



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Świętokrzyska Wydział Inżynierii
Środowiska Geodezji i Energetyki Odnawialnej

Kierunek studiów:
Inżynieria Środowiska

Katarzyna Górską

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

SYSTEMY MELIORACYJNE

opracowane w ramach realizacji Projektu
**„Dostosowanie kształcenia
w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb
współczesnej gospodarki”**
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2025r.



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23



Spis treści

1. Wstęp	2
2. Znaczenie systemów melioracyjnych i urządzeń wodno-melioracyjnych	2
3. Podział melioracji wodnych. Zadania i rodzaje melioracji	9
3.1. Urządzenia melioracji wodnych podstawowe	14
3.1.1. Budowle piętrzące i upustowe oraz obiekty do ujmowania wody	14
3.1.2. Stopnie wodne, zbiorniki retencyjne i budowle przeciwpowodziowe ...	16
3.2. Urządzenia melioracji wodnych szczegółowe	19
3.2.1. Budowle piętrzące i upustowe oraz obiekty do ujmowania wody	19
3.3. Systemy melioracyjne stosowane w rolnictwie	21
4. Obliczenia systemu nawadniającego	25
5. Literatura	29



Materiały dydaktyczne objęte licencją Creative Commons BY 4.0.

Licencja dostępna pod adresem: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. Wstęp

Systemy melioracyjne odgrywają kluczową rolę w rolnictwie, przyczyniając się do poprawy warunków glebowych i wydajności produkcji roślinnej. Melioracje, takie jak regulacja poziomu wód gruntowych i drenaż, mają na celu usunięcie nadmiaru wody z gleby, co ułatwia korzenie roślinom dostęp do tlenu i składników mineralnych. Poprawiają również strukturę gleby, zapobiegając jej zasoleniu i odsłonięciu, co wpływa na zdrowy wzrost roślin. Dzięki systemom melioracyjnym rolnicy mogą zwiększyć plony i doskonalić metody uprawy, co ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia stabilności żywnościowej.

Warto zauważyć, że systemy melioracyjne mają również pozytywny wpływ na ochronę środowiska. Poprzez efektywne zarządzanie wodami gruntowymi, zmniejszają ryzyko erozji gleby i zanieczyszczenia wód powierzchniowych. Dodatkowo, melioracje przyczyniają się do zwiększenia retencji wody w glebie, co ma znaczenie w okresach suszy, zapewniając roślinom niezbędne zasoby wodne. Dzięki temu systemy melioracyjne odgrywają istotną rolę w zrównoważonym rolnictwie, które stawia na ochronę środowiska i efektywność produkcji (<https://zeglugabydgoska.pl/>).

Absolwenci kierunku Inżynieria środowiska będą znać w zaawansowanym stopniu problemy gospodarki wodnej w zakresie regulacji stosunków wodnych na terenach rolniczych, leśnych oraz zurbanizowanych. Ponadto zdobędą wiedzę dotyczącą procesów zachodzących w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów melioracyjnych w odniesieniu do trwałości materiałów mających wpływ na długość i warunki eksploatacji a także konieczności poprawy stosunków gruntowo-wodnych w odniesieniu do przeciwdziałaniu procesom powodzi i suszy.

Opracowanie materiałów w zakresie systemów melioracyjnych zawiera dodatkowe treści, które stanowią uzupełnienie zagadnień przedstawionych na wykładzie. Zakres treści opracowanych materiałów dydaktycznych stanowi uzupełnienie i poszerzenie wiedzy z zakresu systemów melioracyjnych.

2. Znaczenie systemów melioracyjnych i urządzeń wodno-melioracyjnych

Systemy melioracyjne (czyli systemy melioracji wodnych) mają kluczowe znaczenie dla gospodarowania wodą na terenach rolniczych, leśnych, zurbanizowanych i przemysłowych. Ich głównym celem jest regulacja stosunków wodnych w glebie i na powierzchni terenu tak, aby były optymalne dla ludzi, roślin i środowiska.

Systemy melioracyjne należą do zabiegów kształtujących optymalne stosunki wodne w podłożu. Melioracje wiążą się również z budownictwem, gdzie pełnią funkcję odwodnienia terenu budowy, obniżenia zwierciadła wody gruntowej na czas prowadzenia robót fundamentowych w głębokich wykopach, osuszania obiektów budowlanych (drenaże opaskowe) itp.

Wieloznaczeniowość systemów melioracyjnych dotyczy także klimatologii, a szczególnie polepszenia warunków klimatu lokalnego przez właściwe i planowe zagospodarowanie terenu z uwzględnieniem synergii między środowiskiem naturalnym i działalnością człowieka. Właściwym przykładem mogą być leśne pasy wiatrochronne zmniejszające wielkość parowania terenowego i nadmiernego wysuszania gleby (Rys.1) (Bykowski i in.1998; Kaca i Interewicz, 1991).



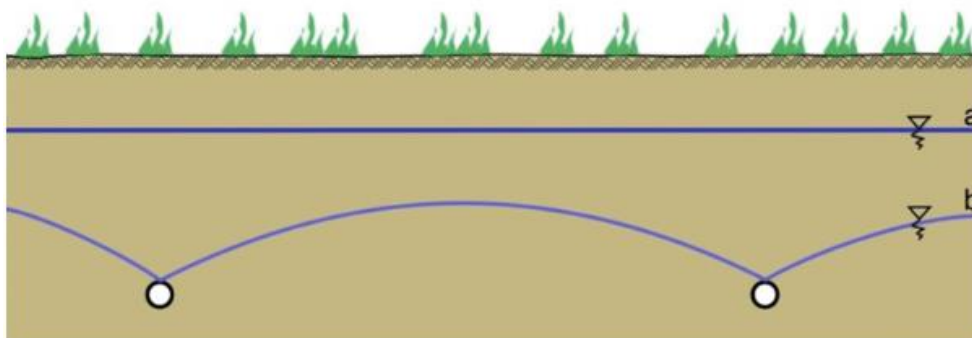
Rys. 1. Schemat leśnego pasa ochroniającego (wiatrochlónnego) (Bykowski i in.1998; Kaca i Interewicz, 1991)

[Tekst alternatywny. Na rysunku 1 widoczny jest pas zadrzewień zlokalizowanych wzdłużnie i poprzecznie w stosunku do pól uprawnych chroniących przed wiatrem.]

Całość działań związanych z racjonalną gospodarką wodną na danym terenie powinna być zróżnicowana i dostosowana do istniejących warunków gruntowo-wodnych, ukształtowania terenu, rodzaju warstw gruntów i gleb, rodzaju upraw czy prowadzenia robót budowlanych (Gawlik, 1999).

