



**POMOC TECHNICZNA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**KZGW**  
Krajowy Zarząd  
Gospodarki Wodnej

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



# Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych

## Instrumenty zarządzania ryzykiem powodziowym

Załącznik nr 5

Nietechniczne metody zarządzania ryzykiem  
powodziowym – wytyczne



*Projekt:*

***Wsparcie przygotowania krajowych dokumentów planistycznych w zakresie polityki ochrony środowiska zapewniających skuteczną realizację polityki spójności – Etap II***

## Spis treści

1. Wytyczne do identyfikacji obszarów priorytetowych o największym potencjale retencyjnym w zlewniach.....	9
1.1 Wprowadzenie .....	9
1.2 Założenia metodyczne.....	9
1.3 Delimitacja obszarów o największym potencjale retencyjnym w zlewni .....	12
1.3.1 Uwarunkowania morfologiczne.....	12
1.3.2 Uwarunkowania geologiczne.....	15
1.3.3 Uwarunkowania hydrologiczne.....	17
1.3.4 Uwarunkowania glebowo-siedliskowe .....	18
1.3.5 Zagospodarowanie terenu.....	22
1.3.6 Ocena potencjału retencyjnego – delimitacja.....	23
1.4 Podsumowanie .....	28
1.5 Literatura.....	29
2. Wytyczne do identyfikacji priorytetowych obszarów o największym potencjale retencyjnym przeznaczonych do renaturalizacji w dolinach rzecznych, ze szczególnym uwzględnieniem mokradeł.....	31
2.1 Wprowadzenie .....	31
2.2 Założenia ogólne .....	32
2.3 Przesłanki do renaturalizacji obszarów o największym potencjale retencyjnym w dolinach rzecznych .....	35
2.4 Metody wyznaczania obszarów o największym potencjale retencyjnym przeznaczonych do renaturalizacji .....	38
2.5 Charakterystyka obszarów o największym potencjale retencyjnym przeznaczonych do renaturalizacji w dolinach rzek .....	40
2.6 Literatura.....	42
3. Ochrona/zwiększanie retencji na obszarach rolniczych.....	44
3.1 Wprowadzenie .....	44
3.2 Mała retencja, definicje, metody .....	45
3.3 Kształtowanie krajobrazu rolniczego, retencja dolinna.....	48
3.4 Agrotechnika, uprawa roli .....	54
3.5 Zabiegi przeciwozyjne .....	56
3.6 Gospodarowanie rolniczymi zasobami wodnymi.....	59
3.7 Mała retencja na obszarach zabudowanych .....	63
3.8 Podsumowanie .....	64
3.9 Literatura.....	67
4. Ochrona/zwiększanie retencji na obszarach leśnych .....	70

4.1	Wprowadzenie .....	70
4.2	Mała retencja na obszarach leśnych .....	76
4.3	Kształtowanie krajobrazu leśnego .....	78
4.4	Ochrona zbiorowisk leśnych w Polsce .....	79
4.5	Wpływ lasu na kształtowanie obiegu wody w zlewni.....	80
4.6	Metody zwiększania retencji na obszarach leśnych.....	81
4.7	Podsumowanie .....	83
4.8	Literatura.....	83

## Wykaz skrótów stosowanych w dokumencie

Skrót	Rozwinięcie
n.p.m.	nad poziomem morza
p.p.t.	pod powierzchnią terenu
JCWP	Jednolita część wód powierzchniowych

## Spis rycin

Rycina 1.	Zlewnia - podstawowe pole oceny potencjału retencyjnego.....	13
Rycina 2.	Przykładowa mapa spadków zlewni potoku Krasawa (Program Zwiększenia Retencyjności Ziemi Dzierżoniowskiej na lata 2014-2020) .....	14
Rycina 3.	Numeryczny model terenu wraz ze zróżnicowaniem gleb ( <a href="http://www.lkpsudety.eu">http://www.lkpsudety.eu</a> ) .....	20
Rycina 4.	Rozmieszczenie i zróżnicowanie mokradeł na tle rzeźby powierzchni terenu i warunków wodnych (Żurek, Tomaszewicz 1996).....	34
Rycina 5.	Ujście Stobrawy do Odry, odcięte od koryta starorzecze o dużym potencjale retencyjnym i możliwości renaturalizacji poprzez odsunięcie wałów przeciwpowodziowych ( <a href="http://amzpbig.com/maps/5171_Stoberau_1937.jpg">http://amzpbig.com/maps/5171_Stoberau_1937.jpg</a> ). ....	37
Rycina 6.	Dolina Odry na wysokości Mikolina, odcięte od koryta paleomeandry o dużym potencjale retencyjnym, struktura zdegradowana do renaturalizacji ( <a href="http://amzpbig.com/maps/5272_Schurgast_1936.jpg">http://amzpbig.com/maps/5272_Schurgast_1936.jpg</a> ) .....	38
Rycina 7.	Prognozy oddziaływania globalnych zmian klimatu wykazują, że na terenie Polski nastąpi wzrost opadów zimowych przy malejących opadach letnich, zwiększy się częstotliwość i rozmiar zjawisk ekstremalnych, źródło: <i>Time to Adapt...2005</i> .....	44
Rycina 8.	Schematyczny hydrogram przepływu dla zlewni rolniczej(a) i leśnej(b). Stany wody i natężenia przepływu wywołane opadem atmosferycznym w zlewni rolniczej są znacznie wyższe .....	48
Rycina 9.	Schemat oddziaływania zadrzewień pasmowych na położenie zwierciadła wód podziemnych. 1 – zwierciadło wody pierwotne, 2 – oddziaływanie pasmowych zadrzewień	50
Rycina 10.	Pasy roślinne (ekotony) wzdłuż cieków i zbiorników wód powierzchniowych stanowią pewien rodzaj bariery dla wód spływających po powierzchni terenu. Stąd też nieco opóźniają dopływ wody do cieku. Jednak ich główna rola to ochrona wód powierzchniowych przed dopływem zanieczyszczeń obszarowych pochodzenia rolniczego.....	50
Rycina 11.	Odsunięcie wałów przeciwpowodziowych od rzeki lub ich likwidacja zwiększa zdolności retencyjne doliny rzecznej. Stany wody przy przejściu fali wezbraniowej są niższe. Woda odpływa wolniej i stwarza mniejsze zagrożenie powodziowe terenom położonym poniżej.....	51
Rycina 12.	Przykład torfowiska położonego na zboczu doliny.....	52
Rycina 13.	Zbiornik przechwytyjący spływy powierzchniowe. Może to być zbiornik suchy lub utrzymujący stale wodę. Są to urządzenia bardzo efektywne w ograniczaniu	

zagrożeń powodziowych terenów położonych poniżej. Mogą być również wykorzystywane dla celów gospodarczych. ....	53
Rycina 14. Schematy stawów retencjonujących wody opadowe oraz z melioracyjnych systemów odwadniających. Zasadniczą rolą tego typu stawów jest poprawa jakości dopływającej wody. Dodatkowo pełnią one funkcje retencyjne. ....	53
Rycina 15. Po „gładkim” (a) woda szybko spływa, podczas gdy po wytworzeniu tarasów spływ jest powolniejszy, więcej wody infiltruje i nawadnia zbocze, mniejsze zagrożenie erozją	56
Rycina 16. Usytuowanie grobelek lub rowków w celu zwiększenia infiltracji.....	57
Rycina 17. Powstawanie tarasów na zboczach jest wynikiem odpowiedniego systemu orania.	58
Rycina 18. Przykładowe proste progi, które mogą być wykorzystywane przy zabudowie jarów i wąwozów erozyjnych.....	59
Rycina 19. Przykładowe rozwiązania służące do regulowania odpływu wody z systemów drenarskich. Ich prosta konstrukcja pozwala na automatyczne ustalenie pożądanego poziomu wody, ale również pozwala rolnikowi na zmianę piętrzenia i dostosowanie wysokości zwierciadła wody dla jego chwilowych potrzeb.....	60
Rycina 20. Przykład prostej zastawki umożliwiającej zahamowanie odpływu wody z rowów odwadniających i utrzymanie optymalnego poziomu wód podziemnych.....	61
Rycina 21. Niski próg piętrzący z łagodną pochylnią łatwą do pokonania przez zwierzęta wodne.....	61
Rycina 22. Przykład przebudowy starego jazu, trudnego do pokonania przez ryby na bardziej przyjazną konstrukcję w postaci szorstkiego bystrotoku łatwego do pokonania przez ichtiofaunę .....	62
Rycina 23. Bystrotoki o różnej powierzchni pochylni. ....	63
Rycina 24. Schemat odprowadzenia wód opadowych z dachu umożliwiający zasilenie warstwy wodonośnej .....	63
Rycina 25. Proste rozwiązanie umożliwiające odpływ wód opadowych ze szczelnej powierzchni na teren porośnięty roślinnością .....	64
Rycina 26. Przykład retencjonowania wody opadowej w zbiorniku.....	64
Rycina 27. Krainy przyrodniczo-leśne w Polsce (wg. Mroczkiewicz 1952, objaśnienie w tekście)	73
Rycina 28. Zróznicowanie regionalne borów sosnowych (Matuszkiewicz 1973).....	74
Rycina 29. Zróznicowanie regionalne mieszanych i acydofilnych dąbrów (Matuszkiewicz 1973).....	74
Rycina 30. Zróznicowanie regionalne żyznych lasów bukowych (Matuszkiewicz 1973)	75
Rycina 31. Zróznicowanie grądów (Matuszkiewicz 1973) .....	75
Rycina 32. Przywracanie naturalnego przebiegu cieków uregulowanym (Projekt. Mała retencja w lasach...) .....	82

Rycina 33. Przetamowania ziemne rowów odwadniających (Projekt. Mała retencja w lasach...) 82

## Spis tabel

Tabela nr 1	Ogólna charakterystyka zlewni
Tabela nr 2	Typy rzeźby i ocena ich zdolności retencyjnych
Tabela nr 3	Charakterystyka litologii podłoża i ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
Tabela nr 4	Charakterystyka wód podziemnych i ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
Tabela nr 5	Podatność gleb na erozję wodną w zależności od nachylenia terenu (wg. Jała, Cieślakiewicz 2004)
Tabela nr 6	Charakterystyka typów genetycznych gleb i ocena ich potencjalnych zdolności retencyjnych
Tabela nr 7	Charakterystyka typów użytkowania terenu i ocena ich potencjalnych zdolności retencyjnych
Tabela nr 8	Tabela Waloryzacja potencjału retencyjnego
Tabela nr 9	Kryteria oceny potencjału retencyjnego
Tabela nr 10	Charakterystyka potencjału retencyjnego
Tabela nr 11	Systemy i metody retencjonowania zasobów wody w obszarach wiejskich
Tabela nr 12	Metody zwiększenia pojemności retencyjnej zlewni rzecznej
Tabela nr 13	Naturalna retencja wodna wg materiałów Komisji Europejskiej
Tabela nr 14	Ocena działań małej retencji na zasoby wodne i środowisko przyrodnicze

# Wytyczne do identyfikacji obszarów priorytetowych o największym potencjale retencyjnym w zlewniach

1

# 1. Wytyczne do identyfikacji obszarów priorytetowych o największym potencjale retencyjnym w zlewniach

## 1.1 Wprowadzenie

Retencja wodna rozumiana jest jako wszelkie działania mające na celu wydłużenie zarówno drogi, jak i czasu obiegu wody w zlewniach (Janusz, Jędryka, Kopeć, Miler 2011). Pod pojęciem małej retencji zawiera się zdolność do gromadzenia, przetrzymywania oraz opóźniania odpływu wód z terenu zlewni oraz cieków. O zdolnościach tych decyduje retencyjność zlewni i tzw. współczynnik retencji (Ciepielowski, Laskowski, Stolarek 2001), który warunkowany jest szeregiem zmiennych środowiskowych, tj. uwarunkowania morfologiczne, hydrogeologiczne oraz użytkowanie terenu. Ważną rolę w stabilizacji stosunków wodnych w zlewniach pełnić będą zarówno duże kompleksy leśne, których złożona struktura znacznie ogranicza spływ powierzchniowy w dół stoków, zwiększając tym samym zasoby wód podziemnych, jak i duże zbiorniki wodne retencjonujące wody powierzchniowe, torfowiska i mokradła o wysokim poziomie wód gruntowych. Istotną rolę w normalizacji obiegu wody w zlewniach będą odgrywać małe obiekty retencyjne, do których można zaliczyć młaki, oczka wodne i śródpolne zadrzewienia (jeśli występują dostatecznie licznie mogą skutecznie zatrzymywać część opadu i spowolnić odpływ wód ze zlewni). Strefy źródliskowe, mokradła, torfowiska i dna dolin z natury cechują się dużym potencjałem retencyjnym, który wynika z ich złożonej struktury przestrzennej i determinuje dużą wilgotność siedlisk oraz bioróżnorodność. O stabilności warunków retencyjnych często decydują zbiorniki wód podziemnych. Wody powierzchniowe jak: starorzecza, jeziora, stawy, wyrobiska poeksploatacyjne zalane wodą łagodzą skutki suszy hydrologicznej i wpływają korzystnie na poprawę bilansu wodnego.

Ze względu na zmienność czynników kształtujących warunki retencyjne w zlewni, określenie poszczególnych form retencji jest zadaniem niezwykle trudnym. Zdolność retencyjna wód opadowych i roztopowych warunkowana jest również rzeczywistą wielkością zasilania, zatem zależy od ilości opadów, temperatury etc. Warunki hydrometeorologiczne decydują o rzeczywistych zdolnościach retencyjnych danej zlewni. O potencjale retencyjnym decydować będzie sposób zagospodarowania zlewni, typ krajobrazu (retencja krajobrazowa), typ siedliska (retencja siedliskowa), typ gleby (retencja glebowa), głębokość zalegania wód podziemnych (retencja gruntowa, podziemna) i charakter wód powierzchniowych, retencja powierzchniowa (Mioduszeński 1997).

Na potrzeby pracy przyjęto, że **potencjał retencyjny jest to: możliwa dla danej struktury przestrzenno-funkcjonalnej zdolność do zatrzymywania i spowalniania odpływu powierzchniowego, normalizacji stosunków wodnych i procesów geomorfologicznych w zlewni.**

## 1.2 Założenia metodyczne

Ochrona, utrzymanie i poprawa warunków retencyjnych może wiązać się z pojawieniem szeregu konfliktów natury społeczno-ekonomicznej z zakresu ochrony przeciwpowodziowej, osadnictwa, gospodarki, rolnictwa etc. Dlatego też można wyodrębnić dwie kategorie obszarów o największym potencjale retencyjnym:

1. o dużym potencjale retencyjnym i istotnym znaczeniu dla kształtowania stosunków wodnych w zlewni - z przyczyn naturalnych lub technicznych prowadzenie w ich obrębie działań bezpośrednich mających na celu poprawę warunków retencyjnych jest utrudnione bądź wymaga stałych zabiegów, monitoringu poziomu wód gruntowych etc., są to tzw. **obszary ochrony prewencyjnej**, które w miarę możliwości należy wyłączyć z trwałego zagospodarowania (wykluczyć z zasiedlania i objąć ochroną poprzez działania mające na celu zapobieganie pogorszeniu istniejących warunków retencyjnych); zakres ochrony lokalny,

regionalny, możliwe działania zaradcze, nietechniczne, ochrona bierna. Cel: zabezpieczenie i ochrona przed degradacją istniejących obszarów o największym potencjale retencyjnym z wykorzystaniem istniejących instrumentów prawnych; wdrożenie polityki gospodarki leśnej i rolnej opartej na zrównoważonej ochronie ekosystemów z zachowaniem istniejących zdolności retencyjnych;

2. o dużym i umiarkowanym potencjale retencyjnym, w obrębie których możliwe są działania techniczne mające na celu utrzymanie lub poprawę istniejących warunków wodnych - tzw. **obszary ochrony czynnej**. Wdrożenie w ich obrębie programów renaturalizacyjnych zarówno z punktu widzenia uwarunkowań środowiskowych, jak i możliwości technicznych, nie stanowi problemu; zakres ochrony lokalny lub regionalny, możliwy międzynarodowy; możliwe działania techniczne, w tym ochrona oraz utrzymanie obszarów o najwyższym potencjale retencyjnym w zlewni, działania związane z odtworzeniem retencji wód opadowych i roztopowych poprzez zwiększanie retencyjności gleb, odtwarzanie oczek wodnych i zbiorników retencyjnych na terenach leśnych i rolnych, odtwarzanie mokradeł, starorzeczy, odtwarzanie systemów opóźniających spływ wody, renaturalizacja cieków i zatrzymanie wód opadowych i roztopowych na powierzchni poprzez przywracanie stanu naturalnego strumieni i rowów, tworzenie i powiększanie obszarów retencyjnych w tym zwiększanie areалу mokradeł, poprzez zmianę lokalizacji wałów, tworzenie polderów, rozbiórkę wałów, zmianę sposobu użytkowania gruntów ornych etc.

O zmienności warunków retencyjnych (a tym samym i potencjalnych zdolnościach retencyjnych) danej zlewni decydować będzie mały obieg wody, tj. retencja szaty roślinnej, retencja powierzchni trudno przepuszczalnych, retencja wód podziemnych, retencja wód powierzchniowych stojących, retencja wód powierzchniowych płynących, retencja glebowa, retencja gruntowa, retencja obszarów bezodpływowych (Popek 2011).

Potencjał retencyjny zlewni jest zróżnicowany przestrzennie, co wynika ze zróżnicowania występujących komponentów środowiska: ukształtowania terenu – spadku zlewni, warunków hydrogeologicznych i glebowych oraz zagospodarowania terenu (poziomu antropopresji).

Georóżnorodność oraz duży udział powierzchni biologicznie czynnej w obrębie zlewni wpływać będzie korzystnie na warunki wodne. Roślinność, zwłaszcza zwarta pokrywa leśna wraz z powierzchniową warstwą glebową może pozytywnie wpływać na bilans wodny, obniżając wartości odpływu z badanej zlewni nawet o ok. 20 - 40% w porównaniu do zlewni rolniczych (Okoński 2006).

Na potrzeby niniejszej oceny za istotne czynniki kształtujące potencjał retencyjny uznano takie komponenty jak:

- **rzeźbę terenu:** ukształtowanie zlewni determinuje szybkość odpływu wód opadowych i roztopowych; duże nachylenia zboczy sprzyjać będą grawitacyjnemu odpływowi wód w dół stoków; w przypadku zagłębień, dolin, spłaszczeń śródstokowych spływ wody ulegać może spowolnieniu lub okresowemu zatrzymaniu, w zależności od charakteru podłoża infiltrować w głąb profilu glebowego zasilając zbiorniki wód podziemnych. Stagnacja wód wpływać będzie korzystnie na poprawę stosunków wodnych i mikroklimatu;
- **litologia podłoża i charakter skał macierzystych** w sposób zasadniczy determinuje obieg wód opadowych i roztopowych, wpływając na zdolność retencyjną i formowanie poziomów wodonośnych; warunkuje wielkość odpływu powierzchniowego, infiltrację oraz ewapotranspirację. W obrębie wychodni skał litych dominują wody szczelinowe i krasowe, w strefie dolin zwierciadło wód występuje z reguły na powierzchni terenu lub tuż pod nią (wody zaskórne, gruntowe).

W literaturze podkreśla się że potencjalna retencja użyteczna różnicuje się w zależności od składu granulometrycznego osadów i waha się w przedziale od 4 do 30 % (Trybała 1996):

- piasku luźnego 4,2 %,
- piasku słabo gliniastego 8,7 %,
- piasku gliniastego mocnego 15,2 %,
- łu pylastego 18,3 %,
- gliny lekkiej 21,4 %,
- gliny ciężkiej 23,1 %,
- gliny średniej 23,1 %,
- piasku ilastego 24,3 %,
- lessu 28 %;
- **warunki wodne:** retencja wód powierzchniowych i podziemnych ma zasadniczy wpływ na potencjał retencyjny poszczególnych jednostek przyrodniczych;
- **warunki glebowe:** pedosfera stanowi sumę czynników morfogenetycznych, hydrogeologicznych i biologicznych, dlatego też retencja glebowa ma istotny wpływ na kompensację bilansu biohydrologicznego zwłaszcza okresu wegetacyjnego. Typ gleby w zasadniczy sposób decyduje o zdolności do magazynowania wód opadowych i roztopowych, tempie infiltracji, podatności na erozję wodną etc. Stopień rozwinięcia poszczególnych poziomów glebowych, uziarnienie, uwodnienie oraz zawartość substancji organicznej, pH decydując będą o właściwościach sorpcyjnych, zdolności do retencjonowania wód opadowych i roztopowych oraz o dostępności wód gruntowych dla roślin – tzw. użyteczności retencyjnej. W przypadku gleb organicznych retencja użyteczna jest wysoka i kształtuje się na poziomie: od 25% do ponad 40% (Szymanowski 1975, Kaczmarek, Grzelak, Krajewski 2010):
  - dla murszu zdegradowanego 25 %,
  - murszu właściwego 31,3 %,
  - murszu mulistego 41,8 %,
  - murszu próchniczego 42,9 %,
  - murszu torfiastego 45,6 %;
- **komponent biotyczny** stanowi ważną składową modelującą tempo obiegu wody w zlewni (intercepcja, transpiracja, infiltracja, ewapotranspiracja, odpływ). Jednak o zdolnościach do retencjonowania wód decydować będzie przede wszystkim struktura zbiorowisk roślinnych. Podstawą mechanizmu retencji wody opadowej w zbiorowiskach roślinnych jest spowolnienie odpływu i zmiana spływu powierzchniowego na wewnątrzgruntowy.

Podsumowując, największym potencjałem retencyjnym będą odznaczać się obszary, które ze względu na uwarunkowania przyrodnicze cechują się stosunkowo szybką odbudową retencji środowiskowej w przypadku wystąpienia sprzyjających warunków meteorologicznych, z drugiej strony, w obrębie których ze względu na strukturę przestrzenną zjawisko długookresowego załamania się odpływu w warunkach ujemnego klimatycznego bilansu wodnego jest ograniczone (Okoński 2006).

Do głównych form retencji środowiskowej mających istotny wpływ na kształtowanie stosunków wodnych, a więc i potencjał retencyjny w zlewniach należy zaliczyć retencję:

- krajobrazową,
- siedliskową,
- glebową,

- gruntową
- wód podziemnych (woda kapilarna łatwo dostępna – efektywna retencja użyteczna; woda kapilarno-błonkowata potencjalna retencja użyteczna),
- retencję wód powierzchniowych (koryta rzeczne, dna dolin, jeziora, stawy, śnieżna),
- retencję szaty roślinnej.

Ważnym ingredientem bilansu wodnego jest retencja sztucznych elementów powierzchniowych (sterowana: zbiorniki wodne jednozadaniowe, wielozadaniowe i niesterowana: kąpieliska wodne, oczka wodne, zapory przeciwrumowiskowe, zbiorniki ekologiczne, biofiltry, suche zbiorniki wodne).

Potencjał retencyjny warunkowany będzie strukturą krajobrazu, która wpływać będzie na potencjalną zdolność do retencjonowania wód opadowych i roztopowych. Procedura oceny potencjału uwzględnienia kryterium środowiskowe: morfologiczne, litologiczne, pedologiczne, hydrologiczne i biotyczne. Oczekiwanym efektem jest mozaika obszarów (jednostek przyrodniczych) cechująca się wysokim, umiarkowanym i niskim potencjałem retencyjnym.

W przydatku wysokiego potencjału retencyjnego to warunki środowiskowe decydować będą o dużych zdolnościach retencyjnych, w tym wypadku wskazana jest ochrona zasobów przyrodniczych, wszelkie działania zaradcze. Dla obszarów o umiarkowanym potencjale retencyjnym istnieje możliwość poprawy warunków wodnych poprzez działania techniczne, renaturalizację terenów np. odwodnionych czy zdegradowanych. W przypadku niskiego potencjału wynikającego z uwarunkowań środowiskowych, koszty poprawy zdolności retencyjnych są zbyt wysokie i wymagają ciągłych zabiegów technicznych.

## 1.3 Delimitacja obszarów o największym potencjale retencyjnym w zlewni

Procedura wydzielania obszarów o największym potencjale retencyjnym w zlewni uwzględnia szereg czynników naturalnych i uwarunkowań antropogenicznych. Celem delimitacji jest wyodrębnienie jednostek przyrodniczych/obszarów (w obrębie zlewni) o tym samym potencjale retencyjnym. Delimitacja jednostek oparta jest na weryfikacji cech przyrodniczych oraz ocenie ich wartości (Kistowski 2010). Bonitacja punktowa umożliwi zróżnicowanie jakościowe warunków środowiskowych wpływających na potencjał retencyjny definiując jednostki o najwyższym, umiarkowanym i najniższym potencjale retencyjnym w obrębie badanej zlewni. Efektem kompleksowej oceny będzie wyróżnienie jednostek o odmiennych reżimach dynamiki wody gruntowej, wskazując jednostki od dużych zdolnościach retencyjnych i małych.

Z założenia jednostkami wyższego rzędu o dużym potencjale retencyjnym będą np. dna dolin rzecznych oraz rozległe obniżenia chłonne. Wody zaskórne i gruntowe, w tym wypadku należałoby uznać za swoiste podziemne zbiorniki retencyjne stabilizujące stosunki wodne w obrębie tych jednostkach. Ponadto duża zdolność retencyjna gleb hydrogenicznych i aluwialnych sprawia, że doliny rzek pełnią ważną rolę rezerwuarów retencjonujących wody opadowej i roztopowej, wpływając na spłaszczenie fali powodziowej poniżej obszaru bagiennej (Mioduszewski 2008). Oczywiście zdolność do retencjonowania wód będzie oczywiście zróżnicowana lokalnie, i relatywnie mniejsza w przypadku skalnych fragmentów dolin rzecznych niż w przypadku dolin wypełnionych osadami aluwialnymi.

### 1.3.1 Uwarunkowania morfologiczne

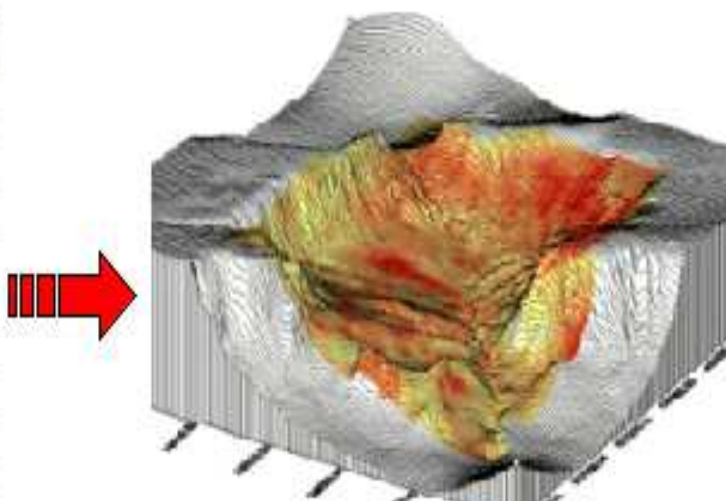
Podstawą wydzielania obszarów/jednostek przyrodniczych cechujących się najwyższym potencjałem retencyjnym jest kryterium morfologiczne. Główną jednostką oceny jest obszar zlewni (w ujęciu zlewni topograficznej). Zlewnia to podstawowa jednostka hydrograficzna tworząca złożony system rzek i cieków różnego rzędu, stanowiąca naturalny obszar bilansowy dla oceny bilansu wodnego, jest zatem najważniejszym punktem odniesienia w ocenie stosunków wodnych.

Faza przygotowawcza oceny obejmuje ogólną charakterystykę zlewni (dorzecze, kod dorzecza, region wodny, kod zlewni, powierzchnia zlewni, deniwelacja, średni spadek etc. – Tabela 1).

**Tabela nr 1 Ogólna charakterystyka zlewni**

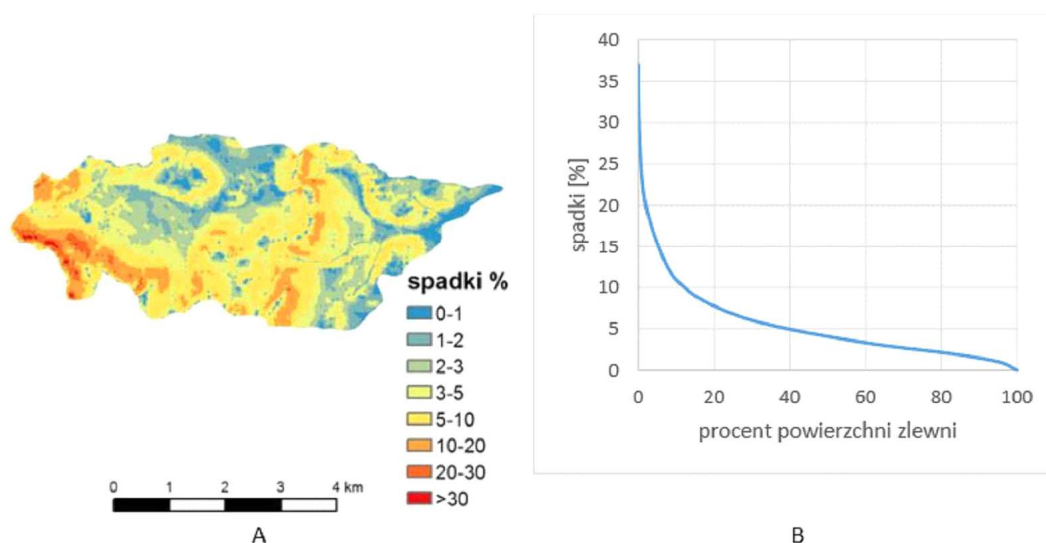
Charakterystyka	Jednostka
Dorzecze	
Kod dorzecza	
Region wodny	
Kod zlewni	
powierzchnia zlewni	km <sup>2</sup>
Wysokość minimalna	m n.p.m.
Wysokości maksymalna	m n.p.m.
Deniwelacje	m
Średni spadek	%
Gęstość sieci rzecznej	km/km <sup>2</sup>

	A	B
1	0,5584	6,901824
2	1,6752	13,803648
3	3,3504	23,00608
4	5,584	34,50912
5	8,376	48,312768
6	11,7264	64,417024
7	15,6352	82,821888
8	20,1024	103,52736
9	25,128	126,53344
10	30,712	151,84013



**Rycina 1. Zlewnia - podstawowe pole oceny potencjału retencyjnego**

Krok pierwszy obejmuje studium spadków. Oczekiwany efektem jest stworzenie bazy danych o zróżnicowaniu morfometrii badanej zlewni. Ukształtowanie terenu, zwłaszcza nachylenie terenu wpływa bezpośrednio na szybkość odpływu wód opadowych i roztopowych oraz determinuje procesy geomorfologiczne. Mapa spadków pozwoli wskazać zasięgi jednostek o potencjalnie ujemnym (tereny o dużym nachyleniu) i dodatnim (doliny) bilansie wodnym.



Ryc. 146. Spadki terenu w zlewni potoku Krasawa: mapa spadków (A), krzywa spadków (B)

## Rycina 2. Przykładowa mapa spadków zlewni potoku Krasawa (Program Zwiększenia Retencyjności Ziemi Dzierżoniewskiej na lata 2014-2020)

W przypadku powierzchni o dużym nachyleniu, w obrębie których dominuje odpływ powierzchniowy i śródpokrywowy przeważać będzie erozja wodna i szybka ucieczka wód w dół stoku. Tereny o dużych spadkach odznaczać się będą zatem mniejszym potencjałem retencyjnym wynikającym z uwarunkowań morfologicznych niż na przykład spłaszczenia śródstokowe stanowiące lokalne strefy depozycji materii, oraz obniżenia dolinne z płytko zalegającymi wodami gruntowymi. O zdolnościach do retencjonowania wód na stoku decydować będą lokalne zmiany nachylenia terenu, struktura podłoża oraz typ zbiorowiska. W obrębie spłaszczeń śródstokowych zbudowanych z utworów trudno przepuszczalnych dominować będzie okresowa stagnacja wód opadowych i roztopowych, tworzyć się mogą zabagnienia, młaki, torfowiska wysokie i przejściowe, mokradła – są to strefy o potencjalnie dużych zdolnościach do gromadzenia i zatrzymywania wód, które skutecznie hamują odpływ wzbogacając zasoby wód podziemnych w obszarach o dużych spadkach.

Na potrzeby opracowania uwzględniając wpływ rzeźby na intensywność przebiegu procesów geomorfologicznych warunkujących obieg wody wydzielono następujące typy rzeźby przypisując im ocenę punktową w zależności od ich wpływu na kształtowanie potencjału retencyjnego.

**Tabela nr 2 Typy rzeźby i ocena ich zdolności retencyjnych**

Typ rzeźby	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
<b>Formy wypukłe</b>	
<b>Stoki łagodne 3 % - 10 %</b>	<b>1</b>
<b>Stoki umiarkowanie nachylone 10-25 %</b>	<b>0</b>
<b>Stoki strome 25-45 %</b>	<b>0</b>
<b>Urwiska &gt;45 %</b>	<b>0</b>
<b>Formy faliste, równinne &lt;3%</b>	
<b>rozległe spłaszczenia śródstokowe, spłaszczenia wierzchwinowe</b>	<b>2</b>
<b>równiny faliste</b>	<b>3</b>
<b>równiny płaskie zalewowe</b>	<b>4</b>
<b>Formy wklęsłe</b>	
<b>dna dolin rzecznych</b>	<b>5</b>
<b>rynny jeziorne, koryta rzeczne, starorzecza, zagłębienia bezodpływowe</b>	<b>5</b>
<b>sztuczne zbiorniki wodne niesterowane, stawy</b>	<b>3</b>
<b>sztuczne zbiorniki wodne sterowane, wyrobiska</b>	<b>2</b>
<b>doliny erozyjne, wąwozy</b>	<b>0</b>

W przypadku form wypukłych największą ilość punktów przypisano stokom łagodnym o nachyleniu od 3 % do 10 % (1 punkt), najniższą ocenę dostały stoki strome o nachyleniu > 25 % oraz urwiska (0 punktów). Spłaszczeniom śródstokowym przypisano 2 punkty, co wynika z morfologicznych możliwości formowania się w ich obrębie jednostek krajobrazowych o dużych zdolnościach retencyjnych tj.: torfowiska, mokradła, młaki. W przypadku form falistych i równinnych najwyższą ocenę otrzymały płaskie równiny zalewowe (4 punkty). Dna dolin rzecznych podobnie jak rynny jeziorne, oczka wodne, starorzecza, duże zagłębienia bezodpływowe, otrzymały po 5 punktów. Wpływ tych form terenu na normalizację stosunków wodnych jest istotny, tak jak i ich wpływ na potencjał retencyjny zlewni. Stawy, sztuczne zbiorniki wodne niesterowane oceniono jako 3 punkty. Sztuczne zbiorniki wodne sterowane, wyrobiska otrzymały 2 punkty. Małym potencjałem pod względem warunków morfologicznych cechują się doliny o charakterze erozyjnym i wąwozy, duża dynamika procesów geodynamicznych sprawia, że dominuje tam szybki odpływ wód.

