

Retencja na gruntach zmeliorowanych



Opracowanie wykonano w ramach umowy nr DIW.ib.070.1.2022, zawartej między Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi a Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym – Państwowym Instytutem Badawczym



MINISTERSTWO
**ROLNICTWA
I ROZWOJU WSI**



**Instytut Technologiczno-Przyrodniczy –
Państwowy Instytut Badawczy
Falenty, Aleja Hrabaska 3, 05-090 Raszyn**

Zadanie 7:

**Wsparcie prac związanych z przygotowaniem
planu strategicznego WPR na lata 2023–2027**

Produkt nr 3:

**Materiał informacyjny dla Spółek Wodnych w zakresie technicznych
i nietechnicznych metod (przyjaznych dla środowiska przyrodniczego)
zwiększania zdolności retencyjnych zmeliorowanych użytków rolnych**

Koordynacja: mgr inż. Katarzyna Karpińska

Autorzy: dr inż. Dominika Bar-Michalczyk
dr inż. Bogdan Bąk
dr inż. Tomasz Garbowski
dr inż. Ewa Kanecka-Geszke
mgr inż. Katarzyna Karpińska
mgr inż. Bartosz Kierasiński

Nadzór merytoryczny: prof. dr hab. Kazimierz Banasik
prof. dr hab. Edmund Kaca

Spis treści

1	Wstęp.....	7
1.2.	Po co nam retencja?.....	7
1.1	Spółki wodne	9
2	Systemy melioracyjne.....	15
2.1	Rozwój melioracji w Polsce	15
2.2	Cele i funkcje sieci melioracyjnej	16
2.3	Stan sieci melioracyjnej.....	17
2.4	Inwentaryzacja sieci drenarskiej	18
2.5	Innowacyjne urządzenia regulujące poziom wody	22
3	Rozwiązania zwiększające zdolności retencyjne zmeliorowanych użytków rolnych	31
3.1	Szczegółowe rozwiązania techniczne.....	31
3.1.1	Rowy melioracyjne.....	31
3.1.2	Budowle piętrzące na rowach melioracyjnych	39
3.1.3	Systemy drenarskie	46
3.1.4	Nawodnienia	51
3.1.5	Małe zbiorniki wodne i stawy rybne.....	61
3.1.6	Odprowadzanie wód deszczowych z powierzchni uszczelnionych	66
3.2	Naturalne (nietechniczne) metody	73
3.2.1	Retencja krajobrazowa	74
3.2.2	Retencja glebowa.....	103
4	Zarządzanie zasobami wodnymi.....	121
4.1	Zintegrowana gospodarka wodna.....	121
4.2	Bilans wodny zlewni	124
4.3	Retencja w liczbach	126
5	Systemy monitoringu.....	130
5.1	Monitorowanie zjawiska suszy.....	130
5.2	Monitorowanie warunków środowiska w systemach melioracyjnych.....	131
6	Podsumowanie	133

Spis ilustracji

Rycina 1 Spółki wodne w poszczególnych województwach. Opracowanie własne na podstawie danych z Hydroportal (SIGW). Stan na październik 2022 r.	10
Rycina 2 Przykładowe dane ewidencyjne, które były dostępne na jednym z wojewódzkich Geomelioportali	19
Rycina 3 Regulator kielichowy gwintowany.	23
Rycina 4 Regulator obrotowy w studziencie na obiekcie drenarskim Kolonia Bodzanowska (woj. kujawsko-pomorskie). Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: M. Sojka, R. Stasik, M. Napierała, R. Wróżyński (UP Poznań)	24
Rycina 5 Zastawka U-kształtna zainstalowana na obiekcie melioracyjnym Grabów nad Pilicą (woj. mazowieckie). Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: Z. Popek, S. Bajkowski, P. Siwicki, J. Urbański (WBilŚ SGGW)	25
Rycina 6 Montaż szandorów w prowadnicach.	26
Rycina 7 Zamknięcie szandorowe zainstalowane na obiekcie melioracyjnym Grabów nad Pilicą (woj. mazowieckie).	26
Rycina 8 Zastawka U-kształtna zainstalowana na obiekcie melioracyjnym Grabów nad Pilicą (woj. mazowieckie).	27
Rycina 9 Przenośny próg piętrzący wykonany z PVC, jako alternatywa dla stałych (betonowych i drewnianych) budowli piętrzących	28
Rycina 10 Zasuwa dwudzielna	30
Rycina 11 Zestaw przelewów i jego montaż w cieku. Projekt INOMEL	30
Rycina 12 Zastawka z zamknięciem zasuwowym na obiekcie melioracyjnym Troszyn w okolicach Płocka (woj. mazowieckie) (fot. B. Kierasiński)	33
Rycina 13 Zarośnięty rów melioracyjny i przepust z piętrzeniem z przerdzewiałym mechanizmem wyciągowym – Szubin, woj. kujawsko-pomorskie (fot. B. Kierasiński)	37
Rycina 14 Zastawka ze zdekompletowanym mechanizmem wyciągowym i rozmytą skarpgą za przyczółkiem – Kołaczkowo, woj. kujawsko-pomorskie (fot. B. Kierasiński)	38
Rycina 15 Dwuprzęsłowy jaz piętrzący z zamknięciami zasuwowymi na cieku Czarny Rów, woj. kujawsko – pomorskie (fot. B. Kierasiński)	42
Rycina 16 Jaz z przepławką o charakterze technicznym na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego (fot. Z. Kowalewski)	43
Rycina 17 Okresowo podtopione pole uprawne w wyniku wystąpienia gwałtownych burz i uszkodzenia sieci drenującej (fot. K. Karpińska)	50
Rycina 18 Grupy i typy systemów nawadniania (opracowanie własne)	53
Rycina 19 System nawodnień podsiąkowych (fot. stock.adobe/Ruud Morijn)	54
Rycina 20 Schematy urządzeń do regulacji odpływu wody ze studni w sieci drenarskiej	54
Rycina 21 Odmiany nawodnień podsiąkowych z przebiegiem poziomu wody gruntowej: a) odpływ regulowany, b) podsiąg stały, c) podsiąg okresowy. 1-zwierciadło wody gruntowej na obszarach bez nawadniania, 2-zwierciadło wody gruntowej na obszarach nawadnianych	55
Rycina 22 Nawodnienia zalewowe: po lewej - na TUZ, po prawej - na gruntach ornych	58
Rycina 23 Warunki skutecznego nawadniania zalewowego (opracowanie własne)	58
Rycina 24 Śródpolne oczko wodne jako element krajobrazotwórczy, retencyjny i ostoja bioróżnorodności	61
Rycina 25 Stawy Raszyńskie - miejsce łączące funkcje ochrony przyrody, rekreacyjne i krajobrazotwórcze. W przeszłości częściowo również wykorzystywane produkcyjnie jako miejsce hodowli i chowu ryb	62
Rycina 26 Stawy rybne – Dolina Karpia	63
Rycina 27 Stawy rybne w dolinie rzeki Utraty	64
Rycina 28 Plan sytuacyjny (a) i przekrój (b) zbiornika wodnego typu basen z płytszą częścią z roślinnością i głębszą częścią rekreacyjną	65
Rycina 29 Schemat ogrodu deszczowego: na górze – tzw. suchy ogród deszczowy, dla podłoża przepuszczalnego, na dole – tzw. mokry ogród deszczowy, dla podłoża nieprzepuszczalnego. Wody spływają systemem rur z dachów i terenów utwardzonych	68

Rycina 30 Schemat niewielkiego oczka wodnego/sadzawki, do której odprowadzane są wody zbierane z terenów utwardzonych posesji	69
Rycina 31 Użycie wody deszczowej zebranej z powierzchni utwardzonych do nawodnienia roślinności	70
Rycina 32 Podziemny, zamknięty zbiornik do gromadzenia wody	71
Rycina 33 Schemat konstrukcyjny skrzynek rozsączających	73
Rycina 34 Obszar rolniczy o zróżnicowanym krajobrazie, woj. mazowieckie (fot. K. Karpińska)	75
Rycina 35 Przykład naturalnego zalesiania – samosiew sosnowy (fot. Bogdan Bąk)	81
Rycina 36 Przykład sztucznego zalesiania – wysiewany dąb i samosiew sosnowy (fot. Marek Skorniak)	81
Rycina 37 Przykład erozji wietrznej i jej skutków na polach (fot. Marek Rząsa)	88
Rycina 38 Zadrzewienia śródpolne dla ochrony bioróżnorodności i klimatu (NFOŚiGW)	89
Rycina 39 Śródpolne oczko wodne o lustrze odkrytym całkowicie	90
Rycina 40 Śródpolne oczko wodne o lustrze wodnym częściowo zarośniętym	90
Rycina 41 Śródpolne oczko wodne o lustrze wodnym okresowo wysychającym (fot. B. Bąk)	91
Rycina 42 Oczko wodne z dobrze rozwiniętą strefą buforową, położone wśród gruntów orných, powiat grodziski (fot. K. Karpińska)	94
Rycina 43 Zadrzewienie liniowe wzdłuż rowu melioracyjnego i sarna, jedna z wielu żyjących w jego pobliżu (fot. K. Karpińska)	94
Rycina 44 Wolnostojące drzewo na granicy pola uprawnego i ugoru (fot. K. Karpińska)	95
Rycina 45 Zagajnik śródpolny złożony z drzew i krzewów (fot. K. Karpińska)	95
Rycina 46 Rów melioracyjny z dobrze rozwiniętą roślinnością nabrzeżną (fot. K. Karpińska)	95
Rycina 47 Przykład wykonanej melioracji leśnej	98
Rycina 48 Nowoczesny sprzęt „Varanen” do prowadzenia czynności utrzymaniowych sieci rowów melioracyjnych w Szwecji (fot. Anja Lomander)	99
Rycina 49 Schemat montażu w tamie bobrowej urządzenia stabilizującego poziom wody - rury przelewowej	100
Rycina 50 Schemat zabezpieczenia przepustu drogowego za pomocą klatki	101
Rycina 51 Schemat kopca „HÜGELKULTUR” z poszczególnymi warstwami: A – fragmenty drewna, B – resztki roślinne lub torf, C – kompost, D – gleba	107
Rycina 52 Układ membran zatrzymujących wodę w glebie – zmodyfikowane przez T. Garbowski	109
Rycina 53 Krajobraz zrównoważonego systemu agroleśnego służącego zwiększaniu retencji wody w glebie	111
Rycina 54 Przykład paludikultury w uprawie mchu torfowca (<i>Sphagnum Moss</i>) w Dolnej Saksonii (Niemcy)	112
Rycina 55 Tarasy uprawne na zboczach w Peru (fot. M. Głogowska)	113
Rycina 56 Przykład krajobrazu z uprawą wstęgową (fot. Jim Klousia)	114
Rycina 57 Fragment pasu buforowego z roślinnością łąkową przecinającego uprawy polowe (fot. Iowa State University of Science and Technology)	114
Rycina 58 Użytek ekologiczny Przy Lesie Młocińskim - śródleśna łąka z pięcioma kępami drzew, woj. mazowieckie	117
Rycina 59 Zdolność do regeneracji ekosystemu wodnego w zależności od stopnia jego przekształcenia	123
Rycina 60 Uproszczony bilans wodny Polski (średnioroczny z wielolecia 1971-2000)	124
Rycina 61 Nakłady na inwestycje małej retencji wód w tys. złotych, kierunki wykorzystania tych nakładów oraz dysponenci środków. Dane za 2020 r.	128
Rycina 62 Przyrost pojemności wodnej w tys. m ³ i sposób jej uzyskania (u góry) oraz powierzchnia nawodnień i liczba budowli piętrzących powstałych lub wyremontowanych w ramach nakładów na małą retencję (na dole). Dane za 2020 r.	129
Rycina 63 Wschód słońca na Stawach Raszyńskich (fot. K. Karpińska)	133

Spis tabel

Tabela 1 Działania melioracyjne na obszarze Polski na przestrzeni kilku wieków	15
Tabela 2 Urządzenia melioracji wodnych	17
Tabela 3 Melioracje w Polsce. Udział procentowy gruntów zmeliorowanych w stosunku do całkowitej powierzchni. Obliczenia własne na podstawie danych GUS za 2015 r.	17
Tabela 4 Wskaźniki celowości rozwoju sieci melioracji w województwach	18
Tabela 5 Warunki utraty sprawności rowu melioracyjnego	35
Tabela 6 Częstotliwość i terminy wykonywania zabiegów konserwacyjnych na rowach melioracyjnych	36
Tabela 7 Parametry oceny stanu technicznego zastawek na rowach melioracyjnych	45
Tabela 8 Parametry oceny stanu technicznego jazu wraz z przykładowymi ocenami	46
Tabela 9 Rozstawa drenowania na podstawie wskaźnika uziarnienia gleby będącego sumą procentowej zawartości cząstek o średnicach mniejszych niż 0,02 mm i 1/3 zawartości cząstek o średnicach od 0,02 do 0,05 mm	48
Tabela 10 Cechy nawodnień podsiątkowych (opracowanie własne)	56
Tabela 11 Powierzchnia nawadniana oraz pobór wody do nawodnień w 2017 r	56
Tabela 12 Zalety i słabości nawadniania deszczownianego	59
Tabela 13 Rodzaje siedlisk hydrogenicznych w zależności od stopnia natlenienia warstwy glebotwórczej i występowania zalewu	76
Tabela 14 Wpływ odwodnień torfowisk na reżim hydrologiczny cieków	77
Tabela 15 Wpływ odwodnień torfowisk na zasoby wodne terenów przyległych	78
Tabela 16 Formy zadrzewień i ich charakterystyka	84
Tabela 17 Przykłady usług ekosystemowych, jakie pełnią zadrzewienia na obszarach wiejskich wg. Millennium Ecosystem Assessment 2005	89
Tabela 18 Najważniejsze gatunki drzew i krzewów właściwych dla zadrzewień	97
Tabela 19 Drzewa i krzewy domieszkowe	97
Tabela 20 Oddziaływanie bobrów na gospodarkę człowieka uważane za negatywne i powodujące konkretne, policzalne straty gospodarcze	102
Tabela 21 Zmiany zachodzące w typowym strumieniu zasiedlonym przez bobry	103
Tabela 22 Ocena potencjalnych możliwości zwiększenia retencji zlewni górnej Narwi (na powierzchni ok. 3000 km ²)	127

1 Wstęp

Niniejsza publikacja stanowi materiał informacyjny dla spółek wodnych w zakresie technicznych i nietechnicznych metod (przyjaznych dla środowiska przyrodniczego) zwiększania zdolności retencyjnych zmeliorowanych użytków rolnych.

Jak określa Ustawa Prawo wodne¹, zadaniem spółek wodnych jest wykonywanie, utrzymywanie i eksploatacja urządzeń, w tym urządzeń wodnych. Jednym z wyszczególnionych działań są melioracje wodne i prowadzenie racjonalnej gospodarki wodnej na zmeliorowanych gruntach. Opracowanie w całości poświęcone jest temu zagadnieniu, z naciskiem na metody służące retencjonowaniu wody na tych gruntach.

Rolnictwo będzie, w większym stopniu niż dotychczas, borykać się z nierównomiernym rozkładem opadów w ciągu roku oraz długotrwałymi okresami suszy glebowej i deficytami wody. W celu utrzymania produkcji na odpowiednim poziomie konieczne będą (lub już są) różne przedsięwzięcia oraz działania agrotechniczne i melioracyjne, o charakterze inwestycyjnym i organizacyjnym, w różnej skali czasowej i przestrzennej, podejmowane przez rolników, odpowiednie służby rolne i melioracyjne, jednostki administracji państwowej i samorządowej. Działania mające łagodzić te skutki powinny prowadzić do polepszenia warunków wodnych produkcji rolniczej, a szerzej – do stworzenia warunków korzystnych do prowadzenia gospodarki wodnej w rolnictwie.

Podejmowane działania będą musiały spełniać podstawowe cele kierunkowe, jakimi są: zwiększenie lokalnych zasobów wodnych i ich dostępności dla rolnictwa, zwiększenie efektywności wykorzystania wody w produkcji rolniczej, zmniejszenie zapotrzebowania na wodę i zużycia wody przez uprawy rolnicze. Szczegółowe działania i zabiegi, prowadzące do osiągnięcia tych celów, to przedsięwzięcia, które bezpośrednio przyczynią się do zwiększenia retencji wód powierzchniowych zasobów wodnych i ich dostępności dla rolnictwa, zwiększenia retencji wodnej gleb i jej dostępności dla rolnictwa, modyfikacji technologii użytkowania wody w gospodarstwie i na polu oraz rozwoju świadomości społecznej w zakresie deficytów wody, skutków i przeciwdziałań.

1.2. Po co nam retencja?

Znaczący rozwój przemysłu i rolnictwa przekłada się na ciągle rosnące potrzeby zużycia wody. Dodając do tego widoczny wpływ zmieniającego się klimatu, którego skutki to coraz częstsze ekstremalne zjawiska pogodowe (jak fale upałów oraz okresy bezopadowe – susze), znacznie większą uwagę zwraca się na działania/metody na rzecz zatrzymania wody w środowisku, jej zmagazynowania w krajobrazie, a następnie możliwości jej wykorzystania wówczas, gdy jest potrzebna.

Według definicji ze *Słownika meteorologicznego* **susza to „stosunkowo długotrwały okres, charakteryzujący się brakiem opadów atmosferycznych, małą wilgotnością powietrza i gleby, niskim**

¹Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz. U. z 2022 r. poz. 2625, 2687).

stanem wody w rzekach”². Susza na danym obszarze jest zatem efektem braku opadów w danym okresie czasu, natomiast jej nasilenie może być wynikiem działania np. wysokiej temperatury i małej wilgotności powietrza, czy też dużej prędkości wiatru.

Skutki suszy w danym środowisku zależą od **czasu jej trwania, nasilenia oraz od wrażliwości danego obszaru na działanie suszy**, które dodatkowo potęguje niewłaściwe (nieracjonalne) gospodarowanie wodą, m.in. brak odpowiedniego zarządzania zasobami wodnymi i kierowania jej poborem³.

Skutki suszy narastają powoli i odczuwalne są jeszcze przez jakiś czas po zakończeniu zdarzenia, stąd susza nosi miano „zjawisko skradania” (*ang. creeping phenomenon*)⁴. Wyróżniamy suszę meteorologiczną, glebową, rolniczą i hydrologiczną, które jednocześnie stanowią poszczególne fazy tego zjawiska. To, z jaką suszą mamy do czynienia, zależy nie tylko od wielkości niedoborów opadów, ale także od ich rozkładu w czasie oraz od wpływu na atmo-, hydro-, pedo- i agrosferę.

Na przestrzeni kilku ostatnich wieków (XIV–XX) w Polsce odnotowano ponad 150 lat z suszą, czyli susze notowano co 4–5 lat. W pierwszej dekadzie XXI wieku, susze głębokie, obejmujące swoim zasięgiem 75% powierzchni kraju, występowały już co 2 lata. **Od kilku lat susze mamy praktycznie co roku** – w 2014, 2015, 2018, 2019 i 2020. Zwiększyła się częstotliwość ich występowania oraz nasiliła intensywność. Oprócz zjawiska suszy w okresie letnim (wegetacyjnym), coraz częściej doświadczamy ciepłych i suchych (w tym bezśnieżnych) zim, podczas których brak śniegu i zmagazynowanej w nim wody, niekorzystnie wpływają na zasoby wilgoci w glebie i odbudowanie retencji glebowej.

W Polsce regionami najbardziej zagrożonymi wystąpieniem suszy jest prawie cała środkowa, północno-zachodnia i środkowo-wschodnia jej część. Są to najczęściej rejony o intensywnej gospodarce rolnej.

Skuteczne działania w walce z suszą to działania przede wszystkim **zaplanowane, spójne i gotowe do wdrożenia**. Należy dążyć do zatrzymywania wody w okresach jej nadmiaru, szczególnie wiosną podczas wiosennych roztopów oraz w okresie lata podczas deszczy nawalnych. Bardzo istotne jest także efektywne wykorzystywanie wody w produkcji rolniczej, czemu służą najnowsze techniki i technologie zmniejszające zużycie wody, np. systemy wspomagające racjonalne wykorzystanie wody – programy operacyjnego planowania i sterowania wodą na obiektach melioracyjnych, systemy monitorujące warunki agro–hydro–meteorologiczne, serwisy szczegółowo określające kiedy, jak i ile nawadniać. W przypadku roślin uprawnych należy szukać gatunków i odmian tolerancyjnych na suszę lub o mniejszych potrzebach wodnych. Skuteczną metodą łagodzenia skutków suszy na plonowanie upraw są nawodnienia. Powinny być one prowadzone w sposób efektywny, ograniczający straty wody, zarówno w polu, jak i w procesie jej dostarczania do roślin.

²Kanecka-Geszke E. 2021. Susza... i co dalej?. Forum Akademickie. 5/2021. ISSN 1233-0930.

³Łabędzki L. 2006. Susze rolnicze. Zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. Wyd. IMUZ, Falenty.

⁴Wilhite, D.A., Glantz M.H. 1985. Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. Water International 10(3):111–120.

W celu zwiększenia retencji powierzchniowych zasobów wodnych należy budować małe zbiorniki retencyjne zbierające nadmiar wody z łąk i pól oraz budowle melioracyjne, które pozwolą na zmniejszenie odpływ wody z pól i systemów melioracyjnych. W odniesieniu do gospodarki wodnej najważniejsze jest **retencjonowanie wody w możliwie naturalny sposób**. Dzięki temu, w okresie suchym będzie ona mogła być efektywnie wykorzystana przez człowieka i przyrodę. Istotne jest także ograniczenie powierzchni nieprzepuszczalnych, które w znaczący sposób zakłócają naturalny obieg wody w przyrodzie, m.in. zwiększając zagrożenie powodziowe i ograniczając infiltrację wody opadowej do wód podziemnych.

1.1 Spółki wodne

Od dziesięcioleci rolnicy zdają sobie sprawę, że aby utrzymać odpowiednie warunki wodne na swoich polach, muszą zadbać o to, żeby nadmiar wody został z nich odprowadzony. **Aktualnie, melioracje mają szerszy wymiar, w którym coraz większe znaczenie ma dwufunkcyjność urządzeń i zapewnienie, obok możliwości odprowadzenia nadmiaru wody, również możliwości jej retencjonowania.** Dla obu funkcji to drożny rów, dający możliwość przyjęcia wody, jest podstawowym narzędziem.

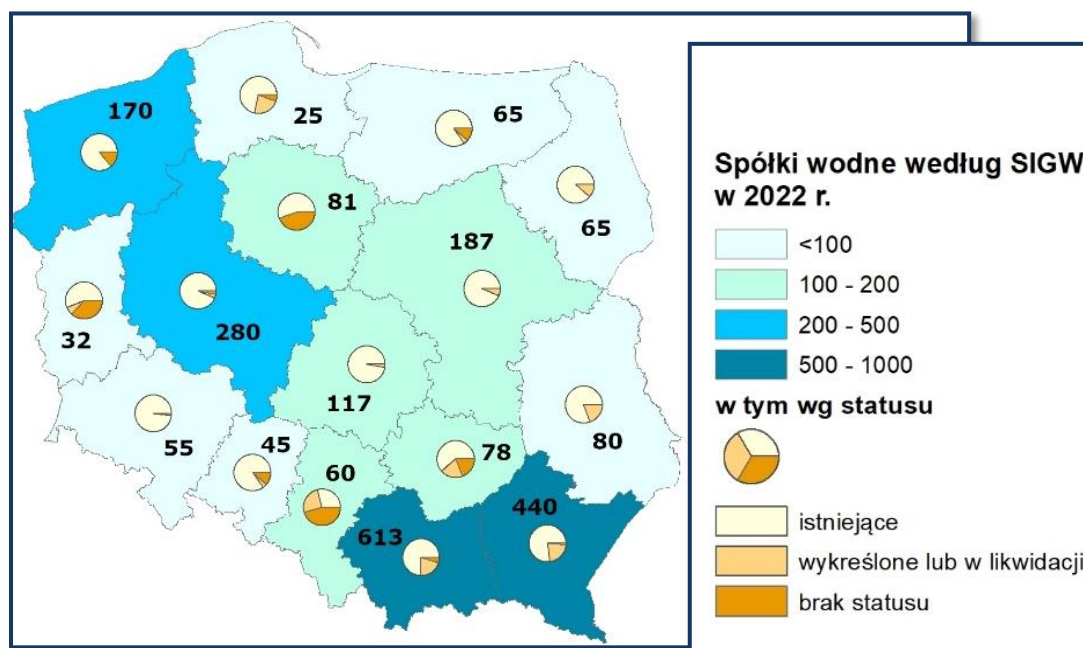
Aby rowy melioracyjne skutecznie pracowały, muszą być drożne nie tylko przy odpływie wylotów drenażu z działki danego rolnika, ale również na całej swojej długości – aż do ujścia do kolejnego, większego recypienta. W warunkach dużego rozdrobnienia gruntów i ich własności, podejście polegające na dbaniu jedynie o fragment rowu przylegający do własnego pola, skazane jest na niepowodzenie. W idealnych warunkach, pola, z których woda spływa do jednego rowu, należałyby do jednego właściciela lub do nielicznej grupy współpracujących ze sobą rolników, którzy dzieliliby między sobą pracę do wykonania lub koszty prac zleconych. Na takim podejściu bazuje **idea spółek wodnych**, jako organizacji działającej dla rolników, która ma ułatwić wypełnienie obowiązków utrzymania urządzeń melioracyjnych dla dobrze pojętego interesu współdziałających rolników.

Spółka wodna nie musi być powołana jedynie dla celów utrzymania melioracji, ale wciąż jest to dominujący powód do zakładania i utrzymywania działalności spółek wodnych. Spółki wodne mogą być tworzone również w celach zapewnienia wody dla ludności, w tym uzdatniania i dostarczania wody, ochrony wód przed zanieczyszczeniem, w tym odprowadzania i oczyszczania ścieków, ochrony przed powodzią oraz odwadniania gruntów zabudowanych lub zurbanizowanych.

Podstawą prawną działania spółek wodnych są zapisy Ustawy Prawo wodne, w których czytamy, że utrzymywanie urządzeń melioracji wodnych należy do zainteresowanych właścicieli gruntów lub do **spółki wodnej** lub **związku spółek wodnych**, jeżeli urządzenia te objęte są działalnością tychże (Art. 205). Do utworzenia spółki wodnej jest wymagane uchwalenie statutu, dokonanie wyboru organów spółki (walne zgromadzenie, zarząd i powyżej 10 członków komisja rewizyjna) oraz uzyskanie przez nią osobowości prawnej poprzez nadanie ostateczności decyzji starosty o zatwierdzeniu statutu tej spółki.

Zarząd spółki wodnej zgłasza Wodom Polskim utworzenie spółki wodnej w celu wpisania do **systemu informacyjnego gospodarowania wodami (SIGW)**, w terminie 30 dni od dnia nabycia przez spółkę wodną osobowości prawnej. System SIGW obejmuje jedynie spółki o sformalizowanym statusie. W wielu gminach działają nieformalne ruchy, działające z podobnych, jak spółki wodne, pobudek.

Zgodnie z danymi zawartymi w Hydroportalu PGW WP (na warstwie tematycznej SIGW) aktualnie w Polsce działają co najmniej 2 240 spółki wodne (mają status: istniejąca, z czego dla 9 brak informacji o dacie rejestracji), z czego 243 spółki zrzeszone są w związkach spółek wodnych. Najwięcej spółek zarejestrowano w województwach małopolskim i podkarpackim (ryc. 1).



Rycina 1 Spółki wodne w poszczególnych województwach. Opracowanie własne na podstawie danych z Hydroportal (SIGW). Stan na październik 2022 r.

Liczba spółek wodnych w województwach małopolskim i podkarpackim związana jest najprawdopodobniej z dużym rozdrobnieniem gospodarstw, przy jednocześnie rozbudowanej sieci rowów melioracyjnych. Gdyby w jednej gminie działała tylko jedna spółka wodna i zajmowała się wszystkimi rowami, mogłaby mieć ponad setkę członków. Z przyczyn organizacyjnych i technicznych tworzono więc spółki opiekujące się pojedynczymi, małymi działami drenarskimi.

Wśród spółek widniejących w systemie jako działające (o statusie istniejąca) najstarsze zostały zarejestrowane jeszcze w latach 60–80.tych XX wieku (3 spółki w latach 60., 1 spółka w 70. i 24 spółki w 80.). Status istniejąca ma jedynie 3 spółki zarejestrowane w latach 90. X wieku. W latach 2000–2019 rejestrowano bardzo dużo spółek wodnych, z czego aż 959 przetrwało próbę czasu do dziś (840 z lat 2000–2009, a 119 z lat 2010–2019). Ze spółek zarejestrowanych w ostatnich latach (od 2020 r.) 5 ma status istniejąca.

Liczebność spółek powstających i rejestrowanych w poszczególnych dekadach nie powinny dziwić, kiedy uświadomimy sobie, że początek lat 2000 wiązał się z funduszami dla Polski, jako kraju starającego się o członkostwo, a później już członka Unii Europejskiej. Polska, jako kraj rozwijający się, otrzymywała

wsparcie w postaci funduszy strukturalnych, również tych związanych z doradztwem rolniczym i zachęcaniem rolników do skorzystania z dopłat bezpośrednich i płatności z II filaru Wspólnej Polityki Rolnej. Był to też czas rozwoju dostępności do informacji – powszechności telewizji z programami rolniczymi oraz dostępu do Internetu, stopniowo wprowadzanego do środowisk wiejskich. Więcej mówiło się o zasobach wodnych i, niektórzy rolnicy, po raz pierwszy dowiadawali się o możliwych korzyściach z funkcjonowania spółek wodnych oraz o możliwościach otrzymania wsparcia z funduszy samorządowych dla celów prac utrzymaniowych spółek. Zmiany w rolnictwie spowodowane rozwojem kraju spowodowały, że rolnicy z nadzieją patrzyli na możliwości poprawy dochodowości gospodarstw i chętniej przystępowali do różnych organizacji łączących interesy lokalnych społeczności rolniczych.

Wiele spółek wodnych nie korzysta z możliwości, jakie daje im Prawo wodne, m.in. wsparcia ze strony organów PGW WP w określeniu, **jakie koszty powinien ponieść każdy rolnik, który czerpie korzyści z urządzeń wodnych wytworzonych lub zmodernizowanych przez spółkę wodną** (Prawo wodne, art. 187 i 188). Organ właściwy w sprawach pozwoleń wodnoprawnych (zwykle Zarząd zlewni, w niektórych przypadkach Nadzór wodny) **na wniosek inwestora projektującego lub wykonującego urządzenia wodne**, w drodze decyzji, określa wysokość kosztów projektowania lub wykonywania urządzeń wodnych, które ponosi podmiot zamierzający odnosić korzyści z projektowanych lub wykonywanych urządzeń wodnych.

To z PGW WP, spółka wodna, która zgłosiła się z taką sprawą, powinna otrzymać wiążącą decyzję opracowaną przy współpracy ze spółką, w której jasno określone (zgodnie z ustawą) powinny być takie elementy jak:

- zakres prognozowanych korzyści z projektowanych lub wykonywanych urządzeń wodnych oraz wysokość kosztów uczestnictwa w projektowaniu lub wykonywaniu tych urządzeń, które poniesie podmiot zamierzający odnosić korzyści z projektowanych lub wykonywanych urządzeń wodnych,
- termin oraz sposób przekazania środków z tytułu uczestnictwa w kosztach projektowania lub wykonywania urządzeń wodnych, a także warunki, termin oraz sposób zwrotu tych środków,
- rozstrzygnięcia w przedmiocie ustalenia i podziału kosztów na wniosek podmiotu zamierzającego odnosić korzyści z projektowanych lub wykonywanych urządzeń wodnych (w treści pozwolenia wodnoprawnego lub przyrzeczenia wydania pozwolenia wodnoprawnego).

Analogicznie, organ PGW WP właściwy w sprawach pozwoleń wodnoprawnych na wykonywanie urządzeń wodnych, na wniosek właściciela urządzenia wodnego (w tym spółki wodnej, ale również rolnika indywidualnego lub gminy), w drodze decyzji, dokonuje **podziału kosztów utrzymywania istniejących urządzeń wodnych**. We wniosku o wydanie takiej decyzji właściciel urządzenia wodnego wskazuje podmioty odnoszące korzyści, określa zakres odnoszonych korzyści oraz proponowaną wielkość udziału w kosztach utrzymywania urządzenia wodnego.

Jeżeli obowiązek utrzymywania urządzeń melioracji wodnych, nie jest wykonywany, „właściwy organ Wód Polskich ustala, w drodze decyzji, proporcjonalnie do odnoszonych korzyści przez właścicieli gruntów, szczegółowe zakresy i terminy jego wykonywania”.

Niestety, rzeczywistość wielu spółek wodnych to niska ściągalność składek powodująca, że rolnicy regularnie je opłacający są poszkodowani i mają poczucie niesprawiedliwości, ponieważ rowy i inne urządzenia wodne, które służą produktywności ich pól, nie są konserwowane wystarczająco często. Powodem jest to, że **ani Prawo wodne, ani inne ustawy, nie dają spółkom wodnym wystarczających narzędzi do skutecznego egzekwowania zobowiązań i należności od członków spółek**. Przynależność do spółek nie jest obowiązkowa, a koszty ściągnięcia należności od pojedynczego rolnika trwają często miesiącami, a nawet latami, i mogą przerosnąć wartość roszczenia (zwłaszcza, gdy w terenie działania spółki występuje silne rozdrobnienie gospodarstw).

Wiele spółek działa bardzo lokalnie, nie wchodząc w kooperacje i nie tworząc związków opartych m.in. na współdzieleniu sprzętu i wspólnym utrzymaniu wykwalifikowanego zespołu. Bazują jedynie na swoich zasobach ludzkich i sprzętowych (zwykle ubogich), często zatrudniając jedynie administratora na ułamek etatu lub prace zlecone, a wykonawców wszelkich prac terenowych muszą szukać na zewnątrz – w firmach nie posiadających personelu biegłego w melioracjach (np. budowlanych, kopalniach kruszywa).

Płynność finansową łatwiej utrzymać jest spółkom współpracującym ze sobą. Jednym ze stosowanych rozwiązań jest zatrudnianie przez kilka spółek jednego wykonawcy. Istnieje kilka wariantów takiego podejścia. W pierwszym, grupa spółek wodnych prowadzi prace administracyjne osobno zasobami każdej ze spółek, a zleca wszelkie prace terenowe jednej firmie, która ma status formalny zrzeszenia spółek wodnych lub działa jako firma z innej branży. W drugim, z grupy spółek wyłania się przedsiębiorczy lider – spółka, która zarządza pracami administracyjnymi i terenowymi, w całości lub częściowo (rzadziej wykonywane prace lub wymagające zaawansowanego sprzętu zlecane są podmiotom zewnętrznym). Każda ze spółek może w różny sposób korzystać z formy zrzeszenia, np. część prac wykonywać własnym nakładem pracy i sprzętu, a część przez zrzeszenie spółek lub współdzielenie wykonawcy zewnętrznego spoza zrzeszenia.

Wyższa ściągalność składek od rolników w spółkach zrzeszonych, w porównaniu ściągalności składek członkowskich tych niezrzeszonych, świadczy o tym, że rolnicy mają większe zaufanie do tych pierwszych. Ma to swoje uzasadnienie społeczne – większa firma, radząca sobie na rynku i dysponująca sprzętem, zawsze będzie postrzegana jako bardziej wiarygodna i kompetentna, a przez to rolnicy będą uważać, że wywiąże się z zobowiązań, za które ponoszą koszty.

Do rozwoju świadomości rolników o potrzebach melioracji i pracy spółek wodnych dochodzi czasami w wyniku zwrócenia ich uwagi na **przykłady dobrych praktyk** w tej materii.

Jednym z przykładów są działania Pana Patryka Kokocińskiego, współprowadzącego gospodarstwo rolne w województwie wielkopolskim. Rolnik i jego rodzina najpierw zadbali o retencje wody w swoim gospodarstwie, m.in. tworząc strefy buforowe z dziką roślinnością wzdłuż rowów i cieków, odtwarzając

zadrzewienia śródpolne czy przekształcając rowy tak, aby nie tylko odprowadzały wodę, ale tam, gdzie to potrzebne, były jej zbiornikami. Z czasem, widząc lepsze plonowanie na polach rodziny Kokocińskich (zwłaszcza przy dokuczliwej suszy) wzięli z nich przykład sąsiedzi, a później również właściciele gruntów z kilku innych miejscowości postanowili przyłączyć się do nowopowstałej społeczności.

Z inicjatywy MRiRW, w 2020 r. w każdym z województw, utworzono pilotażowe **Lokalne Partnerstwa do spraw Wody (LPW)**, w których to właśnie spółki wodne z terenów wiejskich mają być kluczowymi partnerami. Jako obszar działania pojedynczego Partnerstwa przyjęto powiat, a jednostkami odpowiedzialnymi za LPW były, i nadal są, wojewódzkie Ośrodki Doradztwa Rolniczego (ODR), a materiały wytworzone w ramach prac zespołów z całej Polski można znaleźć na stronie wojewódzkich ODRów lub na stronie www.woda.cdr.gov.pl. Autorzy **Raportu końcowego z pilotażu tworzenia LPW**⁵ opisali historię rozwoju systemu Wspólnot Wodnych (nazywanych też Wspólnotami nawodnieniowymi), stanowiących samorząd nawodnieniowy w Hiszpanii. Przed wdrożeniem Dyrektywy Wodnej (DW) wspólnoty te były samorządne w zakresie podziału zasobów wodnych przydzielonych w koncesji przez wyższą administrację. Po wdrożeniu DW zarządzanie wodą na poziomie zlewni prowadzą jednostki administracji państwowej, odpowiadające polskim organom PGW WP. Obecnie wspólnoty nawodnieniowe dostają koncesję z rocznym limitem zużycia wody, określanym przez administrację państwową lub samorządową na podstawie analiz hydrologicznych i hydrogeologicznych zasobów wodnych. Następnie, to wspólnota dzieli między swoich członków dostępne zasoby, zwykle pod względem powierzchni upraw. To wspólnota w imieniu swoich członków, a nie rolnicy indywidualnie, występuje o nowe pozwolenia wodnoprawne np. na budowę ujęcia wody. Znacznie usprawnia to procesy administracyjne. Doradztwo rolnicze również zostało zorganizowane na podstawie już istniejącego podziału, więc doradcy przypisani są do konkretnej wspólnoty, a nie do jednostek analogicznych do powiatów w Polsce.

System sprawdzał się bardzo dobrze do czasu, kiedy woda dostarczana do wspólnot pochodziła z wód powierzchniowych lub podziemnych z oddalonych miejsc poboru, a transportowanych systemami otwartych rowów i wodociągów. Z czasem technologia budowy studni rozwinęła się wystarczająco, aby rolnicy zaczęli sięgać po lokalne zasoby wód podziemnych. Nielegalnego poboru wód podziemnych nie potrafiono odpowiednio opomiarować. Brak kontroli spowodował, że obecnie więcej wody jest pobierane ze źródeł nielegalnych niż z legalnych, a zasoby wód zagrożone są niedoborami i degradacją jakościową. **Wnioskiem do wyciągnięcia z tych doświadczeń jest priorytetowe traktowanie monitoringu i kontroli poboru wody podziemnej, również do celów rolniczych.**

⁵Raport końcowy z pilotażu tworzenia lokalnych partnerstw ds. wody (LPW). CDR. 2021. <https://woda.cdr.gov.pl/index.php/lokalne-partnerstwa-ds-wody/raporty>

Prawo wodne (art. 443) wskazuje również możliwości uzyskania dotacji celowych dla działalności spółek wodnych. Spółki wodne mogą korzystać z:

- wsparcia Wojewody – pomocy finansowej państwa, udzielanej w formie dotacji podmiotowej z budżetu państwa, przeznaczonej **na dofinansowanie działalności bieżącej w zakresie realizacji zadań związanych z utrzymaniem wód i urządzeń wodnych**, z wyłączeniem zadań, na realizację których została udzielona inna dotacja;
- wsparcia Marszałka województwa – pomocy finansowej z budżetów jednostek samorządu terytorialnego, **na bieżące utrzymanie wód i urządzeń wodnych oraz na finansowanie lub dofinansowanie inwestycji** (w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych z budżetów jednostek samorządu terytorialnego).

Obie formy wsparcia są jednak limitowane, zarówno budżetami dysponentów środków, jak i skutecznością ściągania składek od członków.

Dofinansowanie z **NFOŚiGW**, wynoszące do 70%, dla inwestycji polegających m.in. na stworzeniu systemu dolinnego lub systemu mieszanego melioracji rolnych, można było uzyskać w ramach programu priorytetowego „Adaptacja do zmian klimatu oraz ograniczanie skutków zagrożeń środowiska” – finansowanie retencji na wsi (nabór trwał do 17.12.2021 r.).

System dolinnego lub systemu mieszanego melioracji rolnych powstaje z połączenia sieci drenarskiej z siecią otwartych rowów i cieków pełniących rolę zbieraczy. Odpływem wody w takim systemie można sterować regulując odpływ na rowach poprzez zastawki, przepustozastawki, małe jazy, mnichy. Odpowiednio wczesne zamykanie i zakładanie elementów piętrzących po opadach pozwala na zmagazynowanie wody. Zastosowanie takich rozwiązań wiąże się z modernizacją infrastruktury drenarskiej oraz zobowiązaniem do jej konserwacji i kontroli. Beneficjentami programu były jednostki samorządu terytorialnego realizujące zadania w zakresie retencji na obszarach wiejskich.

Z Raportu końcowego z pilotażu tworzenia LPW (CDR, 2021) uzyskać można wiele informacji na temat rzeczywistości funkcjonowania spółek wodnych oraz możliwości poprawy i rozwoju lokalnej gospodarki wodnej. Podkreślano w nim bardzo ważną rolę spółek wodnych oraz samorządów i potrzebę ścisłej współpracy z Wodami Polskimi, jako instytucją zarządzającą gospodarką wodną. Wskazano również potrzebę przeprowadzenia reformy spółek wodnych oraz wprowadzenia podatku na rzecz utrzymania sieci drenarskich na obszarach wiejskich.

**Rolnik musi zrozumieć, że spółka świadczy na jego rzecz usługi, za które ma obowiązek płacić. W stosunku do spółki wodnej, rolnik powinien być klientem takim samym, jakim jest każdy korzystający z usług w stosunku do podmiotu świadczącego usługi.
Powinien oczekiwać wysokich kompetencji i rzeczywistych rezultatów.**

2 Systemy melioracyjne

2.1 Rozwój melioracji w Polsce

Historię rozwoju melioracji na terenach Polski w swoich pracach przedstawił m.in. Lipiński⁶. W ostatnich latach obserwuje się wzmocnienie działań w zakresie melioracji w Polsce. Wzmacniana jest także świadomość warunkowości działań w zależności od klimatu, hydrologii, warunków glebowo-wodnych oraz przyrodniczo ekologicznych, które wpływają na rodzaj stosowanych technik i technologii melioracyjnych na obszarze kraju.

Tabela 1 Działania melioracyjne na obszarze Polski na przestrzeni kilku wieków

OKRES/LATA	DZIAŁANIA	UWAGI
XII–XVIII w.	Regulacja koryt rzecznych w Polsce: <ul style="list-style-type: none"> • rowy odwadniające TUZ na ziemi krakowskiej (XV w.), • kopanie rowów w pow. łowickim (XVIII w.), • melioracje bagnistych łąk w Wielkopolsce, na Kujawach i Mazowszu oraz na Żuławach. 	Odwadnianie dolin rzecznych rozpoczęto z uwagi na masową wycinkę lasów na wysoczyznach, co doprowadziło do zakłócenia cyklu hydrologicznego i podniesienia się poziomu wody w dolinach. Do poł. XIX w. istniało przekonanie o nadmiernej ilości wody na ziemiach polskich.
XIII w.	<ul style="list-style-type: none"> • Osuszanie jezior • Rozwój gospodarki stawowej 	Prace związane z budową obwałowań żyznych gleb madowych przy ujściu Wisły.
XVIII w.	Intensyfikacja melioracji osuszających	System upraw zagonowych będący swoistym
do poł. XIX w.	Melioracje odwadniające	Przekonanie o nadmiernej ilości wody na ziemiach polskich.
od poł. XIX w.	Melioracje nawadniające	Zwrócenie uwagi na problem przesuszenia gleb łąkowych. Wzrost świadomości w zakresie skutków działań drenarskich skutkujących nadmiernym odwodnieniem gleb.
od poł. XIX w. do lat 90-tych XX w.	Rozwój melioracji rolnych na ziemiach polskich	Okresy intensywnej pracy melioracyjnej w Poznańskim, na Pomorzu i na Śląsku (1850-1918; 1926-1930) przeplatane latami wojny, kryzysem w rolnictwie i kryzysem rolniczym i zastojem w inwestycjach melioracyjnych.
1991–2010	Stały regres w dziedzinie melioracji	Prawie całkowite zaniechanie prac melioracyjnych na UR. W 2004 r. zmeliorowano tylko 1,9 tys. ha UR (to niecałe 2% takich melioracji z 1990 r. i 0,5% z lat 60-tych XX w.) – wynik niskiej opłacalności produkcji rolnej i trudności w zbyciu produktów rolnych. Głosy ekologów o licznych błędach w meliorowaniu.
2015–2022	Działania związane z odbudową, pracami modernizacyjnymi oraz budową nowych urządzeń melioracyjnych	Pobudzenie aktywności jednostek samorządowych i rządowych do działań w zakresie melioracji. Wzmocnienie świadomości potrzeby dwukierunkowości działań melioracyjnych, w zależności od potrzeb (systemy odwadniająco-nawadniające). Wzrost aktywności melioracyjnej rolników i spółek wodnych, wynikająca z możliwości uzyskania dotacji na prace i inwestycje w zakresie melioracji.

⁶Lipiński J. 2006. Zarys rozwoju oraz produkcyjne i środowiskowe znaczenie melioracji w świetle badań. Acta Sci. Pol., Formatio Circumietus 5 (1) 2006, 3–15.

2.2 Cele i funkcje sieci melioracyjnej

Melioracje rolnicze⁷ (*łac. meliorare: ulepszać*) to prace podnoszące urodzajność gleby lub zmieniające charakter obszarów rolnych, na stałe lub na dłuższy czas. Do ważniejszych prac melioracyjnych zaliczają się: **osuszanie**, mające na celu odprowadzenie nadmiaru wody oraz **nawadnianie** zbyt suchych gruntów. Do melioracji zalicza się również **zabiegi agrotechniczne** (w tym nawożenie ściekami przemysłowymi, torfem i wapnowanie) wpływające chemicznie i mechanicznie na trwałe poprawienie gleb i rozkład wilgoci w glebie².

Według Ustawy Prawo wodne melioracje wodne polegają na regulacji stosunków wodnych w celu polepszenia zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia jej uprawy.

Do **urządzeń melioracji wodnych**, jeśli służą powyższym celom, zaliczamy:

- rowy wraz z budowlami związanymi z nimi funkcjonalnie,
- drenowania,
- rurociągi,
- stacje pomp służące wyłącznie do celów rolniczych,
- ziemne stawy rybne,
- groble na obszarach nawadnianych,
- systemy nawodnień grawitacyjnych,
- systemy nawodnień ciśnieniowych.

W Prawie Wodnym nie ma definicji *system melioracyjny*, natomiast za taki można uznać **zespół urządzeń melioracji wodnych zlokalizowany na określonym obszarze, umożliwiający racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi**.

Systemy melioracyjne, z uwagi na rodzaj wykorzystywanych urządzeń oraz ich lokalizację, dzielimy na:

- **systemy drenowań** – typowe systemy odwadniające, stosowane głównie na gruntach ornych, rzadziej na użytkach zielonych;
- **systemy rowów otwartych** – wykonywane przeważnie w dolinach rzek (systemy dolinowe); mogą to być systemy odwadniająco-nawadniające (nawodnienia podsiąkowe) lub tylko odwadniające;
- **systemy mieszane** – stanowią połączenie drenowań z rowami, są stosowane, gdy takie rozwiązanie odpowiada lokalnym warunkom użytkowania terenu;
- **systemy nawodnień ciśnieniowych** (deszczowanie, nawadnianie kropłowe).

Systemy wodno-melioracyjne tworzone są zarówno przez urządzenia melioracji wodnych podstawowych, jak i szczegółowych (tab. 2).

⁷Dobrzyńska N., Dembek W. 2020. Gospodarowanie wodą w rolnictwie w obliczu susz. MRiRW.

Tabela 2 Urządzenia melioracji wodnych

PODSTAWOWE	SZCZEGÓŁOWE
budowle piętrzące, budowle upustowe oraz obiekty służące do ujmowania wód	rowy wraz z budowlami związanymi z nimi funkcjonalnie
stopnie wodne, zbiorniki wodne	drenowania
kanały, wraz z budowlami związanymi z nimi funkcjonalnie	ziemne stawy rybne
rurociągi o średnicy $\geq 0,6$ m	rurociągi o średnicy $\leq 0,6$ m
budowle regulacyjne oraz przeciwpowodziowe	groble na obszarach nawadnianych
stacje pomp, z wyjątkiem stacji wykorzystywanych do nawodnień ciśnieniowych	systemy nawodnień grawitacyjnych i ciśnieniowych, stacje pomp do nawodnień ciśnieniowych

Celem melioracji jest „regulowanie zawartości wody w glebie”, aby zapewnić optymalne stosunki wodne, czyli utrzymać wodę w glebie na poziomie co najmniej wody użytecznej dla roślin.

W zależności od pełnionej **funkcji systemu melioracyjnego** dzielimy na:

- **systemy odwadniające** – polegają głównie na drenowaniu gleb nadmiernie uwilgotnionych; umożliwiają obniżenie poziomu wody gruntowej; odprowadzają nadmiar wody z danego obszaru, która jest efektem zasilania naturalnego; stanowią również zabezpieczenie przed powodzią;
- **systemy odwadniająco-nawadniające** – działają dwustronnie, w okresach nadmiaru wody odprowadzają nadmiar wody z gleby, a w okresach deficytów hamują i regulują jej odpływ;
- **systemy nawadniające** – doprowadzają wodę od źródła poboru do obszaru, który wymaga zwiększenia wilgotności gleby lub podniesienia poziomu wody gruntowej.

2.3 Stan sieci melioracyjnej

Powszechny Spis Rolny za 2020 r.⁸ podaje, że powierzchnia użytków rolnych (UR) w Polsce w 2020 r. wynosiła 14 682 tys. ha, z czego grunty orne zajmowały 10 742 tys. ha (73,2%), a użytki zielone 3 190 tys. ha (21,7%). Pozostałe 2%, czyli 327 tys. ha zajmują sady. Ostatnie publikacje z PSR (Raport z wyników oraz Charakterystyka gospodarstw rolnych) wbrew oczekiwaniom nie podają niestety, jakie są powierzchnie użytków rolnych zmeliorowanych.

Szacunkowo (bazując na danych procentowych z 2015 r.) w Polsce zmeliorowanych jest łącznie 44% UR, z czego na powyżej 20% należałoby odbudować lub zmodernizować instalacje (tab. 3).

Tabela 3 Melioracje w Polsce. Udział procentowy gruntów zmeliorowanych w stosunku do całkowitej powierzchni. Obliczenia własne na podstawie danych GUS za 2015 r.

% całkowitej powierzchni wydzielenia	UR ogółem	Grunty orne	TUZ
zmeliorowane (w tym do odbudowy lub modernizacji)	44% (23%)	34% (19%)	46% (33%)
zdrenowane	-	86%	22%
nawadniane	-	14%	20%

⁸Powszechny Spis Rolny. 2020. Raport z wyników.