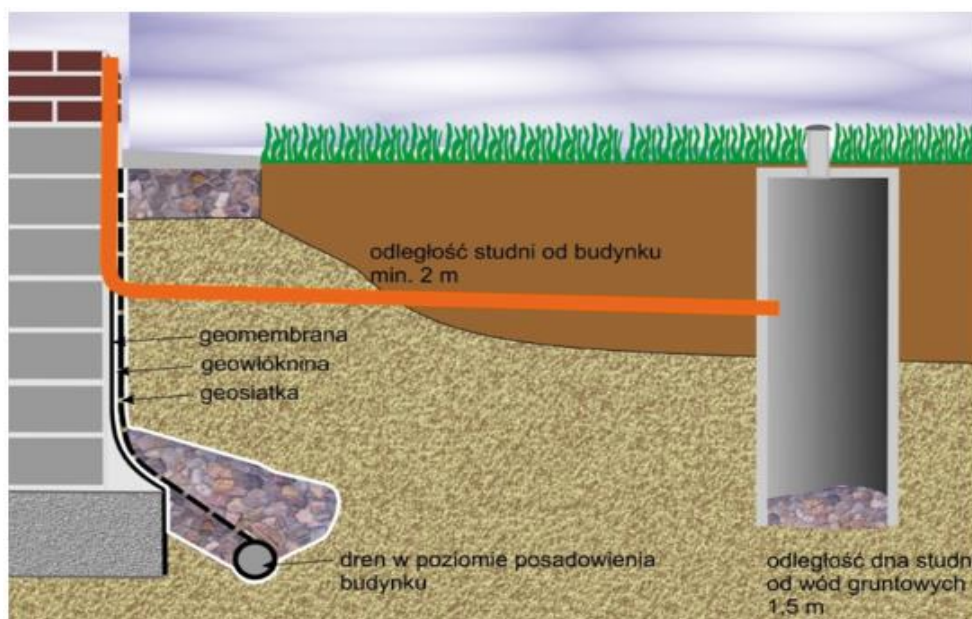
Wobec powyższego doskonała znajomość podstawowych zasad gospodarowania wodą powinna iść w parze z odpowiednią wiedzą o różnych postaciach wody w gruncie, rodzajach warstw gruntów przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych, zależnościach wynikających z przepływów wód gruntowych i odpowiedzialnością za podejmowane działania. To właśnie woda gruntowa ma najbardziej istotny wpływ na

roboty fundamentowe, posadowienia i stateczność konstrukcji budowlanych (Nyc i Pokładek, 2009) (Rys. 2).



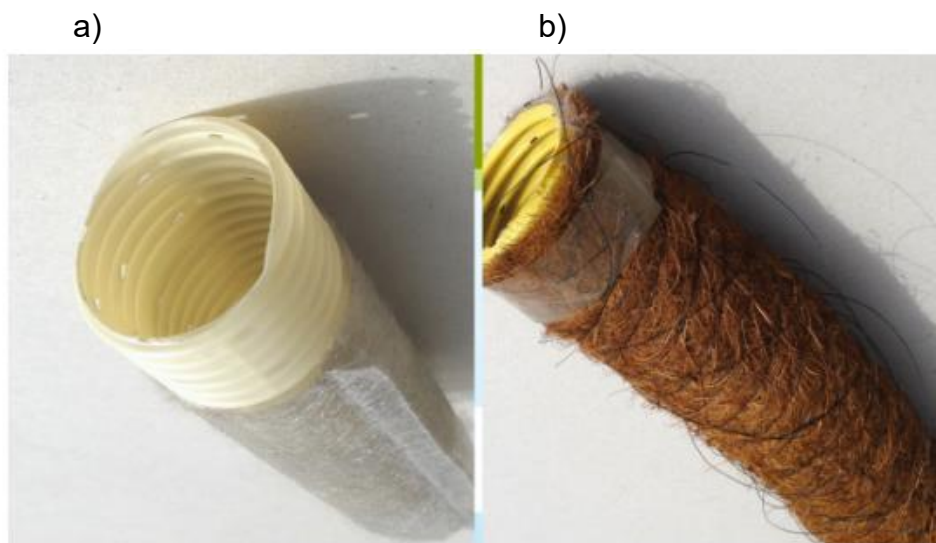
Rys.2. Krzywa depresji między dwoma ciągami drenarskimi: a) pierwotne zwierciadło wody gruntowej, b) obniżone zwierciadło wody gruntowej (<https://inzynieriasrodowiska.com.pl/>).

[Tekst alternatywny. Na rysunku 2 przedstawiono dwie niebieskie linie symbolizujące położenie zwierciadła wody gruntowej oraz dwa rurowciągi drenarskie (czarne kółka z białym wypełnieniem). Linia oznaczona jako „a” wskazuje położenie pierwotny poziom wody gruntowej, linia „b” obniżony poziom wody gruntowej za pomocą drenów.]



Rys. 3 Konstrukcja дренаżu opaskowego i studni chłonnej przy obiekcie budowlanym [<https://inzynieriasrodowiska.com.pl/>]

[Tekst alternatywny. Na Rys. 3 przedstawiono konstrukcję дренаżu opaskowego oraz studni chłonnej przy obiekcie budowlanym. Po lewej stronie rysunku znajduje się ściana budynku, przy podstawie fundamentu w obsypce żwirowej zlokalizowano dren (szare kółko), opisane są wszystkie elementy układu – geomembrana, geowłóknina, geosiatka, dren. Po prawej stronie rysunku w odległości 2 m od budynku znajduje się studnia chłonna, do której podłączony jest rurociąg (pomarańczowa linia) odprowadzający wodę z dachu budynku.]



Rys. 4 Najczęściej stosowane dreny PCV w osłonie z geowłókniny (a) i włókna kokosowego (b) (<https://kbw.zut.edu.pl/>)

[Tekst alternatywny. Rysunek 4 przedstawia najczęściej stosowane dreny w osłonie z geowłókniny i włókna kokosowego. Na rysunku a) przedstawiono przykład rury drenarskiej z PVC (biały kolor) w osłonie z geowłókniny (szary kolor), natomiast na rysunku b) dren (kolor żółty) w otoczce z włókna kokosowego (kolor brązowy).]

Znaczenie systemów melioracyjnych to przede wszystkim (Bykowski i in., 1998):

- Odwodnienie terenów nadmiernie wilgotnych np. zapobiegają podtapianiu pól, łąk, lasów i osiedli, umożliwiają uprawę na glebach, które byłyby zbyt podmokłe, chronią przed gromadzeniem się wody opadowej i gruntowej.
- Nawadnianie terenów suchych np. dostarczają wodę w okresach suszy, poprawiają plonowanie roślin rolniczych, stabilizują produkcję rolną w warunkach zmian klimatu.



- Ochrona środowiska np. regulują bilans wodny na obszarach zmeliorowanych, pomagają w zachowaniu wilgotności w lasach, torfowiskach, dolinach rzecznych, ograniczają erozję wodną i wietrzną.
- Zwiększenie produktywności rolnictwa np. umożliwiają racjonalne gospodarowanie glebą, skracają czas zalegania wody na polach po deszczach, ułatwiają mechanizację prac rolnych (np. wjazd maszyn).
- Bezpieczeństwo infrastruktury np. ochrona dróg, budynków, linii kolejowych przed nadmiarem wody, ograniczenie szkód powodziowych i podtopień
- Wpływ na mikroklimat np. poprawa warunków termicznych i wilgotnościowych w glebie zwiększenie efektywności fotosyntezy i rozwoju roślin.