### 1.3.2 Uwarunkowania geologiczne

Kolejnym kryterium wydzielenia obszarów o najwyższym potencjale retencyjnym jest litologia podłoża, która decyduje o przepuszczalności gruntów. Oczekiwany efekt jest stworzenie bazy danych o zróżnicowaniu zdolności retencyjnych osadów występujących w zlewni. Przepuszczalność pionowa utworów powierzchniowych z uwzględnieniem skały macierzystej daje pełną informację o możliwości zasilania zbiorników wód podziemnych i tendencji do tworzenia się spływów powierzchniowych - podatności obszarów na erozję. Czynniki geologiczne jest równorzędny z kryterium rzeźby, gdyż wskazuje zarówno na warunki obiegu wód jak i dynamikę przebiegu procesów.

Uwzględniając wytyczne do mapy hydrograficznej Polski (1: 50 000) wydzielono 6 typów litologicznych o zróżnicowanym współczynniku filtracji. Ze względu na swoje właściwości największą potencjalną zdolnością do spowolnienia odpływu powierzchniowego będą odznaczać się grunty organiczne tj.: torfy i gleby murszowe uwilgotnione, którym w ocenie bonitacyjnej przyznano aż 5 punktów. Najmniejszą ocenę – 0 punktów otrzymały grunty bardzo słabo przepuszczalne oraz grunty antropogeniczne o zmiennej przepuszczalności

**Tabela nr 3 Charakterystyka litologii podłoża i ocena potencjalnych zdolności retencyjnych**

Lp.	Typy litologiczne	Współczynnik filtracji	Rodzaj podłoża	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
1	Grunty łatwo przepuszczalne	$<10^{-3} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Rumosze skalne, żwiry, piargi – usypiska skalne, pospółki	1
2	Grunty średniej przepuszczalności	$10^{-3} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Grunty piaszczyste: piaski drobno, średnio, gruboziarniste Piaski luźne, słabo gliniaste i lessy Skały lite silnie uszczelinione, spękane, skrasowiałe Skały osadowe: wapienie, margle, piaskowce aluwia piaszczyste - mady lekkie	1 2
3	Grunty słabo przepuszczalne	$10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Grunty spoiste: piaski pylaste, piaski gliniaste, piaski słabogliniaste, piaski gliniaste lekkie, mocne, gliny piaszczyste, gliny lekkie i średnie, pyły zwykłe i ilaste, lessy i aluwia piaszczysto-gliniaste, mady ciężkie gliniaste	3
5	Grunty o zróżnicowanej przepuszczalności	$10^{-3} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $0 \cdot \text{s}^{-1}$	A grunty organiczne o zróżnicowanej wilgotności: torfy i gleby murszowe odwodnione B grunty organiczne o zróżnicowanej wilgotności: torfy i gleby murszowe uwilgotnione	4 5
4	Grunty bardzo słabo przepuszczalne	$< 10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	skały lite słabo uszczelnione: mało spękane skały magmowe, metamorficzne, Skały osadowe: opoki, łupki ilaste, Iły ciężkie, iły pylaste, gliny ciężkie	0 1

6	<b>Grunty antropogeniczne</b>			0
---	-------------------------------	--	--	---

Przepuszczalność podłoża wpływać będzie na formowanie się spływów powierzchniowych oraz ruchy masowe. Najbardziej zagrożone tymi procesami są grunty bardzo słabo przepuszczalne tj.: gliny ciężkie, iły oraz skały lite.

### 1.3.3 Uwarunkowania hydrologiczne

Ważnym kryterium oceny są wody powierzchniowe i podziemne. Głębokość i poziomu wód podziemnych informuje o stosunkach wodnych w zlewni. Oczekiwany efektem jest stworzenie bazy danych o zróżnicowaniu warunków wodnych w zlewni, z możliwością wskazania obszarów mokradłowych i obszarów „suchych”. Materiałem wyjściowym są mapy hydrogeologiczne. Ze względu na dużą potencjalną zdolność do retencji wody największą ilość punktów (5 punktów) przyznano obszarom, w obrębie których zwierciadło występuje trwale na powierzchni, czyli na rzędnej 0 m p.p.t. lub tuż pod nią. W ich obrębie tworzą się dogodne warunki do powstawania terenów bagiennych, mokradł, torfowisk etc. Przyjęto, że wraz z obniżeniem poziomu wód gruntowych zdolność do retencji powierzchniowej relatywnie zimniejsza się. W przypadku kiedy wody podziemne zalegają poniżej głębokości 5 m p.p.t., potencjalna zdolność do retencji powierzchniowej jest niewielka, dominuje bowiem proces: infiltracji i zasilanie podziemnych zbiorników lub spływ powierzchniowy i zasilanie wód płynących.

**Tabela nr 4 Charakterystyka wód podziemnych i ocena potencjalnych zdolności retencyjnych**

Głębokość zalegania I poziomu wód podziemnych w m p.p.t.	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
0-1	5
1-2	4
2-3	3
3-4	2
>5	1

### 1.3.4 Uwarunkowania glebowo-siedliskowe

Oczekiwanym efektem tego etapu oceny jest stworzenie bazy danych o zróżnicowaniu warunków glebowo-siedliskowych w obrębie zlewni. Retencja glebowa obok retencji roślinnej stanowi ważny element decydujący o stosunkach wodnych w zlewni. Charakter i stan gleb wpływa bezpośrednio na warunki siedliskowe, strukturę zbiorowisk roślinnych. Retencja glebowa oznacza zdolność do zatrzymywania wody w profilu glebowym. Oczywiście pojemność wodna gleb zależy od szeregu czynników naturalnych: morfologii poziomów glebowych, litologii osadów, a także składu chemicznego gleby. Potencjał wody glebowej zależy od ilości wody zawartej w glebie. Przy pełnym nasyceniu gleby wodą osiąga najwyższą wartość 0.

Wyróżniamy kilka rodzajów retencji glebowej:

- całkowita retencja glebowa odpowiada maksymalnej pojemności wodnej, czyli maksymalnej ilości wody, którą gleba może faktycznie zatrzymać, stanowi sumę wszystkich rodzajów wody zawartej w glebie;
- retencja polowa lub tzw. polowa pojemność wodna odpowiada ilości wody jaką gleba może utrzymać w profilu dłuższy okres ( kilka dni) po odpłynięciu wody grawitacyjnej;
- retencja kapilarna odpowiada ilości wody jaką gleba może zatrzymać siłami kapilarnymi;
- retencja higroskopowa lub tzw. maksymalna higroskopowość jest to największa ilość wody jaką gleba może pobrać z powietrza (nasyconego parą wodną 96 %);
- retencja użyteczna gleb oznacza ilość wody dostępnej dla roślin (woda infiltracyjna, kapilarna, błonkowata).

Ze względu na wilgotność można wyróżnić gleby:

- okresowo lub trwale nadmiernie suche,
- o zróżnicowanych stosunkach powietrzno-wodnych,
- okresowo lub trwale nadmiernie uwilgotnione.

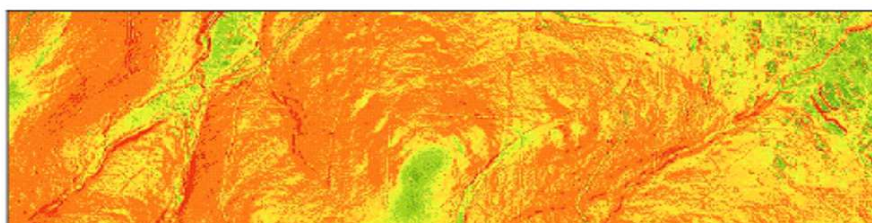
Warunki powietrzno-wodne, nachylenie terenu, wielkość opadów pokrycie terenu stanowią o podatności gleb na potencjalną erozję wodną. W literaturze wskazuje się że podatność na potencjalną erozję wodną gleb warunkowana jest przede wszystkim granulometrią oraz nachyleniem terenu (Tabela 5).

**Tabela nr 5 Podatność gleb na erozję wodną w zależności od nachylenia terenu (wg. Jała, Cieślakiewicz 2004)**

**Tab. 1. Klasyfikacja gleb ze względu na podatność na erozję (Jała i Cieślakiewicz, 2004)**  
*Tab. 1. Erosion risk soil classification*

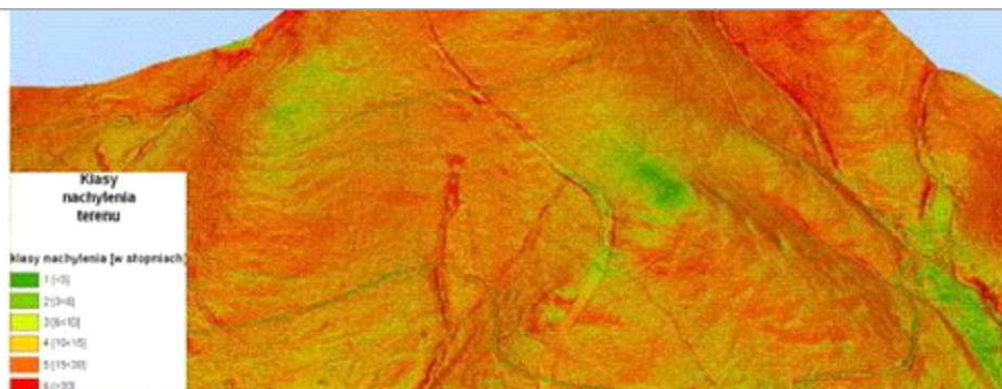
Grupy granulometryczne gleb	Nachylenie terenu					
	<3°	3°< 6°	6° <10°	10° <15°	15° >30°	>30°
	Stopnie zagrożenia gleb erozją					
	1	2	3	4	5	6
Utwory pyłowe zwykłe, piaski gliniaste (lekkie i mocne) pylaste	1	2	3	4	5	6
Piaski gliniaste lekkie i mocne, gliny lekkie pylaste, pyły ilaste, gliny lekkie i gliny średnie, gleby szkieletowe	0	1	2	3	4	5

Wynikiem dodawania dwóch warstw rastrowych: nachylenia terenu i przynależności do jednej z grup ze względu na zagrożenie erozją, była mapa obrazująca stopnie zagrożenia erozją (ryc. 14).



Uwzględniając uwarunkowania środowiskowe, w tym morfologiczne i litologię osadów wyróżniono 5 stopni potencjalnej podatności gleb na erozję wodną (tzw. zmyw):

- bardzo słaba – powierzchniowe zmywanie poziomu próchnicznego, spadek < 3%; gliny ciężkie, ropy;
- słaba - częściowa degradacja poziomu próchnicznego, spadek 3-10 %; gliny lekkie i gliny średnie;
- umiarkowana – całkowita degradacja poziomu próchnicznego, spadek 10-25 %; żwiry, piaski gliniaste;
- silna – zniszczenie całego profilu glebowego wraz z częściowym rozczłonkowaniem rzeźby, spadek 25-45 %; piaski luźne, rędziny kredowe;
- silna - zniszczenie całego profilu glebowego, degradacja i rozczłonkowanie lub zmiana rzeźby spadek > 45 %; gleby pyłowe, lessy.



Ryc. 12. Numeryczny model terenu z nałożonymi klasami nachylenia terenu (Slope map derived from digital terrain model).



Ryc. 13. Numeryczny model terenu z nałożonymi poligonami reprezentującymi wierzchnie warstwy gleb (Digital terrain model with soil types).

Grupy granulometryczne gleb	Nachylenie terenu					
	<3°	3° < 6°	6° < 10°	10° < 15°	15° > 30°	>30°
Stopnie zagrożenia gleb erozją						

**Rycina 3. Numeryczny model terenu wraz ze zróżnicowaniem gleb**  
(<http://www.lkpsudety.eu>)

Najwyższym potencjałem retencyjnym odznaczać będą się gleby organiczne występujące w zagłębieniach ewapotranspiracyjnych tzw. retencyjnych (Graf 2008). Gleby bagienne i mułowe wyróżniać się będą dużą pojemnością retencyjną, wynikającą z wysokich zdolności do zatrzymywania wód zarówno na powierzchni terenu, jak i jej absorpcji przez związki organiczne zawarte w profilu glebowym. Ponadto ze względu na warunki morfologiczne oraz dużą szorstkość hydrauliczną wynikającą ze zróżnicowanej struktury zbiorowisk roślinnych gleby te odznaczać się będą bardzo słabą podatnością na erozję wodną. Gleby aluwialne: mady ciężkie oraz gleby organiczne ze względu na zawartość substancji organicznej (torfy i mursze) tworzyć będą swoiste rezerwuary, spowalniając jednocześnie odpływ powierzchniowy wody opadowej, roztopowej i wezbraniowej. Gleby piaszczyste (średnie i lekkie), których granulometria wymusza większe tempo infiltracji stanowić będą strefy chłonne, wpływając na retencję wód podziemnych.

Ze względu na duże zdolności do spowolnienia odpływu powierzchniowego i małą podatność na potencjalną erozję wodną przypisano glebę hydrogenicznym: gleby torfowe, mułowe, murszowe (otrzymały 5 punktów). Dużymi zdolnościami do retencjonowania wód odznaczają się gleby aluwialne: mady (4 punkty). Ze względu na trudne do jednoznacznego określenia zdolności retencyjne gleb antropogenicznych przyznano im 0 punktów.

**Tabela nr 6 Charakterystyka typów genetycznych gleb i ocena ich potencjalnych zdolności retencyjnych**

Dział	Typy genetyczne gleb	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
Gleby hydrogeniczne	gleby torfowe, murszowe mułowe,	5
Gleby napływowe	mady rzeczne, morskie	4
Gleby semihydrogeniczne	glejowe, czarne ziemie, zabagnione	3
Gleby autogeniczne	czarnoziemy, brunatne, płowe, rdzawe, pseudobielice	2
	bielice, bielcowe	1
Gleby mineralne, Gleby wapniowcowe o różnym stopniu rozwoju	rędziny	1
Gleby mineralne bezwęglanowe słabo wykształcone	gleby inicjalne, szkieletowe	0
Gleby antropogeniczne	hortisole, rigosole, prarędziny	0

W przypadku braku pełniej informacji dotyczącej typu gleby np. pod zbiorowiskiem lasów (na mapach glebowo-rolniczych oznaczonych symbolem Ls) określono, że ocena punktowa obszarów pod kątem potencjalnych zdolności retencyjnych gleb, powinna być uzależniona od składu gatunkowego zbiorowiska leśnego, który w znacznym stopniu odzwierciedla właściwości powietrzno-wodne gleb. Przyjęto, że:

- gleby leśne w dolinach rzecznych, zalewowe pod lasami liściastymi (łęgi, olsy) otrzymają 5 punktów,
- gleby leśne w dolinach rzecznych, niezalewowe, gleby leśne pod lasami liściastymi - 4 punkty,
- gleby leśne pod lasami mieszanymi - 3 punkty,
- gleby leśne pod lasami iglastymi - 2 punkty,
- gleby górskie, szkieletowe, kosodrzewina 1 – punkt,
- - gleby pod monokulturą sosnową - 0 punktów.

### 1.3.5 Zagospodarowanie terenu

Na normalizację stosunków wodnych w zlewni zasadniczy wpływ ma roślinność. Retencja szaty roślinnej (intercepcja) istotnie opóźnia lub ogranicza spływ powierzchniowy. Jednocześnie wielokrotnie udowodniono, że roślinność, jej struktura oraz skład gatunkowy warunkują przebieg procesów geomorfologicznych. Brak roślinności wpływać będzie na intensyfikację procesów stokowych oraz erozję wodną. Użytkowanie terenu determinować będzie potencjalną zdolność do retencjonowania wód, spowalniania odpływu powierzchniowego, zasilania zbiorników wód podziemnych. Sposób użytkowania terenu modyfikuje warunki wodne, glebowe podatność na erozję oraz wskazuje funkcję danego obszaru. W przypadku terenów leśnych dominować będzie funkcja przyrodnicza (ekologiczna, krajobrazowa, siedliskowa, glebochronna), w przypadku gruntów ornych, pastwisk i łąk - funkcja gospodarcza.

Najwyżej oceniono zdolność retencyjną kompleksów leśnych: lasów bagiennych (olsów) i lasów łągowych zalewowych przyznając im 5 punktów. Ze względu na uproszczoną strukturę runa i podszytu w ocenie możliwości retencyjnych grądy uzyskały 4 punkty. Najniższą ilość punktów przypadła w udziale lasom iglastym – borom, uzyskały 2 punkty. Monokultury leśne (sosnowe) oceniono na 0 punktów, co podyktowane jest przekształconym, często zdegradowanym profilem glebowym, uproszczoną strukturą zbiorowiska oraz małą zdolnością retencyjną zbiorowiska, zdegradowaną glebą podatną na erozję wodną. Do użytków zielonych zaliczono mokradła, torfowiska, łąki łąkowe, grądowe, murawy kserotermiczne. Ze względu na duże zróżnicowanie gatunkowe, kępkową strukturę zbiorowisk najwięcej punktów przyznano: mokradłom i obszarom bagiennym – 5 punktów. Najniżej zdolności retencyjne oceniono w przypadku muraw kserotermicznych – 1 punkt. Do gruntów rolnych: pola uprawne (0 punktów), nieużytki, sady oraz pastwiska i łąki kośne (1 punkt).

**Tabela nr 7 Charakterystyka typów użytkowania terenu i ocena ich potencjalnych zdolności retencyjnych**

Typ użytkowania terenu	Rodzaj zbiorowiska	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
<b>Lasy liściaste</b>	<b>olsy</b>	<b>5</b>
	<b>łągi</b>	<b>5</b>
	<b>grądy</b>	<b>4</b>
	<b>lasy mieszane, lasy regla dolnego</b>	<b>3</b>
<b>Lasy iglaste</b>	<b>Bory, lasy regla górnego</b>	<b>2</b>
	<b>kosodrzewina</b>	<b>1</b>
<b>Lasy rozrzedzone/zarośla</b>		<b>1</b>
<b>monokultury</b>	<b>iglaste</b>	<b>0</b>
<b>Użytki zielone</b>	<b>mokradła</b>	<b>5</b>
	<b>torfowiska</b>	<b>5</b>
	<b>łąki łąkowe</b>	<b>4</b>
	<b>łąki grądowe</b>	<b>3</b>
	<b>murawy kserotermiczne</b>	<b>1</b>
<b>Grunty rolne</b>	<b>pola uprawne</b>	<b>0</b>
	<b>nieużytki</b>	<b>1</b>
	<b>pastwiska i łąki kośne</b>	<b>1</b>
	<b>sady</b>	<b>1</b>
<b>Tereny zabudowane/hałdy/tereny do rekultywacji/składowiska</b>	<b>brak</b>	<b>0</b>

## 1.3.6 Ocena potencjału retencyjnego – delimitacja

**Potencjał retencyjny** oznacza zdolność do normalizacji stosunków wodnych poprzez spowolnienie lub ograniczenie odpływu powierzchniowego. Właściwości te wynikają z konfiguracji cech i zależności składających się na strukturę przestrzenno-funkcjonalną krajobrazu. Duży potencjał wpływa stabilizująco na procesy geodynamiczne. Jednak w dobie silnej presji większość naturalnych ekosystemów uległa przekształceniu, w efekcie ich potencjał retencyjny także uległ zmianie. Cenne przyrodniczo obszary, zwłaszcza lasy, mokradła i torfowiska, uległy degradacji, zubożeniu lub straciły stabilność ekologiczną (Jermaczek et al. 2012). Kolejnym negatywnym efektem przystosowania terenów podmokłych do użytkowania rolnego było ich odwodnienie. Konsekwencją tych zmian: wylesienia i zmiany poziomu wód gruntowych była więc degradacja gleb i szaty roślinnej. Spadek zdolności retencyjnych wynikający ze zmiany struktury zbiorowisk sprzyjał procesom erozji wodnej i spływom powierzchniowym. Wzrost odpływu powierzchniowego zintensyfikował spłukiwanie gleb, przebieg ruchów masowych oraz wpłynął na ilość zjawisk o charakterze katastrofalnym. Wskazanie i ochrona obszarów o najwyższym potencjale retencyjnym ma kluczowe znaczenie dla przywrócenia równowagi stosunków wodnych w zlewniach. W przypadku zlewni o niskim potencjale retencyjnym wynikającym z możliwości struktury środowiska lub zdegradowanej struktury krajobrazu, w których ma miejsce szybka reakcja: opad-odpływ, często dochodzi do nasilenia procesów erozyjnych. Deforestacja zlewni górskich, która dotknęła większość obszarów górskich w ubiegłych stuleciach, stała się przyczynkiem do pojawienia się na dużą skalę procesów tj. osuwiska, spływy błotne i lawiny. Dodatkowo ograniczenie terenów zalewowych i melioracja ekosystemów hydrogenicznych pogorszyła warunki retencyjne także w obrębie dolin rzecznych prowadząc do intensyfikacji powodzi.

W przypadku zlewni górskich ekosystemy hydrogeniczne są szczególnie podane na degradację, co wynika z ich wrażliwości oraz dużej energii przepływu wód powierzchniowych. W takich warunkach odporność struktury na wszelką presję, a tym samym zdolność do jej regeneracji jest niewielka. Dlatego też ewentualny proces renaturalizacji ekosystemów mokradłowych i odtwarzanie warunków retencyjnych w zlewniach górskich zazwyczaj wymaga działań technicznych.

Na potrzeby opracowania, w oparciu o istniejący dorobek naukowy zaproponowano praktyczną, aczkolwiek pracochłonną metodę oceny potencjału retencyjnego zlewni różnego rzędu (Rychling, Solon 1998, Kistowski i in., 1998a; Kistowski 2010, Horska-Schwarz 2009). Podstawą klasyfikacji był dobór podstawowego pola oceny. Uznano, że w przypadku oceny potencjału retencyjnego najlepsza będzie jednostka przyrodnicza, którą cechuje względna jednorodność wewnętrznej struktury oraz podobny przebieg procesów krajobrazowych. Sama zlewnia stanowi idealny punkt odniesienia dla oceny dynamiki środowiska i stosunków wodnych. Zróżnicowanie jednostek przyrodniczych w obrębie zlewni odpowiada specyficznym warunkom siedliskowym, które z kolei mają decydujący wpływ na stosunki wodne i potencjał retencyjny. Ponadto z punktu widzenia waloryzacji i ocen krajobrazu jednostki przyrodnicze uznawane są za pola optymalne do wszelkich ocen środowiskowych (Richling 1992, Kistowski 1997, Balon 2010).

Kolejnym etapem był właściwy dobór kryteriów oceny. Poprzez nałożenie na siebie zasięgów poszczególnych komponentów uzyskano mozaikę jednostek cechujących się charakterystycznym zestawem atrybutów kształtujących potencjał retencyjny. Poszczególnym atrybutom przypisano odpowiednią ilość punktów. Punkty przydzielano w zależności od wpływu na kształtowanie warunków retencyjnych. Następnie dokonano waloryzacji cech środowiska. Sumując punkty wskazano jednostki o dużym potencjale retencyjnym, czyli charakteryzujące się dużą potencjalną zdolnością do spowalniania odpływu powierzchniowego, w obrębie których ze względu na uwarunkowania morfologiczne, litologię podłoża, warunki glebowe, zbiorowiska istnieją dogodne warunki do retencji powierzchniowej wód. Wskazując jednostki o niskich zdolnościach do retencji wód powierzchniowych zdefiniowano jednocześnie obszary potencjalnych niedoborów wody, w obrębie których dominują procesy bądź spływu i erozji bądź infiltracji.

Należy zaznaczyć, że jednostki przyrodnicze o najwyższym potencjale retencyjnym stanowią będą jednocześnie obszary funkcjonalnie cenne, których struktura przestrzenna wpływa optymalnie na normalizację procesów geomorfologicznych oraz stabilizację stosunków wodnych.

## WALORYZACJA

Podstawowymi kryteriami oceny potencjału retencyjnego są rzeźba terenu, litologia oraz warunki wodne. Morfologia zlewni wraz z budową geologiczną i wodami gruntowymi determinuje zróżnicowanie przestrzenne typów gleb oraz zbiorowisk roślinnych. Te dwa ostatnie komponenty uznano za kryterium uzupełniające, podporządkowane. Kryteria przyjęte do oceny:

**Rzeźba.** Uwarunkowania morfologiczne zasadniczo kształtują kierunek odpływu wód powierzchniowych i modelują dynamikę procesów środowiskowych. Nachylenie terenu odgrywa, obok litologii podłoża kluczową rolę w regulacji stosunków wodnych w zlewni. W obrębie stromych stoków dominować będzie odpływ powierzchniowy, zaś w przypadku powierzchni słabo nachylonych przeważać będą procesy: ewapotranspiracji, retencji, infiltracji.

**Geologia.** W zależności od charakteru i struktury skał podłoża kształtować się będzie ruch wody w ośrodku skalnym. Litologia osadów istotnie oddziaływać będzie na bilans wodny zlewni. W przypadku skał litych, silnie spękanych woda występować może w formie wód szczelinowych, zaś procesem dominującym, podobnie jak w przypadku glin, będzie odpływ. W osadach luźnych zwierciadło wód będzie mieć charakter swobodny, wody opadowe będą łatwo infiltrować w głąb zasilając zbiorniki wód podziemnych. W przypadku utworów gliniastych, zwierciadło wód będzie mieć charakter napięty, mogą występować wody zawieszone w postaci soczew w strefie osadów łatwo przepuszczalnych, wody występować będą także na powierzchni tworząc lokalne zabagnienia.

**Wody.** W ujęciu obiegu wody który zasadniczo wpływa na bilans wodny zlewni, można mówić o wodach powierzchniowych i podziemnych. Mały obieg wody i warunki powietrzno-wodne wpływać będą na retencję użyteczną gleb, gruntów, retencję roślinną. W przypadku wód podziemnych wyróżnić można wody płytkiego krążenia (ich wiek wynosi od 2 do 10 lat) i głębokiego krążenia (100-200 lat). Istotne dla kształtowania potencjału retencyjnego słodkich wód powierzchniowych będą wody płytkiego krążenia oraz wody powierzchniowe: rzeki, jeziora, stawy, mokradła które tworzą bardzo cenne ekosystemy o zróżnicowanej gatunkowo florze i faunie. Bogactwo przyrodnicze tych ekosystemów jest ściśle związane z podtrzymaniem naturalnych stosunków wodnych oraz jakością wody. Małe akweny – oczka wodne, stawy, jeziora, starorzecza, mają zdolność do retencjonowania wody w okresie jej nadmiarów. Retencjonowanie różnych form i postaci wody wpływa na bilans wodny zlewni.

**Gleby.** Gleby kształtują warunki siedliskowe, decydują o zróżnicowaniu i typie zbiorowisk roślinnych oraz wpływają na stosunki wodne. Typ gleb determinuje podatność na potencjalną erozję wodną, dynamikę procesów środowiskowych i wpływa na retencję użyteczną gleb. Retencja glebowa stanowi ważną składową potencjału retencyjnego zlewni.

**Zagospodarowanie terenu.** Obieg wody w zlewni modyfikowany jest sposobem jej zagospodarowania. Tereny słabo przekształcone cechują się względnie stabilnymi warunkami obiegu wody. W przypadku obszarów zdegradowanych, przekształconych, zabudowanych stosunki wodne uległy znacznemu zaburzeniu. Uszczelnienie powierzchni zlewni kosztem obszarów biologicznie czynnych prowadzi do obniżenia potencjału retencyjnego i intensyfikacji odpływu powierzchniowego. Normalizacja stosunków wodnych ma kluczowe znaczenie zarówno dla zachowania bioróżnorodności, jak i w ochronie przeciwpowodziowej. Ze względu na obniżenie retencji glebowej i roślinnej rejestruje się coraz więcej zjawisk o charakterze katastrofalnym.

Prezentowana metodyka oceny, oparta jest na delimitacji jednostek przyrodniczych. Uwzględnia kompleksową analizę uwarunkowań środowiskowych, które istotnie wpływają na stosunki wodne oraz kształtują mały obieg wody w zlewni. Zróżnicowanie przestrzenne jednostek wyodrębnionych metodą nakładania zasięgów poszczególnych komponentów umożliwia charakterystykę jakościową i ilościową środowiska. Granice jednostek wyznaczać będą jednocześnie

zasięgi obszarów o tym samym potencjale retencyjnym. Liczba jednostek oraz powierzchnia poszczególnych typów wskazywać będą na stopień zróżnicowania struktury środowiska.

Rozpoznanie jakościowe czynników odpowiedzialnych za potencjał retencyjny pozwala z jednej strony wskazać obszary priorytetowe, które mają istotny wpływ na normalizację stosunków wodnych w zlewni. Z drugiej strony pozwala w sposób optymalny zarządzać środowiskiem przyrodniczym i jego zasobami. Ponadto, informacja uzyskana o stanie danego komponentu (ocena punktowa) umożliwia podjęcie właściwych działań technicznych, prewencyjnych mających na celu zachowanie lub poprawę warunków retencyjnych. W sytuacji kiedy kryterium abiotyczne (rzeźba, geologia, wody powierzchniowe, podziemne) wskazuje na bardzo dobry potencjał retencyjny, ale komponenty podporządkowane (gleby lub roślinność) odbiegają jakościowo od „stanu optymalnego” sygnalizują brak lub niewielkie możliwości spowolnienia odpływu powierzchniowego, sygnalizuje to zewnętrzny negatywny wpływ czynników często o charakterze antropogenicznym. W tym wypadku wszelkie kroki mające na celu poprawę potencjału retencyjnego zmierzać powinny więc do optymalizacji warunków retencji glebowej lub roślinnej.

Ocenę prowadzono w 5-stopniowej skali. Każde kryterium uzyskać mogło od 0 do 5 punktów. Łącznie maksymalna ilość punktów w ocenie końcowej wynosi 25.

Wartość 5 wskazuje na bardzo wysokie zdolności do retencji wód powierzchniowych dla danego kryterium. Ocena 4 definiuje wysokie zdolności do tworzenia potencjału retencyjnego wynikające ze właściwości danego kryterium. Ocena 3-2 punkty świadczy o umiarkowanym i małym wpływie danego kryterium na kształtowanie potencjału retencyjnego. Ocena 1 oznacza bardzo małe zdolności do tworzenia optymalnych warunków retencyjnych i kształtowania potencjału retencyjnego. Wartość 0 określa brak możliwości kształtowania potencjału retencyjnego.

**Tabela nr 8 Tabela Waloryzacja potencjału retencyjnego**

Kryterium oceny	Suma punktów
Uwarunkowania morfologiczne	0-5
Uwarunkowania geologiczne	0-5
Uwarunkowania hydrologiczne	0-5
Uwarunkowania glebowo-siedliskowe	0-5
Zagospodarowanie terenu	0-5
Maksymalna suma punktów	25

Ocenę przeprowadzono w oparciu o 5 stopniową skalę punktową. Najwyższą ilość punktów otrzymywały kryteria charakteryzujące się najwyższymi potencjalnymi zdolnościami do tworzenia warunków dla retencji wód powierzchniowych i spowolnienia odpływu powierzchniowego (Tabela 9).