Nie najnowsza, ale wciąż trafną analizę celowości rozwoju melioracji w poszczególnych województwach, wykonało w 1997 r. IMGW–PIB⁹ (tab. 4). Ocenę przeprowadzono przypisując wartości liczbowe pozytywnego lub negatywnego (wartości ujemne) wpływu melioracji na potrzebę utrzymania korzystnych warunków przyrodniczych związanych z nawodnieniem terenu (w tym utrzymania mokradeł), potrzebę utrzymania korzystnych warunków przyrodniczych związanych z utrzymaniem odwodnień oraz na potrzeby wynikające z wyzwań społecznych i gospodarczych (w tym potrzeb rolnictwa). Im wyższa wartość końcowej oceny punktowej, tym większe jest znaczenie rolnictwa i wynikających z tego potrzeb melioracji. Nie jest więc przypadkiem, że województwa wielkopolskie i kujawsko pomorskie osiągnęły najwyższą notę.

Tabela 4 Wskaźniki celowości rozwoju sieci melioracji w województwach

Województwo	Wskaźniki celowości			Ocena (punktowa) celowości rozwoju melioracji
	NFS1 przyrodniczej celowości rozwoju nawodnień	NFS2 przyrodniczej celowości rozwoju odwodnień	NFS3 społeczno-gospodarczej celowości rozwoju	
Dolnośląskie	0,2	4,6	-5,9	2
Kujawsko-pomorskie	4,7	-2,9	13,6	5
Lubelskie	-2,7	-3,4	-5,1	3
Lubuskie	-2,7	-6,5	-8,4	3
Łódzkie	-2,5	6,1	7,4	5
Małopolskie	-0,9	3,6	-6,0	2
Mazowieckie	5,0	-0,5	8,1	3
Opolskie	8,9	6,0	3,0	4
Podkarpackie	-3,0	-5,0	-12,1	2
Podlaskie	0,4	1,8	9,7	3
Pomorskie	-11,0	6,0	3,5	1
Śląskie	3,6	5,7	-4,7	2
Świętokrzyskie	-5,0	-8,2	-8,8	2
Warmińsko-mazurskie	3,2	-2,7	-0,9	3
Wielkopolskie	0,5	-8,3	14,0	5
Zachodniopomorskie	1,4	3,8	-7,3	3

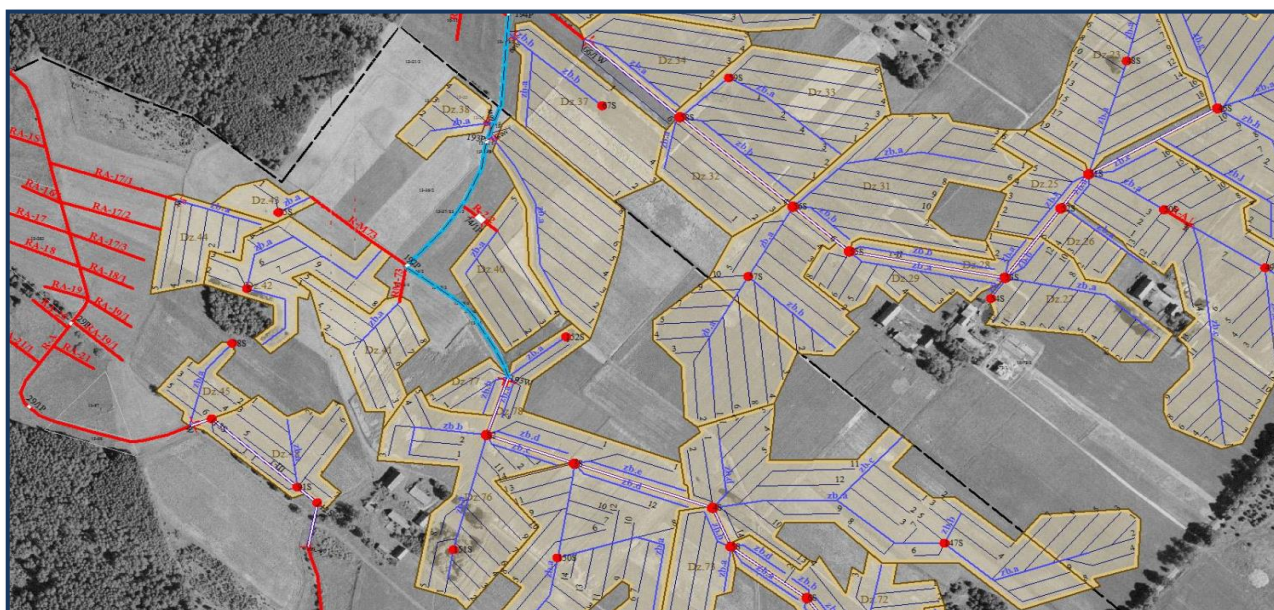
2.4 Inwentaryzacja sieci drenażowej

Mapa sieci melioracyjnej (drenażowej i nawodnieniowej) wykonywana była na podkładach z map glebowo-rolniczych obejmujących poszczególne sołectwa, połączonych ze sobą tak, aby zobrazować całą zlewnię drenażową, z której wody spływają do jednego recypienta – głównego rowu melioracyjnego lub potoku czy rzeki. Oprócz właściwych co do miejsca spółek wodnych, mapy takie znajdowały się w nie istniejących już Wojewódzkich Zarządach Melioracji i Urzędach Wodnych oraz Starostwach. Zwykle można zobaczyć oryginalne lub skopiowane przez kalki mapy papierowe lub wydruki skanów tych map.

Przed wejściem w życie ustawy Prawo wodne z dn. 20 lipca 2017 r., prowadzenie elektronicznej ewidencji wód, urzędów wodnych oraz zmeliorowanych gruntów należało do Urzędów Marszałkowskich,

⁹Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M. 1997. Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji. Materiały Badawcze IMGW. Seria: Gospodarka wodna i ochrona wód 19. Warszawa.

na początku w formie analogowej, a od 2005 r. w formie elektronicznej. W 2015 r. pojawiły się przepisy szczegółowe, dotyczące sposobu wprowadzania danych do systemu. Następnie, na stronach Urzędów Marszałkowskich udostępniono pierwsze wersje warstw informacyjnych, dotyczących melioracji, które zaczynały tworzyć wojewódzkie geomelioportale (ryc. 2).



Rycina 2 Przykładowe dane ewidencyjne, które były dostępne na jednym z wojewódzkich Geomelioportali¹⁰

Zgodnie z zapisami ustawy Prawo wodne z dn. 20 lipca 2017 r., Ewidencję melioracji wodnych prowadzi się w szczególności z wykorzystaniem baz danych prowadzonych przez:

- starostę w zakresie nieruchomości i danych podmiotowych o nieruchomościach oraz danych podmiotów, o których mowa w art. 20 dane w ewidencji gruntów i budynków ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 17 maja 1989 r. – Prawo geodezyjne i kartograficzne;
- właściwy organ ochrony przyrody, o którym mowa w przepisach ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody – w zakresie oceny obszarów chronionych ustanowionych w celu ochrony ekosystemów lub gatunków, których stan bezpośrednio zależy od stanu wód;
- organy właściwe do wydawania zgód wodnoprawnych – w zakresie zgód wodnoprawnych.

Rejestrowanie i przetwarzanie informacji o istniejących urządzeniach melioracji dla terenu całego kraju jest zadaniem Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie (PGW WP). Informacje te powinny być dostępne w systemie bazy danych, obejmującej zbiory danych infrastruktury przestrzennej, do której każdy zainteresowany powinien mieć nieodpłatny dostęp. Niestety, usługi te są niedostępne, a dane z całego kraju znajdują się w posiadaniu Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej PGW WP, i jednocześnie zniknęły z zasobów geoportali wojewódzkich. Możemy jedynie czekać, kiedy poniższe zapisy ustawy Prawo wodne (art. 196 pkt.) zostaną zrealizowane:

¹⁰Kowalczyk R., Parecki M., 2015- Ewidencja wód, urządzeń melioracji wodnych oraz zmeliorowanych gruntów. Konferencja GIS w rolnictwie. ARiMR.

„Dla obszaru całego państwa zakłada się i prowadzi w systemie teleinformatycznym bazy danych, obejmujące zbiory danych przestrzennych infrastruktury informacji przestrzennej, dotyczących **ewidencji melioracji wodnych**. Ewidencję melioracji wodnych prowadzą **Wody Polskie**. (...) Ewidencję melioracji wodnych udostępnia się do wglądu nieodpłatnie. **Ewidencję melioracji wodnych prowadzi się i aktualizuje** w sposób zapewniający interoperacyjność na poziomie organizacyjnym, semantycznym i technologicznym w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne”.

Funkcjonalny i łatwy w obsłudze interfejs, ze zorientowanymi przestrzennie urządzeniami melioracji wodnych, byłby użytecznym narzędziem, zarówno dla spółek wodnych, jak i dla samorządów oraz jednostek PGW WP o znaczeniu lokalnym – nadzorów wodnych i zarządów zlewni. System informatyczny do zarządzania wodą na obszarach wiejskich powinien opierać się na rozpoznaniu zasobów odnawialnych wód powierzchniowych i podziemnych, umożliwiając oszacowanie wysokości dopuszczalnego rocznego poboru wód w małej skali.

W Raporcie końcowym z pilotażu tworzenia LPW (CDR, 2021) wskazano, że Hydroportal prowadzony przez PGW WP, aby był użyteczny dla lokalnych środowisk, powinien mieć wersję dedykowaną gminom i składać się z następujących modułów i systemów:

- monitoring zasobów wód powierzchniowych i podziemnych (z Państwowego Monitoringu Środowiska),
- monitoring i sterowanie sieciami drenarskimi (automatyczny),
- monitoring wilgotności gleb i stresu wodnego roślin (automatyczny przez czujniki lub satelity),
- monitoring klimatu (IMGW plus stacje uzupełniające, automatyczny),
- monitoring zużycia wody u odbiorców (automatyczny),
- system integracji i harmonizacji strumieni danych i wspierania decyzji (rolnicy, gmina, Hydroportal) z aplikacjami dla użytkowników: rolników, gmin, doradców i firm.

Z biegiem czasu, **ewidencja infrastruktury, prac konserwacyjnych i napraw sieci drenarskiej w poszczególnych zlewniach (działach) drenarskich** powinna przechodzić z formy papierowej w zautomatyzowane systemy przetwarzania danych. Pozwoliłoby to w szybki sposób rejestrować wszelkie prace oraz umożliwiłoby generowanie grafik i tabel, przedstawiających wprowadzone zmiany i aktualny stan melioracji.

Rozwiązania informatyczne, stosowane przez przedsiębiorstwa, można podzielić na takie, których głównym zadaniem jest wspomaganie prowadzenia ewidencji operacji, usprawnienie przepływów informacyjnych oraz na zastosowania mające na celu dostarczanie informacji użytecznych w podejmowaniu decyzji na różnych szczeblach zarządzania. Zapotrzebowanie na systemy wspierające prace administracyjne w spółkach wodnych są podobne do tych, które mają firmy w różnych sektorach. Wsparcie w ewidencji sieci, zdarzeń, napraw czy rejestracji wpłat członków przydałby się szczególnie spółkom pod których opieką znajdują się liczne rowy melioracyjne, przylegające do jeszcze liczniejszych działek. Takie spółki mierzą

się corocznie z problemami ściągania należności z tytułu składek od swoich członków oraz informowania ich i organów PGW WP o prowadzonych pracach.

Rozwiązania ewidencyjne spełniają swoje podstawowe zadanie, tj. gromadzenie informacji, które później są wykorzystywane do sporządzenia wymaganych przepisami sprawozdań i raportów (np. sprawozdanie finansowe, deklaracje dla urzędów). W związku z tym, systemy ewidencyjne są nastawione na przechowywanie dokładnej informacji oraz odciążenie pracowników od żmudnych, czasochłonnych czynności obliczeniowych (np. ewidencji ściągłości składek) oraz przyspieszenie rutynowych czynności (np. wystawienie dokumentu). Dostępne na rynku są komercyjne rozwiązania, związane z ewidencją zasobów i prac firmy. Przykładem jest np. program do inwentaryzacji, który obok zapisu zasobów pozwala na rejestrację czynności takich jak naprawy (wykaz naprawianych urządzeń, wykaz potrzebnych materiałów), usługi, modernizacje czy konserwacje. Nie są to programy dedykowane sieciom melioracyjnym, więc nie posiadają wprowadzonych nazw urządzeń ani innych specyfik, więc zanim użytkownik będzie mógł skorzystać z ich funkcjonalności, musi wprowadzić odpowiednie dane do systemu.

Obecnie stosowane systemy ewidencyjno-sprawozdawcze zapewniają zbieranie informacji o całości przebiegu procesów lub zadań. Informacje zawarte w systemie powinny być dokładne i związane z czynnością lub etapem procesu (np. informacja o wykonanych w ubiegłym roku pracach w momencie wysyłania zawiadomienia o wysokości składki na kolejny rok). Innym typem rozwiązań, które umożliwiają raportowanie oraz wspomagają podejmowanie decyzji są systemy analityczne. Efektywność ich zastosowania zależy od interpretacji posiadanych danych i szeregu ustawień, które pozwalają zautomatyzować niektóre uciążliwe prace, np. wysyłanie ponagień w przypadkach braku informacji o wykonaniu zobowiązań w określonym terminie.

Optymalnym rozwiązaniem byłby **program pozwalający na połączenie ogólnopolskich baz danych przestrzennych** – Geoportalu, Hydroportalu, geoportalu e-psh z dedykowaną nakładką na bezpłatną, uproszczoną wersję programu z rodziny GIS (zawierającą dane szczegółowe: graficzny i tabelaryczny opis urządzeń melioracyjnych, przebiegu sieci i ewidencji działek znajdujących się w zasięgu oddziaływania urządzeń i adresów mailowych ich właścicieli) oraz zautomatyzowaną skrzynkę mailową służącą do komunikacji z członkami spółki wodnej i urzędami.

Proponowane funkcjonalności systemu:

- graficzny i tabelaryczny obraz stanu aktualnych zasobów – sieci, urządzeń, działek w zasięgu oddziaływania wymienionych (np. na podstawie warstwy SIGW Hydroportalu, gdy zostanie uzupełniona o wskazane w ustawie elementy) do weryfikacji, czy dana działka znajduje się w obszarze oddziaływania urządzeń melioracji (dla rolników i nie tylko, np. aby przy pracach budowlanych nie przerwać drenów),

- warstwy ewidencji napraw, konserwacji i prac dla poszczególnych lat z możliwością wyboru elementów lub obszaru – urządzeń, fragmentów rowów, działu drenarskiego (do generowania grafik, pokazania zmian, stanu poszczególnych urządzeń), wszelkich sprawozdań i raportów,
- warstwy ewidencji kontaktów do właścicieli działek znajdujących się w zasięgu oddziaływania urządzeń znajdujących się pod opieką spółki wodnej oraz zautomatyzowanej poczty mailowej (dane nie dostępne publicznie, powiązane z dostępnymi danymi z ewidencji nieruchomości oraz przechowywane zgodnie z przepisami RODO bazy kontaktów) – do automatyzacji procesów informowania o pracach oraz o wysokości należnych składek członków spółki (lub możliwości niefinansowej partycypacji w pracach spółki) oraz komunikacji z urzędami – gminy, PGW WP, urzędami będącymi dysponentami środków (NFOŚ, urz. marszałkowski, urz. wojewódzki),
- komunikatora dla członków spółki wodnej – do celów komunikacji z władzami spółki.

2.5 Innowacyjne urządzenia regulujące poziom wody

Wśród rozwiązań melioracyjnych do zastosowania na istniejących systemach melioracyjnych można wyróżnić szereg innowacyjnych produktów wypracowanych w ramach prac realizowanych w projekcie INOMEL¹¹.

Nowoczesne rozwiązania zaproponowane przez konsorcjum naukowców z ITP-PIB, SGGW oraz UP Poznań, obejmują szereg nowych urządzeń do **ręcznej regulacji poziomu wody** w zbieraczach i systemach drenarskich oraz w rowach melioracyjnych.

W ramach wspomnianego projektu opracowano materiały i przygotowano dokumentację projektowo-konstrukcyjną, projekty konstrukcji i montażu oraz technologii produkcji, nowych typów regulatorów. Prototypy regulatorów zostały wykonane przez firmę S. i A. Pietrucha Sp. z o.o. i zostały zainstalowane na wybranych obiektach melioracyjnych. Wypracowana dokumentacja stanowi gotowy materiał do produkcji tego typu urządzeń dla firm z branży melioracyjnej oraz rolników, spółek wodnych zainteresowanych modernizacją urządzeń mogących usprawnić gospodarowanie na obiektach melioracyjnych.

Poniżej przedstawiono urządzenia i inne produkty, które warunkują racjonalne gospodarowanie zasobami wody na zmeliorowanych użytkach rolnych, dzięki czemu mogą znaleźć zastosowanie na obiektach melioracyjnych.

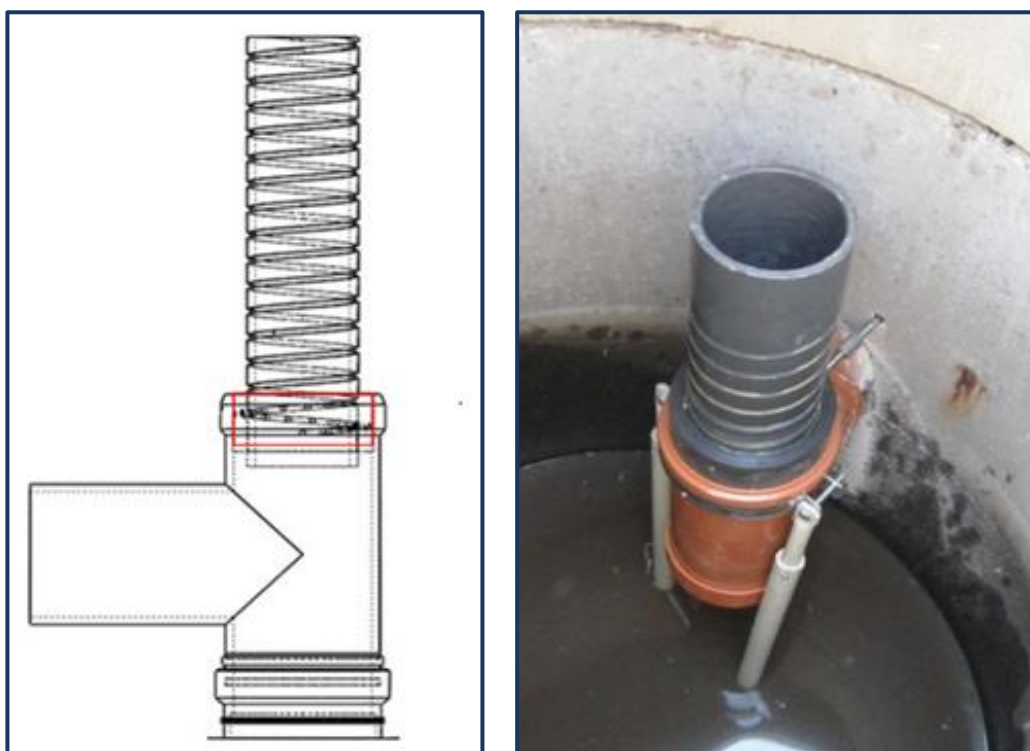
¹¹Projekt INOMEL – Innowacje technologiczne oraz system monitoringu, prognozowania i operacyjnego planowania działań melioracyjnych, dla precyzyjnego gospodarowania wodą w skali obiektu melioracyjnego współfinansowany przez NCBR w ramach Programu BIOSTRATEG3 (BIOSTRATEG3/347837/11/NCBR/2017).

- **regulator kielichowy gwintowany** (ryc. 3)

Urządzenie do regulacji napelnienia w zbieraczach drenarskich systemów wodno-melioracyjnych. Dopływająca woda, zanim zostanie odprowadzona ze studzienki rurą wylotową, musi osiągnąć poziom krawędzi przelewu odpływowego, którego średnica jest większa niż drenu. Powoduje to piętrzenie wody w przewodzie dopływowym i podwyższenie poziomu wód gruntowych. Jednocześnie, zwiększenie długości obwodu krawędzi przelewu powoduje mniej gwałtowne zmiany napelnienia wraz ze zmianą przepływu. Namuły, zgromadzone w osadniku, można opróżnić przy pomocy kłapy spustowej.

- **regulator obrotowy** (ryc. 4)

Urządzenie służy do regulowania poziomu zwierciadła wody gruntowej w profilu glebowym, w zakresie oddziaływania pojedynczego działu drenarskiego lub grupy kilku działów. Urządzenie powoduje piętrzenie wody gruntowej na zadanej rzędnej poprzez odpowiednie ustawienie regulatora. Regulator wyposażony jest dodatkowo w przelew zintegrowany z sondą poziomu zwierciadła wody, dzięki czemu istnieje możliwość kontroli ilości odpływającej wody. Regulator hamuje odpływ wody z sieci drenarskiej (funkcja retencyjna). Urządzenie poprzez wstrzymywanie odpływu, pośrednio wpływa również na ograniczenie ilości biogenów odpływających z pól, pełniąc funkcję ochronną dla odbiorników wód drenarskich.



Rycina 3 Regulator kielichowy gwintowany.

Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: T. Szymczak, A. Kodura, M. Kubrak (ITP-PIB)

¹²Szymczak T., Kierasiński B., Klasicka E. 2022. KATALOG PRODUKTÓW opracowanych w ramach Zadania WP2: "Zdobycie istniejącej wiedzy i opracowanie na jej podstawie nowych, zmienionych lub ulepszonych regulatorów odpływu wody ze zmeliorowanych użytków rolnych". Projekt INOMEL – AGROCOM Polska – Jerzy Koronczok, Żędowice.



*Rycina 4 Regulator obrotowy w studziencie na obiekcie drenarskim Kolonia Bodzanowska (woj. kujawsko-pomorskie).
Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: M. Sojka, R. Stasik, M. Napierała, R. Wróżyński (UP Poznań)*

- **regulator miechowy**

Urządzenie przeznaczone jest do kontroli odpływu wody, głównie na obiektach melioracji wodnych, a szczególnie na działach drenarskich. Umożliwia płynne i skuteczne regulowanie poziomu lustra wody w całym zakresie działania urządzenia. Charakteryzuje się niską awaryjnością i długotrwałością.

- **regulator kielichowy kubelkowy**

Wykorzystywany do kontroli odpływu wody w instalacji drenarskiej (na polach). Zawiera ruchomy kielich segmentowy, zbudowany z pierścieni stożkowych, zamieszczonych współosiowo na rurze teleskopowej.

Urządzenia do regulacji poziomu wody w rowach melioracyjnych

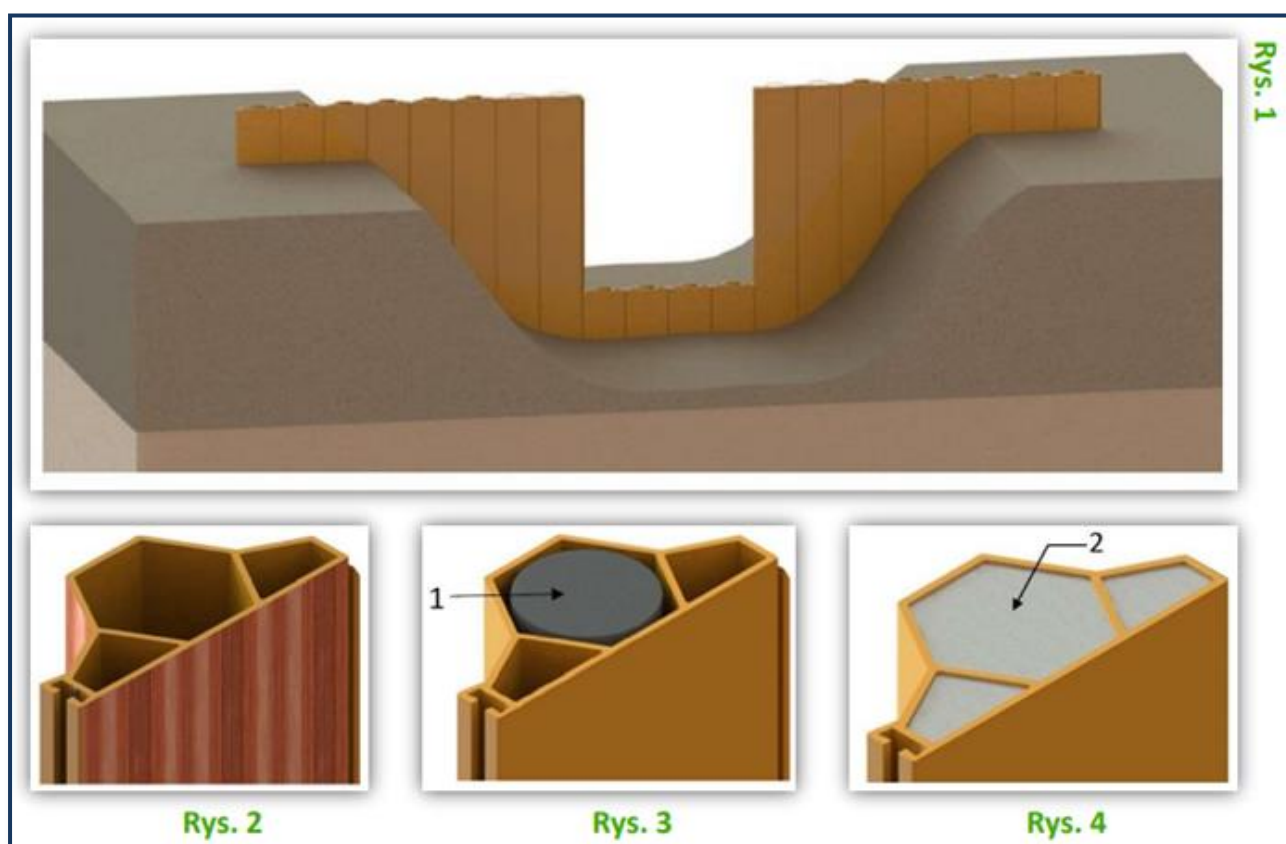
- **ścianka szczelna (ryc. 5)**

Budowa urządzenia opiera się na bazie ścianki szczelnej (ryc. 5: rys. 1) z systemem dokującym do osadzenia regulatora: U-kształtnej krawędzi przelewowej lub zamknięć szandorowych w prowadnicach. Ścianki szczelne zostały wykonane z profili D-HEX (ryc. 5: rys. 2) z wysokoudarowego polichlorku winylu, profile posiadają uszczelkę z miękkiego PCV, dla którego materiałem wyjściowym był recyklat – materiał poprodukcyjny, pochodzący od producentów profili okiennych, charakteryzujący się bardzo dobrą wytrzymałością mechaniczną, odpornością na działanie światła UV oraz odpornością na środowiska mocno kwaśne i zasadowe. Wzmocnienia konstrukcji zostały wykonane za pomocą pali drewnianych o średnicy f 100 mm (ryc. 5: rys. 3) lub poprzez zalanie komór grodziec betonem (ryc. 5: rys. 4).

Elementy U-kształtnych krawędzi przelewowych oraz szandory zostały wykonane przy wykorzystaniu tych samych technologii (wytłaczania i kostruzji), którą zastosowano do produkcji elementów ścianek szczelnych¹³. Ścianka dokująca umożliwia piętrzenie wody w świetle przepływu na maksymalną szerokość 1 m i wysokość 1 m i jest dedykowana do budowy zastawek piętrzących.

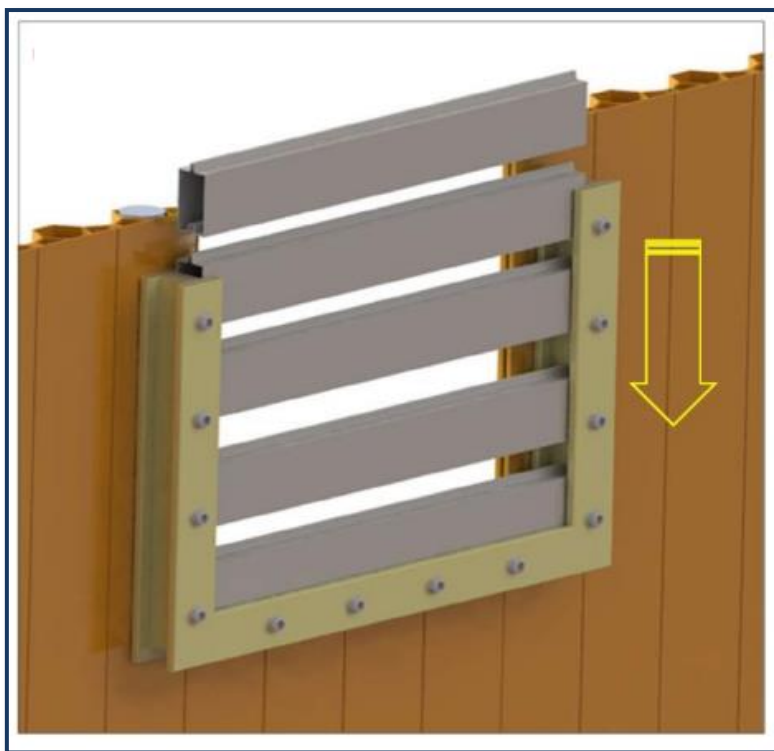
- **zamknięcie szandorowe** (ryc. 6, 7)

Zamknięcie szandorowe na zastawkach melioracyjnych i przepustach z piętrzeniem do regulacji piętrzenia wody w rowie melioracyjnym. Urządzenie może być instalowane na typowych szandorowych zastawkach melioracyjnych lub przepustach z piętrzeniem wody o szerokości w świetle prowadnic do 1,0 m i wysokości piętrzenia wody do 1,0 m. Woda jest piętrzona w zakresie wysokości założonych szandorów.



Rycina 5 Zastawka U-kształtna zainstalowana na obiekcie melioracyjnym Grabów nad Pilicą (woj. mazowieckie).
Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: Z. Popek, S. Bajkowski, P. Siwicki, J. Urbański (WBiIŚ SGGW)

¹³Kierasiński B., Kasperska-Wołowicz W., Kanecka-Geszke E. Wykorzystanie nowoczesnych materiałów i innowacyjnych technologii w produkcji elementów urządzeń wodno-melioracyjnych na przykładzie obiektu melioracyjnego Grabów nad Pilicą. XXIV Sympozjum NAWADNIANIE ROŚLIN W ŚWIETLE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU OBSZARÓW WIEJSKICH – ASPEKTY PRZYRODNICZO-PRODUKCYJNE I TECHNICZNO-INFRASTRUKTURALNE, 13-16.09.2021 r., Bydgoszcz - Fojutowo (Bory Tucholskie). Poster.



*Rycina 6 Montaż szandorów w prowadnicach.
Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: E. Kaca, R. Oleszczuk (WBiŚ SGGW)*



*Rycina 7 Zamknięcie szandorowe zainstalowane na obiekcie melioracyjnym Grabów nad Pilicą (woj. mazowieckie).
Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: E. Kaca, R. Oleszczuk (WBiŚ SGGW). Fot. B. Kierasiński*

- **zastawka U–kształtna** (ryc. 8)

Do montażu urządzenia wykorzystuje się wcześniej zainstalowaną ściankę szczelną lub odpowiednio przystosowane istniejące budowle melioracyjne. Wydłużenie krawędzi przelewowej powoduje mniej gwałtowne zmiany poziomu wody wraz ze zmianą przepływu, jak ma to miejsce w przypadku klasycznych zastawek. Regulacja poziomu wody odbywa się poprzez dokładanie lub zdejmowanie kolejnych segmentów zastawki ze specjalnie przygotowanych mocowań w istniejącej konstrukcji. Usuwanie namułu wymaga usunięcia wszystkich segmentów zastawki. Ze względu na zagłębienie na stałe pierwszego segmentu

w fundamencie betonowym przy różnej rzędnej obu części, dopuszcza się pozostawienie na dnie kanału namułu o miąższości kilku centymetrów.



*Rycina 8 Zastawka U-kształtna zainstalowana na obiekcie melioracyjnym Grabów nad Pilicą (woj. mazowieckie).
Projekt INOMEL, autorzy projektu urządzenia: T. Szymczak, A. Kodura, M. Kubrak (ITP-PIB). Fot. B. Kierasiński*

- **przenośny próg piętrzący** (ryc. 9)

Innowacyjne mobilne urządzenie hydrotechniczne zaprojektowane w 2015 r. w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym – Państwowym Instytucie Badawczym i udoskonalane w ramach projektu INOMEL w latach 2018–2022. Urządzenie to, o wysokości 60 cm, wykonane jest z materiału zbrojonego siatką poliestrową o wytrzymałości 4000/4000N/50mm, obustronnie powlekanego PVC o gramaturze 900 gr/m². Jest urządzeniem samoczynnie, grawitacyjnie napełnianym wodą płynącą w korycie ciek, przy wykorzystaniu zaworów strażackich. Przenośny próg piętrzący może być stosowany zarówno w rolnictwie, jak i w działalności naukowo-badawczej.

Przy piętrzeniu **krótkookresowym** (do kilkunastu godzin) próg może być wykorzystywany:

- na terenach leśnych, pastwiskach i łąkach – do piętrzenia wody niezbędnej do pobrania w czasie gaszenia pożarów,
- w prowadzeniu pomiarów hydraulicznych, hydrometrycznych i biologicznych na małych ciekach,

- przy wykonywaniu drobnych napraw na małych, stałych budowlach piętrzących.

Przy piętrzeniu **długookresowym** (powyżej 24 godzin) woda zmagazynowana w stanowisku górnym progu może być wykorzystywana:

- do celów nawodnieniowych:
 - przy wykorzystaniu rurociągów deszczowniczych,
 - do napełniania rowów nawadniająco-odwadniających,
- do pojenia bydła i innych zwierząt pastwiskowych,
- w celach innych niż spożywcze, np. do mycia maszyn rolniczych.



*Rycina 9 Przenośny próg piętrzący wykonany z PVC, jako alternatywa dla stałych (betonowych i drewnianych) budowli piętrzących
(fot. K. Karpińska)*

Do **zalet** przenośnego progu piętrzącego należy zaliczyć:

- mobilność – możliwość wielokrotnej instalacji progu w dowolnym miejscu i czasie, zależnie od potrzeb użytkownika,
- relatywnie niską cenę – w 2022 r. koszt produkcji wynosił około 3 800 zł,
- brak konieczności występowania o pozwolenie na budowę, w odróżnieniu do stałych budowli,
- małą wagę – około 20 kg, co umożliwia przeniesienie progu w dowolne miejsce bez użycia specjalistycznego sprzętu,
- trwałość urządzenia,
- prostą obsługę urządzenia,
- wielofunkcyjność,
- potrzebę zaangażowania maksimum 2 osób przy montażu i demontażu progu,

- bardzo mały zakres prac przygotowawczych w korycie ciekę – ograniczający się do usunięcia dużych przeszkód ruchomych i/lub wykoszenia bujnej roślinności w korycie,
- krótki czas instalacji i napełniania się urządzenia – w zależności od prędkości płynącej przed spiętrzeniem wody, zazwyczaj od 15 do 60 minut (przy głębokości początkowej płynącej wody poniżej 10 cm czas napełniania się progu może wynieść ponad 60 minut),
- niewielkie i tylko okresowe oddziaływanie urządzenia na środowisko.

Do **wad** przenośnego progu piętrzącego należy zaliczyć:

- brak odporności na celowe, szkodliwe działanie osób trzecich,
- konieczność stosowania żebrowanych stalowych prętów przy mocowaniu progu w korycie – w celu utrzymania stabilności urządzenia,
- brak możliwości wyeliminowania przesiąku wody pod urządzeniem – niezależnie od rodzaju gruntu w dnie i na skarpach koryta,
- przy głębokości początkowej płynącej wody powyżej 25 cm, wraz ze wzrostem parcia wody na urządzenie, spada efektywność piętrzenia, której wskaźnikiem jest ilość zgromadzonej wody powyżej progu,
- przy głębokości początkowej płynącej wody powyżej 25 cm, znacznie utrudniony jest sam montaż, jak i demontaż urządzenia, któremu towarzyszy większe rozmycie dna w stanowisku dolnym.

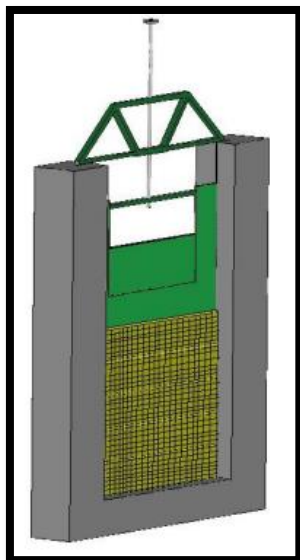
Wykorzystanie przenośnego progu piętrzącego, w korycie o spadku dna wynoszącym 0,5%, umożliwia zmagazynowanie 718 m³ wody w stanowisku górnym progu, o szerokości podstawy równej 1,50 m. Przy zastosowaniu progu o szerokości podstawy równej 0,80 m, objętość ta spada do 471 m³ wody. Zasięgi powstałych cofek wynoszą wówczas odpowiednio 1 230 m i 1 280 m.

Relatywnie mniejsze objętości wody mogą być magazynowane przy piętrzeniu wody w korytach o większym spadku dna. Wykorzystanie przenośnego progu piętrzącego, w korycie o spadku dna wynoszącym 1,5%, umożliwia zmagazynowanie 245 m³ wody w stanowisku górnym budowli o szerokości podstawy równej 1,50 m. Przy zastosowaniu progu o szerokości podstawy równej 0,80 m, objętość ta spada do 163 m³ wody. Zasięgi powstałych cofek wynoszą wówczas odpowiednio 400 m i 410 m.

Urządzenia piętrzące i pomiarowe dla potrzeb grawitacyjnych ujęć wody przystosowane do instalacji na istniejących budowach melioracyjnych

- **zasuwa dwudzielna** (ryc. 10)

Urządzenie wielofunkcyjne do pomiaru i regulacji przepływu wody na ujęciu/spuście oraz piętrzenia wody w rowie melioracyjnym. Umożliwia grawitacyjne zasilanie systemów nawodnień podsiąkowych.



Rycina 10 Zasuwa dwudzielna

- **zestaw przelewów** (ryc. 11)

Urządzenie służy do pomiaru i regulacji natężenia przepływu oraz piętrzenia wody na przepustozastawce w systemach nawodnień podsiąkowych. Składa się z 4 szandorów z przelewami, których liczba jest równa przyjętej liczbie poziomów piętrzenia wody na budowli. Przy zwarciu wszystkich szandorów uzyskuje się maksymalny poziom piętrzenia. Na tę wysokość składa się suma wysokości wszystkich szandorów. Do wytworzenia szandorów stosuje się tworzywo sztuczne (np. HDPE). Szandory mogą być łączone między sobą na zwykłą zakładkę.



Rycina 11 Zestaw przelewów i jego montaż w cieku. Projekt INOMEL

3 Rozwiązania zwiększające zdolności retencyjne zmeliorowanych użytków rolnych

Systemy odwadniające (za pomocą drenowania lub rowów) mają za zadanie odprowadzenie nadmiaru wody z gleby, w wymaganym względami agrotechnicznymi czasie, w celu ograniczenia strat w produkcji roślinnej, umożliwienia zabiegów uprawowych i zbioru roślin.

Urządzenia i systemy odwadniająco–nawadniające, oprócz funkcji przypisanych systemom odwadniającym, powinny umożliwić doprowadzenie wody i nawodnienie gleby, w określonym na podstawie potrzeb wodnych roślin czasie i o określonej objętości.

Warunkiem wypełniania funkcji przypisanych urządzeniom i systemom melioracyjnym jest ich eksploatacja, w której występują dwa podstawowe procesy: **utrzymywanie urządzeń i systemów**, które zapewnia trwałość, funkcjonalną sprawność oraz odpowiednią niezawodność w długim okresie eksploatacji oraz **użytkowanie urządzeń i systemów melioracyjnych**, które zapewnia pożądane kształtowanie obiegu zasobów wodnych.

Planowanie nowych działań inwestycyjnych w gospodarce wodnej oraz kształtowanie sztucznej retencji musi być:

- poprzedzone szeregiem analiz,
- dotyczące ich warunki i procedury muszą być zgodne z aktualnie obowiązującymi przepisami środowiskowymi,
- adekwatne do lokalnych potrzeb w zakresie kształtowania retencji.

3.1 Szczegółowe rozwiązania techniczne

Do działań technicznych zalicza się większość prac melioracyjnych i hydrotechnicznych mających na celu opóźnienie spływu wód powierzchniowych.

Wśród nich wyróżniamy: budowę małych zbiorników wodnych, piętrzenie wody w ciekach i jeziorach, przebudowę rowów i kanałów, retencję wód drenarskich oraz użycie właściwych, sprzyjających retencji i infiltracji metod odprowadzania wód z utwardzonych powierzchni (dachów, placów, ulic).

Do działań technicznych, mających na celu opóźnienie spływu wód powierzchniowych, zalicza się również budowę systemów rozdeszczowywania wód powierzchniowych oraz stawów i studni infiltracyjnych zasilanych wodami powierzchniowymi. Działaniem technicznym będzie również renaturyzacja małych cieków i dolin zalewowych z użyciem metod technicznych.

3.1.1 Rowy melioracyjne

Lokalizacja rowów melioracyjnych powinna wynikać z wymagań techniczno-funkcjonalnych obiektu melioracyjnego, na którym będą wykorzystywane. Rowy melioracyjne powinny być jak najlepiej **wkomponowane w układ przestrzenny użytków rolnych i w krajobraz.**

Technologia wykorzystana do budowy rowów powinna zapewniać ich bezpieczeństwo i stateczność, nie pomijając przy tym ochrony przyrody¹⁴ i ochrony środowiska¹⁵. Parametry techniczne rowów melioracyjnych powinny umożliwić ich optymalną pracę i eksploatację pod względem ekonomicznym i organizacyjnym.

Warunki lokalizacyjne i techniczne dla rowów odwadniających¹⁶

- Rowy odwadniające umożliwiają odprowadzanie nadmiaru wód powierzchniowych i obniżanie poziomu wód gruntowych. Rowy mogą być lokalizowane na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych, kiedy odwadnianie drenami danego obszaru jest nieskuteczne.
- Rowy odwadniające powinny być lokalizowane w naturalnych obniżeniach terenowych w miejscach o największym uwilgotnieniu. Na terenach o wyrównanej powierzchni i równomiernym uwilgotnieniu, trasy rowów powinny być, o ile to możliwe, lokalizowane równolegle i po granicach użytków rolnych, granicach nieruchomości oraz w odległości co najmniej 150 cm od innych obiektów budowlanych.
- Rozstawa rowów odwadniających jest określana na podstawie wzorów hydraulicznych lub normatywów i mieści się w granicach od 40 do 300 m¹⁷. Możliwe jest zwiększenie rozstawy rowów poprzez wykorzystanie sieci drenów między rowami.
- Parametry techniczne rowów osączających powinny umożliwić: uzyskanie normy odwodnienia od 30 do 60 cm (w zależności od rodzaju użytkowania i rodzaju gleb) oraz swobodny przepływ wód przy stanach o największej częstotliwości występowania.
- Głębokość rowów zbiorczych powinna być większa od głębokości rowów osączających, wynoszącej od 60 cm dla gleb przepuszczalnych do 90 cm dla gleb mineralnych zwięzłych i torfów głębokich.
- Parametry techniczne rowów zbiorczych powinny zapewnić przepływ wód wielkich, wywoływanych opadami nawalnymi o prawdopodobieństwie przewyższenia 20–50% w okresie wegetacyjnym na użytkach zielonych i 15–25% przez cały rok na gruntach ornych.
- Minimalna szerokość dna rowów odwadniających powinna wynosić 40 cm, przy nachyleniu skarp: 1:1 (gliny), od 1:1 do 1:1,5 (piaski gliniaste, gliny piaszczyste, torfy), od 1:1,5 do 1:2 (grunty piaszczyste), od 1:2 do 1:3 (grunty piaszczysto-pylaste, półpłynne muły).
- Rowy odwadniające mogą być prowadzone z maksymalnymi dopuszczalnymi spadkami.
- Parametry techniczne rowów odwadniających powinny być tak dobrane, aby zapobiegać erozji dna i skarp, zniszczeniu umocnień i intensywnemu zamulaniu koryta.

¹⁴Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20040920880/U/D20040880Lj.pdf> -dostęp 28.10.2022 r.).

¹⁵Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20010620627/U/D20010627Lj.pdf> -dostęp 31.10.2022 r.).

¹⁶Lipiński J. 2015. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane melioracji wodnych szczegółowych i ich usytuowanie - zalecenia. Materiały Informacyjne ISSN 0860-1410. Wydawnictwo ITP. Falenty.

¹⁷Prochal P., Brandyk T., Ciepeliowski A., Cieśliński Z., Drupka S., Dzieżyc J., Garbulewski K., Jagodziński T., Kiciński T., Kostrzewa S., Kowalik P., Król P., Kubrak E., Okruszko H., Szymański J., Żbikowski A. 1986. Podstawy melioracji rolnych. Tom 1. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.

- Rowy odwadniające powinny być wyposażone w urządzenia piętrzące, umożliwiające nawodnienia podsiąkowe i regulowanie odpływu (ryc. 12).



Rycina 12 Zastawka z zamknięciem zasuwowym na obiekcie melioracyjnym Troszyn w okolicach Płocka (woj. mazowieckie) (fot. B. Kierasiński)

Warunki lokalizacyjne i techniczne dla rowów nawadniająco-odwadniających¹⁸

- Rowy nawadniająco-odwadniające wykorzystuje się na obiektach nawodnień podsiąkowych. Piętrzenie wody w rowach, skutkuje podniesieniem się poziomu wód gruntowych, tym samym zwiększonym nawodnieniem gleby. Rowy nawadniająco-odwadniające po likwidacji lub obniżeniu piętrzenia, pełnią rolę rowów tylko odwadniających.
- Rowy nawadniająco-odwadniające powinny być lokalizowane na użytkach rolnych, na których występują stałe niedobory wody w glebie. Najlepiej na terenach płaskich – bez lokalnych zagłębień.
- Realizacja nawodnień podsiąkowych jest możliwa na gruntach o współczynniku filtracji od 0,05 do 0,0005 cm/s, gdzie poziom wody gruntowej lub warstwy słabo przepuszczalnej zlokalizowany jest na głębokości do 1,5 m od poziomu piętrzenia.
- Rozstawa rowów nawadniająco-odwadniających jest określana na podstawie wzorów hydraulicznych lub normatywów i mieści się w granicach od 10 do 300 m¹⁹. Możliwe jest zwiększenie rozstawy rowów poprzez wykorzystanie sieci drenów między rowami, gdy obliczeniowa rozstawa jest mniejsza niż 80 m.

¹⁸Lipiński J. 2015. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane melioracji wodnych szczegółowych i ich usytuowanie - zalecenia. Materiały Informacyjne ISSN 0860-1410. Wydawnictwo ITP. Falenty.

¹⁹Prochal P., Brandyk T., Ciepeliowski A., Cieśliński Z., Drupka S., Dzieżyc J., Garbulewski K., Jagodziński T., Kiciński T., Kostrzewa S., Kowalik P., Król P., Kubrak E., Okruszko H., Szymański J., Żbikowski A. 1986. Podstawy melioracji rolnych. Tom 1. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.

- Rowy nawadniająco–odwadniająca powinny umożliwiać swobodny odpływ wód przy stanach o największej częstotliwości występowania.
- Rowy nawadniająco–odwadniająca powinny być prowadzone z minimalnymi dopuszczalnymi spadkami. Im mniejszy spadek dna koryta, tym mniej jest potrzebnych budowli piętrzących.

Z uwagi na zachodzące zmiany klimatyczne i występujące corocznie w Polsce susze, coraz częściej zachodzi potrzeba adaptacji i przebudowy istniejących systemów melioracyjnych odwadniających w systemy melioracji nawadniająco-odwadniająca.

W przypadku rowów odwadniających, ich przekształcenie w rowy nawadniająco–odwadniająca sprowadza się przede wszystkim do **naprawy, modernizacji i przywrócenia funkcjonalności już istniejących budowli piętrzących**, ale również na budowie nowych budowli. Potrzeba ta wynika przede wszystkim z parametrów technicznych rowów odwadniających, których projektowane spadki dna są jak największe, by szybciej odprowadzać nadmiar wody. W przypadku rowów nawadniająco–odwadniających, sytuacja jest odwrotna. Projektowane spadki rowów są jak najmniejsze, by pojedyncza budowla piętrzyła wodę na jak najdłuższym odcinku rowu i oddziaływała na jak największy obszar. **Przekształcenie rowów odwadniających wymusza zatem potrzebę lokalizacji dodatkowych budowli piętrzących pomiędzy już istniejącymi**, aby rów mógł magazynować wody powierzchniowe na jak największej długości.

W dobie nawracających corocznie susz, rowy nawadniająco–odwadniająca pełnią w Polsce bardzo ważną rolę w zaspokajaniu potrzeb wodnych roślin uprawnych. W okresie wegetacyjnym uzupełniają deficyt wody w gruncie, redukując roślinom stres wodny. Nawadnianie podsiąkowe od wielu lat było i nadal jest najbardziej rozpowszechnionym rodzajem nawadniania w Polsce. W 2010 r. powierzchnia nawadniana podsiąkowo wynosiła 62,9 tys. ha i stanowiła 91,3% całkowitej powierzchni nawadnianej w Polsce²⁰. W 2018 r. wartości te wynosiły odpowiednio 60,9 tys. ha i 86,1%.

3.1.1.1 Konserwacja rowów melioracyjnych

Regularna konserwacja systemów melioracyjnych oraz ich eksploatacja, zgodna z przeznaczeniem i potrzebami użytkowników, **gwarantuje utrzymanie wymaganej sprawności i funkcjonalności wszystkich urządzeń melioracji wodnych**. Dzięki takim zabiegom, możliwe jest przeciwdziałanie skutkom ekstremalnych zjawisk atmosferycznych, tj. susze i opady nawalne, które na stałe wpisały się w warunki klimatyczne naszego kraju. W pełni sprawny system melioracyjny pozwala zoptymalizować warunki wilgotnościowe gleby oraz gwarantuje zaspokojenie potrzeb wodnych roślin uprawnych w okresie wegetacyjnym. Ponadto, umożliwia wykonywanie prac agrotechnicznych na terenach zmeliorowanych oraz chroni je przed degradacją.

²⁰Rocznik Statystyczny Rolnictwa, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2020.

Rutynowa konserwacja rowów melioracyjnych, wykonywana corocznie, obejmuje wszystkie prace konieczne do prawidłowego funkcjonowania całego systemu melioracyjnego. Gruntowna konserwacja obejmuje wszelkie prace niezbędne do odzyskania utraconej funkcji w porównaniu z pierwotnym projektem. W przypadku rowów melioracyjnych, warunki utraty ich sprawności zostały ściśle określone (tab. 5)²¹.

Tabela 5 Warunki utraty sprawności rowu melioracyjnego

ROWY	PARAMETR		
	Odchyłka głębokości	Zamulenie	Wysokość porostu w dnie
	[m]		
Szczegółowe	> ± 0,20	> 0,30	> 0,30
Zbiorcze	> ± 0,10	> 0,20	> 0,25
Doprowadzające	> ± 0,10	> 0,15	> 0,10

Zgodnie z art. 197 Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne, **rowy wraz z budowlami związanymi z nimi funkcjonalnie należą do urządzeń melioracji wodnych**²². Ustawa nie określa natomiast pojęcia systemu melioracyjnego, który stanowi zespół urządzeń melioracyjnych na danym obszarze. Ustawa Prawo wodne określa konieczność prowadzenia prac konserwacyjnych i utrzymania urządzeń melioracji wodnych w należyтым stanie technicznym.

