowych, palisad, tam faszynowych i szkieletowych),
- wykorzystanie rumoszu drzewnego.

##### ***1.1.2 Przywracanie ciągłości biologicznej ciek***

- modernizacja i rozbiórka obiektów hydrotechnicznych,
- przywracanie drożności poprzecznej i podłużnej ciek,
- przebudowa przepustów na brody,
- przebudowa przepustów na obiekty łukowe o większych średnicach,
- przebudowa przepustów na mostki,
- budowa przepławek i pochylni dla organizmów wodnych.

#### ***1.2 Przywracanie funkcji obszarom mokradłowym***

- budowa zastawek,
- zatykanie odpływów i drenaży,
- zasypywanie rowów melioracyjnych,
- budowa przytamowań ziemnych na rowach odwadniających,
- budowa opóźniaczy odpływu,
- doprowadzenie wody

#### ***1.3. Retencja korytowa i zbiornikowa***

##### ***1.3.1 Przebudowa i budowa budowli spowalniających spływ wody***

- budowa zapór belkowych i szczelinowych,
- zabudowa biologiczno-techniczna skarp (narzutem kamiennym - ożywionym, kaszycami z nasadzeniami),

- budowa progów i stopni z przelewami na małą wodę, gurtów (warunkowo).

### **1.3.2. Budowa zbiorników retencyjnych**

- zbiorniki zbierające wody opadowe z okresowo płynących cieków lub ze spływów powierzchniowych,
- zbiorniki boczne,
- zbiorniki odtwarzane na starych stawach,
- zbiorniki wodne umieszczone w korycie zapewniające ciągłość ekologiczną cieku.

*Do realizacji w ramach programu **nie będą kwalifikowane** następujące działania i obiekty:*

- stabilizacja brzegu niesąsiadującego z drogami i inną infrastrukturą,
- zapory kamienne i betonowe przerywające ciągłość cieku i zaburzające naturalny transport rumowiska,
- nowe progi/kaskady progów powyżej 25cm bez urządzeń umożliwiających migracje organizmów wodnych,
- progi betonowe,
- mury, tj. zabezpieczenie brzegów okresowych i stałych cieków prowadzące do kanalizacji cieku,
- nowe zbiorniki wodne na obszarach chronionych, niekorzystne dla przedmiotu ochrony,
- nowe zbiorniki wodne, podatne na zamulanie, zamykające zlewnię erodującego cieku,
- odmulanie istniejących zbiorników wówczas, gdy zamulenie jest efektem złej lokalizacji zbiornika np. na erodującym cieku.
- nowe zbiorniki wodne o konstrukcji/wysokości zapory niezapewniającej ciągłości ekologicznej cieku (nie posiadające przelewu na małą wodę – głębokości tranzytowej dla organizmów wodnych 20-40cm, przelewów stałych typu bystrze na stronie dolnej (odpowietrznej części) zapory lub innych urządzeń służących migracji ryb i organizmów wodnych (przeplawki i pochylnie),
- opóźniacze odpływu stosowane na ciekach naturalnych.

Ogólną charakterystykę rozwiązań technicznych przy budowie zbiorników małej retencji zawarto w rozdziale 3.4 oraz Załączniku nr 1.



### **3.3.2. Ograniczanie i kontrola spływu powierzchniowego**

Cel drugiego programu to: *Ograniczanie i kontrola spływu powierzchniowego* w jego.

W jego zakresie wykonywane będą następujące działania:

#### **2.1 Zabudowa dróg i szlaków zrywkowych**

- zabudowa szlaków zrywkowych natychmiast po zakończeniu zrębów (płatki drewniane i kamienne ograniczające spływ wód i transport rumowiska),
- zabudowa starych szlaków zrywkowych, szlaków turystycznych i dróg (płatki drewniane i kamienne ograniczające spływ wód i transport rumowiska, wodospusty, opóźniacze odpływu),
- lokalne korekty przebiegu i spadku szlaków i dróg leśnych
- nasadzenia i zakrzewienia.

#### **2.2 Zabezpieczanie cieków okresowych**

- budowa przegród drewnianych i kamiennych ograniczających spływ wód i transport rumowiska (np. progi, stopnie i zapory belkowe, gurty, opóźniacze odpływu),
- zabezpieczanie brzegów stałych cieków w miejscu dopływu cieków okresowych (spływ powierzchniowy) wykonane z materiałów naturalnych (ożywione kaszyce i gabiony, palisady, nasadzenia, inne przyrodniczo-techniczne umocnienia brzegów),
- zalesianie oraz obsadzanie drzewami i krzewami brzegów i pasów terenu przyległego do cieków.

#### **2.3 Neutralizacja skutków i ograniczanie spływu powierzchniowego**

- wykorzystywanie materiałów naturalnych do budowy obiektów zabezpieczających ruchome osuwiska wywołane spływem powierzchniowym,
- zapobieganie osuwiskom oraz nadmiernemu transportowi rumowiska do stale i okresowo płynących potoków i strumieni (przegrody drewniane i kamienne, nasadzenia i zakrzewienia),
- wprowadzanie silnie ukorzeniającej się pokrywy roślinnej w obszarach stożków napływowych i stromych zboczy o spadkach powyżej 15%.

*Do realizacji w ramach programu nie będą kwalifikowane następujące działania i obiekty:*

- zabezpieczenie istotnych dróg leśnych wykonane z użyciem stali i cementu (bez wyraźnego technicznego uzasadnienia),
- zabezpieczenie brzegów okresowych cieków prowadzące do kanalizacji cieku,
- opóźniacze odpływu stosowane na ciekach naturalnych.

### **3.3.3. Wyrównywanie i spowalnianie spływu wód wezbraniowych**

W ramach celu trzeciego *Wyrównywanie i spowalnianie spływu wód wezbraniowych* wykonywane będą następujące przedsięwzięcia, działania i obiekty:

#### **3.1 Budowa zbiorników o funkcji przeciwpowodziowej**

3.1.1 Zbiorniki suche

3.1.2 Poldery zalewowe

#### **3.2 Przeciwdziałanie niszczącej sile wód wezbraniowych**

##### **3.2.1 Budowle i zabiegi wytracające energię wody**

- bystrza o zwiększonej szorstkości,
- zapory belkowe i szczelinowe,
- ostrogi (rumosz drzewny, płotki faszynowe, palisady, tamy faszynowe i szkieletowe, ostrogi kamienne).