**Tabela nr 9 Kryteria oceny potencjału retencyjnego**

Charakterystyka struktury przestrzenno-funkcjonalnej	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
<b>Kryterium: uwarunkowania morfologiczne</b>	
Stoki łagodne 3 % - 10 %	1
Stoki umiarkowanie nachylone 10-25 %	0
Stoki strome 25-45 %	0
Urwiska >45 %	0
rozległe spłaszczenia śródstokowe, spłaszczenia wierzchowinowe	2

Charakterystyka struktury przestrzenno-funkcjonalnej	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
równiny faliste	2
równiny płaskie zalewowe	4
dna dolin rzecznych, źródła	5
rynny jeziorne, koryta rzeczne, starorzecza, zagłębienia bezodpływowe, źródła	5
sztuczne zbiorniki wodne niesterowane, stawy	3
sztuczne zbiorniki wodne sterowane, wyrobiska	2
doliny erozyjne, wąwozy	0
<b>Kryterium: Uwarunkowania geologiczne</b>	
Grunty łatwo przepuszczalne	1
Grunty średniej przepuszczalności	1,2
Grunty słabo przepuszczalne	3
Grunty o zróżnicowanej przepuszczalności	4/5
Grunty bardzo słabo przepuszczalne	1
Grunty antropogeniczne	0
<b>Kryterium: Uwarunkowania hydrologiczne - głębokość zalegania i poziomu wód podziemnych w m p.p.t.</b>	
0-1	5
1-2	4
2-3	3
3-4	2
>5	1
<b>Kryterium: Uwarunkowania glebowo-siedliskowe</b>	
Gleby hydrogeniczne	5
Gleby napływowe	4
Gleby semihydrogeniczne	3
Gleby autogeniczne	1/2
Gleby mineralne, Gleby wapniowcowe o różnym stopniu rozwoju	1
Gleby mineralne Gleby mineralne bezwęglanowe słabo wykształcone	0
Gleby antropogeniczne	0
<b>Kryterium: Zagospodarowanie terenu</b>	
olsy	5
łęgi	5
grądy	4
las mieszane, las górski regiel dolny	3

Charakterystyka struktury przestrzenno-funkcjonalnej	Ocena potencjalnych zdolności retencyjnych
<b>bory, las górski regiel górny</b>	<b>2</b>
<b>zarośla, kosodrzewina, sady</b>	<b>1</b>
<b>mokradła</b>	<b>5</b>
<b>torfowiska</b>	<b>5</b>
<b>łąki łąkowe</b>	<b>4</b>
<b>łąki grądowe</b>	<b>3</b>
<b>murawy kserotermiczne</b>	<b>1</b>
<b>poła uprawne</b>	<b>0</b>
<b>nieużytki</b>	<b>1</b>
<b>pastwiska i łąki kośne</b>	<b>1</b>
<b>teren zabudowany</b>	<b>0</b>

Według kryterium: uwarunkowania morfologiczne, najwyżej oceniono dna dolin rzecznych, rynny jezior, starorzecza, zagłębienia retencyjne i źródła. Najmniejszą zdolnością do zatrzymywania wód powierzchniowych tym samym najniższym potencjałem będą odznaczały się stoki o nachyleniu  $> 10\%$ . W przypadku litologii największą ilość punktów przypisano gruntem o zróżnicowanej przepuszczalności (grunty organiczne), a najmniejszą ilość punktów otrzymały grunty antropogeniczne. Ze względu na głębokość zalegania wód podziemnych, największym potencjałem retencyjnym cechować będą się obszary z płytko występującymi wodami gruntowymi od 0-1 m p.p.t. Przyjęto, że położenie zwierciadła wody poniżej 5 m warunkuje małe zdolności retencyjne wód powierzchniowych. Największe zdolności do spowolnienia odpływu będą posiadały gleby organiczne torfy i gleby mułowe, najniższą gleby mineralne. Oceniając użytkowanie terenu, które istotnie modyfikuje rzeczywiste warunki retencyjne brano pod uwagę strukturę zbiorowisk roślinnych. Kompleksy przyrodnicze o złożonej strukturze, dużej szorstkości podłoża i dużych zdolnościach do retencji wód oceniono najwyżej. W ocenie kryterium zagospodarowania wskazano na negatywny skutek ograniczenia powierzchni biologicznie czynnych i jej zabudowę, co wpływa na utratę zdolności retencyjnych. W przypadku piętrowości zbiorowisk roślinnych w górach ocenę punktową zróżnicowano w zależności od składu gatunkowego lasu. Lasom regla dolnego przyznano 3 punkty, zaś lasom regla górnego 2 punkty. Lasy sosnowe, świerkowe lub jodłowe na ubogim podłożu odznaczać będą się zdecydowanie mniejszą zdolnością do zatrzymywania/spowolnienia spływu wód, jednak zdolność ta będzie relatywnie większa niż w przypadku monokultury sosnowej.

## 1.4 Podsumowanie

Podsumowując, potencjał retencyjny warunkowany strukturą przestrzenno-funkcjonalną (bez wpływu warunków meteorologicznych, wielkości opadów) określa potencjalną zdolność do spowolnienia odpływu powierzchniowego wynikającą z: retencji rzeźby, retencji gruntowej, retencji glebowej, retencji wód powierzchniowych i podziemnych, retencji szaty roślinnej. Metoda delimitacji pozwoliła wyodrębnić w obrębie badanych zlewni jednostki o największym potencjale retencyjnym, umiarkowanym i najniższym. Maksymalna ilość punktów wg oceny kryteriów wynosi 25.

Po analizie uwarunkowań środowiskowych typowych dla poszczególnych regionów Polski, z uwzględnieniem obszarów górskich, wyżynnych i nizinnych, przyjęto, że największym potencjałem retencyjnym cechować będą się jednostki, których uwarunkowania strukturalno-funkcjonalne pozwalają uzyskać ocenę powyżej 18 punktów. W przypadku jednostek, które uzyskały poniżej 18 punktów jednak więcej niż 10 potencjał retencyjny jest umiarkowany. Najniższym potencjałem retencyjnym warunkowanym środowiskowo cechować będą się jednostki, które otrzymały < 10 punktów.

**Tabela nr 10 Charakterystyka potencjału retencyjnego**

Potencjał retencyjny	Suma punktów
Jednostki o najwyższym potencjale retencyjnym	>18
Jednostki o umiarkowanym potencjale retencyjnym	10-18
Jednostki o małym potencjale retencyjnym	<10

W zlewniach górskich, które ze względu warunki środowiskowe: duże spadki terenu, budowę geologiczną, gleby strukturalne o dużej podatności na erozję wodną, szybki odpływ jednostkowy, dużą dynamikę i zmienność przepływu wód w ciekach i potokach zdolności do retencjonowania wody powierzchniowej będą limitowane stanem poszczególnych komponentów. W tych warunkach potencjał retencyjny zależny będzie od lokalnej zmienności morfologii, zróżnicowania litologii osadów, głównie zwiaterelinowych, budowy poziomu glebowego i struktury zbiorowisk. Dlatego też największym potencjałem retencyjnym w obszarach górskich odznaczać będą się lokalne spłaszczenia i strefy zagłębień, dolin, obszary torfowisk, źródlika, mokradła i młaki. Jednostki o najwyższym potencjale w danej zlewni będą odgrywały istotną rolę w stabilizowaniu stosunków wodnych i zatrzymywaniu wód opadowych oraz roztopowych. Strefy występowania lasów regla dolnego cechować będą się powolnym spływem wód opadowych i stokowych. Większe potencjalne zdolności retencyjne będzie posiadał Las górski wilgotny - LGw niż Las górski świeży – LGśw, co wynika z uwarunkowań strukturalno-funkcjonalnych samego zbiorowiska. W tym wypadku retencja gleb i retencja ściółki leśnej odgrywa kluczową rolę w spowolnieniu odpływu wód po stromym stoku. Lasy ograniczają spływ powierzchniowy na rzecz odpływu śródpokrywowego umożliwiając infiltrację wód opadowych i roztopowych w głąb profilu glebowego. Zasilanie wód szczelinowych w strefie skał krystalicznych i wód krasowych w strefie skał węglanowych korzystnie wpływa na bilans wód podziemnych. Duży potencjał retencyjny w obszarach górskich będą posiadały przed wszystkim: bory i lasy bagienne (*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, *Pino mugo-Sphagnetum*, *Sphagno girgensohnii-Piceetum*), brzożowo-sosnowe bagienne lasy borealne, kwaśne buczyny, natomiast mniejszą zdolność do spowolnienia odpływu będą posiadały górskie bory świerkowe (*Piceion abietis*). Relatywnie duży potencjał retencyjny cechować będzie torfowiska wysokie, przejściowe oraz trzęsawiska - obszary o wysokim poziomie wód gruntowych i jednocześnie dużych zdolnościach do zatrzymywania wód opadowych i roztopowych).

W pozostałych regionach o zdolnościach do retencjonowania wód decydować będzie makrorzeźba (zapadliska tektoniczne, kotliny, pradoliny, obszary pojezierzy etc.) i mikrorzeźba (zagłębienia ewapotranspiracyjne, dna dolin, rynny jeziorne), litologia podłoża (osady glacialne, fluwioglacialne, rzeczne, eoliczne, organiczne). Ze względu na intensywne użytkowania rolnicze

warunkowane dogodną morfologią istotnym czynnikiem kształtującym potencjał retencyjny będą gleby oraz zbiorowiska roślinne. Na tym tle największy potencjał posiadać będą zalesione obniżenia terenu i rozległe dna dolin rzecznych.

## 1.5 Literatura

- Balon J., 2010, Typy krajobrazu, jako narzędzie gospodarowania środowiskiem przyrodniczym Tatr, [w:] Z. Krzan (red.), Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek, tom III Człowiek i środowisko, TPN i PTPNoZ, Zakopane
- Ciepielowski A., Laskowski R., Stolarek A., 2001, Ocena Stanu retencji leśnych, Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, seria A, nr 4 (923)
- Graf R., 2009, Zasoby i ochrona wód, Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych, Red. Bogdanowicz R., Fac-Benedy J., Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk
- Horska-Schwarz S., 2009, Struktura i funkcjonowanie geokompleksów w dolinie Odry między Oławą a Wrocławiem, Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, NR 2
- Janusz, Jędryka, Kopeć, Miler, 2011, Woda dla lasu – las dla wody, na przykładzie Nadleśnictwa Kolumna, , [http://www.infraeco.pl/pl/art/a\\_15893.htm?plik=802](http://www.infraeco.pl/pl/art/a_15893.htm?plik=802)
- Jermaczek A., Pawlaczyk P., Przybylska J., 2014, Ochrona i odtwarzanie naturalnego charakteru rzek i dolin rzecznych na przykładzie rzeki Stobrawy. Wyd. urzędu Marszałkowskiego Województwa opolskiego, Opole
- Kaczmarek Z., Grzelak M., Gajewski P., 2010, Warunki siedliskowe oraz różnorodność florystyczna ekologicznych siedlisk przyrodniczych w dolinie Noteci, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, Vol. 55(3)
- Kistowski M., 1997, Problem pola podstawowego w ocenie potencjału krajobrazu na obszarach młodogłacjalnych, Problemy Ekologii Krajobrazu t. I, Warszawa
- Kistowski M., 2007, Metoda delimitacji i oceny wartości wizualno-estetycznej jednostek krajobrazowych i jej zastosowanie dla obszaru województwa pomorskiego, [w:] Znaczenie badań krajobrazowych dla zrównoważonego rozwoju. Profesorowi Andrzejowi Richlingowi w 70. rocznicę urodzin i 45-lecie pracy naukowej, Uniwersytet Warszawski, WGiSR, Warszawa, s. 677–695
- Kistowski M., Myślak D., Twardowska K., 1998, Indykacja wartości przyrodniczych: kryteria wyznaczania i oceny zespołów przyrodniczo-krajobrazowych w Polsce północnej i zachodniej, Przegl. Przyrodn. IX, 1/2, s. 127–138
- Mioduszeński W., 1997, Rola małych zbiorników wodnych w środowisku przyrodniczym. Zbiorniki wodne –rola w krajobrazie rolniczym. Mat. Sem. 40, IMUZ Falenty: 7–17
- Mioduszeński W., 2008, Mała retencja w lasach elementem kształtowania i ochrony zasobów wodnych. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 10 (2): 33-48
- Okoński B., 2006, Modelowanie odpływu bezpośredniego w zależności od stanów pokrycia zlewni leśnej. Seria Rozpr. Nauk. Zesz., 374, Wyd. AR, Poznań
- Popek Z., 2011, Analiza możliwości zwiększania retencji na obszarach zurbanizowanych w dorzeczu Wisły Środkowej– stan wiedzy i dalsze kierunki działań, ekspertyza, Program bezpieczeństwa powodziowego w dorzeczu Wisły środkowej
- Richling A., 1992, Kompleksowa geografia fizyczna, PWN, Warszawa
- Richling A., Solon J., 1998, Ekologia krajobrazu, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
- Szymanowski M., 1982, Kurczliwość utworów torfowych, TORF nr 3 (74)

Wytyczne do identyfikacji  
priorytetowych obszarów  
o największym potencjale  
retencyjnym przeznaczonych do  
renaturalizacji w dolinach  
rzecznych, ze szczególnym  
uwzględnieniem mokradeł

## **2. Wytyczne do identyfikacji priorytetowych obszarów o największym potencjale retencyjnym przeznaczonych do renaturalizacji w dolinach rzecznych, ze szczególnym uwzględnieniem mokradeł**

### **2.1 Wprowadzenie**

W wyniku intensywnego rolnictwa oraz zagospodarowania, doliny rzek i potoków uległy znacznemu przekształceniu. Reakcją na degradację naturalnych struktur przyrodniczych była zmiana warunków hydromorfologicznych, zanik cennych siedlisk i spadek bioróżnorodności. Redukcja areału zbiorowisk lasów łągowych, olsowych i łąk zalewowych, osuszenie terenów torfowiskowych oraz rosnące zanieczyszczenie wód i gleb doprowadziły do zmniejszenia obszarów o największym potencjale retencyjnym. Dodatkowo prace regulacyjne (prostowanie, zabudowa koryt, budowa przekopów, kanałów, umocnienia brzegów, budowa zbiorników przeciwpowodziowych, budowa wałów przeciwpowodziowych etc.) przyczyniły się do ograniczenia zdolności meandrowych rzek i zmniejszenia strefy naturalnego zalewu powierzchniowego.

Zmiana warunków hydromorfologicznych i ujemny bilans rumowiska wleczonego przy zachowaniu zdolności transportowych rzek i cieków uruchomiły procesy erozji wgłębnej. W efekcie poziom wód gruntowych w strefie równi zalewowych znacznie obniżył się. Degradacja struktur korytowych i pozakorytowych oraz intensywna erozja przyczyniły się do zmiany typu koryt i stopniowego odcinania meandrów i zaniku torfowisk.

Spadek zdolności retencyjnych ekosystemów zależnych od wód był więc efektem nie tylko bezpośrednich działań technicznych, ale wynikiem negatywnych procesów związanych z obniżaniem bazy erozyjnej rzek i spadkiem poziomu wód gruntowych.

Wszelkie kroki mające na celu przywrócenie potencjału retencyjnego siedlisk nadrzecznych polegają przede wszystkim na odtworzeniu naturalnego zasięgu zalewu powierzchniowego i normalizacji stosunków wodnych w dolinach. Jednak pełne przywrócenie naturalności rzek jest w praktyce często niemożliwe, gdyż obecne zagospodarowanie równi zalewowych często trwale wyklucza funkcję przyrodniczą, jako tą nadrzędną. Renaturyzacja to proces złożony obejmuje bowiem różnego rodzaju przedsięwzięcia od prac koncepcyjnych, metodycznych, po tworzenie modeli hydrologicznych i działania techniczne mające na celu przywrócenie stabilności ekosystemów, ułatwiając samoistne odtworzenie ich pierwotnych struktur.

Istotnym etapem procesu renaturalizacji jest więc aktywacja strukturogennych procesów środowiskowych ograniczająca do minimum zakres wymaganych prac ziemnych. Istotny z punktu widzenia przywracania potencjału retencyjnego jest zalew powierzchniowy i zwiększenie strefy inundacji ograniczonej wałami przeciwpowodziowymi. W tym wypadku rozbiórka nawet częściowa wałów zoptymalizuje przebieg procesów pozakorytowych prowadząc do odtworzenia siedlisk mokradłowych.

Do podstawowych działań technicznych w obrębie dolin rzecznych mających na celu przywrócenie równowagi środowiska rzeczno i poprawy potencjału retencyjnego należą:

- likwidacja wszelkich trwałych umocnień brzegów i dna, w celu spowolnienia odpływu wód rzecznych, działanie ma na celu uruchomienie procesów korytowych i spontaniczne odtwarzanie struktur sedymentacyjnych (odsypy, łachy, mielizny);
- przywracanie ciągłości morfologicznej ciekom poprzez likwidację zapór, stopni i progów wodnych etc., w celu umożliwienia swobodnego przepływu rumowiska dennego

i samoistnego odtworzenia się litofacji korytowych, formowania układów typowych dla koryt naturalnych: bystrze-płoso;

- ograniczenie eksploatacji kruszywa z koryta, kontrolowane przerzuty osadów dennych poniżej zapór etc. w celu wyrównania bilansu rumowiska wleczonego i ograniczenia erozji dennej, przeciwdziałanie obniżaniu bazy erozyjnej i spadku poziomu wód gruntowych;
- odtworzenie połączeń pomiędzy korytem aktywnym a systemem dawnych meandrów poprzez wykonanie kontrolowanych przekopów, w celu przywrócenia dawnej dynamiki procesów hydromorfologicznych;
- rozbiórka, rozstaw wałów przeciwpowodziowych w celu odtwarzania naturalnych warunków hydromorfologicznych w obrębie odciętych, dystalnych fragmentów równi zalewowej i samoistnego odtworzenia obszarów mokradłowych;
- likwidacja systemów odwodnieniowych, zaniechanie prac utrzymaniowych w obrębie kanałów, koryt i rowów melioracyjnych odwadniających równie zalewową, w celu podniesienia poziomu wód gruntowych i wtórnego zabagnienia zmeliorowanych obszarów mokradłowych;
- odtwarzanie naturalnych zbiorowisk łąkowych poprzez ograniczenie użytków rolnych, przywrócenie zalewu powierzchniowego oraz zalesienia - nasadzenia wielogatunkowe, „likwidację” monokultur leśnych w strefie terasy zalewowej.

Przedsięwzięcia renaturalizacyjne, ogólnokrajowe, regionalne programy renaturalizacji rzek obejmują z reguły działania o skali lokalnej. Zadania dotyczą w większości pojedynczych obiektów, jak np. przywrócenia połączenia pojedynczego starorzecza z korytem aktywnym. Choć zabiegi te korzystnie wpływają na wzrost lokalnej bioróżnorodności mają niewielki wpływ na odtworzenie pełnych zdolności retencyjnych całej doliny oraz normalizację stosunków wodnych w zlewni. Ważne jednak, że są one podejmowane i są coraz liczniejsze.

Interesującym przykładem kompleksowego traktowania dolin rzecznych jest program o szerszym zasięgu, który obejmuje renaturalizację sieci hydrograficznej w basenie środkowej doliny Biebrzy. Projekt jest współfinansowany przez instrument finansowy LIFE Komisji Europejskiej oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Całkowita wartość projektu to 15 001 178 PLN (<http://www.renaturyzacja.biebrza.org.pl/>). Z założenia proces renaturalizacji ma dwa zasadnicze cele: po pierwsze zahamowanie degradacji siedlisk hydrogenicznych na obszarze systemu wodnego: Kanał Rudzki – rzeka Etka – rzeka Jegrznia – Kanał Woźnawiejski. Po drugie, poprawę warunków siedliskowych dla awifauny otwartych ekosystemów bagiennych. W ramach projektu sporządzony będzie plan zarządzania ochroną ekosystemów na obszarze 9 000 ha.

## 2.2 Założenia ogólne

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, że ekosystem rzeczny stanowi całość, dynamiczną, zmienną w czasie strukturę przestrzenno-funkcjonalną, podatną na czynniki zewnętrzne. W tym ujęciu za potencjał retencyjny odpowiadają warunki siedliskowe. Siedlisko, czyli biotop oraz biocenoza, są od siebie współzależne i wzajemnie na siebie oddziałują. Prawidłowe relacje pomiędzy biotopem a biocenozą umożliwiają zachowanie stabilności ekologicznej i zdolności do samoregulacji ekosystemów. Wszelkie zmiany w ekosystemie rzeczonym prowadzić będą do destabilizacji struktur i utraty funkcji przyrodniczych siedlisk, w tym funkcji retencyjnych.

Ekosystemy bagienne - mokradła ze względu na swoje właściwości retencyjne pełnią ważną rolę w dolinach rzecznych. Pod pojęciem mokradeł rozumie się miejsca podmokłe, ze stagnującą lub mało ruchliwą wodą, często zajmujące tereny lokalnych obniżen (Tobolewski 2003). Do ważniejszych funkcji przyrodniczych mokradeł należy zaliczyć (za :Leszczuk i Brandyk1997):

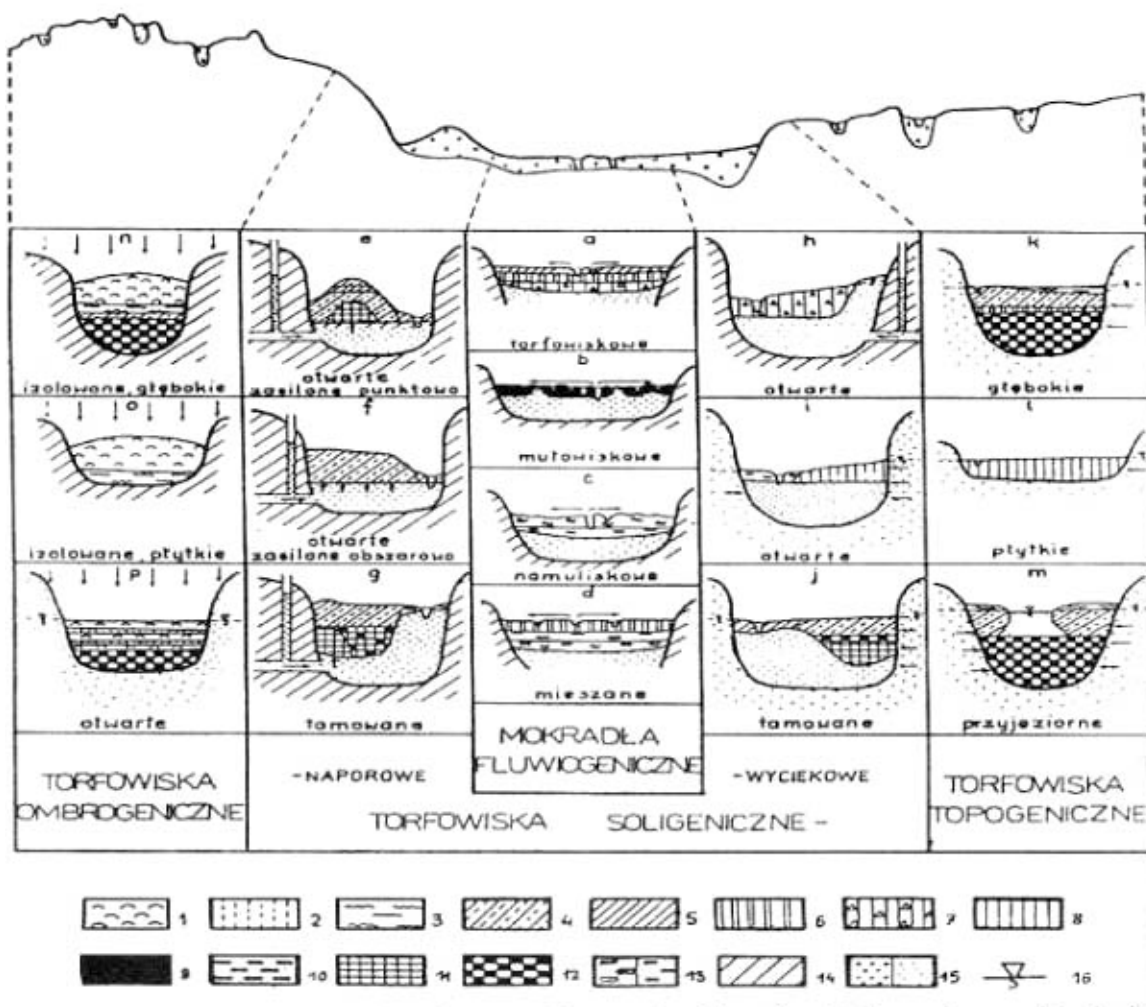
- retencjonowanie wody, poprawa bilansu wodnego, zwiększenie zasobów wodnych,
- zasilanie w wodę obszarów przyległych,
- ograniczanie erozji,
- poprawę jakości wody,
- produkcję biomasy,
- zwiększanie bioróżnorodności.

Znaczącą rolę hydrologiczną, jako naturalnych zbiorników retencyjnych magazynujących wody opadowe, przepływowe i roztopowe, pełnią mokradła torfotwórcze – torfowiska. Dzięki dużym właściwościom retencyjnym gleb organicznych i zróżnicowanej strukturze roślinności wpływają na długotrwałe spowolnienie odpływu powierzchniowego. Ich zdolność do retencjonowania wód warunkowana jest wieloma czynnikami, tj. morfologia, budowa geologiczna, wielkość i cykliczność zalewu. W zależności od rodzaju zasilania wyróżnia się mokradła:

- ombrofilne- zasilane wodami opadowymi,
- reofilne- zasilane wodami przepływowymi.

Ze względu na sposób dopływu wody mokradła dzieli się na:

- **ombrogeniczne (deszczowe)**, typowe dla zagłębień ewapotranspiracyjnych, obszarów wododziałowych (obszary górskie, morenowe). Są to najczęściej torfowiska wysokie i przejściowe. Dominuje zasilanie opadowe, gruntowe. Jednym z największych mokradeł omawianego typu w Polsce jest torfowisko Karaska (ok. 1 000 ha), wykształcone na sandrze kurpiowskim;
- **topogeniczne (topograficzne)**, torfowiska zasilane wodami gruntowymi o małej ruchliwości. Powstają na międzyrzeczach i w strefach przywodziałowych, głównie na piaszczystych lub morenowych równinach o jednolitej budowie geologicznej, w strefach przejeziornych często w wyniku zarastania jezior. Są to głównie torfowiska niskie, łatwo przekształcające się w torfowiska przejściowe. Są charakterystyczne dla obszarów równin sandrowych Pojezierza Południowopomorskiego;
- **soligeniczne (wodnogruntowe)**, zasilane wodami podziemnymi, gruntowymi, typowe dla stref wypływu wód podziemnych (wycieków, źródeł, młak). Występują na obszarach o złożonych warunkach hydrogeologicznych, w strefach krawędziowych np. zbocza dolin. Tego typu mokradła licznie występują w Kotlinie Biebrzańskiej;
- **soligeniczono-fluwiogeniczne** (wodnogruntowo-rzeczne) tzw. bielawy zalewane, typowe dla obszarów dolin rzecznych zalewanych przy wyższych stanach wód;
- **fluwiogeniczne (rzeczne)** zasilane wodami rzeczными oraz wodami aluwialnymi. Są to głównie torfowiska niskie, siedliska namuliskowe i mułowiskowe, zastoiska. Cechuje je duża retencja dyspozycyjna. Klasyczne mokradła fluwiogeniczne występują w obrębie równi zalewowych i dnach dolin. Największe z nich występują w dolinach dużych rzek, np. Wisły, Odry, Narwi.



**Rycina 4. Rozmieszczenie i różnicowanie mokradeł na tle rzeźby powierzchni terenu i warunków wodnych (Żurek, Tomaszewicz 1996)**

O właściwościach retencyjnych obszarów mokradłowych decyduje szereg zmiennych. Stosunki wodne mokradeł są efektem nakładania się wielu czynników przyrodniczych i antropogenicznych, które wpływają na aktualną sytuację hydrologiczną tych żyznych siedlisk oraz implikują kierunki ich dalszego rozwoju lub degradację (Okruszek, Grygoruk 2009).

Mokradła obszarów dolinnych: fluwiogeniczne i fluwiogeniczno-soligeniczne (bielawy zalewane) tworzą zasobne siedliska łągów rozlewiskowych i łągów właściwych o wysokim poziomie wód gruntowych i dużych zdolnościach retencyjnych. W obrębie mokradeł o stałym dopływie wód podziemnych i dużej częstotliwości zalewu powierzchniowego – np. starorzeczka - dominują zbiorowiska szuwarów trzcinowych. Torfowiska będące pod wpływem zalewu 2-4 miesiące porośnięte są szuwarami turzyc wysokich. W podłożu tworzą się torfy trzcinowe i torf turzycowiskowy. Obszary te stanowią swoiste zbiorniki retencyjne, które pozostają we wzajemnych relacjach tworząc tzw. zespolony kompleks retencyjny działający na zasadzie zbiorników pierwszego i drugiego rzutu. W pierwszej fazie wezbrań napełniane i opróżniane wodami wezbraniowymi są mokradła fluwiogeniczne, ich pojemność jest bardzo duża gdyż wyznacza ją: głębokość zalewu powierzchniowego sięgająca do 150 cm (retencja powierzchniowa) oraz opadanie poziomu wody gruntowej w okresach suchych dochodzące nawet do 100 cm (retencja glebowa). Odpływ wód warunkowany morfologią i strukturą roślinności jest bardzo powolny. W kolejnym etapie, przy wysokich stanach wód zalewane są mokradła soligeniczno-fluwiogeniczne. Ich retencja dyspozycyjna jest znacznie mniejsza niż mokradeł fluwiogenicznych,

jednak spowolnienie odpływu wód jest istotne zwłaszcza w suchych okresach roku. Ich pojemność wyznacza poziom zalewu, który zwykle wynosi około 50 cm. i małe wahania zwierciadła wody gruntowej (w granicach 50 cm).

Mokradła fluwogeniczne i soligeniczono-fluwiogeniczne obejmują przede wszystkim obszary pradolin, w obrębie których wytworzyły się wielkie kompleksy torfowe (np. pradoliny górnej Biebrzy, Kanału Bydgoskiego, i środkowej Noteci, północna część doliny Bzury) oraz dolin rzecznych np.: Wisły, Odry, Bugu, Wieprza, Warty, Biebrzy, Pilicy, Narwi, Bzury, Noteci, Baryczy. W Polsce od lat 90-tych funkcjonuje komputerowy *Bank Danych o Torfowiskach oraz Mokradłach i Użytkach Zielonych Polski*, który powstał w latach 1989-1993. Zawiera informacje o prawie 50.000 złóż torfowych i około 2.000 gytiowisk. Źródłem danych były 1950-1984 dokumentacje torfowe oraz wykonane w latach 70-tych kartoteka i mapa torfowisk w skali 1:100.000. Numeryczną wersją *Mapy Mokradeł i Użytków Zielonych Polski* w skali 1:100.000 jest *Komputerowy Atlas Mokradeł i Użytków Zielonych Polski* dostępny w skali 1:300.000. W latach 1992-1995 powstała *Mapa Mokradeł i Użytków Zielonych Polski* w skali 1:100.000.

Ze względu na silną antropopresję ekosystemy rzeczne jako odbiorniki wszelkich zanieczyszczeń łatwo ulegają degradacji. Ochrona i przywracanie równowagi stosunków wodnych w dolinach zwłaszcza działania polegające na odtwarzaniu obszarów mokradłowych stanowią więc fundament wszelkich działań przeciwpowodziowych i renaturalizacyjnych. Bez przywrócenia zalewu powierzchniowego i odtworzenia obszarów o dużym potencjale retencyjnym normalizacja stosunków wodnych w dolinach rzek jest niemożliwa.

## 2.3 Przesłanki do renaturalizacji obszarów o największym potencjale retencyjnym w dolinach rzecznych

Na potrzeby wyznaczania obszarów o największych zdolnościach retencyjnych przeznaczanych do renaturalizacji w obrębie dolin rzecznych przyjęto, że na zdolności retencyjne równorzędny wpływ będą miały takie elementy jak:

- morfologia równi zalewowych, która wpływa na zasięg, wysokość i długość zalewu powierzchniowego, szybkość odpływu wód powierzchniowych, głębokość zalegania wód gruntowych;
- typ gleb (aluwialne, organiczne) decydującą będzie o retencji użytecznej;
- zbiorowiska roślinne.

Przy ostatecznej weryfikacji obszarów przeznaczonych do renaturalizacji należy uwzględnić: warunki hydromorfologiczne, zabudowę hydrotechniczną, zagospodarowanie równi zalewowej. Materiałem wyjściowym do oceny eksperckiej powinny być: ortofotomapy, mapy tematyczne oraz mapy archiwalne.

Ze względu na uproszczony charakter oceny nie uwzględniono:

- zmienności położenia zwierciadła wody i przepustowości koryta rzeki wraz z doliną zalewową;
- przepływów charakterystycznych w przekrojach kontrolowanych –wodowskazowych;
- oporów przepływu w korycie (pomiaru hydrometryczne w terenie);
- opór przepływu na obszarach zalewowych przyjęto na podstawie dostępnej literatury.

O warunkach obiegu wody w obrębie dolin rzecznych decyduje struktura przestrzenno-komponentowa środowiska oraz sposób zagospodarowania doliny. Istotna jest zarówno zdolność retencyjna warunkowana typem krajobrazu (górski, wyżynny, nizinny), jak i charakter siedlisk, ich

żyźność wynikająca z właściwości gleb (retencja glebowa), przepuszczalności gruntów (retencja gruntowa), struktura zbiorowisk roślinnych (retencja roślinna) oraz skala przekształcenia doliny (stopień uszczelnienia zlewni).

Przy weryfikacji obszarów priorytetowych o największym potencjale retencyjnym w dolinach czynnik morfologiczny uznano jako nadrzędne kryterium wyróżnienia. Ukształtowanie terenu równi, spadek doliny, położenie względem koryta aktywnego, wysokość n.p. rzeki ma znaczący wpływ na kształtowanie warunków siedliskowych i przebieg procesów fluwialnych. Morfologia równi zalewowych determinuje zasięg i długość zalewu powierzchniowego, szybkość przepływu wód wezbraniowych, wpływa na obieg wody, charakter osadów, typ i wilgotność gleb oraz zróżnicowanie gatunkowe zbiorowisk. W efekcie doliny rzeczne stanowią doskonały przykład strefowości układu struktur przyrodniczych. Oznacza to, że poszczególnym strefą morfologicznym odpowiadają typowe warunki siedliskowe oraz zespoły roślinne.

W strefie przykorytowej, w zasięgu wód brzegowych, na aluwialnych piaszczystych i żwirowych występują siedliska mady lekkiej ze zbiorowiskami lasów łęgowych wierzbowo-topolowych. Ze względu na dużą przepuszczalność gruntów zdolność do retencji w bezpośrednim sąsiedztwie koryta jest niższa niż w przypadku oddalonych zagłębień o utrudnionym odpływie powierzchniowych (basenów powodziowych).

Strefa starorzeczy, paleomeandrów i zagłębień o utrudnionym odpływie odpowiada siedliskom bagiennym: olsów, lasów łęgowych, torfowisk rozwiniętych na gruntach ciężkich, torfach, murszach. Zdolność retencyjna tej strefy jest bardzo wysoka, co wynika z właściwości: osadów, gleb, zbiorowisk jak i długości zalewu powierzchniowego. Utrudniony odpływ wód powodziowych, opadowych dodatkowo sprzyja depozycji materii organicznej. Siedliska bagienne wykształcone na gruntach organicznych (torfach i murszach), z płytko występującymi wodami gruntowymi, cechować będzie duża zdolność do spowolnienia odpływu powierzchniowego i przekształcaniu go odpływ podziemny.