Systemy melioracyjne stanowią ogół zabiegów mających na celu trwałe polepszenie rolniczych, miejskich lub leśnych zdolności produkcyjnych gleb lub gruntów.

Do zabiegów tych zaliczamy (Marcilonek, 1994):

- drenowanie ceramiczne,
- drenowanie rurami karbowanymi z perforacją,
- wykonywanie rowów nawadniających i odwadniających w zależności od
- potrzeb terenowych,
- ochronę przez zabudowę przeciwpowodziową,
- różnego rodzaju nasadzenia, zwłaszcza terenów zalesionych i nieużytków rolnych.

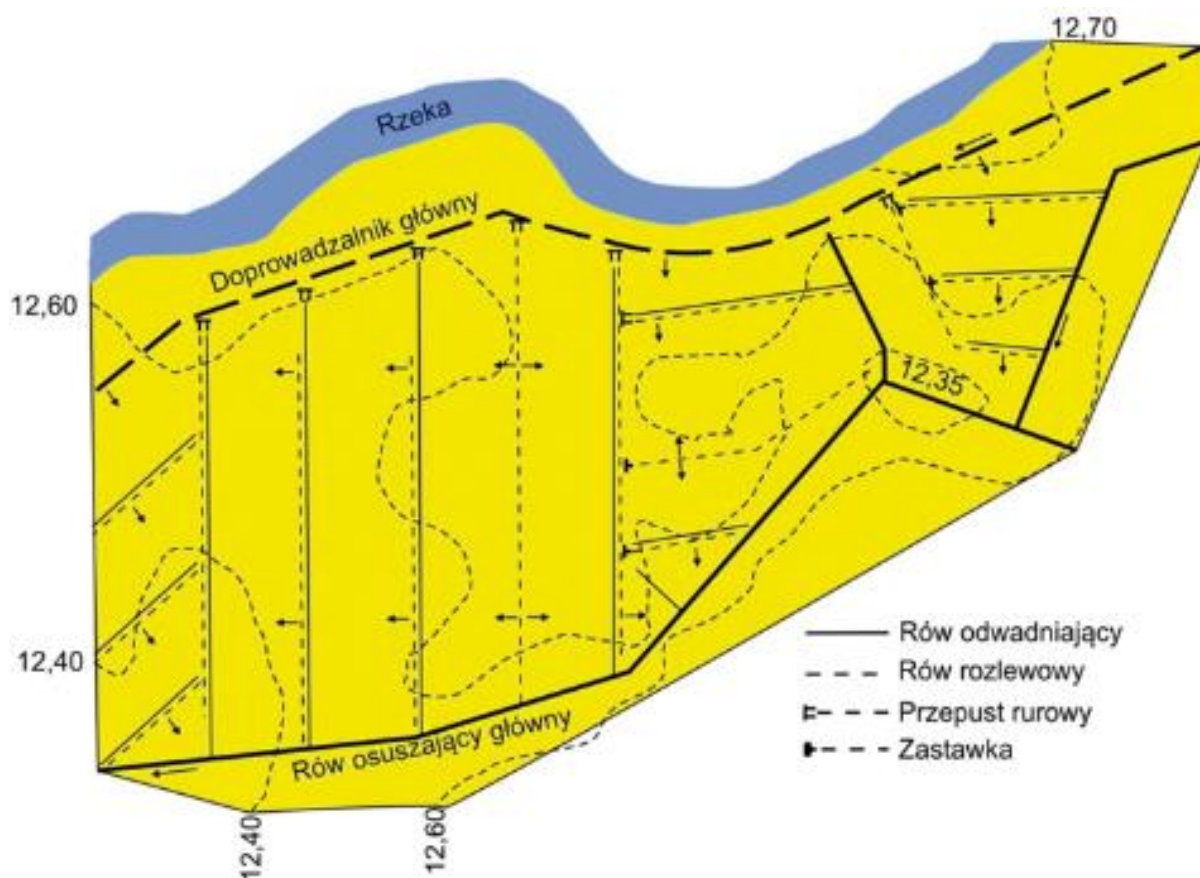
W naszych warunkach klimatycznych i przy zmiennym stanie wilgotności gleb stosowane są zarówno zabiegi odwadniające, jak i nawadniające.

Typowy schemat drenowania pola uprawnego zawiera (Marcilonek, 1994):

- Rury drenarskie (drenaż rurowy)
 - ułożone w ziemi pod lekkim spadkiem (zwykle 0,1–0,5%) w kierunku kolektora
 - mogą być wykonane z PVC, HDPE lub ceramiczne
 - rozstaw: zazwyczaj co 8–20 metrów (zależnie od gleby i opadów)
- Kolektor (rura zbiorcza)
 - zbiera wodę z mniejszych przewodów drenarskich
 - prowadzony do studzienki zbiorczej, cieku wodnego lub rowu melioracyjnego
- Studzienki rewizyjne (kontrolne)
 - umieszczone w kluczowych punktach sieci drenarskiej.

- umożliwiają czyszczenie i kontrolę przepływu.
- Warstwa filtracyjna
 - żwir, piasek lub geowłóknina, która otacza rurę drenarską.
 - chroni przed zamulaniem rur przez drobne cząstki gleby.
- Wylot drenaż

Typowy schemat drenowania pola uprawnego przedstawia Rys. 5



Rys. 5 Fragment projektu nawadniania łąk rowami rozlewowymi
[<https://inzynieriasrodowiska.com.pl>]

[Tekst alternatywny. Rys. 5 przedstawia typowy schemat drenowania pola uprawnego. Na rysunku zaznaczony jest ciek (niebieski kolor), rów osuszający główny (gruba czarna linia ciągła), doprowadzalnik główny (gruba czarna linia przerywana), rowy odwadniające (cienka czarna linia ciągła), rowy rozlewowy (cienka czarna linia przerywana) oraz zastawki i przepusty liniowe (symbole w legendzie).]

Na rys.6 i 7 przedstawiono przykłady urządzeń wodno-melioracyjnych.

a)



b)



Rys. 6 Układ rowów melioracyjnych na polach: w wykopie - odwadniający (a), w nasypie – nawadniający (b) [<https://inzynieriasrodowiska.com.pl/>]

[Tekst alternatywny. Na rys. 6 przedstawiono rowy melioracyjne, po prawej rów prowadzony jest w nasypie, pola uprawne są posadowione poniżej dna rowu, po stronie lewej klasyczny rów w wykopie, zwierciadło wody poniżej terenów uprawnych.]

a)



b)



Rys. 7. Rowy melioracyjne - brak konserwacji [<https://inzynierbudownictwa.pl/>,
<https://kwidzyn.naszemiasto.pl/>]



[Tekst alternatywny. Na rysunku 7a przedstawiono przykład rowu melioracyjnego, którego koryto jest całkowicie zarośnięte roślinnością trawiastą. Na rysunku 7b przedstawiono rów melioracyjny o brzegach porośniętych zarośniętą roślinnością trawiastą, na dnie zalegają zanieczyszczenia, w oddali widoczny krzew w środku koryta rowu.]