##### **3.2.2 Rozbiórka i modernizacja budowli niedostosowanych do wód wezbraniowych**

- przebudowa przepustów na brody,
- przebudowa przepustów na obiekty łukowe o większym świetle,
- przebudowa przepustów na mostki,
- przebudowa stopni na kaskady i bystrza,
- rozbieranie zbędnych murów i budowli poprzecznych,
- techniczno-przyrodnicze zabezpieczenia skarp,
- likwidacja zbędnej zabudowy lądowej,
- lokalne skorygowanie tras dróg leśnych, gdy ich dotychczasowy przebieg nadmiernie zawęży dolinę potoku.

*Do realizacji w ramach programu **nie będą kwalifikowane** następujące działania i obiekty:*

- zbiorniki suche i poldery zalewowe o obwałowaniach betonowych i betonowo-kamiennych,
- stabilizacja brzegu i dna (odcinkowe podnoszenie dna potoków i strumieni) nie sąsiadującego z drogami i inną infrastrukturą,
- zapory kamienne i betonowe przerywające ciągłość cieku i zaburzające naturalny transport rumowiska,
- nowe progi/kaskady progów powyżej 25cm (w strefie występowania ryb),
- nowe stopnie/kaskady wysokich stopni (powyżej 1m) bez urządzeń dla migracji ryb,
- progi betonowe,
- zabezpieczenie istotnych dróg leśnych wykonane z użyciem stali i cementu (bez wyraźnego technicznego uzasadnienia),

- zabezpieczenie brzegów stałych cieków prowadzące do kanalizacji cieków.

### **3.4. Charakterystyka planowanych rozwiązań technicznych**

#### **3.4.1. Założenia realizacyjne zbiorników małej retencji**

Budowa nawet prostych zbiorników wymaga odpowiednich studiów rozpoznawczych i fachowego nadzoru merytorycznego, a następnie właściwej eksploatacji, konserwacji i napraw. Wykonanie robót ziemnych i budowlanych, a także wymiarowanie budowli upustowych musi odpowiadać określonym normom i wymaganiom technicznym, które określa m.in.: rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 16 maja 2007 r. Nr 86 poz. 579).

Zbiorniki małej retencji powinny mieć następujące parametry:

- wysokość piętrzenia wody do 1,5m
- powierzchnia do 10ha,
- przepływ zasilający do 2,0m<sup>3</sup>/s,
- dla stałych zbiorników retencyjnych głębokość powinna przekraczać w najgłębszych miejscach 1,5m (warunki umożliwiające przezimowanie ryb i płazów).

Za niedopuszczalne uważa się tworzenie zbiorników na gruntach organicznych. Niszczą one istniejące zbiorowiska roślinności i fauny bagiennej, nie mają nic wspólnego z retencją. Powstaje w ten sposób zbiornik napełniony wodą z torfowiska.

Przy budowie i kształtowaniu zbiornika zalecane jest korzystanie z gruntu miejscowego (spoistego) do sypania grobli, a w przypadku jego braku stosowanie ekranów iłowych lub z gliny, albo mat bentonitowych. Nie powinno się stosować rowów i opasek odwadniających powodujących odwodnienie terenów przyległych do zbiornika.

W celu kształtowania dogodnych warunków do rozwoju fauny (*nasłonecznienie wskazane 6 godzin dziennie*) i przeciwdziałając zamulaniu zbiorników (*opadające liście*) wskazane jest odsunięcie lub odstąpienie od dosadzenia drzew liściastych w bezpośrednim sąsiedztwie linii brzegowej.

Zbiorników nie należy zarybiać, ponieważ nie sprzyja to wykształcaniu się naturalnych zespołów fauny – w tym nie sprzyja to zasiedleniu tych zbiorników przez płazy.

Linia brzegowa zbiornika ze względów przyrodniczych powinna być możliwie urozmaicona i nieregularna z:

- zatokami,
- cyplami,
- zróżnicowanym nachyleniem skarp (1:1,5-1:10).

Zalecane jest także tworzenie płycizn i wysp, a także dużych powierzchni, które będą zalewane lub odsłaniane w miarę zmian poziomu wody. Dla płazów kluczowe mogą być duże obszary płytkiej, szybko nagrzewającej się wody.

Wśród urządzeń wodnych wchodzących w skład zbiornika retencyjnego można wyróżnić:

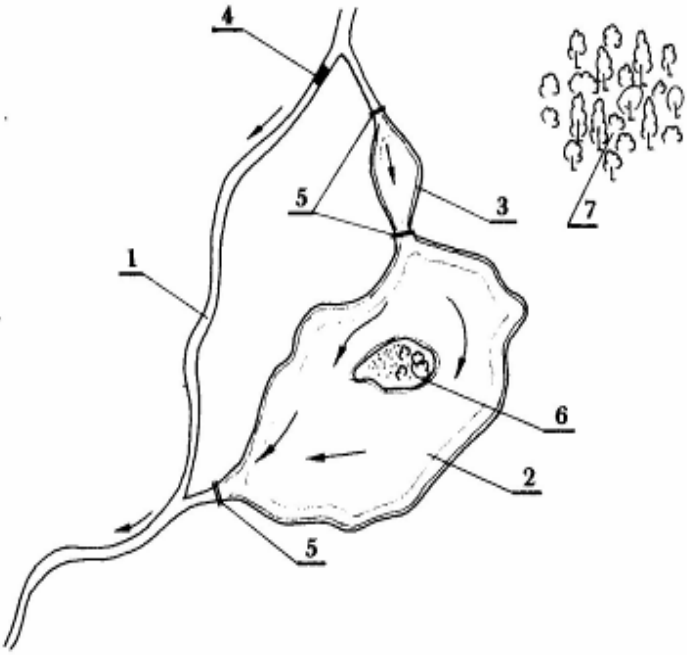
1. groblę (*zaporę ziemną*),
2. urządzenia upustowe (*mnichy, zastawki, jazy*),
3. przelewy do odprowadzania wód wielkich – stosowane w przypadku słabego rozpoznania hydrologicznego cieku,
4. przepławki dla ryb przy piętrzeniach przekraczających 1,0m,
5. umocnienie skarp – roślinne dla skarpy napowietrznej i np. narzut kamienny od strony wody,
6. biofiltry – zbiorniki wstępne, zaporowe lub kopane, stosowane do podczyszczania wód zanieczyszczonych, jeżeli takie występują; chroniące zbiornik przed zamulaniem.