Zgodnie z ustawą, nadzór nad utrzymywaniem urządzeń melioracji wodnych należy do Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, natomiast zgodnie z art. 205 ww. Ustawy, obowiązek utrzymania urządzeń melioracji wodnych w odpowiednim stanie, należy do zainteresowanych właścicieli gruntów, na które te urządzenia wywierają korzystny wpływ. W przypadku, gdy urządzenia te są objęte działalnością spółki wodnej działającej na terenie gminy lub związku spółek wodnych, w którym jest zrzeszona spółka wodna działająca na terenie gminy, ich utrzymanie należy do tej spółki lub tego związku spółek wodnych.

Niewywiązywanie się z obowiązku utrzymywania i konserwacji urządzeń melioracji wodnych powoduje, że właściwy organ Wód Polskich ustala w drodze decyzji, proporcjonalnie do odnoszonych korzyści przez właścicieli gruntów, szczegółowe zakresy i terminy jego wykonywania.

Zaniechanie przez właściciela obowiązku utrzymywania rowów i innych urządzeń melioracyjnych we właściwym stanie, jak też utrudnianie przepływu wody w rowach, stanowią wykroczenie podlegające karze grzywny, wymierzonej na zasadach i w trybie przepisów Ustawy z dnia 24 sierpnia 2001 r. Kodeks postępowania w sprawach o wykroczenia²³.

²¹Bykowski J., Szymczak-Graczyk A. 2022. Urządzenia melioracyjne – ocena stanu oraz warunki odbudowy i remontów. (<https://inzynierbudownictwa.pl/urzadzenia-melioracyjne-ocena-stanu-oraz-warunki-odbudowy-i-remontow/> - dostęp 27.10.2022 r.).

²²Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20170001566/U/D20171566Lj.pdf> -dostęp 31.10.2022 r.).

²³Ustawa z dnia 24 sierpnia 2001 r. Kodeks postępowania w sprawach o wykroczenia (<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20011061148/U/D20011148Lj.pdf> -dostęp 04.11.2022 r.).

W tabeli 6 przedstawione zostały zabiegi konserwacyjne wykonywane na rowach melioracyjnych wraz częstotliwością i terminami wykonania ww. zabiegów²⁴.

Tabela 6 Częstotliwość i terminy wykonywania zabiegów konserwacyjnych na rowach melioracyjnych

L.P.	Typ zabiegu konserwacyjnego	Częstotliwość i/lub termin
1.	Wykaszenie roślin ze skarp i dna rowu	minimum: 2 razy/rok: – wiosna i jesień (z uwzględnieniem terminów zgodnych z wymogami środowiskowymi)
2.	Usuwanie roślinności wodnej i podwodnej	minimum: 1 raz/rok: – późna wiosna lub wczesne lato
3.	Czyszczenie dna rowów odpływowych, studzienek i wylotów drenarskich z namułu	minimum: 1 raz/rok, optymalnie: 2 razy/rok: – wczesna wiosna i/lub jesień
4.	Monitorowanie i umacnianie uszkodzonych brzegów/dna rowów i kanałów w sąsiedztwie budowli wodno-melioracyjnych (materiały: darń/faszyna/bruk)	stale i systematycznie
5.	Usuwanie wszelkich zatamowań	na bieżąco
6.	Usuwanie odpadów i śmieci zanieczyszczających rowy	na bieżąco
7.	Naprawianie i utrzymywanie w sprawności budowli wodno-melioracyjnych	stale i systematycznie
8.	Zabezpieczanie budowli wodno-melioracyjnych: – elementy drewniane: środkami impregnującymi – elementy metalowe: minią lub asfaltem	stale i systematycznie

UWAGI:

- plan zabiegów utrzymaniowych, terminy i sposób wykonania, powinny być określone w programie konserwacji i aktualizowane z częstotliwością co 3–5 lat.
- planowanie prac utrzymaniowych powinno uwzględniać różne czynniki tj. wybór metod i technik konserwacji, wpływające na zakres, harmonogram, efektywność i koszt zabiegów.
- konserwacja urządzeń melioracyjnych powinna być wykonywana na całej długości rowów melioracyjnych – szczególnie ważne są odcinki ujściowe.
- zbyt późne wykonywanie działań konserwacyjnych, mające charakter naprawy, regeneracji lub wymiany, generuje koszt wyższy, niż w przypadku terminowej konserwacji.
- prace konserwacyjne powinny być wykonywane przy wykorzystaniu sprzętu używanego w budownictwie, co pozwala zniwelować wysokie koszty prac ręcznych i trudności w uzyskaniu ich zadowalającej efektywności.
- w organizowaniu prac, należy uwzględnić specyficzne warunki klimatyczne, glebowe i hydrologiczne danego obszaru.

²⁴Banasik K., Bąk B., Borek R., Jończyk K., Kanecka-Geszke E., Kasperska-Wołowicz W., Kierasiński B., Kolasińska K., Nowocień E., Skowron P., Smagacz J., Szymczak T., Wach D., Wawer R. 2021. Kodeks dobrych praktyk wodnych w rolnictwie. MRiRW. Warszawa.

Wieloletnie zaniedbania w konserwacji rowów melioracyjnych, przyczyniają się do utraty sprawności urządzeń melioracji wodnych, a nawet całych systemów melioracyjnych.

Z czasem skutkują ich całkowitą dewastacją i bezużytecznością. Brak nadzoru oraz egzekwowania obowiązku utrzymywania urządzeń melioracyjnych, mimo wyraźnych potrzeb w tym zakresie, przyczynia się zazwyczaj do pogłębiania zaniedbań w pracach utrzymaniowych i konserwacyjnych.

Zły stan urządzeń melioracji wodnych (ryc. 13, 14), uniemożliwia sprawne odprowadzanie wody w okresach jej nadmiaru. Brak systematycznej konserwacji rowów melioracyjnych oraz zastawek i przepustozastawek, może być przyczyną lokalnych podtopień w przypadku wystąpienia opadów o ekstremalnych natężeniach. Z drugiej strony, dysfunkcyjność urządzeń melioracji wodnych uniemożliwia efektywne prowadzenie nawodnień podsiąkowych oraz zatrzymywanie wody i wykorzystywanie jej w okresach posusznych.



Rycina 13 Zarośnięty rów melioracyjny i przepust z piętrzeniem z przerdzewiałym mechanizmem wyciągowym – Szubin, woj. kujawsko-pomorskie (fot. B. Kierasiński)

Zaniedbania w kwestii zabezpieczania oraz wykonywania **koniecznych napraw budowli piętrzących** są, dla całego systemu melioracyjnego i jego użytkowników, odczuwalne najbardziej. Generują największe koszty finansowe, ekonomiczne oraz organizacyjne. W przypadku systemów nawadniająco-odwadniających, utracona zostaje funkcja nawadniania, co w dobie występowania susz rolniczych jest zjawiskiem niepożądanym i szkodliwym.

Zaniechanie innych prac utrzymaniowych, a szczególnie odmulania na rowach odwadniających, może prowadzić również do degradacji i utraty funkcjonalności systemów drenarskich współpracujących z ww. rowami. Częściowo zamulone, czy wręcz zakopane pod warstwą namułu, wyloty drenarskie zlokalizowane w skarpach rowów, blokują grawitacyjny odpływ wody z sieci drenarskiej.

Niemniej istotne są wieloletnie zaniedbania w wykaszaniu roślinności korytowej, prowadzące niekiedy do sytuacji skrajnych, kiedy to w rowach zakorzeniają się i rozrastają rośliny o rozbudowanych systemach korzeniowych, krzewy, a nawet drzewa. Obecność takich roślin może skutkować rozsadzaniem sączków i zbieraczy przez ich korzenie.



Rycina 14 Zastawka ze zdekompletowanym mechanizmem wyciągowym i rozmytą skarpgą za przyczółkiem – Kołaczkowo, woj. kujawsko-pomorskie (fot. B. Kierasiński)

Brak systematycznego usuwania z koryta wszelkich zatamowań, przeszkód oraz śmieci, w warunkach normalnego użytkowania rowów odwadniających ma mniejsze znaczenie, niż brak odmulania czy wykaszania roślinności. Niemniej jednak, w przypadku, gdy elementy te pod wpływem swojego ciężaru stają się przeszkodą podpiętrzającą wodę, to ich oddziaływanie na przepustowość rowu zaczyna być istotne, szczególnie w przypadku wystąpienia opadów nawałnych.

Na dzień dzisiejszy, brakuje opracowań jasno określających, czy hipotetyczny brak konieczności wykonywania prac utrzymaniowych, przyniósłby więcej korzyści środowiskowych i przyrodniczych,

czy jednak strat ekonomicznych dla obiektów melioracyjnych. Każdy przypadek działającego systemu melioracyjnego jest na swój sposób unikatowy, dlatego wyciągnięcie uogólnionych wniosków jest niemożliwe. Od wielu lat powstają natomiast opracowania wskazujące na szereg różnego rodzaju benefitów, wynikających z działań renaturyzacyjnych oraz zaprzestania działań utrzymaniowych na małych rzekach i kanałach, stale prowadzących wodę. W warunkach polskich gospodarstw rolnych i istniejących systemów melioracyjnych, nierzadko zdarzają się przykłady rowów odwadniających stale prowadzących wodę, czy to ze względu na dużą powierzchnię odwadnianą, czy na warunki hydro-meteorologiczne w zlewni. Również pod względem bioróżnorodności bywają one bardzo zbliżone do cieków naturalnych, które będąc odbiornikiem wód z rowów odwadniających lub źródłem wód dla rowach nawadniająco-odwadniających, są z nimi funkcjonalnie i biologicznie związane.

3.1.2 Budowle piętrzące na rowach melioracyjnych

Wybór rodzaju i typu budowli piętrzącej, powinien być poprzedzony analizą wielu aspektów środowiskowych, eksploatacyjnych i technicznych. Do najważniejszych parametrów podlegających analizie należą:

- **techniczne możliwości wykonania budowli** – m.in. w odniesieniu do warunków geologicznych podłoża oraz do warunków transportu materiałów budowlanych,
- **warunki eksploatacyjne** – m.in. w odniesieniu do możliwości obsługi przez odpowiednio wyszkolonego operatora i poziomu trudności w obsłudze oraz do odporności na dewastację,
- **efekty ekonomiczne** – m.in. w odniesieniu do kosztów budowy oraz do kosztów dalszej eksploatacji,
- **potencjalne zagrożenia dla terenów przyległych** – m.in. w odniesieniu do przewidywanej zmiany stosunków wodnych na terenach przyległych oraz do skutków zaniechania prac utrzymaniowych,
- **walory krajobrazowe i estetyczne** – m.in. w odniesieniu do rodzaju zastosowanych materiałów budowlanych²⁵.

Lokalizacja budowli piętrzących na rowach melioracyjnych powinna wynikać z wymagań techniczno-funkcjonalnych obiektu melioracyjnego, na którym będą wykorzystywane. Budowle piętrzące powinny być jak najlepiej wkomponowane w układ przestrzenny użytków rolnych i w krajobraz.

Rodzaj konstrukcji i jakość wykorzystanych materiałów powinny zapewniać bezpieczeństwo i stateczność budowli piętrzących, a przy tym ochronę środowiska i ochronę przyrody. Ponadto powinny umożliwić optymalną pracę budowli piętrzącej, pod względem ekonomicznym i organizacyjnym.

²⁵Mioduszewski W., Kowalewski Z. 2015. Małe budowle wodne – katalog. Wydawnictwo ITP. Falenty.

Warunki lokalizacyjne i techniczne dla budowli piętrzących na rowach melioracyjnych²⁶

- Budowle piętrzące na rowach melioracyjnych, takie jak zastawki, przepustozastawki czy progi z piętrzeniem, powinny być zlokalizowane na prostych odcinkach rowów poniżej miejsc poboru wody do nawodnień. Wybór lokalizacji powinien promować przekroje poprzeczne, w których wymagane jest utrzymywanie wysokiego poziomu wody na cele nawodnień podsiąkowych.
- Budowle piętrzące powinny umożliwiać regulację wysokości piętrzenia w zakresie potrzebnym do realizacji celów nawodnień użytków rolnych.
- Konstrukcja budowli piętrzącej powinna być dostosowana parametrami technicznymi do parametrów technicznych rowu, rodzaju gleby i projektowanych natężeń przepływu.
- Wysokość piętrzenia na zastawkach powinna wynosić od 0,6 do 1,6 m. Światło zastawki powinno wynosić od 0,5 do 1,5 m i zapewniać bezpieczny odpływ wody przy przepływie miarodajnym.
- Wysokość stałego progu piętrzącego powinna wynosić od 0,2 do 0,6 m.
- Fundamenty budowli piętrzących powinny być zabezpieczone ścianką szczelną przed skutkami filtracji wody.
- Wypad i dno rowu poniżej zastawki powinny być umocnione i mieć szerokość nie mniejszą niż światło zastawki. Umocnienia dna koryta powyżej zastawki powinny być zakończone narzutem kamiennym, palisadami lub krawężnikami.
- Zastawka o świetle powyżej 0,8 m powinna mieć kładkę z poręczą.
- Zalecane jest łączenie budowy zastawki z budową przepustu (tzw. przepustozastawka).

Określenie jednoznacznego wpływu budowli piętrzących na środowisko jako pozytywne czy negatywne jest bardzo skomplikowane i niekiedy niemożliwe. Zarówno zwolennicy jak i przeciwnicy wykorzystywania budowli piętrzących mają wiele argumentów przemawiających za ich punktem widzenia.

W odniesieniu do budowli piętrzących na rowach melioracyjnych, do **negatywnych skutków** ich użytkowania możemy zaliczyć m.in.:

- podtopienia gruntów rolnych i ograniczanie odpływu wody z systemów odwadniających w okresach mokrych,
- zmniejszenie bioróżnorodności,
- straty w roślinności porastającej skarpy,
- zagrożenie erozją stanowiska dolnego budowli (dna i skarp),
- zatrzymanie zanieczyszczeń powyżej budowli,

²⁶Lipiński J. 2015. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane melioracji wodnych szczegółowych i ich usytuowanie - zalecenia. Materiały Informacyjne ISSN 0860-1410. Wydawnictwo ITP. Falenty.

- zamulenie powyżej budowli,
- ryzyko zwiększonej eutrofizacji w korycie powyżej budowli.

Do **pozytywnych skutków** użytkowania budowli piętrzących na rowach melioracyjnych zaliczyć można m.in.:

- poprawę uwilgotnienia gleb użytkowanych rolniczo poprzez podnoszenie poziomu wód gruntowych,
- ochronę przed skutkami suszy,
- spowolnienie odpływu wody w okresach jej niedoborów,
- renaturyzację odwodnionych terenów bagiennych,
- możliwość dokładnego pomiaru objętości przepływu,
- umożliwienie wykorzystania zmagazynowanej wody do nawodnień podsiąkowych, deszczownianych i zalewowych.
- umożliwienie wykorzystania zmagazynowanej wody do celów przeciwpożarowych, np. do gaszenia pożarów torfowisk.

Chcąc zmniejszyć zakres występowania czynników negatywnych związanych z piętrzeniem wody oraz ograniczyć czas ich występowania, coraz częściej stosuje się przenośne i tymczasowe urządzenia piętrzące, wyprodukowane z nowoczesnych materiałów. Także w przypadku braku zastawek lub ich niesprawności odpływ wody może być kontrolowany za pomocą tymczasowych progów piętrzących²⁷ (więcej informacji w *rozdziale 2.5 Innowacyjne urządzenia regulujące poziom wody*, str. 27).

3.1.2.1 Obsługa budowli piętrzących na sieci melioracyjnej

Efektywne zarządzanie zasobami wodnymi na obszarach zmeliorowanych możliwe jest poprzez **regulowanie odpływu wody i sterowanie jej poziomem**, zarówno w samych rowach melioracyjnych, jak i na odcinkach rzek lub kanałów, połączonych funkcjonalnie z systemami melioracyjnymi. W obu przypadkach niezbędne jest sterowanie wysokością piętrzenia wody, co pozwala na regulowanie tzw. **retencji korytowej**.

Na odcinkach rzek lub kanałów, funkcjonalnie współpracujących z systemami melioracyjnymi, najczęściej spotyka się jazy z zamknięciami (ryc. 15), które dzięki różnego typu ruchomym zamknięciom, piętrzą wodę w stanowisku górnym i umożliwiają doprowadzenie jej do rowów nawadniająco-odwadniających.

²⁷Ciesielczuk T. Retencionowanie wód dla potrzeb nawodnień rolniczych. Projekt zrealizowany w ramach operacji pn. „Zakładanie lokalnych partnerstw do spraw wody (LPW) - nowatorskie elementy racjonalnej gospodarki wodnej na obszarach wiejskich” w ramach realizacji planu operacyjnego KSOW na lata 2020-2021 w zakresie SIR.



Rycina 15 Dwuprzęsłowy jaz piętrzący z zamknięciami zasuwowymi na cieku Czarny Rów, woj. kujawsko – pomorskie (fot. B. Kierasński)

W dobie zwiększonej świadomości naukowców o potrzebie ochrony środowiska naturalnego coraz częstszym zjawiskiem jest łączenie na nowo ekosystemów wodnych, poprzez budowanie przepławek przy już istniejących jazach oraz projektowanie przepławek dla ryb na jazach nowobudowanych. Pomimo, że liczba typów przepławek stosowanych na jazach jest zdecydowanie mniejsza niż w przypadku zbiorników zaporowych, to ich znaczenie dla stanu ichtiofauny jest nie mniej istotne. Niestety, mimo coraz powszechniejszej wiedzy o potrzebie działań renaturyzacyjnych na rzekach, nadal najczęściej stosowanym rodzajem przepławek, zarówno na jazach jak i na zbiornikach zaporowych, są przepławki o charakterze technicznym (ryc. 16), nie zaś przepławki o charakterze naśladowującym naturę, wykonane w formie bystrzy kaskadowych lub kanałów ulgi, z materiałów naturalnych jak drewno czy kamień²⁸.

²⁸Tomczyk P., Kózka K., Wiatkowski M. 2017. Przepławka komorowa i kanał obiegowy jako metody zapewnienia ekologicznej drożności rzek. VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Inżynieria Środowiska – Młodym Okiem”. Politechnika Białostocka.



Rycina 16 Jaz z przepawką o charakterze technicznym na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego (fot. Z. Kowalewski)

Na rowach melioracyjnych budowlami piętrzącymi są przede wszystkim:

- zastawki,
- przepusty z piętrzeniem (przepustozastawki),
- stałe progi, służące do zatrzymywania określonej ilości wody w korytach rowów, powyżej budowli piętrzącej.

Ich funkcjonowanie skutkuje podnoszeniem się poziomu wód gruntowych na terenach zmeliorowanych, co jest szczególnie istotne w okresach niedoborów wody, czy nawet suszy.

Budowa oraz utrzymywanie budowli piętrzących oraz ich prawidłowa eksploatacja pozwala systemom melioracyjnym na efektywną dwufunkcyjność – odwadniania w okresie wezbrań i nawadniania w okresach posusznych²⁹.

Zgodnie z art. 16 Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne, budowle piętrzące należą do grupy urządzeń wodnych. Art. 188 ww. ustawy, określa, iż utrzymanie urządzeń wodnych polega na ich eksploatacji, konserwacji oraz remontach w celu zachowania ich funkcji. Obowiązek utrzymania urządzeń wodnych należy do ich właścicieli.

Na wykonanie urządzeń wodnych, zgodnie z art. 389 ww. ustawy, wymagane jest pozwolenie wodnoprawne, które nie może naruszać m.in. ustaleń planów: zarządzania ryzykiem powodziowym,

²⁹Cierpucha P. 2020. Jazy i zastawki w zrównoważonej gospodarce wodnej. Wydział Edukacji Wodnej. PGW Wody Polskie. (<https://www.wody.gov.pl/aktualnosci/1136-jazy-i-zastawki-w-zrownowazonej-gospodarce-wodnej> dostęp 24.10.2022 r.).

przeciwdziałania skutkom suszy czy gospodarowania wodami na obszarze dorzecza. Nie może również być sprzeczne z wymaganiami ochrony środowiska i ochrony przyrody (art. 396 Ustawy Prawo wodne). Zgodnie z art. 403 ww. Ustawy, w pozwoleniu wodnoprawnym ustala się instrukcję gospodarowania wodą, w tym m.in. charakterystyczne rzędne piętrzenia, wraz z terminami i warunkami ich utrzymywania.

Każda istniejąca budowla piętrząca musi posiadać tzw. instrukcję gospodarowania wodą³⁰. Jest to dokument, który określa m.in. natężenia przepływów charakterystycznych oraz konkretne poziomy piętrzenia na budowli (np. MaxPP i NPP). Ponadto określa terminy i wysokości piętrzeń czasowych, jakie na danej budowli powinny być stosowane. Dokument uwzględnia normalne warunki użytkowania, ale również warunki użytkowania w okresach powodzi i suszy. Instrukcja uwzględnia zaspokojenie potrzeb wodnych podmiotów korzystających z piętrzenia wód, jednocześnie zapewniając przepływ nienaruszalny lub gwarantowany w cieku.

Z uwagi na susze, powtarzające się regularnie od kilku lat w Polsce, ze szczególnie dotkliwą dla rolnictwa tzw. suszą 50-ciolecia w 2020 r., Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie na podstawie wytycznych z Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej, przystąpiło od lutego 2020 r. **do działań ograniczających odpływ wody na ciekach przy pomocy zastawek lub zamknięć na istniejących małych obiektach piętrzących³¹.** Działania te obejmują:

- zamykanie istniejących budowli piętrzących w terminie zależnym od aktualnych warunków hydrologiczno–meteorologicznych – w normalnych warunkach byłby to okres po spływie wód wielkich z topniejącej pokrywy śnieżnej, aktualnie należy zamykać budowle najszybciej jak tylko jest to możliwe (w górnych odcinkach cieków nizinnych nawet z początkiem marca).
- wczesne zamknięcie budowli piętrzących zmniejsza natężenie funkcji drenującej koryt cieków naturalnych i związanych z nimi funkcjonalnie systemów rowów melioracyjnych, co pozwala na łatwiejsze utrzymywanie wyższego poziomu wód gruntowych (szczególnie istotne na przyległych gruntach organicznych).
- utrzymywanie poziomu wody przed budowlą na rzędnej normalnego piętrzenia (NPP) przy stanach wody w rzece niskich i średnich przez cały okres wegetacyjny, a w razie potrzeby wydłużenie tego okresu do połowy listopada.
- obniżanie poziomu piętrzenia w okresie sianokosów i konserwacji koryta cieków – ze względu na suszę nie dopuszcza się do całkowitego otwierania budowli, a jedynie obniżanie poziomu piętrzenia na czas prowadzenia prac utrzymaniowych i sianokosów na przyległych użytkach zielonych.

³⁰Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20170001566/U/D20171566Lj.pdf> -dostęp 31.10.2022 r.).

³¹Tomczyk G. 2020. Wytyczne dla melioracji i retencji wód w związku z suszą. Wody Polskie reagują. (<https://www.farmer.pl/prawo/przepisy-i-regulacje/wytyczne-dla-melioracji-i-retencji-wod-w-zwiazku-z-susza-wody-polskie-reaguja,96118.html> -dostęp 25.10.2022 r.).

- kontrole poziomu piętrzenia w celu dostosowania go do aktualnych warunków hydrologiczno–meteorologicznych z całkowitym otwieraniem budowli na okres przepływu wód wielkich np. po letnich ulewach.
- stałą kontrolę drożności budowli z bieżącym usuwaniem zatorów z gałęzi, skoszonej roślinności, itd.
- stałe utrzymywanie poniżej budowli przepływu minimum nienaruszalnego – jeśli jest to możliwe ze względów hydrologiczno–meteorologicznych.
- otwieranie budowli w okresie jesiennym w terminie zależnym od aktualnych potrzeb (październik–listopad).
- wykonywanie bieżących napraw i remontów w miarę możliwości po zakończeniu piętrzenia.

Prace konserwacyjne i naprawcze budowli piętrzących powinny być poprzedzone wykonaniem oceny stanu technicznego. Przeprowadzenie takiej oceny, pozwala określić zakres i koszt napraw, jak również ustalić harmonogram wynikający z pilności i konieczności wykonania prac.

W tabeli 7 zestawione zostały wartości dopuszczalne i graniczne parametrów niezbędnych do oceny stanu technicznego istniejących zastawek na rowach melioracyjnych. Elementami podlegającymi ocenie, w zasadniczej części, są zasuwy i mechanizm wyciągowy, ale również przyczółki, prowadnice i płyta denna. Elementami o drugorzędnej wadze, podlegającymi ocenie, są m.in. umocnienia i kładka³².

Tabela 7 Parametry oceny stanu technicznego zastawek na rowach melioracyjnych

ELEMENTY OCENY	WARTOŚCI DOPUSZCZALNE	WARTOŚCI GRANICZNE
PARAMETRY ZASADNICZE		
Przyczółki	Niewielkie spękanie	Głębokie spękania
	Dobrze osadzone w gruncie, obniżenie powierzchni gruntu za przyczółkami 10 cm	Obniżenie powierzchni gruntu ponad 20 cm
	-	Możliwość obmycia budowli
Mechanizm wyciągowy	Zdekompletowany, lecz zdalny	Zniszczony lub brak
Zasuwa	Uruchomienie wymaga wysiłku	Zablokowana
	Skorodowana, zbutwiałe deski	Widoczne otwory, zniszczone lub brak
	Uszkodzone uszczelnienie	Brak uszczelnienia
Prowadnice	Wyraźne szczeliny na styku z betonem	Wyrwane lub wygięte
Płyta denna	Na styku z zasuwą nierówna, wybita	Zniszczona, ubytki betonu ponad 10%
PARAMETRY DRUGORZĘDNE		
Umocnienia na wlocie/wylocie	Ubytek 10% powierzchni	-
Oznakowanie budowli	Niepełne, brak numeracji	-
Zabezpieczenie budowli przed obcymi	Niepełne	-
Kładka	Uszkodzona, groźba awarii	-

³²Bykowski J., Szymczak-Graczyk A. 2022. Urządzenia melioracyjne – ocena stanu oraz warunki odbudowy i remontów. (<https://inzynierbudownictwa.pl/urządzenia-melioracyjne-ocena-stanu-oraz-warunki-odbudowy-i-remontow/> - dostęp 27.10.2022 r.).

W tabeli 8 zestawione zostały parametry podlegające ocenie stanu technicznego jazów na małych rzekach i kanałach, wraz z przykładowymi wartościami oceny. Parametry zostały podzielone na trzy grupy: elementy stałe, elementy ruchome oraz urządzenia kontrolno-pomiarowe. Każdy parametr w ocenie stanu technicznego jest oceniany w skali od 1 do 5, gdzie 1 – stan zły, 2 – stan niezadowolający, 3 – stan zadowolający, 4 – stan dobry, 5 – stan bardzo dobry.

Tabela 8 Parametry oceny stanu technicznego jazu wraz z przykładowymi ocenami

STAN TECHNICZNY	OCENA
A. ELEMENTY STAŁE	
Powierzchnia	4
Pęknięcia	2
Ubytki	3
Odsłonięcia zbrojenia	5
Nacieki i przesiąki	4
Przebarwienia	5
Porosty	4
B. ELEMENTY RUCHOME	
Zamknięcia	4
Mechanizm wyciągowy	5
Odkształcenia	4
Korozja	4
Konserwacja	4
C. URZĄDZENIA KONTROLNO-POMIAROWE	
Repery	5
Piezometry	4
Wodowskazy	3
Tablice informacyjne	5
ŚREDNIA OCENA:	4,1

3.1.3 Systemy drenarskie

Systemy drenarskie są to typowe **systemy odwadniające**, za pomocą sieci podziemnych przewodów, do których może przesiąkać woda z gruntu. Stosowane są głównie na gruntach ornych, rzadziej na użytkach zielonych. Drenowanie przyspiesza odpływ wody z gleby w okresach jej nadmiaru, w warunkach wysokiego poziomu wody gruntowej. W pozostałych okresach systemy drenarskie nie działają, ponieważ nie ma wody, którą mogłyby odprowadzić – stanowią jedynie zabezpieczenie. Systemy te działają samoczynnie i są prawie bezobsługowe. Zwykle projektowane były jako systemy **jednostronnego** działania (odwadniającego).

Drenowanie to najczęściej stosowany zabieg melioracyjny, głównie na glebach słabo przepuszczalnych, charakteryzujących się wadliwą strukturą. Na drenowanym polu stany nadmiernego uwilgotnienia oraz podtopień zdarzają się rzadziej i trwają krócej. Dzięki temu poprawiają się warunki rozwoju roślin i zwiększa się plonowanie. Zabiegi agrotechniczne mogą być przeprowadzone we właściwym terminie i poprawia się jakość produktów rolnych³³.

³³Gospodarowanie wodą w rolnictwie, w obliczu ekstremalnych zjawisk pogodowych. 2012.

W Polsce tym systemem objętych jest prawie 4,0 mln ha gruntów ornyczych i ok. 400 tys. ha użytków zielonych. Drenowanie wpływa na napowietrzenie gleby, pod wpływem którego następuje wiele przemian fizykochemicznych – koagulacja koloidów, tworzenie się mikroagregatów, rozwój organizmów glebowych i przyspieszenie mineralizacji związków organicznych. Te procesy wpływają na poprawę właściwości fizycznych gleby – staje się bardziej przewiewna, przepuszczalna i wzrasta jej zdolność do retencjonowania wody.

Ze względów rolniczych **poziom wody gruntowej** powinien znajdować się nie niżej niż 0,15 m poniżej głównej masy korzeniowej roślin w glebach lekkich i 0,30 m w glebach ciężkich. Zależy to od gatunku gleby (składu granulometrycznego), gatunku uprawianej rośliny i jej fazy rozwojowej. Od wymienionych czynników zależy głębokość korzenia się roślin. Przyjmuje się, że optymalne poziomy wody gruntowej na gruntach ornyczych powinny kształtować się w przedziale 0,45–0,75 m poniżej powierzchni terenu we wczesnych fazach rozwoju roślin i 0,85–1,10 m p.p.t. w fazach późniejszych. Wartości niższe są odpowiednie dla gleb ciężkich, wyższe dla gleb lekkich.

Odpływy wody z systemów odwadniających powinny być **sterowane**, aby nie dopuszczać do nadmiernego (dużo większego niż normy odwodnienia) obniżenia poziomu wody gruntowej i zachować zapas wody w glebie na okresy niedoboru opadów w stosunku do ewapotranspiracji. Maksymalne obniżenie poziomu wód gruntowych w latach normalnych (o przeciętnej sumie opadów) nie powinno być większe niż 0,7–0,9 m p.p.t. na użytkach zielonych oraz 1,0–1,4 m p.p.t. na gruntach ornyczych. Odpowiednio wysoki poziom wód gruntowych w okresach bezopadowych umożliwia jej podsiąkanie z wymaganą intensywnością.

Zarówno niedobór, jak też i nadmiar wody, wpływa negatywnie na środowisko przyrodnicze. W przypadku nadmiernego uwilgotnienia gleb występuje niedobór powietrza i zachodzą procesy oksydoredukcyjne związane z wydzielaniem się związków toksycznych, powstających w warunkach beztlenowego rozkładu materii organicznej. Zapotrzebowanie roślin i mikroorganizmów glebowych na tlen zależy od rodzaju gleb, uprawianych roślin i temperatury. Nadmierne napowietrzenie gleb powoduje nadmierną mineralizację materii organicznej. Jest to zjawisko szczególnie niepożądane w glebach torfowych – ze względu na ich ochronę należy utrzymywać wodę w glebie na poziomie zbliżonym do minimalnej normy odwodnienia.

Bezpośrednimi, zauważalnymi **efektami poprawnie zastosowanego drenowania** jest przedłużenie okresu wegetacji roślin o ok. 2 tygodnie, lepsze wykorzystanie nawozów, możliwość terminowego stosowania zabiegów agrotechnicznych, zbioru plonów i wyższego stopnia mechanizacji prac polowych oraz zmniejszenie ryzyka strat w produkcji roślinnej w wyniku nadmiernego uwilgotnienia.

Sieć drenarska składa się z:

- rurociągów odsączających (tzw. sączki) – przejmują nadmiar wody z otaczającego gruntu i odprowadzają ją zgodnie ze spadkiem do zbieracza,
 - na gruntach ornyczych głębokość 0,7–1,1 m

- rozstawa między sączkami 8–30 m
- zbieraczy – odprowadzają wodę do odbiornika, którym mogą być rowy odpływowe, stawy, jeziora,
- studzienek drenarskich – buduje się na głównych ciągach sieci drenarskiej, umożliwiając kontrolę sieci,
- cieków (rowów) odprowadzających wodę z sieci drenarskiej
- urządzeń usytuowanych na rowach.

Rozstawa sączków i głębokość drenowania obliczana jest ze wzorów hydraulicznych lub w sposób przybliżony określana na podstawie sposobu użytkowania gruntu oraz procentowej zawartości frakcji mniejszej niż 0,02 mm (tab. 9). Średnica zbieraczy zależy od natężenia dopływu wody z obszaru odwadnianego, spadku zbieracza oraz jego charakterystyki hydraulicznej. Spadki zbieraczy, w zależności od średnic, wynoszą od 1 do 90‰, a w przypadku zagrożenia zamulania dobiera się je tak, aby prędkość przepływu wody była nie mniejsza niż 0,35 m/s przy jednoczesnym stosowaniu obsypki i okładzin zabezpieczających przed dostawaniem się namulów do rurociągów. Połączenia sączków ze zbieraczem wykonane są przy użyciu kształtek z tworzyw sztucznych lub w inny sposób, zapewniający trwałość połączeń i ochronę rurociągów przed zamulaniem.

Wyloty drenarskie umieszcza się przy wejściu zbieracza do rowu, oczka wodnego lub innego odbiornika wody. Powinny zapewnić swobodny odpływ wody ze zbieraczy w okresie wegetacji roślin poprzez odpowiednie umieszczenie wylotu nad dnem rowu lub nad zwierciadłem wody o największej częstotliwości występowania w odbiorniku, a połączenie z rurociągiem powinno być trwałe. Wyloty powinny również chronić rurociągi przed dostawaniem się do nich zwierząt, nie zagrażać stateczności brzegów i dna odbiornika oraz nie mogą utrudniać prowadzenia konserwacji rowów.

Studzienki drenarskie położone są na zbieraczach, nie rzadziej niż co 500 m i w sposób nie utrudniający uprawy pola oraz chroniący je przed uszkodzeniami. Dodatkowo, stosowane są na połączeniach kilku zbieraczy, na załamaniach zbieraczy pod kątem mniejszym niż 120° oraz przed i za drogami publicznymi.

Tabela 9 Rozstawa drenowania na podstawie wskaźnika uziarnienia gleby będącego sumą procentowej zawartości cząstek o średnicach mniejszych niż 0,02 mm i 1/3 zawartości cząstek o średnicach od 0,02 do 0,05 mm³⁴

Wskaźnik uziarnienia (%)	10	20	30	35	43	53	67	87
Rozstawa drenów (m)	30	22	18	16	14	12	10	8

Studzienki pełnią funkcje:

- kontrolne – w okresie eksploatacji kontroluje się sprawność poszczególnych odcinków rurociągów zbiorczych,
- osadnikowe – do przechwytywania namulów unoszonych przez wodę płynącą zbieraczem,
- redukcyjne – do zmniejszania spadku zbieracza,
- piętrzące – do regulowania natężenia odpływu wody z sieci rurociągów drenarskich,

³⁴Lipiński J. 2015. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane melioracji wodnych szczegółowych i ich usytuowanie. Zalecenia. ITP. Falenty.

- chłonne – do odprowadzania wody, dopływającej z sieci rurowciągów drenarskich, do głębiej położonych warstw chłonnych gruntu,
- odwadniające – do odprowadzenia wody powierzchniowej z lokalnych obniżzeń terenu do sieci drenarskiej,
- samowypływowe – do obniżania ciśnienia wody w warstwach wodonośnych z wodą naporową,
- ssące – do wytwarzania w sieci drenarskiej podciśnienia zwiększającego natężenie dopływu wody z gleby do drenów,
- pompowe – do instalowania pomp odprowadzających wodę z sieci drenów odwadniających lokalne obniżenia terenowe.

Odbiornikiem wód drenarskich mogą być:

- rowy i kanały istniejące lub wykonane na potrzeby obiektu drenarskiego,
- cieki naturalne,
- oczka wodne bezodpływowe, których zdolność retencyjna i poziom wody umożliwiają przyjęcie odpływów z sieci drenarskiej,
- oczka wodne z odpływem,
- wąwozy i obniżenia terenu, obszary mokradeł, jeziora i inne zbiorniki wodne – w przypadku braku przeciwwskazań do zasilania ich wodami z sieci drenarskiej,
- warstwy gruntu o chłonności zapewniającej odpływ wody z sieci drenarskiej – w przypadku braku przeciwwskazań do zasilania tych warstw wodami odpływającymi z sieci drenarskiej,
- rurowciągi tranzytowe zastępujące na określonym odcinku rowy.

Zależnie od potrzeb, na rowach wykonuje się budowle komunikacyjne (przepusty, mostki), piętrzące (zastawki) lub redukujące spadek (progi, bystrotoki). Wody drenarskie mogą być gromadzone w zbiornikach, a następnie wykorzystywane do nawodnień lub innych celów – stanowią wówczas ważny element małej retencji.

Zależnie od przestrzennego rozkładu nadmiernie uwilgotnionych pól stosuje się drenowanie systematyczne (sączki układa się równolegle względem siebie, w ustalonej rozstawie, stosowane tam, gdzie nadmiar wilgoci w glebie występuje ciągle na dużych obszarach), niesystematyczne (stosowane na terenach o pasmowym układzie pól nadmiernie uwilgotnionych, najczęściej w obniżeniach terenowych lub gdy ujmują wodę z lokalnych źródeł) lub częściowe (układ pośredni między drenowaniem systematycznym i niesystematycznym, polega na ułożeniu kilku równoległych sączków w obniżeniach terenowych z pominięciem pagórków).

Działania utrzymujące (konserwacje, naprawy, remonty) systemów drenarskich w stanie technicznej sprawności należą do właścicieli drenowanych gruntów, czyli do spółek wodnych albo indywidualnych rolników. Eksploatacja systemów drenarskich polega na przeglądach stanu technicznego urządzeń co najmniej raz w roku. Przeglądy dotyczą stanu uwilgotnienia pól oraz stanu

technicznego urządzeń drenarskich i odbiorników wód drenarskich. Działania utrzymujące polegają na odmulaniu i usuwaniu zanieczyszczeń ze studzienek, wylotów drenarskich i rurociągów, wykasaniu skarp odbiorników oraz usuwanie namulów i innych zanieczyszczeń z ich dna, napraw i konserwacji budowli i urządzeń.

Właściciel gruntu powinien zwrócić uwagę na **utrzymujące się długotrwałe lokalne zawilgocenie terenu** (ryc. 17), ponieważ może być ono spowodowane zamuleniem lub uszkodzeniem rurociągów. Gdy nie dysponujemy dokumentacją powykonawczą, należy dokonać identyfikacji tras sieci – poprzez analizę zdjęć lotniczych wykonanych w okresie wczesnowiosennym, tuż po rozmarznięciu gleby (kosztowne) lub poprzez lokalizację tras sączków na podstawie odnalezionych studzienek i wylotów drenarskich. Miejsce uszkodzenia sączka drenarskiego można odnaleźć za pomocą lokalizatorów akustycznych. Trasy sieci drenarskiej można określić również na podstawie zabarwienia gleby lub roślinności, sondowania szpilką stalową, odkrywek płytkich do ok. 10–20 cm poniżej głębokości orki, które wskażą zmieszanie naturalnych warstw gleby w miejscu ułożenia drenów lub odkrywek głębokich przekraczających głębokość drenowania prowadzonych prostopadle do domniemanej trasy rurociągów. Po zlokalizowaniu niesprawności rurociągu należy wykonać niezbędne naprawy uszkodzonego drenu lub odmulić za pomocą drutu stalowego lub płukania drenów wodą pod ciśnieniem.



Rycina 17 Okresowo podtopione pole uprawne w wyniku wystąpienia gwałtownych burz i uszkodzenia sieci drenującej (fot. K. Karpińska)

W celu ochrony zasobów wody należy, częściej niż dotychczas, stosować regulowany odpływ wody lub gromadzić wodę w zbiornikach retencyjnych, którą można następnie użyć do nawodnień w okresach posusznych. Dodatkowo, przy stosowaniu **zastawek regulujących odpływ wody z sieci drenarskiej**, można zmniejszyć prawie o połowę ładunek azotu i fosforu w odpływających wodach drenarskich. W okresie jesienno–zimowym, kiedy nie wykonuje się prac agrotechnicznych, należy zmniejszać wydajność systemów odwadniających i pozwolić na okresowe nadmierne uwilgotnienie gleb poprzez regulacje poziomu wody na zbieraczach lub na odpływie z sieci drenarskiej. Założony na wylot drenu w studziencie zbiorczej **regulator** w niektórych warunkach może opóźnić lub ograniczyć odpływ wody i związków biogennych i utrzymać poziom wody gruntowej na zadanej głębokości. Technika ta jest prosta do zastosowania, pozytywnie wpływa na bilans wodny gleb oraz poprawia jakość odpływającej wody, a mimo to jest niestety rzadko stosowana w praktyce. Głównym tego powodem jest zapewne konieczność modernizacji sieci drenarskiej i studni drenarskich, nie sprzyja również fakt braku typowych, łatwych do wybudowania i eksploatacji konstrukcji. Technika ta wymaga od użytkownika regularnej kontroli stanu sieci i dbania o jej prawidłowe funkcjonowanie, ponieważ przy niewłaściwej eksploatacji tych urządzeń istnieje ryzyko uszkodzenia elementów sieci oraz straty w plonach³⁵.

Bieżące sterowanie poziomem wody w sieciach drenarskich jest w praktyce niezwykle trudne, zarówno ze względu na liczbę zastawek, jak i na trudność oceny, kiedy i do jakiego poziomu należy wykonać regulację. Najnowsze technologie, oparte o bezprzewodowe sieci czujników umożliwiają już automatycznie sterowanie zastawkami w sieciach drenarskich i ich regulację, optymalnie do lokalnych warunków³⁶.

Magazynowanie wody w przepuszczalnym podłożu jest możliwe za pomocą studni i stawów infiltracyjnych. Wody powierzchniowe w okresach ich nadmiaru są doprowadzane do stawu o specjalnej konstrukcji lub do systemu studni chłonnych, skąd infiltrują do głębszych warstw wodonośnych – tak zgromadzona woda może być pobierana do różnych celów. Ze względu na wysokie koszty rozwiązanie to jest rzadko stosowane, jednak przy korzystnych warunkach geologicznych może zwiększać dostępność zasobów wód gruntowych w małych zlewniach rzecznych.

3.1.4 Nawodnienia

Powierzchnia stosowanych nawodnień w Polsce jest znikoma (73200 ha) i stanowi zaledwie 0,5% ogólnej powierzchni użytków rolnych. Od końca lat 80-tych XX w., w efekcie przemian w gospodarce narodowej i zmian warunków ekonomicznych w rolnictwie, notowano systematyczny spadek powierzchni faktycznie nawadnianych oraz wykorzystania systemów i urządzeń nawadniających. Powierzchnia nawadniana na przestrzeni lat 1990–2016 zmniejszyła się o 76%.

Obecny stan gospodarki wodnej w Polsce to ubogie zasoby wodne i powiększające się obszary objęte niedoborami wody oraz zanieczyszczeniem wód powierzchniowych. Aby produkcja roślinna była stabilna

³⁵Gospodarowanie wodą w rolnictwie w obliczu susz.

³⁶Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu. 2020. Pod red. dr Piotra Łysonia i dr hab. inż. Rafała Wawra.

i na wysokim poziomie, w okresie wegetacji roślinom należy dostarczyć odpowiednią ilość wody. W tym celu, w warunkach Polski, wykorzystuje się różne systemy nawadniania, jednak wybór odpowiedniego systemu powinien być poprzedzony kompleksową analizą aktualnych warunków środowiskowych, takich jak: **ukształtowanie terenu, rodzaj gleby, zasoby wodne, użytkowanie terenu oraz głębokość zalegania wody gruntowej.**

Nawodnienia gruntów ornych mają głównie charakter plonotwórczy, natomiast w przypadku trwałych użytków zielonych (TUZ) obok zwiększenia produktywności siedlisk, dominuje aspekt ekologiczny.

NAWADNIĆ TYLKO W MIARĘ POTRZEB, WEDŁUG WIARYGODNYCH KRYTERIÓW.

(Gospodarowanie wodą w obliczu susz, 2020)

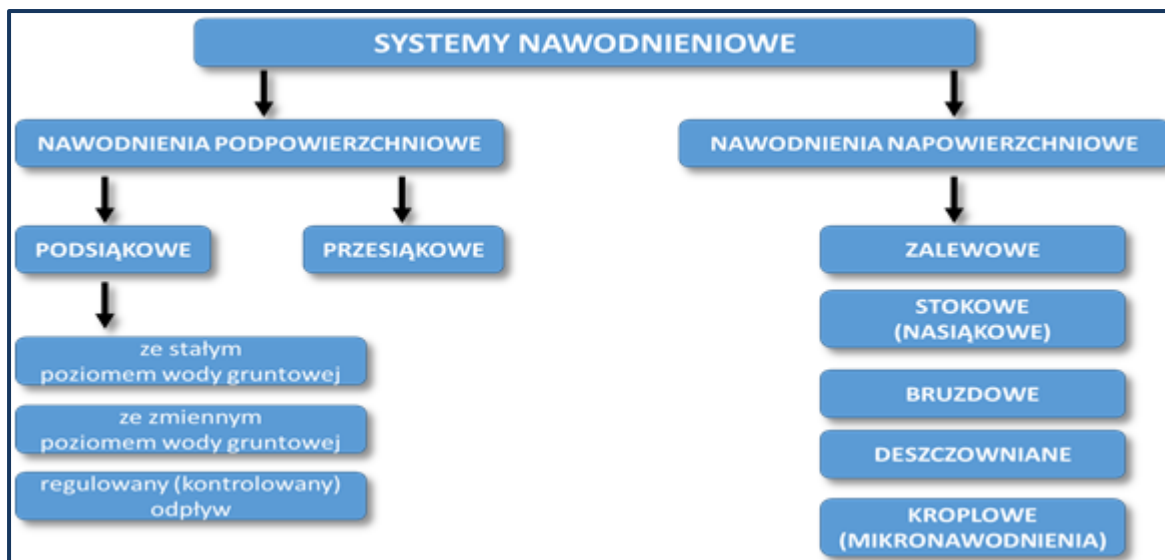
System nawadniający zbudowany jest z zespołu urządzeń technicznych, które pełnią określone funkcje, takie jak:

- gromadzenie wody w zbiornikach retencyjnych i innych akwenach,
- ujęcie wody w miejscach poboru,
- doprowadzenie wody do obszarów nawadnianych,
- rozprowadzenie wody na powierzchni nawadnianej.

Skuteczność działania systemów nawadniających wzrasta w warunkach dobrze zlokalizowanych i sprawnie działających urządzeń odwadniających, zwłaszcza na glebach zwięzłych³⁷. Istotnym elementem przy wyborze odpowiedniego systemu nawodnieniowego jest dostępność i jakość wody. Z uwagi na technikę dostarczania i kierunek wody w czynnej warstwie gleby systemy nawadniania (ryc. 18) dzielimy na:

- **nawodnienia podpowierzchniowe** – gleba zasilana jest wodą z wód gruntowych (podsiąkową) ruchem wstępującym ku górze, głównie przy udziale sił kapilarnych. Do tej grupy zaliczamy:
 - przesiąkowe (wgłębne),
 - podsiąkowe.
- **nawodnienia napowierzchniowe** – gleba zasilana jest wodą przesiąkającą od powierzchni w głąb profilu glebowe przy udziale sił grawitacyjnych. Wśród nich wyróżniamy:
 - zalewowe,
 - stokowe,
 - bruzdowe,
 - deszczowniane,
 - kropłowe (mikronawodnienia).

³⁷Siuta, 2007.



Rycina 18 Grupy i typy systemów nawadniania (opracowanie własne)

W Polsce obecnie najczęściej wykorzystywane są:

- **nawodnienia grawitacyjne:**
 - systemy nawodnień podsiąkowych z systemem rowów otwartych,
- **nawodnienia ciśnieniowe:**
 - systemy zraszające,
 - mikronawodnienia (kroplowe, mikrozraszanie, nawadnianie podpowierzchniowe z linią kroplującą),
- **nawodnienia zalewowe** (z uwagi na niską skuteczność nawadniania – duże potrzeby wodne i niska efektywność wykorzystania wody – są obecnie wykorzystywane w Polsce w niewielkim stopniu).

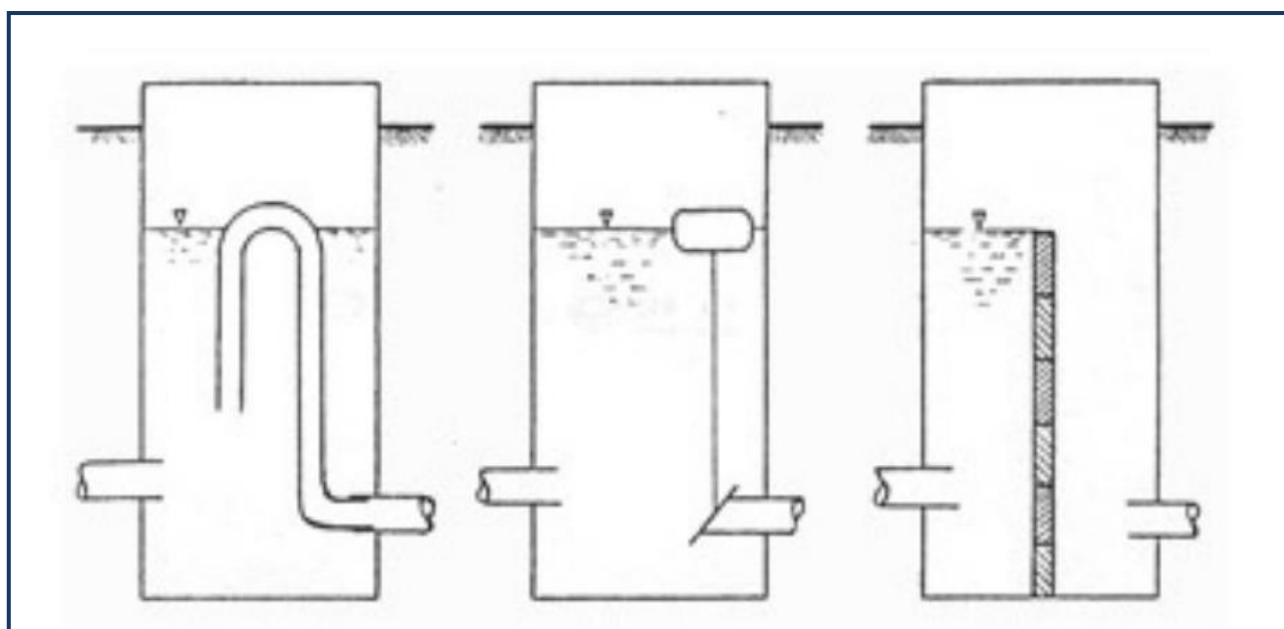
Nawodnienia podsiąkowe są to jedne z najstarszych dostępnych systemów nawadniania. Wykorzystywane są do regulowania stosunków wodnych w profilu glebowym poprzez zmiany głębokości zalegania wody gruntowej. Obecnie, najczęściej stosowane na trwałych użytkach zielonych (TUZ), położonych w dolinach rzek, w płaskim terenie o małych spadkach oraz przy stosunkowo płytkim zaleganiu wód gruntowych (ryc. 19).