3. Podział melioracji wodnych. Zadania i rodzaje melioracji

Melioracje wodne polegają na regulacji stosunków wodnych w celu polepszenia zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia jej uprawy.

Melioracje wodne dzielą się na (Mioduszeński i Dembek, 2009; Babiński, 1987):

- podstawowe obejmujące obudowę górskich potoków, regulację rzek, budowę kanałów, wałów przeciwpowodziowych, zapór i zbiorników wodnych – retencyjnych,
- szczegółowe związane z odwadnianiem gleb i terenów podmokłych za pomocą urządzeń melioracji wodnych, tj. kanałów lub rowów otwartych (głównie na użytkach zielonych), drenowania (głównie na gruntach ornych) jak również nawadniania gleb suchych za pośrednictwem rowów i ciągów drenarskich.

Do urządzeń melioracji wodnych szczegółowych zalicza się m.in. (Mioduszeński i Dembek, 2009; Babiński, 1987):

- rowy wraz z budowlami związanymi z ich funkcjonowaniem,
- drenowanie,
- rurociągi,
- stacje pomp do nawodnień,
- ziemne stawy rybne,
- wszelkiego rodzaju groble wzdłuż rowów na obszarach nawodnionych,
- systemy nawodnień grawitacyjnych i ciśnieniowych służących polepszeniu zdolności produkcyjnych gleb.

W zależności od sposobu oddziaływania na środowisko wyróżnia się (Mioduszeński i Dembek, 2009; Babiński, 1987):

- melioracje wodne,
- agromelioracje,

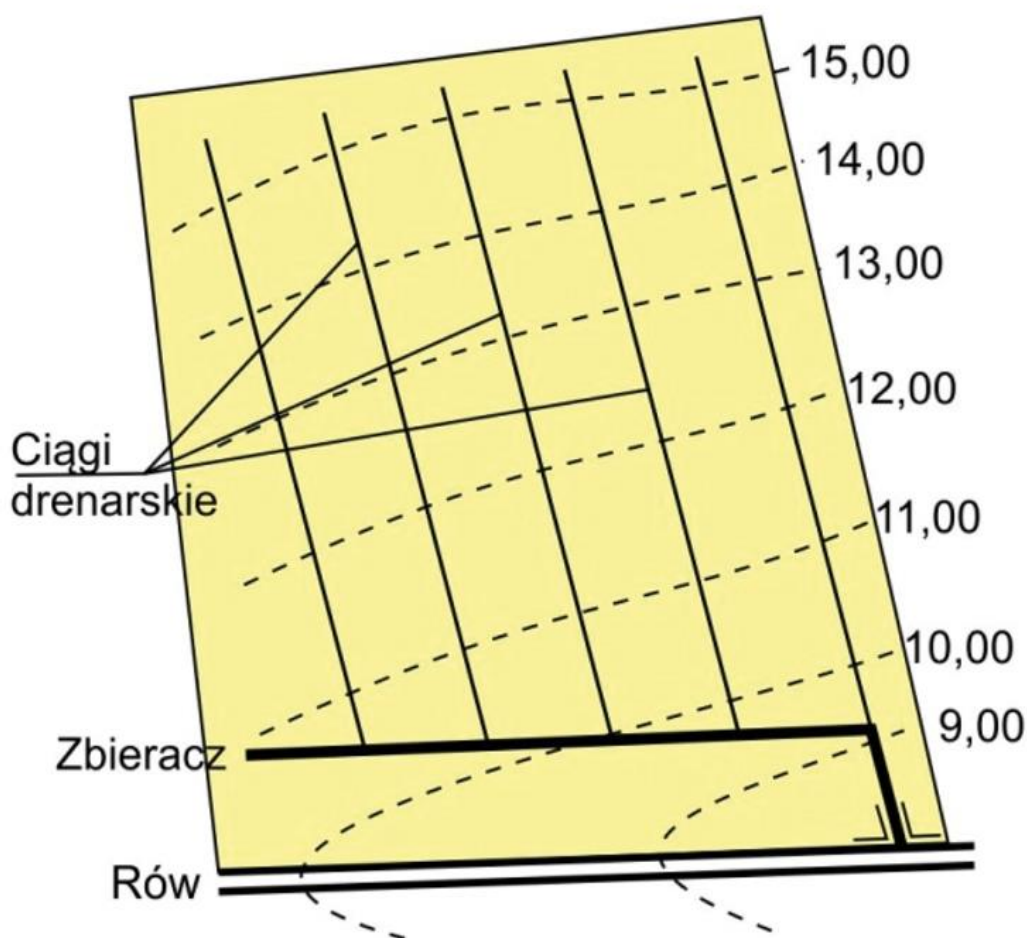


- fitomelioracje
- melioracje przeciwerozyjne

Melioracje wodne obejmują budowę urządzeń mających na celu odprowadzenie z gleby nadmiaru wody (melioracje odwadniające) bądź uzupełnienie jej okresowych niedoborów (melioracje nawadniające) w celu poprawy stosunków wodno-powietrznych gleby. Melioracje wodne mają także na celu ochronę użytków rolnych przed powodzią. Przy planowaniu, wykonywaniu oraz utrzymywaniu urządzeń melioracji wodnych podstawowych i szczegółowych należy kierować się potrzebami ochrony środowiska przyrodniczego (Żmuda, 2016). Rodzaj przyjętych systemów melioracyjnych zależy w znacznej mierze od układu sytuacyjno-wysokościowego terenu (Rys. 8-10). Możemy mieć do czynienia z drenowaniem podłużnym (prostopadle do warstw) – rys. 8, poprzecznym (kolektor z dużym spadkiem, sączki z nieznacznymi spadkami, układane niemalże wzdłuż warstw) – rys. 9, drenowanie zakosami w przypadku dużych spadków terenu (znaczne prędkości przepływu wody w drenach, mogą powodować porywanie cząstek gruntu z obsypki drenu) – rys. 10.