Małe zbiorniki wodne wpływają korzystnie na stan środowiska naturalnego poprzez:

- tworzenie okresowej lub stałej retencji zbiornikowej,
- poprawę jakości wody (*biofiltry*),
- ochronę przed erozją wodną,
- ochronę przed powodzią i suszami (podczas niszówek zapewniają przepływ biologiczny),
- zwiększenie zasobów wód podziemnych,
- zwiększenie różnorodności biologicznej,
- wpływają na zmianę szaty roślinnej i powodują szybszy jej wzrost w zasięgu oddziaływania zbiornika,
- zmieniają mikroklimat najbliższego otoczenia,
- zaspokojenie potrzeb wodnych (*rolnictwa, leśnictwa, ludności*),
- urozmaicenie walorów krajobrazowych oraz sprzyjanie rekreacji.

Tworzenie zbiorników wodnych obarczone jest jednak zawsze ryzykiem związanym z:

- zalaniem terenów cennych pod względem przyrodniczym (konieczne jest przeprowadzenie rzetelnej inwentaryzacji przyrodniczej),
- przerwaniem ciągłości ekologicznej cieką przez budowlę piętrzącą (przeciwdziałać temu zjawisku można poprzez budowlę **zbiorników bocznych** umiejscowionych poza cieką),
- przerwaniem ciągłości transportu rumowiska i jego sedymentację wraz z zanieczyszczeniami powyżej zapory,
- wystąpieniem eutrofizacji.

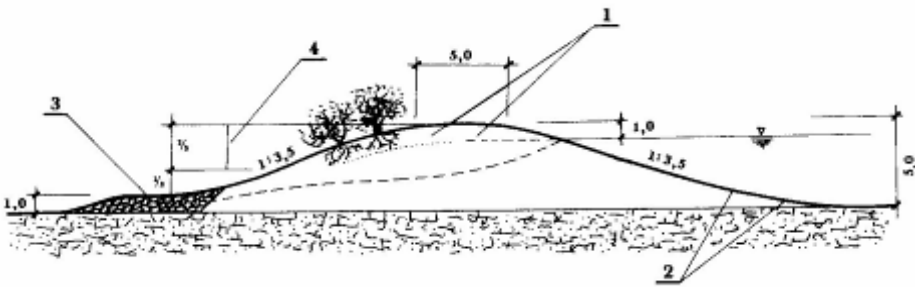
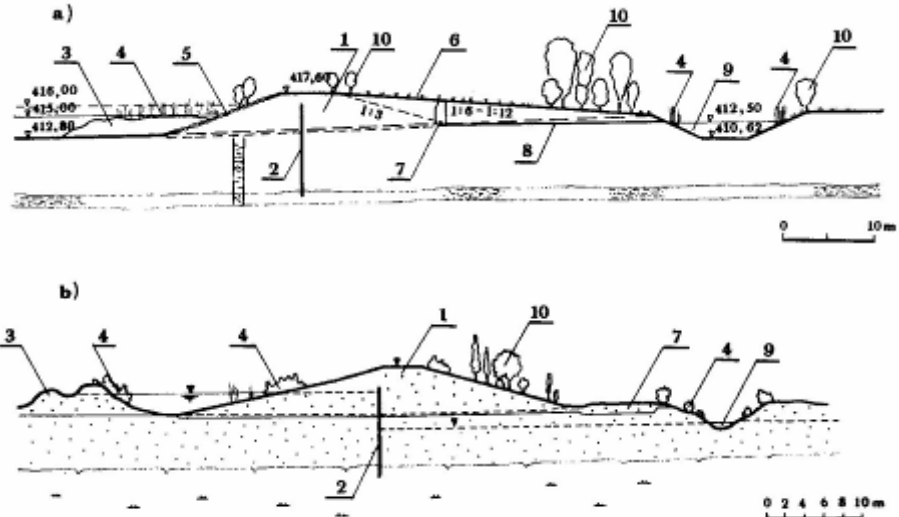
Nazwa obiektu	Zbiornik boczny zasilany wodą z potoku
Cel	1.3.2
<b>Opis zalecanych rozwiązań</b>	
	<p>Zbiornik boczny, zasilany wodą z potoku (Zbikowski i Zelazo, 1993):</p> <p>1- rzeka                  2 - zbiornik główny                  3 - zbiornik wstępny                  4 - stopień lub budowla piętrząca na rzece                  5 - zastawka                  6 - wyspa                  7 - grupa drzew</p>

<b>Nazwa obiektu</b>	<b>Zbiornik zasilany wodą gruntową/opadową</b>
<b>Cel</b>	<b>1.3.2</b>
<b>Opis zalecanych rozwiązań</b>	
	<p>Ukształtowanie brzegów zbiornika (Żbikowski i Żelazo 1993):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - brzeg o łagodnym nachyleniu</li> <li>2 - zatoka</li> <li>3 - cyple</li> <li>4 - urwisty brzeg</li> <li>5 - trzcina</li> <li>6 - grupa drzew</li> <li>7 - wodopój</li> <li>8 - ogrodzenia</li> <li>9 - wyspa</li> </ul>