KAŻDE PODNIESIENIE POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH NA TRWAŁYCH UŻYTKACH ROLNYCH OZNACZA NIE TYLKO ZNACZĄCY PRZYROST RETENCJI, ALE TEŻ OGRANICZENIE STRAT WĘGLA ORGANICZNEGO ORAZ ZMNIĘJSZENIE EMISJI DWUTLENKU WĘGLA DO ATMOSFERY.

(Gospodarowanie wodą w obliczu susz, 2020)



Rycina 19 System nawodnień podsiąkowych (fot. stock.adobe/Ruud Morijn)



Rycina 20 Schematy urządzeń do regulacji odpływu wody ze studni w sieci drenarskiej³⁸

Nowoczesne systemy nawodnień podsiąkowych powinny spełniać podwójną rolę (układ dwustronny) w zależności od potrzeb. **Odprowadzać nadmiar wody**, najczęściej wiosną po roztopach lub po intensywnych opadach letnich, oraz **umożliwiać jej piętrzenie w okresach niedoborowych**. Zawodność systemu może pojawiać się w okresach posusznych, wówczas gdy urządzenia wodne (rowy, drenaże) prowadzą zbyt małe ilości wody lub gdy całkowicie wysychają. Sytuację taką ratuje jedynie możliwość doprowadzenia wody z pobliskiego źródła.

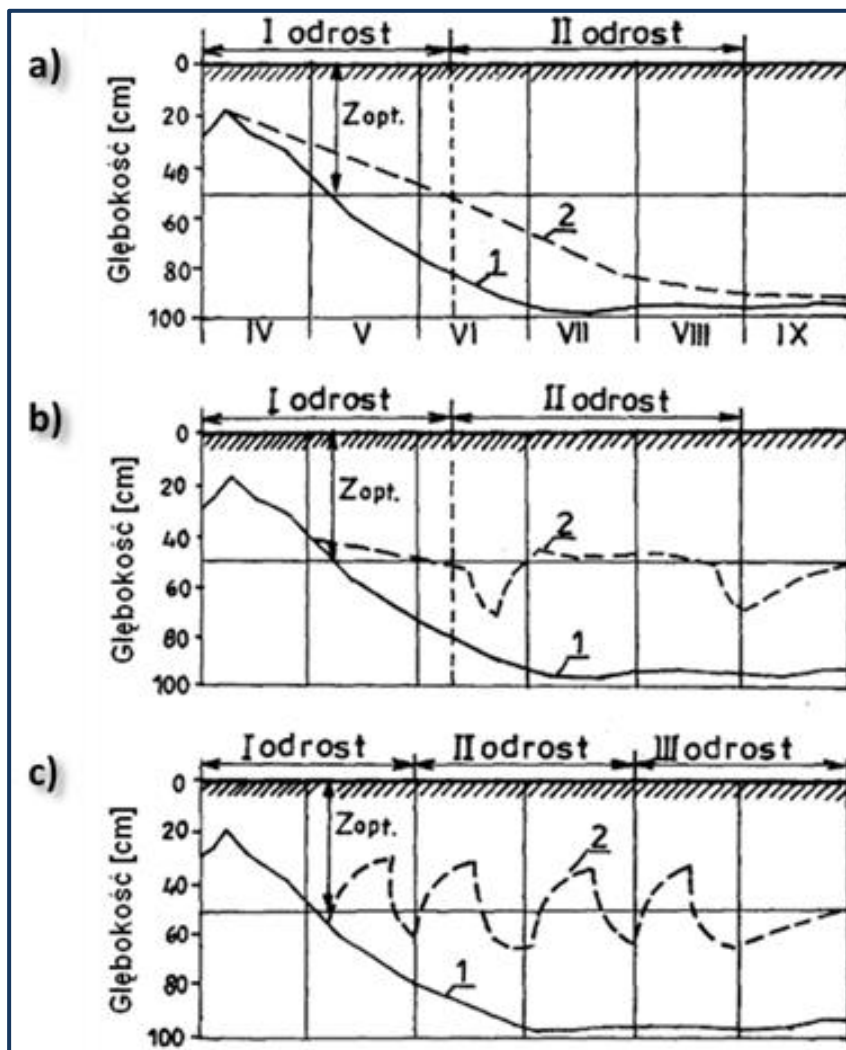
W ramach **systemu nawodnień podsiąkowych** wyróżniamy:

- nawadnianie z regulowanym zmiennym poziomem wody gruntowej (podsiątek zmienny),
- nawadnianie ze stałym poziomem wody gruntowej (podsiątek stały),
- regulowanie (kontrolowanie) odpływu (ryc. 20).

³⁸Dziewoński Z. 1971. Gospodarka na zbiornikach wiejskich. Gosp. Wod. z. 3.

Spośród nawodnień podsiąkowych **najlepsze warunki rozwoju roślin stwarza nawadnianie ze zmiennym poziomem wody gruntowej, czyli tzw. podsiąg zmienny – okresowy** (ryc. 21c). Cykliczność piętrzeń i obniżania wody w rowach wpływa na częstość zmiany w położeniu wody gruntowej, co istotnie sprzyja napowietrzania gleby i zachodzącym wówczas procesom glebowym. W strefie korzeniowej roślin uwilgotnienie powinno być na poziomie 65–70% połowej pojemności wodnej i nie przekraczać 85% pełnej pojemności wodnej gleby.

Najmniej korzystny jest odpływ regulowany, gdyż nie zapewnia dostatecznego uwilgotnienia gleby w latach suchych.



Rycina 21 Odmiany nawodnień podsiąkowych z przebiegiem poziomu wody gruntowej: a) odpływ regulowany, b) podsiąg stały, c) podsiąg okresowy. 1-zwierciadło wody gruntowej na obszarach bez nawadniania, 2-zwierciadło wody gruntowej na obszarach nawadnianych

Wybór systemu nawodnieniowego zależy od rodzaju uprawy, jej opłacalności i dostępności wody.

Tabela 10 Cechy nawodnień podsiąkowych (opracowanie własne)

ZASTOSOWANIE	WYMAGANIA
ODPŁYW REGULOWANY	
<ul style="list-style-type: none"> regulowanie poziomu wody gruntowej to hamowane odwodnienie za pomocą urządzeń piętrzących (zastawki, zasuwy) gromadzenie wody w profilu następuje w okresie przedwegetacyjnym, a jej wykorzystanie w okresie wegetacji gospodarka wodna opiera się na wodzie pochodzącej z własnego obszaru i tam, gdzie doprowadzenie wody jest ekonomicznie nieuzasadnione małe zlewnie 	<p>małe zasoby wody dyspozycyjnej – dopływy dyspozycyjne <0,15 l/s/ha co pokrywa straty związane z parowaniem do 3 mm/dobę</p>
PODSIĄK STAŁY	
<ul style="list-style-type: none"> powodzenie zapewni ciągle doprowadzenie wody z ujęcia zewnętrznego cała dopływająca wody zużywana jest na parowanie terenowe czas nawadniania: <ul style="list-style-type: none"> w I pokosie: 45 – 50 dni w II i III pokosie: 55 – 60 dni 	<p>większe zasoby wody dyspozycyjnej – dopływy dyspozycyjne od 0,15 do 0,5 l/s/ha ze zlewni własnej, z zapasów zgromadzonych w zbiornikach</p>
PODSIĄK ZMIENNY-OKRESOWY	
<ul style="list-style-type: none"> czas pojedynczego cyklu nawadniania: kilka – kilkanaście dni, nie dłużej niż 14 dni ilość dawek polewowych: <ul style="list-style-type: none"> przed I pokosem: 1 – 2 dawki przed kolejnymi: 2 – 3 dawki, w latach suchych więcej w trakcie koszenia trawy głębokość zalegania wody gruntowej na poziomie maksymalnej normy odwodnienia użytkowanie kośne i kośno – pastwiskowe 	<p>duże zasoby wody dyspozycyjnej – dopływy dyspozycyjne >0,5 l/s/ha (1–1,5 l/s/ha)</p>

Nawodnienie zalewowe polega na zalaniu warstwą wody określonego obszaru pola, które posiada specjalne groble (wały ziemne). Nawodnienie zalewowe stosowane jest głównie na **użytkach zielonych** położonych na glebach lekkich, średniozwięzłych i torfowych, w przypadku płaskiego i wyrównanego terenu lub przy małych spadkach oraz przy dostępie dużej ilości wody, najczęściej w dolinach rzecznych (ryc. 22). Powierzchnia nawadniana za pomocą zalewów (tab. 11), spośród trzech rodzajów nawadniania, jest najmniejsza w Polsce – stanowi tylko 0,3% całkowitej powierzchni nawadnianej.

Tabela 11 Powierzchnia nawadniana oraz pobór wody do nawodnień w 2017 r.³⁹

SPOSÓB NAWADNIANIA	POWIERZCHNIA NAWADNIANA		POBÓR WODY	
	ha	%	dm ³	%
Podsiąk	61 020	88,2	77 852	94,8
Deszczownie	7 812	11,3	3 652	4,4
Zalew	193	0,3	278	0,3
Ogółem	69 196	99,8	82 131	99,6

Zalewy stosowane są jako:

- wegetacyjne i pozawegetacyjne,
- podtrzymujące proces aluwialny – gromadzenie się materiałów mineralnych i organicznych transportowanych przez płynące wody,
- zwiększające retencję gruntową,

³⁹Rocznik Statystyczny 2019. GUS.

- osłabiające proces murszenia gleb torfowych,
- regulujące wilgotność czynnej warstwy gleby.

W przypadku nawadniania zalewowego, woda na pola uprawne dostarczana jest **grawitacyjnie**, co sprawia, że jest to metoda nawadniania o niskiej technologii i niskim zużyciu energii, stosowana bez konieczności wykorzystywania zaawansowanych maszyn lub kosztownej infrastruktury.

Wyróżniamy zalewy **naturalne** i **regulowane**. Zalewy naturalne możemy spotkać, gdy rzeki występują z brzegów koryta i zalewają dolinę. Występują głównie w dolinach rzek w okresach wiosennych lub letnich. Woda gromadzona jest w rowach tworzących system irygacyjny. Na obszarach zalewanych osadzają się namuły, które użyźniają glebę. Część wód wezbraniowych wsiąka do gleby i jest retencjonowana. Zalewy regulowane tylko w ograniczonym zakresie umożliwiają sterowanie ilością, jakością i terminem nawodnień.

Wyróżniamy trzy **fazy nawodnień zalewowych**:

- FAZA 1 – zalew – okres od początku wypuszczania wody na kwaterę, aż do uzyskania przewidzianej głębokości zalewu, czas trwania tej fazy wynosi ≤ 2 doby.
- FAZA 2 – podtrzymanie zalewu w celu zapewnienia nasycenia wodą gleby w partiach nawadnianych w końcowej fazie zalewu, czas fazy to 6–12 godzin.
- FAZA 3 – spuszczenie wody powierzchniowej z kwatery w czasie 0,5–1 doby i osuszenie łąki.

Szacuje się, że czas trwania łącznie wszystkich faz nie powinien przekraczać 2,5–3 doby. Pierwsze nawadnianie stosujemy na wiosnę, po obniżeniu wody gruntowej do maksymalnej dopuszczalnej normy osuszenia i po wyczerpaniu wody łatwo dostępnej ze strefy aeracji. Nawadnianie kończymy na 10–14 dni przed sianokosami. Po zebraniu siana, w okresach niedoboru opadów, stosujemy kolejny cykl nawadniania.

Nawodnienia zalewowe prowadzić możemy z wykorzystaniem zrzutów wody z kompleksów kwater wyżej położonych, na kwatery położone niżej lub bez wykorzystania zrzutów. Aby wykorzystać naturalne spadki terenu do całkowitego zrzutu wody do nawodnienia, kompleks nawadniany dzielimy na grupy kwater, które kolejno zasilane są w wodę, od wyżej do niżej położonych.

Wyróżniamy tu trzy metody:

- Zalanie wodą tylko pierwszej grupy kwater, rozpoczynając od tej najniżej położonej. Woda ze zrzutu z I grupy kwater kierowana jest do nawadniania II grupy kwater, zrzuty z II grupy kwater nawadniają z kolei III grupę itd. Wielkość powierzchni poszczególnych kwater powinna być podobna, by zapewnić nawodnienie kolejnej, niżej położonej.
- Woda świeża najpierw doprowadzana jest do I grupy kwater. Woda ze zrzutu kierowana jest do II grupy, a z chwilą zakończenia zalewu I grupy – także wodę świeżą kieruje się z doprowadzalnika do II grupy, aż do czasu zakończenia fazy zalewu tych kwater. Na kolejnych grupach kwater rozrząd wody powtarza się.

- Zalanie świeżą wodą dwu najwyższych położonych kwater na obiekcie. Wodę z pierwszej kwatery zalanej zrzuca się na trzecią, a po zakończeniu zalewu drugiej kwatery uzupełnia się dopływ z doprowadzalnika i zalewa kwaterę czwartą. W taki sposób nawadnia się kolejno następne kwatery niżej położone.

Nawadnianie bez wykorzystania zrzutów polega na dostarczeniu świeżej wody z doprowadzalnika do zalewu kolejnych kwater.



Rycina 22 Nawodnienia zalewowe: po lewej - na TUZ⁴⁰, po prawej - na gruntach ornych⁴¹

Nawodnienia zalewowe zaleca się stosować w przypadku dostatecznie dużych zasobów wody dyspozycyjnej, przeważnie po roztopach śniegu. Na glebach mało przepuszczalnych, torfach dobrze rozłożonych – nie zastosowanie zasad skutecznego stosowania tego rodzaju nawadniania (ryc. 23) prowadzi do wtórnego zabagnienia terenu.



Rycina 23 Warunki skutecznego nawadniania zalewowego (opracowanie własne)

W warunkach zmniejszających się zasobów wodnych, można prowadzić nawodnienia systemem podsiąkowym, dostosowując sposób gospodarowania wodą (podsiąk ze zmiennym lub stałym zwierciadłem wody, regulowany odpływ) do aktualnej sytuacji hydrologicznej. Uważa się, że intensywność nawodnień zalewowych jest większa aniżeli nawodnień podsiąkowych, jednak w praktyce zalewy nie skutkują większymi przyrostami plonów.

⁴⁰www.jswcd.org/implementing-cut-off-flood-irrigation

⁴¹www.istockphoto.com/pl/obrazy/flood-irrigation

Celem **deszczowania upraw** jest przede wszystkim uzupełnienie niedoborów wodnych roślin, a tym samym przerwanie suszy glebowej. Zabieg umożliwia elastyczne gospodarowanie wodą z zastosowaniem dowolnych dawek polewowych, o dużej częstotliwości stosowania. Dodatkowo, razem z wodą, istnieje możliwość zastosowania nawozów mineralnych czy rozdeszczowywania ścieków.

W zależności od ujęcia wody, powierzchni nawadnianej oraz rodzaju roślin przewidzianych do nawodnień, wyróżniamy:

- **deszczownie przenośne** – stosowane do nawadniania małych powierzchni (ogrodki przydomowe, niewielkie uprawy warzywnicze). Konieczność każdorazowego rozkładania instalacji deszczownianych powoduje, że stosowanie jest czasochłonne,
- **deszczownie w całości stałe** (z wyjątkiem zraszaczy) – stosowane do nawadniania większych powierzchni upraw wieloletnich.

Tabela 12 Zalety i słabości nawadniania deszczownianego

ZALETY NAWADNIANIA DESZCZOWNIANEGO	SŁABOŚCI NAWADNIANIA DESZCZOWNIANEGO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Zbliżone do naturalnego deszczu 2. Elastyczne gospodarowanie wodą (wielkość dawki polewowej, częstotliwość stosowania) 3. Funkcje zabiegowe i ochronne (skuteczna metoda ochrony roślin przed przymrozkami wiosennymi) i klimatyzacyjne – do schładzania roślin 4. Duża efektywność nawadniania upraw polowych – zwykła plonów kształtuje się na poziomie 10–50%, a w latach suchych może osiągnąć 100% i więcej 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Straty wody (intensywne parowanie w trakcie zabiegów, parowanie z gleby) 2. Niższy (60–80%) współczynnik wykorzystania wody, w porównaniu z nawadnianiem kropłowym 3. Możliwy spływ powierzchniowy 4. Możliwość wypłukiwania składników pokarmowych 5. Nierównomierność deszczowania przy nieodpowiednich warunkach pogodowych 6. Nadmierny wzrost wilgotności na powierzchni części nadziemnej prowadzący do chorób grzybowych 7. Duże nakłady energii do wytworzenia ciśnienia roboczego zraszaczy 8. Wysokie koszty eksploatacyjne

Obecnie najpopularniejszym rodzajem mikronawodnień są **nawodnienia kropłowe** (kropelkowe), w którym woda rozdysponowywana jest pod uprawy w postaci pojedynczych kropel lub strużek. Najczęściej nawodnienia kropłowe wykorzystuje się do nawadniania sadów owocowych, jagodników i szkółek oraz upraw warzywniczych, zarówno w gruncie, jak i pod osłonami. Nawodnienia kropłowe należą do nawodnień umożliwiających **precyzyjne sterowanie** dostarczaną wodą w zależności od fazy rozwojowej danej rośliny oraz głębokości jej strefy korzeniowej, zapewniając zasilenie gleby bezpośrednio w tym obszarze. Woda, za pomocą taśm kroplujących, wprowadzana jest do gleby w małych dawkach, co wpływa na jej optymalne nasycenie wilgocią. Dodatkowo, **systemy nawodnień kropłowych to systemy wysoce zasobooszczędne**. Pozwalają na równoczesne oszczędne gospodarowanie wodą i składnikami pokarmowymi z zachowaniem równowagi pomiędzy dostarczeniem wody z systemu, a konsumpcją przez rośliny. Intensywna uprawa rolnicza wymaga wysoko oszczędnych systemów nawodnieniowych. Takie warunki zapewnić mogą mikronawodnienia, gdzie oszczędność wody jest o 20–70% większa niż przy deszczowaniu, a zużycie energii 4–5-krotnie mniejsze.

Zalety nawadniania kroplowego:

- wysoka efektywność (współczynnik wykorzystania wody stanowi 90–95%),
- niższe straty wody na parowanie i przesiąki (w porównaniu do deszczowania),
- optymalne nawodnienie strefy korzeniowej,
- brak wymywania składników odżywczych,
- ograniczone wysychanie oraz gnicie w wyniku nadmiaru wody,
- możliwość równoczesnej aplikacji nawozów (fertygacja),
- ograniczenie rozprzestrzeniania chorób,
- oszczędność wody i energii (o 20–30% w porównaniu z deszczowaniem).

W precyzyjnym nawadnianiu upraw rolniczych coraz częściej wykorzystuje się różnego rodzaju **systemy wspomagania decyzji** (*ang. decision support systems DSS*) dedykowane do tego typu działań. Systemy te w celu prawidłowego określenia ilości, terminu i sposobu nawadniania łączą w sobie informacje pochodzące z różnych źródeł. Uwzględniają dane dotyczące aktualnych warunków meteorologicznych, warunków glebowych i roślinnych. Coraz częściej wykorzystują także krótkoterminowe prognozy pogody oraz teledetekcję. Celem systemów wspomagających precyzyjne nawadnianie upraw rolniczych jest przede wszystkim **zwiększenie plonu** oraz **efektywności zużycia wody** oraz **ograniczenie strat wody**, które często występuje podczas nieracjonalnego gospodarowania wodą.

Systemy wspomagające decyzje dla precyzyjnego nawadniania upraw oparte są o:

- szereg różnych systemów monitorujących w układzie powietrze – roślina – gleba, działające w oparciu o różnego rodzaju aparaturę pomiarową,
- technologie teleinformatyczne (*ang. information and communications technology ICT*), które pozyskują, gromadzą i przesyłają dane do systemu,
- modelowanie matematyczne w celu syntezy wyników.

Do wspomagania decyzji nawodnieniowych najczęściej wykorzystuje się **monitoring aktualnych warunków meteorologicznych** (opad, temperatura i wilgotność powietrza, prędkość wiatru, usłonecznienie), **monitoring roślin** (stan wzrostu i rozwoju roślin, głębokość korzenienia) oraz **monitoring wilgotności gleby**.

W ostatnim czasie, również w Polsce, obserwuje się dynamiczny rozwój systemów wspierających zabiegi nawodnieniowe i umożliwiające ich planowanie w oparciu o bezprzewodowe sieci czujników. Przykładem narzędzi wspierających rolnictwo w zakresie gospodarowania wodą są systemy:

- Agreus – www.agreus.pl
- Aquastatus – facebook.com/Aquastatus-972900242746384/
- Enorasis – facebook.com/enorasispl/
- Woda dla Kujaw – <http://wodadlakujaw.pl/>

W ostatnim czasie powstały też programy komputerowe (Nawodnienia.exe) wspomagające operacyjne planowanie nawodnień podsiąkowych na obiektach melioracyjnych⁴².

3.1.5 Małe zbiorniki wodne i stawy rybne

Zbiorniki wodne w krajobrazie polskiej wsi w XX wieku związane były zwykle z naturalnymi lub sztucznymi obniżeniami terenu, które w ciągu roku w różnym stopniu wypełnione były wodą. Nazywano je często, i wymiennie, stawkami lub oczkami wodnymi. Ich lokalizacja uwarunkowana była w szczególności ich genezą.

Zbiorniki wodne można podzielić pod względem genezy na:

- **naturalne** – powstałe bez ingerencji człowieka, siłami procesów erozji o genezie polodowcowej lub związane z odcięciem meandrów i zanikaniem starorzeczy,
- **sztuczne** – o celowej lokalizacji i zaprojektowanych wymiarach i kształcie,
- **przekształcone** – pogłębione lub poszerzone przez człowieka,
- **inne** – powstałe w wyniku zamierzonej i niezamierzonej – działalności człowieka w miejscach naturalnych obniżeń czy występowania podmokłości.

Zbiorniki naturalne powstały bez ingerencji człowieka, dlatego też ich kształt jest nieregularny, a głębokość w obrębie pojedynczego obiektu zróżnicowana. Lokalizacja takich zbiorników jest niezależna od woli właściciela działki na której się znajdują, przeciwnie – na takich naturalnych formach terenu wytyczano granice działek według linii brzegowej, a przebieg szlaków komunikacyjnych wytyczano poza nimi. Aktualnie zbiorniki o naturalnym charakterze napełniane są głównie wodą spływu powierzchniowego, a w niektórych przypadkach, przy płytko położonym zwierciadle wód podziemnych, również napływem wód od dna lub zboczy zbiornika. W okresach bezopadowych to właśnie ten napływ wód podziemnych powoduje, że nie obumierają i nie wysychają.



Rycina 24 Śródpolne oczko wodne jako element krajobrazotwórczy, retencyjny i ostoja bioróżnorodności⁴³

⁴²INOMEL, 2022.

⁴³<http://www.archiwumpowiat.suwalski.pl/zdjecia/20140630142296816272.jpg>

Zbiorniki sztuczne towarzyszyły w przeszłości odwadnianym terenom i były odbiornikami wód odprowadzanych ze zmeliorowanych (dla celów rolniczych) gruntów. Często też ich geneza związana była z eksploatacją glin do produkcji cegieł czy wydobywaniem piasków lub żwirów. Specyficzną lokalizację mają zbiorniki powstałe w miejscach naturalnych wypływów wód podziemnych w postaci źródeł. Zwykle znajdują się pod skarpami, powstałymi np. podczas budowania szlaków komunikacyjnych.



Rycina 25 Stawy Raszyńskie - miejsce łączące funkcje ochrony przyrody, rekreacyjne i krajobrazotwórcze. W przeszłości częściowo również wykorzystywane produkcyjnie jako miejsce hodowli i chowu ryb⁴⁴

Jednym z podstawowych kryteriów podziału zbiorników jest ich **wielkość, głębokość i kształt**. Zbiorniki o charakterze naturalnym są niejednorodne pod tymi względami, natomiast zbiorniki sztuczne lub przetworzone mają wymiary i kształt podyktowane funkcjonalnością. Zbiorniki o wodach wykorzystywanych do nawodnień lub innej działalności rolniczej i przemysłowej, dla zapewnienia możliwie dobrej jakości magazynowanej wody, są dość głębokie. Jeżeli to spływ powierzchniowy jest głównym źródłem wody, zbiorniki takie powinny być starasowane, aby poziom płytszy był miejscem oczyszczania wody przez filtr roślinny i dawał możliwość wybierania nadmiaru zawiesiny.

Pod względem **położenia zbiorników wodnych w przestrzeni rolniczej** wyróżniamy:

- zbiorniki śródpolne (więcej informacji w *rozdziale 3.2.1.3 Śródpolne wyspy środowiskowe*, str. 96),
- przyzagrodowe (przydomowe),
- położone na terenach nieużytkowanych rolniczo lub użytkowanych ekstensywnie dolin rzecznych i terenach zalewowych.

Ze względu na **pełnione funkcje**, można wyróżnić zbiorniki:

- krajobrazotwórcze lub rekreacyjne (zarówno naturalne, sztuczne, jak i przekształcone),
- retencyjne lub zachowawcze i ochronne (obiekty w rezerwach lub innych miejscach ochrony przyrody),
- produkcyjne (związane zarówno z wykorzystaniem wody w nich zgromadzonych do celów rolniczych, jak i hodowli i chowu ryb oraz innych organizmów słodkowodnych),
- zbiorniki, których wody mają zastosowanie w procesach przemysłowych.

⁴⁴<https://www.gov.pl/web/rdos-warszawa/zadania-ochronne-dla-rezerwatu-stawy-raszynskie>

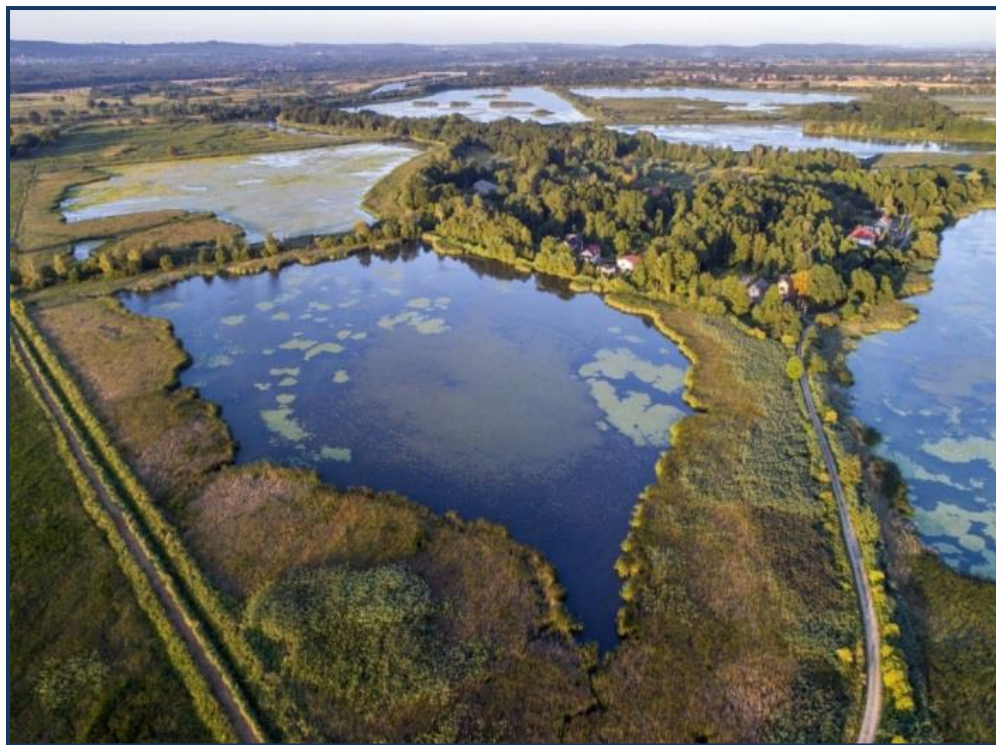
Specyficznymi zbiornikami wodnymi, łączącymi funkcje krajobrazotwórcze, gospodarcze i retencyjne, są **stawy rybne**. Jeszcze w latach 70. i 80. XX wieku stawy rybne były elementem, który pojawiał się regularnie wśród infrastruktury przejętych przez państwo dobytów dworskich. Stanowiły pewien powtarzalny komponent krajobrazu polskiej wsi. Aktualnie, wiele z nich, w wyniku przekształceń użytkowania terenu lub braku zainteresowania właścicieli gruntów, zostało zdegradowanych. Nie brak też takich, które zatraciły swój znaturalizowany charakter i zostały przekształcone poprzez intensyfikację chowu i hodowli ryb w wysokoprodukcyjne miejsca pracy. Zlokalizowane były zwykle w dolinach cieków wodnych, które stanowiły ich główne zasilanie.



Rycina 26 Stawy rybne – Dolina Karpia⁴⁵

Gospodarowanie wodą w tego typu obiektach polega na ich napełnieniu wiosną oraz odprowadzeniu z nich wód przed okresem zimowym. W latach, gdzie wraz z wiosną następowało uwolnienie zretencjonowanej w śniegu wody, ich napełnianie nie było problematyczne. Niestety, bezśnieżne zimy powodują, że jednymi z wielu wyzwań, jakie napotykają właściciele stawów rybnych, jest aktualnie nie tylko jakość, ale również ilość wód, które mogą służyć do napełniania tych obiektów. Innym rodzajem stawów są **obiekty całoroczne**, w których na bieżąco wymieniana jest (określona potrzebą zapewnienia rybam odpowiednich warunków bytowych) objętość wody. Stawy rybne zwykle są dość płytkie (około 1,2–1,6 m głębokości). **Zimnochowy**, które zwykle są obiektami o małej powierzchni, są znacznie głębsze od sezonowo napełnianych stawów hodowlanych.

⁴⁵<https://www.globtroter.pl>



Rycina 27 Stawy rybne w dolinie rzeki Utraty⁴⁶

Woda w zbiornikach może być wynikiem **naturalnych procesów splywu powierzchniowego** wód atmosferycznych lub wynikać z **samoczynnego napływu wód podziemnych** przenikających dnem i/lub ścianami zbiornika. Jednak większość zbiorników często przechowuje wody doprowadzone do nich za pomocą pomp, z wód powierzchniowych lub podziemnych (studni). Na przestrzeni roku, w różnym stopniu, zbiorniki te są alimentowane również wodami splywu powierzchniowego, bezpośredniego opadu lub napływu wód podziemnych.

Nowe zbiorniki powinny lokalizować się tylko poza korytami cieków, w strefach zalewowych lub pośród pól rolniczych.

Błędem jest tworzenie nowych zbiorników poprzez wykopy w obniżeniach terenu, bowiem ich działanie jest odwrotne do zamierzonego. Stworzony w ten sposób efekt leja depresyjnego może obniżyć poziom wody w glebie, która mogłaby służyć zwiększeniu dostępności wody dla rolnictwa.

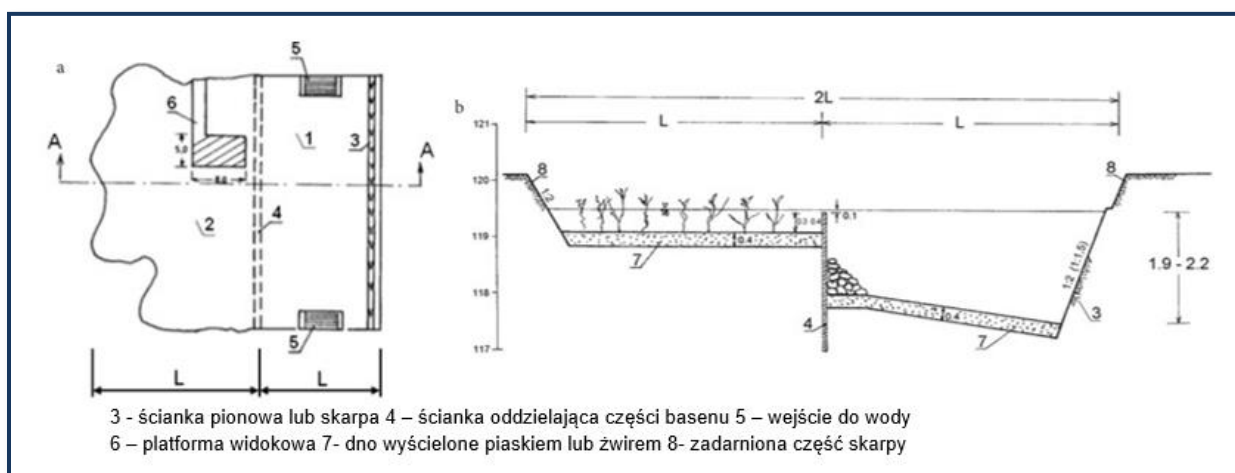
Niestety, w wyniku przekształceń samych zbiorników wodnych i ich marginalizacji oraz przekształceń i degradacji terenów ich otaczających, z biegiem czasu ulegają **zarastaniu** i **osuszaniu**. Nie bez wpływu na te procesy pozostaje intensyfikacja rolnictwa i eutrofizacja wód, wynikająca z dopływu do nich biogenów.

Aktualny stan retencji wody w małych zbiornikach wodnych przedstawia Mapa obiektów małej retencji w Polsce dostępna w postaci przeglądarki mapowej na stronie Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego PIB.

⁴⁶<https://szewo.com>

Prawo wodne rozróżnia i traktuje w zgoła inny sposób, **małe zbiorniki wodne i stawy rybne**. Zgodnie z Prawem wodnym (Dz. U. 2017 poz. 1566 z późn. zm.) stawy, a w szczególności stawy rybne oraz stawy przeznaczone do oczyszczania ścieków albo rekreacji, są **urządzeniami wodnymi** i ich właściciele obowiązują wynikające z tego tytułu prawa i obowiązki. Analogicznie, urządzeniami wodnymi są też elementy służące dostarczeniu wody z cieków do stawów i odprowadzeniu wody ze stawów do cieków, a te czynności objęte są zobowiązaniami wynikającymi z katalogu usług wodnych. Ziemne stawy rybne są również urządzeniami melioracji wodnych, więc podlegać mogą również przepisom prawnym zawartym w rozdziale 2. Prawa wodnego Melioracje wodne.

Pamiętać przy tym należy, że w zależności od tego, jak nowopowstały zbiornik jest napełniany i jakich jest gabarytów, należy **uzyskać zgodę wodnoprawną** w postaci zgłoszenia wodnoprawnego dokonywanego w Nadzorze wodnym lub uzyskać **pozwolenie wodnoprawne** w Zarządzie zlewni, właściwych co do miejsca lokalizacji obiektu (adresy można sprawdzić na stronie <https://wody.isok.gov.pl> Plany gospodarowania wodami).



Rycina 28 Plan sytuacyjny (a) i przekrój (b) zbiornika wodnego typu basen z płytą z częścią z roślinnością i głębszą częścią rekreacyjną⁴⁷

W przypadku istniejących już zbiorników i korzystania z wód z nimi związanego, Prawo wodne przewiduje potrzebę **odnowienia wygasłych zgód wodnoprawnych** lub dla obiektów, dla których nie były nigdy przyznane, procedurę ich **legalizacji**. Procedura zgłoszenia wodnoprawnego (znacznie prostsza) obejmuje stawy, które nie są napełniane w ramach usług wodnych, ale wyłącznie wodami opadowymi lub roztopowymi, lub wodami gruntowymi, ich powierzchnia nie przekracza 5000 m², a głębokość nie przekracza 3 m od naturalnej powierzchni terenu. Jednocześnie, zasięg oddziaływania nie może wykraczać poza granice terenu, do którego rolnik ma prawo własności lub umowę regulującą warunki użytkowania. Jeżeli zbiornik przekracza jeden lub kilka z wymienionych parametrów, należy uzyskać pozwolenie wodnoprawne.

Obiekty spełniające warunki zwolnienia z pozwolenia wodnoprawnego jednocześnie zwolnione są z postępowań podyktowanych przez Prawo budowlane – nie ma potrzeby wykonywania na ich budowę zgłoszenia ani zdobywania pozwolenia budowlanego. Natomiast, jeżeli nie spełniają jednego

⁴⁷Dziewoński Z. 1971. Gospodarka na zbiornikach wiejskich. Gosp. Wod. z. 3.

lub kilku warunków lub też zostały wykonane przy użyciu materiałów budowlanych, w tym folii do uszczelnienia dna lub skarp (bez względu na pozostałe parametry), należy spełnić zobowiązania wynikające z procedur Prawa budowlanego. W celu uzyskania informacji o potrzebie wypełnienia formalności prawnych, najlepiej wykonać zgłoszenie budowlane lub też wystosować zapytanie do Wydziału Architektury Starostwa powiatowego, właściwego co do lokalizacji inwestycji.

3.1.6 Odprowadzanie wód deszczowych z powierzchni uszczelnionych

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. Powoduje to szybszy odpływ wód opadowych i roztopowych, podobnie jak to ma miejsce na obszarach 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.

Wody opadowe lub roztopowe odprowadzane z terenów utwardzonych do zbiorczej kanalizacji deszczowej podlegają opłatom, zależnym od lokalnego prawa. Nie zawsze jest możliwość skorzystania z takiego rozwiązania, szczególnie na terenach wiejskich o niskiej gęstości zabudowy. Natomiast, przed uzyskaniem pozwolenia budowlanego, sprawy te muszą być odpowiednio zaprojektowane.

System odprowadzenia wód atmosferycznych zebranych z dachów należy zaopatrzyć w **separatory cząstek stałych**. Pozwoli to na przedłużenie żywotności instalacji oraz ograniczy wprowadzanie zawiesiny do odbiornika wód – stawu, rowu czy cieką wodnego. Natomiast w przypadku wód zebranych z powierzchni dróg wewnętrznych, parkingów czy innych powierzchni utwardzonych, po których przemieszczają się samochody, oprócz separatora cząstek stałych, należy użyć też **separatora do substancji ropopochodnych**.

Obliczenie **ilości wody możliwej do zatrzymania i zmagazynowania** można wykonać za pomocą prostych obliczeń bazujących na porównaniu terenu, z którego zbierana jest woda do zlewni rzecznej. Tak jak ze zlewni rzecznej można obliczyć odpływ – ilość wody przemieszczającej się przez przekrój koryta w odcinku ujściowym cieką w czasie - tak samo można obliczyć ilość wody odpływającej z danego terenu i przepływającej przez rurę prowadzącą wody do zbiornika retencyjnego lub cieką.

Uproszczona kalkulacja **dla oszacowania ilości wody możliwej do uzyskania z dachu budynku** może zostać wykonana za pomocą wzoru:

$$\text{powierzchnia zlewni} \times \text{współczynnik spływu} \times \text{opad}$$

Przykładowe założenia:

- **średnia roczna suma opadu:** 700 mm (700 litrów na 1 m²)

Przyjęto wartość dla południowej Polski, terenów wyżynnych. Dla Polski centralnej przyjęć należy wartości mniejsze – 600 mm a dla terenów górskich większe – nawet 1000 mm.

- **powierzchnia zlewni (dachu):** 100 m²

- **współczynnik spływu: 0,75**

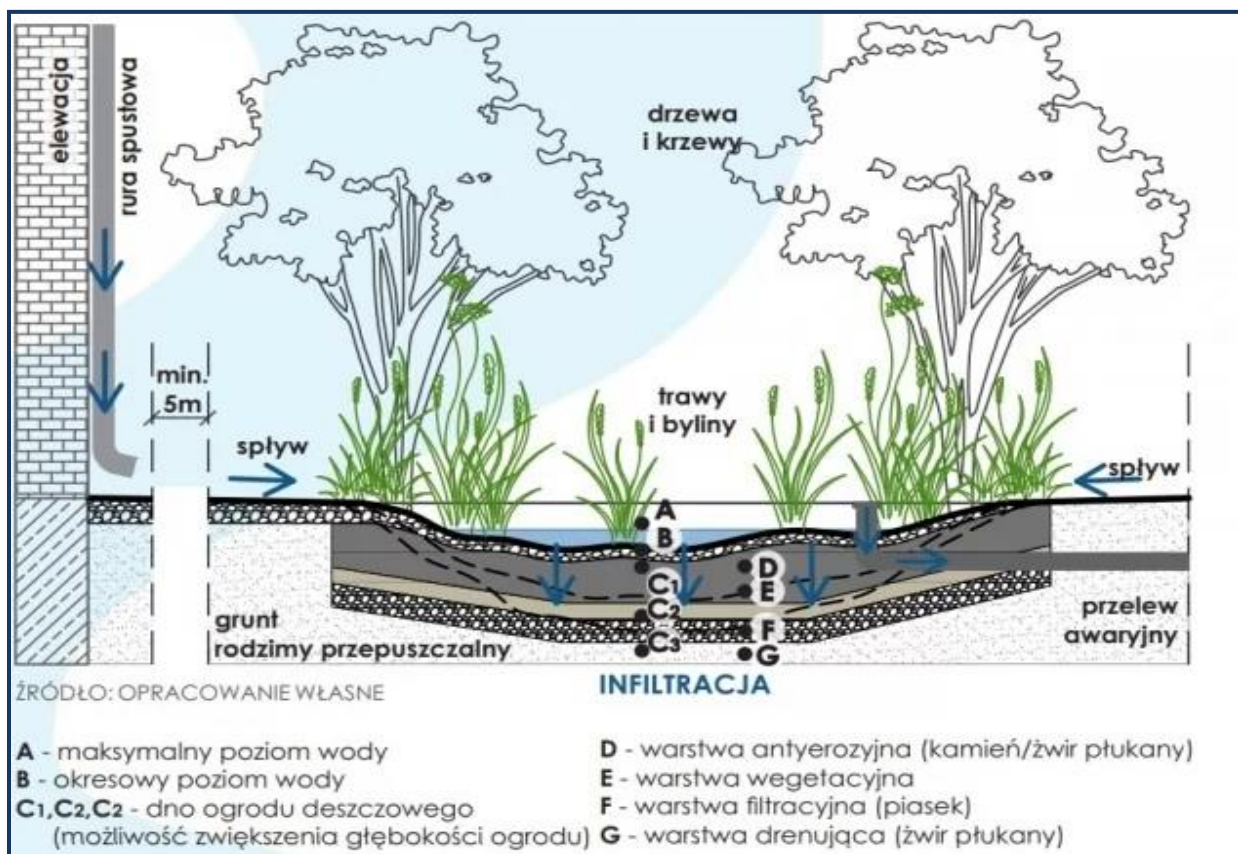
Wartość wskaźnika równa 0,75 oznacza, że 75% opadu spadającego na powierzchnie dachu przemieści się ze spływem powierzchniowym, a pozostałe 25% ulegnie odparowaniu lub dotrze na powierzchnie przepuszczalne. Współczynnik spływu przyjęty jak dla dachu dwuspadowego. Dla dachów płaskich przyjmuje się 0.60, a dla dwuspadowych z tworzywa sztucznego 0,80.

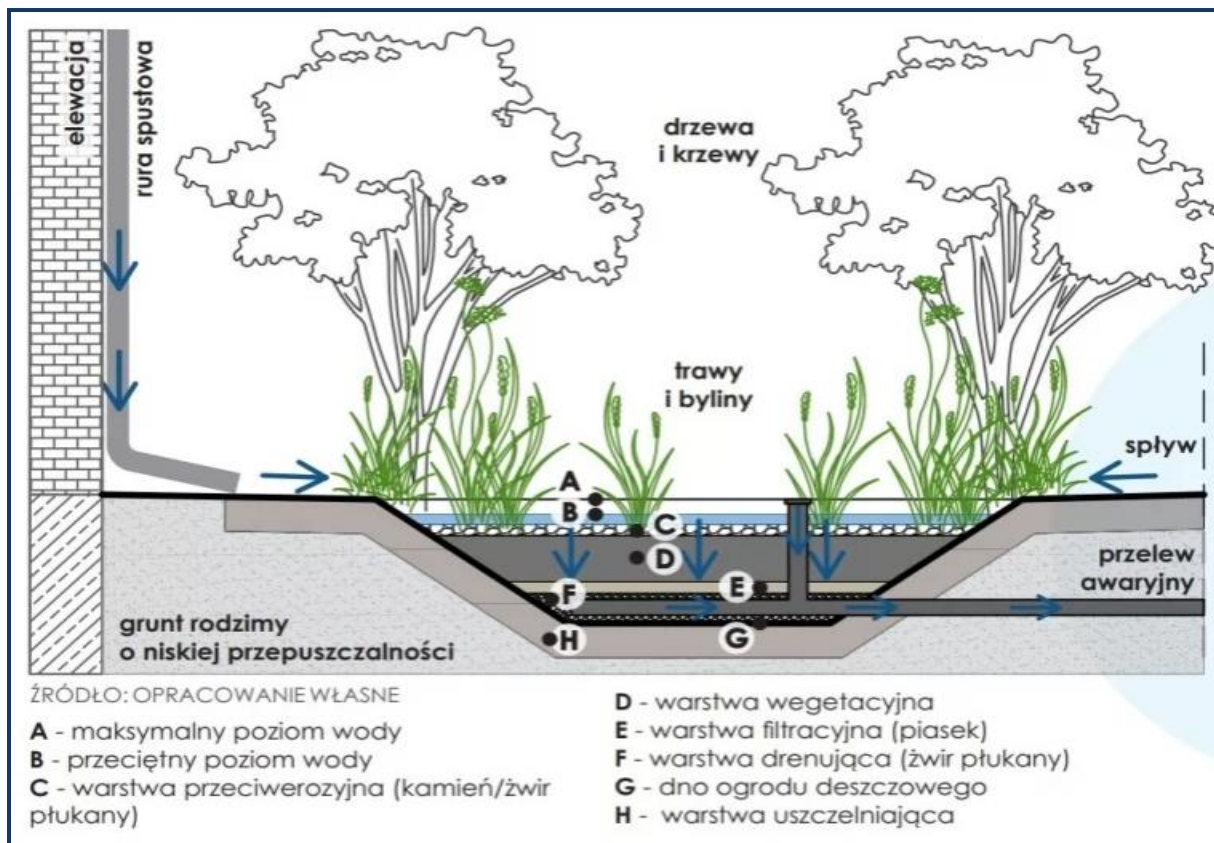
Roczny uzysk wody wynosi więc:

$$700 \text{ l/m}^2 \times 100\text{m}^2 \times 0,75 = 52500\text{l}$$

Średni dobowy uzysk wody wynosi więc 144 l.

Obliczona wartość pozwala na określenie objętości zbiornika (beczki, mausera, oczka wodnego), za pomocą którego można retencjonować wodę opadową spływającą z dachów. Oczywiście, występują opady o wysokim natężeniu, które w ciągu doby przyniosą znacznie większy odpływ oraz wielodniowe okresy bezopadowe.





Rycina 29 Schemat ogrodu deszczowego: na górze – tzw. suchy ogród deszczowy, dla podłoża przepuszczalnego, na dole – tzw. mokry ogród deszczowy, dla podłoża nieprzepuszczalnego. Wody spływają systemem rur z dachów i terenów utwardzonych⁴⁸

Jeżeli chcemy obliczyć ilość wody, jaką możemy uzyskać z terenu gospodarstwa – zlewni bardziej zróżnicowanej pod względem pokrycia terenów niż dach – można wykonać podobne obliczenia jak dla dachu, sumując odpływy z każdej z powierzchni. Wartością różnicującą poszczególne formy pokrycia terenu będzie **współczynnik spływu**, który dla powierzchni nieutwardzonych przepuszczających przyjmowany jest jako 0,1 a dla szczelnych powierzchni betonowych, asfaltowych 0,9. Dla pozostałych powierzchni przyjmowane są zwykle wartości między 0,4–0,8 w zależności od spadku terenu (im większy spadek tym większy wskaźnik spływu) i jego szczelności.

Można również skorzystać z narzędzi dostępnych w Internecie, które w bardziej zgodny z rzeczywistością sposób podchodzą do wartości opadu i jego rozkładu w ciągu roku oraz prawdopodobieństwa wystąpienia opadów o konkretnych wartościach.

W przypadku takich kalkulatorów, jeżeli chcemy uzyskać informację o maksymalnej ilości wody możliwej do uzyskania, wybieramy parametry opisujące intensywne opady – mają one niskie prawdopodobieństwo wystąpienia (np. raz na 100 lat – $p=1\%$ lub 0,1). Musimy się wtedy liczyć z tym, że przez większość roku dobrany za ich pomocą zbiornik, będzie wypełniony poniżej 50% objętości ale równocześnie okresowo (zwłaszcza podczas występowania burz i deszczy ulewnych) wypełni się po brzegi.

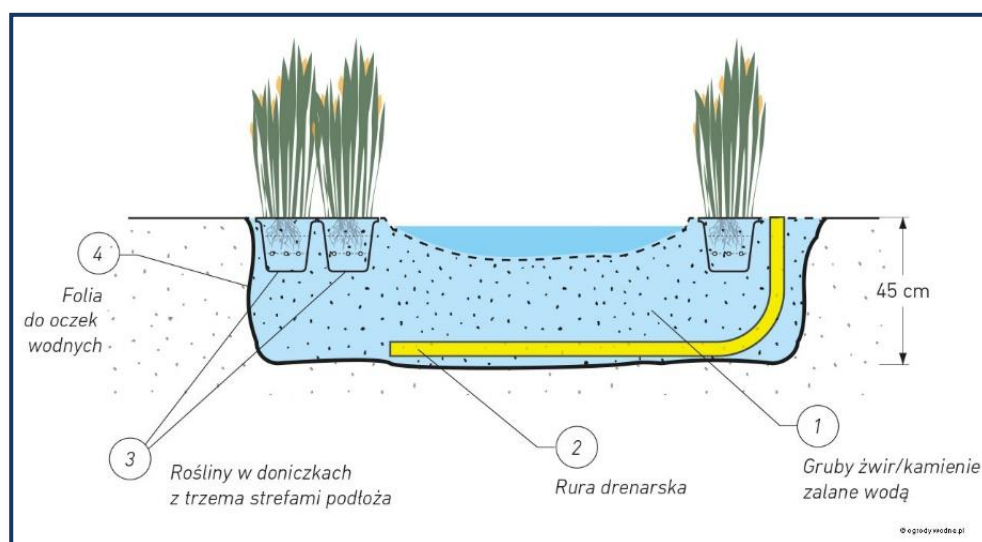
Jeżeli chcemy uzyskać informację o średniej możliwej do retencjonowania objętości wody, lepiej użyć wartości odpowiadającej opadom o prawdopodobieństwie wystąpienia $p=50\%$ lub 0,5 (raz na 2 lata).

⁴⁸<https://sztuka-krajobrazu.pl>

W przypadku używania tego typu narzędzi pamiętać należy, że w wersji bezpłatnej, obliczenia wykonywane są zwykle za pomocą modeli opadu, które nie zawsze odzwierciedlają warunki miejsca naszego zamieszkania i aktualne sumy opadowe mogą się znacznie różnić, przez co możliwe jest zawyżenie lub zaniżenie wyników. Mniejsza dokładność obliczeń dotyczy zwłaszcza terenów górskich i podgórskich, w których rozkład opadu jest trudny do zobrazowania, a sumy opadów są wyższe niż w innych częściach kraju.