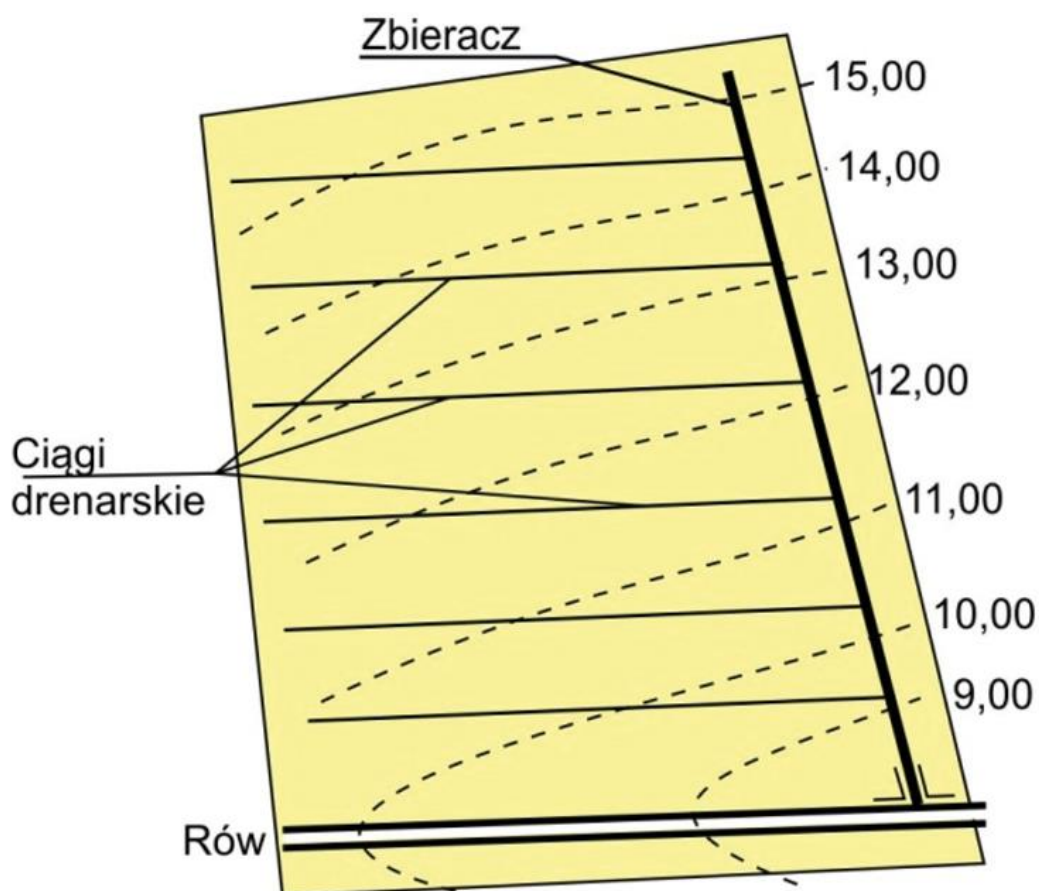
Tab. 1 Podział melioracji wodnych [<https://inzynieriasrodowiska.com.pl/>]

Podstawowe	Szczegółowe
Budowle piętrzące i upustowe oraz obiekty służące do ujmowania wód	Rowy wraz z budowlami, drenowanie i deszczownie z pompami
Stopnie i zbiorniki wodne	Stawy rybne oraz groble rowów nawadniających
Kanały wraz z budowlami	Stacje pomp, przepławki
Rurociągi Ø min. 0,6 m	Rurociągi Ø < 0,6 m
Budowle regulacyjne i ppoż.	Systemy nawodnień grawitacyjnych
Stacje pomp z wyjątkiem stacji do nawodnień	-



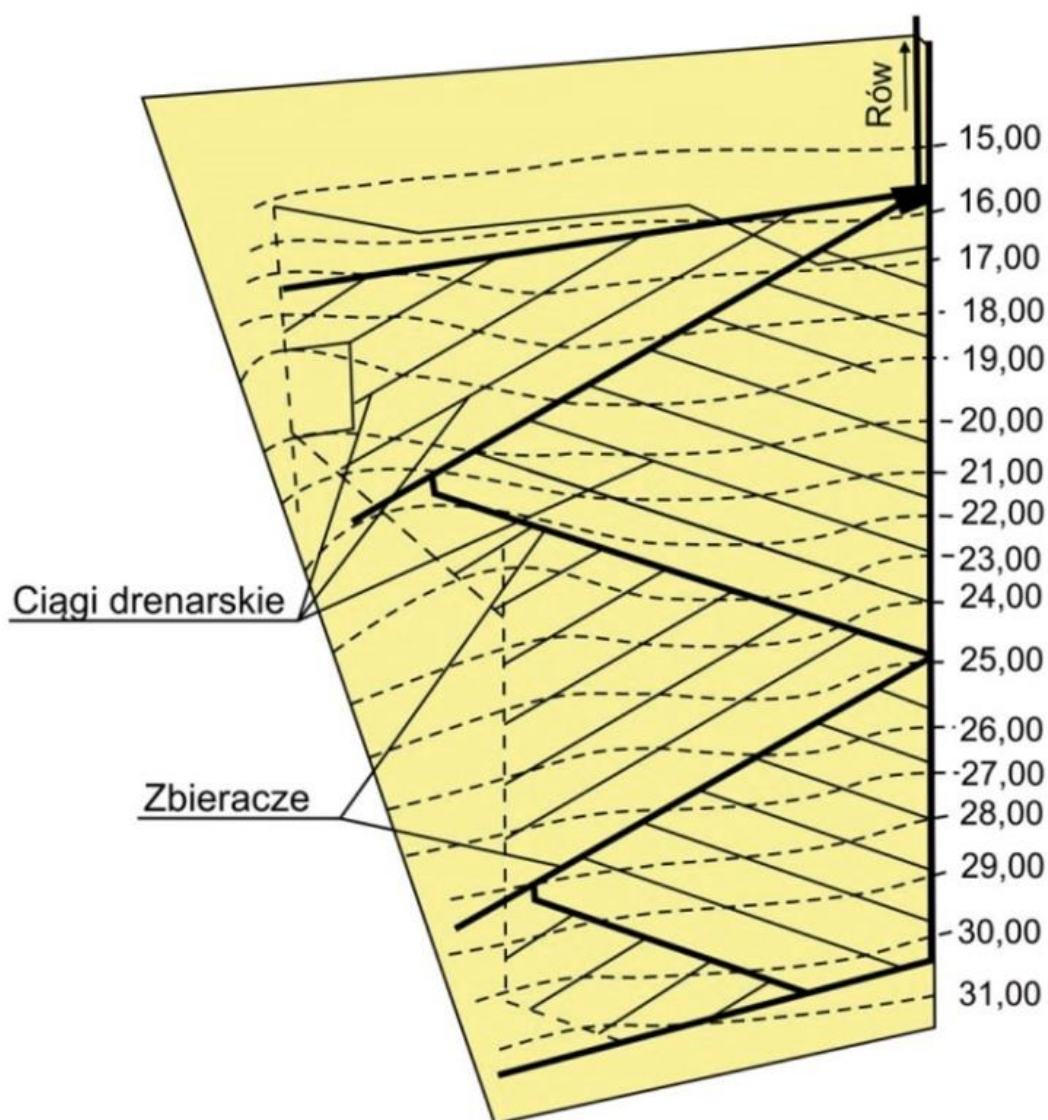
Rys. 8. Drenowanie podłużne [<https://inzynierbudownictwa.pl>]

[Tekst alternatywny. Na rysunku 8 przedstawiono system melioracyjny składający się z rowu (podwójną grubą linią ciągłą), zbieracza (pojedynczą grubą linią ciągłą) i ciągów drenarskich (cienka linia ciągła) ułożonych prostopadle do warstwic (cienka linia przerywana).]