<b>Nazwa obiektu</b>	<b>Zbiornik retencyjny dla ochrony płazów i gadów</b>
<b>Cel</b>	<b>1.3.2</b>
<b>Opis zalecanych rozwiązań</b>	
<p>Zbiornik o głębokości 0,5-1,5m, powierzchnia 1,5-15 arów.          Brzegi zbiornika zostały wyłożone z jednej strony kamieniami, a z drugiej obsadzone żywokołami.</p>	
<p>Rys. Nadleśnictwo Stuposiany (RDLP Krosno)</p>	
<b>Uwagi</b>	
<p>Zasilanie małymi ciekami lub spływem powierzchniowym. Patrz także rozdział: <i>Jak to robią najlepsi.</i></p>	
<b>Efekty w środowisku</b>	
<p>Polepszenie warunków rozrodu i bytowania zagrożonych wyginieciem gatunków płazów i gadów.</p>	

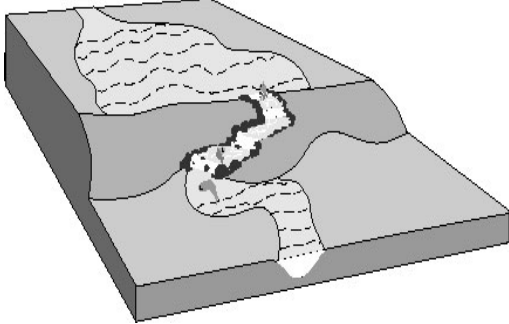
### Groble (zapory ziemne) dla zbiorników

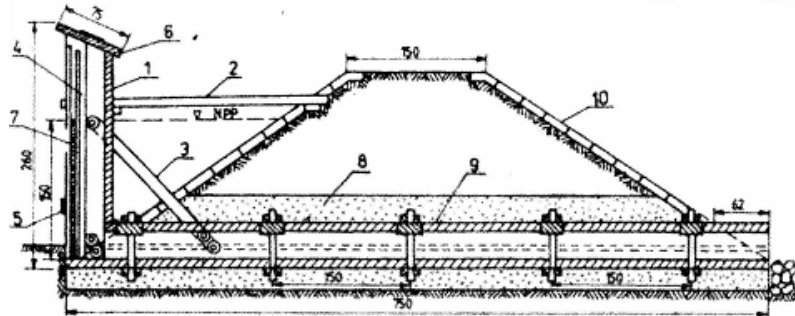
Ze względów krajobrazowo - przyrodniczych zaleca się stosowanie zapór ziemnych. W zależności od dostępnego materiału gruntowego (*najlepiej miejscowego*) i podłoża, groble muszą być bezwzględnie budowane warstwowo i zagęszczone zgodnie ze wskazaniami normy *PN-B-06050 Roboty ziemne budowlane*. W przypadku, gdy istnieje zagrożenie przeciekania grobli, najlepiej stosować maty bentonitowe od strony nawodnej zbiornika. W każdym przypadku groble powinny być zabezpieczone powlekaną tworzywem siatką stalową (*co najmniej 0,5m poniżej poziomu podstawy grobli, aż do korony*) dla ochrony przed zwierzętami kopiącymi nory.

Nazwa obiektu	Wały o łagodnym nachyleniu skarp
Cel	1.3.2, 3.1.1, 3.1.2
<b>Opis zalecanych rozwiązań</b>	
	<p>Korpus wału dostosowanego do wymagań ekologicznych (Żbikowski i Żelazo 1993):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 - strefa ożywiona</li> <li>2 - złagodzenie nachylenia skarp</li> <li>3 - droga eksploatacyjna i drenaż</li> <li>4 - strefa obsadzona krzewami</li> </ol>
	<p>Niskie zapory ziemne (Żbikowski 1993):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 - korpus</li> <li>2 - ścianka szczelinowa</li> <li>3 - nasyp z gruntu niekontrolowanego (biotop mokry i ochrona przed falowaniem)</li> <li>4 - trzcina i krzewy</li> <li>5 - umocnienie kamienne</li> <li>6 - obsiew lub darnina</li> <li>7 - drenaż i droga</li> <li>8 - odprowadzenie wód drenażowych</li> <li>9 - kanał przydrenażowy</li> <li>10 - drzewa</li> </ol>

### Urządzenia upustowe zbiorników

Ze względów eksploatacyjnych i środowiskowych zalecane jest stosowanie przelewów górnych i przelewów na małą wodę (zapewnienie przepływu biologicznego) we wszystkich budowach piętrzących (patrz także: *Bystrza o zwiększonej szorstkości i Zastawki*).

<b>Nazwa obiektu</b>	<b>Przelew górny</b>
<b>Cel</b>	<b>1.3.2, 3.1.1, 3.1.2</b>
<b>Opis zalecanych rozwiązań</b>	
	
<b>Uwagi</b>	
Rodzaje przelewów patrz także: <i>Bystrza o zwiększonej szorstkości, regularne i kaskadowe.</i>	
<b>Efekty w środowisku</b>	
Przelew górny (pełniący również funkcję przepławki kaskadowej dla ryb i innych organizmów wodnych) zapewnia pełną drożność podłużną cieką, zapewniając przepływ biologiczny w okresach niżówek.	

<b>Nazwa obiektu</b>	<b>Mnich drewniany</b>
<b>Cel</b>	<b>1.3.2, 3.1.1, 3.1.2</b>
<b>Opis zalecanych rozwiązań</b>	
Zalecany zamiast mniczków betonowych. W przypadku zatkania łatwy do rozebrania.	
	
<p>Mnich drewniany, piętrzenie 1,5m, światło 30x60cm (Mioduszewski 2003):  1 - obudowa stojaka, listwy poprzeczne 6x15 cm, 2 - kładka z desek 8x16-8x20cm, 3 - zastrzał 15x18cm, 4 - listwy 4x4cm, 5 - rozporcy 6x15cm, 6 - daszek na stojak z desek gr. 5-8cm, 7 - wycięcie w listwach do wyjmowania szandorów, 8 - warstwa gliny grubości 30-60cm, 9 - pokrywa leżaka, listwa 6x8cm, 10 - umocnienie skarpy.</p>	
<b>Efekty w środowisku</b>	
Urządzenie tworzy barierę dla przemieszczania się organizmów wodnych – nie należy go stosować na ciekach naturalnych.	