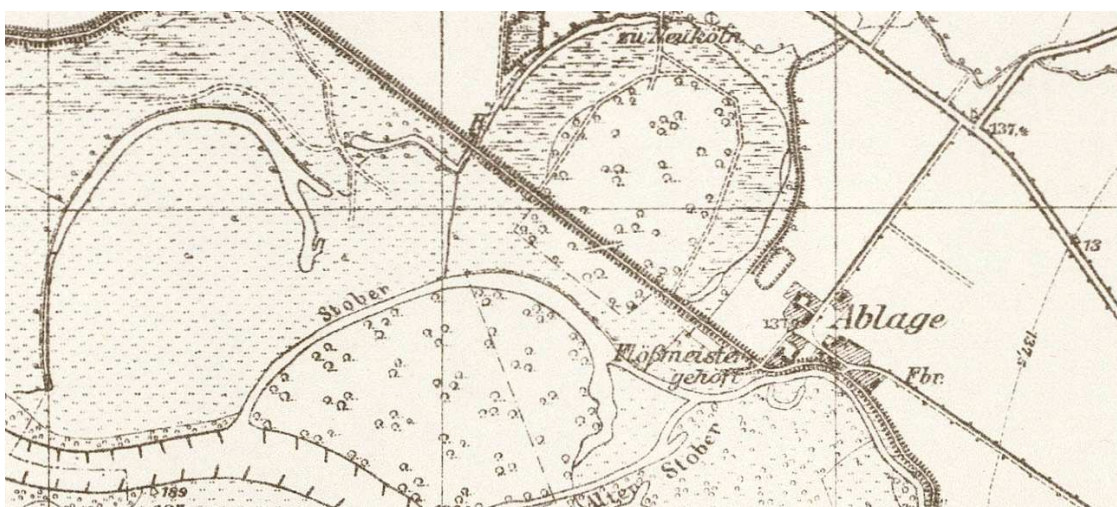
Niestety w wyniku ograniczenia strefy swobodnego przepływu wód wezbraniowych oraz melioracji znacznie obniżono zdolności retencyjne mokradeł. Odcięte od zalewu siedliska hydrogeniczne uległy degradacji, zaś zbiorowiska lasów bagiennych stopniowo przekształcają się w kierunku zbiorowisk łąkowych. Proces łąkowania przebiega długofalowo, początkowo zmiany widoczne są na poziomie runa i podszytu, co jest wyznacznikiem transformacji profilu glebowego. W kolejnym etapie następuje stopniowe uproszczenie struktury zbiorowiska. Przy czym przywrócenie zalewu powierzchniowego ma kluczowe znaczenie dla odtworzenia pierwotnych zdolności retencyjnych tych siedlisk.

Renaturalizacja obejmuje przedsięwzięcia mające na celu przywrócenie rzece uprzednio uregulowanej stanu sprzed regulacji (Żelazo 2006). W praktyce proces odtwarzania warunków siedliskowych w dolinach rzecznych jest długotrwały, oparty na szeregu działań technicznych i nietechnicznych, które wspomagają samoistne odtworzenie ekosystemów od wód zależnych. Interesującym przykładem takich działań jest Przedsięwzięcie polegające na odsunięciu wałów przeciwpowodziowych od koryta Odry na odcinku: Domaszków-Trachalice.

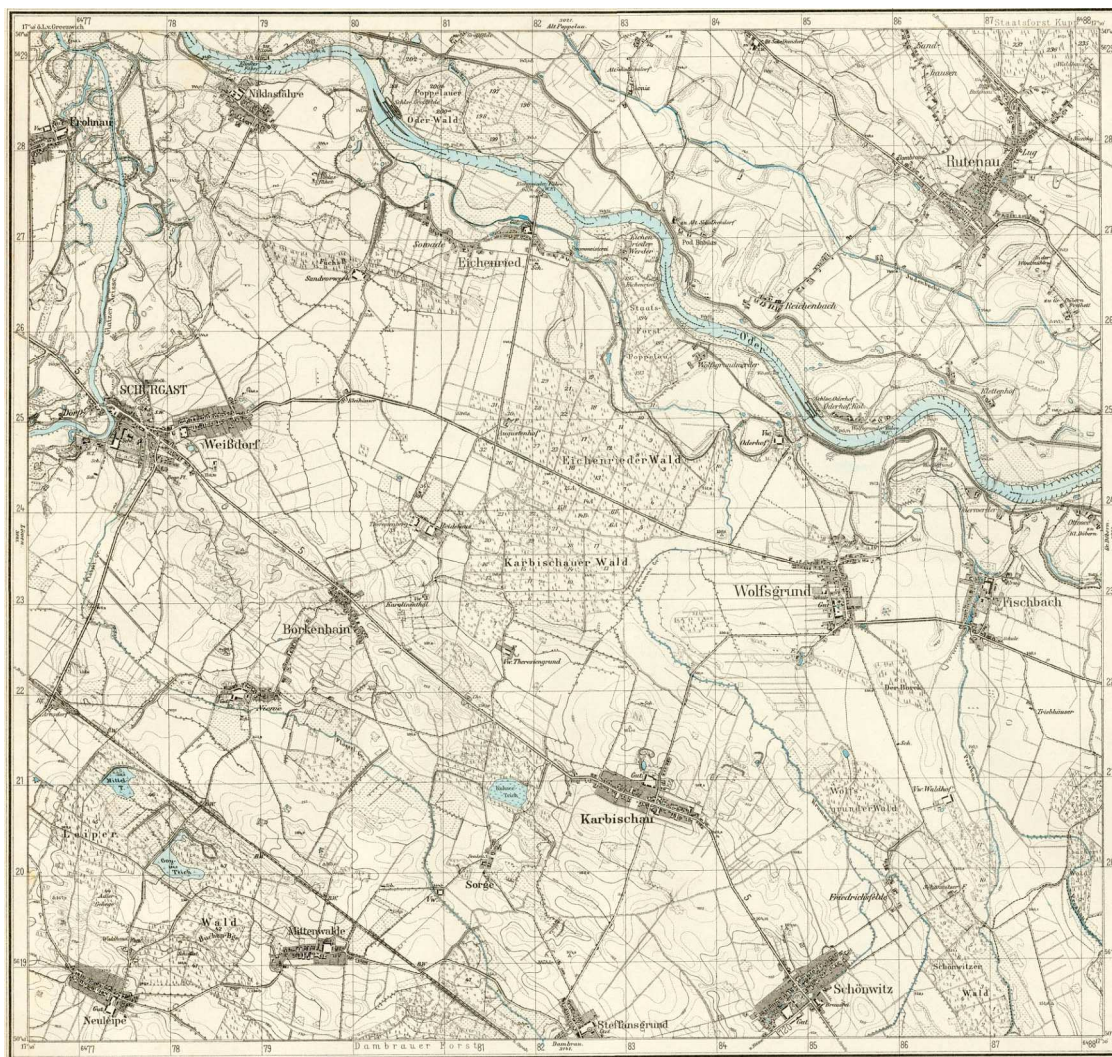
Wszelkie prace mające na celu poprawę warunków wodnych w dolinach uregulowanych rzek zmierzać powinny do przywrócenia optymalnego poziomu wód gruntowych oraz naturalnej odtworzenia strefy przepływu wód wezbraniowych. Dynamika procesów fluwialnych w procesie renaturalizacji stanowi klucz do poprawy warunków retencyjnych. Proces renaturalizacji wymaga oceny zdolności retencyjnych siedlisk w ujęciu funkcjonowania całej rzeki, jako systemu otwartego i dynamicznego.

Nie ulega wątpliwości, że największe straty przyrodnicze w ekosystemach rzecznych są efektem prac regulacyjnych w korytach: prostowania i zmiany przebiegu, w wyniku czego degradacji ulegało wiele siedlisk, zaś potencjał przyrodniczy został znacząco zubożony. Pogłębione rzeki i cieków, doprowadziło do odciażenia rumowiska wleczanego w wyniku budowy jazów, zapór i śluz ulegających odcinkowej erozji dennej. W wyniku czego, w ostatnich kilkudziesięciu latach doszło do obniżenia bazy erozyjnej wielu rzek i odcięcia starorzeczy. Pozbawione kontaktu z wodami płynącymi starorzecza

szybko ulegały zarastaniu. Budowa wałów przeciwpowodziowych i sztuczne odcięcie wielu meandrów spowodowało przyspieszenie degradacji struktur przyrodniczych o największym znaczeniu dla normalizacji stosunków wodnych w dolinie. Zmiany geometrii koryta i ujednolicenie spadku, powoduje przyspieszenie odpływu wód, zaś melioracja równi zalewowych prowadzi do transformacji procesów glebowych. W efekcie następuje zmiana struktury zbiorowisk łągowych, olsowych i bagiennych. Zarówno zdegradowane gleby jak i zbiorowiska tracą pierwotny potencjał retencyjny. Przywrócenie potencjału retencyjnego wymaga niewielkich działań technicznych np. rozstawu wałów i przywrócenia zalewu powierzchniowego (Ryc. 5). W innych przypadkach, kiedy obszar do renaturalizacji obejmuje dłuższy odcinek doliny prace renaturalizacyjne dotyczą większego zakresu przedsięwzięć (Ryc.6). Wymagane jest przywrócenie zalewu powierzchniowego, czyli konieczna jest rozbiórka wałów na długich odcinkach, odcinkowe przesunięcie wałów lub budowa nowych otaczających miejscowości, wyłączenie zmeliorowanych mokradeł z użytkowania rolnego, wtórne zabagnienie siedlisk.



**Rycina 5. Ujście Stobrawy do Odry, odcięte od koryta starorzecze o dużym potencjale retencyjnym i możliwości renaturalizacji poprzez odsunięcie wałów przeciwpowodziowych ([http://amzpbig.com/maps/5171\\_Stoberau\\_1937.jpg](http://amzpbig.com/maps/5171_Stoberau_1937.jpg)).**



**Rycina 6.** Dolina Odry na wysokości Mikolina, odcięte od koryta paleomeandry o dużym potencjale retencyjnym, struktura zdegradowana do renaturalizacji ([http://amzpbig.com/maps/5272\\_Schurgast\\_1936.jpg](http://amzpbig.com/maps/5272_Schurgast_1936.jpg))

## 2.4 Metody wyznaczania obszarów o największym potencjale retencyjnym przeznaczonych do renaturalizacji

Potencjał retencyjny w dolinach rzecznych warunkowany jest specyfiką geograficzno-geologiczną zlewni. Charakter rzeki (górski, podgórski, nizinny, wyżynny) w zależności od spadku doliny, kształtu, przebiegu warunków hydromorfologicznych i uwarunkowań kształtowania się fali wezbraniowej wyznacza zasięg wód powodziowych oraz definiuje optymalne zdolności do spowolnienia odpływu powierzchniowego. Rzeki górskie o dużej energii przepływu, wysokiej dynamice zmian poziomu wody, cechuje szybki odpływ i duży potencjał powodziowy. Ich zdolność retencyjna jest limitowana strukturą środowiska. W przypadku płaskich szerokich dolin rzek nizinnych potencjał retencyjny będzie wyższy. Duże zdolności retencyjne gleb organicznych i aluwialnych oraz utrudniony odpływ wód powierzchniowych sprzyja ich stagnacji i tworzeniu obszarów mokradłowych.

Wyznaczanie obszarów o największym potencjale retencyjnym w dolinach rzecznych należy prowadzić więc z uwzględnieniem typu abiotycznego poszczególnych JCWP. Analiza struktury

komponentowej pozwoli właściwie określić potencjał retencyjny. Informacja o stanie wód wskazuje na potencjalną zdolność struktury do samoistnej odbudowy. W przypadku JCWP wyznaczonych jako sztuczne lub silnie zmienione zdolność ta będzie stosunkowo mała. W przypadku naturalnych JCWP podatność struktury na negatywne czynniki jest ograniczona, zaś jej zdolność do regeneracji i odtwarzania siedlisk potencjalnie wysoka. Wobec powyższego, w przypadku naturalnych JCWP reaktywowanie potencjału retencyjnego będzie jednocześnie wspierane procesami naturalnymi. Zalew powierzchniowy i przepływ Q1% wyznaczać będzie optymalny obszar o najwyższym potencjale retencyjnym w dolinach.

Największym potencjałem retencyjnym warunkowanym strukturą komponentową środowiska będą odznaczały się :

- **rozległe, ewapotranspiracyjne zagłębienia o charakterze rozlewisk**, zlokalizowane w obrębie płaskiej, dystalnej części równi zalewowej, o utrudnionym odpływie powierzchniowym, wypełnione glebami hydrogenicznymi, potencjalne strefy występowania olsów i bagiennych lasów łęgowych z typową strukturą kępkową runa;
- **lokalne obniżenia pełniące rolę basenów powodziowych**, zlokalizowane w obrębie równiny zalewowej, w obrębie których zachodzi stagnacja wód powodziowych i sedymentacja drobnych frakcji, typowe są mady ciężkie, gleby mułowe, torfowe; jest to potencjalna strefa występowania lasów łęgowych wiązowo-jesionowych;
- **paleomeandry, starorzecza i małe zbiorniki wodne**, stanowią siedliska eutroficzne, typowe są gleby torfowe, mułowe, murszowe; są to potencjalne strefy występowania torfowisk, łożowisk.

Do najcenniejszych ekosystemów rzecznych, które wpływają korzystnie na normalizację stosunków wodnych w dolinach i kształtują potencjał retencyjny należą:

- Ekosystemy wodne
  - **Starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami *Nymphaeion*, *Potamion***. Kod siedliska: 3150. Naturalne jeziora oraz niewielkie zbiorniki wodne, fragmenty odciętych meandrów z makrofitami (*Potamion* i *Nymphaeion*), makrofitami zakorzenionymi w dnie oraz o liściach pływających (część *Nymphaeion* a także *Lemnetea*). Najbliższe otoczenie tworzą często zbiorowiska z klasy *Phragmitetea* – trzcinowiska z udziałem szuwaru wysokiego (*Phragmitetum* i in.) i szuwaru turzycowego. W oddaleniu występują zbiorowiska mszysto-turzycowe (klasa *Scheuchzeria-Caricetea nigrae*) lub wilgotne łąki (*Molinio-Arrhenatheretea*), które przekształcają się w łożowiska (*Salicetum pentandro-cinereae*).
- Ekosystemy leśne, w tym:
  - **zbiorowiska lasów olszowych, olsy**. Są to siedliska bagienne, o wysokim poziomie wody gruntowej lub wody stagnującej do wysokości kilkudziesięciu cm. Charakterystyczna jest kępową struktura runa. Siedlisko tworzą gleby torfowe, gleby murszowo-mineralne, murszowe, mułowo-murszowe, torfowo-murszowe, murszowo-glejowe w tym. Wyróżniamy żyzny ols porzeczkowy (*Ribeso nigri-Alnetum* lub *Ribo nigri-Alnetum*) i uboższy torfowcowy (*Sphagno squarrosi-Alnetum*);
  - **źródłiskowe zbiorowiska lasów olszowych na niżu**. Kod siedliska: 91E0-4, siedlisko priorytetowe. Są to zbiorowiska rozwijające się na źródłiskach lub kopułach torfowisk źródłiskowych. Siedliska tworzą się na glebach torfowych;
  - zbiorowiska nadrzecznej olszyny górskiej *Alnetum incanae* (Lüdi 1921). Kod siedliska 91E0-6. siedlisko priorytetowe;

- **bagienna olszyna górska *Caltho laetae-Alnetum***. Kod siedliska 91E0-7, siedlisko priorytetowe;
- **zbiorowiska lasów łęgowych olszowo-jesionowych tzw. „jesionowo-olszowy las łęgowy bagienny**. Kod siedliska: 91E0-3, siedlisko priorytetowe; typowe są gleby mułowe lub torfowo-mułowe, murszowe i murszowate, mady rzeczne, zwykle właściwe lub próchniczne. Zalewy powierzchniowe sporadyczne, co roku lub co kilka lat. Pod warunkiem niezmienności warunków siedliskowych jest to trwały typ zbiorowiska leśnego;
- **zbiorowiska lasów łęgowych wiązowo-jesionowych**; typowe dla dolin rzecznych wilgotne lasy wytworzone na siedliskach żyznych i bardzo żyznych. Gleby aluwialne z wysoko występującym poziomem wód gruntowych (mady brunatne, gleby murszowe, gruntowo-glejowych), wymagany krótki zalew powierzchniowy.
- Ekosystemy bagienno-łąkowe o najwyższym potencjale retencyjnym:
  - mokradła torfowiskowe na siedliskach stale podmokłych, podłożu trudno przepuszczalnym, ze zbiorowiskami roślin bagiennych i bagienno-łąkowych;
  - mokradła nietorfowiskowe, namuliska, mułowiska.

## 2.5 Charakterystyka obszarów o największym potencjale retencyjnym przeznaczonych do renaturalizacji w dolinach rzek

Współczesna szata roślinna dolin rzecznych stanowi swoistą mozaikę wtórnych układów, tudzież zbiorowisk zastępczych podlegających tym samym prawom zmienności co występujące wcześniej zbiorowiska pierwotne (Faliński 2001). Dla obszarów dużych dolin rzecznych widoczna jest się toposekwencja, a wraz z nią strefowe następstwo zbiorowisk roślinnych (Faliński 1990).

W dolinach rzecznych poszczególnym strefom morfologicznym odpowiadają typowe siedliska, które w zależności od czynników zewnętrznych reprezentują postać suchą, świeżą, typową, wilgotną, zabagnioną, bagienną, degradacyjną.

Ze względu na strukturę komponentową w dolinach rzecznych można wydzielić cztery główne strefy o największym potencjale retencyjnym (wg Horska-Schwarz 2007):

- STREFA EUTORFICZNYCH SIEDLISK BAGIENNYCH ZBIOROWISK LEŚNYCH I ZAROŚLOWYCH

Strefa obejmuje podmokłe, zabagnione zagłębienia denudacyjne, bezodpływowe lub i utrudnionym odpływie powierzchniowym. Charakterystyczne są płytko zalegające wody gruntowe o małej ruchliwości oraz półwodny typ gospodarki wodnej gleb. Są to siedliska zabagnionych gleb mułowo-torfowych, zbiorowisk lasów i zarośli z udziałem olszy czarnej. Obejmuje:

- **lasz bagienne z dominacją olszy czarnej**, o kępkowej strukturze runa, porastające bagienne siedliska, z glebami organicznymi: torfy, mursze, o okresowo wysokim poziomie wody stojącej i różnej żyzności. Cecha charakterystyczna obszaru: duży potencjał wodny, glebowy oraz wysokie opory przepływu wód powierzchniowych wynikające ze zróżnicowanej struktury sprawiają że odpływ jest powolny;
- **bagienna olszyna górska (*Caltho laetae-Alnetum*) lub (*Caltho-Alnetum*)** - zbiorowisko typowe dla płaskich i zabagnionych obszarów dolinnych o stałym

przepływie wód wysiękowych, głównie na glebach mułowo-glejowych lub mułowo-torfowych.

- **STREFA EUTROFICZNYCH SIEDLISK, MOKRYCH I ZABAGNIONYCH LASÓW ŁĘGOWYCH**

Strefa obejmuje przede wszystkim rynny starorzeczy, obrzeża wolno płynących cieków, podmokłe zagłębienia o utrudnionym odpływie. Wdy gruntowe zalegają płytko. Typowe dla tej strefy są gleby mułowo-glejowe, mułowo-murszowe. Inundacja ma ograniczony zasięg. Obejmuje:

- **eutroficzne starorzecza i drobne zbiorniki wodne** (*Nympheion, Potamion*; siedlisko 3150-2), powstające w wyniku odcięcia meandra rzeki od koryta. W naturalnych warunkach jest to skutkiem przewagi erozji bocznej nad erozją denną. W przypadku silnie przekształconych rzek w wyniku przekopu sztucznie odcięto zakola od nurtu głównego. Ze względu na wysoki poziom wód gruntowych siedlisko odznacza się dużą bioróżnorodnością. Dominuje roślinność zakorzeniona w dnie o liściastych pływających na powierzchni, w głębszych strefach pojawia się zespół rdestnicy połyskującej. W małych zbiornikach eutroficznych dominuje zespół grążela żółtego i grzybieni białych.
- **łęg jesionowo-olszowy** (*Fraxino-Alnetum*) – zespół leśny należący do lasów wilgotnych, kształtujący się w lekko zabagnionych dolinach cieków na glebach mułowo-glejowych. Cecha charakterystyczna: duży potencjał wodny, leśny, glebowy, spowolniony odpływ wód.

- **STREFA MEZO- I EUTROFICZNYCH SIEDLISK WILGOTNYCH LASÓW ŁĘGOWYCH**

Strefa obejmuje płaskie powierzchnie równi zalewowej epizodycznie zlewane, zagłębienia bezodpływowe o charakterze basenów powodziowych, z płytko zalegającymi wodami gruntowymi. Typowe dla tych siedlisk są gleby mułowo-torfowe i mułowo-murszowe. Obejmuje:

- **łęg jesionowo-wiązowy** (*Ficario-Ulmetum typicum*) – wilgotny las, związany z bardzo żyznymi, wodnymi siedliskami. Cecha charakterystyczna: duży potencjał wodny, leśny, glebowy, spowolniony odpływ wód.
- **podgórski łęg jesionowy** (*Carici remotae-Fraxinetum*) – wilgotny las związany z obszarami źródliskowymi oraz z miejscami wypływu wód podziemnych, małymi dolinami

- **STREFA MEZO- I EUTROFICZNYCH SIEDLISK ZASTĘPCZYCH I WTÓRNYCH ZBIOROWISK DYNAMICZNEGO KRĘGU LASÓW ŁĘGOWYCH**

Strefa wylesionych, podmokłych zagłębień w obrębie basenów powodziowych. Obejmuje:

- **łęg rozlewiskowy** – wilgotne łąki zajmujące siedliska podmokłe z dominacją roślinności szuwarowej z klasy *Phragmitetea*, w szczególności turzycowiska ze związku *Magnocaricion*. Zbiorowisko występuje w dolinach rzecznych w strefie tarasy zalewowej, na glebie organicznej: mułowo-torfowa lub madzie ciężkiej. Cecha charakterystyczna: duża retencja wodna, glebowa, woda odpływa powoli;
- **łęg zastoiskowy** – wilgotne łąki zajmujące siedliska podmokłe z dominacją roślinności szuwarowej z klasy *Phragmitetea*. Występuje zwykle w dystalnych strefach dolin rzecznych lub w obrębie zagłębień i obniżień terenu. Gleba o dużym potencjale retencyjnym: mułowo-torfowa. Cecha charakterystyczna: duża retencja wodna, glebowa.

## 2.6 Literatura

- II Ogólnopolska Konferencja Naukowa Mokradła i ekosystemy słodkowodne – funkcjonowanie, zagrożenia, ochrona, Augustów 2009, Streszczenia
- Lipka K., Stabryła J., 2012, Wielofunkcyjność mokradeł w Polsce i świecie, Współczesne Problemy Kształtowania i Ochrony Środowiska, Monografie nr 3p, Wybrane problemy ochrony mokradeł,
- Oleszczuk R., Brandykt T., 1997, Wybrane problemy ochrony zasobów gleb torfowych. Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW, Warszawa
- Tobolski K., 2000, Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Vademecum Geobotanicum 2. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa
- Tobolski K., 2003, Wybrane zagadnienia z geologii torfowisk. W: Streszczenia referatów wygłoszonych w 2002 roku (red. J. Skoczylas). Polskie Towarzystwo Geologiczne, oddział w Poznaniu: 102-108. Poznań
- Żurek S., Tomaszewicz H., 1996, Badania bagien. W: M. Gutry-Korycka, H. Werner-Więckowska (red.) Przewodnik do terenowych ćwiczeń z hydrografii. PWN, Warszawa

## Ochrona/zwiększanie retencji na obszarach rolniczych

# 3

### 3. Ochrona/zwiększanie retencji na obszarach rolniczych

#### 3.1 Wprowadzenie

Woda w środowisku przyrodniczym spełnia wiele funkcji. Jako środek produkcji decyduje o ilości i niezawodności plonów, jest podstawowym czynnikiem rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego. Jednocześnie kształtuje zróżnicowanie elementów biologicznych i jest niezbędna do zachowania walorów przyrodniczych. Zasoby wodne charakteryzują się dużą zmiennością sezonową i przestrzenną. Występujące ekstremalne zjawiska, jakimi są powódzie i susze, powodują niekiedy duże straty w gospodarce i środowisku przyrodniczym. Ograniczenie zagrożeń powodziowych jest jednym z zadań gospodarki wodnej. Ważnym elementem zarządzania ryzykiem powodziowym może być mała retencja polegająca na zwiększaniu potencjalnych zdolności retencyjnych zlewni rzecznych z wykorzystaniem metod nietechnicznych, przyjaznych dla środowiska przyrodniczego

Intensyfikacja rolnictwa i ujednolicenie siedlisk roślinnych, w tym leśnych, budowa odwadniających systemów melioracyjnych, jak i działalność urbanizacyjna i związane z nią przekształcenia powierzchni, wg wielu specjalistów spowodowały przyspieszenie obiegu wody i materii w zlewniach rzecznych, przyczyniając się do zwiększenia częstotliwości występowania susz i powodzi. Inaczej mówiąc, na skutek różnych działań gospodarczych uległa zmniejszeniu naturalna zdolność retencyjna zlewni, a jednocześnie usprawnione zostały drogi odpływu, co powoduje, że wody opadowe i roztopowe odprowadzane są szybko do rzeki. Tym samym wzrastają zagrożenia powodziowe i zwiększają się okresy występowania susz. Wymagane jest więc podjęcie odpowiednich działań dla poprawy bilansu wodnego w zlewni i przywrócenia, tam gdzie to jest możliwe, naturalnej retencyjności.



**Rycina 7. Prognozy oddziaływania globalnych zmian klimatu wykazują, że na terenie Polski nastąpi wzrost opadów zimowych przy malejących opadach letnich, zwiększy się częstotliwość i rozmiar zjawisk ekstremalnych, źródło: *Time to Adapt...2005***

Dodatkowym argumentem uzasadniającym konieczność podjęcia działań dla zwiększenia retencji zlewni są spodziewane globalne zmiany klimatu, które na terenie Polski spowodują zmniejszenie opadów w okresie letnim oraz zwiększenie w półroczu zimowym. Spodziewać się należy zwiększenia częstotliwości i rozmiaru występujących zjawisk ekstremalnych jakimi są powódzie i susze.

Te zjawiska ekstremalne wywierają będą negatywny wpływ nie tylko na gospodarkę człowieka, ale również na środowisko przyrodnicze. Jeśli przyjmiemy, że prognozy globalnych zmian klimatu są wiarygodne, a nie ma podstaw, aby temu zaprzeczać, to podstawowym zadaniem gospodarki wodnej na najbliższe lata powinny być prace zmierzające do spowolnienia odpływu wody ze zlewni, zwiększenie zdolności retencyjnej zlewni przy zastosowaniu metod w możliwie małym stopniu wywierających negatywny wpływ na środowisko przyrodnicze. Takie metody reprezentują działania nazywane małą retencją. Ich zasadniczym celem jest zatrzymanie wód opadowych i roztopowych w miejscu ich powstawania, hamowanie szybkiego spływu powierzchniowego, ograniczanie niekorzystnych skutków działań człowieka i próba odtworzenia naturalnej zdolności retencyjnej zlewni rzecznych.

## 3.2 Mała retencja, definicje, metody

Retencjonowanie wody polega głównie na „zmagazynowaniu” wód opadowych lub roztopowych w miejscu ich powstawania w sposób bezpieczny bez powodowania szkód gospodarczych i środowiskowych. Podstawowym zadaniem małej retencji jest ograniczenie szybkiego spływu wody po powierzchni terenu oraz odpływu z małych cieków (rzek, rowów, potoków). Działania te prowadzą do zmniejszania maksymalnych przepływów w ciekach, a tym samym ograniczają zagrożenia powodziowe. Jednocześnie w wyniku opóźnienia odpływu w dużym stopniu ograniczają niekorzystne oddziaływania susz. Jest to więc również pewna forma magazynowania wody na potrzeby roślin w okresie wegetacyjnym, gdy mocno wzrasta zapotrzebowanie na wodę.

Pomimo dość długiej historii (odkrycia archeologiczne wykazują, że woda była retencjonowana równolegle z rozwojem rolnictwa), pojęcie „mała retencja” nie jest do końca zdefiniowane. W bardzo szerokim ujęciu można przyjąć, że są to wszelkie działania techniczne i nietechniczne zmierzające do poprawy struktury bilansu wodnego zlewni rzecznej poprzez zwiększenie jej naturalnej zdolności retencyjnych. Przy powyższej definicji możliwe jest wyróżnienie takich form retencji jak: krajobrazowa (siedliskowa), glebowa, powierzchniowa i podziemna.

Woda opadowa jest bezpłatna. Można retencjonować dowolną ilość, w odróżnieniu od tej pobieranej z rzeki lub warstw wodonośnych, za pobór której niedługo wprowadzone zostaną opłaty. Wymaga tego Ramowa Dyrektywa Wodna, jako realizacji „zwrotu kosztów usług wodnych”.

**Tabela nr 11 Systemy i metody retencjonowania zasobów wody w obszarach wiejskich**

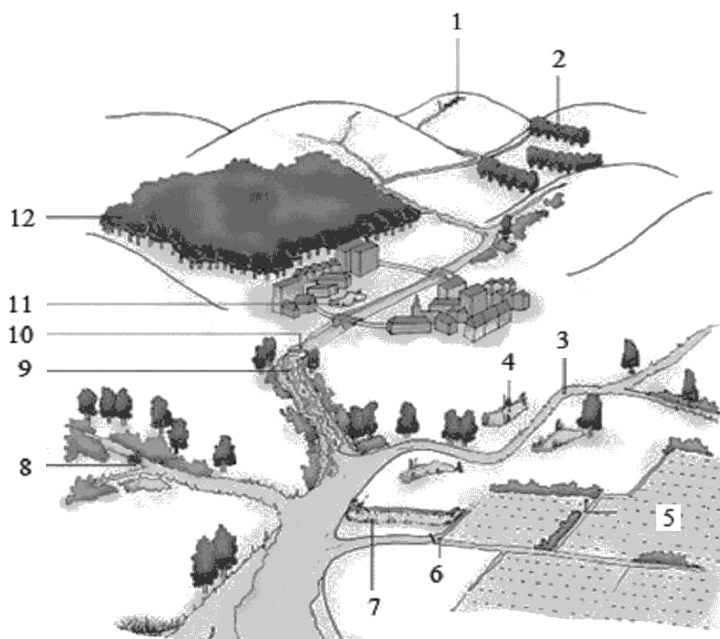
Zasoby wodne	Systemy i metody
Retencja krajobrazowa (siedliskowa)	<p><b>Systemy kształtujące właściwą strukturę użytkowania gruntów poprzez:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• układ pól ornych, użytków zielonych, lasów, użytków ekologicznych, oczek wodnych,</li> <li>• zalesienia, tworzenie pasów ochronnych, zadrzewień, zakrzaczeń, tworzenie bruzd i tarasów,</li> <li>• zwiększenie powierzchni mokradeł, torfowisk, bagien,</li> </ul>
Retencja glebowa	<p><b>Systemy uprawowe kształtujące gospodarowanie wodą w profilu gleby:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawa struktury gleby, zabiegi agromelioracyjne, wapnowanie, prawidłowa agrotechnika, odpowiedni płodozmian, zwiększenie zawartości próchnicy w glebie,</li> </ul>
Wody gruntowe i podziemne	<p><b>Systemy uprawowo-melioracyjne ograniczające odpływ powierzchniowy:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ograniczenie spływu powierzchniowego,</li> <li>• zwiększenie przepuszczalności gleb,</li> <li>• zabiegi przeciwozyjne, fitomelioracyjne i agromelioracyjne,</li> <li>• regulowanie odpływu z sieci drenarskiej,</li> <li>• stawy i studnie infiltracyjne, w tym dla odprowadzania wód deszczowych uszczelnionych powierzchni.</li> </ul>

Wody powierzchniowe	<p><b>Hydrotechniczne systemy rozrządu i magazynowanie wód:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• małe zbiorniki wodne,</li> <li>• regulacja odpływu ze stawów, oczek wodnych,</li> <li>• gromadzenie wody w rowach melioracyjnych, kanałach, itp.,</li> <li>• retencjonowanie odpływów z systemów drenarskich,</li> <li>• zwiększenie retencji dolinowej, w tym budowa polderów.</li> </ul>
---------------------	---

Podział metod małej retencji przedstawiony w tabeli wskazuje, woda może być retencjonowana przy wykorzystaniu różnych, zarówno technicznych, jak i nietechnicznych metod w różnych środowiskach. W dotychczasowej praktyce gospodarowania wodami uwzględnia się jedynie wody powierzchniowe (głównie płynące w ciekach) oraz wody podziemne. Przy małej retencji uwzględnia się pojemności wody zatrzymywane chwilowo w krajobrazie oraz wody retencjonowane w strefie nienasyconej gleby tj. powyżej zwierciadła wód podziemnych. Bierze się pod uwagę możliwości retencjonowania wód powierzchniowych w ciekach i naturalnych i sztucznych zbiornikach wodnych oraz możliwości zwiększenia zasilania zbiorników wód podziemnych.

Szczególnym zbiornikiem wodnym są gleby, które w strefie nienasyconej mogą retencjonować olbrzymie ilości wody. Objętość wody retencjonowana w glebie jest większa od bieżącej pojemności wody w rzekach. Te duże potencjalne rezerwuary wodne wywierają duży wpływ na obieg wody w przyrodzie i bilans wodny zlewni.

Często stosowanym podziałem małej retencji jest rozróżnienie działań technicznych od działań nietechnicznych. Pod działaniami nietechnicznymi rozumie się wszystkie prace, za wyjątkiem wymagających wykonania specjalnych urządzeń wodnych (budowli hydrotechnicznych) dla popiętrzenia lub zmagazynowania wody. Należy zwrócić uwagę, że przy działaniach nietechnicznych niekiedy wymagane jest wykonanie budowli wodnej, są to jednak budowle pomocnicze, służące realizacji celu głównego. Takim przykładem mogą być prace związane z renaturyzacją terenów bagiennych, lub meandryzacją cieków. Niezbędne jest tu wykonanie budowli pomocniczych (zastawek, progów) dla realizacji celu głównego tj. podwyższenia poziomu wody na odtwarzanym obiekcie.