Rys. 9. Drenowanie poprzeczne [<https://inzynierbudownictwa.pl>]

[Tekst alternatywny. Na rysunku 9 przedstawiono system melioracyjny składający się z rowu (podwójną grubą linią ciągłą), zbieracza (pojedynczą grubą linią ciągłą) i ciągów drenarskich (cienka linia ciągła) ułożonych poziomo, pod kątem ostrym do warstw (cienka linia przerywana).]



Rys. 10. Drenowanie w zakosy przy spadkach terenu większych od 1%
[<https://inzynierbudownictwa.pl>]

[Tekst alternatywny. Na rysunku 10 przedstawiono system melioracyjny składający się z rowu (górny prawy róg rysunku, zaznaczony strzałką kierunek spływu wody), zbieraczy (pojedyncza gruba linia ciągła) i ciągów drenarskich (cienka linia ciągła). Przewody zbieraczy i ciągów drenarskich ułożone są pod kątem ostrym do warstw (cienka linia przerywana), w sposób naprzemienny, zakosami.]



3.1. Urządzenia melioracji wodnych podstawowe

3.1.1. Budowle piętrzące i upustowe oraz obiekty do ujmowania wody

Budowlą piętrzącą nazywamy obiekt, którego celem jest stworzenie lub utrzymanie różnicy wód powyżej i poniżej budowli. Najczęściej budowle piętrzące wykonane są w dolinach rzek i ich celem jest spiętrzenie wody w rzece. W warunkach polskich spiętrzenie wody ma najczęściej na celu wielozadaniowe wykorzystanie zbiornika, np. ochrona przeciwpowodziowa, wyrównanie i powiększenie przepływów niskich dla potrzeb żeglugi, wykorzystanie energii wody dla produkcji energii elektrycznej, stworzenie terenów rekreacyjnych (Fanti i in., 1972).

Budowle piętrzące można podzielić w zależności od (Fanti i in., 1972):

- przeznaczenia,
- materiałów, z których zostały wykonane,
- konstrukcji,
- sposobu przepuszczania wody,
- urządzeń do przepuszczania wody.



Rys. 11. Zapora wodna w Międzygórzu (<https://bibliotekanauki.pl>).



[Tekst alternatywny. Rysunek 11 przedstawia betonową zapórę wodną (prawa część rysunku). U podstawy zapory znajduje się niecka wypadowa do wytracenia energii strumienia odpływającej wody zakończona progiem betonowym, za niecką usytuowane jest umocnione koryto ciekłu, nad korytem widoczny jest most/kładka (kolor niebieski).]

Urządzenie upustowe – element budowli hydrotechnicznej, umożliwiające przeprowadzenie wód przez stopień wodny oraz regulację wielkości przepływu. Na jednym stopniu piętrzącym często stosuje się różne urządzenia upustowe. Zestaw urządzeń upustowych dla danego stopnia wodnego projektuje się tak, aby mogły przeprowadzić określoną wielkość przepływu, tj. przepływu powodziowego o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia. Część urządzeń upustowych danego stopnia powinna zapewniać możliwość przeprowadzenia różnych ciał stałych, np. kry lodowej, śryżu czy innych pływających przedmiotów, także rumowiska (upusty płuczące). Ponadto stosuje się urządzenia upustowe umożliwiające całkowite opróżnienie zbiornika. Urządzenia upustowe mogą być wyposażone w zamknięcia lub być urządzeniami bez zamknięć eksploatacyjnych.

Stosowane są następujące podstawowe rodzaje urządzeń upustowych (Naprawa, 2011):

- przelewy powierzchniowe,
- spusty,
- sztolnie.

Przelew jest elementem przeprowadzającym wodę przepływającą w przekroju otwartym. Wyróżnia się (Naprawa, 2011):

- przelewy łączące bezpośrednio stanowisko górne i dolne,
- przelewy stokowe, omijające budowlę piętrzącą – bystrza.

Spust jest elementem przeprowadzającym wodę przepływającą w przewodzie o przekroju zamkniętym. Sam przewód spustu może zostać przeprowadzony przez korpus budowli lub przez zbocze. Spusty dzieli się na rodzaje według warunków i sposobu pracy przewodu [<https://portalochronysrodowiska.pl>].

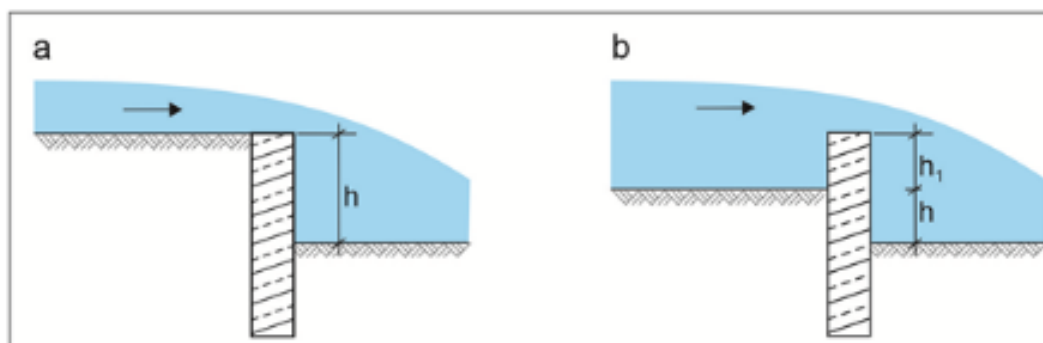
Ujęcia wody - nieodzowny element wszystkich budowli hydroenergetycznych do zasilania turbiny elektrowni wodnej. Ujęcia wody ze względów hydraulicznych i konstrukcyjnych dzielą się na dwie zasadnicze grupy: ujęcia o swobodnym zwierciadle wody (powierzchniowe) oraz ujęcia wody pod ciśnieniem (głębinowe). Ujęcia powierzchniowe można podzielić na (Naprawa, 2011):

- wloty bezpośrednie do siłowni niskiego spadku (typu przyjazowego lub kanałowego),
- ujęcia przed kanałami otwartymi, sztolniami i rurociągami siłowni derywacyjnych,
- ujęcia denne potoków górskich dla małych obiektów.

3.1.2. Stopnie wodne, zbiorniki retencyjne i budowle przeciwpowodziowe

Stopień wodny

Stopnie wodne są budowlami hydrotechnicznymi zaliczanymi do urządzeń służących do zmniejszania energii kinetycznej płynącej wody w korycie. Mogą być tworami naturalnymi lub tworzonymi przez celowe projektowanie regulacji cieku. Woda płynąca z prędkością ponad 5,0 m/s i o dużym przepływie miarodajnym stanowi duże zagrożenie erozyjne dla koryta i brzegów co powinno być szczególnym kryterium w trakcie projektowania wszelkich budowli umieszczanych w nurcie. Cechą wyróżniającą stopień wodny jest różnica poziomów dna powyżej i poniżej takiej budowli (Rys. 12). Na podstawie dużej ilości obserwacji stopni wodnych stwierdzono, że optymalną wysokością stopnia jest 0,3 m ze spadkiem mierzonym w koronach grupy stopni 1 – 1,2 %. Umocnienie dna za stopniem powinno być zaprojektowane na długości ok. 5,0 m (<https://inzynieriasrodowiska.com.pl>).