<b>Nazwa obiektu</b>	<b>Upust</b>
<b>Cel</b>	<b>1.3.2, 3.1.1, 3.1.2</b>
<b>Opis zalecanych rozwiązań</b>	
<p>Upust dolny z rur metalowych lub tworzywa sztucznego ze stojakiem w korpusie zapory zbiornika retencyjnego.</p>  <p>(US Soil Conservation Service)</p>	
<b>Efekty w środowisku</b>	
Urządzenie tworzy barierę dla przemieszczania się organizmów wodnych – nie należy go stosować na ciekach naturalnych.	

### 3.4.2. Obiekty i działania preferowane i dopuszczane warunkowo do realizacji w ramach programu

W tabelach 29 i 30 przedstawiono rodzaje planowanych rozwiązań technicznych realizowanych w ramach programu *Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie.*

**Tabela 29. Preferowane działania/obiekty**

<b>Obiekt/działania</b>	<b>Sposób wykonania</b>	<b>Cel budowy</b>
Bród	- brody wykonane z materiałów naturalnych (drewno i kamień) np. o konstrukcjach kaszycowych	1.1.2, 3.2.2
Ostrogi	- kamienne, drewniane, płotki faszynowe, palisady, tamy faszynowe i szkieletowe, rumosz drzewny	1.1.1, 3.2.1
Odtwarzanie krętości cieków	- zwiększanie krętości koryta cieków (ostrogi, kierownice, deflektory nurtu) i odtwarzanie starorzeczy (likwidacja grobli i wałów, budowa	1.1.1

	zatok zastoiskowych, przeniesienie istotnych dróg leśnych poza koryto/dolinę potoku)	
Odtwarzanie terasy zalewowej	- wytworzenie terasy zalewowej na jednym z brzegów, - likwidacja zbędnej technicznej zabudowy liniowej np. murów oporowych, grobli i wałów	1.1.1, 1.3, 3.1
Odtwarzanie naturalnego układu bystrze przegłębienie	- ostrogi, kierownice, deflektory nurtu, narzut kamienny	1.1.1
Zabudowa biologiczna	- nasadzenia (zadrzewienia i zakrzewienia), z rodzimych gatunków roślin, dostosowanych do siedliska i wysokości n.p.m.	1.1.1
Modernizacja i rozbiórka obiektów hydrotechnicznych	- obniżyć „rozcinać”, przebudowywać lub usuwać istniejące budowle (progi, stopnie, zapory), zabezpieczając różnicę spadku cieku narzutem z głazów lub rampą, kaskadami i bystrzami o zwiększonej szorstkości - dobudowywanie przepławek dla ryb i pochylni dla organizmów wodnych - likwidacja zbędnej technicznej zabudowy liniowej (np. murów oporowych)	1.1.2, 3.2.2
Przywracanie ciągłości ciekom	- przebudowa przepustów na brody - przebudowa przepustów o małych średnicach na większe, łukowe - przebudowa przepustów na mostki - rozbiórka murów oporowych, patrz także <i>Stabilizacja skarp</i>	1.1.2, 3.2.2
Przepławki dla ryb i pochylnie dla organizmów wodnych	- konstrukcje bliskie naturze (obejściowe, pochylnie), z wykorzystaniem materiałów naturalnych	1.1.2
Renaturyzacja obszarów mokradłowych	- zatykanie odpływów drenaży - budowa rowów nawadniających przywracających naturalne warunki hydrologiczne obszarom podmokłym - zasypywanie rowów melioracyjnych na odcinku 5-15m lub na całej długości - budowa progów oraz kaskad drewnianych i drewniano-kamiennych do wysokości 1m, stosowanych na rowach melioracyjnych /odwadniających	1.2
Zabudowa biologiczno-techniczna skarp/brzegów	- ożywiony narzut kamienny (klinowany i nieklinowany) - głazy i kamienie imitujące wychodnie kamienne w potokach - kaszyce	1.3.1
Stabilizacja skarpy	Patrz: <i>Zabudowa biologiczna i biologiczno-techniczna, Faszyna, Kaszyce</i>	1.3.1, 2.2, 2.3
Zbiorniki małej retencji	- budowa zbiorników odpływowych lub bezodpływowych zbierających wody opadowe	1.3.2

	<p>z okresowo płynących cieków lub ze spływów powierzchniowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- budowa zbiorników bocznych o stałych przelewach zapewniających ciągłość ekologiczną cieku</li> <li>- odtwarzanie zbiorników na starych stawach, przy zapewnieniu ciągłości ekologicznej cieku (stały łagodny przelew w formie bystrza regularnego, kaskadowego, plastra miodu)</li> <li>- budowa zbiorników wodnych umieszczonych w korycie zapewniających ciągłość ekologiczną cieku (jw.), wykonanych z materiałów naturalnych (drewno, kamień)</li> </ul>	
Przebudowa szlaków zrywkowych	- przebudowa szlaków zrywkowych na warstwicowe	2.1
Zabudowa szlaków zrywkowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>- budowa płotków drewnianych i kamiennych</li> <li>- budowa wodospustów</li> <li>- nasadzenia i zakrzewienia</li> </ul>	2.1
Zabudowa cieków okresowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>- budowa przegród drewnianych i kamiennych</li> <li>- zabezpieczanie brzegów stałych cieków w miejscu dopływu cieków okresowych – wykonane z materiałów naturalnych (ożywione kaszyce i narzut kamienny, palisady, i inne przyrodniczo-techniczne umocnienia brzegów)</li> <li>- nasadzenia i zakrzewienia</li> </ul>	2.2, 2.3
Zbiorniki suche, poldery zalewowe	- budowa obiektów tak skonstruowanych i umieszczonych w korycie lub obok niego, aby zapewniały ciągłość ekologiczną cieku	3.1.1, 3.1.2
Bystrza o zwiększonej szorstkości (regularne, kaskadowe, typu plaster miodu)	- budowa bystrzy z materiałów naturalnych (drewno, kamień) bez stosowania zaprawy cementowej	3.2.1
Likwidacja zbędnej zabudowy lądowej	- likwidacja murów oporowych, grobli, wałów, korekta trasy dróg leśnych w celu odtworzenia krętości cieku, wytworzenia terasy zalewowej i zmniejszenia szkód powodowanych przez cykliczne powodzie	3.2.2
Korekty tras dróg leśnych	- korekta tras, gdy ich dotychczasowy przebieg nadmiernie zawęża dolinę potoku, a powtarzające powodzie prowadzą do powstawania nowych szkód	3.2.2
Opóźniacze odpływu	- budowa opóźniaczy na rowach przydrożnych i ciekach okresowych zamiast przepustów, stosowane w celu spowolnienia i oczyszczenia wód opadowych	1.2, 2.1, 2.2