Korzystając z bezpłatnego narzędzia online **Kalkulator Deszczu – Rational Sewer** nie obliczymy odpływu z naszej zlewni, ale uzyskamy bardziej pewne wartości opadu, które dalej możemy użyć do obliczeń. Jednym z ciekawszych narzędzi online jest **kalkulator retencji Water Folder** dostępny pod adresem: <https://retencja.pl/aplikacje/waterfolder/>. Program w pełnej wersji dedykowany jest profesjonalistom – projektantom sieci kanalizacji deszczowej itp., ale w wersji podstawowej, po założeniu bezpłatnego konta, daje możliwości obliczenia podstawowych wartości – w tym ilości wody możliwej do retencjonowania. Podpowie również, z jakich gotowych zbiorników można skorzystać.

Mieszkańcy terenów wiejskich z okolic Krakowa mogą skorzystać z bezpłatnie dostępnego narzędzia, jakim jest **Zintegrowany Kalkulator Projektanta** (<https://wodociagi.krakow.pl/strefa-klienta/dla-projektanta/zintegrowany-kalkulator-projektanta.html>), którym obliczyć można m.in. Q -retencyjne. Ta aplikacja zaprojektowana została do obliczenia limitu zrzutu wód opadowych do sieci kanalizacji deszczowej oraz wymiarowania zbiorników retencyjnych. W związku z tym, domyślnie użytkownikowi podpowiadane są parametry dla średniego możliwego opadu dla którego nie przekroczy się limitu zrzutu, gdy do układu wprowadzi się zbiornik retencyjny o obliczonej objętości. Dlatego też, przy założeniu ograniczenia strat wody z odpływem, można przyjąć większą objętość zbiornika niż obliczona.

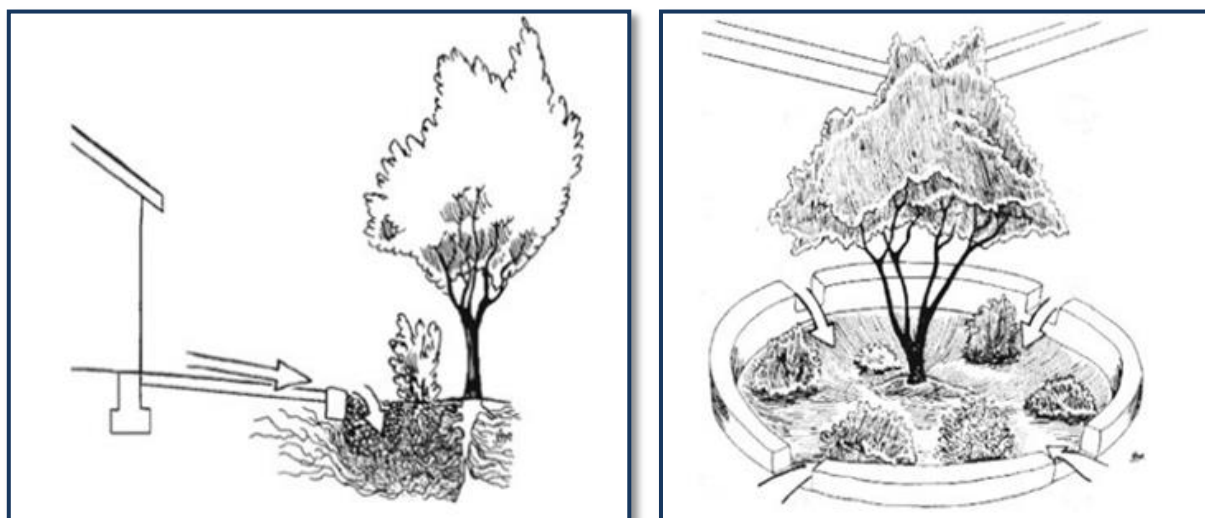


Rycina 30 Schemat niewielkiego oczka wodnego/sadzawki, do której odprowadzane są wody zbierane z terenów utwardzonych posesji⁴⁹

⁴⁹<https://www.ogrodywodne.pl>

Aktualnie **wymogiem prawnym jest retencjonowanie wód opadowych**. Jeżeli są one ujęte w zamknięty system kanalizacji deszczowej, retencja wody odbywa się w dodatkowym zbiorniku podziemnym, zlokalizowanym przed wprowadzeniem wód do zbiorników z separatorami. Parametry wymienionych urządzeń dobiera się w zależności od tego, ile wody będzie trzeba odprowadzić po intensywnym deszczu. Wody atmosferyczne zgromadzone z terenów uszczelnionych **nie mogą być wprowadzane w sposób bezpośredni do wód podziemnych**. Równocześnie, na ich odprowadzenie do rzek i potoków, należy uzyskać pozwolenie wodnoprawne – zarówno na samo odprowadzenie wód, jak i na urządzenia wodne, jakimi są wyloty rur kanalizacji deszczowej.

Podstawowym i preferowanym rozwiązaniem, zarówno pod względem retencji wody, jak i zobowiązań prawnych, jest **zagospodarowanie zgromadzonych wód atmosferycznych** poprzez ich rozsączenie do gruntu **na tym samym terenie**, na którym zostały zebrane. **Jeżeli nie jest to możliwe, należy starać się o zmagazynowanie wody, a następnie o jej zużycie do podlewania ogrodu lub upraw, bądź celów przemysłowych**. Nadmiar wód niemożliwy do zmagazynowania i zużycia należy odprowadzić. Sposób odprowadzenia nadmiaru wód deszczowych reguluje Miejscowy Plan Zagospodarowania Terenu lub Decyzja o warunkach zabudowy. Wśród możliwych wariantów, pierwszym wyborem powinno być odprowadzenie wód do najbliższych terenów dających możliwość infiltracji wody w głąb profilu glebowego, a dopiero w drugiej kolejności – zrzut wody do rowu lub ciek.



Rycina 31 Użycie wody deszczowej zebranej z powierzchni utwardzonych do nawodnienia roślinności⁵⁰

Wody opadowe i roztopowe można zagospodarować poprzez użycie:

- **zbiorników zamkniętych** (ryc. 32)
 - w postaci zbiorników na powierzchni terenu – beczek, mauserów czy cystem, służą do krótko czasowego przechowania zebranej wody, ponieważ woda w nich zgromadzona ulega nagrzewaniu się i procesom biologicznym, zwykle służą do magazynowania wody z niewielkich powierzchni dachów budynków mieszkalnych i gospodarskich,

⁵⁰Mała retencja na obszarach wiejskich. NFOŚiGW, 2013.

- w postaci zbiorników pod powierzchnią terenu stanowią element konstrukcji budynków, element sieci kanalizacji deszczowej lub mają postać analogiczną do zbiorników na powierzchni (np. na parkingach podziemnych, w piwnicach budynków),
- rozwiązanie wskazane, a niejednokrotnie konieczne, gdy teren otaczający utwardzony lub zabudowany obszar jest nieprzepuszczalny, a nie ma możliwości odprowadzenia wód opadowych i roztopowych do kanalizacji deszczowej lub zrzutu tych wód do rowów czy innych cieków,
- woda ze zbiorników zamkniętych umieszczonych na powierzchni terenu lub pod nią, jeżeli tylko wcześniej przeszła oczyszczenie przez separatory cząstek stałych (dla wód zebranych z dachów lub separatorów cząstek stałych i ropopochodnych dla wód zebranych z parkingów, placów i dróg) może być wykorzystana do celów produkcyjnych, w tym rolnictwa,
- budowa zbiorników podziemnych ekonomicznie uzasadniona jest, gdy woda zmagazynowana w tych zbiornikach zostaje użyta do celów rolniczych, ogrodniczych lub przemysłowych (np. przy nowopowstających budynkach, szczególnie przy szklarniach lub szkółkach roślinnych), stosowanie zbiorników podziemnych, w których woda się nie nagrzewa, zapobiega rozwijaniu się w nich procesów biologicznych,
- dla budowli podziemnych zawsze konieczne jest uzyskanie właściwych zgód wodnoprawnych i budowlanych.



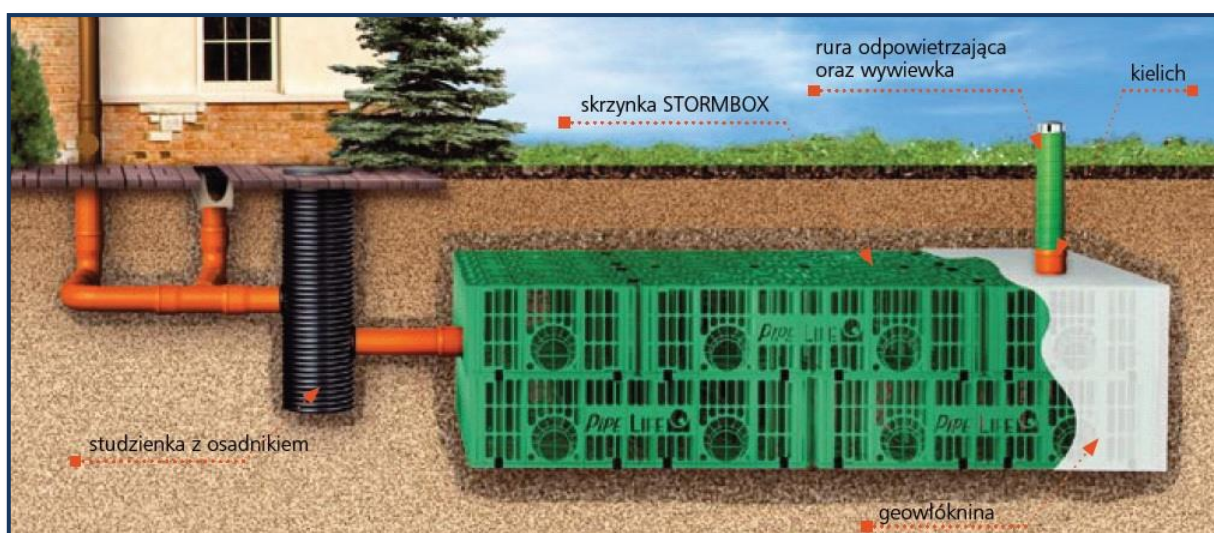
Rycina 32 Podziemny, zamknięty zbiornik do gromadzenia wody⁵¹

- **zbiorników powierzchniowych otwartych o uszczelnionych ścianach i dnie**
 - gromadzą wodę podobnie jak zbiorniki zamknięte, wody w nich zgromadzone ulegają parowaniu,

⁵¹<https://budujemydom.pl>

- stosowane przy nieprzepuszczalnym podłożu, nie wymagają zawsze uszczelnienia materiałami budowlanymi, w tym folią,
 - wymagają uszczelnienia materiałami budowlanymi wtedy, gdy warstwa przepuszczalna występująca płytko jest o zbyt małej miąższości, aby zastosować inne rozwiązania,
 - przy ich projektowaniu należy pamiętać o tym, że ich powierzchnia i głębokość przekłada się na objętość wody możliwą do zgromadzenia, więc jeżeli nie ma możliwości wykonania przelewu awaryjnego, którym po napełnieniu się zbiornika namiar wód zostałby odprowadzony do kanalizacji deszczowej lub cieku, należy projektować je na intensywne, obfite opady,
 - znacznie trudniej utrzymać w nich dobrą jakość wody, w praktyce im mniejszy zbiornik, tym trudniej o równowagę biologiczną, stąd też zalecany jest co najmniej dwu poziomowy układ zbiorników, z zastosowaniem roślin wodnych o właściwościach filtrujących, a w razie potrzeby stosowanie filtrów mineralnych lub opartych na procesach chemicznych,
 - mogą stanowić równocześnie ozdobny elementy architektury krajobrazu,
 - zbiorniki można wyposażyć w filtry i/lub natleniacze tak, aby jakość wody pozwalała na umieszczenie ozdobnych lub hodowlanych gatunków ryb,
 - ze względu na użycie przy ich budowie materiałów budowlanych, podlegają uzyskaniu pozwolenia budowlanego, a w zależności od wielkości, czasami również zgody wodnoprawnej.
- **rowów, stawków infiltracyjnych, ogrodów deszczowych lub studni chłonnych** (ryc. 29, 30, 31)
 - rozwiązanie możliwe do zastosowania, jeżeli w dnie takich obiektów występuje warstwa utworów przepuszczalnych o wystarczającej (dla odprowadzenia wód) miąższości, optymalnie, gdy warstwa ta występuje aż do zwierciadła wód podziemnych,
 - stosowane są jako miejsca rozsączenia wód zebranych z uszczelnionych przez człowieka terenów otaczających, są formą retencji czasowej, w której szybki spływ powierzchniowy zostaje zastąpiony przez znacznie powolniejsze procesy infiltracji,
 - do obiektów tego typu prowadzą systemy kanalizacji deszczowej oraz otwarte lub zamknięte rowy i rowki,
 - przed wprowadzeniem wód do tych obiektów nie ma zwykle potrzeby używania separatorów cząstek, ponieważ roślinność i podłoże, w którym się znajduje, mają właściwości filtrujące,
 - przed wprowadzeniem wód zebranych z parkingów, placów i dróg do tych obiektów należy wody te przeprowadzić przez urządzenia z separatorami substancji ropopochodnych,
 - mogą stanowić równocześnie ozdobny elementy architektury krajobrazu.
 - **geokrat i żelbetonowych płyt ażurowych**
 - łączą funkcję powierzchni nieprzepuszczalnych (szkielet zbudowany z tworzywa sztucznego lub żelbetu) i przepuszczalnych (wypełnienie z kruszywa),
 - dzięki dużej nośności (szczególnie geokraty, nawet do 100t/m²) i trwałości (nawet ponad 20 lat) są często stosowanym rozwiązaniem na wielkoobszarowych placach i parkingach,

- o warunkiem do ich użycia jest przepuszczalne podłoże, dające możliwość skutecznej infiltracji wód opadowych, która może zostać zakłócona w wyniku wypełnienia przestrzeni szkieletu glebą, akumulacji w gruntów nieprzepuszczalnych wnoszonych na kołach pojazdów lub też nieodpowiednim przygotowaniem podłoża.
- **skrzynki rozsączające, komory drenażowe (ryc. 33)**
 - o stosowane w przypadku, gdy wierzchnie warstwy podłoża zbudowane są z gleb gliniastych lub innych, słabo przepuszczalnych gruntów, ale pod nimi znajduje się warstwa przepuszczalna,
 - o możliwość ich wykorzystania i dobór odpowiedniego rodzaju skrzynek zawsze trzeba rozpatrywać indywidualnie, biorąc pod uwagę zarówno głębokość do zwierciadła wód podziemnych, miąższość i rodzaj utworów od powierzchni terenu do zwierciadła wód podziemnych, oraz ilość i jakość wody przeznaczonej do odprowadzenia,
 - o mogą być stosowane pod powierzchniami chodników, ale odpowiednio dobrane pod względem nośności i wytrzymałości, znajdują też zastosowanie pod uszczelnionymi powierzchniami parkingów i placów.



Rycina 33 Schemat konstrukcyjny skrzynek rozsączających⁵²

3.2 Naturalne (nietechniczne) metody

Zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej należy **promować i w pierwszej kolejności rozważać działania zakładające naturalne metody retencji**, a budowanie retencji sztucznej w postaci sztucznych zbiorników należy traktować jako działania ostatecznego wyboru w sytuacji, gdy przeanalizowano wszystkie możliwe warianty, bardziej korzystne ze środowiskowego punktu widzenia (zgodność z art. 68 ustawy – Prawo wodne).

Główny **potencjał do odzyskania** to zredukowana pojemność retencyjna gleb w zlewni, a nie w samych ciekach, skąd wodę trudno przywrócić na teren zlewni bez dodatkowych działań technicznych.

⁵²<https://www.rain.com.pl>

Działania nietechniczne to zarówno działania mające na celu właściwe planowanie przestrzenne, działania agrotechniczne poprawiające warunki wodno–powietrzne w glebie, ochronę siedlisk, zachowanie powierzchni nieutwardzanych, jak i działania obejmujące między innymi renaturalizację cieków i ochronę bierną ekosystemów, umożliwiającą niezakłócony przebieg procesów naturalnych.

3.2.1 Retencja krajobrazowa

Krajobraz rolniczy stanowią nie tylko pola uprawne, ale również pozostałe elementy przestrzenne, takie jak oczka wodne, płaty leśne, łąki i pastwiska. W związku z tym, zadaniem rolnictwa nie jest tylko i wyłącznie produkcja żywności, lecz również **kształtowanie krajobrazu rolniczego i ochrona jego cennych walorów przyrodniczych**. Gospodarka wodna w zlewniach rolniczych polega na zaspokojeniu potrzeb gospodarki rolnej, ale również ochronie zasobów wodnych oraz środowiska przyrodniczego.

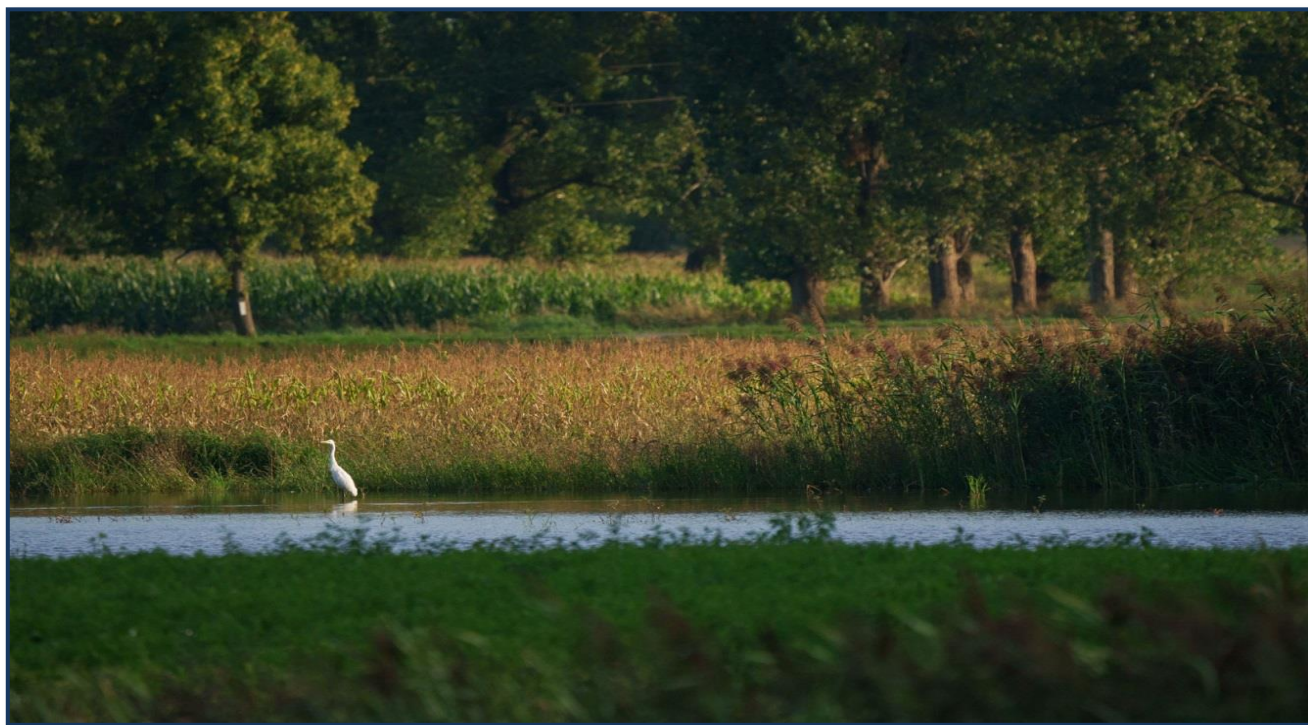
Zwiększanie pojemności retencyjnej zlewni rzecznej w wyniku zmian w planowaniu przestrzennym i użytkowaniu ziemi inaczej określa się jako **retencję krajobrazową**. Metody te mają na celu poprawienie zdolności do zatrzymywania wody, ograniczając spływ powierzchniowy i zwiększając pojemność retencyjną gleb.

Obszary wiejskie w Polsce zajmują ponad 90% powierzchni kraju. Istotną ich część stanowią tereny o dużych walorach przyrodniczych, a niektóre z nich posiadają wartościowe cechy pod wieloma względami jednocześnie. W naszym kraju zachowało się jeszcze wiele specyficznych ekosystemów wodnych i torfowiskowych, nie spotykanych już w Europie, dlatego tym większa odpowiedzialność spoczywa na barkach zarówno instytucji wytyczających sposoby gospodarowania wodami w kraju, jak również indywidualnych użytkowników wód.

Cechy wielofunkcyjnego krajobrazu obrazów wiejskich

- mozaikowość struktury krajobrazu:
 - zachowane lub odtworzone naturalne, bezodpływowe zagłębienia okresowo retencjonujące wodę,
 - zadrzewienia i zakrzaczenia oraz płaty ekstensywnie użytkowanych łąk i pastwisk, położone na słabo nachylonych zboczach,
- maksymalne dostosowanie użytkowania do warunków siedliskowych i pierwotnych warunków przyrodniczych (minimalizowanie ingerencji człowieka):
 - zapewnione trwale wysokie uwilgotnienie,
 - ograniczanie intensyfikacji rolnictwa i związanych z tym prac melioracyjnych,
 - utrzymywanie lub odtwarzanie sezonowych zalewów w dolinach rzek,
- zapewniona ciągłość przestrzeni przyrodniczej przez zachowanie lub odtwarzanie korytarzy ekologicznych,
- dostosowanie działalności człowieka do naturalnych cykli przyrodniczych:

- uwzględniane sezonowe zalewy w dolinach rzecznych,
- okresowe podtopienia,
- wyprowadzane łągi,
- okresy tarła,
- migracje zwierząt,
- zmienność fenologiczna szczególnie ważnych zbiorowisk roślinnych.



Rycina 34 Obszar rolniczy o zróżnicowanym krajobrazie, woj. mazowieckie (fot. K. Karpińska)

3.2.1.1 Zwiększanie powierzchni torfowisk, mokradeł, bagien

Mokradła traktowano kiedyś jako nieużytki, a angielskie słowo „wetlands” oznaczało często w praktyce „wasteland”. W języku polskim słowo „bagny” również nie kojarzy się raczej zbyt dobrze. Tereny te postrzegano jedynie w kontekście ich przyszłego rolniczego zagospodarowania, a w tym celu konieczne było ich odwodnienie. Takie podejście wyrządziło wiele nieodwracalnych szkód, zarówno w kontekście bilansu wodnego, jak i bioróżnorodności siedlisk hydrogenicznych. Po raz pierwszy zaproponowano ochronę terenów podmokłych w 1975 r. uchwalając Konwencję Ramsarską, której głównym celem była ochrona ptactwa wodnego.

Obecnie mokradła są to **ekosystemy zagrożone** – w skali światowej ponad połowa, a w Europie ok. 80% tych terenów zostało przekształconych lub osuszonych w takim stopniu, że przestały pełnić swoje pierwotne funkcje w krajobrazie, jako siedliska specyficznych gatunków roślin i zwierząt, funkcje retencyjne wód wezbraniowych, miejsc zasilania wód podziemnych, akumulacji zasobów organicznego węgla oraz retencjonowania substancji biogennych.

W Polsce mokradła zajmują ok. 4,4 mln ha (ok. 14% powierzchni kraju), z czego 30% stanowią torfowiska. Praktycznie 100% torfowisk w Polsce nosi ślady odwodnienia, a ok. 80% torfowisk wykazuje

symptomy istotnej degradacji wskutek tego odwodnienia. Spośród 1,3 mln ha torfowisk zaledwie 202 tys. ha (ok. 15%) to torfowiska żywe, na których zachodzi proces akumulacji torfu⁵³.

Tabela 13 Rodzaje siedlisk hydrogenicznych w zależności od stopnia natlenienia warstwy glebotwórczej i występowania zalewu⁵⁴

Natlenienie	Zalew		
	nie występuje	okresowy	stały
Silne	Podmokliska okresowe	Namuliska	Gytiowiska (jeziorzyska)
Umiarkowane	Podmokliska stałe	Mułowiska zalewane	Mułowiska zatopione
Słabe	Torfowiska wynurzone	Torfowiska zalewane	Torfowiska zatopione

Siedliska bagienne są obszarami, na których występuje nasilony proces retencjonowania wody, pochodzącej z różnych źródeł. Mimo to, nie należy traktować mokradeł jako źródła wody. Porównując je do zbiorników retencyjnych, można przyjąć, że stanowią zbiorniki o pewnej pojemności całkowitej i zerowej pojemności użytecznej, ponieważ woda w nich zgromadzona nie może być bezpośrednio wykorzystana przez użytkowników zlewni. Nie oznacza to jednak, że mokradła nie pełnią żadnych istotnej roli w realizacji podstawowych celów gospodarki wodnej, czyli utrzymania dobrego stanu wód, zrównoważonego zaopatrzenia użytkowników w wodę oraz ochrony przed powodzią.

Podstawowe **funkcje mokradeł w środowisku przyrodniczym** to:

- retencja wód wezbraniowych,
- retencja wód opadowych i zasilanie niżej położonych warstw wodonośnych,
- wpływ na klimat lokalny – zwiększenie wilgotności powietrza, zmniejszenie średniej temperatury maksymalnej i zwiększenie minimalnej, zmniejszenie amplitudy temperatury dobowej, miesięcznej i rocznej,
- wpływ na klimat globalny – akumulacja węgla i azotu,
- immobilizacja substancji biogenych oraz substancji toksycznych dla ryb i skorupiaków,
- kształtowanie składu chemicznego wód powierzchniowych i gruntowych,
- miejsce bytowania wyspecjalizowanych gatunków roślin i zwierząt,
- tworzenie złożonych układów krajobrazowych, zapewniających siedliska, szlaki migracji oraz miejsca zerowania i schronienia dla wielu gatunków zwierząt, w szczególności ptaków.

Działalność rolnicza nierozzerwalnie wiąże się z przekształceniem ekosystemów, w tym szczególnie mokradłowych. Zmianie ulegają pierwotne stosunki wodne, pokrywa roślinna, rzeźba terenu, a nawet utwory gleb powierzchniowych. Niektóre funkcje mokradeł po ich przekształceniu zanikają zupełnie (np. retencjonowanie wód po uregulowaniu rzeki), inne stopniowo (akumulacja węgla), a jeszcze inne są modyfikowane (wpływ na klimat). Co więcej, pojawiają się również zupełnie nowe funkcje (np. ostoje gatunków obcych).

Nadmierne przesuszenie siedlisk hydrogenicznych (zanik sezonowych zalewów, obniżenie zwierciadła wody gruntowej, intensywny drenaż) jest główną przyczyną ich **nieodwracalnych przemian.**

⁵³Diagnoza aktualnego stanu gospodarki wodnej. KZGW. 2010.

⁵⁴Woda na obszarach wiejskich. IMUZ. 2006.

Zmiany mają bezpośredni wpływ zarówno na reżim hydrologiczny cieków (tab. 14), jak i na zasoby wodne na terenach przyległych do torfowisk (tab. 15).

Tabela 14 Wpływ odwodnień torfowisk na reżim hydrologiczny cieków

L.P.	Obserwowany wpływ systemu odwadniającego
1	<p>Obniżenie poziomu wód gruntowych, którego wielkość i zasięg zależy od:</p> <ul style="list-style-type: none"> • warunków hydrogeologicznych, • głębokości i rozstawy rowów, • miąższości i przepuszczalności torfu, • rodzaju zasilania, • metod eksploatacji systemu melioracyjnego i in.
2	<p>W warunkach rzadkiej sieci odwadniającej dynamika wahań zwierciadła wód gruntowych zbliżona jest często do dynamiki obszarów nieodwadnianych, ale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wysokie stany występują rzadziej i trwają krócej, • pogłębiają się stany niskie – woda opada poniżej dna rowów na skutek ewapotranspiracji. <p>Przy gęstej sieci rowów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • amplituda zmian położenia wód gruntowych zmniejsza się, • w ciągu całego roku zwierciadło wody utrzymuje się nisko.
3	<p>Początkowo obserwowane jest uwolnienie znacznej objętości wody, co powoduje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie przepływu wody w cieku przez następne 2–3 lata.
4	<p>W stosunku do okresu sprzed melioracji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zmniejsza się ewapotranspiracja, • zwiększa się przepływ w cieku. <p>Po wprowadzenia intensywnych upraw:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wzrost ewapotranspiracji, często więcej niż pierwotnie z naturalnej roślinności bagiennej. <p>Prowadzi to do:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zmniejszenia rocznego odpływu wody z terenu torfowiska, • zmniejszenia przepływu w cieku.
5	<p>Obniżenie poziomu wód gruntowych powoduje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie objętości porów wypełnionych powietrzem, • zwiększenie zdolności retencyjnej profilu glebowego. <p>Im zwierciadło wód położone jest niżej, tym większa objętość wody może być retencjonowana w porach gleby.</p>
6	<p>Objętość retencji glebowej jest jednak ograniczona: całkowite wypełnienie porów → spływ wody po powierzchni terenu</p> <p>Spływ jest znacznie szybszy niż występujący na torfowiskach naturalnych.</p> <p>W warunkach zwiększonych opadów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • szybkie przekroczenie zdolności retencyjnej, • szybkie odprowadzenie wody. <p>Prędkość zależy od:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stanu powierzchni torfowiska, • gęstości rowów odwadniających, • przepustowości rowów.
7	<p>Torfowiska z siecią rowów odwadniających nie mają retencji powierzchniowej.</p> <p>Wytworzona na skutek odwodnienia retencja glebowa jest znacznie mniejsza od powierzchniowej:</p> <ul style="list-style-type: none"> • takie tereny przyspieszają odpływ wód opadowych i roztopowych, • tym samym zwiększeniu ulegają przepływy maksymalne, zwiększając ryzyko powodziowe.

Tabela 15 Wpływ odwodnień torfowisk na zasoby wodne terenów przyległych

L.P.	Obserwowany wpływ systemu odwadniającego
1	Obniżenie poziomu wód podziemnych, którego wielkość i zasięg zależy od: <ul style="list-style-type: none"> • warunków hydrogeologicznych, • sposobu zasilania torfowiska, • głębokości i rozstawy rowów odwadniających.
2	Najmniejsze oddziaływanie na wody podziemne: <ul style="list-style-type: none"> • odwodnienia głębokich torfowisk płytkimi rowami, których dna znajdują się w warstwie torfowej, Zasięg oddziaływania: <ul style="list-style-type: none"> • ok. 50–150 m od osi rowu.
3	Znacznie większy wpływ: <ul style="list-style-type: none"> • odwodnienia płytkich torfowisk fluwiogenicznych na przepuszczalnych gruntach z rowami odwadniającymi sięgającymi do warstwy wodonośnej lub wcinającymi się w przepuszczalne zbocze doliny, • trwałe obniżenie poziomu wód podziemnych. Zasięg oddziaływania: <ul style="list-style-type: none"> • więcej niż 500–1000 m od granicy obiektu.
4	Podobnie duży wpływ: <ul style="list-style-type: none"> • pogłębienie koryta cieku, jeśli jego dno znajduje się w przepuszczalnej warstwie podścielającej złoża torfu, • regulacja takiego cieku powoduje obniżenie wód podziemnych na całej szerokości doliny.
5	Największy wpływ: <ul style="list-style-type: none"> • odwodnienie torfowiska zasilanego wodami naporowymi. Jeśli zostanie przebita słabo przepuszczalna warstwa torfu i urządzenie odwadniające zostanie doprowadzone do naporowej warstwy wodonośnej: <ul style="list-style-type: none"> • znaczne obniżenie ciśnienia piezometrycznego, • duży, gwałtowny odpływ wody do cieku z terenów przyległych. Zasięg oddziaływania: <ul style="list-style-type: none"> • nawet kilka kilometrów.

Istnieją możliwości **nawadniania osuszonych torfowisk**. Przedsięwzięcia tego typu nie należą do prostych i powinny odbywać się jedynie po analizie uwarunkowań terenowych przy zaangażowaniu instytucji naukowo-badawczych i eksperckich organizacji pozarządowych, m.in. ze względu na istniejące ryzyko uwalniania się do wód fosforanów związanych przez jony żelaza w murszu (wierzchniej, zdegradowanej przez wieloletnie osuszanie warstwie torfowiska).

Ryzyko to ocenia się badając stosunek zawartości fosforanów do żelaza w glebie. Gdy jest on wysoki, niezbędne jest zabezpieczenie obszaru, np. poprzez usunięcie wierzchniej warstwy murszu lub wprowadzenie roślinności pobierającej fosforany, a następnie jej usunięcie. Ponowne nawodnienie można uzyskać poprzez przywrócenie możliwości zatrzymywania wody w rowach lub ich przetamowanie, ewentualnie zatkanie lub usunięcie podziemnych drenów.

Presja człowieka niekiedy zwiększa przyrodnicze znaczenie niektórych funkcji, przyczyniając się do wykształcenia półnaturalnych ekosystemów łąkowych, które stanowią cenny element krajobrazu. **Ekosystemy półnaturalne** powstają w wyniku zagospodarowania terenów, dawniej leśnych lub podmokłych, na cele produkcji rolniczej. Ich istnienie jest zależne od utrzymania niskonakładowych, tradycyjnych sposobów użytkowania, szczególnie w kontekście gospodarki łąkowo-pastwiskowej, tworzącej otwarte krajobrazy wiejskie.

Całkowite zaprzestanie koszenia i wypasu prowadzi nieuchronnie do sukcesji roślinnej, czyli naturalnego procesu rozwoju krzewów, drzew i innej wysokiej roślinności. W efekcie zanikają specyficzne ekosystemy otwarte, a wraz z nimi gatunki zwierząt i roślin w nich żyjących – następuje spadek bioróżnorodności. **Ekstensywne rolnictwo**, które jednocześnie pełni funkcje sposobu ochrony czynnej, wiąże się z utrzymaniem niskiej żyzności siedlisk łąkowych i pastwiskowych oraz dużego uwilgotnienia. W dobie intensywnej produkcji rolniczej w krajobrazie dominują siedliska żyzne, dlatego ochrona i restytucja siedlisk ubogich i związanych z nimi zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych należą do priorytetowych zadań ochrony przyrody.

Obszary mokradłowe, wśród **ekosystemów od wody zależnych**, mają kluczowe znaczenie dla różnorodności biologicznej. Według „Czerwonej listy roślin i grzybów Polski”, lista zagrożonych gatunków roślin naczyniowych, licząca 504 gatunki, obejmuje aż ok. 150 gatunków, dla których zmiany stosunków wodnych są istotnym czynnikiem zagrożenia. Analiza trendów zmian liczebności populacji 234 gatunków ptaków lęgowych w kraju na przestrzeni ostatniej dekady XX wieku wykazała, że gatunki związane z zalewowymi łąkami w dolinach zmniejszyły liczebność o 8%, podczas gdy gatunki związane ze zbiornikami wodnymi wykazywały wzrost o 12%. W śródlądowych wodach Polski bytuje 58 rodzimych gatunków ryb i minogów. Według „Polskiej czerwonej listy zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce”, ponad 50% rodzimych gatunków ryb i minogów w dorzeczu Odry i Wisły jest zależne od ochrony lub narażone na wyginięcie. Ze względu na przegrodzenie budowlami hydrotechnicznymi historycznych szlaków migracji zagrożone są zwłaszcza gatunki ryb dwuśrodowiskowych oraz ryb jednośrodowiskowych daleko wędrujących. Zły stan ichtiofauny związany jest dodatkowo z występowaniem aż 32 gatunków obcych, zawleczonych do naszych wód⁵⁵.

3.2.1.2 Zalesienia

Termin **zalesienia** oznacza zakładanie upraw leśnych na gruntach pozostających dotychczas poza uprawą leśną, tj. na gruntach nieleśnych. Do zalesienia mogą być przeznaczone:

- nieużytki,
- grunty rolne nieprzydatne do produkcji rolnej,
- grunty rolne nieużytkowane rolniczo,
- inne grunty nadające się do zalesienia, a w szczególności:
- grunty położone przy źródłiskach rzek lub potoków, na wododziałach, wzdłuż brzegów rzek oraz na obrzeżach jezior i zbiorników wodnych;
- lotne piaski i wydmy piaszczyste;
- strome stoki, zbocza, urwiska i zapadliska;
- hałdy i tereny po wyeksploatowanym piasku, żwirze, torfie.

⁵⁵Diagnoza aktualnego stanu gospodarki wodnej. KZGW. 2010.

Dokument określający wielkość zalesień, ich rozmieszczenie oraz sposób realizacji to **Krajowy Program Zwiększania Lesistości** opracowany przez Ministra właściwego do spraw środowiska i zatwierdzony przez Radę Ministrów⁵⁶. W rozumieniu ustawy lasem jest grunt pokryty roślinnością leśną (drzewa, krzewy oraz runo leśne) o powierzchni co najmniej 0,1 ha, który może występować samodzielnie lub przylegać do istniejącego lasu.

Opracowanie pt. **Zalesianie gruntów rolnych i opuszczonych terenów rolniczych, poradnik właściciela**⁵⁷ przedstawia w sposób kompleksowy problematykę zalesiania w świetle obowiązujących dokumentów prawnych, a także różnorodne rozwiązania dotyczące leśnego zagospodarowania gruntów porolnych dotyczących planowania i zakładania zalesień w obrębie gospodarstwa. Ponadto przedstawia warunki, które musiały być spełnione w przypadku zalesień współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej w ramach PROW 2007–2013.

Pod zalesianie wykorzystuje się nieużytki, grunty rolne nieprzydatne do produkcji rolnej i grunty rolne oraz inne, wraz ze wskazaniem pożądaných funkcji środowiskowych zalesień (zapobieganie erozji i stepowieniu, ochrona wód, leśna rekultywacja gruntów, ustalanie wydm i lotnych piasków). W literaturze są one określane jako **grunty marginalne**, a zabiegi zalesiania tychże gruntów wydają się być najwłaściwszymi sposobami ich zagospodarowania, z powodu wartości przyrodniczych i wymogów ochrony środowiska.

Propozycje zagospodarowania gruntów marginalnych niosą ze sobą szereg korzyści:

- przeciwdziałanie degradacji gleb, procesów erozji i stepowienia, wyjąłowienia, przenikania zanieczyszczeń do wód,
- stymulowanie pozytywnych procesów glebotwórczych,
- tworzenie nowych i odtworzenie starych sieci oraz korytarzy ekologicznych między istniejącymi kompleksami leśnymi⁵⁸.

Wyróżnia się **naturalny** i **sztuczny sposób zalesiania**. W pierwszym przypadku są to samosiewy gatunków pionierskich (głównie sosny, brzozy i osiki) na nieużytkowanych rolniczo obszarach, gdzie zaniechano uprawy rolnej. W przypadku niewystarczającej sukcesji naturalnej w zalesianiu gruntów pokrytych samosiewem stosuje się nasadzenia uzupełniające (zalesianie sztuczne) (ryc. 35, 36).

⁵⁶Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach; (Dz. U. z 2020 r. poz. 1463, z późn. zm.

⁵⁷Skolud P. 2008. Zalesianie gruntów rolnych i opuszczonych terenów rolniczych, poradnik właściciela. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, s. 113. ISBN 978-83-89744-82-1.

⁵⁸Wójcik J., Balawejder M., Leń P. 2014. Grunty marginalne, propozycje sposobów ich zagospodarowania w pracach scaleniowych w powiecie brzozowskim. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr II/2/2014, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 399-410. DOI: <http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2014.2.2.029>.



Rycina 35 Przykład naturalnego zalesiania – samosiew sosnowy (fot. Bogdan Bąk)



Rycina 36 Przykład sztucznego zalesiania – wysiewany dąb i samosiew sosnowy (fot. Marek Skorniak)

W naturalnych samosiewkach na gruntach porolnych, zwłaszcza w północnej Polsce, najlepsze warunki rozwoju mają sosna i brzoza. Tego typu samosiewy powstałe na ugorach charakteryzują się równomiernym tempem rozwoju i są bardziej podobne pod tym względem do drzewostanów rosnących na glebach leśnych. W innych regionach skład w samosiewach jest inny. Na Mazurach i na Pomorzu ogranicza się on do sosny i brzozy z niewielkim udziałem świerka i dębu, natomiast w środkowej Polsce występują warunki sprzyjające rozwojowi większej liczby gatunków.

Ważnym etapem zalesiania jest **wybranie odpowiedniego sposobu i terminu przygotowania gleby pod zalesienia**. Aby rozpocząć zalesianie na gruntach porolnych należy przygotować glebę pod kątem poprawy stosunków wodnych, przewietrzenia jej, zlikwidowania warstwy zbitej gleby (tzw. warstwy płużnej, o ile występuje) oraz ograniczenia rozwoju chwastów w pierwszym okresie po założeniu uprawy.

Na terenach nizinnych proces przygotowania gleby wykonuje się jesienią roku poprzedzającego zalesienie, aby w okresie zimy gleba pozostawiona w ostrej skibie była poddana działalności mrozu,

przez co wchłania ona i zatrzymuje wilgoć. Wiosną tak przygotowaną glebę należy zbronować w celu zatrzymania wilgoci w glebie. W kolejnym etapie zalesiania wyznacza się rzędy sadzenia. Podobne zabiegi można wykonywać w tych samych terminach na łagodniejszych stokach.

Na glebach, na których występuje stopa płużna należy wykonać głęboką orkę (40–60 cm). Podobny zabieg zalecany jest na glebach silnie zachwaszczonych i zdegradowanych. Na stromych stokach i zboczach oraz w warunkach górskich (500–1000 m n.p.m.) prace te wykonuje się wiosną – bezpośrednio przed sadzeniem – tak, aby nie dopuścić do erozji gleby.

Dobór składu gatunkowego w zakładanej uprawie leśnej zależy od warunków glebowych oraz celu jaki stawiamy zalesieniom. Na większości obszaru Polski składy gatunkowe upraw w obrębie słabych gruntów porolnych opierają się na sosnie z domieszkami, natomiast w warunkach podgórskich i górskich, gdzie gleby są z reguły żyzniejsze, wprowadzane są różne gatunki, takie jak: świerk, buk, jodła z domieszką jaworu, jesionu, dębu, modrzewia, lipy, olszy czarnej i innych gatunków (w zależności od wysokości i wystawy zbocza).

Właściciele gruntów (z reguły dotyczy to słabych użytków rolnych) mogą wykonywać zalesiania w oparciu o studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin. W przypadku programów zalesieniowych dofinansowanych ze środków UE w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) 2007–2013 wprowadzono szereg modyfikacji do założeń programu zalesieniowego. Ustalono m.in., że:

- minimalna powierzchnia zalesienia została zwiększona z 0,3 ha do 0,5 ha, przy zachowaniu szerokości działki nie mniejszej niż 20 m,
- wyłączono ze wsparcia na zalesienie grunty położone na obszarach Natura 2000,
- ograniczono listę gruntów mogących być przedmiotem wsparcia w ramach zalesień gruntów rolnych do użytkowanych jako grunty orne oraz sady,
- ograniczono całkowitą powierzchnię zalesienia do 20 ha dla jednego producenta rolnego w całym okresie programowania,
- podwyższono próg dochodów z rolnictwa, uprawiających do otrzymania premii zalesieniowej, z 20% do minimum 25%.

Aktualne warunki wsparcia na zalesianie i tworzenie terenów zalesionych w ramach PROW 2014–2020, a także w następnym, obejmującym lata 2023–2027, są zamieszczane na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi⁵⁹.

Należy zdawać sobie sprawę, że nie zawsze efektem wprowadzenia roślinności leśnej na grunty nieleśne będzie las. Właściciel gruntu uwzględniając występujące warunki w gospodarstwie może zdecydować o zadrzewieniu, założeniu plantacji gatunków drzewiastych lub zespołu roślinnego służącego rekultywacji zdegradowanych gruntów. Tego typu zbiorowiska roślinne różnią się jednak od lasu – docelowej formacji roślinnej, głównie ze względu na trwałość oraz ograniczony, w stosunku do lasu,

⁵⁹MRiRW. 2022. Wsparcie na zalesianie i tworzenie terenów zalesionych. <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/dzialanie-zalesieniowe1>

zakres pełnionych funkcji. Zalesianie jest elementem wstępnym tworzenia się lasu. Naturalny proces tworzenia się lasu jest długotrwały i na glebach słabszych (klasy: VIz, VI i V) może trwać ponad 100 lat. Jeszcze dłużej, bo około 350 lat, trwa proces ukształtowania się wielogatunkowego i wielowiekowego zbiorowiska leśnego na glebach żyzniejszych⁶⁰.

3.2.1.3 Śródpolne wyspy środowiskowe

Zadrzewienia śródpolne w statystyce publicznej definiuje się jako produkcyjne i ochronne skupiska drzew i krzewów na terenach publicznych oraz prywatnych poza lasami i terenami zieleni w miastach i wsiach.

Celem zadrzewień jest:

- produkcja drewna i użytków nieдрzewnych,
- oddziaływanie na środowisko przyrodnicze,
- kształtowanie krajobrazu.

Do zadrzewień nie zalicza się:

- lasów i gruntów leśnych,
- gruntów przeznaczonych prawomocnymi decyzjami do zalesienia,
- sadów,
- plantacji oraz szkółek drzew i krzewów,
- cmentarzy,
- urządzonej zieleni komunalnej w miastach i wsiach (parki miejskie, lasy komunalne, zieleńce użyteczności publicznej),
- obszaru morskiego pasa nadbrzeżnego,
- ogrodów działkowych,
- nieruchomości otaczających obiekty zabytkowe⁶¹.

W krajobrazie wiejskim wyróżnia się kilka **rodzajów zadrzewień**: pojedyncze, rzędowe, pasowe, grupowe, kępowe oraz powierzchniowe⁶², które przedstawione zostały w tabeli poniżej.

⁶⁰Skolud. 2008.

⁶¹Źródło definicji: Wskazówki metodyczne i wytyczne do opracowania sprawozdawczości z leśnictwa. Główny Urząd Statystyczny.

⁶²Kujawa K., Kujawa A., Oleszczuk M., Sobczyk D. Nieocenione zadrzewienia śródpolne. Magazyn Polskiej Akademii Nauk, 3-4/59-60/2019. https://journals.pan.pl/Content/114848/PDF/9_Las_Nieocenione.pdf.

Tabela 16 Formy zadrzewień i ich charakterystyka⁶³

Formy zadrzewień	Charakterystyka typów zadrzewień
Pasmowe	śródpolne – przebiegają przez pola uprawne lub wzdłuż dróg polnych i miedz
	łąkowe – rozgraniczają łąki i pastwiska
	nadbrzeżne – przebiegające wzdłuż cieków wodnych – rzek, kanałów, większych rowów melioracyjnych
	przydrożne – od jednego rzędu drzew – do szerokich pasów biegnących po obu stronach drogi. Tych jest najwięcej, bo niemal wzdłuż każdej drogi biegnie zadrzewienie, najczęściej jednorzędowe. Zadrzewienia przydrożne stanowią około 20% wszystkich zadrzewień
Obszarowe	kępy (remizy) – śródpolne lub śródłąkowe, tworzone celowo, głównie jako ostoje dla zwierzyny. Są zwykle otoczone kolczastymi krzewami utrudniającymi dostęp do ich wnętrza. Sadzi się w nich wiele gatunków drzew, z udziałem owocowych i miododajnych
	parki dworskie – spełniają ważną funkcję środowiskotwórczą i biocenotyczną. Są to często jedyne miejsca umożliwiające bytowanie gatunków o specyficznych wymaganiach (wysokie drzewa, często dziuplaste i próchniejące)
	zadrzewienia kępowe – usytuowane nad drobnymi zbiornikami wodnymi (oczkami śródpolnymi) i obszarami podmokłymi – integralnie z nimi związane
Enklawy roślinności wysokiej	zadrzewienia przyzagrodowe – wchodzą w skład struktury wsi i pojedynczych gospodarstw

Generalnie, strefy zadrzewień występują na powierzchniach wyłączonych z użytkowania rolniczego i mogą występować zarówno samodzielnie lub być częścią siedlisk marginalnych (wysp środowiskowych), którymi są:

- **obiekty linearne** – powierzchnie o wydłużonym kształcie i niewielkiej szerokości:
 - miedze,
 - śródpolne skarpy,
 - pobocza dróg,
 - rowy melioracyjne,
 - ekotonowe pasy roślinności brzegowej pomiędzy roślinnością antropogeniczną (pola, łąki) a płatami roślinności naturalnej.
- **wyspy ekologiczne** – obiekty powstałe w wyniku naturalnych procesów lub gospodarczej działalności człowieka, która spowodowała fragmentację siedlisk. Zwykle są to niewielkie powierzchnie pokryte inną roślinnością niż rosnąca w otoczeniu, np.:
 - starorzecza,
 - niewielkie torfowiska,
 - piaskowe wyniesienia terenowe otoczone użytkami zielonymi lub polami,
 - nieczynne kamieniołomy lub żwirownie i inne podobne obiekty,
 - zadrzewienia w obrębie i przy zakładach przemysłowych (np. na zwałach, hałdach i wyrobiskach).

⁶³Karg J. 2003. Zadrzewienia śródpolne, strefy buforowe i miedze. Biblioteczka Krajowego Programu Rolnośrodowiskowego. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warszawa, s. 28. ISBN: 83-920037-3-X (Biblioteczka KPR), 83-920037-0-5 (Zadrzewienia śródpolne...).

Obiekty te charakteryzują się znacznie większą **różnorodnością biologiczną** niż otaczające je pola lub intensywnie użytkowane łąki. Można je uznać za ostoje roślin i zwierząt. Wyspy środowiskowe mogą być chronione w formie użytków ekologicznych oraz w ramach systemu rekompensat finansowych, zachęcających rolników do ich utrzymywania w zakresie programów rolnośrodowiskowych^{64,65}.

Część z wymienionych siedlisk znajduje się na glebach nieużytkowanych, które pozostają w użytkowaniu rolniczym lub w ewidencji użytków rolnych, ale ze względu na niekorzystne warunki przyrodnicze, antropogeniczne i ekonomiczne mają niską produktywność. Zadrzewienia są najczęstszymi i najważniejszymi formami grupowych śródpolnych wysp środowiskowych. Są one często pozostałością fragmentacji ekosystemów leśnych, które z biegiem czasu uległy przekształceniom. Znacznie rzadziej są one efektem nasadzeń. Najczęściej składają się one z rosnących w niewielkich grupach drzew i krzewów (m.in. brzozy, osiki, graby, tarniny, mirabelki i inne). Mniejsze znaczenie mają miedze, zakrzaczenia, nasypy, małe obszary trawiaste czy wyrobiska poeksploatacyjne.

Grunty zadrzewione i zakrzewione są to grunty porośnięte roślinnością leśną, których powierzchnia jest mniejsza od 0,1 ha, a także:

- tereny torfowisk, pokrytych częściowo kępami krzewów i drzew karłowatych,
- grunty porośnięte wikliną w stanie naturalnym oraz krzewiastymi formami wierzb w dolinach rzek i obniżeniach terenu,
- przylegające do wód powierzchniowych grunty porośnięte drzewami lub krzewami, stanowiące biologiczną strefę ochronną cieków i zbiorników wodnych,
- jary i wąwozy pokryte drzewami i krzewami w sposób naturalny lub sztuczny w celu zabezpieczenia przed erozją, niezaliczone do lasów,
- wysypiska kamieni i gruzowiska porośnięte drzewami i krzewami,
- skupiska drzew i krzewów mające charakter parku, ale niewyposażone w urządzenia i budowle służące rekreacji i wypoczynkowi,
- zadrzewione i zakrzewione tereny nieczynnych cmentarzy⁶⁶.