Rys. 12. Rodzaje stopni wodnych: zwykły (a), mieszany (b). Oznaczenia: h – różnica poziomów dna cieku, h_1 – wysokość progu od strony wody górnej (<https://inzynieriasrodowiska.com.pl>)



[Tekst alternatywny. Na rysunku 12 przedstawiono dwa rodzaje stopni wodnych. Zakreskowany prostokąt symbolizuje budowlę betonową, na niebiesko zaznaczono wodę, strzałka pokazuje kierunek przepływu wody. Stopień wodny zwykły o wysokości „h” stanowi różnicę wysokości pomiędzy dnem rzeki powyżej i poniżej progu (rysunek 12a). Stopień wodny mieszany (rysunek 12b) jest posadowiony ponad dnem rzeki powyżej budowli na wysokość „h₁”.]

Jeziora

Jeziora to naturalne zbiorniki wodne wypełniające zagłębienia terenu. W Polsce znajduje się ponad 9 tysięcy jezior, z czego największym jest Jezioro Gopło o powierzchni 27 km². Jeziora są cennym elementem krajobrazu i siedliskiem wielu gatunków roślin i zwierząt. Stanowią również popularne miejsca wypoczynku i rekreacji. Jeziora odgrywają ważną rolę w gospodarce Polski. Wykorzystywane są m.in. do połowu ryb, produkcji wody pitnej, nawadniania upraw i generowania energii elektrycznej [<https://jeziorapolski.pl>].

Zbiorniki zaporowe

Zbiorniki zaporowe to sztuczne zbiorniki wodne utworzone poprzez spiętrzenie rzeki za pomocą tamy. W Polsce znajduje się ponad 700 zbiorników zaporowych, z czego największym jest Jezioro Solińskie o pojemności 505 mln m³ (z nadpiętrzeniem). Zbiorniki zaporowe pełnią wiele ważnych funkcji, m.in. (Kasza, 2009):

- Retencyjną: Chronią przed powodzią poprzez zatrzymywanie wody w czasie intensywnych opadów.
- Energetyczną: Wytwarzają energię elektryczną poprzez turbiny wodne.
- Rekreacyjną: Stanowią popularne miejsca wypoczynku i rekreacji.
- Zaopatrzeniową: Dostarczają wodę pitną dla ludności i przemysłu.

Budowa i eksploatacja zbiorników zaporowych może mieć negatywny wpływ na środowisko naturalne. Może prowadzić m.in. do zalania cennych siedlisk przyrodniczych, fragmentacji populacji zwierząt i pogorszenia jakości wody.

Stawy

Stawy to sztuczne zbiorniki wodne o stosunkowo niewielkiej powierzchni, wykorzystywane głównie do hodowli ryb. W Polsce znajduje się ponad 150 tysięcy stawów, z czego największym kompleksem stawowym są Stawy Milickie na Dolnym Śląsku. Stawy odgrywają ważną rolę w gospodarce Polski, dostarczając m.in. ryby



słodkowodne, pasze dla zwierząt i rośliny wodne. Stawy są również cennym elementem krajobrazu i siedliskiem wielu gatunków roślin i zwierząt. Stanowią one ważny element ekosystemów wodnych i lądowych (Kasza, 2009).

Kanały

Kanały to sztuczne ciek wodne łączące ze sobą dwa lub więcej zbiorników wodnych. W Polsce znajduje się ponad 7 tysięcy kilometrów kanałów, z czego największym jest Kanał Bydgoski łączący Wisłę z Notecią. Kanały pełnią wiele ważnych funkcji, m.in. (Kasza, 2009):

- Transportową: Umożliwiają transport towarów i ludzi drogą wodną.
- Melioracyjną: Ułatwiają odprowadzanie nadmiaru wody z terenów podmokłych.
- Rekreacyjną: Stanowią popularne miejsca wypoczynku i rekreacji.

Budowa i eksploatacja kanałów może mieć negatywny wpływ na środowisko naturalne. Może prowadzić m.in. do fragmentacji siedlisk przyrodniczych, rozprzestrzeniania się gatunków inwazyjnych i pogorszenia jakości wody (Kasza, 2009).

Budowle przeciwpowodziowe to wszelkie konstrukcje i urządzenia inżynierskie, których celem jest ochrona ludzi, mienia i środowiska przed skutkami powodzi. Ich zadaniem jest (Majewski i Walczykiewicz, 2012):

- ograniczenie ryzyka powodzi,
- zmniejszenie siły i zasięgu zalewów wodnych,
- kontrolowanie przepływu wody.

Do budowli przeciwpowodziowych zalicza się m.in. (Majewski i Walczykiewicz, 2012):

- Wały przeciwpowodziowe – podłużne nasypy ziemne wzdłuż rzek, które zapobiegają wylewaniu się wody poza koryto.
- Zbiorniki retencyjne (retencjonujące wodę) – sztuczne jeziora lub zbiorniki, które gromadzą nadmiar wody podczas wezbrań.
- Kanały ulgi – specjalne kanały odprowadzające nadmiar wody z rzeki do innego ciek wodnego lub zbiornika.
- Poldery zalewowe – kontrolowane obszary zalewowe, które tymczasowo przejmują nadmiar wody.



- Stopnie wodne i zapory – służą do regulacji przepływu wody oraz mogą magazynować wodę w czasie większych opadów.
- Śluzy, wrota przeciwpowodziowe – zamykają dopływ wody do określonych obszarów (np. portów, kanałów).
- Regulacje rzek (np. pogłębianie, obudowa brzegów) – poprawiają przepustowość rzek i zmniejszają ryzyko wystąpienia powodzi.

Budowle przeciwpowodziowe chronią przed zalaniem obszary zamieszkałe i rolnicze, pomagają w kontrolowaniu poziomu wody, minimalizują szkody gospodarcze i ekologiczne.

3.2. Urządzenia melioracji wodnych szczegółowe

3.2.1. Budowle piętrzące i upustowe oraz obiekty do ujmowania wody

Rowy z budowlami to elementy systemu melioracyjnego (odwadniającego lub nawadniającego), w których oprócz samego wykopu (rowu) znajdują się dodatkowe konstrukcje inżynierskie służące do regulacji przepływu wody. Są to rowy, w których zbudowano budowle wodne, takie jak np. (Majewski i Walczykiewicz, 2012):

- przepusty – rury lub kanały pod drogami, przez które przepływa woda,
- zastawki – urządzenia do zamykania lub otwierania przepływu wody,
- progi – niewielkie spiętrzenia wody w rowie, np. w celu spowolnienia przepływu,
- mostki, wyloty drenażowe – elementy łączące rowy z innymi systemami,
- małe jazy – małe budowle do piętrzenia wody.