Tabela 30. Budowle dopuszczane pod pewnymi warunkami<sup>1</sup>

Obiekt /(Cel)	Sposób wykonania/zastosowanie	Uwagi
Stopień/próg/kaskada	<p>- kaskada/pojedyncze progi do 25cm wysokości bez przelewu na małą wodę z niecką o głębokości min. 25cm</p> <p>- kaskada/pojedyncze progi do 40cm z przelewem na małą wodę wys. max. 25cm (z wypadem o głębokości powyżej 25cm)</p> <p><u>wyższe piętrzenia:</u></p> <p>- jeśli zostaną wyposażone w urządzenia dla migracji organizmów wodnych (przeplawki i pochylnie)</p> <p>- jeśli znajdują się w strefie źródłowej cieku, powyżej granicy występowania ryb</p> <p>- jeżeli nie można zaniechać ich budowy lub remontu ze względu na uzasadniony interes społeczny lub ochronę środowiska</p> <p>- nowe progi od 25 do 40cm z niecką o gł. min. 25cm (dotyczy wyjątkowych sytuacji, gdy na cieku o dużym spadku, próg o wysokości powyżej 1m można zastąpić kaskadą niższych progów)</p>	<p>Dopuszczane wyjątkowo, po pozytywnej ocenie ekspertów.</p> <p>Na ciekach uregulowanych dopuszczane najwyżej serie 3 niskich progów.</p> <p>Patrz: <i>Bystrza o zwiększonej szorstkości</i> (tab. 29)</p>
Zastawka (Cel 1.2)	<p>- drewniana (z desek i bali), do zastosowania na rowach odwadniających (często na torfach)</p>	<p>Patrz lepsze rozwiązania: <i>Renaturyzacja obszarów mokradłowych:</i> (przetamowania ziemne i zasypywanie rowów oraz progi drewniane i drewniano - kamienne tab. 29)</p>
Zapora belkowa lub szczelinowa (Cel 3.2.1)	<p>- zapora o konstrukcji belkowej, szczelinowej lub z zastawkami ażurowymi na całej wysokości budowli, pozwalającymi na przenoszenie rumowiska o średnicy 80-150mm, wykonane z materiałów naturalnych</p>	<p>Tylko w wypadku zagrożenia infrastruktury i udowodnionego trwałego dostarczania nadmiernych ilości rumowiska.</p>
Przepust o zwiększonym świetle	<p>- o świetle powyżej 1m o kształtach dostosowanych do warunków lokalnych np.: paraboliczne, łukowe, zespolone, ze</p>	<p>Patrz: <i>Bród, Opóźniacze odpływu</i> (tab. 29)</p>

<sup>1</sup> Dodupczenie danych obiektów z tabeli do realizacji zależne jest od specyfiki sytuacji w danej lokalizacji i oceny przyrodniczej i hydrotechnicznej zasadności przyjęcia danego rozwiązania.

	ścieżką/mi dla małych zwierząt; możliwość wykonania z blachy falistej i tworzyw sztucznych, gabionów oraz materiałów naturalnych	
Umocnienie brzegu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zabezpieczenie brzegów stałych cieków w miejscu dopływu cieków okresowych</li> <li>- odcinkowa stabilizacja brzegu rzeki uzasadniona koniecznością ochrony infrastruktury</li> <li>- wykonane z materiałów naturalnych (np. faszyna, narzut kamienny, kaszyce) bez stosowania zaprawy cementowej</li> </ul>	<p>Zabudowa brzegów dopuszczalna tylko, jeżeli została dobrze umotywowana.</p> <p><i>Patrz: Zabudowa biologiczna i biologiczno-techniczna skarp, Przywracanie ciągłości ciekom, Likwidacja zabudowy łądowej, Zabudowa cieków okresowych, Kaszyce, Faszyna (tab. 29)</i></p>
Kaszyce (Cel 1.3.1, 2.3)	- konstrukcje o drewnianym szkielecie wypełnione gruntem rodzimym oraz kamieniami (konieczność ochrony infrastruktury, zabezpieczenie czynnych osuwisk itp.)	Brak możliwości zastosowania: <i>Zabudowy biologicznej i biol.-technicznej lub Korekty tras dróg leśnych (tab. 29)</i>
Zbiorniki małej retencji	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odmulanie istniejących zbiorników tylko wówczas, gdy zamulenie nie jest efektem złej lokalizacji zbiornika (np. nie jest wybudowany na silnie erodującym cieku)</li> <li>- na obszarach chronionych za zgodą organu odpowiedzialnego za nadzór (musi zostać zachowana zgodność z planem zagospodarowania przestrz. lub planem ochrony obszaru)</li> </ul>	<i>Patrz: Zbiorniki małej retencji (tab. 29)</i>
Gabiony	- wiele zastosowań, w projekcie tylko do zabezpieczenia konstrukcji budowlanych i infrastruktury, możliwość „ożywienia” za pomocą nasadzeń z roślinności	<i>Patrz: Kaszyce i Umocnienie brzegu (tab. 30)</i>
Faszyna	- zabudowa biologiczna brzegów, skarp i stoków, naturalny element regulacji cieków (płotki, tamy, walce i kiszki faszynowe itp.)	<p>Tylko z rodzimych gatunków roślin, dostosowanych do siedliska i wysokości n.p.m.</p> <p><i>Patrz: Umocnienie brzegu (tab. 30)</i></p>
Narzut kamienny	- narzut kamienny (opaski brzegowe)	Odcinkowo na

	układany od dna, nieklinowany i zadarniony o małym nachyleniu skarpy od 1:2,5 do 1:4	brzegach wklęsłych, podyktowane ochroną infrastruktury.  Patrz: Zabudowa <i>biologiczna i biologiczno-techniczna skarp</i> (tab. 29) oraz <i>Umocnienie brzegu, Kaszyce, Gabiony, Faszyna</i> (tab. 30)
--	--	---