Pozytywną rolę zadrzewień w tworzeniu lokalnych mikroklimatów dostrzeżono na wielu obszarach Europy i Azji już w starożytności. W późniejszych wiekach sadzenie pasów zadrzewień było już powszechnie stosowane na dużych obszarach rolnych dzisiejszej Ukrainy, Turcji, Rosji, Chin. Ich celem było głównie powstrzymanie erozji wietrznej i wodnej. Na terenie Polski tradycję tworzenia pasów zadrzewień jako pierwsi wprowadzili osadnicy z Niderlandów na obszarze Żuław Wiślanych w XVI wieku. Podobne aleje zadrzewień pojawiły się licznie w XVIII wieku na terenie dawnych Prus.

⁶⁴Kucharski L., Chmielecki B. 2021. Znaczenie wysp środowiskowych w ochronie szaty roślinnej gminy Uniejów. Biuletyn Uniejowski. t. 10 www.biuletynuniejowski.geo.uni.lodz.pl, <https://doi.org/10.18778/2299-8403.10.05>.

⁶⁵Materiał informacyjny dotyczący płatności z tytułu praktyk rolniczych korzystnych dla klimatu i środowiska (zazielenienie). 2021. MRiRW, s. 47.

⁶⁶Źródło definicji: Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków. Miejsce publikacji: (Dz. U. 2021 poz. 1390).

Rolę rolnictwa ekologicznego i kształtowania środowiska na obszarach wiejskich dostrzegł generał Dezydery Chłapowski, który w latach 20-tych XIX wieku w swoim majątku w Turwii (obecnie woj. wielkopolskie), liczącym około 10 tys. ha, utworzył rozległy system zadrzewień. Efektem tego przedsięwzięcia był istotny wzrost produkcji rolniczej w jego gospodarstwie. Po odzyskaniu niepodległości przez Polskę została przeprowadzona jedna z największych akcji zadrzewiania, kiedy to w ciągu 10 lat posadzono ponad 5,5 milionów drzew. Także po drugiej wojnie światowej, na początku lat 50. próbowano wskrzesić ideę gospodarki zadrzewieniowej. Mimo, że każdej wiosny rozdawano miliony sadzonek drzew i krzewów, to jednak akcja powiększania arealu zadrzewień nie była zbyt popularna i w konsekwencji ilość nowych nasadzeń szybko zmalała.

Zadrzewienia pełnią wiele funkcji, a do najważniejszych można zaliczyć:

- **funkcje klimatyczne** – obecność zadrzewień powoduje obniżenie temperatury powietrza, przy jednoczesnym wzroście jego wilgotności. Jest to spowodowane transpiracją wody z powierzchni blaszek liściowych. W określonych warunkach atmosferycznych z liści jednego drzewa może wyparować nawet 300 litrów na dobę. Warto też wspomnieć, że drzewa i krzewy w procesie fotosyntezy wykorzystują dwutlenek węgla, zamieniając go w tlen i w ten sposób uczestniczą również w redukcji gazów cieplarnianych. Jedno niewielkie drzewo wytwarza rocznie około 100 kg tlenu. Zadrzewienia posiadają znaczący potencjał ograniczania zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze. Mogą akumulować w glebie aż do 20 ton dwutlenku węgla na hektar na rok. Kolejna, pozytywna rola zadrzewień szczególnie ujawnia się w czasie napływu suchych i jednocześnie ciepłych mas powietrza⁶⁷. W tych warunkach atmosferycznych następuje silny wzrost parowania potencjalnego i rzeczywistego (nawet o 100 mm), a zadrzewienia pozwalają zmniejszyć ten negatywny skutek o prawie połowę i w ten sposób zmniejszyć straty w końcowym plonie. Okazało się, że wpływ zadrzewień na wielkość bilansu wodnego pola zależy także od typu upraw polowych. W przypadku upraw mających małe wymagania wodne (zboża) wpływ ten jest znacznie mniejszy niż w przypadku upraw reagujących silnie na niedobory wodne, takich jak lucerna czy buraki cukrowe. Można przyjąć, że im więcej zadrzewień polnych, tym większa oszczędność wody w krajobrazie rolniczym, zwłaszcza w okresach suchych.
- **łagodzenie niedoborów wody** – zadrzewienia śródpolne ograniczają straty wody z gleby średnio o 25% i spowalniają tempo topnienia śniegu, co jest istotne dla odtwarzania pozimowych zapasów wody glebowej. Przy zmiennym ukształtowaniu terenu pasy zadrzewień ograniczają spływy powierzchniowe, przez co większa ilość opadów ma szansę wsiąknąć w glebę, jednocześnie zwiększając odpływ podziemny.

⁶⁷Kędziora A. 2005. Przyrodnicze podstawy gospodarowania wodą w Polsce. W: Praca zbior. Ryszkowski L., Kędziora A. Ochrona środowiska w gospodarce przestrzennej. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań. s. 75-113.

- **ochrona wód przed zanieczyszczeniem** – pasy zadrzewień spełniają istotną rolę w ochronie wód przed zanieczyszczeniami powierzchniowymi, a gleb przed zanieczyszczeniami komunikacyjnymi⁶⁸. Są one zdolne do przechwytywania biogenów z wody przesączającej się przez strefy zasięgu systemów korzeniowych tych roślin. W wodach gruntowych pod zadrzewieniami spadek koncentracji azotanów może wynosić do 97%, a fosforanów o 25%. Ponadto zaobserwowano redukcję stężenia metali ciężkich i innych szkodliwych związków chemicznych, w tym pozostałości pestycydów. Podobną rolę, choć nieco mniej skutecznie, pełnią również łąki, a także rosnące wzdłuż cieków wodnych pasy roślin zielnych i krzewów.
- **zapobieganie zubożeniu biocenozy i zwiększenie biologicznej ochrony pól** – dziko rosnąca roślinność jest ostoją i miejscem gniazdowania m.in. pszczoły miodnej i dzikich owadów pszczołowatych, które są naturalnymi wrogami szkodników upraw, a jednocześnie zapylaczami takich upraw, jak gryka, słonecznik, koniczyzna, rzepak, mak, len, łubin i groch. Ich pożyteczną rolę obserwuje się również w sadach i na plantacjach krzewów owocowych. Likwidacja ziołorośli na miedzach i skarpach prowadzi do spadku zagęszczenia naturalnych zapylaczy. W przypadku, kiedy powierzchnie pól oddalone są o więcej niż 300 m od najbliższych miejsc ostojowych są one pozbawione naturalnej ochrony przed szkodliwymi owadami. Generalnie wielkopowierzchniowe połączenia pól bez miedz, zadrzewień i ziołorośli eliminują z krajobrazu rolniczego wiele organizmów pożytecznych, dla których brakuje miejsc do życia, żerowania, rozrodu, itp.
- **zapobieganie erozji wietrznej** – pasy zadrzewień oraz zakrzaczenia (w mniejszym stopniu) hamują prędkość wiatru średnio o 20%, a maksymalnie nawet do 70%. W ten sposób ogranicza się wywiewanie cząstek materii organicznej z pól (ryc. 37). Ponadto dają one cień, przez co przyczyniają się do zmniejszenia parowania z powierzchni gruntu. Ten rodzaj funkcji ochronnej gleb szczególnie widać na stokach, na których pasy drzew i krzewów rosną prostopadle do kierunku wiatrów.
- **przeciwdziałanie erozji wodnej** (problem ten dotyczy 20% powierzchni Polski) polegającej na wymywaniu gleby podczas intensywnych opadów. Zdolność zwiększenia pojemności wodnej gleb pod korzeniami drzew skutkuje wzmocnieniem się struktury gleby, przez co jest ona bardziej zasobna w materię organiczną.

⁶⁸Środowiskowe uwarunkowania zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Synteza badań diagnostycznych. 1998. Praca zbior. Red. Łojewski S, Skinder Z. ATR, Bydgoszcz.



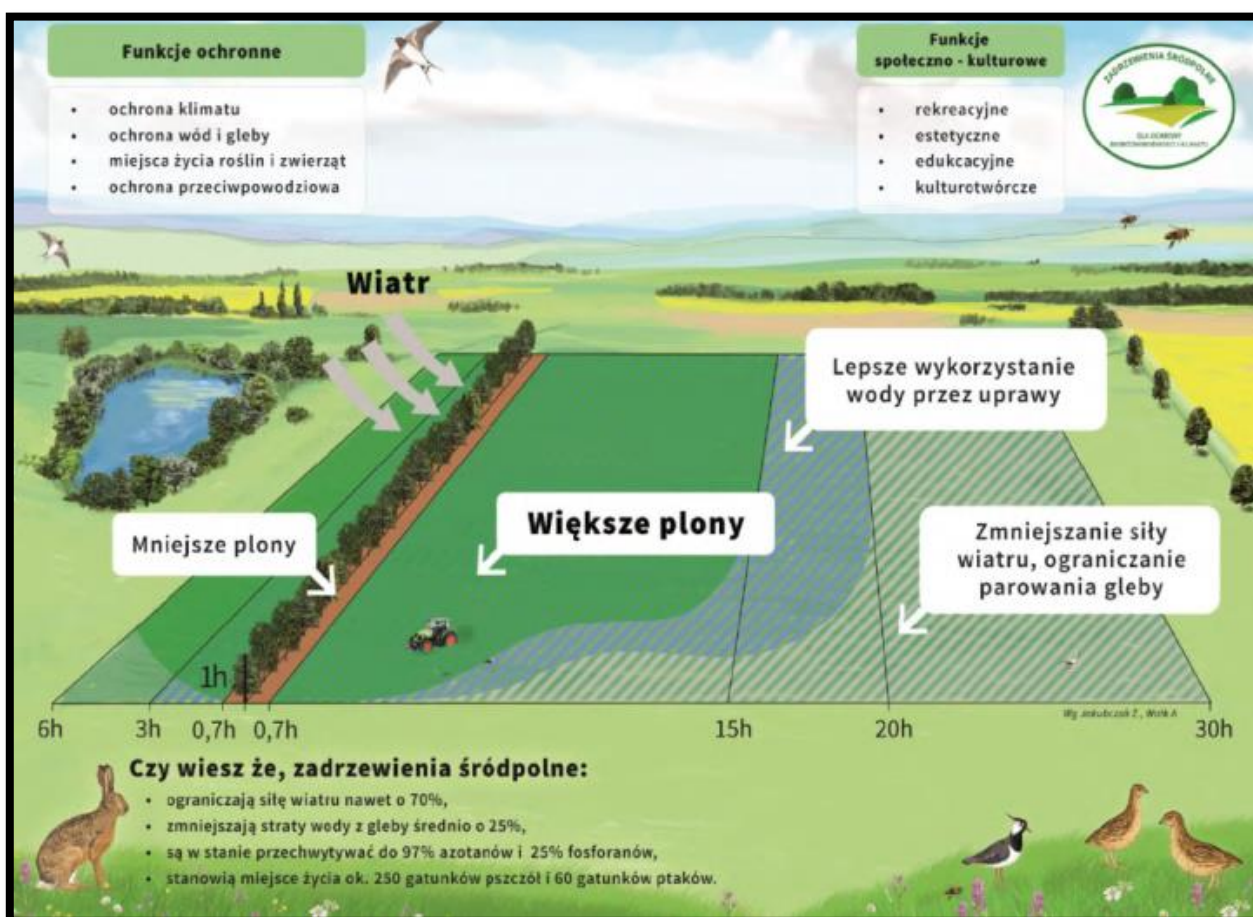
Rycina 37 Przykład erozji wietrznej i jej skutków na polach (fot. Marek Rząsa)

Obecnie coraz częściej podkreśla się znaczenie zadrzewień w świadomym, korzystnym kształtowaniu krajobrazu, a ostatnio o zadrzewieniach śródpolnych często pisze się w kontekście tzw. **zielonej infrastruktury**⁶⁹. Zielona infrastruktura to zaplanowana sieć obszarów naturalnych i półnaturalnych, zaprojektowana i zarządzana w sposób mający zapewnić szeroki zakres świadczonych usług ekosystemowych (tab. 17).

⁶⁹Kujawa A. i in. 2018.

Usługi	Korzyści z usług ekosystemowych zadrzewień
Zaopatrzeniowe	<ul style="list-style-type: none"> dostarczają żywność (np. owoce, zioła, karma dla zwierząt) surowce (np. drewno, wiklina, materiały ozdobne) leki (np. surowce dla przemysłu farmaceutycznego)
Usługi regulacyjne	<ul style="list-style-type: none"> wpływają na mikroklimat (np. zwiększają wilgotność powietrza, obniżają jego temperaturę) wiążą dwutlenek węgla oczyszczają powietrze, wodę oraz glebę zwierzęta żyjące w zadrzewieniach uczestniczą w zapyłaniu i rozsiewaniu roślin są środowiskiem wielu gatunków zwierząt drapieżnych i organizmów pasożytniczych ograniczających liczebność szkodników upraw
Wspomagające	<ul style="list-style-type: none"> stanowią w krajobrazie rolniczym miejsca do życia wielu organizmów, zwiększając różnorodność biologiczną biorą udział w procesach glebotwórczych, powstawaniu i rozkładzie materii organicznej, a także w obiegu pierwiastków oraz w cyklu hydrologicznym

Za podsumowanie informacji dotyczących różnych rodzajów funkcji ochronnych zadrzewień śródpolnych i korzyści wynikających z ich zachowania może posłużyć poniższy plakat opracowany na zlecenie Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (ryc. 38).



Rycina 38 Zadrzewienia śródpolne dla ochrony bioróżnorodności i klimatu (NFOŚiGW)

Śródpolne oczka wodne to, druga po zadrzewieniach, najczęstsza forma grupowych śródpolnych wysp środowiskowych⁷⁰. **Oczka wodne** powstały w wyniku wielowiekowych procesów przekształcania się środowiska naturalnego lub w wyniku działalności człowieka. Wiek antropogenicznych zbiorników wodnych, będącymi młodymi środowiskami wodnymi, nie przekracza najczęściej 100–150 lat, a nawet wynosi mniej. Do takich młodych zbiorników zalicza się stawy poeksploatacyjne, powstałe w dawnych żwirowiskach i kopalniach piasku. Wszystkie wymienione formy zbiorników wodnych wpływają ograniczająco na spływ zanieczyszczeń do otwartych cieków wodnych.

Wyróżnia się **trzy typy śródpolnych oczek wodnych** (ryc. 39, 40, 41):

- o lustrze wodnym odkrytym całkowicie,
- o lustrze wodnym częściowo zarośniętym,
- o lustrze wodnym okresowo wysychającym.



Rycina 39 Śródpolne oczko wodne o lustrze odkrytym całkowicie⁷¹



Rycina 40 Śródpolne oczko wodne o lustrze wodnym częściowo zarośniętym⁷²

⁷⁰Gamrat R. 2012. Studia nad różnorodnością śródpolnych wysp środowiskowych w dorzeczu Iny. Wyd. Szczecin. ss. 99.

⁷¹<https://docplayer.pl/docs-images/74/71084182/images/105-0.jpg>



Rycina 41 Śródpolne oczko wodne o lustrze wodnym okresowo wysychającym (fot. B. Bąk)

Śródpolne zbiorniki wodne mają duże znaczenie dla życia i przetrwania wielu gatunków roślin i zwierząt będących pod ochroną. Są **enklawami bogatej i zróżnicowanej flory i fauny**. W większym lub mniejszym stopniu, bez względu na podstawową funkcję, pełnią pozytywną rolę w środowisku – spowalniają odływ powierzchniowy, zwiększając zdolności retencyjne doliny. Zbiorniki śródpolne wzbogacają walory przyrodnicze krajobrazu⁷³. Rola oczek wodnych w gospodarce wodnej na obszarach rolniczych jest uzależniona od zmieniających się warunków klimatycznych. Obserwowane od lat 80. XX wieku zmiany klimatu powodują, że coraz częściej pojawiają się okresy suszy meteorologicznej, glebowej i hydrologicznej. Ich skutkiem jest zasychanie oczek wodnych, które stają się przeważnie płytkimi i bezodpływowymi zbiornikami wodnymi, oraz zarastanie tafli wodnej, co prowadzi do trwałego obniżenia poziomu lustra wody. Coraz rzadziej obserwuje się oczka wodne wypełnione wodą przez cały rok; najczęściej wypełnienie następuje tylko zimą i wiosną (ryc. 41).

Tylko w okresach lub latach, kiedy oczka są zalane wodą, spełniają one rolę zbiorników małej retencji. Wówczas mogą one być **naturalnymi zbiornikami wody pobieranej do nawodnień, do celów przeciwpożarowych**. Jednocześnie pozytywnie oddziałują na sąsiednie pola uprawne i dostarczają niezbędne zasoby wilgoci dla gleby, podnoszą wilgotność powietrza terenu otaczającego oraz obniżają temperaturę powietrza w porze dziennej i podnoszą w nocy.

Zróżnicowanie szaty roślinnej śródpolnych oczek wodnych jest uzależnione od warunków geomorfologicznych, trofii wód (czyli produktywności biologicznej zbiorników wodnych) oraz układu roślinności. Na obszarach intensywnej gospodarki rolnej, prowadzonej wokół śródpolnych oczek wodnych, szczególnie cenne są zakrzewienia zlokalizowane przy tafli wodnej i na obrzeżach zbiorników. Jest to naturalna bariera dla biogenów spływających do wód oczek.

⁷²<https://poznan.wyborcza.pl/poznan/7,36001,26136236,oczko-wodne-posrodku-pola-tak-jesli-chcemy-zapobiec-suszy.html?disableRedirects=true>

⁷³Olszewska B., Paluch J., Pływaczyk L. 2007. Wpływ warunków zasilania na jakość wody w śródpolnych zbiornikach wodnych oraz skład florystyczny porostu w ich otoczeniu. Acta Sci. Pol. Formatio Circumietus 6(3), 19-28.

Istnienie oczek wodnych jest uzależnione nie tylko od zmian klimatu, lecz również od działalności człowieka. Na szczęście coraz rzadziej obserwuje się likwidację oczek poprzez zasypywanie zagłębień, ich zanieczyszczenie ściekami lub wylewaną gnojownicą, a także wycinkę roślinności występującej w strefie brzegowej. Niekiedy stają się one też zbiorowiskami różnego rodzaju śmieci, gruzu, porzuconych maszyn rolniczych.

Strefy buforowe to wszystkie trwałe środowiska chroniące przyległe do nich ekosystemy⁷⁴. Zgodnie z założeniami *Programu Rolnośrodowiskowego* są one rozumiane jako bariery chroniące przede wszystkim środowiska wrażliwe i cenne przyrodniczo. Strefami buforowymi są **pasyy ochronne roślinności trwałej** – traw i ziół, o różnej szerokości, usytuowane na styku pól uprawnych lub intensywnych łąk ze środowiskami nie rolniczymi. Szczególnie ważne są strefy buforowe położone nad brzegami śródpolnych zbiorników i cieków wodnych, a także wszelkiego rodzaju wysp środowiskowych. Do stref buforowych zalicza się również **miedze**, czyli nieuprawiany pas terenu rozgraniczający pola. Zarówno strefy buforowe, w tym także istniejące na trwałych użytkach zielonych, jak i miedze śródpolne zalicza się do obszarów proekologicznych.

Z przyrodniczego punktu widzenia miedze to siedlisko bogatej fauny bezkręgowców – owadów i ślimaków – oraz kręgowców np. skowronków, przepiórek czy kuropatwy. Tutaj znajdują one schronienie, mają możliwość przezimowania, znajdują pokarm i miejsce rozrodu. Na miedzach znajdują się również warunki do egzystencji owadów zapylających, takich jak muchówki, chrząszcze i błonkówki. Owady te korzystają z nektaru i pyłku zwykle bardzo bogatej roślinności, jak również znajdują tu miejsce na założenie gniazd i możliwość przezimowania.

Wpływ stref buforowych i miedz:

- niektóre typy zadrzewień poprawiają jakość wód w śródpolnych zbiornikach i ciekach,
- wzrasta różnorodność flory i fauny,
- zwiększa się liczba taksonów bezkręgowców w tych strefach do 26–29, podczas gdy na przyległych polach nie przekracza ona 20,
- zmniejsza się koncentracja azotu azotanowego w wodach odprowadzanych. Przy pokryciu 5% powierzchni zlewni barierami biogeochemicznymi nie przekracza ona 8 mg/l, a przy 17% – 5 mg/l.

W strefach buforowych wyróżnia się **elementy proekologiczne** (tzw. EFA), do których zalicza się^{75,76}:

- **grunty ugorowane** – grunty bez produkcji rolnej (brak działalności rolniczej tj. brak produkcji, hodowli lub uprawy produktów rolnych, w tym zbiorów, dojenia, hodowli zwierząt oraz utrzymywania zwierząt do celów gospodarskich. Zakaz produkcji rolnej dotyczy okresu od dnia 1 stycznia do dnia 31 lipca.

⁷⁴Karg, 2003.

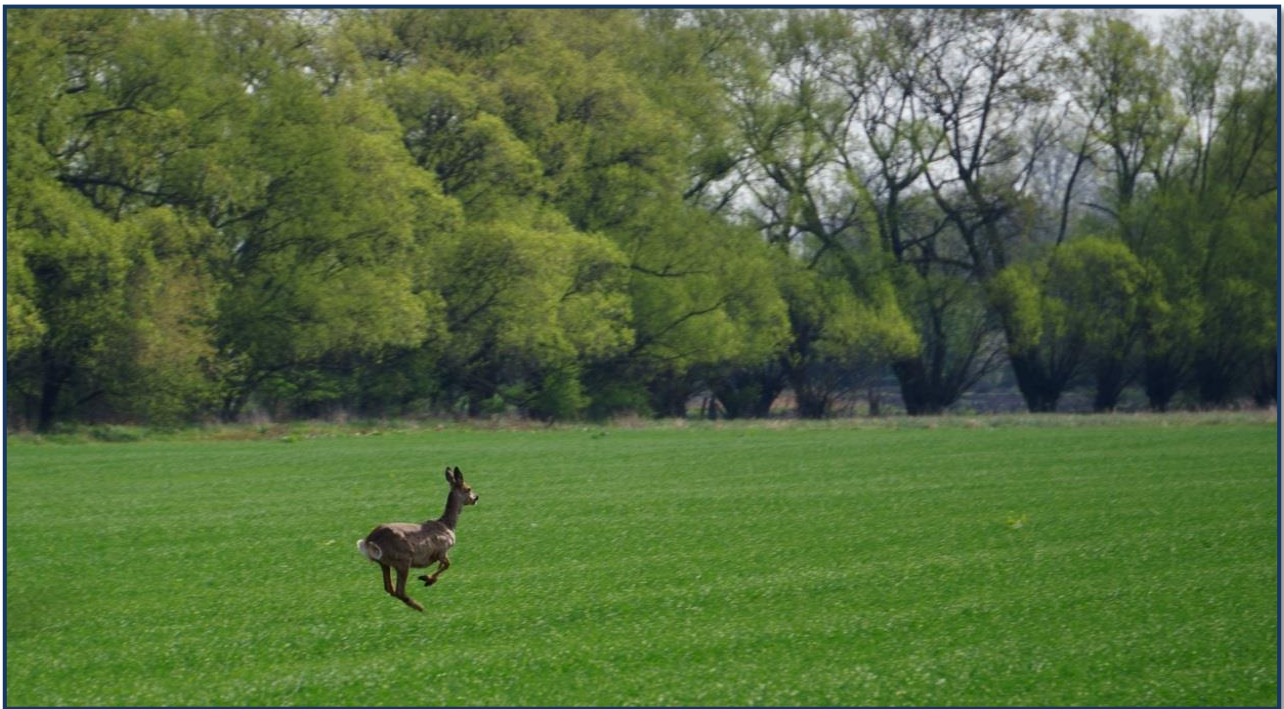
⁷⁵Elementy proekologiczne (EFA). Źródło: ARiMR.

⁷⁶<https://archiwum.arimr.gov.pl/pomoc-unijna/platnosci-bezposrednie/platnosci-bezposrednie-w-roku-2019-informacje/platnosc-zazielenienie/obszary-proekologiczne.html>

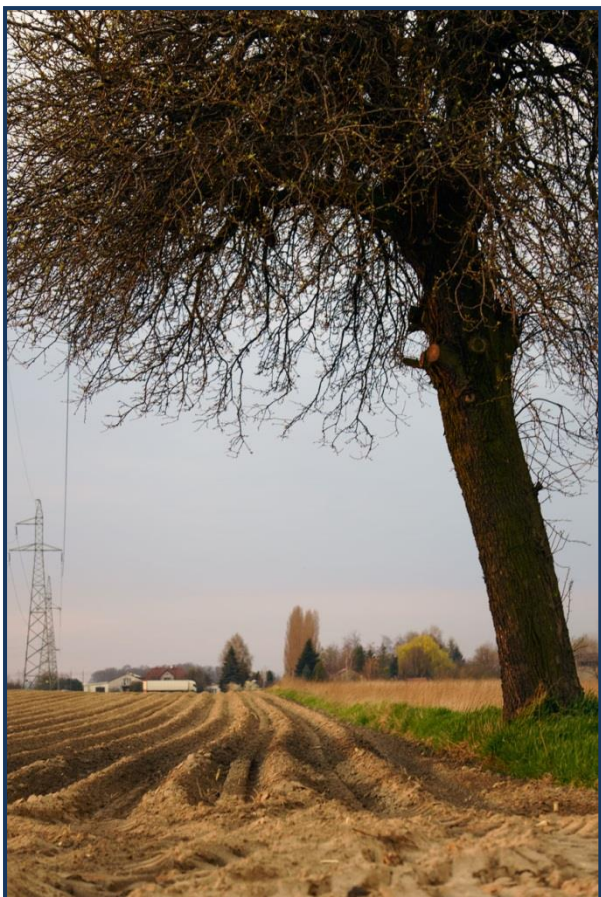
- **grunty ugorowane z roślinami miododajnymi** (bogatymi w pyłek lub nektar) – zakaz prowadzenia produkcji rolnej w przypadku ugorów z roślinami miododajnymi został wydłużony do 30 września danego roku. Grunty te mogą zostać utworzone przez wysianie mieszanki składającej się z co najmniej z dwóch gatunków roślin miododajnych.
- **elementy krajobrazu:**
 - **żywoploty i pasy zadrzewione** – o maksymalnej szerokości do 10 m, chyba że ich szerokość nie przekracza 2 m i została wliczona do działki rolnej; po zastosowaniu współczynnika przekształcenia,
 - **drzewa wolnostojące** (ryc. 44) – o średnicy korony minimum 4 m, chyba że drzewa zostały wliczone do działki rolnej; po zastosowaniu współczynnika przekształcenia,
 - **zadrzewienia liniowe** (ryc. 43) – obejmujące drzewa o średnicy korony minimum 4 m; odległość między koronami drzew nie powinna przekraczać 5 m (elementy te nie mogą stanowić części lasu); po zastosowaniu współczynnika przekształcenia,
 - **zagajniki śródpolne obejmujące drzewa krzewy lub kamienie** (ryc. 45) – o maksymalnej powierzchni do 0,3 ha z obiektów nie większych niż 0,5 ha (elementy te nie mogą stanowić części lasu), chyba że łączna powierzchnia skupisk zadrzewień nie przekracza 0,01 ha i została wliczona do działki rolnej,
 - **oczka wodne** (ryc. 42) – o maksymalnej wielkości zaliczanej do EFA wynoszącej 0,3 ha z obiektów nie większych niż 1 ha, z wyłączeniem zbiorników zawierających elementy betonowe lub plastik, chyba że powierzchnia oczka wodnego jest mniejsza niż 100 m² i została wliczona do działki rolnej. Do powierzchni oczka wodnego wliczana jest strefa z roślinnością nadbrzeżną,
 - **rowy** (ryc. 46) włączając **otwarte ciek wodne** służące do nawadniania i odwadniania – o maksymalnej szerokości 10 m z wyłączeniem kanałów wykonanych z betonu; po zastosowaniu współczynnika przekształcenia,
- **strefy buforowe i miedze śródpolne** – o szerokości od 1 m do 20 m, na których nie jest prowadzona produkcja rolna, chyba że strefa została wliczona do działki rolnej; po zastosowaniu współczynnika przekształcenia,
- **obszary z zagajnikami** – o krótkiej rotacji, bez stosowania środków ochrony roślin i stosowaniu nawożenia mineralnego w dopuszczalnych dawkach.



Rycina 42 Oczko wodne z dobrze rozwiniętą strefą buforową, położone wśród gruntów ornych, powiat grodziski (fot. K. Karpińska)



Rycina 43 Zadrzewienie liniowe wzdłuż rowu melioracyjnego i sarna, jedna z wielu żyjących w jego pobliżu (fot. K. Karpińska)



Rycina 44 Wolnostojące drzewo na granicy pola uprawnego i ugoru (fot. K.Karpińska)



Rycina 45 Zagajnik śródpolny złożony z drzew i krzewów (fot. K Karpińska)



Rycina 46 Rów melioracyjny z dobrze rozwiniętą roślinnością nabrzeżną (fot. K. Karpińska)

W celu zachowania ww. obszarów proekologicznych, na powierzchni odpowiadającej przynajmniej 5% powierzchni gruntów ornych w gospodarstwie, na **rolników nałożono obowiązek ich utrzymania**. Przepisy dotyczą rolników posiadających więcej niż 15 ha gruntów ornych, z uwzględnieniem gruntów ornych niezgłoszonych do płatności. Rolnicy ci zobowiązani są do utrzymania obszarów EFA, przy czym przewidziano też dopłaty.

Regulacje prawne dotyczą stref buforowych:

- znajdujących się na trwałych użytkach zielonych, które wyraźnie odróżniają się od powierzchni użytków rolnych. W zależności od norm stosowania nawozów, minimalne szerokości stref buforowych mogą wynosić: 5 m, 10 m lub 20 m,
- innych o szerokości nie mniejszej niż 1 m i nie większej niż 20 m, usytuowanych na gruncie ornym lub przylegające do gruntu ornego, w taki sposób, że ich dłuższe krawędzie są równoległe do krawędzi cieku wodnego,
- strefy buforowe mogą obejmować również pasy z roślinnością nadbrzeżną o szerokości do 10 m występującą wzdłuż cieku wodnego, jak również te położone na gruncie ornym, które przylegają dłuższą krawędzią do gruntów ornych gospodarstwa,
- nie można prowadzić produkcji rolnej, natomiast na tych obszarach jest możliwy wypas lub koszenie, pod warunkiem, że strefę tę będzie można odróżnić od przyległych użytków rolnych. Powyższa zasada odnosi się także do stref buforowych ustanowionych w ramach norm DKR jeśli rolnik zdecyduje się je zadeklarować do EFA.

Przepisy stanowią, że w określonych sytuacjach z obowiązku realizacji utrzymania obszarów proekologicznych zwolnione mogą być gospodarstwa:

- w których więcej niż 75% gruntów ornych to:
 - trawy lub inne pastewne rośliny zielne,
 - grunt ugorowany,
 - grunty wykorzystywane do uprawy roślin strączkowych,
 - połączenie powyższych, niezależnie od powierzchni pozostałych gruntów ornych.
- w których więcej niż 75% kwalifikującej się powierzchni gruntów rolnych to:
 - trwałe użytki zielone,
 - trawy lub inne pastewne rośliny zielne,
 - połączenie powyższych, niezależnie od powierzchni pozostałych gruntów ornych.

Z obowiązku utrzymania obszarów proekologicznych możliwe jest także wyłączenie rolników, którzy na części gruntów ornych w gospodarstwie prowadzą produkcję ekologiczną, pod warunkiem, że pozostała powierzchnia gruntów ornych zajmuje powierzchnię do 15 ha.

Preferuje się **gatunki rodzime**, najlepiej przystosowane do lokalnych warunków klimatycznych, glebowych i biocenotycznych. Jednocześnie należy unikać sadzenia gatunków i odmian rozmnażanych wegetatywnie, które są mniej odporne na choroby i niekorzystne warunki klimatyczne niż populacje

zróznicowane genetycznie. Nie wszystkie gatunki nadają się do wprowadzania do zadrzewień śródpolnych ze względów fitosanitarnych, ponieważ są żywicielami pośrednimi niektórych szkodników i chorób roślin. Do takich należą: trzmielina, kalina, szakłak, czeremcha i większość gatunków z rodziny różowatych. Gatunki te mogą być stosowane w innych (nie śródpolnych) zadrzewieniach lub tylko jako domieszka. Także nie powinno się wprowadzać do zadrzewień większej ilości topoli i jesionu ze względu na rozległe systemy korzeniowe wnikające na przyległe do zadrzewień uprawy i szybkość regeneracji korzeni niszczonych przez orkę.

Przy projektowaniu zadrzewień, z uwzględnieniem zarówno wymogów ze strony drzew i krzewów (warunki glebowe, wodne), jak i funkcji, jakie mają one pełnić, można wykorzystać 26 gatunków podstawowych i 25 gatunków uzupełniających drzew właściwych dla zadrzewień oraz 21 gatunków podstawowych i 26 gatunków uzupełniających krzewów⁷⁷ (tab. 18, 19).

Tabela 18 Najważniejsze gatunki drzew i krzewów właściwych dla zadrzewień

Drzewa	Krzewy
Brzoza brodawkowata	Dereń właściwy
Brzoza omszona	Bez czarny
Jesion wyniosły	Głogi
Klon jawor	Grab pospolity
Klon zwyczajny	Karagana syberyjska
Lipa drobnolistna	Klon tatarski
Lipa szerokolistna	Kruszyna pospolita
Lipy (inne gatunki o długim okresie kwitnienia)	Leszczyna pospolita
Modrzew europejski	Porzeczki
Modrzew polski	Róże
Olsza czarna	Śliwa ałczya
Robinia akacyjowa	Śliwa tarnina
Topole (wiele odmian)	Wierzba iwa
Wierzba biała	Wiśnia wonna
Wierzba krucha	

Tabela 19 Drzewa i krzewy domieszkowe

Drzewa	Krzewy
Buk zwyczajny	
Czeremcha zwyczajna	
Czereśnia ptasia	
Dąb bezszypułkowy	
Dąb szypułkowy	
Jabłoń dzika	
Jarzęby	
Klon polny	
Olsza szara	
Sosna zwyczajna	
Wiąz górski	
	Kolcowój zwyczajny
	Szakłak pospolity
	Trzmielina brodawkowata
	Wierzba wiciowa

⁷⁷Zajączkowski K. (red.), Tałataj Z., Węgorek T., Zajączkowska B. 2001. Dobór drzew i krzewów do zadrzewień na obszarach wiejskich. IBL, Warszawa 2001, s. 78.

Przedstawione działania dotyczące zalesień, utrzymywania zadrzewień i zakrzewień śródpolnych, oczek wodnych oraz tworzenia stref buforowych, są **przykładami tzw. małej retencji wodnej**, która ma na celu zatrzymywanie wody w najbliższym otoczeniu oraz spowalnianie spływu wód, przy jednoczesnym zachowaniu środowiska naturalnego. Działania te mają również za zadanie likwidację przyczyn i skutków wciąż pogarszających się naturalnych stosunków wodnych oraz łagodzenie skutków suszy.

Jedną z pozytywnych ról oczek wodnych występujących na obszarach rolniczych jest to, że mogą one **w czasie podtopień przejąć spływającą wodę z najbliższego otoczenia**, co prowadzi do szybszego odwodnienia pól. Podobną rolę w lasach spełniają rowy melioracyjne, zwłaszcza gdy są powiązane z ciekim wodnym. Do poprawy retencji w lasach prowadzi również ich rekultywacja, która polega na oczyszczeniu terenu z drzew i krzewów, a następnie obsadzeniem go drzewami i krzewami, które są bardziej odpowiednie dla danego środowiska.



Rycina 47 Przykład wykonanej melioracji leśnej⁷⁸

Jednak nie wszystkie działania dotyczące utrzymania lub zwiększania retencji gleby na obszarach leśnych mają pozytywne skutki, przede wszystkim ze względu na problemy ekologiczne i hydrologiczne. Stwierdzono, że oczyszczanie leśnego rowu melioracyjnego powoduje silne zamącenie wody, uwolnienie dużych ilości szlamu, który pokrył dno i zniszczenie fauny dna oraz zmianę jego składu. Ponadto notuje się wzrost wartości pH, jak również wydzielenie się rtęci, azotu i potasu⁷⁹. Występowanie powyższych zjawisk potwierdzają również obserwacje poczynione w Szwecji⁸⁰. W celu złagodzenia wymienionych

⁷⁸<https://www.wzmiuw.pl/porady-i-wskazowki-dotyczace-melioracji-lasow/>

⁷⁹Porady i wskazówki dotyczące melioracji lasów. <https://www.wzmiuw.pl/porady-i-wskazowki-dotyczace-melioracji-lasow/>

⁸⁰Ciura T. 2017. Melioracje wodne w lasach polskich i szwedzkich. <https://www.forest-monitor.com/pl/melioracje-wodne-w-lasach-polskich-i-szwedzkich/>

negatywnych skutków melioracji należy postępować bardzo ostrożnie z pracami terenowymi i dobierać odpowiednią technologię prac, adekwatną do poszczególnych lokalizacji (ryc. 47, 48).



Rycina 48 Nowoczesny sprzęt „Varanen” do prowadzenia czynności utrzymaniowych sieci rowów melioracyjnych w Szwecji (fot. Anja Lomander)

Badania ankietowe prowadzone wśród mieszkańców wsi pokazały, że średnio co trzeci ankietowany zdawał sobie sprawę z funkcji ochronnych tych środowisk, przy czym największy odsetek osób świadomych wagi problemu odnotowano wśród mieszkających w okolicy obfitującej w takie wyspy środowiskowe. Brak zrozumienia przez część rolników pozytywnego oddziaływania powyższych zbiorowisk roślinnych na rolniczą przestrzeń produkcyjną roli może doprowadzić do ich likwidowania w celu usprawnienia prac agrotechnicznych i zwiększenia areалу upraw⁸¹. Powyższe badania sugerują potrzebę szerszej i pogłębionej edukacji społeczeństwa, głównie mieszkańców wsi w celu popularyzacji wiedzy ekologicznej.

Ważną kwestią dla utrzymania potencjalnych źródeł wody w środowisku jest zbiorowa świadomość społeczeństwa na temat roli pozytywnych funkcji, jakie pełnią wyspy środowiskowe (śródpolne) i zalesienia.

3.2.1.4 Działalność bobrów

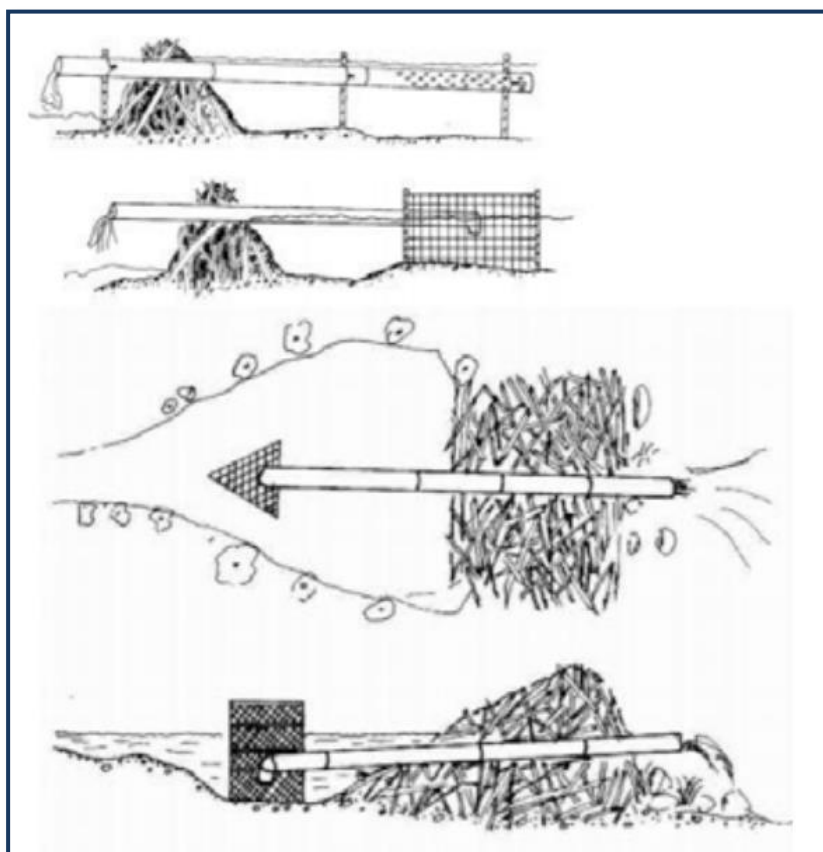
Odwrócenie niekorzystnych skutków wykonanych dawniej melioracji wymaga w tej chwili ogromnych nakładów finansowych, zaangażowania instytucji państwowych oraz ludności lokalnej, a także po prostu czasu. Nieoczekiwaną i darmową pomoc w tym wyzwaniu mogą nam zaoferować bobry. W rozlewiskach bobrowych w skali kraju gromadzonych jest co najmniej **kilkanaście milionów metrów sześciennych wody**. Aby skorzystać z ich pomocy, należy jedynie im nie przeszkadzać. Walka z bobrami na ogół jest mało skuteczna, ponieważ jeśli środowisko jest dla nich atrakcyjne, będą stale do niego powracały.

⁸¹Dudek T., Polak A. 2016. Stan wiedzy mieszkańców wsi na temat znaczenia zadrzewień śródpolnych na przykładzie gminy Lubaczów. ITP Woda Środ. Obsz. Wiej. T. 16 (VII-IX), Z. 3 (55), s. 35-46

Niestety, działalność bobrów często postrzegana jest jako niepożądana, ze względu na potencjalne szkody, jakie mogą wyrządzić (tab. 20). Jednak mając świadomość, jak wiele korzyści niesie sąsiedztwo bobra (tab. 21), warto zadać sobie pytanie, czy na pewno ten wodny inżynier bardziej nam szkodzi, niż pomaga? Jeżeli w odpowiedni sposób zabezpieczymy kluczowe elementy naszej infrastruktury, może warto oddać trochę przestrzeni i pozwolić mu działać?

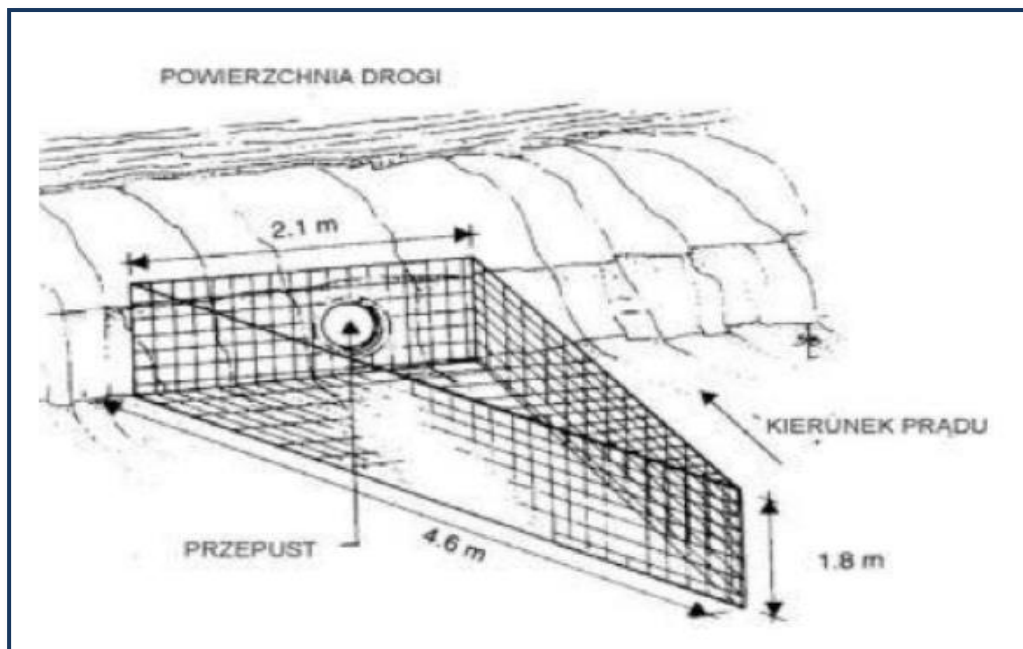
Skutecznymi zabiegami **ograniczającymi negatywne efekty działalności bobrów** są np.:

- Montaż w tamie bobrowej urządzeń stabilizujących poziom wody, takich jak rury przelewowe (ryc. 49),
- Zabezpieczenie potencjalnie zagrożonych przepustów drogowych za pomocą siatki lub klatki (ryc. 50),
- Zabezpieczenie cennych drzew przed zgryzaniem za pomocą metalowej siatki,
- Ogrodzenie upraw rolnych za pomocą metalowej siatki ogrodzeniowej lub elektrycznego ogrodzenia typu „pastuch”,
- Odsunięcie obwałowań od koryt cieków, w celu ograniczania kopania w nich nor bobrowych,
- Zabezpieczenie wałów powodziowych (np. umocnienia kamienne), jeżeli nie ma możliwości ich odsunięcia,
- Tworzenie stref buforowych w odległości ok. 20 m od zbiorników wodnych i rezygnacja z zabudowy w sąsiedztwie rzek⁸².



Rycina 49 Schemat montażu w tamie bobrowej urządzenia stabilizującego poziom wody - rury przelewowej

⁸²Głodowski R. 2020. Bobry – naturalni sprzymierzeńcy czy wymyśleni wrogowie? Ekspertyza Woda w Rolnictwie. Koalicja Żywa Ziemia.



Rycina 50 Schemat zabezpieczenia przepustu drogowego za pomocą klatki

Wpływ bobrów na środowisko⁸³:

- Stawy bobrowe utrzymują wodę na poziomie stosunkowo stałym w porównaniu do poziomu wody w cieku.
- Pojedynczy staw może magazynować różną ilość wody – od 100 do 200 tys. m³, drugie tyle mieści się w osadach przechwytywanych przez tamy – jedna niewielka tama może zatrzymać ok. 5 tys. m³ rocznie.
- Siedliska bobrowe chłoną wodę wiosną i oddają latem.
- Tamy bobrowe zwiększają retencję zlewni, a jej wielkość zależy będzie od zagęszczenia siedlisk bobrowych i warunków panujących w zlewni (kształt, rodzaj gleby, stosunki wodne).
- Lokalnie zmniejszają szczyt fali powodziowej.
- W okolicy tam bobrowych podwyższa się i stabilizuje poziom wody gruntowej, natomiast zmniejsza się ryzyko erozji, a zwiększa osadzanie cząstek mineralnych i organicznych.
- Inicjują naturalne procesy bagiennie. Płytko, nasłoneczniona woda w stawie stwarza korzystne warunki do rozwoju dla zbiorowisk bagiennych z turzycami, trzcinami i szuwarem.
- Bobry poważnie zmieniają charakter i kształt linii brzegowej cieku lub zbiornika (poprzez kopanie nor i kanałów, transportowania drewna z łądu i podwyższenia poziomu wody w wyniku budowy tam). Nurt staje się łagodniejszy, pojawiają się wypłylenia i zagłębienia, brzeg stabilizowany jest przez zarośla wierzby.
- Przy dużym zagęszczeniu bobrów mogą one modyfikować nawet 40% całkowitej długości cieków, a w czasie lata ich rozlewiska magazynują nawet 30% wody w całych zlewniach.

⁸³<https://www.naszbobr.pl/wpływ-bobrow-na-srodowisko-i-gospodarke-czlowieka/>

- W stawach bobrowych stwierdza się znaczne zwiększenie aktywności metabolicznej mikroorganizmów zasiedlających wody i osady, w porównaniu do ciekłu wpływającego i wypływającego.
- Rozlewisko bobrowe działa niczym oczyszczalnia wody – skład chemiczny wody w stawie zmienia się, zwiększa się zawartość azotu, a w beztlenowych osadach magazynowane są związki azotu, fosforu i węgla. Zatrzymywane są metale ciężkie, a wpływające do stawu wody zanieczyszczone kwasami i zasadami ulegają zobojętnieniu. Pływające i wykopujące muł bobry powodują mieszanie się wody i przyspieszają procesy chemiczne. Woda opuszczająca staw jest bardziej klarowna i czystsza, co pozytywnie wpływa na rośliny i inne zwierzęta zamieszkujące siedliska bobrowe.
- W siedlisku bobrowym zmiana ulega struktura i skład gatunkowy roślinności. Inicjowane są procesy odtwarzania naturalnych zespołów zaroślowych (łozowisk i zarośli wierzbowo-brzozowych) oraz zespołów leśnych łągów, olsów i grądów, charakterystycznych dla dolin rzek. Rozwijają się również warstwa runa z trawami i ziołoroślami. Powstaje szeroka strefa ekotonowa.
- W stawach bobrowych powstają dogodne warunki do rozwoju dla planktonu roślinnego i zwierzęcego oraz bezkręgowców wodnych, co stwarza źródło pożywienia dla wielu gatunków ryb.
- Różnorodne warunki (płytsza i głębsza woda, nory, wysepki, martwe drzewa) tworzą atrakcyjne siedliska dla wielu zwierząt, m.in. płazów, gadów, drobnych ssaków, wydry, piżmaka, norki, sarny, jelenia, dzika oraz wielu ptaków (m.in. bociana czarnego, czapli siwej, żurawia).
- Stawy bobrowe i ich okolice mogą stanowić miejsce edukacji, lokalną atrakcję turystyczną lub też miejsce dla wędkarzy.

Tabela 20 Oddziaływanie bobrów na gospodarkę człowieka uważane za negatywne i powodujące konkretne, policzalne straty gospodarcze

Gospodarka rolna	Gospodarka leśna
<ul style="list-style-type: none"> • Podtapianie gruntów w wyniku budowy tam, blokowanie przepustów, niszczenie grobli • Niszczenie drzew owocowych i ozdobnych • Wybieranie plonów • Kopanie kanałów • Tąpienia gruntu 	<ul style="list-style-type: none"> • Podtapianie gruntów leśnych, w konsekwencji obumieranie drzewostanów • Ścinanie drzew • Podtapianie dróg i kompleksów leśnych
Gospodarka wodna	Inne
<ul style="list-style-type: none"> • Kopanie nor w groblach stawów, wałów przeciwpowodziowych • Blokowanie rowów melioracyjnych, przepustów i innych budowli 	<ul style="list-style-type: none"> • Ścinanie drzew na szlaki komunikacyjne, linie telefoniczne i energetyczne • Uszkodzenie drzew pomnikowych • Degradacja niektórych ekosystemów chronionych • Negatywny wpływ na niektóre gatunki ryb

Tabela 21 Zmiany zachodzące w typowym strumieniu zasiedlonym przez bobry

Zmiany morfologiczne i hydrologiczne w strumieniu	Zmiany właściwości fizykochemicznych wody i osadów	Zmiany biologiczne
<ul style="list-style-type: none"> Zmniejszenie szybkości prądu Zalanie terenu powyżej tamy i ustabilizowanie poziomu wody Powstanie strefy brzegowej typowej dla stawu Zwiększenie otwartej przestrzeni wokół powstałego stawu Przerwanie dotychczasowej ciągłości wzdłużnej strumienia 	<ul style="list-style-type: none"> Zatrzymywanie osadów mineralnych i organicznych Zwiększenie ilości i dostępności związków węgla, azotu, fosforu oraz innych substancji odżywczych Modyfikacja krążenia pierwiastków Zmniejszenie lub zwiększenie stężenia tlenu w wodzie Podwyższenie temperatury wody Zmniejszenie kwasowości wody i osadów (poprzez zwiększenie właściwości buforujących) 	<ul style="list-style-type: none"> Zmiany składu gatunkowego roślinności wokół stawu Zwiększenie różnorodności gatunkowej roślin Zwiększenie produkcji biomasy roślin Zwiększenie aktywności mikroorganizmów beztlenowych w osadach oraz tlenowych na dnie zbiornika Zwiększenie produkcji planktonu Zwiększenie zagęszczenia i biomasy bezkręgowców Zmiana składu gatunkowego bezkręgowców Zwiększenie zagęszczenia i biomasy kręgowców związanych z wodą Zmiana składu gatunkowego kręgowców

3.2.2 Retencja glebowa

Zdrowa gleba to siedlisko dla ogromu gatunków organizmów, które przekształcają materię organiczną w próchnicę, pozwalając jej gromadzić wodę i składniki pokarmowe. **Zrozumienie zachodzących zależności i odpowiednia ochrona właściwości gleby uprawnej**, odpowiadającej za wychwytywanie i utrzymanie wody na potrzeby wzrostu i rozwoju roślin, jest pierwszym krokiem w kierunku zatrzymania kryzysu ekonomicznego i środowiskowego, przed którym stoi dziś rolnictwo.