**Tabela nr 12 Metody zwiększenia pojemności retencyjnej zlewni rzecznej**

1- Zmniejszenie pochylenia skarp, tarasy, 2 – pasy zadrzewień, 3 – renaturyzacja cieku, dolina zalewowa, 4 – retencja bagien, mikro zbiorniki wodne, 5 – strefy buforowe, regulowany drenaż, rośliny pokrywowe, 6 – regulowanie poziomu wód, 7 – likwidacja wstecznych zapór przeciwpowodziowych, 8 - próg drewniany, 9 - dwudzielne koryto rzeki, 10 - likwidacja zbytecznej budowli, 11 - zielona i niebieska infrastruktura na terenach zabudowanych, 12 - zadrzewienia i zabudowa wąwozów. Schematyczny podział małej retencji wodnej na działania techniczne i nietechniczne. Wydzielono tu również działania związane z eksploatacją urządzeń wodnych, które umożliwiają regulowanie retencji na obiektach melioracyjnych.

Zarówno w Prawie Wodnym, jak i Ramowej Dyrektywie Wodnej, nie występuje pojęcie „mała retencja wodna”. Jedynym dokumentem, gdzie ten zwrot posiada wagę prawną jest Porozumienie Ministra Rolnictwa z Ministrem Środowiska z dnia 25.12.1995 r. Zgodnie z tym dokumentem, z różnym skutkiem, realizowany jest program małej retencji. Obejmuje on jednak głównie budowę zbiorników wodnych i piętrzeń na ciekach. Jest to bardzo mała część zakresu działań małej retencji.

Mała retencja jest typowo polskim pojęciem i jest niezrozumiała po jego przetłumaczeniu (*small retention*) na język angielski. Ostatnio, Komisja Europejska zwraca uwagę na potrzebę proekologicznego retencionowania wody w zlewniach dla potrzeb ograniczania zagrożeń powodziowych i zmniejszenia skutków występujących susz, używając sformułowania „naturalna retencja wodna”. Zakres naturalnej retencji wodnej przedstawiono poniżej. Widoczne jest, że polskie pojęcie „mała retencja” mieści w całości zakres proponowany przez KE.

**Tabela nr 13 Naturalna retencja wodna wg materiałów Komisji Europejskiej, źródło: *Natural Water...2014***

Typ	Klasa	Metody
Modyfikacja ekosystemu	Hydromorfologia (rzeki, jeziora, wody podziemne, mokradła)	Renaturyzacja i utrzymanie rzek, jezior, warstw wodonośnych Przebudowa zalewanych dolin, likwidacja wałów przeciwpowodziowych
Zmiany w użytkowaniu ziemi i zarządzanie gospodarką wodną	Rolnictwo	Odbudowa i utrzymanie łąk, pastwisk, pasów buforowych Ochrona gleb, mulczowanie, utrzymanie enklaw ekologicznych (zielone obszary)
	Leśnictwo i pastwiska	Zadrzewienia górnych terenów zlewni, przechwytywanie opadów, utrzymanie ciągłości lasów, strefy buforowe, działania dla poprawy jakości wody
	Tereny zurbanizowane	Zielone dachy, zbiór wody, przepuszczalne nawierzchnie ulic, deszczowe ogrody – zbiorniki na wody deszczowe, odbudowa kanałów miejskich

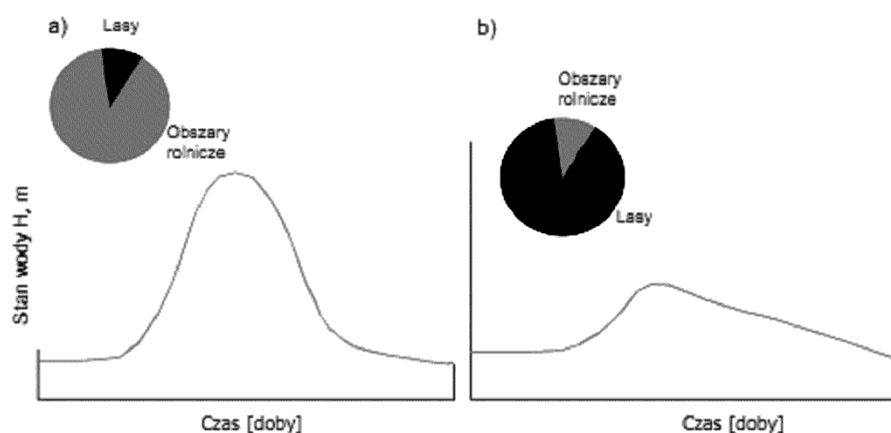
Oceniając problematykę „małej retencji” jak również „retencji naturalnej” w aspekcie polskich i europejskich przepisów prawnych widoczne jest, że zwraca się dużą uwagę na skutki oddziaływań zabiegów na środowiska przyrodniczego, a szczególnie na ochronę/odbudowę ekosystemów wodnych i od wody zależnych. Realizacja małej retencji wodnej jest w pewnym sensie spełnieniem zaleceń zarówno polskiego Prawa wodnego jak i Ramowej Dyrektywy Wodnej. Powszechna realizacja małej retencji, zarówno metod technicznych, jak i nietechnicznych, wywiera istotny wpływ na obieg wody w zlewni. Zwrócić należy jednak uwagę, że mała retencja zalicza się do tzw. retencji niesterowalnej. Poprzez rozwój tych form retencionowania wody zwiększa się potencjalne możliwości gromadzenia wody. Nie można jednak sterować tą retencją jak na przykład retencją dużego zbiornika wodnego.

Działania w zakresie małej retencji, w przeważającej liczbie przypadków są przyjazne środowisku naturalnemu. Nie oznacza to jednak, że poprzez realizację źle zlokalizowanych małych inwestycji lub podjęcia nieprawidłowych prac nietechnicznych nie można spowodować wystąpienia niekorzystnych efektów przyrodniczych. Np. wykonanie nowego, meandrującego koryta rzeki lub nawet

niewielkiego zbiornika kopanego na obszarze występowania cennych gatunków flory i fauny powoduje likwidację tych cennych siedlisk. Również niekorzystne jest wykonanie przegrody na rzece, niezbędnej dla odtworzenia zanikającego mokradła, utrudniającej przemieszczanie się fauny wodnej, szczególnie gdy rzeka ma duże znaczenie dla ryb dwuśrodowiskowych. Należy zwrócić uwagę, że wszystkie działania, szczególnie techniczne podejmowane w ramach małej retencji podlegają normalnej procedurze projektowania i inwestowania jak inne obiekty i urządzenia wodne.

### 3.3 Kształtowanie krajobrazu rolniczego, retencja dolinna

Na obieg wody w zlewni rzecznej duży wpływ wywiera sposób zagospodarowania zlewni i rodzaj użytkowania. Znacznie łagodniejsze wezbrania występują w zlewniach z dużym udziałem lasów i terenów bagiennych w porównaniu do odpływu ze zlewni, gdzie przeważają grunty orne. Kształt hydrogramu odpływu i wielkość natężenia przepływu zależy również od układu i umiejscowienia w zlewni poszczególnych typów użytkowania. Najkorzystniejszym, z punktu widzenia hydrologicznego, układem różnych form użytkowania byłoby: lokowanie lasów w strefie wododziałowej, utrzymywanie w dolinie i dolnych częściach wysoczyzny trwałych użytków zielonych, a część środkowa mogłaby być wykorzystywana pod uprawy polowe. Na obszarze użytków rolnych, a szczególnie gruntów ornych, powinny być zachowywane lub tworzone enklawy przyrodnicze w postaci oczek wodnych i niewielkich zbiorników okresowo lub stale utrzymujących wodę, kępy lub pasy roślinne porastające drzewami i krzewami oraz inne elementy przyrodnicze urozmaicające jednolity krajobraz upraw rolnych. Te teoretyczne założenia trudno jest spełnić w praktyce, głównie ze względu na sprawy własnościowe. Tym nie mniej powinny być brane pod uwagę, szczególnie przy planowaniu prac scaleniowych.



**Rycina 8. Schematyczny hydrogram przepływu dla zlewni rolniczej(a) i leśnej(b). Stany wody i natężenia przepływu wywołane opadem atmosferycznym w zlewni rolniczej są znacznie wyższe**

Na obieg wody w zlewni mogą mieć wpływ (korzystny lub niekorzystny) takie elementy jak:

- sieć dróg i innych szlaków komunikacyjnych,
- zabudowa obszarów wiejskich,
- a szczególnie uszczelnianie dużych powierzchni.

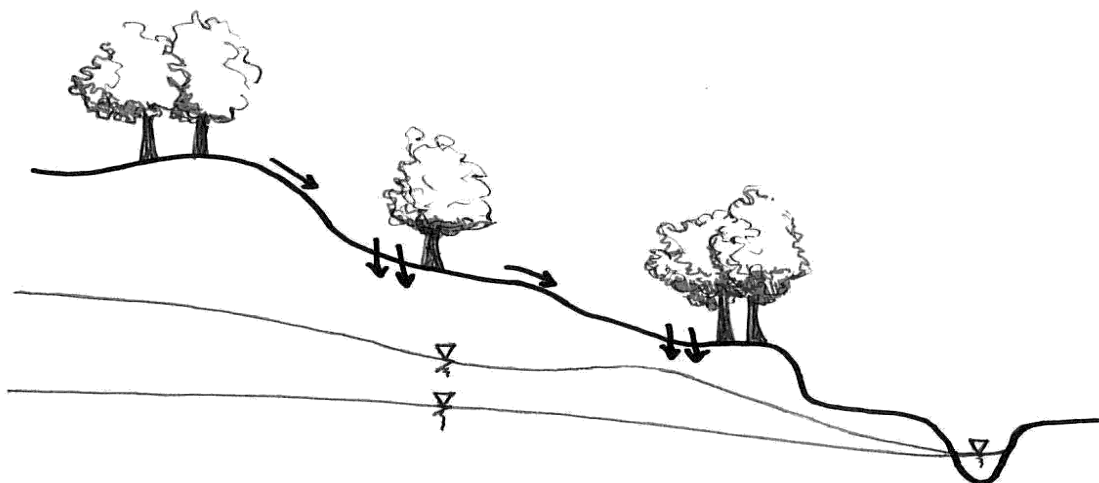
Nieprawidłowo poprowadzona sieć komunikacyjna, źle ułożone zabudowania, mogą spowodować znaczny przyrost natężenia przepływów powodziowych i obniżenie przepływów niskich.

Szlaki komunikacyjne i zabudowa mogą spowodować zwiększenia zagrożeń powodziowych i pogłębienie skutków suszy. Te elementy powinny być brane pod uwagę przy sporządzaniu planów zagospodarowania przestrzennego.

**Lasy, zalesienia.** Obszary leśne pełnią ważną funkcję w obiegu wody. Lasy są jednym z większych konsumentów wody (duża ewapotranspiracja), ale również mają zdolność zatrzymywania wody i jej retencjonowania. Szczególnie lasy zróżnicowane gatunkowo z bogatym podszyciem i runem leśnym wchłaniają duże objętości wody. Wyraźnie rozróżnia się retencyjne funkcje lasu w obszarach bogato urzeźbionych, charakteryzujących się zwięzłymi, słabo-przepuszczalnymi glebami od funkcji lasu na obszarach nizinnych z przewagą gleb piaszczystych. Zalesienie zlewni o dużej deniwelacji terenu i zbudowanej z gleb zwięzłych słaboprzepuszczalnych znacznie zwiększa potencjalną możliwość gromadzenia wody, zarówno w poszyciu, jak i w glebie. Badania wykazują, że gleby leśne charakteryzują się dużą pojemnością wodną. Ponadto zwiększa się szorstkość hydrauliczna terenu pokrytego drzewami i woda wolniej spływa po stoku w stosunku do terenów rolnych. Również na obieg wody ma wpływ przedłużenie okresu zalegania śniegu w stosunku do terenów nieleśnych. Po zboczach porośniętych lasem z dobrze rozwiniętym poszyciem, woda wolniej spływa do rzeki, większa jej część wsiąka w podłoże i zasila zbiorniki wód podziemnych. Przyczynia się to niekiedy do znacznego zmniejszenia przepływów wezbraniowych. Z uwagi na poprawę stosunków wodnych należy dążyć do jak największego zalesienia zboczy górskich i o większych nachyleniach, szczególnie na glebach zwięzłych. Należy jednak zwrócić uwagę na właściwe planowanie układu dróg leśnych. Nieprawidłowo poprowadzone drogi mogą stanowić „rynny” znacznie przyspieszające odpływ wody z lasu.

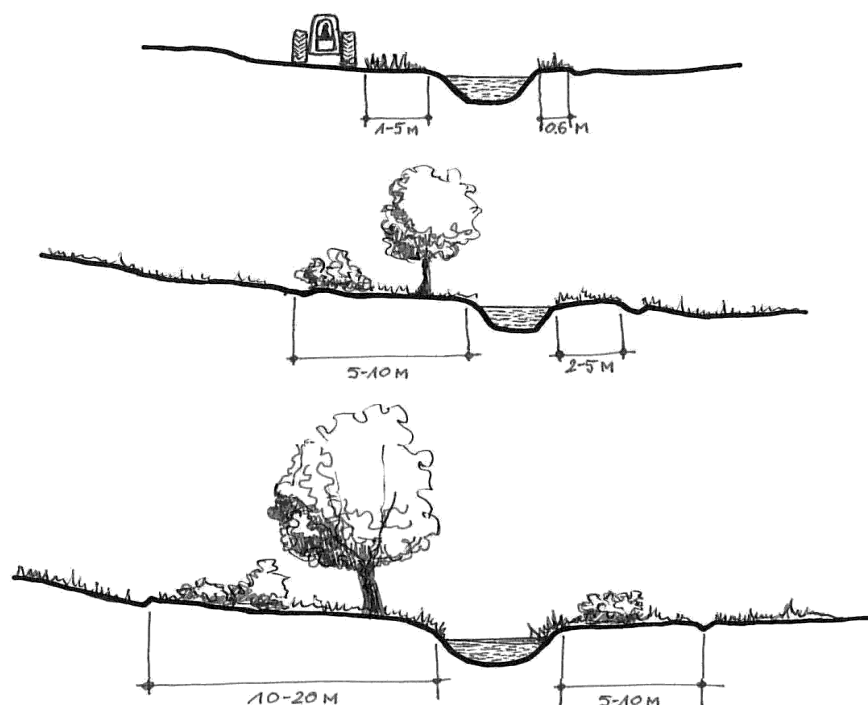
Nieco inna sytuacja występuje na obszarach nizinnych, zbudowanych głównie z utworów przepuszczalnych. Na terenach tych, praktycznie całość wód opadowych i roztopowych infiltruje w podłoże, bez względu na stan zagospodarowania. Dlatego zagrożenia powodziowe są tu niewielkie, a hydrogramy przepływów wezbraniowych są płaskie i rozciągnięte w czasie. Zalesienie takiej zlewni nie będzie miało dużego wpływu na przepływy wezbraniowe, natomiast w wyniku wzrostu ewapotranspiracji roślinności drzewiastej może znacznie zmniejszyć się zasilanie zbiorników wód podziemnych. Niekiedy więc warto pozostawić porzucane przez rolników tereny piaszczyste pokryte jedynie rzadką roślinnością.

**Zadrzewienia i zakrzaczenia.** Pasowe i kępowe zadrzewienia śródpolne uzupełnione krzewami i niską roślinnością odgrywają dużą rolę w wzbogacaniu biologicznej różnorodności terenów rolnych i ochronie jakości wody, ale również są ważnym czynnikiem ograniczającym szybki spływ wód opadowych po powierzchni terenu. Trudno jest ocenić liczbowo na ile tego typu zadrzewienia zmniejszają przepływy powodziowe. Faktem jest, że stanowią przegrody na drodze spływu wód opadowych i roztopowych, a tym samym przyczyniają się do zamiany szybkiego spływu powierzchniowego na powolniejszy odpływ gruntowy. Zadrzewienia pasowe tworzone są prostopadle do kierunków dominujących wiatrów, głównie z drzew liściastych. Zaleca się stosowanie gatunków rodzimych. Drzewa uzupełniane są krzewami i niską roślinnością dzięki czemu powstaje stosunkowo szczelna dla wiatru bariera.



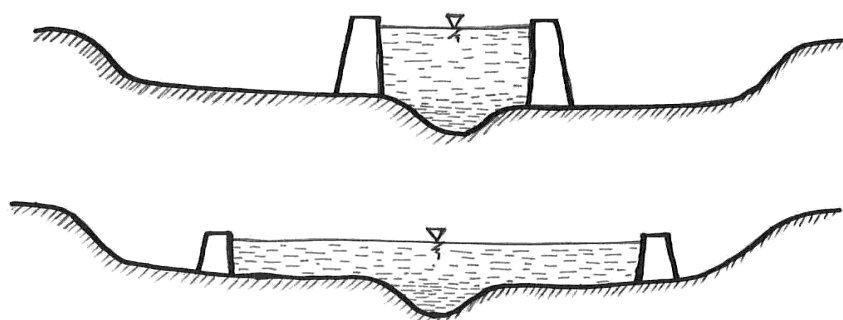
**Rycina 9. Schemat oddziaływania zadrzewień pasmowych na położenie zwierciadła wód podziemnych. 1 – zwierciadło wody pierwotne, 2 – oddziaływanie pasmowych zadrzewień**

Szczególnym typem pasów roślinnych są ekotony tworzone wzdłuż cieków i stojących wód powierzchniowych, których zasadniczym celem jest ochrona jakości wody. Takie rozwiązania są proponowane w ramach wdrażania Dyrektywy Azotanowej. Ekotony te, są również cennym elementem ograniczającym szybki spływ wody do rzeki.



**Rycina 10. Pasy roślinne (ekotony) wzdłuż cieków i zbiorników wód powierzchniowych stanowią pewien rodzaj bariery dla wód spływających po powierzchni terenu. Stąd też nieco opóźniają dopływ wody do ciek. Jednak ich główna rola to ochrona wód powierzchniowych przed dopływem zanieczyszczeń obszarowych pochodzenia rolniczego.**

**Retencja dolinowa.** Naturalne doliny rzeczne zostały mocno przekształcone przez człowieka. Dostęp do wody i możliwość użytkowania żyznych gleb dolinowych (mady) spowodowały osiedlanie się ludzi w strefach zagrożenia powodziowego. Wynikła więc konieczność ochrony terenów zamieszkałych i użytkowanych rolniczo przed zalewami wodami powodziowymi. Podstawową formą ochrony przed powodzią były wały przeciwpowodziowe i regulacja rzek. Spowodowało to znaczne zmniejszenie zdolności retencyjnych dolin. Odtworzenie pojemności retencyjnej to m.in. likwidacja wałów przeciwpowodziowych, odsunięcie wałów od rzeki lub wykorzystania terenów chronionych jako polderów zalewowych. Do tej grupy działań można również zaliczyć tzw. suche zbiorniki przegradzające dolinę rzeczna, ale wypełniane wodą jedynie w szczególnych sytuacjach tj. przy dużych powodziowych przepływach. Zwiększenie retencji dolinowej jest złożonym zadaniem i zastosowanie tych działań wymaga szczegółowych analiz hydrologicznych, przyrodniczych i ekonomicznych. Szczególnie istotnym jest oszacowanie strat gospodarczych w wyniku okresowego zalewania użytków rolnych. Faktem jest, że zarówno poldery, jak i suche zbiorniki, są efektywnym rozwiązaniem na mniejszych ciekach, gdzie występują gwałtowne i bardzo duże przepływy, lecz krótko trwające. Inaczej mówiąc, tam gdzie objętość fali wezbraniowej jest nieduża, lecz natężenie przepływów bardzo wysokie.

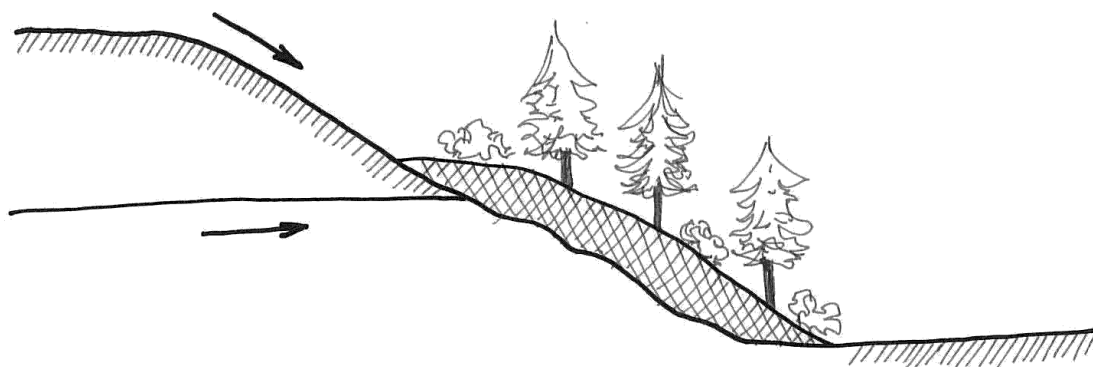


**Rycina 11. Odsunięcie wałów przeciwpowodziowych od rzeki lub ich likwidacja zwiększa zdolności retencyjne doliny rzecznej. Stany wody przy przejściu fali wezbraniowej są niższe. Woda odpływa wolniej i stwarza mniejsze zagrożenie powodziowe terenom położonym poniżej.**

**Mokradła.** Tereny bagienne o wysokim poziomie wód podziemnych są szczególnie istotną częścią retencji dolinowej. W Polsce mokradła występują na powierzchni 4,35 mln ha, co stanowi 13,9% powierzchni kraju. Znaczna część tych mokradeł to torfowiska (1,2 mln ha) stanowią 3,8% powierzchni kraju. Przez całe wieki mokradła uważane były za tereny bardzo szkodliwe dla człowieka, źródło chorób i wszelkich nieszczęść. Były traktowane jako bezwartościowe, ponieważ nie mogły być użytkowane przez rolnictwo. Stąd tak duże dążenia do odwodnienia tych terenów i umożliwienie ich rolniczego użytkowania. Przed laty było to racjonalne działanie, ponieważ niezbędne były nowe tereny dla produkcji żywności dla wzrastającej liczby ludności. Dzisiaj możemy produkować żywność na mniejszych obszarach, wzrosły znacznie plony w wyniku postępu biologicznego (nowe odmiany) i agrotechnicznego. Wiemy również, że tereny bagienne charakteryzują się największą biologiczną różnorodnością, stanowią enklawy dla wielu cennych i rzadkich gatunków flory i fauny. Rozległe płaskie tereny bagienne charakteryzują się dużymi zdolnościami retencyjnymi. Na przykład ocenia się, że szeroka dolina dolnej Biebrzy retencjonuje ponad 30 milionów m<sup>3</sup> wody. W wyniku rozlewania się wody po dolinie następuje obniżenie stanów powodziowych. Im więcej w zlewni terenów mokradłowych, tym przebieg fali powodziowej jest powolniejszy i odbywa się przy niższych poziomach wody.

Mokradła mogą wywierać również wpływ na zasoby wód podziemnych. Torfowiska porastające zbocza dolin ograniczają swobodny odpływ do rzeki. Powoduje to podwyższenie poziomu wód podziemnych niekiedy w zależności od budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych, na dużych obszarach. Tym samym ulegają zwiększeniu zasoby wodne i możliwości retencjonowania wód podziemnych.

Zachowanie lub odtworzenie obszarów bagiennych jest ważnym elementem zarządzania ryzykiem powodziowym. Warto więc ograniczać produkcję rolną w cennych dolinach rzecznych lub prowadzić tam ekstensywną gospodarkę rolną umożliwiającą okresowe zatapianie doliny bez powodowania większych strat ekonomicznych. Zasadne jest również przekazywanie przyrodzie najcenniejszych trudnych do użytkowania rolniczego dolin.



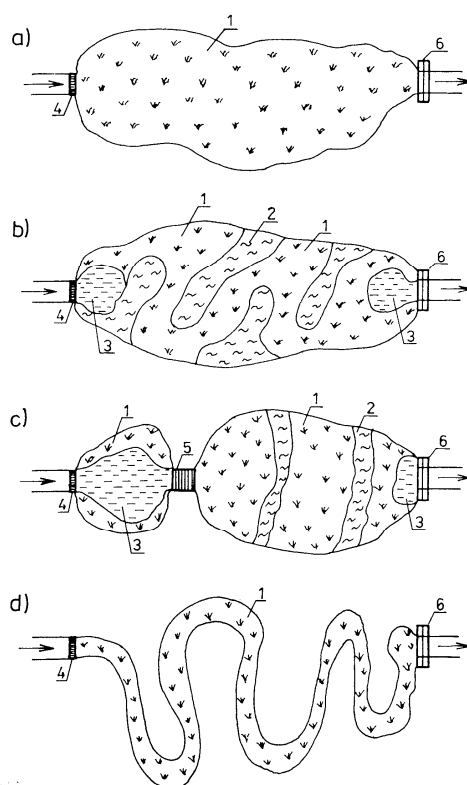
**Rycina 12. Przykład torfowiska położonego na zboczu doliny.**

*Narastanie torfu powoduje ograniczenia w odpływie wód podziemnych z przyległej wysoczyzny. Dzięki temu zwiększają się zasoby wód podziemnych. Odwodnienie (przecięcie rowami) powoduje obniżenie poziomu wody nie tylko na torfowisku, ale również na wysoczyźnie*

**Oczka wodne i małe zbiorniki.** Trudno jest przecenić znaczenie drobnych, o małej pojemności, ale za to bardzo licznych niewielkich akwenów. Zarówno tych naturalnych, jak również wykonanych przez człowieka. Znaczna ich część została z różnych powodów zlikwidowanych lub uległa degradacji na skutek intensywnego zarastania w wyniku zwiększonej eutrofizacji wód. Stąd też ich odtworzenie i budowa nowych powinna być jednym z ważniejszych działań na terenach wiejskich. Szczególnie ważne są te najmniejsze zbiorniki o pojemności poniżej 100 tys. m<sup>3</sup>. Jeśli są to zbiorniki zaporowe, przegradzające dolinę, to wielkość piętrzenia nie powinna być większa od 1,0 m. Wymagane jest tu zastosowanie budowli piętrzącej, która nie utrudnia przemieszczanie się ichtiofauny. Mogą to być progi stałe z częścią przelewową w postaci kaskady o niewielkich piętrzeniach (niekiedy poniżej 10 cm), dostosowanych do miejscowych warunków i rodzimych gatunków ryb. W większości przypadków budowa takich małych obiektów nie wywiera ujemnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze, a wprost przeciwnie. Oprócz pozytywnego wpływu na bilans wodny tworzą warunki dla zwiększenia biologicznej różnorodności. Mogą to być cenne ekosystemy z bogatą roślinnością, miejsca do rozrodu płazów, przebywania i żerowania ptaków, wodopoje dla dzikich zwierząt. Budowa większych zbiorników wykracza poza zakres omawianej tu małej retencji wodnej.



**Rycina 13.** Zbiornik przechwytyjący spływy powierzchniowe. Może to być zbiornik suchy lub utrzymujący stałe wodę. Są to urządzenia bardzo efektywne w ograniczaniu zagrożeń powodziowych terenów położonych poniżej. Mogą być również wykorzystywane dla celów gospodarczych.



**Rycina 14.** Schematy stawów retencjonujących wody opadowe oraz z melioracyjnych systemów odwadniających. Zasadniczą rolą tego typu stawów jest poprawa jakości dopływającej wody. Dodatkowo pełnią one funkcje retencyjne.

a) jednokomorowy, b) zróżnicowana powierzchnia czaszy, c) dwukomorowy, d) rów (kanał); 1 – część stawu porośnięta roślinnością wodną lub trawą, 2 – obszary dna stawu o wyższych rzędnych lub porośnięte wysoka roślinnością, 3 – część stawu stale wypełniona wodą, 4 – budowla wpustowa, 5 – bystrotok, 6 – budowla upustowa

**Scalania gruntów i sieć drogowa.** Kilukrotnie wspomniano, że plany zagospodarowania przestrzennego i scalania gruntów mają duży wpływ na obieg wody w zlewni rzecznej. Scalanie gruntów jest jednym z podstawowych zabiegów urządzeniowo-rolnych, wpływającym na kompleksową poprawę organizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Ma ono na celu przekształcenie układu powierzchniowego gruntów rozdrobnionych i rozmieszczonych w postaci szachownicy oraz gruntów nadmiernie wydłużonych w możliwie duże i regularne działki. Kompleksowe scalenia gruntów powinny być traktowane narzędzie prawidłowego kształtowania obszarów wiejskich, w skład którego wchodzi m.in. poprawa istniejącej infrastruktury terenowej, optymalny schemat dróg dojazdowych do gruntów rolnych, zalecenia dotyczące zabiegów przeciwoerozyjnych (pasy buforowe, zadrzewienia przydrożne i śródpolne), wyznaczenie miejsc na infrastrukturę wodną (stawy, zbiorniki), zalecenia dotyczące ewentualnych potrzeb (możliwości) renaturyzacji uregulowanych rzek lub odwodnionych mokradeł. Należy również zwrócić uwagę, że nadmierne tworzenie dużych jednolitych powierzchni uprawnych może mieć też częściowo niekorzystny wpływ na stosunki wodne, powinny więc być formułowane środki zaradcze.

Prawidłowo wytyczone i utwardzone drogi rolnicze nie tylko ułatwiają gospodarowanie, lecz spełniają również rolę przeciwoerozyjną, rozpraszając powierzchniowe spływy lub odprowadzając nadmiar wód. Optymalne usytuowanie dróg na terenach urzeźbionych polega przede wszystkim na ulokowaniu ich w grzbietowych częściach zboczy (na lokalnych wododziałach), gdzie nie następuje koncentracja spływów powierzchniowych. Drogi polne, zazwyczaj nieutwardzone, w wielu przypadkach powstają na skutek ciągłego jeżdżenia tą samą trasą, bez specjalnego wytyczania. Na obszarach o bardzo małym spadku terenu tego typu drogi na ogół nie wpływają na stosunki wodne. Natomiast na terenach erozyjnych, wytwarzając wyraźne koleiny, powodują powstanie uprzywilejowanych dróg spływu wód opadowych rozpoczynając procesy tworzenia się wąwozów.

### 3.4 Agrotechnika, uprawa roli

Stosowane metody agrotechniczne i uprawowe wywierają duży wpływ na zdolność retencyjną gleby, tj. możliwość magazynowania wody w profilu glebowym w strefie aeracji, czyli powyżej zwierciadła wód gruntowych. Wielkość retencji zależy od rodzaju gleby i stanu struktury. Wiadomym jest, że gleby gliniaste o dobrej strukturze są w stanie zmagazynować znaczne ilości wody, podczas gdy gleby gliniaste zwarte oraz piaszczyste posiadają ograniczoną zdolność retencyjną. Jedną z metod małej retencji jest zwiększenie zdolności retencyjnej gleb m.in. poprzez stosowanie odpowiednich metod upraw. Zwiększenie retencji tylko o 20 mm jest równoważne ze zwiększeniem potencjalnej zdolności retencjonowania wody o 200 m<sup>3</sup> na 1 hektar. Należy podkreślić, że rolnicy bardzo często stosują praktyki agrotechniczne zwiększające zdolność retencyjną gleby nie z uwagi na poprawę bilansu wodnego, ale dla pozyskania wyższych plonów.

**Zwiększenie zawartości próchnicy w glebie:** Próchnica jako materiał organiczny posiada dużą zdolność zatrzymywania wody. Ponadto powoduje poprawę struktury gleby. W obecności próchnicy w glebie wytwarza się sieć por o zróżnicowanych wymiarach, w których może magazynować się woda. Zwiększanie próchnicy w glebie można osiągnąć poprzez nawożenie obornikiem, stosowanie nawozów zielonych (przeorywanie poplonów), dostarczanie materiałów organicznych (np. torfu), stosowanie materiałów często odpadowych, jak np. popioły lotne, oraz specjalnych środków chemicznych o dużej chłonności wody. Szczególnie trudno zwiększyć zawartość próchnicy w glebach piaszczystych. Następuje tu bowiem szybkie spalanie (mineralizacja) materii organicznej. W tym przypadku lepsze efekty uzyskać można poprzez zastosowanie materiałów o dużej chłonności wody.

**Wapnowanie gleb.** W Polsce dominują gleby lekkie, charakteryzujące się kwaśnym odczynem. Powoduje to, że ich struktura jest rozdrobniona, cząstki gleby tworzą jednolitą masę o małej pojemności wodnej. Wapnowanie gleb jest zbiegiem strukturotwórczym, powoduje, że w wyniku zachodzących

procesów chemicznych powstają agregaty glebowe i tworzy się gruzełkowata struktura o zróżnicowanych wielkościach por. Gleba taka posiada większą pojemność wodną, jest w stanie zatrzymać duże ilości wody. Ocenia się, że doprowadzenie wszystkich zakwaszonych gleb w Polsce (ponad 12 mln hektarów) do obojętnego odczynu spowodowałoby zwiększenie pojemności retencyjnej w skali kraju równej objętości największych zbiorników wodnych.

**Głęboka orka (zabiegi agromelioracyjne).** Naturalny profil glebowy jest zazwyczaj zróżnicowany, na przemian zalegają grunty mniej i bardziej przepuszczalne. Ponadto na skutek poruszania się ciężkiego sprzętu rolniczego gleba ulega zagęszczeniu, a w wyniku powtarzających się orok tworzy się tzw. podeszwa płużna. Wszystkie te czynniki powodują zmniejszenie przepuszczalności pionowej utworów glebowych. Woda opadowa nie może filtrować w głębsze podłoże lub filtruje bardzo wolno i przez dłuższy czas utrzymuje się na powierzchni terenu powodując straty w plonach. Wytwarza się wadliwy profil glebowy charakteryzujący się małymi zdolnościami retencyjnymi. Jedną z metod zwiększenia przepuszczalności gleby i pojemności retencyjnej jest likwidacja podeszwy płużnej oraz przerwanie warstewek słaboprzepuszczalnego gruntu. Osiągnąć to można poprzez zastosowanie głębokiej orki lub spulchnienie gleby w inny sposób (np. głęboszowanie). Zabiegi te wykonywane są zazwyczaj do głębokości 1,0 m, a więc znacznie głębiej niż typowe orki. Ten rodzaj działań nazywamy zabiegami agromelioracyjnymi i poświęcona jest im bogata literatura. Zabiegi agromelioracyjne prowadzone są głównie na glebach gliniastych, przewarstwionych utworami słabo przepuszczalnymi lub z wytworzoną podeszwą płużną. Zwiększają one nie tylko retencję glebową, ale powodują wzrost zasilania zbiorników wód podziemnych.