## LITERATURA

- Ambrożewski Z.** 1993: Zbiorniki wodne a środowisko. *Aura* 2: 20–21.
- Arkuszewski A.** 1999. Dylemat – jak postępować, aby ograniczyć straty powodziowe. *Gospodarka Wodna* nr 5, s.168-170.
- Babiński Z.**, 1992. Współczesne procesy korytowe dolnej Wisły. *Pr. Geogr.* 157.
- Bac S., Ostrowski S.** 1969. Podstawy leśnych melioracji wodnych. PWRiL, Warszawa.
- Bartnik W.** 1992. Hydraulika potoków i rzek górskich z dnem ruchomym, początek ruchu rumowiska wlezonego. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, ser. Inżynieria Środowiska, Rozprawa habilitacyjna, 171.
- Bartnik W.** 1997. Warunki kształtujące charakter ruchu materiału dennego w rzekach i potokach górskich. Praca zbiorowa pod red. Jerzego Ratomskiego pt.: *Procesy związane z ruchem w ciekach karpaccich*, Warszawa.
- Bartnik W., Florek J.** 2000. Ocena warunków równowagi hydrodynamicznej potoku górskiego na podstawie analizy hydraulicznych parametrów przepływu. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* nr 20, s. 163-176,
- Bartnik W., Kopka W., Krok J.** 1995. Równowaga hydrodynamiczna koryta potoku powyżej zapory rumowiskowej dozującej rumowisko wlezone. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* Nr 45 , str. 187-196.
- Bielecki H.** 1978. Dynamika procesów akumulacji i erozji zachodzących w korycie potoku górskiego pod wpływem ażurowych stopni przeciwrumowiskowych. *Gospodarka Wodna* Nr 10, s. 304-308.
- Bojarski A., Jeleński S., Jelonek, Litewka T., Wyżga B., Zalewski Z.** 2005. Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich.
- Borecki T., Pierzgański E., Żelazo J.** 2004. Woda jako strategiczny czynnik rozwoju obszarów nieurbanizowanych. *Gospodarka Wodna* nr 6, s. 221-227.
- Cebulska M., Osuch B.** 1998. Determination of interception capacity for haircup. *Proc. Int. Conf. "Forest and water"*, Kraków, p. 242-248.
- Ciepielowski A., Kucharska K., Pierzgański E., Tyszką J.** 1998. Flood runoff and erosion processes in catchments of two Sudetian streams. *Proc. Int. Conf. „Forest and Water”*, Kraków, s. 124-134
- Cobeli D.** 2005. Ramowa Dyrektywa Wodna: Możliwości dla gospodarki powodziowej. „Nietechniczne metody ochrony przed powodzią” SGGW Warszawa.
- Cyberska, B.** 1984. Wody przybrzeżne Bałtyku [Coastal waters of the Baltic Sea]. In: Augustowski B. (Ed.) *Pobrzeże Pomorskie [Pomeranian Sea-coast]*, 257-277, Wyd. PAN, Ossolineum, Wrocław.
- Dobrowolski K., Lewandowski K. (Red.)** 1998. *Ochrona środowisk wodnych i błotnych w Polsce*. Pr. Zbior. Dziekanów Leśny, Oficyna Wydawn. Instytutu Ekologii PAN: 183ss.
- Dynowska I.** 1991. Bilans wodny. W: *Dorzecze górnej Wisły, część I* pod red. I. Dynowska, M. Maciejewski. PWN, Warszawa-Kraków.
- Dynowska I., Maciejewski M.** 1991. *Dorzecze górnej Wisły, część II*. PWN, Warszawa-Kraków.
- Fabianowski J., Jaworski A.** 1995. *Gospodarstwo leśne*. W: *Karpaty Polskie. Przyroda, człowiek i jego działalność*. red. J. Warszńska, Wyd. UJ, Kraków: 253-263.
- Fabianowski J., Rutkowski B.** 1974. Analiza stanu zagospodarowania lasów karpaccich na tle środowiska geograficznego. *Acta Agr. et Silv., Silv.*, v. 14.
- Froehlich W.** 1997. Transport rumowiska i erozja koryt potoków beskidzkich podczas powodzi w lipcu 1997 roku. *Konferencja Powódź w dorzeczu górnej Wisły* PAN, Kraków.