Retencja glebowa to zdolność gleby do zatrzymania i magazynowania wody. Czynniki, które bezpośrednio wpływają na retencję wody w glebie to: skład granulometryczny gleby, porowatość gleby, zawartość materii organicznej, okrycie gruntu oraz aktualna dostępność wody w glebie.

Rolnik, poprzez wykonywane zabiegi na gruntach ornych, **ma możliwości wpływania na poprawę stosunków wodno-powietrznych w glebie** (optymalna porowatość i struktura gruzełkowata) oraz **na ochronę przed parowaniem**. Takimi działaniami są m.in. zabiegi spulchniania gleby, zapobieganie mineralizacji próchnicy oraz erozji, stosowanie nawozów naturalnych, organicznych oraz racjonalizację nawożenia mineralnego. Ochronę przed wyparowaniem wody wprowadza się za pomocą kompleksowych działań wpływających na przerwanie podsiąku kapilarnego (np. uprawa bezorkowa), oddziałując na bilans wodny w skali pola (np. utrzymując trwałą okrywą glebową ze zdrową roślinnością) oraz w skali zlewni rolniczej (np. systemy rolno–drzewne, pozostawienie gruntów marginalnych jako ostoi dla różnorodności biologicznej)⁸⁴.

⁸⁴Borek R. 2020. Dobre praktyki zachowujące wodę w glebie. Ekspertyza Woda w Rolnictwie. Koalicja Żywa Ziemia.

3.2.2.1 Odpowiednie metody agrotechniczne

Wśród metod agrotechnicznych zwiększających zasoby wody glebowe wymienić należy zarówno te powodujące wzrost zawartości **próchnicy w glebie**, **poprawiające strukturę gleby** jak i **zabiegi przeciwerozyjne**, w tym uprawę poplonów. Zwiększenie retencji glebowej odbywa się również poprzez zmniejszenie transpiracji roślin, kiedy są odpowiednio dobrane i uprawiane we właściwym płodozmianie. Technika uprawy gleby nastawiona na zapobieganie stratom wody glebowej poprzez wprowadzanie uproszczeń również sprzyja **ograniczeniu parowania z powierzchni gleby**.

Struktura gleby jest istotnym czynnikiem wpływającym na zdolności retencyjne gleb uprawnych. Do typów gleb, które najczęściej wymagają poprawy struktury **należą gleby silnie piaszczyste** oraz **silnie gliniaste**. Gleby piaszczyste charakteryzują się luźną strukturą, dużą przepuszczalnością, niską zawartością materii organicznej i składników pokarmowych oraz skłonnością do przesuszania. Z kolei gleby gliniaste mają silnie zagęszczoną, słabo przepuszczalną strukturę oraz tendencję do zaskorupiania. Gleby zwarte mogą również gromadzić duże ilości soli, metali ciężkich i toksyn⁸⁵.

W glebach ciężkich (słabo przepuszczalnych) zwiększenie zdolności retencyjnych uzyskuje się poprzez zwiększenie ich przewiewności i przepuszczalności, stosując zabiegi agromelioracyjne, takie jak:

- **spulchnianie**
 - wykonywane przy małej miąższości warstwy próchnicznej,
 - celem jest spulchnienie podglebia lub głębszego podłoża,
- **kretowanie**
 - ma na celu rozkruszenie zbitego podglebia, przy równoczesnym stworzeniu kanalików, ułatwiających odpływ nadmiaru wody,
 - zabieg wykonuje się często dla przygotowania nowych stanowisk pod uprawy sadownicze, wykonywane jest wtedy dla podglebia na głębokościach 60–70 cm, a przy potrzebie agromelioracji podłoża na głębokościach 70–80 cm,
- **orka melioracyjna**
 - stosowana w uprawach polowych, na glebach ciężkich,
 - celem jest rozkruszenie tzw. podeszwy płużnej,
 - na obszarach o zdegradowanej budowie profilu glebowego wykonywana jest z dodatkowym pogłębieniem.

Strukturę gleby poprawia **aplikacja dodatków glebowych zarówno syntetycznych jak i naturalnych**. Wpływ naturalnych dodatków glebowych na strukturę gleby polega przede wszystkim na stabilizacji agregatów glebowych, zwiększaniu lub zmniejszaniu gęstości objętościowej gleby oraz poprawie stosunków powietrzno-wodnych gleby.

⁸⁵Garbowski, T., Bar-Michalczyk, D., Charazińska, S., Grabowska-Polanowska, B., Kowalczyk, A., Lochyński, P. (2023). An overview of natural soil amendments in agriculture. *Soil & Tillage Research*, 225, 105462.

Działanie dodatków glebowych jest różne, w zależności od typu gleb, na jakich są stosowane:

- przy **glebach gliniastych** dodatki te rozluźniają strukturę gleby, zapobiegając jej zaskorupianiu i zwiększając przewodność hydrauliczną tych gleb,
- przy **glebach o luźnej strukturze** przyczyniają się do mechanicznej stabilizacji agregatów glebowych oraz zwiększaniu retencji wodnej.

Chociaż **naturalne dodatki glebowe** kojarzą się głównie z substratami organicznymi, takimi jak obornik, gnojowica, kompost czy resztki roślinne, to w tej grupie znajdują się również dodatki mineralne (wapno, minerały ilaste, bazalt, gips, zeolity itp.). Jednak należy mieć na uwadze ograniczenia w ich stosowaniu, ponieważ w niektórych przypadkach mogą one wpłynąć negatywnie na strukturę gleby.

W Polsce jednym z najpopularniejszych zabiegów agrotechnicznych w uprawie roślin jest wapnowanie gleby. Wapno poprawia strukturę agregatów glebowych, zwiększa odporność gleby na erozję, ułatwia zatrzymywanie wody i zmniejsza ryzyko zaskorupienia gleby.

Podobne działanie wykazuje stosowanie gipsu, który nie jest tak popularny w Polsce, natomiast za granicą (np. w Finlandii), prowadzone są intensywne badania z jego wykorzystaniem na glebach uprawnych.

Do **syntetycznych dodatków glebowych** należą głównie tzw. **hydrożele**, czyli superabsorbenty polimerowe o usieciowanej strukturze pozwalającej na pochłanianie dużych ilości wody (400–600 g H₂O/g hydrożelu)⁸⁶. Do najpopularniejszych hydrożeli stosowanych w rolnictwie należą substraty na bazie poliakrylamidu (PAM) oraz poliakrylanów (PAA). Ponadto hydrożele wpływają na poprawę struktury gleby poprzez poprawę aeracji, odporności na erozję oraz zwiększenie stopnia agregacji substratu glebowego. Jednak najważniejsze działanie tych dodatków polega na zatrzymywaniu wody w profilu glebowym w czasie nawadniania lub opadów, a następnie stopniowe jej uwalnianie w okresach suszy.

Optymalne dawki hydrożeli na glebach rolniczych różnią się w zależności od wyjściowych parametrów gleby, specyfiki upraw czy warunków klimatycznych, jednak zwykle wahają się w zakresie 2–10 kg/ha⁸⁷. W porównaniu do hydrożeli, skuteczne dawki dodatków naturalnych liczone są w tonach na hektar. Są one jednak łatwiejsze w pozyskaniu i często stanowią materiał odpadowy z produkcji rolniczej (np. obornik, resztki roślinne, kompost) co przemawia za opłacalnością ich stosowania.

Spadek zawartości materii organicznej (w tym próchnicy) w glebach uprawnych jest jednym z poważniejszych zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności. Spadek ten jest spowodowany między innymi zmianami klimatycznymi oraz pogłębiającymi się zjawiskami erozji. Materia organiczna absorbuje wodę zwiększając wilgotność gleby przez długi okres czasu, tym samym poprawiając plonowanie roślin.

⁸⁶Kulikowski, Ł. Kulikowski, E., Matuszewski, A., Kiepuski J. (2018). Hydrogels in the Natural Environment – History and Technologies. *Ecological Engineering*, 19, 205–218.

⁸⁷Grabowska-Polanowska, B., Garbowski, T., Bar-Michalczyk, D., Kowalczyk, A. (2021). The benefits of synthetic or natural hydrogels application in agriculture: An overview article.

Do metod zwiększania próchnicy glebowej należy:

- zwiększanie dopływu materii organicznej do gleby poprzez nawożenie organiczne:
 - zwiększanie zawartości próchnicy w glebie poprzez wprowadzanie różnego rodzaju dodatków organicznych (obornik, gnojowica, kompost, słoma itp.) istotnie wiąże się ze zwiększeniem ilości wody dostępnej dla roślin,
 - jest to szczególnie ważne w przypadku suchych gleb piaszczystych ubogich w próchnicę,
 - kwasy humusowe zawarte w dodatkach organicznych zwiększają pojemność wodną gleby.
- ograniczenie tempa mineralizacji materii organicznej w glebie:
 - parametrem, który odpowiada za ilość próchnicy glebowej jest stosunek C:N – wskaźnik ten odpowiada za tempo mineralizacji materii organicznej pod wpływem działalności drobnoustrojów glebowych,
 - jeżeli wprowadzane dodatki glebowe cechować się będą dużą zawartością węgla, a małą azotu (C:N > 30:1) mikroorganizmy glebowe będą intensyfikować proces mineralizacji próchnicy i na odwrót, im większa zawartość azotu w glebie, tym ubytek materii organicznej jest mniejszy.
- odpowiednia uprawa – uproszczenie uprawy:
 - polega na zastąpieniu orki płytszymi i bezodkładnicowymi uprawkami,
 - może zmniejszyć straty węgla w glebie o około 30%,
 - proces mineralizacji próchnicy ulega zahamowaniu również w okresie tzw. miesięcy spoczynkowych – bez uprawy roli (jesień, zima). Dlatego wydłużenie tego okresu, np. przez uprawę roślin wieloletnich (motylkowate, trawy) wpływa pozytywnie na zawartość próchnicy w glebie⁸⁸.

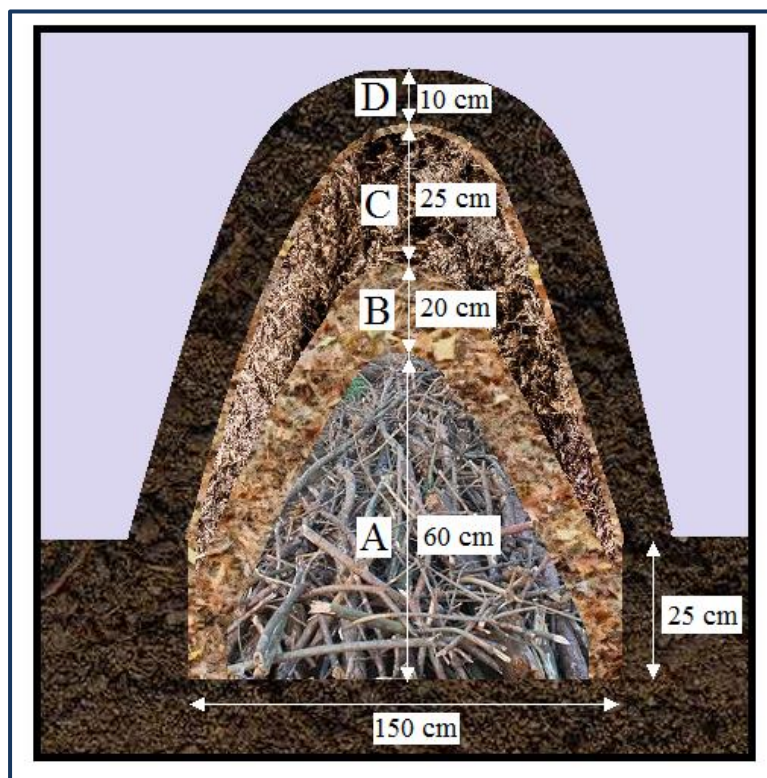
Kopce „Hügelkultur” (kopiec z kłódami drewna) jest metodą stosowaną od wieków w Niemczech, jednak obecnie odkrywana na nowo. Jest to metoda **permakultury**, która wykorzystuje proces rozkładu drewna zakopanego pod ziemią. W praktyce wykonuje się kopce o wysokości do ok. 2 m, w których znajduje się materiał drzewny (kłody lub resztki drewna) czasami z dodatkiem kompostu, darni czy słomy (ryc. 51). Kopce „Hügelkultur” są wykonane w celu imitowania naturalnego obiegu składników odżywczych, który zachodzi w procesie rozkładu drewna oraz zwiększenia zdolności retencyjnej gleb⁸⁹. Lignina zawarta w drewnie, tworzy podczas rozkładu gęstą sieć włókien zatrzymujących duże ilości wody w glebie. **Zaletą takiego gromadzenia wody jest jej stopniowe uwalnianie do gleby.** Oprócz wody, procesy rozkładu biomasy roślinnej uwalniają także bogactwo makro- i mikroelementów nawet przez 15–20 lat⁹⁰. Kopce mogą być również obsiewane roślinnością jednak ich produktywność

⁸⁸Pałosz, T. (2009). Rolnicze i środowiskowe znaczenie próchnicy glebowej i metodyka jej bilansu. Rocznik Ochrony Środowiska, 11, 328-338.

⁸⁹Laffoon, M. 2016. A Quantitative Analysis of Hugelkultur and Its Potential Application on Karst Rocky Desertified Areas in China. Honors College Capstone Experience/Thesis Projects. Paper 602. http://digitalcommons.wku.edu/stu_hon_theses/602

⁹⁰https://zodr.pl/lpw2020/download/broszury/sposoby_poprawy_retencji_wody_w_glebie.pdf.

rozpoczyna się najczęściej w drugim roku uprawy. Jest to rozwiązanie zalecane głównie na glebach ciężkich i zwięzłych, chociaż kopce stosowano także z powodzeniem na suchych glebach piaszczystych w Chinach.



Rycina 51 Schemat kopca "HÜGELKULTUR" z poszczególnymi warstwami: A – fragmenty drewna, B – resztki roślinne lub torf, C – kompost, D – gleba⁹¹

Stosując opisaną metodę należy uważać na możliwość **przenawożenia** (eutrofizacji) gleby w wyniku intensywnego uwalniania składników biogennych w pierwszych latach rozkładu drewna. W celu minimalizacji tego zagrożenia zaleca się stosowanie starszego drewna w formie bali, których rozkład jest znacznie wolniejszy niż drewna rozdrobnionego. Można również wprowadzać na powierzchni kopców uprawy wymagające dużych ilości azotu np. warzyw, co ograniczy jego przedostawanie się do gleby.

Innym zagrożeniem jest możliwość gromadzenia nadmiernych ilości wody na stokach, na których lokalizuje się kopce. Wówczas działają one podobnie jak wał przeciwpowodziowy, co może skutkować ich zniszczeniem i pojawieniem się lokalnych podtopień, a nawet powodzi. Aby temu zapobiec stosuje się w takich miejscach kopce o bardziej skośnych ścianach lub lokalizuje się je w naprzemiennych kierunkach⁹².

Wśród **technik i metod agrotechnicznych działanie przeciwerozyjne** można uzyskać dzięki:

- zmniejszaniu ewapotranspiracji
 - odpowiedni dobór roślin jest kluczowy do ograniczenia strat parowania oraz adaptacji rolnictwa do niekorzystnych skutków zmian klimatu.
- właściwy płodozmian:

⁹¹Kiss Veronika, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=85571683>

⁹²https://zodr.pl/lpw2020/download/broszury/sposoby_poprawy_retencji_wody_w_glebie.pdf.

- odpowiednie zaplanowanie zacząć należy od badania jakości i zasobności gleb oraz ustalenia głównej uprawy,
- w każdym zmianowaniu można wyodrębnić od jednego do kilku członów, składających się z rośliny nie będącej zbożem i następujących po niej zbożach,
- kluczowe, dla zachowania funkcji przeciwoerozyjnych, jest uwzględnienie w płodozmianie roślin motylkowych, trawy oraz roślin wczesnie wysiewanych, takich jak żyto ozime, pszenżyto, rzepak.

Właściwy, ochronny, przeciwoerozyjny płodozmian uwzględnia wymagania poszczególnych upraw oraz rodzaj i jakość stanowisk. **Optymalizacja zmianowania upraw** poprzez taką ich rotację, aby nie dopuszczać do pozostawiania pól bez okrywy, sprzyja zwiększeniu plonowania, przy zachowaniu dobrego stanowiska na kolejne lata. Poplony i śródplony pozostawiane niezaorane na okres zimy mogą być ratunkiem po kolejnej prawie bezśnieżnej zimie.

W warunkach znaczących i powtarzających się regularnie deficytów wody, na glebach przepuszczalnych, alternatywą dla konwencjonalnej orkowej uprawy są **uprawa zerowa, konserwująca, bezorkowa** oraz **uprawa uproszczona**. Uproszczenia dotyczą zarówno spłylenia zabiegu uprawowego czy spłylenia orki, jak i rezygnacji z całych zespołów uprawek.

Zalety tego systemu to pod względem środowiskowym nie tylko ograniczenie erozji gleby, ale również lepsze zatrzymywanie wody, zwiększenie zawartości substancji organicznej w glebie oraz obniżenie emisji spalin i dwutlenku węgla. Dodatkowo, rolnik zyskuje na oszczędności czasu, zmniejszeniu kosztów utrzymywania maszyn, obniżeniu zużycia paliw, zatrzymywaniu nawozów i pestycydów w wierzchniej warstwie gleby, przez co można ograniczyć ich stosowanie.

Przy **uprawach konserwujących** powierzchnia gleby pokryta jest resztkami organicznymi co najmniej w 30%, a w przypadku uprawy zerowej, czyli siewu bezpośredniego, w ponad 90%. W uprawie orkowej wszystkie resztki zostają przeorane i wprowadzone w głąb. Gdy wprowadzimy uproszczenia, na powierzchni pola pozostaje 15–30% materiału roślinnego – resztek pozbiorowych czy mulczu. Mulczowana gleba traci mniej niż 0,9 ton gleby/ha, natomiast gleba odkryta (bez roślinności) może tracić nawet 18 ton gleby/ha.

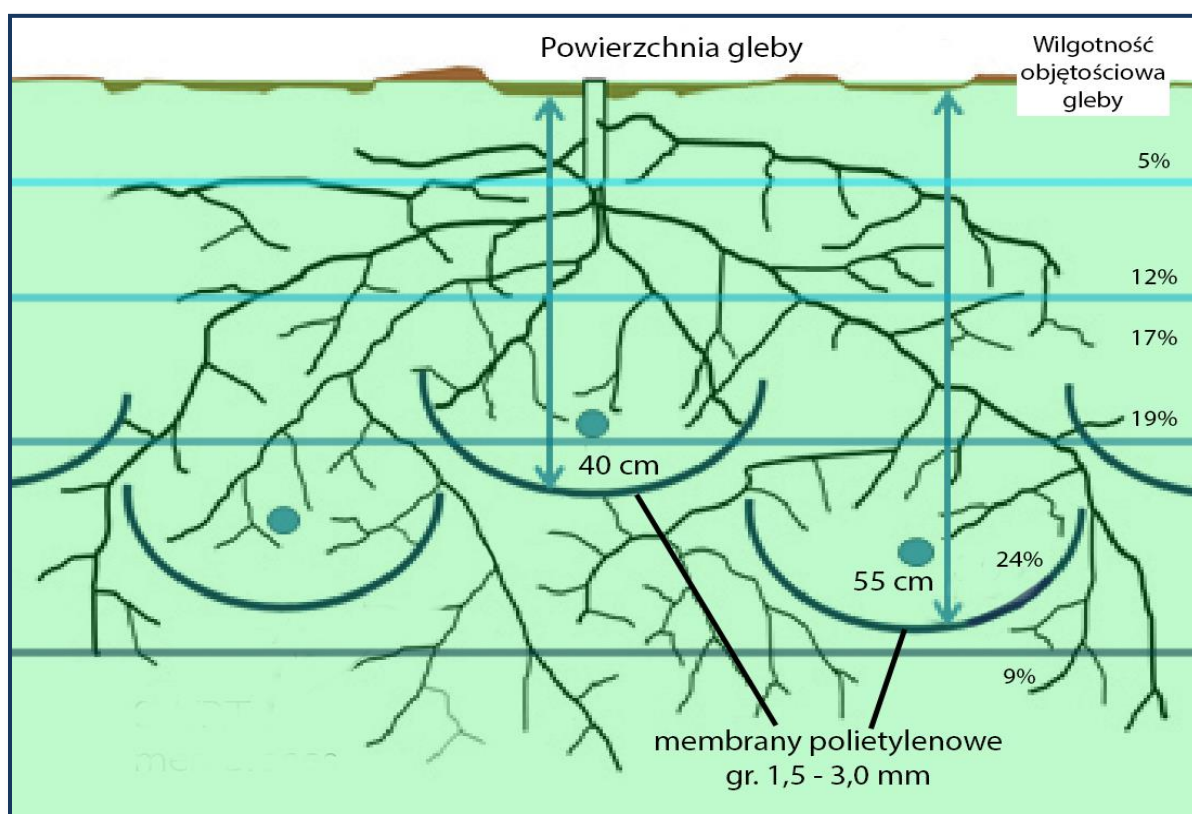
Przeciwoerozyjnie działają również **dotatki glebowe**. Kompost, zatrzymując wody opadowe, ogranicza powstawanie spływów powierzchniowych nawet o 60%. Również mulczowanie przyczynia się do redukcji erozji i utrzymania wilgotności gleby. Spośród dodatków mineralnych, które można wprowadzić do gleby, aby przeciwdziałać erozji, wyróżnić można wapno oraz gips.

Jedną z metod retencji wody w uprawach jest tzw. uprawa uproszczona (z ang. **reduced tillage**)⁹³. Metoda ta, z powodzeniem wykorzystywana w Stanach Zjednoczonych, pozwala zachować resztki roślinne na polu i tym samym ograniczyć parowanie z powierzchni gleby. Zabieg ten doczekał się swojej innowacji w postaci **metody SWRT** (z ang. subsurface water retention technology). Polega ona na umieszczeniu

⁹³<https://adriadapt.eu/adaptation-options/improved-water-retention-and-irrigation-efficiency-in-agricultural-areas/>

pod powierzchnią gleby specjalnej polietylenowej membrany zatrzymującej wodę w warstwie korzeniowej gleby. Według badań, metoda ta pozwala zatrzymać co najmniej 50% wody glebowej, dostarczanej np. w wyniku nawadniania^{94,95}. Membrany podpowierzchniowe mają również za zadanie zapobiegać zalewaniu strefy korzeniowej roślin na glebach piaszczystych. Membrany umieszczane są na głębokości 25–60 cm pod powierzchnią gleby w zależności od jej tekstury. Mają one kształt miski lub „litery U” (ryc. 52).

W obecnej formie instalacja SWRT jest kosztowna i pracochłonna zatem **nie należy jej traktować jako podstawowej metody agrotechnicznej zwiększającej retencję wodną gleb**. Jak dotąd nie potwierdzono również skuteczności tej metody na glebach w Polsce. Jednak była ona już z powodzeniem testowana na przesuszonych glebach Europy (Włochy)⁹⁶, dlatego została wymieniona w tym opracowaniu. Warto zatem śledzić najnowsze informacje związane z rozwojem technologii SWRT tym bardziej, że jest ona określana mianem technologii mającej „potencjał globalny”.



Rycina 52 Układ membran zatrzymujących wodę w glebie⁹⁷ – zmodyfikowane przez T. Garbowski

⁹⁴Kavdir, Y., Zhang, W., Basso, B., Smucker, A.J.M. 2014. Development of a new long-term drought resilient soil water retention technology. *Journal of Soil and Water Conservation*, 69(5), 154-160.

⁹⁵Al-Rawi, S.S., Aoda, M.I., Ati, A.S. 2017. The Role of Subsurface Water Retention Technology (SWRT) for Growing Chili Pepper in Iraqi Sandy Soils. *Journal of Environment and Earth Science*, 7(1), 82-89.

⁹⁶Pari, L., Stefanoni, W., Palmieri, N., Latterini, F. (2022). Assessing the Performance of a Subsurface Water Retention System (SWRS) Prototype: First Evaluation of Work Productivity and Costs. *Inventions*, 7(1), 25. <https://doi.org/10.3390/inventions7010025>.

⁹⁷Al-Rawi, S.S., Aoda, M.I., Ati, A.S. 2017. The Role of Subsurface Water Retention Technology (SWRT) for Growing Chili Pepper in Iraqi Sandy Soils. *Journal of Environment and Earth Science*, 7(1), 82-89.

Agroleśnictwo jest najstarszą formą uprawy, a po latach zapomnienia, jest odkrywane na nowo i stało się jedną z najważniejszych innowacji w rolnictwie. Jest to sposób użytkowania ziemi łączący uprawy, hodowlę zwierząt i leśnictwo w systemy mało rozpowszechnione w Polsce, takie jak:

- uprawy alejowe,
- silvopastoralizm (wypas w sadach owocowych lub wypas na pastwiskach z zadrzewniami śródpastwiskowymi),
- systemy mieszane,
- pasy schronienia (agrobioautostrady),
- produktywne żywopłoty.

Natomiast elementami będącymi składową systemów agroleśnych, a jednocześnie powszechnie znanymi również rolnikom, są m.in. przeciwerozyjne pasy wiatrochronne, zadrzewienia śródpolne i remizy oraz strefy buforowe wzdłuż cieków i zbiorników wodnych.

Jedną z najszybciej rozprzestrzeniających się globalnie technologii agroleśnych służących zwiększaniu pojemności wodnej gleby jest technologia **FNMR (z ang. Farmer Managed Natural Regeneration)**. Jest to zespół zabiegów skupiających się na ochronie i odnowieniu zadrzewień i zakrzewień w sąsiedztwie pól uprawnych.

Rodzaje działań wykonywanych w ramach FNMR obejmują⁹⁸:

- przersedzanie nowo wschodzących drzew i krzewów,
- ochrona pożądanых sadzonek drzew i krzewów przed wypasem,
- gospodarowanie wodą dla lepszego zasilania rosnących drzew i krzewów,
- ochrona przed owadami i chorobami,
- zachowanie dojrzałych drzew i krzewów z których rozwijać się będą nowe osobniki,
- coroczna pielęgnacja zachowanych drzew i krzewów.

Celem tych zabiegów jest przede wszystkim **stymulacja rozwoju roślinności krzewiastej** (drzew i krzewów nie posiadających pnia głównego). Rośliny te, dzięki odpowiednim zabiegom, wytwarzają silny i rozległy system korzeniowy, który zatrzymuje większe ilości wody w glebie⁹⁹. Technologia ta, do tej pory stosowana była na obszarach suchych (Afryka), jednak trwają intensywne prace nad wdrożeniem tej metody w warunkach klimatu umiarkowanego. FNMR jest stosowana od wieków w gospodarce leśnej Europy w tzw. lasach odroślowych, jednak do tej pory nie była ona szeroko zaimplementowana dla zadrzewień śródpolnych. Podczas długotrwałego stosowania FNMR poprawiają się nie tylko warunki glebowe, ale wzrasta także bioróżnorodność obszarów rolniczych. Technologię FNMR uważa się za mało kosztowną i mało ryzykowną, co może stanowić zachętę dla mniejszych i bardziej ubogich gospodarstw rolnych.

⁹⁸Binam, J.N., Place, F., Djalal, A.A., Kalinganire, A. 2017. Effects of local institutions on the adoption of agroforestry innovations: evidence of farmer managed natural regeneration and its implications for rural livelihoods in the Sahel. *Agricultural and Food Economics*, 5:2.

⁹⁹https://zodr.pl/lpw2020/download/broszury/sposoby_poprawy_retencji_wody_w_glebie.pdf.



Rycina 53 Krajobraz zrównoważonego systemu agrolesnego służącego zwiększeniu retencji wody w glebie¹⁰⁰

Paludikultura jest metodą przystosowania terenów podmokłych do upraw rolniczych. Odpowiednie zagospodarowanie mokradeł lub torfowisk pozwala na retencję wody, składników biogenych oraz węgla w glebie. Ważną cechą paludikultury jest **zachowanie w krajobrazie rolniczym terenów podmokłych w stanie zbliżonym do naturalnego**.

Do korzyści z wdrażania paludikultury zalicza się¹⁰¹:

- przeciwdziałanie suszy, zapobieganie powodziom i zwiększenie retencji wodnej w krajobrazie rolniczym,
- odtwarzanie zdegradowanych torfowisk i ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery,
- zmniejszenie odpływu biogenów do wód powierzchniowych i gruntowych,
- akumulacja węgla w biomacie roślin uprawianych na terenach podmokłych,
- ochrona różnorodności biologicznej poprzez utrzymanie lub odtwarzanie siedlisk podmokłych.

¹⁰⁰ <https://sir.cdr.gov.pl/2020/12/11/agrolesnictwo-innowacyjne-rozwiazania-w-rolnictwie/>

¹⁰¹ <https://wmodr.pl/files/xZeBYkhsQM6Q6BBkSZPHkJJY4Kd5b6agBvQ56jWL.pdf>



Rycina 54 Przykład paludikultury w uprawie mchu torfowca (*Spaghnum Moss*) w Dolnej Saksonii (Niemcy)¹⁰²

Podstawową zasadą paludikultury jest **utrzymywanie zbioru roślin uprawnych na poziomie nienaruszającym naturalnych procesów zachodzących na terenach podmokłych**. Zrównoważona paludikultura zakłada również uprawę tylko takich gatunków roślin, które naturalnie rosną na torfowiskach i mokradłach w danej strefie klimatycznej¹⁰³.

W klimacie umiarkowanym będą to zatem:

- Trzcina pospolita (*Phragmites australis*)
- Pałka szerokolistna (*Typha latifolia* L.)
- Pałka wąskolistna (*Typha angustifolia* L.)
- Turzyce (*Carex* L.)
- Olsza czarna (*Alnus glutinosa*)
- Mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*)

Warto zaznaczyć, że Polska jest (obok Niemiec, Danii, Austrii czy Białorusi) krajem podawanym jako **przykład efektywnie prowadzonej paludikultury**, a uprawy na terenach podmokłych w Rozwarowie, Chełmie czy nad Biebrzą stanowią siedliska dla cennych gatunków zwierząt, w tym ptaków.

Istnieją również możliwości kształtowania warunków spływu powierzchniowego i zapobiegania erozji wodnej poprzez **profilowanie użytków rolnych**. W wyniku erozji i spływów powierzchniowych dochodzi do degradacji powierzchni gleby, zwiększenia jej kamienistości czy nadmierne przesuszenie i wyjałowienie. **Procesy erozyjne wpływają też na zwiększenie kosztów uprawy, nawożenia i zbioru**. Szczególnie narażone na skutki erozji oraz spływu powierzchniowego są tereny urzeźbione,

¹⁰²<https://northsearegion.eu/canape/paludiculture/>

¹⁰³<https://ecoreactor.org/paludikultura/>

dlatego na tych terenach, odpowiednie kształtowanie powierzchni pól uprawnych jest nieodzownym elementem rolnictwa.

Uprawa tarasowa jest przykładem tego, że nawet w najbardziej niekorzystnych (pod względem rzeźby terenu) miejscach, można skutecznie i w sposób zrównoważony produkować żywność. Tarasowanie zboczy na terenach intensywnie erodowanych jest najbardziej skutecznym sposobem minimalizowania szkód erozyjnych. Tarasy uprawne tworzą też specyficzny krajobraz kulturowy antropogenicznego pochodzenia¹⁰⁴ (ryc. 55). Warto zaznaczyć, że tarasowanie stoków powinno prowadzić się w miejscach, gdzie występuje brak bardziej przydatnych gruntów do upraw polowych. Ograniczenie nasilenia erozji zależy od szerokości ław tarasów oraz ich spadku w stosunku do pierwotnego nachylenia zbocza i od prawidłowego umocnienia skarp¹⁰⁵.



Rycina 55 Tarasy uprawne na zboczach w Peru (fot. M. Głogowska)¹⁰⁶

Na terenach falistych i niższych wzniesieniach często, zamiast uprawy tarasowej, wykonuje się **uprawę wstęgową**. Polega ona na prowadzeniu zabiegów agrotechnicznych (głównie orki) zgodnie z przebiegiem poziomicy, czyli w poprzek spadków (ryc. 56). Dodatkowo, uprawa utrzymywana jest w niezbyt szerokich pasach, przypominających wstęgi rozciągnięte wzdłuż zboczy. Wstęgi uprawne powinny być projektowane w taki sposób, aby zapewniały okrywą gleby w okresach erozji, a także powinny ułatwiać eksploatację maszyn rolniczych¹⁰⁷. W związku z tym, niezbędnym elementem prawidłowego prowadzenia upraw wstęgowych jest **plodozmian**. Uprawa wstęgowa jest jedną z najmniej kosztownych praktyk ochronnych.

¹⁰⁴Lipski, C., Kostuch, R. (2005). Kształtowanie krajobrazów terenów erodowanych. Acta Agrophysica, 5(2), 245-252.

¹⁰⁵Nowocień, E., Wawer, R. (2021). Środowiskowe skutki erozji gleb i metody ich przeciwdziałania. Studia i Raporty IUNG-PIB, 66(20): 43-79. <https://doi.org/10.26114/sir.iung.2021.66.03>.

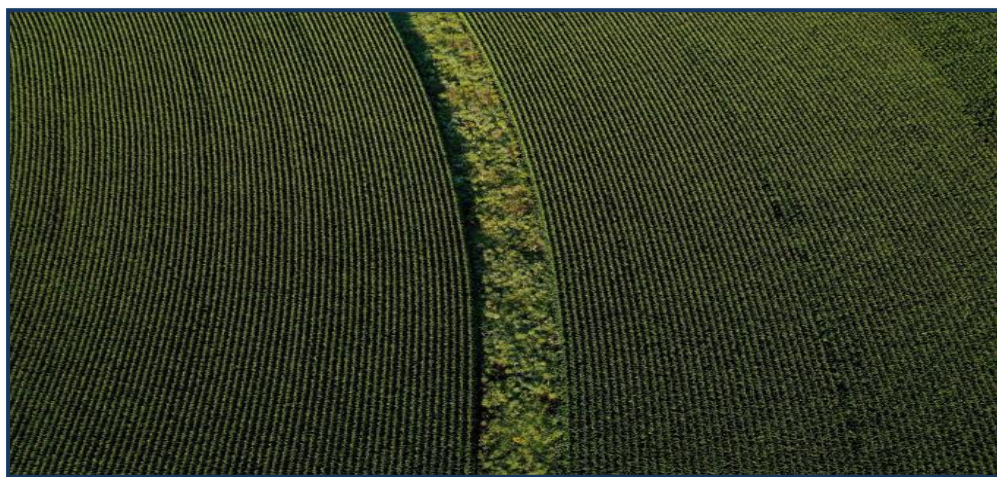
¹⁰⁶<https://home.agh.edu.pl/~peru/galeria1/16.html>

¹⁰⁷<https://straznicy.wwf.pl/wp-content/uploads/2020/09/Przewodnik-zatrzymywanie-wody-EU.pdf>



Rycina 56 Przykład krajobrazu z uprawą wstęgową (fot. Jim Klousia)¹⁰⁸

Na stromych i długich stokach oprócz tarasów często stosuje się również tzw. pasy buforowe. Są to pasy obsadzone roślinnością trwałą o szerokości kilku metrów. Lokalizuje się je w poprzek stoku co kilkadziesiąt metrów (ryc. 57). Ich zadanie polega na zatrzymywaniu składników biogennych zawartych w spływających wodach opadowych i ograniczeniu ich wymywania¹⁰⁹. Roślinność tworząca pasy buforowe to głównie trawy, jednak z czasem mogą na nich wyrastać krzewy i drzewa co zwiększa skuteczność działania tych struktur. Więcej na temat pasów buforowych można znaleźć w *rozdziale 3.2.2.1 Śródpolne wyspy środowiskowe*, str. 96.



Rycina 57 Fragment pasu buforowego z roślinnością łąkową przecinającego uprawy polowe (fot. Iowa State University of Science and Technology)¹¹⁰

¹⁰⁸<https://ediblemadison.com/stories/contour-farming-wisconsin>

¹⁰⁹Lipski, C., Kostuch, R. (2005). Kształtowanie krajobrazów terenów erodowanych. *Acta Agrophysica*, 5(2), 245-252.

¹¹⁰<https://www.nrem.iastate.edu/research/STRIPS/content/what-are-prairie-strips>

Trwale użytki zielone w terenach górskich i podgórskich, ale również w innych terenach Polski, o urozmaiconej rzeźbie, są szczególnie narażone na erozję wodną. Erozja na pastwiskach i łąkach położonych na stokach charakteryzuje się specyficznymi cechami – nie występuje tu powierzchniowe wymywanie gleby, natomiast szczególnie silnie rozwinięta jest **erozja żłobinowa**. Zatem **zabiegi przeciwoerozyjne** powinny tu skupiać się na poprawieniu składu botanicznego traw, spasanii kwaterowym lub właściwym użytkowaniu kośnym.

Do zadań okresowych zaliczyć można budowę urządzeń zatrzymujących wodę (rowy i bruzdy chłonne) oraz zabiegi przeciwdziałające erozji liniowej, tj. wyrównywanie małych żłobin, naprawa urządzeń przegradzających (groble, progi, umocnienia substancjami cementującymi). Wskazane jest utrzymywanie i odtwarzanie zadarnionych skarp oraz pasów ochronnych charakteryzujących się zakrzaczeniem i zadrzewieniem śródpolnym, które przechowują i akumulują składniki mineralne zmywane z erodowanych zboczy. Dodatkowo, należy wziąć pod uwagę kierunek spływu wód opadowych – drogi spływu powinny być trwale zadarnione.

3.2.2.2 Użytki ekologiczne i trwałe użytki rolne (TUZ)

Użytki ekologiczne to, zgodnie z definicją ustawową, zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów mających znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej:

- naturalne zbiorniki wodne,
- śródpolne i śródleśne oczka wodne,
- kępy drzew i krzewów,
- bagna,
- torfowiska,
- wydmy,
- płaty nieużytkowanej roślinności,
- starorzecza,
- wychodnie skalne,
- skarpy,
- kamieńce,
- siedliska przyrodnicze,
- stanowiska rzadkich lub chronionych gatunków roślin, zwierząt i grzybów, ich ostoje oraz miejsca rozmnażania lub miejsca sezonowego przebywania.

Według danych GUS na koniec 2020 r. było w Polsce 8291 użytków ekologicznych o łącznej powierzchni 55,2 tys. ha (0,17% powierzchni kraju).

Użytki ekologiczne najczęściej chronią ekosystemy, które dostarczają tzw. **usług ekosystemowych**, czyli rozmaitych korzyści, które zarówno ludzie, jak i gospodarka, uzyskują dzięki środowisku. Ekosystemy mokradłowe retencjonują wodę, tym samym przyczyniając się do ograniczania skutków susz i powodzi.

Tereny zalewowe umożliwiają rozlewanie się wody w okresach jej nadmiaru, nie generując przy tym żadnych szkód gospodarczych oraz zwiększając bezpieczeństwo powodziowe terenów położonych poniżej. Torfowiska akumulują i magazynują węgiel, ograniczając zmiany klimatu. Ekosystemy obejmowane ochroną jako użytek ekologiczny w ogromnym stopniu wpływają na zachowanie naturalnych elementów krajobrazu, stanowią ostoje bioróżnorodności i stabilizują lokalne warunki wodne i klimatyczne.

Ustanowienie użytku ekologicznego od sierpnia 2009 r. następuje wyłącznie w formie **uchwały rady gminy**, z określeniem nazwy danego obiektu lub obszaru, jego położenia, sprawującego nadzór, szczególnych celów ochrony, a w razie potrzeby ustaleń dotyczących jego czynnej ochrony oraz zakazów właściwych dla tego obiektu, obszaru lub jego części. Uchwała wymaga uzgodnienia z Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska.

Tworzenie użytku ekologicznego jest przedsięwzięciem prostym, nie wymagającym skomplikowanych procedur – ta forma ochrony została wprowadzona po to, aby umożliwić szybkie i masowe obejmowanie ochroną obszarów ważnych dla utrzymania lokalnej bioróżnorodności. Zasoby przeciętnej polskiej gminy pozwalają na utworzenie nawet kilkudziesięciu użytków ekologicznych na jej terenie.

Użytkiem ekologicznym może zostać każde miejsce, które spełnia główny cel tej formy ochrony przyrody i krajobrazu: **zachowanie różnorodności biologicznej na danym terenie**. Będą to ekosystemy wymienione w definicji, ale także każde inne tereny podmokłe, bagienka, stawy, niepozornie wyglądające nieużytki łąkowe, enklawy roślinności tworzące niewielkie „wyspy”, stanowiące często siedliska dla wielu gatunków roślin i zwierząt. Objęte ochroną mogą być tereny bogate w gatunki, ale również takie, w których panują specyficzne warunki siedliskowe.

Należy pamiętać, że utworzenie użytku ekologicznego **nie oznacza od razu wyłączenia danego terenu z gospodarki** – często zalecane jest nawet zachowanie dotychczasowego użytkowania (np. wykaszanie łąk). W przypadku, gdy zamiary właściciela terenu stoją w sprzeczności z celami utworzenia planowanego użytku, istnieje możliwość zamiany terenu na inny, będący własnością gminy i spełniający wymagania co do jego wykorzystania, zgodnie z intencjami gospodarza. Urząd Gminy może również zwolnić właściciela z obowiązku uiszczania podatku rolnego lub zmniejszyć jego wysokość, pod warunkiem utrzymania terenu w pożądanym stanie. Znacznie prostsze jest powołanie użytku ekologicznego na terenie będącym własnością gminy.

Użytki ekologiczne tworzone są bardzo często na **terenach zakwalifikowanych jako nieużytki**, czyli tereny nieprzydatne do produkcji rolnej i leśnej oraz niewykorzystywane do działalności gospodarczej, a zatem uznawane za grunty nieproduktywne. Na terenach, na których prowadzenie racjonalnej gospodarki uprawowej lub łąkowo – pastwiskowej jest utrudnione z powodu nadmiernego uwilgotnienia albo zbyt małej miąższości lub dużej szkieletowości gleb, utworzenie użytków ekologicznych może być korzystne dla środowiska. Objęcie ochroną siedlisk **nadmiernie uwilgotnionych**, porośniętych roślinnością hydrofilną, wpłynie na poprawę lokalnego bilansu wodnego oraz bogactwo biocenotyczne.

Nie użytki oraz **odłogowane grunty rolne**, na których wytworzyły się bogate zbiorowiska roślinne na skutek samozadarnienia również powinny zostać objęte ochroną. **Zadrzewienia i zakrzewienia śródpolne**, często tworzące korytarze ekologiczne, są obszarami nie mającymi większego znaczenia produkcyjnego, a objęte ochroną mogą znacznie zwiększyć bioróżnorodność oraz estetykę krajobrazu¹¹¹.



Rycina 58 Użytek ekologiczny Przy Lesie Młocińskim - śródleśna łąka z pięcioma kępami drzew, woj. mazowieckie¹¹²

Trwałe użytki zielone (TUZ) są to **ekosystemy trawiaste**, które w Polsce zajmują ok. 10% powierzchni kraju i ponad 20% użytków rolnych¹¹³. TUZ pełnią wiele **cennych funkcji**:

- klimatyczne,
- hydrologiczne,
- ochronne,
- filtracyjne,
- fitosanitarne,
- krajobrazowe,
- estetyczne,
- biocenotyczne.

Wiele procesów przyrodniczych, np. obieg wody i przenoszenie przez nią związków chemicznych, przebiega w skali krajobrazu lub regionu. Trwałe użytki zielone, jako typowe systemy zależne od wód i na nie wpływające, są elementem struktury przyrodniczej krajobrazu stabilizującym procesy zmian środowiska naturalnego. Utrzymanie i użytkowanie łąk i pastwisk jest skutecznym narzędziem stymulacji

¹¹¹<https://pronatura.org.pl/node/28>

¹¹²<https://eko.um.warszawa.pl/-/uzytek-ekologiczny-przy-lesie-mlocinskim>

¹¹³GUS 2017.

przyrodniczych procesów samooczyszczania i regeneracji, zarówno w ramach programów rolno-środowiskowych, jak i rolnictwa produkcyjnego zrównoważonego czy ekologicznego (nieintensywnego).

Roślinność pochodząca z trwałych użytków rolnych stanowi **źródło pełnowartościowej i najtańszej paszy dla przeżuwaczy**, która może być jedyną karmą dla bydła, szczególnie w okresie letnim. Badania wskazują na większą zyskowność chowu bydła żywionego na bazie własnych pasz, zwłaszcza w gospodarstwach z dużym udziałem pastwisk. Warunkiem jest profesjonalna organizacja produkcji pasz, dostosowanie struktury użytków rolnych do kierunku produkcji zwierzęcej oraz maksymalizacja zbioru składników pokarmowych z jednostki powierzchni¹¹⁴. W celu określenia przydatności do rolniczego i pozarolniczego użytkowania wyróżniono **cztery grupy siedlisk**¹¹⁵:

- **Łęgi**
 - Doliny zalewane dużymi lub mniejszymi wodami wezbraniowymi
 - Siedliska żyzne, dobrze i nadmiernie uwilgotnione
 - Użytkowanie: łąkowo-pastwiskowe z dostosowaniem sposobu użytkowania (łąkowe czy pastwiskowe) do poziomu wody gruntowej
- **Grądy**
 - Zasilane głównie wodami opadowymi, w niewielkim zakresie z wód popławianych (grądy popławne)
 - Siedliska różne (żyzne ale również ubogie) o słabym i średnim stopniu uwilgotnienia
 - Użytkowanie: zalesienia
- **Łąki pobagienne/murszowiska**
 - Zwykle odwodnione, przez co przy braku użytkowania, nawadniania i pielęgnacji dochodzi do szybkich i niekorzystnych zmian (uwolnienie azotu do wód gruntowych i powierzchniowych oraz atmosfery, rozpylanie się torfu, utrata fizyko-wodnych właściwości gleb torfowych na stałe)
 - Użytkowanie: kośne, pastwiskowe lub zmienne kośno-pastwiskowe pod warunkiem odpowiedniego nawożenia, poprawnej gospodarki wodnej i pielęgnacji
- **Łąki bagienne/bielawy**
 - Siedliska nadmiernie uwilgotnione
 - Obszary cenne przyrodniczo
 - Użytkowanie: potencjalne łąki pobagienne, po odwodnieniu i zagospodarowaniu użytkowanie jak wyżej, wymagające drogich inwestycji melioracyjnych.

¹¹⁴Okularczyk S. 2002. Ekonomiczne i ekologiczne możliwości produkcji mleka i wołowiny z wykorzystaniem użytków zielonych. W: Pasze z użytków zielonych czynnikiem jakości zdrowotnej środków żywienia zwierząt i ludzi. Red. H. Jankowska-Huflejt, J. Zastawny. Falenty. IMUZ. 66-72.

¹¹⁵Grzyb S., Prończuk J. 1994. Podział i waloryzacja siedlisk łąkowych oraz ocena ich potencjału produkcyjnego. W: Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach. Materiały z Ogólnopolskiej Konf. Łąkarskiej. Warszawa. SGGW. 51-63.

Tereny porośnięte trwałą roślinnością trawiastą, niżej położone, zmieniają spływ powierzchniowy w odpływ gruntowy, zwiększając tym samym zasoby dyspozycyjne wody.

Wybór **lokalizacji użytków zielonych w krajobrazie** jest ściśle związany z **fizjograficznymi warunkami terenu** i nie może być dowolnie zmieniane, zwłaszcza w przypadku trwałych użytków. Trawy posiadają płytki system korzeniowy, pobierają więc wodę z wierzchnich warstw gleby, z głębokości 30–40 cm (z wyjątkiem roślin zielnych i motylkowatych), okres wegetacji trwa na ogół od 1 kwietnia do końca października, co powoduje, że ich zapotrzebowanie na wodę jest dość duże i równomierne w ciągu całego tego okresu.

Powyższe czynniki determinują występowanie TUZ na **glebach o wysokim poziomie wód gruntowych** (doliny rzeczne, obrzeża jezior) oraz w **terenach silnie pagórkowatych**, na stokach o dużym nachyleniu. Siedliska te zwykle i tak są nieodpowiednie do uprawy innych roślin.

Do trwałego zadarnienia szczególnie należy przeznaczać obszary:

- na stokach o spadkach do 15° w przypadku łąk trwałych i do 20° przy użytkowaniu pastwiskowym¹¹⁶
- leżące bezpośrednio w sąsiedztwie zbiorników wodnych, tj. w pasie o szerokości do 100 m
- na terenach bezodpływowych dolin
- pomiędzy gruntami pod uprawą rolną, zwłaszcza intensywnie użytkowanymi, w postaci stref buforowych.

PROW 2023–2027 przewiduje płatności w ramach Ekoschematu – Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych, którego celem jest promowanie retencjonowania wody ze skutkiem poprawy gospodarki wodnej oraz zachowania siedlisk hydrogeniczych. Płatności przyznawane będą rolnikom udostępniającym swoje TUZ na cele związane z retencjonowaniem wody, położone na terenach, gdzie w okresie wegetacyjnym w danym roku faktycznie wystąpiły zalania/podtopienia. Szczegółowy opis wymagań i warunki kwalifikowalności można znaleźć w „Planie Strategicznym dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027”.

O gospodarczej i ekologicznej roli wody decyduje nie jej bezwzględna ilość na danym obszarze, lecz czas spełniania przez nią różnych funkcji – czyli **czas jej przebywania w krajobrazie**, który z kolei zależy jest od stopnia pokrycia terenu roślinnością i od czasu dopływu wody opadowej do rzek.

Trwałe użytki zielone w okresie wegetacyjnym pobierają duże ilości wody, jednakże na przyrost biomasy zużyta jest tylko niewielka jej część – ewapotranspiracja wynosi ok. 5 mln litrów wody z hektara łąk i ok. 4,2 mln litrów z pastwiska. Po nocnym ochłodzeniu woda, w postaci pary, mgły, rosy i opadów, **powraca na teren, który ją utracił**. Tym samym poprawiają się warunki wilgotnościowe na danym obszarze oraz wzrasta nawilżenie powietrza atmosferycznego.