Zabiegi agromelioracyjne niekiedy są powiązane z wprowadzeniem do głębszych warstw materii organicznej. Zazwyczaj jest to obornik, ale również nawozy zielone lub wapno nawozowe. Na glebach lekkich piaszczystych również prowadzona jest głęboka orka, ale dobre rezultaty w poprawie pojemności retencyjnej uzyskuje się gdy podczas orki wprowadzany jest materiał organiczny (obornik) lub inny o dużych zdolnościach wiązania wody.

Do zabiegów agromelioracyjnych można zaliczyć wykonanie „dołków” o niewielkiej głębokości lub bardzo płytkich (od 0,3 do 0,6 m) wierceń. Jest to zabieg zwiększający chłonność gleby, w Polsce dotychczas nie praktykowany. Znajduje zastosowanie gdy jedynie na powierzchni gleby znajduje się lub tworzy się warstewka słaboprzepuszczalnego gruntu ograniczające odpływ wód w głąb profilu. Wykonanie gęstej sieci „otworów” (np. rozstawa co 1,0 – 3,0 m) powoduje, że woda nie stagnuje na powierzchni terenu i swobodnie dopływa do głębszych warstw. Tego typu zabiegi muszą być powtarzane co 2 – 3 lata.

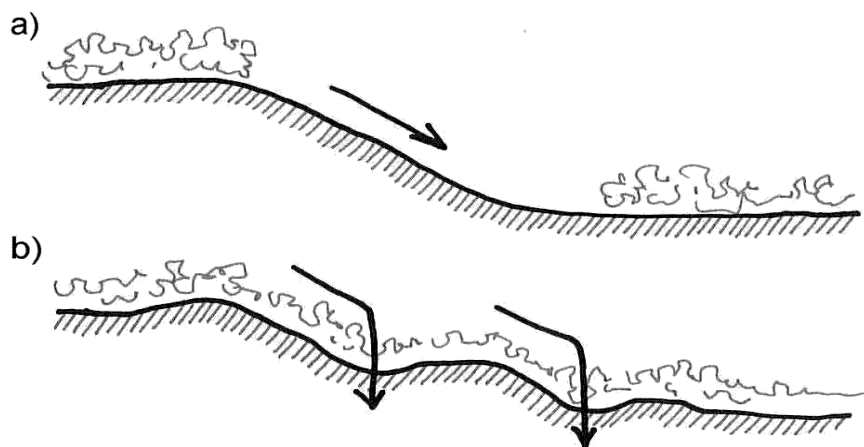
**Poplony i uprawy bez orki:** Poplony bardzo szeroko stosowane i propagowane z uwagi na ograniczanie rozprzestrzeniania się azotanów w środowisku wywierają wpływ na stan ilościowy zasobów wodnych. Fakt jest, że dłuższe utrzymywanie roślinności na powierzchni terenu powoduje zwiększenie ewapotranspiracji, co może niekiedy prowadzić do zmniejszenia zasilania wód odziemnych. Z drugiej natomiast strony na użytkach rolnych pokrytych roślinnością spływ wód po powierzchni jest powolniejszy. Powoduje to, że więcej wody przesiąka w podłoże i zwiększa się wilgotność gleby. Potwierdzony badaniami jest fakt, że mniej wody odpływa z powierzchni pokrytych roślinnością, zwiększa się również czas odpływu wody po opadzie atmosferycznym.

Z uwagi na ochronę środowiska i ograniczanie zanieczyszczenia wód niekiedy zaleca się prowadzenie upraw bez stosowania orki. Na gruntach słabo i średnio przepuszczalnych ten sposób uprawy jest jednocześnie czynnikiem zwiększającym ilość wody w profilu glebowym. Wynika to jedynie z faktu, że nie zaorane pole, pokryte roślinnością zatrzymuje wodę na powierzchni terenu co powoduje iż większa objętość wody infiltruje w podłoże. Natomiast nie ulega zwiększeniu potencjalna pojemność retencyjna gleby.

### 3.5 Zabiegi przeciwoerozyjne

W Polsce około 40 % gruntów rolnych w różnym stopniu jest zagrożona erozją wodną. Na erozję są narażone głównie tereny o dużych spadkach powierzchni przy występowaniu w podłożu gruntów pylastych. Szczególnie podatne na erozję są gleby utworzone z utworów lessowych powszechnie występują na terenie województwa lubelskiego. Również silna erozja obserwowana jest na glebach pylastych w województwie zachodniopomorskim. Na stokach zbudowanych z gleb wrażliwych na erozję następuje, po większych opadach atmosferycznych, szybki odpływ wód po powierzchni terenu powodując zmywanie wierzchniej najbardziej żyznej części gleby, a często wytwarzając głębokie wąwozy. Niekorzystne skutki erozji to zmniejszenie żyzności gleby i szybki odpływ wód powodujący wystąpienie zagrożeń powodziowych. Istnieje wiele różnych metod ograniczających wielkość erozji i jej negatywne skutki. Do najważniejszych należą:

**Orka wzdłuż warstwic.** Podstawą prawidłowego rolniczego użytkowania terenów o dużych spadkach (powyżej 6%) jest prowadzenie orki w poprzek stoku, tj. wzdłuż warstwic. Również siew i sadzenie prowadzone jest w poprzek stoku. Prostopadły do kierunku spadku terenu układ skib przerywa tworząc się podczas deszczu strugi wody i umożliwia jej wsiąkanie w podłoże. Tradycje polskiego rolnictwa, zasady dziedziczenia ziemi spowodowały, że stosowany jest głównie system upraw prostopadły do warstwic. Orka równoległa do warstwic powoduje tworzenie się w brzdach mikrozbiorników zatrzymujących wodę i przecinających ewentualne uprzywilejowane drogi przepływu wody. Zastosowanie więc prawidłowego kierunku orania wymaga zazwyczaj przeprowadzenia scaleń gruntów.



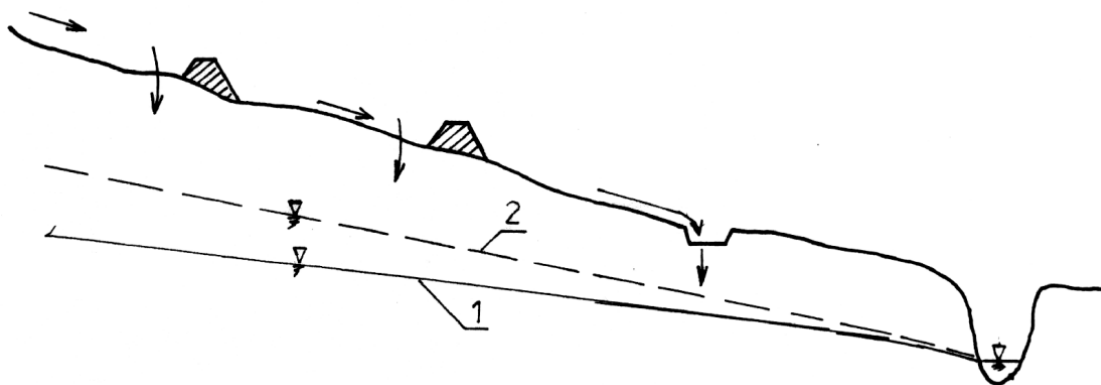
**Rycina 15.** Po „gładkim” (a) woda szybko spływa, podczas gdy po wytworzeniu tarasów spływ jest powolniejszy, więcej wody infiltruje i nawadnia zbocze, mniejsze zagrożenie erozją

**Pokrywa roślinna na stokach.** Możliwie długie utrzymanie roślinności na stokach jest często skutecznym zabiegiem dla zmniejszenia spływów powierzchniowych i ograniczania zagrożeń erozyjnych. Powierzchnie użytkowane jako trwale użytki zielone z dobrze rozwiniętym systemem korzeniowym traw w wielu przypadkach stanowią skuteczne zabezpieczenie przed powstaniem zjawisk erozyjnych. Na szczególnie zagrożonych erozją terenach wprowadza się również roślinność wyższą, w tym krzewy i drzewa. Dobrze rozwinięta roślinność ograniczają znacznie szybkość spływu wód po powierzchni terenu w stosunku do gruntów ornych.

Na gruntach z uprawami polowymi niekiedy dla ograniczenia erozji wodnej stosowane są poplony (międzyplony), aby zmniejszyć do minimum okres gdy gleba pozostaje bez przykrycia. Zabieg ten jest skuteczny na stokach o mniejszym pochyleniu (poniżej 3%). Na stromych zboczach

użytkowanych jako gruntu orne muszą być podejmowane również inne środki zaradcze jak np. budowa tarasów. W niektórych krajach, np. Stanach Zjednoczonych, tworzone są pomiędzy polami ornymi zadarnione „rynny” na trasach spływów wód opadach. Wówczas drogi przepływu wody po polu ornym są krótkie, a energie wody przejmują dobrze zadarnione pasy. Rynny te są często przegradzane niewielkimi płotkami dla spowolnienia odpływu wody.

**Budowa grobelek lub rowków.** Efektywną metodą zatrzymania wody lub ograniczenia jej szybkiego spływu po powierzchni jest budowa przegród na kierunkach spływu wody. Mogą to być grobelki o niewielkich wymiarach, utworzone podczas prac agrotechnicznych, lub niewielkie bruzdy, o głębokości do 10 cm. Budowane są one wzdłuż warstwic co około 30 – 50 m w zależności od spadku. Ten typ modyfikacji zbocza nazywany bywa „tarasy grzbietowe”. Jest to dość rzadko stosowana metoda z uwagi na powodowane utrudnienia w prowadzeniu prac polowych. Natomiast metoda ta jest godna polecenia, gdy jednym z ważniejszych celów jest zwiększenie zasilania wód podziemnych, np. dla retencjonowania wody w warstwie wodonośnej dla potrzeb pozyskania wody do nawodnień rolniczych.

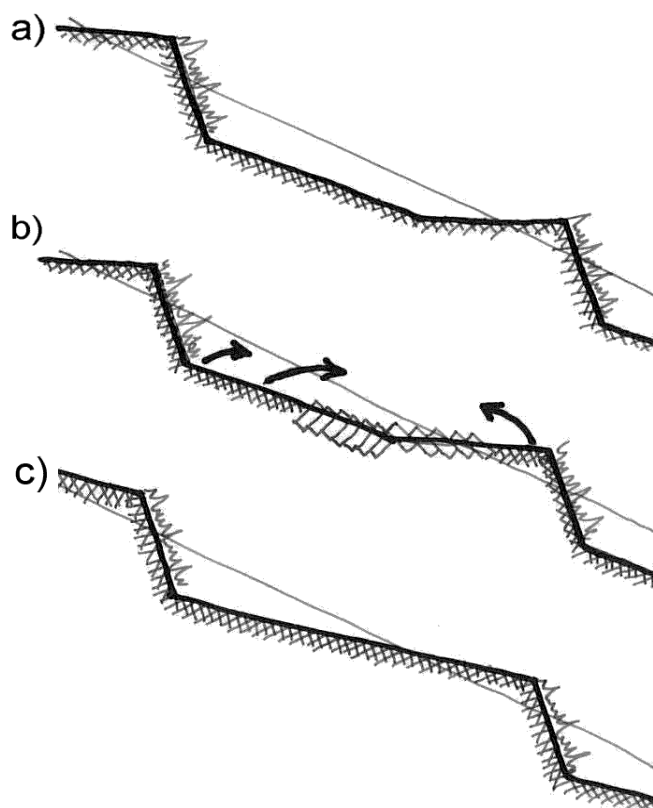


**Rycina 16. Usytuowanie grobelek lub rowków w celu zwiększenia infiltracji**

1 - poziom wód gruntowych naturalny, 2 - po wybudowaniu grobelek (rowków)

**Tarasy.** W wielu krajach rolnicy mają duże doświadczenie prowadzenia upraw na stromych zboczach. Robienie tarasów to stara tradycja w krajach azjatyckich. W Polsce widoczne są ślady tarasów w Beskidach, na terenach już nie użytkowanych jako pola orne. Różne są też tradycje budowy tarasów. Tarasy schodkowe składają się z dwóch podstawowych elementów – skarpy i ławy. Na ławie prowadzona jest działalność rolnicza, a jej nachylenie nie powinno przekraczać 15%. Skarpy nie wyższe niż 2 m posiadają nachylenie uzależnionym od rodzaju gruntu (od 1:1 na gruntach spoistych do 1:2 na gruntach luźnych).

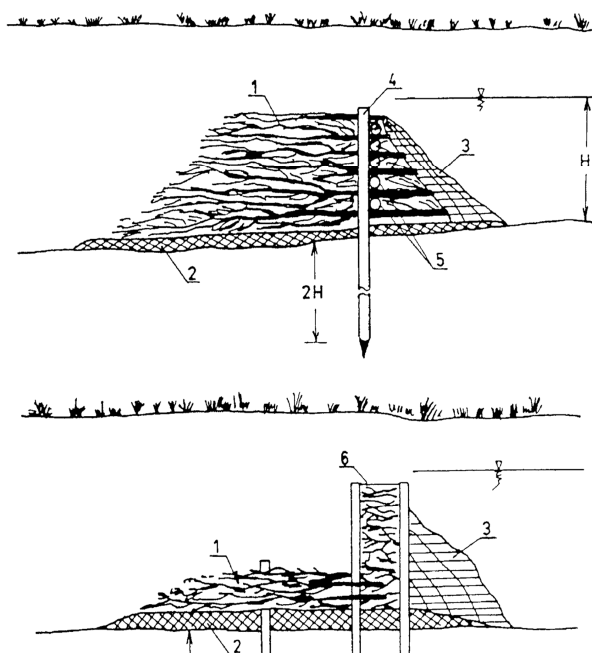
Podstawową metodą wykonywania tarasów w Polsce, zważywszy na warunki klimatyczne i gospodarcze, jest ich naorywanie. Wielokrotna orka pozwala na prawidłowe ukształtowanie tarasu. Ława, zazwyczaj o szerokości do 15 m, jest pozioma lub ze spadkiem nie większym od 3%. Na skutek osadzania się namulów niesionych przez spływy powierzchniowe projektowany kształt tarasu ulega z czasem zmianie, co negatywnie wpływa na rozkład wilgotności, następuje ograniczenie funkcji retencyjnej tarasów i występują utrudnienia w prowadzeniu prac agrotechnicznych. Dlatego też tarasy muszą być świadomie utrzymywane. W innym przypadku ulegają degradacji.



**Rycina 17. Powstawanie tarasów na zboczach jest wynikiem odpowiedniego systemu orania.**

*Tarasy ulegają zanikowi z powodu osadzania się materiały zmywanego z wyżej położonej części zbocza. Niezbędne jest więc kontynuowanie orki dla utrzymania właściwego kształtu tarasów. a)załamanie spadku wskutek osadzania się namulów, b)orka na skład, c)wyrównany spadek*

**Zabudowa jarów i wąwozów.** Na terenach lessowych w wyniku koncentracji strug wód opadowych następuje intensywne wmywanie gruntu co prowadzi do powstania niekiedy bardzo głębokich, nawet kilkunastometrowych wąwozów. Bywają to często malownicze i cenne ekologicznie ekosystemy, jednak przynoszące straty w gospodarce rolnej i utrudniające organizację transportu. Stąd też podejmowane są prace zahamowania, a przynajmniej ograniczenia destrukcyjnego oddziaływania wody. Podstawowe prace to wprowadzenie roślinności na zbocza wąwozu. Zazwyczaj jest to trudne zadanie z uwagi na duże spadki brzegów wąwozów i mało żyzne podłoże. Szata roślinna musi być zwarta i składać zarówno z roślinności wysokiej (drzewa), jak i niskiej (krzewy, trawy). Nie jest również obojętna sekwencja nasadzeń. Często dla umożliwienia wzrostu i wzmocnienia odporności roślinności na erozję pokrywa się zbocze siatką lub włókniną. Zazwyczaj włóknina wykonana jest z rozkładającego się w czasie materiału organicznego.



**Rycina 18. Przykładowe progi, które mogą być wykorzystywane przy zabudowie jarów i wąwozów erozyjnych.**

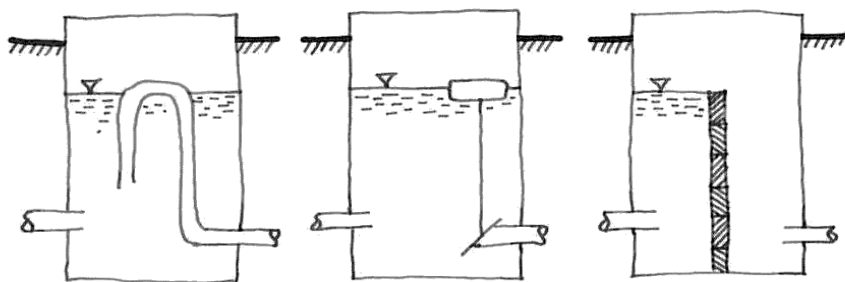
1 – chroniące dolne stanowisko przed rozmyciem przelewającą się wodą, 2 – umocnienie podłoża (gлина lub włóknina), 3 – warstwa uszczelniająca konstrukcję, 4 – palisada z drewnianych kołków, 5 – części grubsze gałęzi, 6 – wypełnienie przestrzeni pomiędzy palisadami. Przy wąwozach o małych prognozowanych przepływach konstrukcja może być uproszczona do dwu rzędów palisad (4) z wypełnieniem gałęziami (6).

Niekiedy zasadna jest likwidacja (zasypanie) całego lub części wąwozu. Cel ten można osiągnąć przegradzając wąwóz niewielkimi progami. Progi powodują, że następuje sedymentacja transportowanego wodą materiału i stopniowe załadowywanie wąwozu. Dla budowy progów stosowane są bardzo proste konstrukcje, wykonywane zazwyczaj z materiałów biologicznych.

### 3.6 Gospodarowanie rolniczymi zasobami wodnymi

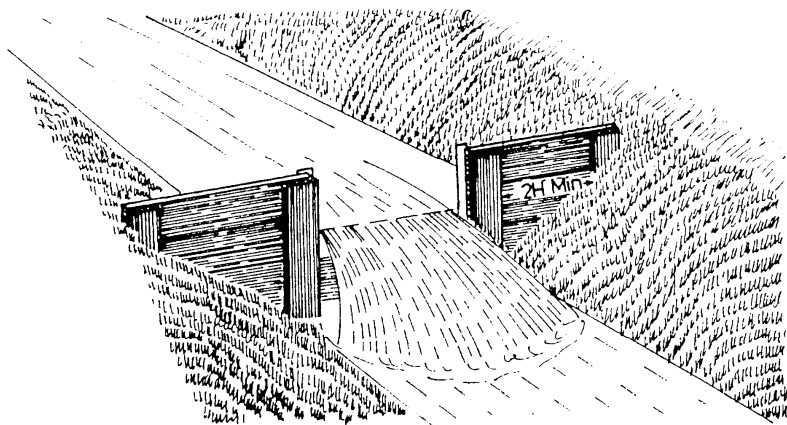
Rolnictwo często jest niedocenianym użytkownikiem wody. Wiadomym jest, że około 35% objętości opadów atmosferycznych w skali roku pobierana jest przez rośliny uprawne. Rolnictwo w Polsce oparte jest głównie na wodach opadowych, retencjonowanych w glebie i wodach podziemnych zalegających w strefie dostępnej dla korzeni roślin. W Polsce sztuczne nawodnienia prowadzone są na niewielkich obszarach. Przy ocenie roli rolnictwa w gospodarce wodnej należy wziąć również pod uwagę fakt, że ponad 30% użytków rolnych wyposażonych jest w systemy i urządzenia melioracyjne. Są to głównie systemy odwadniające. Ponad 200 tysięcy kilometrów rowów i kanałów wchodzi w skład tych systemów. Ścisłe powiązanych z systemami melioracyjnymi jest około 80 tysięcy kilometrów rzek, które zgodnie z polskim Prawem wodnym, uznawane są za rzeki istotne dla rolnictwa i utrzymywane przez wojewódzkie zarządy melioracji i urządzeń wodnych działające w imieniu marszałków województw. Rozpatrując wpływ gospodarowania rolniczymi zasobami wodnymi na ich możliwe funkcje retencyjne można wyróżnić: obiekty drenarskie, dolinowe systemy melioracyjne oraz rzeki jako odbiorca wody z systemów odwadniających i/lub źródło wody do nawodnień. Przy wykorzystaniu istniejących urządzeń melioracyjnych lub ich niewielkiej modernizacji mogą one być wykorzystywane jako jeden z czynników ograniczania zagrożeń powodziowych.

**Obiekty drenarskie.** Użytki rolne, głównie grunty orne, na ponad 4 miliona ha wyposażonych zostało w systemy odwadniające w postaci gęstej sieci drenów, układanych w odstępach 15 – 30 metrów. Poprawiają one warunki wodne gleb z uwagi na potrzeby roślin uprawnych (zapewniają, szczególnie wiosną, dostęp tlenu do gleby, który jest niezbędny do wzrostu roślin), ułatwiają uprawy i umożliwiają osiągnięcie wyższego plonu. Systemy te w większości odprowadzają wodę głównie wiosną, gdy z uwagi na potrzeby roślin uprawowych występuje jej nadmiar. Na systemach położonych w płaskim terenie, i na glebach średnio przepuszczalnych celem jest ograniczenie odpływu wody z systemów drenarskich. Tego typu zabieg nazywany jest nawodnieniem poprzez regulowanie odpływu wody. W naukach melioracyjnych nie jest jednak uznawany jako pełnoprawne nawodnienie. Regulowany odpływ polega na instalowaniu na sieci rurociągów lub w studzienkach rewizyjnych urządzeń pozwalających na ograniczanie odpływu wiosennego lub po większych opadach atmosferycznych. Woda w okresie jesiennym odprowadzana jest zgodnie z przyjętymi zasadami eksploatacji urządzeń. Pozwala to na niezbędne przewietrzenie gleby (dostarczenie tlenu). Odpływ wody jest zatrzymywany wcześniej wiosną, po spływie nadmiaru i retencjonowana w profilu glebowym. Zwierciadło wody na obiekcie nie spada poniżej poziomu założenia drenów, jak to ma miejsce przy typowej eksploatacji. Działania te powodują więc zatrzymanie odpływu wody do rzeki w okresach największych zagrożeń powodziowych. Można również zamykać odpływ wody z systemu, w czasie występowania wysokich stanów wody w rzece. Jeśli taki zabieg wykonywany będzie na dostatecznie dużym obszarze to może to spowodować liczące się zmniejszenie natężenia przepływu powodziowego.



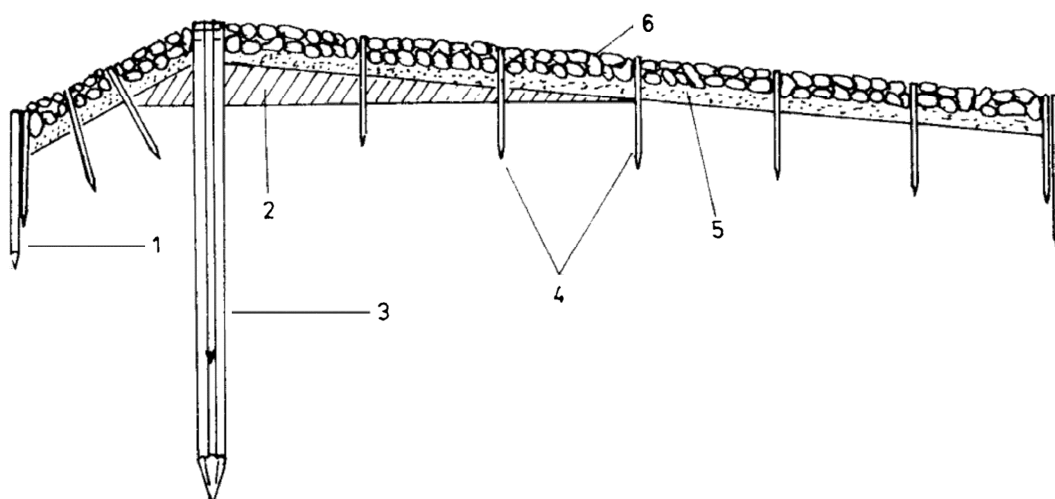
**Rycina 19. Przykładowe rozwiązania służące do regulowania odpływu wody z systemów drenarskich. Ich prosta konstrukcja pozwala na automatyczne ustalenie pożądanego poziomu wody, ale również pozwala rolnikowi na zmianę piętrzenia i dostosowanie wysokości zwierciadła wody dla jego chwilowych potrzeb**

**Dolinowe systemy melioracyjne.** Dolinowe systemy melioracyjne zajmują w Polsce obszar prawie 2 milionów hektarów. W przeważającej części są to systemy sieci rowów o głębokości 1,0 – 1,5 m i szerokości w dnie od 0,5 do 1,0 m. Rozstawa (odległość między rowami) waha się od 100 do 400 m. Ocenia się, że uwzględniając jedynie gabaryt istniejących rowów, ich potencjalna pojemność wodna wynosi około 500 mln m<sup>3</sup> wody. Dolinowe systemy melioracyjne mogą być wykorzystywane dla ograniczania zagrożenia powodziowego. Niezbędne jest dla tego celu wyposażenie obiektów dolinowych w urządzenia piętrzące. Są to zazwyczaj zastawki, które wyposaża się w proste zamknięcia szandorowe lub dwudzielne zasuwy. Podobnie jak przy obiektach drenarskich zastawki powinny być zamykane wcześniej wiosną, gdy jeszcze woda płynie w rowach. Całkowite odwodnienie prowadzi do przesychania gleby i jest szczególnie niekorzystne na terenach torfowych. Sposób i tryb zamykania zastawek może być dostosowany do potrzeb ograniczania zagrożeń powodziowych.



**Rycina 20. Przykład prostej zastawki umożliwiającej zahamowanie odpływu wody z rowów odwadniających i utrzymanie optymalnego poziomu wód podziemnych**

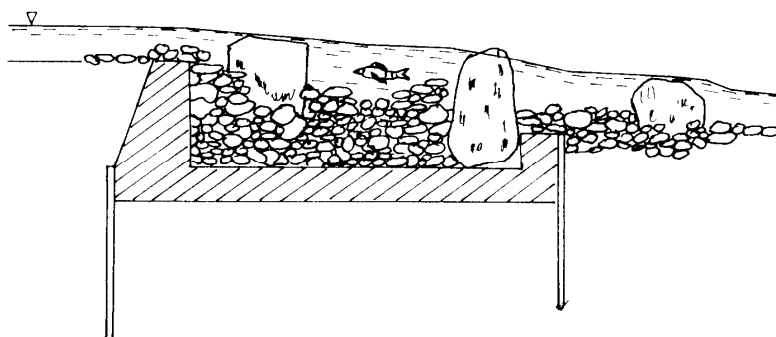
**Rzeki istotne dla rolnictwa.** Ponad 80 tysięcy kilometrów mniejszych rzek i cieków pełni ważną dla rolnictwa rolę, jako odbiorniki wody z systemów odwadniających lub jako źródło wody. Prawidłowe utrzymanie tych rzek może zabezpieczyć interesy zarówno rolnictwa jak i środowiska przyrodniczego. Przekroje poprzeczne koryt rzecznych, ich warunki hydrauliczne projektowane były przy założeniu konieczności szybkiego odprowadzenia wody wczesną wiosną, a następnie w okresie wegetacyjnym doprowadzanie wody z obcych źródeł. W ostatnich latach nastąpiły dość istotne zmiany poglądów nie tylko w ocenie roli ekologicznej rzeki, ale również w ocenie możliwości zaspokojenia potrzeb wodnych roślin. Ponadto obserwacje wykazują, że wiele wyprostowanych rzek uległo pogłębieniu, co przy braku nawodnień użytków zielonych w dolinie prowadzi do niekorzystnego dla rolnictwa i środowiska przyrodniczego przesuszania terenów przyległych do rzeki. Stąd też padają propozycje budowy stopni piętrzących (jazów z urządzeniami upustowymi) na rzekach, co pozwoli na zwiększenie objętości retencyjnej koryta rzeczного. Są to już jednak działania techniczne wymagające uzyskania specjalnych pozwoleń.



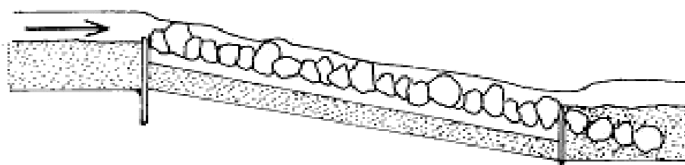
**Rycina 21. Niski próg piętrzący z łagodną pochylnią łatwą do pokonania przez zwierzęta wodne.**

Próg szeroko stosowany dla poprawy warunków wodnych na terenie lasów Puszczy Białowieskiej i Knyszyńskiej 1)kołki drewniane, 2)głina z ubiciem, 3)ścianka szczelna, 4)kołki faszynowe, 5) podsypka, 6) narzut kamienny

Możliwe jest zwiększenie pojemności retencyjnej koryta rzeki poprzez budowę niskich progów piętrzących lub wymuszenia meandryzacji koryta rzeki. Występują również rzeki, na których obserwuje się podwyższenia dna koryta w wyniku procesów zamulania oraz zarastania. Jeśli to ma miejsce gdy dolina rzeki jest intensywnie użytkowana rolniczą, mogą wystąpić utrudnienia przy pracach agrotechnicznych prowadzące do obniżenia plonów. W tym przypadku wskazane jest opracowanie zasad użytkowania rzeki, które pozwoliłyby na zachowanie walorów przyrodniczych doliny i rzeki, a jednocześnie nie oddziaływałyby niekorzystnie na działalność rolniczą. Do takich metod godzących interesy rolnictwa i przyrody można zaliczyć np. prowadzenie odmulania i wykaszania tylko jednej skarpy, nadawanie korytom rzeczonym dwudzielnego przekroju, prowadzenie prac utrzymaniowych w określonych porach roku, wykup części doliny od rolników, ubezpieczenie rolników od strat w plonach w latach mokrych.



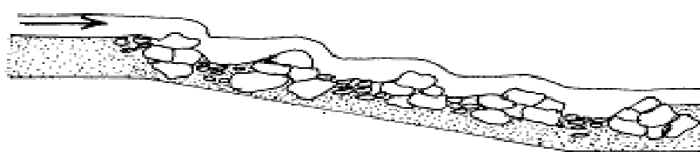
**Rycina 22.** Przykład przebudowy starego jazu, trudnego do pokonania przez ryby na bardziej przyjazną konstrukcję w postaci szorstkiego bystrotoku łatwego do pokonania przez ichtiofaunę



(a) Gładki bystrotok jest trudny do pokonania przez większość ryb. Nieco przychylniejszy dla ryb jest bystrotok ze zwiększoną szorstkością



(b), Pochylnia bystrotoku

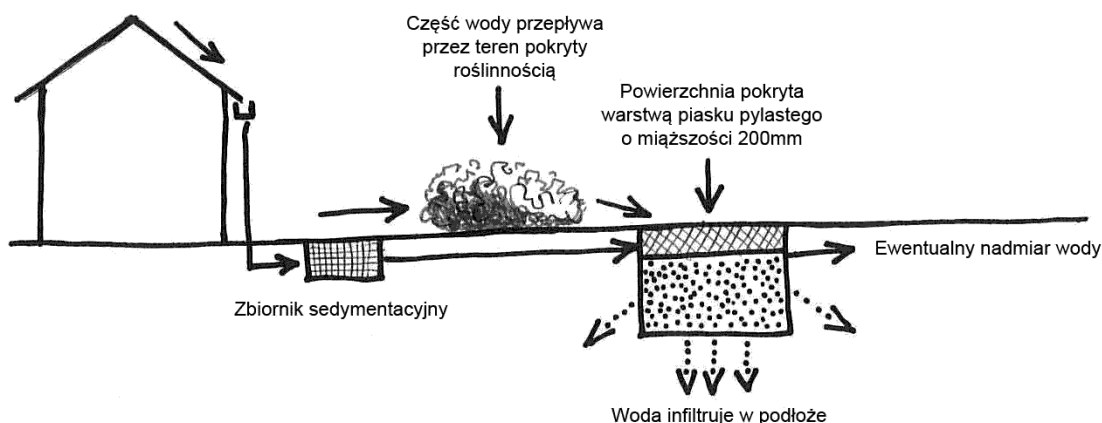


(c) wykonana jest w postaci szeregu niewielkich basenów, które z łatwością pokonuje większość ryb

**Rycina 23. Bystrotoki o różnej powierzchni pochylni.**

### 3.7 Mała retencja na obszarach zabudowanych

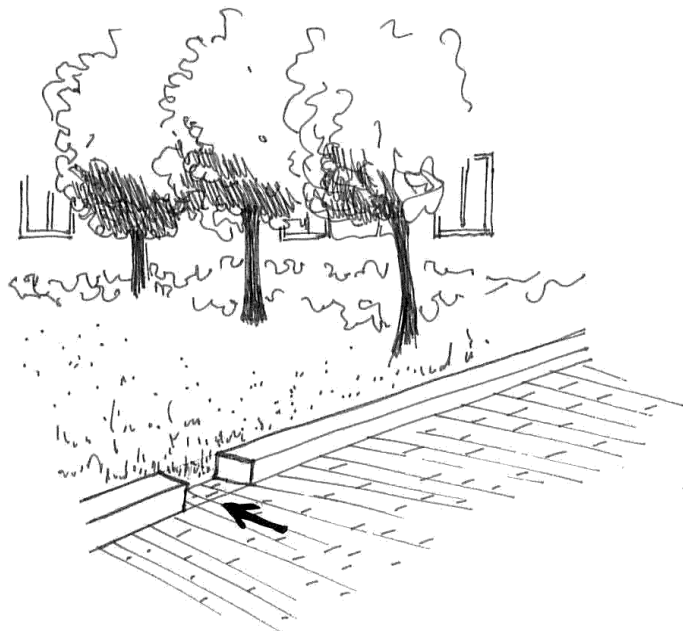
Obszary wiejskie coraz częściej pełnią pozarolnicze funkcje i są zabudowywane nie tylko obiektami rolniczymi, ale również o innym zastosowaniu. Budowane są drogi, place parkingowe, duże hale magazynowe itp. Powoduje to szybszy odpływ wód opadowych i roztopowych, podobnie jak to ma miejsce na obszarów zurbanizowanych. Zwiększają się przepływy wezbraniowe w małych ciekach, a tym samym wzrastają zagrożenia powodziowe. Dlatego też niezbędne jest podejmowanie działań dla zahamowania tego szybkiego odpływu. Problematyka ta jest szeroko omawiana w bogatej literaturze przedmiotu. W niniejszej pracy zwraca się jedynie uwagę na narastający problem. Ograniczanie odpływu ze szczelnych powierzchni jest jednym z elementów prawidłowego zarządzania ryzykiem powodziowym.