- Glazik R.**, 1978, Wpływ zbiornika wodnego na Wiśle we Włocławku na zmiany stosunków wodnych w dolinie, Dokumentacja Geograficzna IGiPZ PAN.
- Główny Urząd Statystyczny** 2006. Ochrona środowiska. Warszawa.
- Grocholski W.** 1969. Przewodnik geologiczny po Sudetach. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.** 1999. Ochrona gruntów przed erozją. IUNiG, Puławy.
- Klus T.** 1964. Obudowa potoków górskich. Sylwan 3: 240-249.
- Kłonowska-Olejniki M., Radecki-Pawlik A.** 2000. Zróżnicowanie mikrosiedliskowe makrobezkręgowców dennych w obrębie łach korytowych potoku górskiego o dnie żwirowym XVIII Zjazd Hydrobiologów Polskich, 4-8.09.2000, Białystok, 119-120.
- Kopka W.** 1998. Badania modelowe zapór funkcjonalnych do regulacji transportu rumowiska wlezonego. Rozprawa doktorska, Katedra Inżynierii Wodnej AR w Krakowie, maszynopis.
- Kowalewski Z., Mioduszewski W., Bury Cz.** 2002. Stan realizacji programów małej retencji. Gospodarka Wodna z. 12 s. 506-509.
- Krok J., Bartnik W., Kopka W.** 1996. Numerical modelling of the mountain stream channel deformation due to bed load movements, Prace Naukowe Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Pol. Wrocławskiej, z.71/78, str.174-185.
- Lenart W.** 1983. Transport pary wodnej nad terytorium Polski. Przegląd geograficzny nr 28.
- Lenart E., Pierzgański E., Niemtur S.** 2003. National report on forest watershed management in mountain regions in Poland. Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape SAEFL, Berne Environmental Documentation No. 165, s.155-165.
- Łajczak A.** 1995 — Studium nad zamulaniem zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły. Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN, 8. Oficyna Wyd. Politech. Warszawska.
- Mikulski Z.** 1998. Gospodarka wodna. PWN.
- Myczkowski S.** 1957. Ekologiczne podstawy przebudowy lasów karpaccich. Ekol. Polska, Ser.B, 3,2 str. 111-130.
- Niemtur S.** 2007. Lasy karpaccie: stan aktualny i próba prognozy. Probl. Zagosp. Ziemi Górsk., KZZG PAN, 54: str. 31-44.
- Osuch B.** 1998. An averaged depth of the water layer intercepted by plant surface as the three stand interception reservoir volume coordinate. Proc. Int. Conf. „Forest and Water”, Kraków, s. 301-311.
- Pierzgański i inni** 1998-2007. Stałe obserwacje procesów hydrologicznych i erozyjnych w rejonie Sudetów. Roczne dokumentacje IBL, Warszawa, s. 74.
- Pierzgański E.** 2003. Woda i siedliska leśne. „Poznaj Las” Nr 3, maj-czerwiec 2003.
- Pierzgański E., Popek Z.** 2002. Hydrauliczne aspekty projektowania szlaków zrywkowych w obszarach górskich. Czasopismo Techniczne-Inżynieria Środowiska, z. 5- Ś/2002, s. 55-62.
- Pierzgański E., Janek M., Kucharska K., Tyszka J., Wróbel M.** 2007. Badania hydrologiczne w leśnych zlewniach sudeckich. Wyd. IBL, str. 84.
- Prochal P.**, 1965. Zwalczanie erozji liniowej w terenach górskich i podgórskich. Wiad. IMUZ, t.V.
- Prochal P.** 1987. Melioracje przeciwoerozyjne. Wyd. Akademii Rolniczej w Krakowie.
- Radecki-Pawlik A.** 2002. Wybrane zagadnienia kształtowania się form korytowych potoku górskiego i form dennych rzeki nizinnej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, seria Rozprawy, nr. 281, s. 142, poz. bibl. 149.
- Radecki-Pawlik A.** 2003. Wzrost splywu powierzchniowego z terenu zlewni jako jedna z przyczyn powstawania wezbrań i powodzi. Gospodarka Wodna, 4, s, 154-159.
- Radecki-Pawlik A.** 2005. Pobór żwiru z koryt rzecznych. Wisła Fax, 41, s. 8-11.



- Radecki-Pawlik A., Kapusta A.** 2006. Mała retencja wodna i jej znaczenie. *Aura*, 3, s. 32-33.
- Radecki-Pawlik A., Litwin U., Kłonowska-Olejniki M.** 2005. Wykorzystanie systemu GIS przy analizie stanu istniejącego strefy buforowej potoku górskiego. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 417 (21), ser. Geodezja, s. 347-358.
- Radecki-Pawlik A., Wójcik A.** 1987. Remont budowli regulacyjnych na rzece Brennicy w km. od 7+964 do 8+215 - projekt techniczny, CBSiPBW Hydroprojekt O/Kraków.
- Ratomski J.** 2001. Wpływ regulacji potoków na rozwój obszarów wiejskich i środowisko naturalne. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, z. 21, 335-341
- Siedliskowe podstawy hodowli lasu** 2004. Załącznik do „Zasad hodowli lasu”. Zespół Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego. OR-W LP w Bedoniu.
- Ślizowski R.** 1993. Bystrza o zwiększonej szorstkości jako element zabudowy potoków górskich. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, z. 181, rozprawa habilitacyjna.
- Ślizowski R., Radecki-Pawlik A.** 2002. Przykłady ekologicznej zabudowy potoków górskich ze szczególnym uwzględnieniem gminy Brenna. *Zesz. Post. Nauk Rol. PAN*, 3 (36), s. 163-173, poz. bibl. 7.
- Ślizowski R., Radecki-Pawlik A., N’Famara Sambou** 1997. Badania porównawcze bystrzy z kamienia naturalnego - elementu ekologicznej zabudowy potoków górskich - z bystrzami betonowymi typu Peterki, *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, z. 17, 321, s. 33-41.
- Twaróg J.** 1984. Wodochronne i glebochronne znaczenie lasów górskich. *Sylwan*, 12, s. 17-25.
- Walczak W.** 1968. *Sudety*. PWN, Warszawa.
- Wierzbicki J.** 2003. *Przyrodnicze, gospodarcze i hydrotechniczne przesłanki regulacji rzek*. Warszawa. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.
- Wiśniewski S.** 1998. Skutki lipcowej powodzi 1997 w lasach. *Materiały Międzynarodowej Konferencji Las i Woda*, Kraków, s. 450-456.
- Wiśniewski S.** 2006. Przykłady opracowanych programów i zrealizowanych projektów małej retencji. IBL, maszynopis 10 str.
- Woyciechowska J., Dojlido J.**, 1982. Zmiany jakości wód powierzchniowych pod wpływem zabudowy hydrotechnicznej. *Gosp. Wodn.* 5: 47-51.
- Wyźga B., Kaczka R. J., Zawiejska J.** 2003. Gruby rumosz drzewny w ciekach górskich – formy występowania, warunki depozycji i znaczenie środowiskowe. *Folia Geogr., Ser. Geogr.-Phys.*, 33-34, s. 117-138.
- Ziemiński S.** 1978: *Ochrona gleb przed erozją*. PWRiL, Warszawa.