Roślinność trawiasta, w wyniku wiązania gleby przez silnie rozwinięty system korzeniowy i osłanianie powierzchni przez gęstą masę łodyg i liści, **chroni glebę przed skoncentrowanym spływem**

¹¹⁶Lipski C., Kostuch R. 2005. Kształtowanie krajobrazów terenów erodowanych. Acta Agroph. 5. 2. 245-252.

powierzchniowym. Zwiększona jest szorstkość podłoża, co wpływa na zmniejszenie prędkości przepływu, zwiększając przy tym infiltrację i zatrzymywanie zerodowanych cząstek gleby. Zwarta ruń trawiasta zmienia spływ powierzchniowy w odpływ gruntowy, a więc zmniejsza ilość wody odpływającej z terenu, tym samym wspomaga retencję naturalną **zwiększając zasoby dyspozycyjne wody**¹¹⁷. Ograniczanie spływu powierzchniowego z terenów rolniczych istotnie wpływa również na **zmniejszenie zanieczyszczenia wód** i tym samym poprawia jakość wód w większej skali.

Przekształcenie użytków zielonych na skłonach w pola orne zwiększa erozję gleby ponad 5-krotnie, zmniejsza możliwości produkcyjne gleby o 30% i powoduje całkowitą zmianę roślinności po roku. Po 4 latach żyzność gleby zmniejsza się o 50%, roślinność staje się rzadka. Plony są mniejsze niż w latach poprzednich, a pole staje się niezdatne do dalszej jego uprawy¹¹⁸.

Użytki pokryte wieloletnią roślinnością trawiastą stanowią **największą rezerwę naturalnej próchnicy glebowej.** Materia organiczna zatrzymuje więcej wody niż materia mineralna, ale przede wszystkim poprawia strukturę gleby, czyli zwiększa udział porów glebowych o średnich rozmiarach, mających znaczenie dla ilości wody dostępnej dla roślin. Zwiększenie zawartości materii organicznej w glebie o 1% to wzrost retencyjności w warstwie ornej (30 cm) o 10 mm, czyli 100 m³ na ha, i to za każdym większym opadem¹¹⁹. W porównaniu z całkowitym zapotrzebowaniem na wodę przez rośliny nie jest to duża ilość, ale w skali zlewni retencja wody na tym poziomie może już znacząco ograniczyć prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi oraz ograniczyć skutki suszy.

¹¹⁷Bielasik-Rosińska M., Maciaszek D., Kondzielski I. 2013. Dobra praktyka ograniczania zanieczyszczenia wód powierzchniowych środkami ochrony roślin w wyniku spływu powierzchniowego i erozji. Skierniewice. Sigma. ISBN 978-83-60829-63-9. 104.

¹¹⁸Gao T.M., Zhang R.Q. 2013. Influence of reclamation on grassland slope in farming-pastoral areas, Inner Mongolia. Advanced Materials Research. 726-731: 3743-3746.

¹¹⁹Ryszkowski L., Bałazy S., Kędziora A. 2003. Kształtowanie i ochrona zasobów wodnych na obszarach wiejskich. Poznań. ZBŚRiL PAN. 70.

4 Zarządzanie zasobami wodnymi

4.1 Zintegrowana gospodarka wodna

Gospodarka wodna ukierunkowana na szybkie odprowadzenie wody opadowej oraz pojmowanie wody jedynie w kontekście jej gospodarczego wykorzystania od dawna już nie ma przełożenia na obecne realia. Już dziś odczuwane są negatywne skutki takiego podejścia, w postaci nasilonych susz, a zgodnie z prognozami klimatycznymi, deficyt wody będzie coraz dotkliwszy.

Ramowa Dyrektywa Wodna promuje idee o **prymacie dobrej jakości środowiska wodnego i od wód zależnego przy minimalizacji negatywnych skutków dla gospodarki**. Jest to zdecydowanie bardziej adekwatna odpowiedź na czekające nas wyzwania. Narzędziem do wdrożenia tej idei jest w pierwszej kolejności retencja wody, czyli jej przechwytywanie w okresach nadmiaru i oddawanie w okresach suszy.

W Polsce retencja nadal utożsamiana jest z dużymi zbiornikami. Tymczasem ich objętość wynosi ledwie 6,5% rocznego odpływu rzeczny i, co istotne, **duże zbiorniki nizinne nie rozwiązują problemów związanych z suszą, zwłaszcza w rolnictwie**. Nie istnieją systemy rurociągów ciśnieniowych do rozprowadzania wody na uprawy, a z powodu małych spadków terenów, niemożliwym do zastosowania są systemy grawitacyjne.

Gospodarka wodna musi być zintegrowana. Wymaga to łącznego traktowania zasobów powierzchniowych i podziemnych, jakości wód i ich wielokrotnego wykorzystania oraz jakości środowiska i zwiększania jego odporności na stres wywołany zjawiskami ekstremalnymi. Odpowiedzialność za wodę ponoszą nie tylko instytucje nią zarządzające, ale również planiści, rolnicy, leśnicy, energetycy i społeczeństwo¹²⁰.

Możliwości poprawy gospodarki wodnej i zwiększenia zasobów wody dla potrzeb uprawianych roślin muszą być rozwiązywane w kompleksowy sposób, w układzie obejmującym całe zlewnie. Konieczne jest gromadzenie możliwie dużej ilości wody w krajobrazie rolniczym poprzez zwiększenie **małej retencji wodnej** (m.in. śródpolne oczka wodne, bagna i mokradła, urządzenia piętrzące na rowach melioracyjnych) oraz stosowanie całokształtu **agrotechniki** umożliwiającej efektywne wykorzystanie dostępnych zasobów wody.

Metody zaliczane do małej retencji mają na celu **spowolnić lub ograniczyć spływ powierzchniowy, odpływ wody deszczowej i wód podpowierzchniowych**. Optymalnym jest, zarówno z punktu widzenia ekonomicznego jak i przyrodniczego, dobranie poszczególnych działań do warunków naturalnych danej zlewni. Wykorzystanie istniejących elementów ekosystemu daje większe szanse na powodzenie przedsięwzięcia oraz jego skutki będą trwalsze.

¹²⁰Komunikat 01/2020 interdyscyplinarnego Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy Prezesie PAN na temat zmiany klimatu i gospodarki wodnej w Polsce. Magazyn Polskiej Akademii Nauk. 2. 62. 2020.

Gospodarka wodna w zlewni rolniczej powinna być postrzegana jako **zintegrowany system naczyń połączonych**. Należy mieć świadomość, że każde wykonane działanie nie pozostaje obojętne na pozostałą część zlewni, nawet jeżeli zmiany tym spowodowane nie są widoczne gołym okiem.

Planując jakiegokolwiek działania wpływające na bilans wodny zlewni należy zawsze rozpatrywać uwarunkowania:

- klimatyczne,
- hydrologiczne,
- hydrogeologiczne,
- fizjograficzne,
- ekonomiczne,
- sposób użytkowania ziemi.

Planując **lokalizację** inwestycji małej retencji, analiza musi obejmować zapotrzebowanie na wodę wszystkich użytkowników, którzy znajdą się w zasięgu jej oddziaływania. Szczegółowy opis postępowania można znaleźć w opracowaniu pt. „Naturalna, mała retencja wodna – Metoda łagodzenia skutków suszy, ograniczania ryzyka powodziowego i ochrona różnorodności biologicznej. Podstawy Metodyczne. Globalne Partnerstwo dla Wody, Polska. 2016”.

Ponad 35% gleb ornych w Polsce jest **trwale dotkniętych suszą**, co powoduje ograniczenie możliwości produkcyjnych. Na obszarach deficytowych znajduje się ok. 70% powierzchni użytków zielonych. W regionach centralnej i północnej Polski (woj. zachodniopomorskie, wielkopolskie, podlaskie, mazowieckie, lubuskie i kujawsko-pomorskie) niemal wszystkie użytki zielone średniej jakości i słabe występują na obszarach o średnich lub dużych deficytach wody.

W celu zwiększenia zasobów wodnych niezbędna jest **zmiana organizacji i wykorzystywania przestrzeni**. Działania polegające na wprowadzaniu zalesień, pełniejszym niż dotychczas uwzględnianiu gospodarki wodnej i obiegu wody w krajobrazie, tworzeniu użytków przyrodniczych, renaturyzacji siedlisk łągowych i torfowych oraz tworzeniu oczek wodnych w sprzyjających warunkach topograficznych stanowią najmniej kosztowną formę poprawy istniejącego stanu. Zmeliorowane obszary mokradłowe mogą stanowić tereny retencji wodnej przy odpowiednim projektowaniu i eksploatacji urządzeń piętrzących. Potencjał tych terenów jest znaczący, wymaga jednak tworzenia programów wspierających nieprodukcyjne świadczenia obszarów wiejskich.

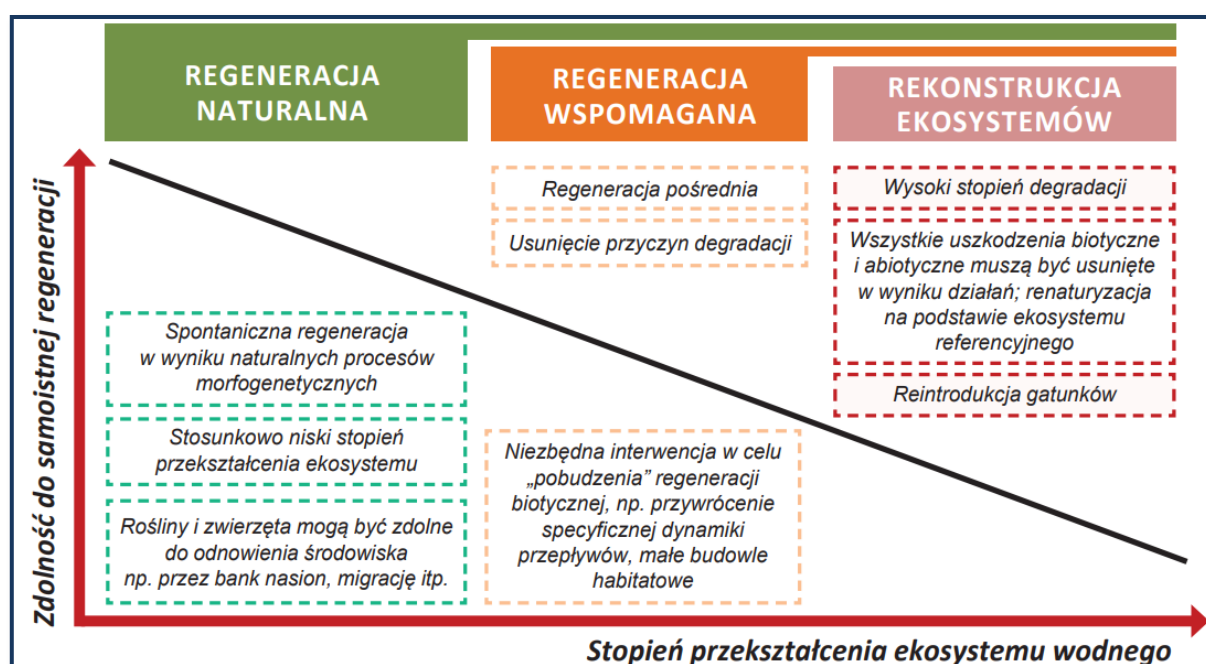
Każde działanie, które ma funkcje retencyjną, ma również istotny wpływ na ochronę przeciwpowodziową, przeciwdziałanie suszy oraz gromadzenie wody i substancji w niej rozpuszczonych. Wszystkie te elementy wpływają następnie na wyrównywanie bioklimatu, różnorodność krajobrazu, ochronę przeciwozyjną, poprawę przestrzeni życiowej roślin i zwierząt, samooczyszczania wód i odtwarzanie zwierciadła wód gruntowych¹²¹.

¹²¹Mrozik K., Przybyła C. 2013. Mała retencja w planowaniu przestrzennym. WFOŚiGW Poznań.

W celu utrzymania lub odzyskania dobrego stanu ekologicznego wód i ekosystemów z nią związanych konieczne są zrównoważone działania, prowadzone zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej.

Do **kluczowych działań** można zaliczyć:

- tworzenie korytarzy ekologicznych w dolinach rzek z jak największą bioróżnorodnością,
- zapewnianie ciągłości rzek i potoków przez udrażnianie barier migracyjnych, w tym likwidację niefunkcjonalnych urządzeń wodnych czy budowę przepławek,
- ochrona, zachowanie i przywracanie biotopów i naturalnych siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory,
- likwidacja ognisk zanieczyszczeń, w tym dzikich składowisk śmieci, których obecność powoduje ryzyko przedostawania się niebezpiecznych substancji do wód,
- identyfikacja głównych obszarów zasilania wód podziemnych i odpowiednie ich zagospodarowanie,
- zwiększanie zdolności retencyjnych kraju, w tym rozwój retencji naturalnej oraz wykorzystanie inżynierii wodnej poprzez budowę stopni wodnych, zbiorników retencyjnych, jazów, progów wodnych czy zastawek,
- budowa i modernizacja oczyszczalni ścieków oraz systemów kanalizacji,
- tworzenie wokół jezior i rzek stref ochronnych, w tym stref buforowych złożonych z roślinności wspomagającej proces samooczyszczania wód,
- niezabudowywanie terenów zielonych wokół rzek i jezior,
- rozbudowa systemu małej retencji na terenach miejskich oraz wiejskich.



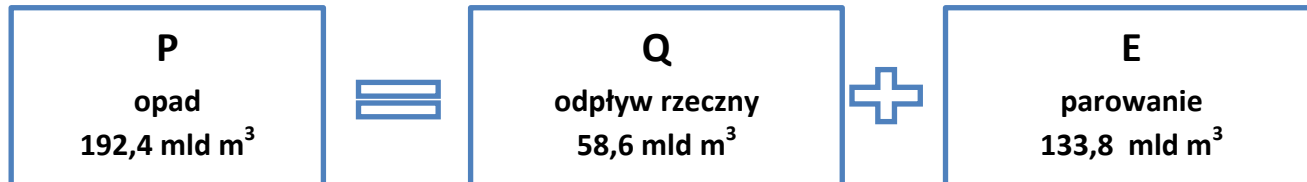
Rycina 59 Zdolność do regeneracji ekosystemu wodnego w zależności od stopnia jego przekształcenia¹²²

4.2 Bilans wodny zlewni

Patrząc na teren wiejski z samolotu, góry czy wieży widokowej, widzimy zmieniającą się rzeźbę terenu. Z takiej perspektywy łatwiej jest zrozumieć pojęcie **zlewni**. Woda jest najbardziej logicznym w swoim zachowaniu żywiołem, który zawsze przemieszcza się z góry w dół, po najłatwiejszej do pokonania drodze. Jeżeli widzimy lub myślimy, że jest inaczej, to albo jest to zasługą ingerencji człowieka, albo nie widzimy miejsca, z którego wypływa woda, lub też nie rozumiemy dlaczego akurat taką drogę obrała.

Możemy prześledzić, skąd po powierzchni terenu zaczyna spływać woda, która łącząc się w sieć rowów, a następnie cieków, płynie dalej – do większych odbiorników, jakimi są rzeki lub zbiorniki wodne. Widząc tą trasę, nie da się nie zauważyć, gdzie lokalne ciekі przybierają na wielkości. Pod względem krajowej gospodarki wodnej takimi miejscami są odcinki ujściowe rzek w zlewniach większych cieków. Stąd, często lokalizowane są na nich zbiorniki retencyjne, czy poldery przeciwpowodziowe. Bilansują zasób wody przed odprowadzeniem jej do większego odbiornika – rzeki, jeziora czy ostatecznie morza.

Bilans wody w przyrodzie to zestawienie przychodów i rozchodów wody dla obszaru zlewni, kraju lub całego globu. Bilans wiąże się bezpośrednio z obiegiem wody w przyrodzie. Wyróżniamy obieg duży i obieg mały. **Obieg duży** obejmuje parowanie z oceanów, przemieszczanie się pary wodnej wraz z masami powietrza nad kontynenty i jej kondensację, powodującą opady atmosferyczne. **Obieg mały** to opady, parowanie oraz odpływ w obrębie zlewni.



Rycina 60 Uproszczony bilans wodny Polski (średnioroczny z wielolecia 1971-2000)

Opady atmosferyczne są zmienne w czasie i przestrzeni. Średnie roczne opady atmosferyczne z terenu Polski kształtują się na poziomie 600–750 mm, przy czym dla terenów górskich wartość ta wynosić może między 900–400 mm.

Podstawową wielkością charakteryzującą zasoby płynących wód powierzchniowych jest **średni odpływ rzeczny**, stanowi on tzw. wodę „niebieską”. Większość, wody niebieskiej (30–35% opadów) odpływa do odbiorników, którymi są morza. Część opadów jest retencjonowana w glebie i płytkich warstwach wodonośnych, a następnie wykorzystywana przez roślinność w procesie ewapotranspiracji. Ta część wody, nazywana „wodą zieloną”, stanowi średnio 65–70% całkowitych opadów.

Około 10% całkowitego odpływu jest pobierane do różnych celów. Znaczna część pobranej wody wraca po jakimś czasie do rzeki, w postaci oczyszczonych ścieków. Wodę tę nazywa się niekiedy „woda szara”. Zasilanie wód powierzchniowych i podziemnych, których miarą jest **średni roczny odpływ wód powierzchniowych** wynosi w Polsce 55–65 mld m³.

Podobnie jak opady, średnie roczne odpływy jednostkowe odzwierciedlające naturalne zasoby wodne zlewni. osiągają największe wartości w zlewniach rzek górskich, a najmniejsze – w zlewniach rzek nizinnych. Średni odpływ jednostkowy w pasie nizin środkowych wynosi około 2–4 dm³/s /km², na wyżynach do 5–6 dm³/s /km², a w górach osiąga wartości do 10–20 dm³/s /km². Wyraźnie większy odpływ średni obserwuje się również w północnych regionach kraju – na pojezierzach i przymorzu (8–10 dm³/s /km²).

Objętość wód powierzchniowych (suma rocznego odpływu rzecznoego) przypadająca na jednego mieszkańca charakteryzuje dostępność do wód powierzchniowych w wydzielonych zlewniach lub dla obszarów poszczególnych krajów. W przypadku Polski, wartość ta waha się w granicach 1500–1700 m³/Mieszkańca/rok, co zgodnie z definicją FAO, zalicza Polskę do krajów o bardzo małych zasobach wodnych i zagrożonych deficytem. Odpływ rzeczny w Polsce podlega dużej zmienności przestrzennej, spowodowanej znacznym zróżnicowaniem warunków środowiska geograficznego i klimatu. Udokumentowane zasoby eksploatacyjne wód podziemnych wynoszą ok. 15–18 mld m³, co stanowi 30% średniego rocznego odpływu¹²³.

Można przyjąć, że takie rozwiązania w dużej skali są wystarczające, ale patrząc przez pryzmat lokalnych zasobów wodnych i rolniczego wykorzystania terenu, powinniśmy w tym miejscu zrobić rachunek sumienia i zadać pytania:

- Czy nie dokucza nam susza w rolnictwie?
- Czy w gospodarstwach nie brakuje nam wody w płytkich studniach?
- Czy nie pobieramy wody podziemnej, jednocześnie pozwalając odpłynąć wodzie dostępnej – opadowej i powierzchniowej?
- Czy w naszej gminie nie ma problemów z zaopatrzeniem mieszkańców w wodę pitną?

Odpowiedzi na te pytania pozwolą zrozumieć, **ile wody bezpowrotnie tracimy**. Miarą tej straty może być prosta kalkulacja, polegająca na odjęciu od sumarycznej objętości wody, która odpłynęła w ciągu roku hydrologicznego (liczonego od 1 listopada) rzeką w odcinku ujściowym, tak zwanego **odpływu nienaruszalnego**. Przepływ ten zapewnia ciągłość przepływu wody w rzekach, niezbędnego dla zachowania ich funkcji przyrodniczych i gospodarczych. Pod względem gospodarki krajowej, myślenie w skali zlewni dużych cieków jest zasadne, ale dla rolnictwa liczą się lokalne zasoby wodne, więc bilans na odpływie Sanu czy Pilicy do Wisły lub Baryczy do Odry powie nam tylko tyle, ile wody powierzchniowej z terenu całej zlewni nie umieliśmy wykorzystać. Jest to konieczne dla zapoczątkowania prac nad podziałem bardziej szczegółowym.

Dla poprawy lokalnych warunków wodnych wykonać należy bilans tam gdzie możemy jeszcze coś zmienić – na odpływach rowów, lokalnych cieków.

¹²³Obliczenia własne na podstawie danych IMGW i Raportu Stop Suszy, PGW WP 2021.

4.3 Retencja w liczbach

Konsekwencjami dawnej gospodarki wodnej, opartej na powiększaniu powierzchni dającej możliwości upraw lub zabudowy, jest przesuszenie terenów rolniczych i leśnych na skutek regulacji rzek i obwałowań oraz zmniejszenie zasobów wodnych (na skutek zwiększenia odpływu) przez melioracje odwadniające (rolnicze, przemysłowe, komunalne).

Szacuje się, że na powierzchni 40% kraju istnieje potrzeba zwiększenia retencji wodnej. Nie jest przypadkiem, że obszary o największych deficytach wody (strefa 1), to tereny województw (kujawsko-pomorskie, wielkopolskie, mazowieckie), gdzie w użytkowaniu powierzchni dominuje rolnictwo¹²⁴.

W Raporcie Stop Suszy przeczytać można, że realne możliwości retencji, wynikające z warunków topograficznych, demograficznych i gospodarczych, wynoszą w Polsce 15% średniego rocznego odpływu (wynoszącego ok. 62 mld m³), natomiast w 2020 r. przekroczyliśmy po raz pierwszy 6,5%¹²⁵.

W Raporcie końcowym z pilotażu tworzenia LPW (CDR, 2021) znajdują się mapy zasobów wód podziemnych. Opracowanie służy co prawda idei przybliżenia społeczeństwu wielkości zasobów dyspozycyjnych wód, ale uśrednienie zasobów dla powiatów powoduje przekazanie nieprawdziwej informacji geologicznej (uśrednienie powoduje brak określenia lokalnych warunków zasobowych). Dodatkowo, jest to podejście nieprzydatne z punktu widzenia rolników i jednostek odpowiedzialnych za dostarczenie wody ludności, czyli gmin. Niemniej jednak, można z tego opracowania wyciągnąć ogólne wnioski.

Zasoby dyspozycyjne ocenione jako duże i większe niż duże występują jedynie w województwie małopolskim. Zróżnicowane pod względem zasobów dyspozycyjnych są województwa: dolnośląskie, opolskie, podkarpackie, śląskie, pomorskie i zachodniopomorskie. **Najbardziej ograniczone możliwości poboru wód powierzchniowych i, co z tym związane, największe potrzeby retencji wód opadowych i roztopowych zdiagnozowano w województwach: świętokrzyskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, lubuskim, mazowieckim, łódzkim i podlaskim.**

Nakłady finansowe na rozwój małej retencji nie zawsze się z nimi pokrywają. Wartym uwagi jest również zestawienie nakładów na retencję z uzyskanymi efektami (rys. 61, 62). Środki finansowe na inwestycje związane z małą retencją zapewniają głównie samorzady oraz fundusze strukturalne. W pierwszym przypadku beneficjentami są głównie osoby fizyczne, w drugim zwykle samorzady. Najwięcej na małą retencję w 2020 r. wydano na sztuczne zbiorniki wodne (rys. 61).

Jednoznaczna ocena liczbowa działań podejmowanych w zakresie małej retencji wodnej jest bardzo trudna, lub wręcz niemożliwa. W wielu przypadkach nie mamy dostatecznego rozpoznania zjawiska oraz bardzo skomplikowanych i złożonych zależności pomiędzy parametrami fizycznymi i biologicznymi

¹²⁴Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M. 1997. Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji. Materiały Badawcze IMGW, Seria: Gospodarka wodna i ochrona wód 19, Warszawa.

¹²⁵PGW WP, 2021.

zlewni, a procesami przepływu wód powierzchniowych i podziemnych¹²⁶. Od wielu lat podejmowane są próby oszacowania potencjalnych możliwości zwiększenia retencji, jednak uzyskiwane wartości są mało dokładne lub można je odnieść jedynie do tego konkretnego obszaru, dla którego zostały wyliczone (tab. 22).

Tabela 22 Ocena potencjalnych możliwości zwiększenia retencji zlewni górnej Narwi (na powierzchni ok. 3000 km²)¹²⁷

Wyszczególnienie	Wielkość retencji mln m ³	
	min	max
Podpiętrzenie wody w rzekach	1,9	3,1
Podpiętrzenie wody w kanałach	0,2	0,3
Regulowanie odpływu z dolinowych systemów melioracyjnych	21,5	43,4
Regulowanie odpływu wody z systemów drenarskich	21,0	41,8
Małe zbiorniki wodne o pojemności mniejszej niż 1,0 mln m ³	15,8	31,7
Retencja glebowa	12,8	51,4
Razem	73,2	171,7

Duże znaczenie dla poprawy bilansu wodnego może mieć regulowanie odpływu wody w małych zlewniach nizinnych.

Ocenia się, że pojemność istniejących w Polsce rowów melioracyjnych wynosi ponad 0,5 mld m³, co stanowi ok. 4% średniego odpływu rzeczny z terenu kraju¹²⁸, a zainstalowanie urządzeń regulujących odpływ wody na systemach drenarskich umożliwi (szacunkowo) zwiększenie dostępnych zasobów wód gruntowych o ok. 1 mld m³ w skali kraju¹²⁹. Hamowanie odpływu wody z dolinowych systemów melioracyjnych zwiększa o ok. 20% zasoby wodne dostępne dla roślin (podwyższenie poziomu wód gruntowych) oraz zmniejsza objętość wody odpływającej z obiektu w okresach wiosennych¹³⁰.

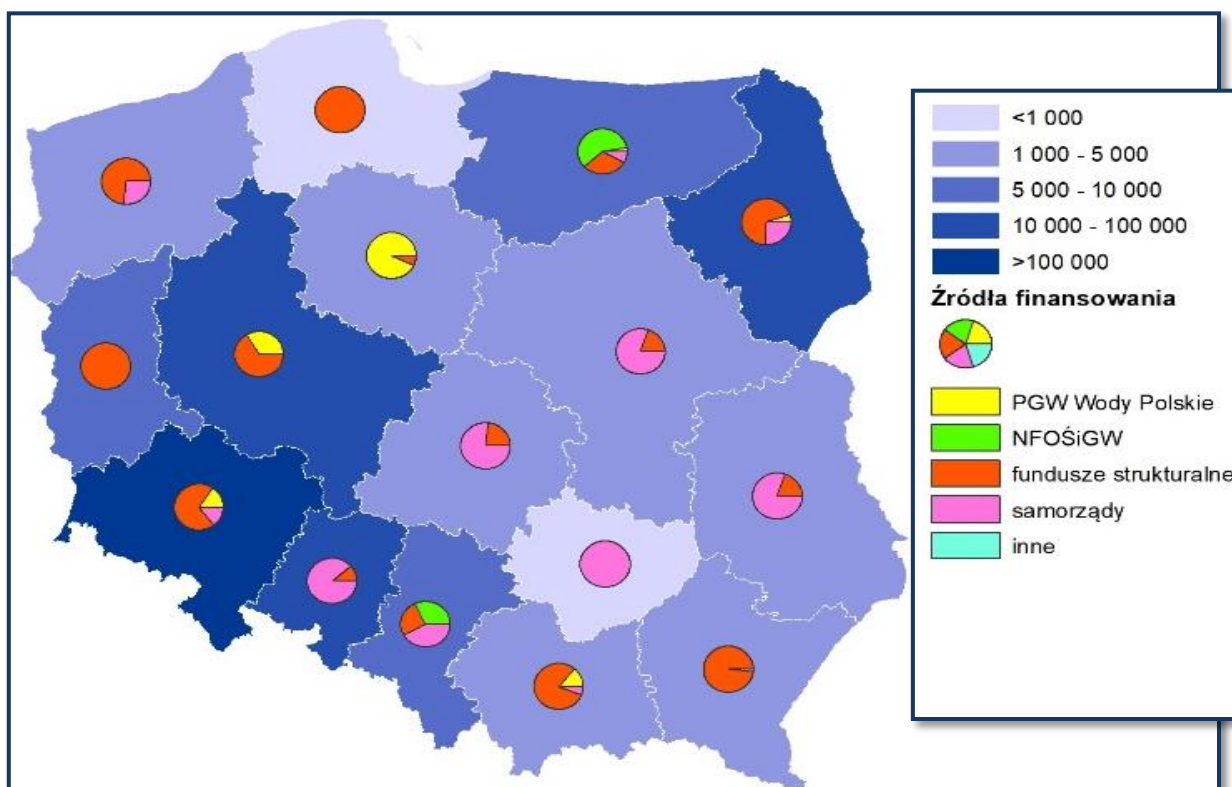
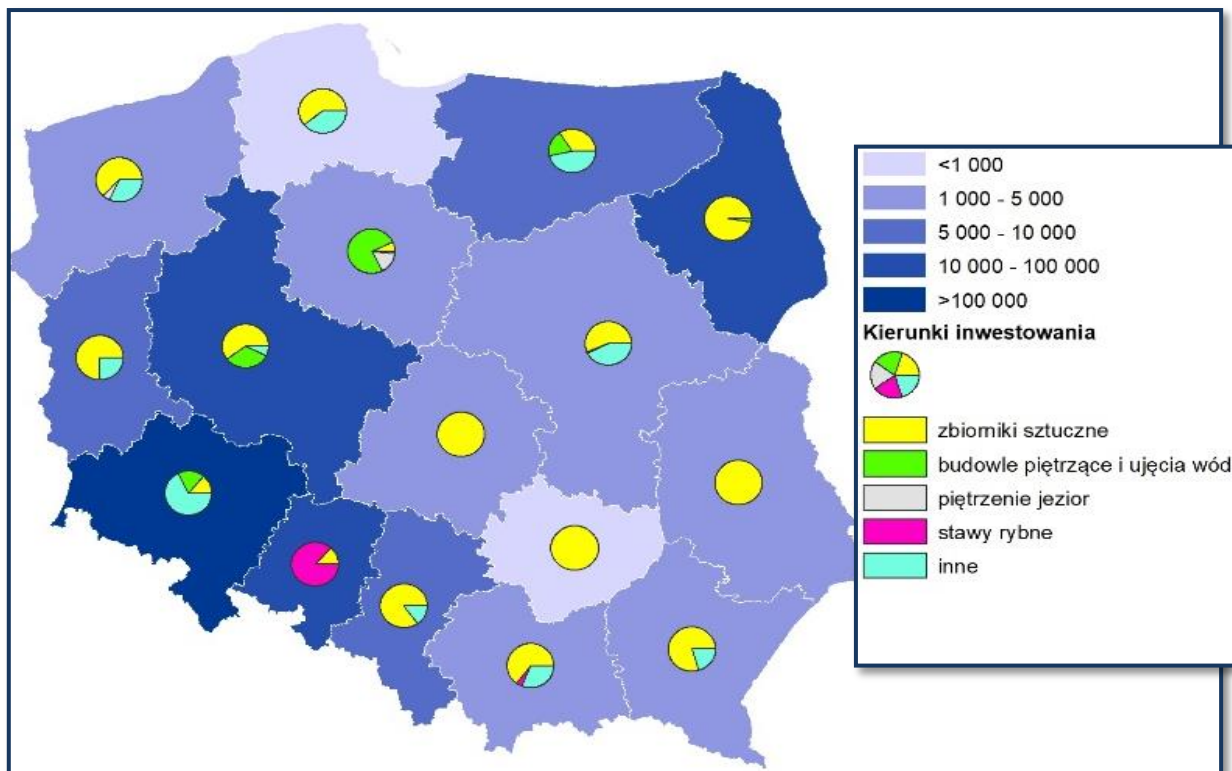
¹²⁶Mioduszewski W., Ostrowski J. 2002. Proekologiczne systemy gospodarowania wodą w obszarach wiejskich. Ekoinżynieria dla ekorozwoju. Inżynieria ekologiczna. 6. Warszawa.

¹²⁷Kowalewski Z. 1998. Możliwości zwiększenia zasobów wodnych w województwie łomżyńskim. Konferencja Naukowa „Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą”. SGGW. Warszawa.

¹²⁸Mioduszewski W. 1999. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. IMUZ. Falenty.

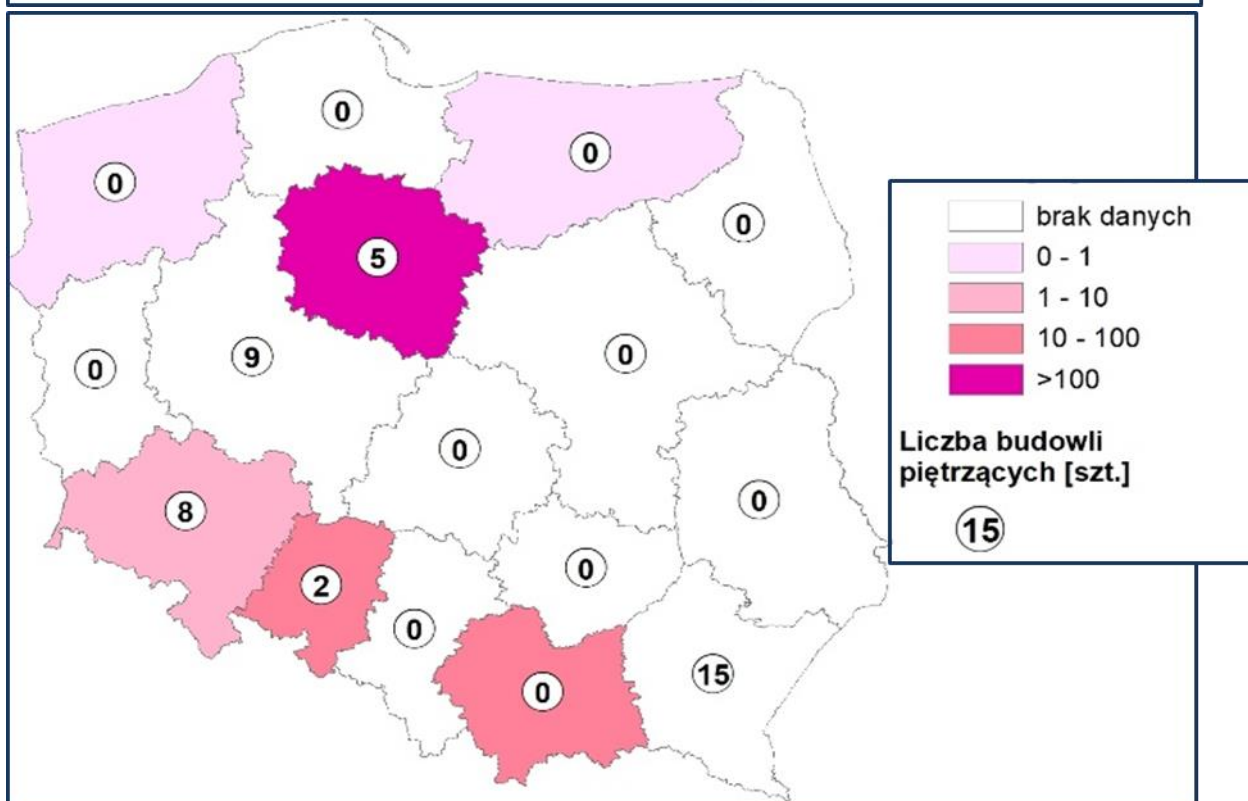
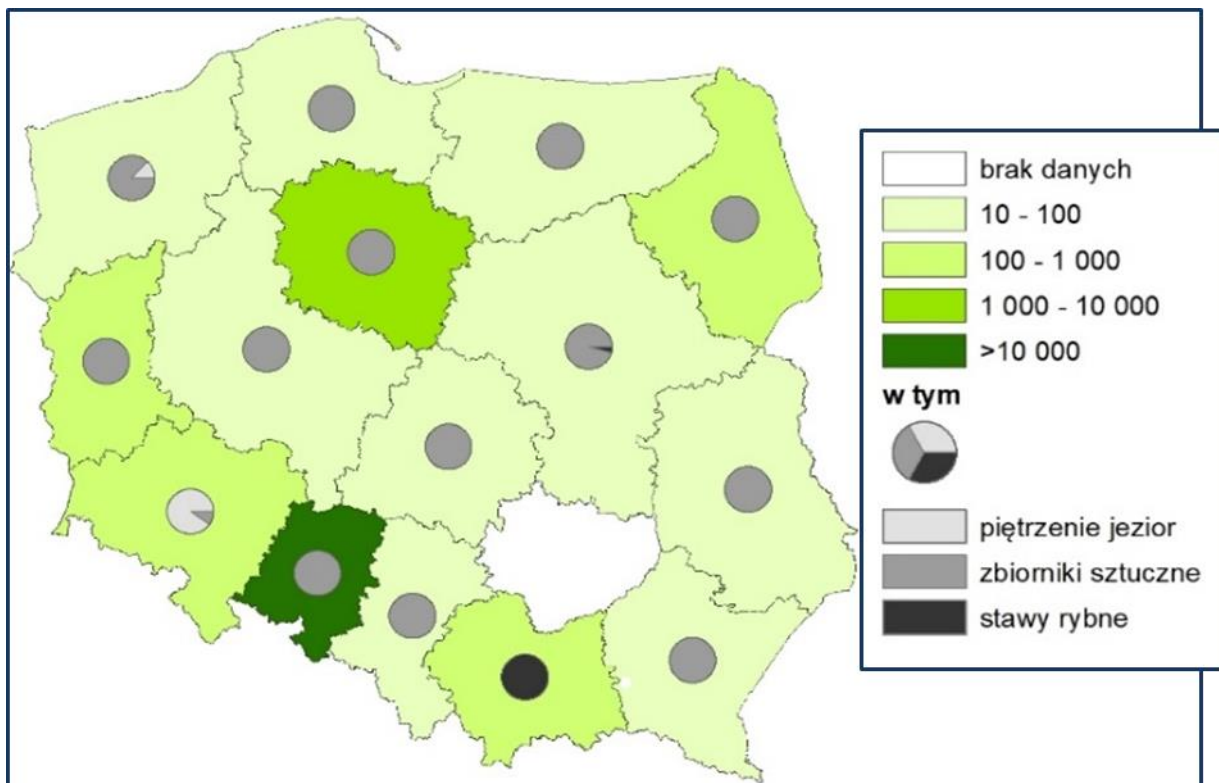
¹²⁹Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu. 2020. Pod red. dr Piotra Łysonia i dr hab. inż. Rafała Wawra.

¹³⁰Mioduszewski W., Kowalewski Z., Ślesicka A. 1996. Wpływ eksploatacji dolinowego systemu melioracyjnego na zasoby wodne w zlewniach małych rzek. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. 289.



Rycina 61 Nakłady na inwestycje małej retencji wód w tys. złotych, kierunki wykorzystania tych nakładów oraz dysponenci środków.
Dane za 2020 r.¹³¹

¹³¹Opracowanie własne na podstawie: Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska, GUS 2021.



Rycina 62 Przyrost pojemności wodnej w tys. m³ i sposób jej uzyskania (u góry) oraz powierzchnia nawodnień i liczba budowli piętrzących powstałych lub wyremontowanych w ramach nakładów na małą retencję (na dole). Dane za 2020 r.

5 Systemy monitoringu

5.1 Monitorowanie zjawiska suszy

Racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi w rolnictwie wymaga stałego monitorowania oraz prognozowania warunków panujących na obszarach rolniczych, zarówno związanych z deficytem, jak i nadmiarem wody. Coraz częściej, dla lepszej skuteczności działań w zakresie zarządzania wodą i jej efektywnego wykorzystania, dąży się do integracji różnych działań monitoringowych czy wspierających.

Głównymi ośrodkami monitorującymi susze i dostarczającymi danych o stopniu zagrożenia tym zjawiskiem na obszarze Polski są instytuty naukowe. Prognozowanie i monitorowanie suszy meteorologicznej oraz hydrologicznej (stany wód podziemnych) leży po stronie **Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej** oraz **Państwowego Instytutu Geologicznego**. Obie jednostki wchodzą w struktury państwowej służby, odpowiednio hydrologiczno-meteorologicznej (PSHM) i hydrogeologicznej (PSH)¹³².

W Polsce możemy posiłkować się szeregiem gotowych systemów monitorowania warunków agro–hydro–meteorologicznych:

- **System Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR)** prowadzony przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach (IUNG-PIB), prezentujący mapy zagrożenia suszą rolniczą w okresach 6-dekadowych od kwietnia do września <https://susza.iung.pulawy.pl/>. System wskazuje obszary, na których notuje się straty spowodowane suszą w uprawach wskazanych w ustawie z dnia 7 lipca 2005 r. o ubezpieczeniach upraw rolnych i zwierząt gospodarskich. Obok SMSR, opartego na klimatycznym bilansie wodnym, uruchomiono system monitoringu wilgotności gleby, który m. in. weryfikuje prognozowane straty w plonach.
- **Prognostyczno–operacyjny system udostępniania charakterystyk suszy** prowadzony przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW-PIB), zawierający dwa serwisy: AGROMETO (<https://agrometeo.imgw.pl/>) i STOP SUSZY (<https://stopsuszy.imgw.pl/>).
- **Satelitarny system monitorowania suszy rolniczej** prowadzony przez Instytut Geodezji i Kartografii (IGiK) wykorzystujący obrazy satelitarne (<http://www.igik.edu.pl/pl/monitorowanie-suszy-rolniczej>). Intensywność suszy jest oceniana w oparciu o wskaźniki suszy, takie jak *NDVI*, *Ts*, *TCI* i *VCI*.

Duży wkład w opracowanie systemów monitorujących warunki pogodowe oraz ich skutki, zarówno w uprawie polowej, jak i na TUZ, ma Instytut Technologiczno-Przyrodniczy (dawniej IMUZ). W latach 2008–2011 w ITP działał monitoring suszy na obszarach rolniczych, który miał charakter regionalny i obejmował rejony doliny górnej Noteci i Kujaw, a więc obszary, na których znajdują się liczne trwale użytki zielone i jednocześnie szczególnie zagrożone suszą meteorologiczną i rolniczą.

¹³²Kanecka-Geszke E. 2021. Susza... i co dalej?. Forum Akademickie. <https://obserwator.imgw.pl/monitoring-suszy-na-obszarach-rolniczych-z-wykorzystaniem-danych-satelitarnych-i-naziemnych-case-study-z-wielkopolski/>

W latach 2011–2015 prowadzono oficjalny ogólnopolski monitoring warunków meteorologicznych metodą SPI i warunków uwilgotnienia upraw rolnych, w tym trwałych użytków zielonych. System uwzględniał monitorowanie warunków meteorologicznych i warunków uwilgotnienia upraw rolnych, w tym trwałych użytków zielonych, prognozowania przebiegu i skutków wystąpienia deficytu i nadmiaru wody na obszarach wiejskich. Racjonalizatorskim elementem systemu było prognozowanie (na 10– i 20–dni naprzód) warunków meteorologicznych, deficytu i nadmiaru oraz ich skutków metodą wskaźnikową. Monitoring prowadzono w odniesieniu do kilkunastu reprezentatywnych regionów agroklimatycznych Polski, na obszarze ok. 200 tys. km².

5.2 Monitorowanie warunków środowiska w systemach melioracyjnych

W ostatnich latach, w ramach projektu INOMEL, opracowano prototyp **systemu monitoringu agro–hydro–meteorologicznego (AgHMM)**¹³³. System przeznaczony jest do monitorowania warunków środowiska obiektów melioracyjnych z systemami o dwukierunkowym działaniu – nawadniająco–odwadniającymi. Dostarcza niezbędnych danych do prawidłowego działania tych systemów, dzięki czemu zmniejsza ryzyko wystąpienia efektów niekorzystnych zjawisk. Stały monitoring obiektu melioracyjnego przyczynia się do zapewnienia optymalnych warunków wilgotnościowych, co w przypadku gleb organicznych minimalizuje ryzyko ich degradacji.

Działanie AgHMM opiera się na kilku różnych typach monitoringu, które razem tworzą integralną całość. AgHMM obejmuje:

- **monitoring meteorologiczny** – dostarcza informacje o bieżących i prognozowanych warunkach meteorologicznych (temperatura i wilgotność powietrza, opady atmosferyczne, prędkość wiatru i promieniowanie całkowite); pracuje w oparciu o automatyczne stacje meteorologiczne zainstalowane na obiekcie oraz prognozy pogody pozyskiwane z IMGW,
- **monitoring agrometeorologiczny** – uwzględnia zarówno pomiary meteorologiczne, jak i pomiar wilgotności w profilu glebowym pod konkretną uprawą; badanie uwilgotnienia najczęściej obejmuje główną warstwę korzeniową rośliny; pomiary wykonywane są zarówno w sposób stały, za pomocą urządzeń do ciągłego pomiaru wilgotności gleby z transmisją danych na serwer (sondy profilowe), jak i okresowo (sondy TDR),
- **monitoring hydrologiczny** – obejmuje badanie przepływu wody w sieci drenarskiej, rowach melioracyjnych czy ciekach (za pomocą przepływomierza elektromagnetycznego lub młynka hydrometrycznego), pomiary poziomu wody gruntowej w łanie oraz stany wody w rowach (w piezometrach, w sposób ciągły, za pomocą czujników ciśnienia lub okresowo przy użyciu świstawki i taśmy pomiarowej),

¹³³Bąk B. 2022. Monitorowanie warunków środowiska obiektów melioracyjnych z wykorzystaniem systemu agro–hydro–meteorologicznego (AgHMM). Projekt INOMEL (współfinansowany przez NCBR, umowa BIOSTRATEG3/347837/11/NCBR/2017). Maszynopis.

- **monitoring hydrauliczny** – umożliwia pomiary natężenia przepływu wody i jej regulowanie na budowach hydrotechnicznych istniejących lub specjalnie do tego celu zaadoptowanych (ruchome zestawy przelewów i koryta oraz nasadki pomiarowe).

Wszystkie wymienione wyżej składowe monitoringu w systemie AgHMM dedykowane są zarówno dla obiektów nawadnianych podsiąkowo, jak i odwadniających, przy czym na obiektach drenarskich i odwadnianych rowami system AgHMM nie obejmował monitoringu hydrologicznego (pomiaru natężenia przepływu w cieku i doprowadzalnikach).

Na obiektach odwadnianych (drenarskich) zakres monitoringu może uwzględniać wielkości odpływu wody z wylotów drenarskich oraz wielkości stężenia ładunków azotanów.

Uzupełnieniem prowadzonych w systemie AgHMM pomiarów naziemnych był prowadzony równoległe **monitoring teledetekcyjny** (<https://inomel.geofabryka.pl/>) dostarczający danych o przestrzennym rozkładzie wskaźników wegetacyjnych. Ten rodzaj monitoringu działa w oparciu o zobrazowania satelitarne (z satelity Sentinel-2) oraz z bezzałogowych statków powietrznych (np. dronów).

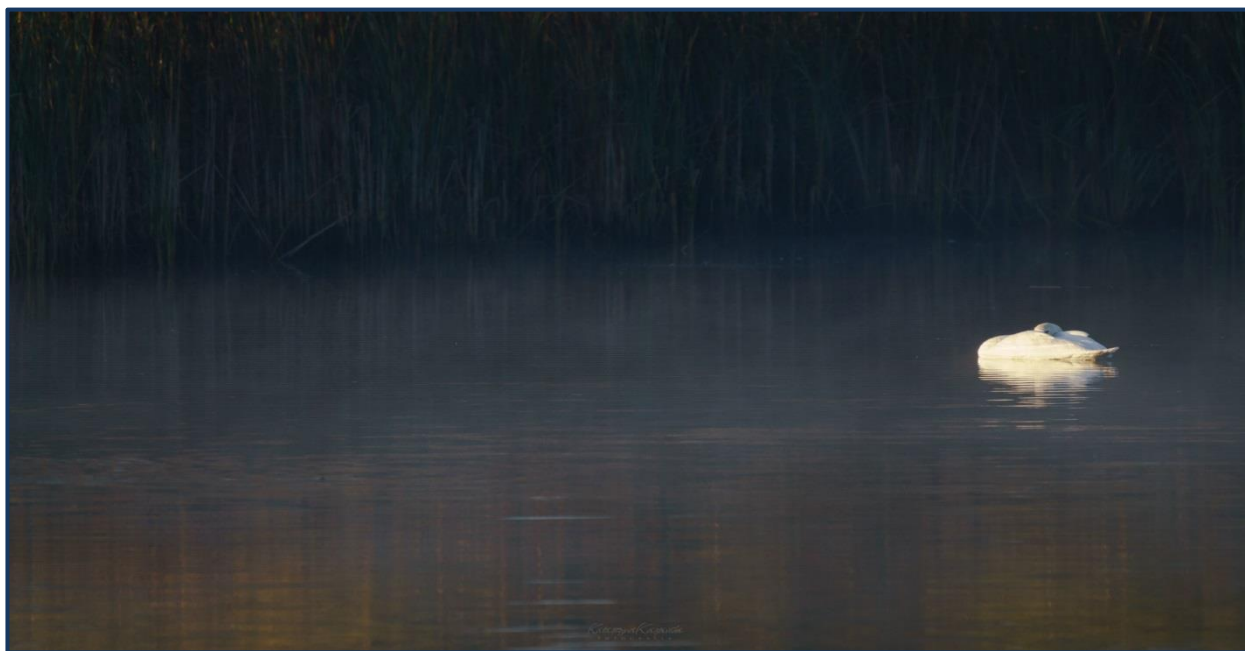
Wszystkie dane pozyskane w ramach monitorowania obiektów melioracyjnych, wraz z danymi prognostycznymi, stanowią dane wejściowe do operacyjnego planowania nawodnień i odwodnień na obiektach melioracyjnych za pomocą programów komputerowych („Nawodnienia.exe” i „Odwodnienia.exe”) opisanych w *rozdziale 2.4 Inwentaryzacja sieci drenarskiej*, str.18.

6 Podsumowanie

Zrozumienie interakcji pomiędzy użytkowaniem terenu a dostępnymi lokalnymi zasobami wodnymi jest kluczem do efektywnego i jednocześnie odpowiedzialnego rolnictwa, które będzie miało szansę sprostać wyzwaniom związanym z dostosowaniem się do zmian klimatu i utrzymaniem rentowności gospodarstw. Wychodząc z ram narzuconych przez naukę i prawo, popatrzmy na krajobraz wiejski na nowo. Zaczniemy od podstaw – od Wody i Gleby. Potraktujmy te dwa elementy jak żywe byty. Bez nich przecież nie ma rolnictwa, bez nich nie ma życia.

Możliwości kształtowania zasobów wodnych, w tym zatrzymania wody w skali lokalnej, jak pokazuje niniejsze opracowanie, mamy wiele. Przy wyborze, z których rozwiązań w naszym przypadku należałoby skorzystać, kierować należy się zarówno potrzebami lokalnej społeczności jak i warunkami socjoekonomicznymi. Podstawą jest jednak rzetelna informacja na temat stanu zasobów wodnych oraz świadomość szacowania tempa ich odnawiania przy aktualnych i planowanych w przyszłości aktywnościach (poborach wód do różnych celów, zmniejszenia powierzchni infiltracji przez zabudowę, planów rozwoju sieci drenarskiej).

Często niezbędne jest zbudowanie świadomości właścicieli gruntów i przypomnienie im o obowiązkach na nich spoczywających. Na tym polu spółki wodne powinny być skutecznie wspierane systemowo. Kluczowymi dla wdrożenia dobrych praktyk w zakresie retencji wody w melioracjach są demonstracje takich praktyk zarówno rolnikom, jak i doradcom rolnym. Wśród lokalnych społeczności rolników, którzy widzą że kształtowanie zasobów wodnych jest niezbędnym elementem dla ich efektywnej pracy, znacznie łatwiej jest wdrażać efektywne, nowe rozwiązania techniczne.



Rycina 63 Wschód słońca na Stawach Raszyńskich (fot. K. Karpińska)