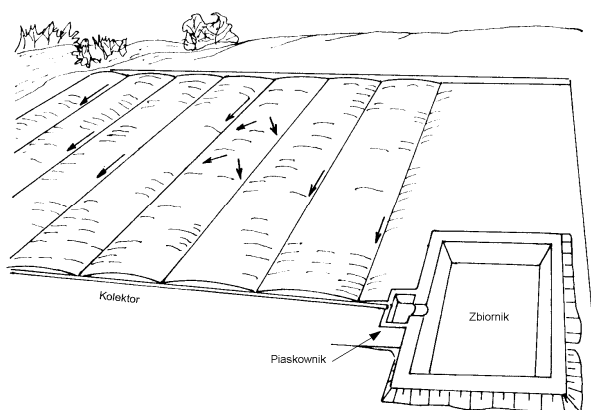
**Rycina 24. Schemat odprowadzenia wód opadowych z dachu umożliwiający zasilenie warstwy wodonośnej**

W ostatnich czasach wykonywane są tzw. zielone dachy. Inaczej mówiąc tworzy się naturalne ogrody w miejsce dotychczas stosowanej papy czy dachówki. Są to bardzo interesujące i pożyteczne konstrukcje, w dużym stopniu poprawiające jakość życia w aglomeracjach miejskich oraz zmniejszające wielkość odpływów z obszarów zabudowanych. Warto propagować zastosowanie tych rozwiązań również na dachach domków jednorodzinnych. Zielone dachy były stosowane w krajach skandynawskich. Budowano je na domach mieszkalnych, jak i na budynkach gospodarczych. Zielone dachy budowane są na podłożu nieprzepuszczalnym (strop budynku). Wierzchnią warstwę stanowi cienka (20-30 cm) warstwa humusowa (gleba), a pod nią znajduje się warstwa drenażowa (piasek, żwir). W okresie wiosennym lub po opadach atmosferycznych część wody nawilża glebę, a część odprowadzana jest systemem drenażowym poza obszar dachu. Można przyjąć, że ta część wody, która jest przechwytywana przez zielone dachy stanowi potencjał retencyjny dachu.

Wody odpływające ze szczelnych powierzchni powinny być w możliwie maksymalnym stopniu retencjonowane. W przeciwnym razie będą powodować zwiększenie fali wezbraniowej. Dla osiągnięcia tego celu wykonywane są różnego typu urządzenia do odbioru wody spływającej z terenów szczelnych. Są to chodniki lub jezdnie budowane z przepuszczalnych materiałów, wyłożone kratką lub innym materiałem przepuszczalnym place postojowe i parkingi. Woda spływa z powierzchni uszczelnionej (np. parking w centrum handlowym) lub z terenów o glebach gliniastych, użytkowanych rolniczo.



**Rycina 25. Proste rozwiązanie umożliwiające odpływ wód opadowych ze szczelnej powierzchni na teren porośnięty roślinnością**



**Rycina 26. Przykład retencjonowania wody opadowej w zbiorniku.**

## 3.8 Podsumowanie

Przedstawiony wyżej przegląd działań, które określamy jako „małą retencję” wykazuje na możliwość stosowania dużej gamy różnorodnych prac pozwalających na korektę obiegu wody w zlewni i poprawę

bilansu wodnego. Mała retencja jest jednym z ważniejszych elementów zarządzania ryzykiem powodziowym. Począwszy od zasad kształtowania i sposobów użytkowania terenów użytkowanych rolniczo przez typową działalność agrotechniczną po budowę niewielkich urządzeń wodnych. Cechą charakterystyczną proponowanych rozwiązań jest fakt ich dużej przydatności nie tylko dla poprawy zasobów wodnych (ograniczania ryzyka powodziowego), ale również wywierających korzystny wpływ zarówno na środowisko przyrodnicze, jak i na gospodarkę rolną oraz warunki przebywania ludzi. Należy jednak zwrócić uwagę, że nawet bardzo korzystne z punktu widzenia gospodarki wodnej i ochrony zasobów wodnych zabiegi w szczególnych przypadkach mogą powodować straty w środowisku. Na przykład, wykonanie zbiornika przechwytyjącego wody z odpływów drenarskich na obszarze występowania cennych gatunków flory i/lub fauny może okazać się nieopłacalne z uwagi na ponoszone straty przyrodnicze.

W tabeli przedstawiono ocenę ekspercką wpływu wybranych działań na zasoby wodne i środowisko przyrodnicze. Przyjęto trzystopniową skalę od bardzo korzystnego wpływu (+++) do bardzo małego, lub negatywnego (+/-). Zwraca uwagę duże zróżnicowanie oddziaływania na zasoby wodne i środowisko przyrodnicze, co należy traktować jako naturalne zjawisko. Można powiedzieć, że nie ma działalności człowieka związanej z naruszeniem naturalnego lub przekształconego środowiska przyrodniczego, którą można by było ocenić jako w 100% korzystne lub niekorzystne. Nawet idealne rozwiązania przy ich nieprawidłowym zastosowaniu mogą okazać się szkodliwe. Stąd też każde planowane działanie zarówno o charakterze technicznym jak i nietechnicznym ingerujące w środowisko przyrodnicze musi (powinno) być szczegółowo analizowane na etapie zarówno planowania, jak i wykonawstwa. Należy również zgodzić się z faktem, że niekiedy dla osiągnięcia określonego celu, np. poprawy stosunków wodnych na terenach bagiennych (renaturyzacja odwodnionych torfowisk), konieczne jest poświęcenie niektórych mniej istotnych elementów przyrodniczych. Takim przykładem może być odtwarzanie terenów mokradłowych i zwiększanie zdolności retencyjnej w Biebrzańskim Parku Narodowym. Wybudowano tu duży jaz z zamknięciami i szereg technicznych progów, które pozwolą na odtworzenie naturalnej, istniejącej tu niegdyś sieci hydrograficznej, prowadzenie racjonalnej gospodarki wodnej, i umożliwią odtworzenie olbrzymiej zdolności retencyjnej bagien biebrzańskich w obrębie tzw. trójkąta.

Powszechna realizacja małej retencji, zarówno metod inwestycyjnych jak i nie inwestycyjnych, może mieć istotny wpływ na obieg wody w zlewni, w tym na ograniczenie zagrożeń powodziowych. Zwrócić należy jednak uwagę, że mała retencja zalicza się do tzw. retencji niesterowalnej. Poprzez rozwój tych form retencionowania wody zwiększa się potencjalne możliwości gromadzenia wody.

Dużą rolę w ochronie przed powodzią mogą pełnić oczka wodne, naturalne zagłębienia terenowe, mikro zbiorniki, szczególnie na ciekach charakteryzujących się dużym natężeniem przepływu, ale krótkim czasem trwania wysokich stanów. Warunki takie występują na małych ciekach położonych w obszarach o silnie zróżnicowanej rzeźbie terenu oraz na ciekach odbierających wodę z obszarów zurbanizowanych.

**Tabela nr 14 Ocena działań małej retencji na zasoby wodne i środowisko przyrodnicze**

Specyfikacja	Wpływ na						Zagrożenia
	wody powierzchniowe	wilgoć glebowa	wody podziemne	krajobraz	biologiczna różnorodność	jakość wody	
Zalesienia terenów o nieprzepuszczalnych glebach	++	+/-	+/-	+++	+++	++	Zanik niektórych gatunków roślin (chwastów)
Zalesienia terenów o przepuszczalnych piaszczystych glebach	+	+/-	+/-	++	+++	++	Zmniejszenie zasilania wód podziemnych
Odbudowa lasów bagiennych w dolinach rzek	+	+	+	++	++	++	Unifikacja krajobrazu, zanik niektórych cennych roślin
Pasy roślinności drzewiastej	+	++	+	+++	+++	+	Rozwój gatunków obcych
Poprawa struktury zwięzłych gleb gliniastych	++	+++	++	+	+	++	Intensyfikacja produkcji rolniczej
Poprawa struktury lekkich gleb piaszczystych	+++	+++	++	+	+	++	Zmniejszenie zasilania wód podziemnych
Ograniczanie spływu powierzchniowego	+++	+++	+++	+/-	++	+++	Zmniejszenie dopływu osadów do doliny rzecznej
Stosowanie poplonów na glebach gliniastych	+	+	+/-	+	+	+++	Zmniejszenie zasilania wód podziemnych
Strefy buforowe wzdłuż rzek i jezior	+	+	+	++	++	+++	Zmniejszenie powierzchni upraw rolnych
Regulacja odpływu z obiektów drenarskich	+	++	+++	+	+	+++	Procesy redukcyjne w glebie, przy dłuższej utrzymującej się wysokiej wilgotności
Podpiętrzanie wody w ciekach	++	++	+	++	++	++	Straty w plonach w wyniku nadmiernego uwilgotnienia
Gospodarka wodna na dolinowych systemach melioracyjnych	+++	+++	+	+	+	+	Intensyfikacja produkcji rolnej
Budowa mikroziorników na rowach	+++	++	++	++	+++	++	Nadmierny wzrost wilgotności użytków rolnych
Stawy i rowy infiltracyjne	+	+	+++	+	+	++	Zanieczyszczenie wód podziemnych
Suche małe zbiorniki	+++	++	+	+	++	+	Obniżenie plonów po wystąpieniu powodzi

Zbiorniki retencjonujące wody z obiektów drenarskich	++	+	+	++	++	+++	Zmniejszenie areалу użytków rolnych
Odbudowa meandrów rzecznych	++	+	++	++	++	+	Zmiana użytkowania terenu
Budowa małych zbiorników na rzekach	+++	++	++	+	++	++	Przekształcenia cennych ekosystemów, utrudnienia w migracji ichtiofauny
Zbiorniki kopane w obniżeniach terenowych	+	++	+	+	++	+	Przekształcenia cennych ekosystemów
Odbudowa zniszczonych zbiorników wodnych	++	++	+	++	+++	+++	Przekształcenie ekosystemu w mniej cenny
Renaturyzacja rzek	+++	++	+	+++	+++	++	Podtopienia użytków rolnych
Odbudowa, renaturyzacja mokradeł	+++	+++	++	+++	+++	++	Zmniejszenie zasilania cieków
Działania przeciwerozryjne	++	+	++	++	++	++	Zmiany w cennych ekosystemach

Skala: +++ duży wpływ, ++ średni wpływ, + mały wpływ, +/- negatywny lub brak wpływu

Do najważniejszych zalet małej retencji zaliczyć można:

- korzystna zmiana struktury odpływu rzecznego, obniżenie wielkości fal wezbraniowych, oraz w niektórych przypadkach zwiększenie przepływów niżówkowych;
- zaspokojenie potrzeb wodnych ekosystemów leśnych i mokradłowych oraz poprawa stanu środowiska przyrodniczego w wyniku podwyższenia poziomu wód gruntowych;
- zwiększenie zasilania warstw wodonośnych, co powoduje wzrost zasobów wód podziemnych;
- zaspokojenie niektórych celów gospodarczych, np. zbiorniki i oczka wodne mogą być wykorzystane jako ujęcia wód przeciwpożarowych, ekstensywne stawy rybne, ujęcia wód do nawodnień, wodopoje dla dzikich zwierząt;
- poprawa walorów przyrodniczych, zwiększenie biologicznej różnorodności krajobrazu rolniczego poprzez odtworzenie mokradeł, oczek wodnych, tworzenie enklaw dla naturalnej fauny i flory wodno-błotnej, tworzenie przyjaznego człowiekowi mikroklimatu;
- ochrona wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, zatrzymywanie zawieszin, oczyszczanie wód deszczowych szczególnie ze związków biogenych (azotu i fosforu).

### 3.9 Literatura

- Ciepielowski A., Dąbkowski L., 1995, Problemy małej retencji w lasach. Sylwan. Rok CXXXIX, nr 11:17-20
- Cieśliński Z., 1997, Agromelioracje w kształtowaniu środowiska rolniczego. Wyd. Akademia Rolnicza, Poznań

- Dyrektywa 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej z 23 października 2000 r. ustalająca ramy działań Wspólnoty Europejskiej w zakresie polityki wodnej. Bruksela
- Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej z 23 października 2007 r. w sprawie ocen ryzyka powodziowego i zarządzania nim. Bruksela
- Gutry-Korycka M., Nowicka B., Soczyńska U. (red.), 2003, Rola retencji zlewni w kształtowaniu wezbrań opadowych. Uniwersytet Warszawski: 1-285
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów 2012. Plan ochrony zasobów wodnych Europy. Bruksela. 14.11.2012 COM (2012) 673 final. Komisja Europejska
- Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M., 1997, Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji. Materiały Badawcze IMGW, Seria: Gospodarka wodna i ochrona wód 19, Warszawa ss. 176
- Kowalewski Z., 2004, Realizacja programów małej retencji w Polsce. Wrocław: Zeszyty Naukowe AR nr 502. Inżynieria Środowiska XII: 195-210
- Makles M., Pawlaczyk P., Stańko R., 2014, Podręcznik najlepszych praktyk ochrony mokradeł. CKPŚ, Warszawa
- Mioduszeński W., 2003, Mała retencja. Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Poradnik. Falenty: Wydaw. IMUZ
- Mioduszeński W., 2004, Problemy gospodarki wodnej w rolnictwie w kontekście Ramowej Dyrektywy Wodnej. Światowy Dzień Wody. Komitet Gospodarki Wodnej PAN, Warszawa, s. 35–42
- Mioduszeński W., 2014, Stawy, małe zbiorniki wodne. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa
- Mioduszeński W., Dembek W., (red.), 2010, Woda na obszarach wiejskich. MRiRW, IMUZ Falenty.
- Natural Water Retention Measures. Science for Environment Policy. ISSUE 32, May 2012
- Podręcznik dobrych praktyk w gospodarce wodnej na terenach nizinnych – wybrane zagadnienia. Biuro Projektów WODMEL, Poznań
- Polski Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej, 2002, Warszawa: MRiRW
- Porozumienie z 21.12.1995 r. zawarte między Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa dotyczące współpracy w zakresie programu małej retencji, 1996
- Prawo wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Tekst ujednolicony. (Dz. U. z 2012 r. poz. 145).
- Świętochowski B., 1997, Ogólna Uprawa roli i roślin. PWRiL, Warszawa
- Time to Adapt – Climate Change in the European water Dimension, 2007, Agriculture. Federal Ministry of Environmental. Nature Conservation and Nuclear safety. Berlin
- Żelazo J., Popek Z., 2002, Podstawy renaturyzacji rzek. Warszawa: Wydaw. SGGW

# Ochrona/zwiększanie retencji na obszarach leśnych

3

## 4. Ochrona/zwiększanie retencji na obszarach leśnych

### 4.1 Wprowadzenie

Lasem w rozumieniu Ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz. U. z 2014 poz. 1153 Brzmienie od 1 lipca 2015) jest grunt o zwartej powierzchni co najmniej 0,10 ha pokryty roślinnością leśną (uprawami leśnymi), drzewami, krzewami oraz runem leśnym lub przejściowo jej pozbawiony, przeznaczony do produkcji leśnej, stanowiący rezerwat przyrody lub wchodzący w skład parku narodowego lub związany z gospodarką leśną, działalnością w zakresie urządzania, ochrony i zagospodarowania lasu. Wg definicji FAO lasem jest grunt o powierzchni ponad 0,5 ha, z drzewami o wysokości ponad 5 m i pokryciem koronami drzew ponad 10%.

Powyższe definicje nie odzwierciedlają jednak naturalnego zróżnicowania warunków przyrodniczych obszarów leśnych w Polsce. Dlatego też, na potrzeby niniejszego opracowania las definiowany jest znacznie szerzej, jako złożony, dynamiczny, przestrzennie wyodrębniający się i zmienny w czasie ekosystem, stanowiący układ powiązanych wzajemnie elementów abiotycznych tworzących biotop (habitat) i biotycznych składających się na zespół organizmów roślinnych i zwierzęcych (biocenoza). Jego głównym elementem jest drzewostan (jednowiekowy, różnowiekowy), jednogatunkowy, wielogatunkowy), który ze względu na swoje właściwości pełni funkcje przyrodnicze: wodochronne, glebochronne, retencyjne, przeciwoerozyjne etc.

W takim ujęciu ekosystem leśny traktowany jest jako całość, stanowi element zmienny w czasie odzwierciedlający w pełni warunki siedliskowe. Siedlisko (habitat) zaś jest integralną częścią ekosystemu leśnego warunkującą skład gatunkowy i charakter zbiorowisk roślinnych.

Ze względu na duże regionalne zróżnicowanie zbiorowisk leśnych w Polsce przy ocenie potencjału retencyjnego należy przeanalizować zarówno typy zbiorowisk leśnych, jak i uwarunkowania abiotyczne wynikające z ukształtowania terenu, geologii podłoża, warunków wodnych, typów gleb.

Obszar Polski został podzielony na 4 prowincje geobotaniczne, 9 działów geobotanicznych, 34 krainy geobotaniczne, 187 okręgów geobotanicznych, 928 podokręgów geobotanicznych (Matuszkiewicz 2008). Ze względu na regionalne zróżnicowanie siedlisk wyróżniono 26 typów krajobrazów roślinnych (Matuszkiewicz 1993):

1. **krajobraz nadmorskich borów sosnowych**, obejmuje siedliska ubogie wykształcone na piaskach wydmych z potencjalnym zbiorowiskiem boru sosnowego bażynowego *Empetro-nigri Pinetum*, siedliska żyzne, bagienne rozwinięte na torfach, przede wszystkim w zagłębieniach terenu, potencjalne zbiorowiska: bory bagienne na torfach, brzeziny bagienne wykształcone na płytkich torfach;
2. **krajobraz śródlądowych borów sosnowych** dominuje zbiorowisko zespołu *Leucobryo-Pinetum*, *Peucedano-Pinetum*, typowy dla rozległych równin sandrowych w rejonach pojeziernych oraz dla zwydmionych piasków rzecznych w Polsce południowej i zachodniej. Udział pozostałych zbiorowisk warunkowany rzeźbą: w dolinach cieków występują olsy, w bezodpływowych zagłębieniach - bory bagienne;
3. **borów i borów mieszanych**, siedliska rozwinięte na piaszczystym podłożu, krajobraz typowy dla równin sandrowych i teras plejstoceńskich z wydmy, sporadycznie obejmuje denudowane wysoczyzny morenowe, stożki napływowe. Z punktu widzenia siedliskowego można wydzielić dwa warianty tego krajobrazu: typowy i z dużym udziałem siedlisk wilgotnych olsów, łęgów;

4. **borów i borów mieszanych ze świerczynami**; typowy dla siedlisk piasków rzecznych lub akumulacji jeziornej z mozaiką z torfami, przykładem jest Puszcza Augustowska, kraina Węgorapy;
5. **borów, borów mieszanych i grądów**; wariant typowy obejmuje siedliska akumulacyjnych teras nadzalewowych, wydmy, tereny płaskie, przykładem jest Puszcza Kampinoska. Drugi wariant obejmuje sekwencję siedlisk od wysoczyzn morenowych, równin sandrowych, po dna cieków;
6. **borów mieszanych i grądów**, obejmuje prawie 17 % powierzchni kraju, najczęściej spotykany na zdenudowanych wysoczyznach morenowych, sandrach, siedliska świeże wykształcone na zróżnicowanym litologicznie podłożu;
7. **grądów**, najpowszechniejszy typ w Polsce, obejmuje około 22 % powierzchni Polski, szeroki zakres siedliskowej zmienności zbiorowisk, typowy dla siedlisk rozwiniętych na wysoczyznach morenowych zbudowanych z glin zwałowych (Kujawy, Wielkopolska, Warmia), pagórkowatych moren zbudowanych z glin i piasków gliniastych (Pojezierze Mazurskie), wysoczyzn pokrytych utworami lessowymi (Dolny Śląsk), wyżyn z pokrywami lessowymi (Wyżyna Lubelska, Zamojszczyzna), obszary zastoiskowe z utworami ilowymi (ok. Warszawy, Warmia);
8. **borów mieszanych, grądów i świetlistych dąbrów**, zbiorowiska typowe dla sekwencji siedlisk od szczytu lokalnego wzniesienia np. kemu do doliny cieku;
9. **dąbrów świetlistych i grądów**, typowy dla wysoczyzn morenowych zlodowacenia środkowopolskiego, wyżyn południowej Polski, siedlisk wytworzonych na falistych wyżynach z utworami wapiennymi na powierzchni;
10. **grądów i niżowych buczyn**, krajobraz obejmuje 3 % powierzchni Polski, typowy dla Pomorza Wschodniego, Wielkopolski i Śląska. Obejmuje siedliska moren czołowych zbudowanych z glin zwałowych;
11. **pomorskich buczyn**, siedliska wytworzone na wysoczyznach morenowych zlodowacenia bałtyckiego zbudowanych z glin zwałowych;
12. **pomorskich buczyn i acydofilnych dąbrów**, typowy dla siedlisk wałów morenowych strefy marginalnej fazy pomorskiej zlodowacenia bałtyckiego, od Pomorza Gdańskiego na Zachód;
13. **acydofilnych dąbrów pomorskich**, typowy dla siedlisk wykształconych na piaszczysto-żwirowych wysoczyznach morenowych, sandrach, terasach nadzalewowych. Obejmuje obszar Pomorza;
14. **grądów i wyżynnych buczyn**, krajobraz tworzony przez układy siedlisk subkontynentalnych grądów w formie wyżynnej, wyróżniony na Górnym Śląsku i w górach Świętokrzyskich, obejmuje wyniesienia zbudowane ze skał kambryjskich: kwarcyty, łupki, szarogłazy, triasowe skały wapienne, karbońskie piaskowce i łupki, a także lessy, gliny zwałowe;
15. **borów, borów mieszanych, grądów i buczyn**, występuje na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej oraz na Roztoczu, obejmuje najwyższe wzniesienia zbudowane ze skał wapiennych: jurajskich i kredowych silnie porożcinane;
16. **grądów i podgórszych dąbrów acydofilnych** krajobraz typowy dla najniższych partii Sudetów i Przedgórza Sudeckiego, południowej części Jury Krakowsko-Częstochowskiej, Pogórza Karpat Zachodnich, charakterystyczna jest zarówno odrębność regionalna jak i zmienność piętrowa zbiorowisk, siedliska wykształcone na wierzchołkach pokrytych lessami, krawędziach zbudowanych ze skał wapiennych, kredowych łupków, zlepieńców, piaskowców, obejmuje także skały kwaśne: granity,

serpentynity, gnejsy, łupki, piaskowce, gnejsy, szarogłazy, piaskowce kredowe, zlepieńce, gliny deluwialne etc.;

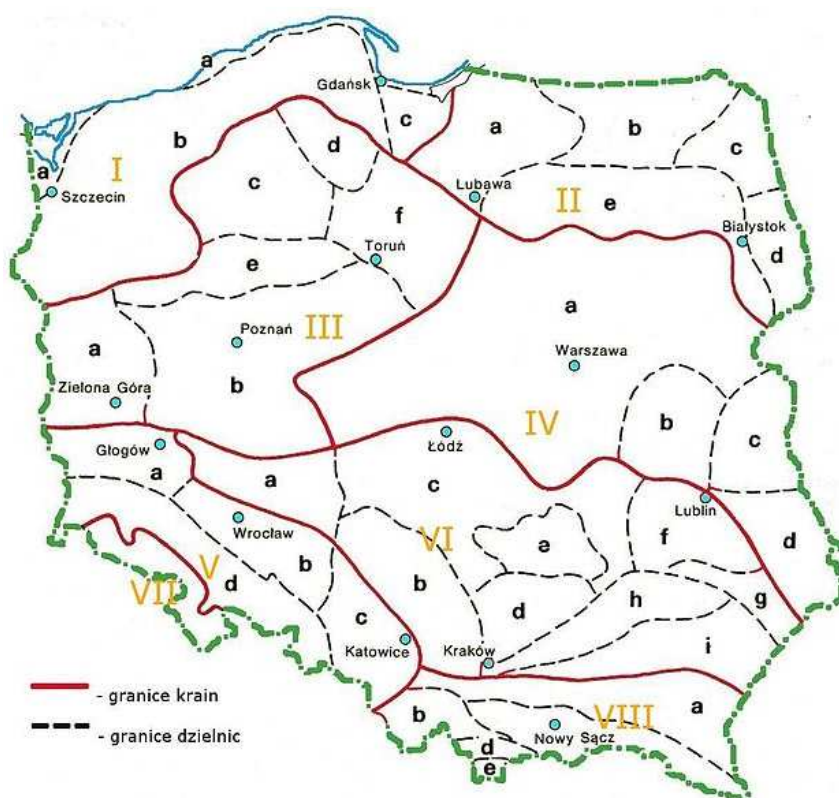
17. **grądów i buczyn górskich**, występuje na obszarze niskich gór i pogórzach, dzieli się na odmiany: sudecką, obejmuje niskie góry, występuje na wysokościach od 300-400 m n.p.m. do 600-900 m n.p.m. (góry Wałbrzyskie, Kaczawskie, Kamienne, Bardzkie, Złote) oraz Góry Krowiarki i Kotlinę Kłodzką. Odmiana karpacka, obejmuje niskie góry (Beskid Wyspowy, Góry Słone) i pogórza Śląskie, Ciężkowickie, Dynowskie, Przemyskie), występuje na wysokościach od 200-300 m n.p.m. do 400-600 m n.p.m.;
18. **reglowych buczyn**, typowy dla regla dolnego, potencjalne zbiorowiska to dolnoreglowe lasy bukowe; wyróżniamy dwie odmiany regionalne: sudecką (Karkonosze, Góry Izerskie) i karpacką;
19. **borów mieszanych i jedlin**; typowy dla rejonu Świętokrzyskiego, siedliska wykształcone na piaskowcach triasowych i piaskach;
20. **wysokogórski**, krajobraz obejmuje trzy typy: regla górnego i subalpejski, powyżej górnej granicy lasu (zarośla kosodrzewiny), alpejski (murawy wysokogórskie), siedliska wykształcone na skałach krzemianowych, węglanowych;
21. **krajobraz Borów Nowotarskich**, unikatowy w skali kraju, siedliska wykształcone na utworach czwartorzędowych piaszczystych i piaszczysto-gliniastych, występuje w strefie dna Kotliny Nowotarskiej;
22. **dolinowych łęgów wiązkowych**, typowy dla dolin dużych (Odry i Wisły). Zróżnicowanie siedlisk warunkowane zmiennością stosunków wodnych;
23. **łęgów wierzbowo-topolowych** związany z dolinami średnich rzek (Bug, Narew, Warta), siedliska wykształcone na piaszczystych madach;
24. **łęgów jesionowo-olszowych** typowy dla szerokich dolin mniejszych rzek (Noteć, Liwiec, Odra), siedliska wykształcone w obrębie zabagnionych zagłębień;
25. **olsowy** typowy dla zatorfionych odcinków dolin rzecznych (Biebrzy, Narwi);
26. **jeziorny**, krajobraz młodo glacialny, typowy dla strefy pojezierzy, Krainy Wielkich jezior Mazurskich.

Położenie geograficzne, rzeźba, geologia podłoża oraz zmienności klimatu warunkują różnorodność gatunkową szaty roślinnej. W Polsce ze względu na klimat przejściowy typowe będą więc zbiorowiska związane zarówno z klimatem oceanicznym (buczyny, lasy jodłowe, lasy dębowe), jak i zbiorowiska charakterystyczne dla warunków klimatu kontynentalnego (bory sosnowe, niżowe świerczyny).

Ze względu na warunki siedliskowe oraz klimat wyróżniono osiem krain przyrodniczo-leśnych w obrębie których wydzielono 59 dzielnic przyrodniczo-leśnych (Mroczkiewicz 1952, Trampler i in., 1990):

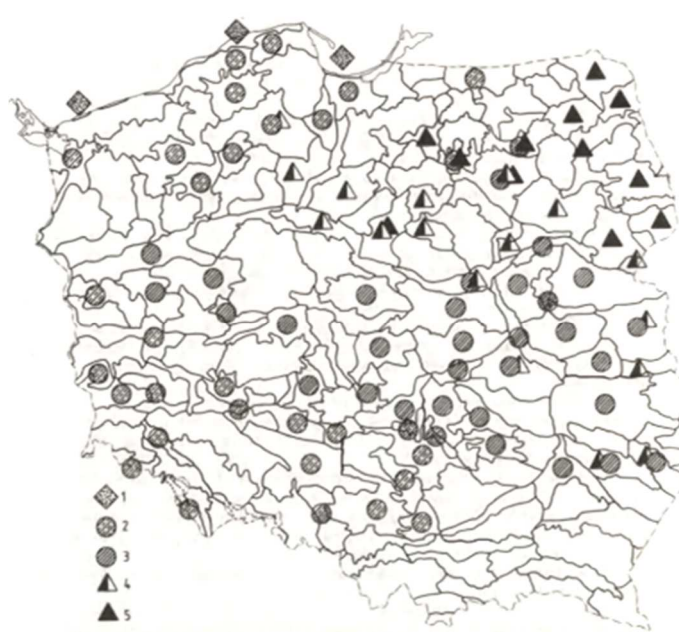
- Kraina Bałtycka. Obejmuje lasy bukowe (bór mieszany świeży 31%, bór świeży 28,8%, las mieszany świeży 17,1%, las świeży 11%). Głównymi gatunkami lasotwórczymi na południowym zachodzie krainy są: sosna 69%, buk 7,7%, świerk 6,5%, dąb 5,1%.
- Kraina Mazursko-Podlaska. Lesistość krainy 31,6%. Dominującym typem jest bór świeży (32,8%), bór mieszany świeży (26%), las mieszany świeży (13,1%), las świeży (10,2%). Do głównych gatunków lasotwórczych należą: sosna - 64,6%, świerk 11,1%, olsza - 8,3%, dąb - 5,7%.
- Kraina Wielkopolsko-Pomorska. Lesistość 30,3 %. Dominuje bór świeży - 53,2%, bór mieszany świeży - 19,4%, bór suchy - 8,4%, las mieszany świeży - 7,7%. Gatunkami lasotwórczymi są: sosna (87,3%), dąb (4%), olsza (3%), buk (0,8%).

- Kraina Mazowiecko-Podlaska. Lesistość wynosi 19,6%. Na północy krainy dominują siedliska borowe. W części południowej bory mieszane i lasy mieszane. Najczęściej występuje: bór świeży - 39,9%, bór mieszany świeży - 19,3%, las mieszany świeży - 13%, las świeży - 8,4%. Głównymi gatunkami są: sosna (75,2%), olsza (8%), dąb (7%) i jesion.
- Kraina Śląska. Lesistość krainy wynosi 26,3%. Najliczniej występuje bór świeży - 25,8%, bór mieszany świeży - 24,1%, las mieszany świeży - 12,7%, bór mieszany wilgotny - 11,4%.
- Kraina Sudecka. Lesistość krainy wynosi 38%. Dominują siedliska górskie: bór mieszany górski (32,1%), las mieszany górski (25,9%), las mieszany wyżynny (16,2%). Występują drzewostany świerkowe (71,6%), dębowe (8,7%), bukowe (4,9%), jodłowe (0,3%).
- Kraina Małopolska. Typowe są siedliska nizinne: bór świeży - 29,6%, bór mieszany świeży - 21,1%, las mieszany świeży - 14,3%, las świeży - 9,3%.
- Kraina Karpacka. Lesistość krainy wynosi aż 41,4%. W Krainie Karpackiej występują wszystkie podgórskie i górskie typy siedliskowe lasu oraz fragmentarycznie typy nizinne.



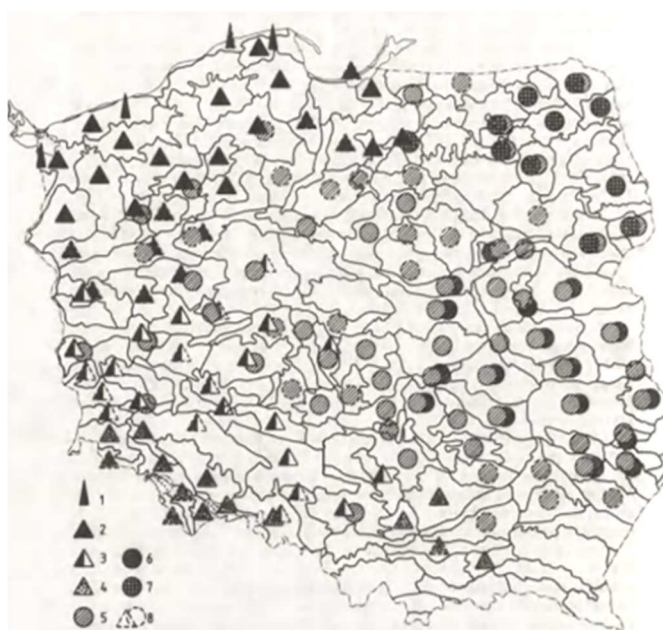
**Rycina 27. Krainy przyrodniczo-leśne w Polsce (wg. Mroczkiewicz 1952, objaśnienie w tekście)**

Zmienność warunków siedliskowych implikuje syntaksonomiczno-regionalne zróżnicowanie gatunkowe poszczególnych zbiorowisk roślinnych: borów sosnowych (ryc.28), borów mieszanych i acidofilnych dąbrów (ryc.29), lasów bukowych (ryc.30), grądów (ryc.31).



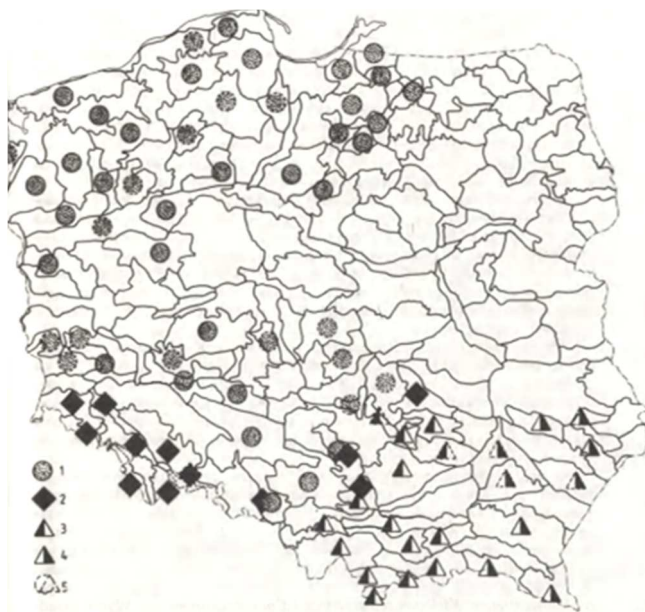
- 1- Bór nadmorski 2- bór środkowoeuropejski odmiana pomorsko-śląska 3- bór środkowoeuropejski 4- bór kontynentalny 5- bór kontynentalny odmiana subborealna

**Rycina 28. Zróźnicowanie regionalne borów sosnowych (Matuszkiewicz 1973)**



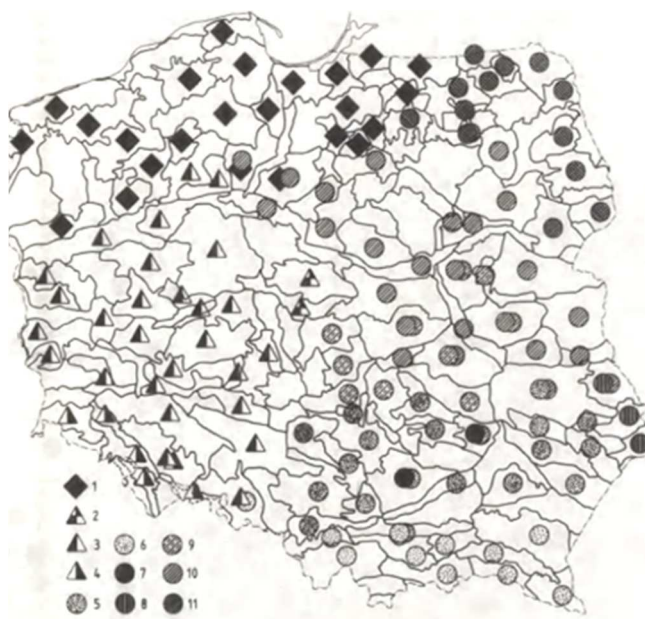
- 1-Acydofilny las dębowo-brzozowy 2- acidofilny las bukowo-dębowy 3- acydofilny las dębowy 4- podgórski acydofilny las dębowy 5- bór mieszany 6-kontynentalny bór mieszany 7-kontynentalny bór mieszany odmiana subborealna

**Rycina 29. Zróźnicowanie regionalne mieszanych i acydofilnych dąbrów (Matuszkiewicz 1973)**



1-Buczyny niżowe 2-buczyny sudeckie 3- buczyny karpackie odmiana zachodniokarpacka 4- buczyny karpackie odmiana wschodniokarpacka

**Rycina 30. Zróżnicowanie regionalne żyźnych lasów bukowych (Matuszkiewicz 1973)**



1-Grąd pomorski 2 -4 grąd środkowoeuropejski 2- odmiana kujawska 3- odmiana wielkopolsko-śląska w formie niżowej 4- odmiana wielkopolsko-śląska w formie podgórskiej 5- 11 grąd subkontynentalny 5-odmiana małopolska w formie wyżynnej, 6- odmiana małopolska w formie podgórskiej 7 –odmiana łódzka 8 odmiana łódzka 9 odmiana łódzka w formie wyżynnej 10-odmiana łódzka w formie niżowej 11- odmiana subborealna

**Rycina 31. Zróżnicowanie grądów (Matuszkiewicz 1973)**

Ze względu na znaczne przekształcenie środowiska, wylesienie i zabudowę zlewni współczesne zespoły leśne uległy przeobrażeniu. Lasy o naturalnym charakterze występują przede wszystkim na mało urodzajnych glebach lub terenach trudnodostępnych. Ze względu na intensywną gospodarkę leśną i zmiany gatunkowe drzewostany często reprezentują zbiorowiska wtórne,

nie odzwierciedlające warunków siedliskowych i roślinności potencjalnej. Procentowy udział powierzchni leśnej na danym terenie nie jest więc wyznacznikiem realnych zdolności danego zespołu do realizacji poszczególnych funkcji przyrodniczych, zwłaszcza wodochronnych czy retencyjnych.

Ze względu na złożoną strukturę ekosystemy leśne pełnią szereg funkcji ekologiczno-przyrodniczych, krajobrazowych, rekreacyjnych, społecznych, gospodarczych. Do najważniejszych należy zaliczyć funkcje stabilizatora procesów środowiskowych. Istotny jest wpływ lasu na stosunki wodne, obieg wody, mikroklimat, wielkość opadu, gleby. Las pełni rolę glebochronną, przeciwdziała erozji wodnej gleb i minimalizuje ruchy masowe, sprzyja regeneracji gleb zanieczyszczonych lub zdegradowanych. wodochronną oraz retencyjną. Jego funkcja retencyjna jest zasadnicza, las jako zwarta, złożona struktura wpływa na normalizację stosunków wodnych w zlewniach. Ekosystemy leśne spowalniają odpływ wód i łagodzą skutki susz hydrologicznych. Las wpływa na poprawę jakości powietrza. Pełni rolę buforu, neutralizuje szkodliwe promieniowanie oraz wpływa na zmniejszenie zanieczyszczeń pyłowych, tłumi hałas.

Funkcja przeciwpowodziowa i przeciwerozryjna zbiorowisk leśnych jest istotna i wpływa łagodząco na przebieg zjawisk katastrofalnych. Spowalniając odpływ powierzchniowy ekosystem leśny zwiększa odpływu gruntowy, co sprzyja zasilaniu wód podziemnych i obniża wysokość fali powodziowej.

Ze względu na funkcje przyrodnicze wyróżnić można:

- lasy ochronne,
- lasy gospodarcze.

Funkcje lasów w zagospodarowaniu przestrzennym kraju są kształtowane na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym. Funkcje lasów wskazane zostały w planach urządzenia lasu na podstawie przepisów ustawy o lasach lub wynikają z innych przepisów prawa (miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, przepisów o ochronie przyrody, przepisów o ochronie zabytków itp.).

## 4.2 Mała retencja na obszarach leśnych

Mała retencja ma na celu zatrzymywanie lub spowalnianie spływu powierzchniowego wód w obrębie małych zlewni, przy jednoczesnym zachowaniu i wspieraniu rozwoju krajobrazu naturalnego. O zdolnościach retencyjnych zbiorowisk leśnych decyduje funkcja wodochronna, która polega na utrzymaniu, wzmocnieniu i poprawie właściwości retencyjnych gleb.

Obszar Polski cechuje się zmiennym reżimem hydrologicznym. Wynika to z właściwości naszego klimatu, który warunkuje zróżnicowanie ilości opadów na obszarze kraju. Występowanie lat suchych i mokrych oraz nierównomiernego rozkładu zasobów wodnych sprawia, że znaczenie naturalnym czynników kształtujących i normalizujących stosunki wodne w zlewniach jest pierwszorzędne. Istotną rolę w procesie obiegu wody pełnią ekosystemy leśne. Zwarta pokrywa leśna, wysoka retencja użyteczna gleb leśnych sprzyjają zatrzymaniu wody i ograniczają negatywne skutki np. nawałnych opadów czy susz hydrologicznych.

„Mała retencja” ma kluczowe znaczenie dla kształtowania stosunków wodnych ponieważ zasoby wodne Polski są bardzo ubogie. Przyjmuje się, że średnie dyspozycyjne zasoby wodne w przeliczeniu na jednego mieszkańca Polski wynoszą około 1600 m<sup>3</sup> wody rocznie, przy średniej europejskiej ponad 4 000 m<sup>3</sup> (Mioduszewski 2009). Przyczyną takiego stanu jest mała ilość opadów atmosferycznych, mała retencja gleb oraz małe magazynowanie wody w zbiornikach retencyjnych.

Sieć hydrograficzna Polski, na którą składają się dorzecza największych rzek Polski: Wisły (54,0%) i Odry (33,9%) ukształtowana została w wyniku rozwoju rzeźby w trzecio- i czwartorzędzie. Głównym zlewiskiem jest Bałtyk, który pokrywa 99,7 % powierzchni kraju. Pozostałe 0,3% powierzchni przypada na zlewisko Morza Czarnego (0,2%) i Morza Północnego (0,1%). W Polsce znajduje się 7081 jezior o powierzchni większej niż 1 ha, o łączna powierzchni 2813,77 km<sup>2</sup>, co stanowi tylko 0,9%

powierzchni kraju (Choiński 1991, Jańczak 1996). Alarmująca więc wydaje się tendencja do zaniku jezior. W stosunku do lat 50-tych liczba jezior zmniejszyła się o ponad 11 % (tj. 2215 jezior).

Najważniejszymi elementami sieci hydrograficznej są:

- wody podziemne (gruntowe, głębinowe; zasoby eksploatacyjne wód podziemnych szacuje się na 37 713 tys. m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>);
- rzeki (I, II, III i IV – rzędu);
- jeziora (deltowe, przybrzeżne, rynnowe, wytopiskowe, krasowe, górskie, rzeczne);
- źródła (szczelinowe, warstwowe, zwietrzelinowe, dolinne);
- mokradła (ombrogeniczne, topogeniczne, soligeniczne, fluwiogeniczne zajmują 13% powierzchni kraju);
- sztuczne zbiorniki wodne.

Nie zrównoważona gospodarka wodna, regulacja rzek i cieków w pierwszej połowie XX wieku oraz intensywne działania melioracyjne w rolnictwie i leśnictwie prowadzone na dużą skalę zwłaszcza w latach powojennych doprowadziły do (wg. Projekt: *Mała retencja w lasach państwowych...*):

- spadku potencjału retencyjnego,
- zwiększenia szybkości odprowadzania wody z terenów leśnych,
- osuszenia torfowisk, mokradeł,
- przesuszenia siedlisk leśnych,
- zaburzenia podziemnego zasilania źródeł,
- obniżenie zdrowotności drzewostanów,
- zmian gatunkowych.

Od lat 90-tych, w Lasach Państwowych podejmowane są działania związane z wdrożeniem zasad zrównoważonej gospodarki leśnej i poprawy retencji leśnej. Zasadniczym celem tych projektów jest:

- spowolnienie odpływu wody w ekosystemach leśnych całego kraju,
- przeciwdziałanie powodzi,
- minimalizacja negatywnych skutków susz hydrologicznych,
- odtwarzanie obszarów wodno-błotnych.

Do ważnych w skali kraju projektów należą:

- Renaturalizacja siedlisk wilgotno-bagiennych, 2007, LKP Lasy Mazurskie;
- Projekty małej retencji: Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie suszy i powodzi w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych (mała retencja – niziny), uczestniczy 179 Nadleśnictw;
- Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie (mała retencja góry) uczestniczy 54 Nadleśnictw.

## 4.3 Kształtowanie krajobrazu leśnego

Programy renaturalizacyjne zwiększające możliwości retencyjne, przeciwdziałające powodzi i suszy w ekosystemach leśnych opierają się na strukturach administracji leśnej. Na wstępie należy podkreślić że początki kształtowania się administracji leśnej sięgają XIX wieku (Paradowski, Machoń 2008). Jednak trudność interpretacyjna wynika z wieloznaczności pojęciowej lasu oraz własności leśnej, a tym samym zawiadywania ich strukturą. Co istotne pojęcie lasu dotyczy zarówno zagadnienia lasów publicznych, jak i sfery lasów prywatnych, odnosi się także do własności gruntów. W strukturze Lasów Państwowych również widać wpływ wartości prywatnych wynikających stricte z zapisów prawa cywilnego. Pojęcie własności leśnej pojawiło się w XVIII wieku wraz z procesem wydzielania lasów z własności feudalnej jako odrębnych gospodarstw leśnych (Broda 2000).

Zgodnie z art. 32 ust. 1 ustawy o lasach Lasy Państwowe stanowią państwową jednostkę organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej i reprezentują Skarb Państwa w zakresie zarządzanego mienia. Należą do Skarbu Państwa, zaś administracja leśna jest podmiotem zarządzającym lasami.

Gospodarowanie lasem obejmuje działalność leśną w zakresie urządzania, ochrony i zagospodarowania lasu, utrzymania i powiększania zasobów leśnych (Art.6.1 Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach). Celem zrównoważonej gospodarki leśnej zgodnej z Art.7.1 (Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach) opartej na planach urządzenia lasu jest:

1. zachowanie lasów i korzystnego ich wpływu na klimat, powietrze, wodę, glebę, warunki życia i zdrowia człowieka oraz na równowagę przyrodniczą;
2. ochrona lasów, zwłaszcza lasów i ekosystemów leśnych stanowiących naturalne fragmenty rodzimej przyrody lub lasów szczególnie cennych ze względu na:
  - zachowanie różnorodności przyrodniczej,
  - zachowanie leśnych zasobów genetycznych,
  - walory krajobrazowe,
  - potrzeby nauki;
3. ochrona gleb i terenów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie lub uszkodzenie oraz o specjalnym znaczeniu społecznym;
4. ochrona wód powierzchniowych i głębinowych, retencji zlewni, w szczególności na obszarach wododziałów i na obszarach zasilania zbiorników wód podziemnych;
5. produkcja, na zasadzie racjonalnej gospodarki, drewna oraz surowców i produktów ubocznego użytkowania lasu.

Las w ujęciu krajobrazowym traktowany jest jako przestrzenny układ powiązanych ze sobą elementów przyrodniczych oraz antropogenicznych, odznaczający się specyficzną fizjonomią oraz strukturą zbiorowisk roślinnych. Krajobraz leśny pełni funkcje rekreacyjne, wodochronne, glebochronne, retencyjne, społeczne, kulturowe. Dużym zagrożeniem dla walorów przyrodniczo-krajobrazowych, a także zachowana bioróżnorodności gatunkowej zbiorowisk leśnych jest ich fragmentacja. W przypadku lasu proces ten związany jest z wyrębem i przeznaczaniem terenu na inne cele. W rezultacie następuje utrata siedlisk leśnych (Sławski 2006).

Izolacja krajobrazu leśnego i rozproszenie poszczególnych płatów leśnych sprawia, że zaburzone zostają naturalne procesy przepływu materii i energii, a także informacji (pula genowa gatunków roślin i zwierząt). Straty ekologiczne wynikające z budowy liniowych elementów infrastruktury i ich wpływu na ekosystemy leśne nie są do końca rozpoznane. Jednak wpływ odcięcia zbiorowisk leśnych od zalewu powierzchniowego poprzez budowę wałów, zmniejszenie powierzchni lasu poprzez wyręb drzewostanu, izolacja poszczególnych płatów przez budowę dróg to wszystko wpływa na

zachwianie równowagi biologicznej i obniżenie odporności ekosystemu leśnego. Defragmentacja siedlisk sprzyja ich degradacji. Obniżenie potencjału przyrodniczego wpływa negatywnie na walory krajobrazowe. Przyjmuje się, że tylko na potrzeby rozbudowy autostrad do końca 2000 roku wylesiono ponad 2800 ha lasów (Bareja 1999). Wycinka drzewostanu o szerokości około 70 metrów skutkuje zmianą przestrzenno-strukturalną lasu, powodując zmiany stosunków wodnych, zniekształcenie siedlisk oraz obniżenie stabilności drzewostanów (Borecki i in. 2001). Utrata siedlisk tzw. wnętrza lasu zaburza stabilność struktury środowiska poprzez utratę gatunków typowych dla starych lasów o złożonej strukturze, co obniża zdolności retencyjne obszarów leśnych.

Deforestacja prowadzi do zmniejszenia udziału terenów leśnych w ogólnej powierzchni danego obszaru, zazwyczaj wskutek antropopresji (np. nadmierne wykorzystanie gospodarcze lasów, zanieczyszczenie środowiska, itp.). Do istotnych skutków wylesienia należy zaliczyć obniżenie potencjału retencyjnego siedlisk i obniżenie poziomu wód gruntowych. Obszary wylesione łatwo ulegają erozji i są podatne na spływy powierzchniowe. Przykładem deforestacji będącej efektem zanieczyszczania środowiska jest obszar Sudetów. W wyniku opadu kwaśnych deszczy degradacji uległy zbiorowiska świerkowe regla górnego, a siedliska zostały silnie zakwaszone (Szponar, Horska-Schwarz 2005). Klęska ekologiczna odcisnęła piętno zarówno w krajobrazie górskim, jak i wpłynęła na funkcjonowanie środowiska.

Obniżającą się odporność ekosystemów leśnych jest wynikiem kilkunastowiecznej działalności człowieka, który zachwiał naturalną równowagą siedlisk leśnych. Degradacja gleb, zmiana ich właściwości, obniżenie wód gruntowych, prowadzi do obniżenia zdolności retencyjnych, zmian składu gatunkowego lasów i zasępienia pierwotnych kompleksów leśnych przez zespoły wtórne. Z roku na rok poprawia się jednak zdrowotność zbiorowisk leśnych w Polsce (<http://www.senat.gov.pl/>). Zwiększa się udział drzew w klasie 0 (bez defoliacji) i w klasie 1 (lekka defoliacja), a zmniejsza w pozostałych klasach, przede wszystkim w klasie 2 (średnia defoliacja).

## 4.4 Ochrona zbiorowisk leśnych w Polsce

Praktyczna ochrona zbiorowisk leśnych narzuca spojrzenie na las z perspektywy szerszej aniżeli pojedynczego drzewostanu. Konieczne jest rozpatrywanie lasu w skali krajobrazu lub kompleksu leśnego (Sławski 2006). Ochrona lasu jest szerokim pojęciem obejmującym bardzo różnorodne działania w ramach działalności prowadzonej przez Lasy Państwowe. Nie ogranicza się do obszarów prawnie chronionych, jak np. Parki Narodowe czy Rezerваты Przyrody, ale zgodnie z Ustawą o Lasach i Ustawą o Ochronie Przyrody obejmuje w różnym stopniu wszystkie obszary leśne.

Postawy i zakres prawnej ochrony lasów wyznacza poza wymienionymi powyżej aktami, także Polityka Leśna Państwa. Dodatkowo zobowiązania wynikające dla Polski z konwencji międzynarodowych zmuszają nas do prowadzenia zrównoważonej gospodarki leśnej i ochrony zarówno gatunków, jak i siedlisk.

Istotnym uzupełnieniem krajowej ochrony siedlisk i gatunków są obszary sieci Natura 2000 (wskazane na mocy tzw. dyrektywy siedliskowej - dyrektywy w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory nr 92/43/EWG oraz tzw. dyrektywy ptasiej – dyrektywa w sprawie ochrony dzikich ptaków nr 79/409/EWG).

Ponieważ zarówno w literaturze przedmiotu, jak i aktach prawnych wprowadzono pojęcie wielofunkcyjności lasu i wielofunkcyjnej gospodarki leśnej, oznacza to, że las pełni wiele różnych ważnych funkcji i zadań: środowiskotwórczych, krajobrazowych, ekologicznych, społecznych i gospodarczych (surowcowych), to jego ochrona jest zadaniem skomplikowanym.

Często realizacja zadań zaplanowanych w ramach projektów prowadzonych w LP np.: Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych wiąże się z wystąpieniem potencjalnych „kolizji” w odniesieniu do obszarów chronionych Natura 2000. Oczywiście kolizja nie oznacza zawsze negatywnego skutku przyrodniczego, ale wynika z stosowanej w praktyce zasady przezorności i wymaga weryfikacji eksperckich.

W przypadku ekosystemów najbardziej zagrożonych degradacją (zależnych od wód, górskich) istotne z punktu widzenia ich ochrony jest między innymi: zachowanie stabilności ekosystemów, zachowanie bioróżnorodności, utrzymanie lub przywracanie do właściwego stanu siedlisk.

Przywrócenie stabilności ekosystemów monokultur sosnowych polega na przebudowie drzewostanów zgodnie z warunkami siedliskowymi. Od lat leśnicy dostosowują skład gatunkowy lasów do siedlisk, zwiększając tym samym udział gatunków liściastych. Przywrócenie struktury gatunkowej zbiorowisk leśnych odpowiadającej potencjałowi siedliskowemu stanowi kluczowy element normalizacji stosunków wodnych w małych zlewniach.

Zaniepokojenie budzi jednak brak spójnej polityki leśnej w Europie na szczeblu regionalnym oraz masowe konflikty występujące pomiędzy ochroną i zachowaniem funkcji przyrodniczych a gospodarczym wykorzystaniem lasów (funkcja surowcową).

## 4.5 Wpływ lasu na kształtowanie obiegu wody w zlewni

Zbiorowiska leśne odgrywają ważną rolę w normalizacji stosunków wodnych w zlewniach, głównie poprzez spowolnienie odpływu powierzchniowego i zwiększenie odpływu gruntowego. Duże znaczenie w kształtowaniu stosunków wodnych pełnią przede wszystkim lasy wodochronne. Podstawowe zadania tych zespołów leśnych to (wg. *Zasady hodowli lasu*<sup>1</sup>):

- zwiększanie zdolności retencyjnej gleb leśnych,
- zasilanie zbiorników wód podziemnych,
- ochrona cieków i zbiorników wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem,
- ochrona gleb przed erozją wodną, zakwaszeniem,
- regulacja powierzchniowego i glebowego spływu wody,
- regulacja warunków glebowo-wodnych siedlisk leśnych.

Do lasów o największych zdolnościach wodochronnych należeć będą zróżnicowane gatunkowo i wiekowo zespoły leśne, rozwinięte na siedliskach żyznych, ze zróżnicowaną strukturą runa i podszytu, występujące na glebach o dobrze rozwiniętym profilu glebowym kształtowanym przez płytko występujące wody gruntowe lub zalew powierzchniowy. Są to między innymi zbiorowiska zalewowych lasów łęgowych, rozwinięte na glebach torfowych, mułowych, murszowych, o dużych zdolnościach retencyjnych, z dobrze rozwiniętą strukturą runa, często kępkową, roślinnością zielną i wielopiętrowym drzewostanem.

Zwiększanie zdolności wodochronnych ekosystemów leśnych opiera się na zrównoważonej gospodarce leśnej i ochronie zasobów leśnych. Ograniczenie wycinki starych drzewostanów; zachowanie zwartych kompleksów leśnych, wprowadzenie nasadzeń różnogatunkowych - gatunków optymalnie dobranych do warunków siedliskowych, zalesianie górnych partii zlewni zwłaszcza w przypadku obszarów górskich, ochrona zbiorowisk zalewowych i przywrócenie zalewu powierzchniowego poprzez rozbiórkę wałów, wtórne zabagnienie mokradeł, zachowanie zbiorowisk łęgowych wzdłuż rzek i cieków, renaturalizacja koryt pozytywnie wpłynie na stosunki wodne i zdolności retencyjne ekosystemów leśnych.

Strefy wodochronne wyznacza się często w obrębie źródeł, ujęć wód, zbiorników wód podziemnych, w obszarach mokradłowych, wododziałach, w dolinach rzecznych, wzdłuż cieków

---

<sup>1</sup> <http://www.eko.org.pl/lkp/poradniki>

i zbiorników wodnych. W celu zachowania zdolności wodochronnych lasów wymagana jest zasada trwałości szaty leśnej (*Zasady hodowli lasu*<sup>2</sup>).

Ważną funkcję w regulacji obiegu wody i ograniczeniu spływu powierzchniowego spełniają lasy i zbiorowiska górskie (regła dolnego, górnego, kosodrzewiny). Siedliska te kształtują procesy obiegu wody na stromych stokach, hamują gwałtowny spływ wody, minimalizując skutki nawalnych opadów.

W przypadku normalizacji stosunków wodnych w obszarach podatnych na erozję wodną i występowanie ruchów masowych funkcja wodo- i glebochronna lasów wydaje się strategiczna. Zwiększenie zdolności retencyjnych ekosystemów leśnych polega na zachowaniu różnorodności gatunkowej drzewostanu i składu typowego dla warunków siedliskowych. W przypadku przebudowy zbiorowisk leśnych na tych obszarach wskazane do nasadzeń są gatunki głęboko korzeniące się.

## 4.6 Metody zwiększania retencji na obszarach leśnych

Ważnym elementem programów jest wspieranie prośrodowiskowych metod retencionowania wody w lasach obejmujących działania takie jak (Projekt: *Mała retencja w lasach państwowych...*<sup>3</sup>):

- budowę zbiorników retencyjnych;
- renaturyzacja siedlisk wodno-błotnych poprzez modernizację systemów melioracyjnych do pełnienia funkcji retencyjnych;
- spowolnianie obiegu wody w zlewniach poprzez grodzenie cieków i budowę: progów, bystrz, urządzeń piętrzących na ciekach.

O ile odtwarzanie siedlisk bagiennych, mokradłowych i przywracanie funkcji lasów łęgowych jest działaniem korzystnym i pozytywnie wpływającym na strukturę środowiska, o tyle budowa zbiorników retencyjnych oraz wszelakich urządzeń piętrzących na ciekach rodzić będzie konflikty. Przerwanie ciągłości morfologicznej cieku zawsze wpływa niekorzystnie na bilans rumowiska i stan hydromorfologiczny wód płynących. Zmiana warunków sedimentacyjnych przy zachowaniu zdolności transportowych cieku prowadzi do wzmożonej erozji dennej, obniżenia bazy erozyjnej, wcinania koryt w podłoże. W konsekwencji poniżej budowli piętrzących obserwuje się obniżenie zwierciadła wód gruntowych i osuszenie obszarów przyległych zanik starorzeczy, mokradeł i oczek wodnych. Zatem zabagnienie terenów powyżej urządzeń piętrzących nie koniecznie wpłynie korzystnie na warunki wodno-glebowe poniżej. Inna sytuacja dotyczy urządzeń melioracyjnych, budowa zastawek oraz wszelkiego rodzaju przetasowania ziemne na rowach odwadniających prowadzą do wtórnego zabagnienia siedlisk i poprawy warunków wodnych. Spowolnienie spływu wód, popiętrzenie wód gruntowych sprzyja odtwarzaniu obszarów mokradłowych. Dodatkowo wykonywanie narzutów kamiennych w strefach odpływowych z mokradeł, torfowisk opóźnia odpływ wód.

Korzystny wpływ na warunki glebowo-wodne w lasach dolinnych będą mieć wszelkie działania renaturalizacyjne cieków obejmujące:

- odtwarzanie naturalnego przebiegu koryt i przywracanie dynamiki procesów fluwialnych;
- likwidacja umocnień brzegowych i urządzeń regulacyjnych w celu odtworzenia naturalnych struktur korytowych (układów bystrze-płoso);

---

<sup>2</sup> <http://www.eko.org.pl/lkp/poradniki>

<sup>3</sup> <https://www.mos.gov.pl/g2/>

- odtworzenie strefy zalewu powierzchniowego poprzez rozbiórkę i likwidację wałów przeciwpowodziowych i normalizację procesów pozakorytowych;
- przywrócenie zalewu w strefie starorzeczy i paleomeandrów poprzez połączenie z korytem aktywnym.

### **Przywracanie naturalnego kształtu ciekom**



Rycina 32. Przywracanie naturalnego przebiegu cieków uregulowanym (Projekt. Mała retencja w lasach...)

### **Przetamowania ziemne na rowach odwadniających**



Rycina 33. Przetamowania ziemne rowów odwadniających (Projekt. Mała retencja w lasach...)

## 4.7 Podsumowanie

Zwiększenie retencji na obszarach leśnych, ochrona lasów wodochronnych, renaturalizacja rzek i cieków, odtwarzanie mokradeł, przywracanie zalewu powierzchniowego ma priorytetowe znaczenie w normalizacji stosunków wodnych w zlewniach.

Projekty mające na celu odtworzenie zdolności retencyjnych ekosystemów leśnych powinny mieć charakter regionalny. Przywracanie stosunków glebowo-wodnych w obszarach zdegradowanych należy łączyć z jednoczesną przebudową/odbudową drzewostanów w kierunku zbiorowisk potencjalnych, składem gatunkowym odpowiadającym warunkom siedliskowym. W przypadku zdegradowanych gleb, zakwaszonych proces nasadzeń i odtwarzania drzewostanu należy bezwzględnie poprzedzić rekultywacją pokrywy glebowej. Ma to znaczenie zwłaszcza w strefach skażeń i dużego zanieczyszczenia środowiska (Sudety). Renaturalizacja cieków i likwidacja obwałowań sprzyjać będzie spontanicznej regeneracji zbiorowisk i odtwarzaniu siedlisk hydrogenicznych. W przypadku wtórnych zabagnień na ciekach naturalnych i silnie zmienionych częściach wód należy wykluczyć wszelkie działania wpływające na zaburzenie ciągłości morfologicznej, gdyż skutkować to będzie pogorszeniem stanu wód JCWP i obniżeniem wód gruntowych poniżej planowanych obiektów hydrotechnicznych.

**Za zdolności retencyjne ekosystemów leśnych odpowiada zarówno stan komponentów abiotycznych, jak i kondycja zbiorowisk leśnych.**

## 4.8 Literatura

- Bareja J. 1999, Zasięg przebiegu planowanych autostrad A-1, A-2, A-3, A-4 i A-12 przez lasy w Polsce. W: Rada Leśnictwa przy Ministrze Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa na temat „Autostrady, drogi szybkiego ruchu na terenach leśnych”. Sękocin 18 czerwca 1999 roku
- Białkiewicz F., Ciepielowski A., Stolarek A., Tyszka J., Wiślińska B., 1993, Leśne zlewnie badawcze (Cechy fizycznogeograficzne zlewni i zakres badań hydrologicznych). Pr. Inst. Bad. Leś. Ser. B, 16: 3- 38
- Borecki T., 1995, Metody inwentaryzacji lasu dla celów planowania krótko- i średniookresowego oparte na grupowaniu drzewostanów. Fundacja „Rozwój SGGW”. Warszawa
- Borecki T., Stępień E., Nowakowska J., Wójcik R., 2001, Koncepcja inwentaryzacji lasu i jej wykorzystania w planowaniu. Roczn. AR Pozn. 181, Leśn. 39
- Broda J., 2000, Historia leśnictwa w Polsce, Poznań
- Choiński A., 1991, Katalog jezior Polski cz.1 i cz. 2, Poznań
- Ciepielowski A., 2001, Kształtowanie retencji wodnej w lasach. Bibl. Leśniczego, z. 146
- Ciepielowski A., Laskowski R., Stolarek A., 2001, Ocena stanu retencji zlewni leśnych, prace instytutu badawczego leśnictwa, Seria A, NR 923
- Głaz J., Parzuchowska J., 1995, Szkody w lasach i utrudnienia w prowadzeniu gospodarki leśnej w związku z budową autostrad. Materiały konferencji Naukowo Technicznej nt. „Problemy urzędzeniowe i leśne związane z budową autostrad” Politechnik Warszawską, 26-27.10.1995
- Prace Naukowe – Konferencje z. 5

<http://www.eko.org.pl/lkp/poradniki>

<http://www.senat.gov.pl/>

<https://www.mos.gov.pl/g2/>

Instrukcja zarządzania lasu. 2012. CILP, Warszawa

- Jańczak J., 1996, Atlas jezior Polski, Poznań
- Matuszkiewicz J.M., 1973, Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski, Prace Geograficzne, 158
- Matuszkiewicz J.M., 1993, Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski. Prace Geograf. nr 158
- Matuszkiewicz J.M., 2008, Potencjalna roślinność naturalna Polski, IGiPZ PAN, Warszawa
- Mioduszeński W.H., 2009, Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych (projekt programu)
- Miścicki S., Stępień E., 2000, Szkody powodowe w lasach przez autostrady. Sylwan
- Mroczkiewicz L., 1952, Podział Polski na krainy i dzielnice przyrodniczo-leśne, Prace IBL, nr 80, Warszawa nr 3: 73-78
- Paradowski M., Machoń M., 2008, Administracja leśna przykładem strukturalnej niejednorodności, Roczniki administracji i prawa
- Pawlaczyk P., 1995, Siedliskowe typy lasu a naturalne zbiorowiska leśne. Podstawy porównywania typologii siedliskowej i klasyfikacji fitysocjologicznej, Przegląd Leśniczy 5,8:7-9
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 grudnia 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad sporządzania planu urządzenia lasu, uproszczonego planu urządzenia lasu oraz inwentaryzacji stanu lasu
- Sławski M., 2006, Co możemy zyskać pozostawiając wyspy starodrzewu na zrębach zupełnych? [W:] Anderwald D. (red.). Aktywne Metody Ochrony Przyrody w Zrównoważonym Leśnictwie. Stud. i Mat. CEPL, Rogów, 1(11): 45–55
- Sławski M., 2006, Monitoring zmian struktury przestrzennej starodrzewia na podstawie danych urządzeniowych. [W:] Anderwald D. (red.). Sposoby rozpoznawania, oceny i monitoringu wartości przyrodniczych polskich lasów. Stud. i Mat. CEPL, Rogów, 4 (14): 63–70
- Szponar A., Horska-Schwarz S., 2005, Deforestacja Masywu Śnieżnika (Sudety Wschodnie), Problemy Ekologii Krajobrazu, Tom XVII, Wrocław
- Trampler T., Kuczkowska A., Dmyterko E., Sirpińska A., 1990, Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa
- Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz. U. z 2014 poz. 1153 Brzmienie od 1 lipca 2015)