Rowy stosuje się przede wszystkim: do kontrolowania poziomu wody w rowie, odprowadzania nadmiaru wód opadowych lub roztopowych, ochrony terenów rolniczych i zabudowanych przed zalaniem a także w systemach melioracji rolniczej – wspomagają nawadnianie lub odwadnianie pól.



Rys. 13. Próg piętrzący na cieku z grodzicy winylowej zwieńczonej oczepem winylowym [<https://www.pietrucha.pl>]

[Tekst alternatywny. Na rysunku 13 przedstawiono próg piętrzący na cieku. Na pierwszym planie widoczna jest budowla w postaci grodzicy z tworzywa sztucznego wbitych w grunt wodny, z obniżonym fragmentem, którym przelewa się płynąca woda. Skarpy cieku są umocnione kamieniami w siatce stalowej.]

Stawy rybne to sztuczne lub naturalne zbiorniki wodne, które są wykorzystywane do hodowli ryb. Są one ważnym elementem gospodarki rybackiej i służą do produkcji ryb konsumpcyjnych, narybku (młodych ryb) oraz do celów rekreacyjnych i edukacyjnych. Główne cechy stawów rybnych (Browski, 1985):

- Płytke – zazwyczaj mają głębokość 1–2 metry, co sprzyja nagrzewaniu wody i wzrostowi ryb.
- Zasilane wodą – z rzek, kanałów, źródeł lub opadów.
- Zamknięte lub przepływowe – mogą mieć stały dopływ i odpływ wody albo być okresowo napełniane.



Rys. 14. Przykład układu stawów rybnych (<https://www.rynek-rolny.pl>)

[Tekst alternatywny. Na rysunku 14 przedstawiono układ kilkunastu stawów rybnych oddzielonych od siebie groblami. Widoczne są urządzenia piętrząco-upustowe do regulacji poziomu piętrzenia wody i opróżniania stawów.]

3.3. Systemy melioracyjne stosowane w rolnictwie

Systemy melioracyjne nawadniające to urządzenia i rozwiązania techniczne, które służą do regulowania poziomu wody w glebie, zapewniając optymalne warunki do uprawy roślin. Działają one zarówno w kierunku osuszania, jak i nawadniania, w zależności od potrzeb danego terenu i uprawianych roślin (Jaśkiewicz 2022).

Główne funkcje systemów melioracyjnych nawadniających (Jaśkiewicz 2022):

- Zapewnienie odpowiedniej wilgotności gleby:
 - w regionach o niskich opadach i suszach, systemy nawadniające dostarczają wodę do gleby, zapobiegając niedoborom wilgoci i chroniąc uprawy przed negatywnymi skutkami suszy;
- Regulacja poziomu wód gruntowych:



- melioracje wodne mogą obniżać zbyt wysoki poziom wód gruntowych, co jest istotne w przypadku terenów podmokłych, zapobiegając gniciu korzeni i umożliwiając uprawę;
- Ochrona przed powodzią i nadmiarem wody:
 - w okresach obfitych opadów, systemy melioracyjne mogą odprowadzać nadmiar wody, chroniąc uprawy i infrastrukturę przed zalaniem;
- Poprawa struktury gleby i warunków uprawy:
 - odpowiednie nawodnienie i osuszenie gleby może poprawić jej strukturę,
 - napowietrzenie i dostępność składników odżywczych dla roślin;
- Zwiększenie plonów i jakości upraw.

Dzięki optymalizacji warunków wodnych, systemy melioracyjne mogą przyczynić się do wzrostu plonów i poprawy jakości produktów rolnych. Przykłady urządzeń i systemów melioracyjnych nawadniających (Jaśkiewicz; 2022):

- Systemy zraszające:
 - rozpraszają wodę w formie deszczu nad uprawami, zapewniając równomierne nawodnienie;
- Nawadnianie kropelkowe:
 - precyzyjnie dostarcza wodę bezpośrednio do systemu korzeniowego roślin;
- Rowy irygacyjne:
 - kanały dostarczające wodę na pola uprawne;
- Drenaż:
 - system rur perforowanych, zakopanych w glebie, odprowadzający nadmiar wody;
- Rowy melioracyjne:
 - kanały odprowadzające wodę z terenów podmokłych;
- Stawy rybne:
 - pełnią funkcję retencji wody, stabilizacji poziomu wód gruntowych i poprawy jakości gleby;
- Groble:
 - wały ziemne budowane wzdłuż rowów, chroniące przed zalaniem i erozją;
- Drenaż regulowany:
 - systemy drenarskie z możliwością sterowania odpływem wody, pozwalające zatrzymać ją w glebie w razie potrzeby;
- Rowy melioracyjne z piętrzeniami:
 - zastosowanie zastawek piętrzących w rowach melioracyjnych spowalnia odpływ wody i umożliwia jej przesiekanie do gleby;



- Nawadnianie podsiątkowe



Rys. 15. Zraszacze nawadniające pole [<https://www.nawodnienia.eu>]

[Tekst alternatywny. Na rysunku 15 widoczne są pola uprawne podzielone na sekcje, wzdłuż upraw biegnie rurociąg (biały kolor), który służy do nawadniania upraw poprzez system zraszaczy. Woda wydobywa się w postaci ukierunkowanych strumieni rozdrobnionych kropelkowo.]

Wybór odpowiednich systemów melioracyjnych zależy od wielu czynników, takich jak rodzaj gleby, klimat, ukształtowanie terenu oraz specyfika upraw. Nawadnianie ma na celu zaopatrzenie roślinności w niedostatek wody i pożywienia w niej rozpuszczonego. W naszej strefie klimatycznej nawadnia się grunty, żeby zasilić ziemię rozpuszczonymi w wodzie składnikami odżywczymi lub doprowadzić urodzajny szlam, jako rodzaj nawozu (Kosturkiewicz i Szafrąński, 1990).



Rozróżnia się kilka sposobów nawadniania gruntów (Kosturkiewicz i Szafrąński, 1990):

- nawadnianie zalewowe,
- nawadnianie przez spiętrzenie,
- nawadnianie przez zroszenie lub przepływowe.

Nawodnienie zalewowe wymaga płaskiego i wyrównanego terenu oraz dużej ilości wody do wykorzystania. Polega to na celowym zalaniu warstwą wody (ok. 25-30cm) naturalnego zagłębienia specjalnie zabezpieczonego groblami. Woda w czasie trwania zalewu wsiąka w warstwy gleby zwilżając ją. Reszta wody pozostaje odprowadzona, a teren osusza się za pomocą sieci odwadniającej. W Polsce rzadko stosuje się ten rodzaj nawadniania gdyż wymaga dużych nakładów finansowych związanych z koniecznością stosowania dużej ilości budowli i ich konserwacji.

Nawadnianie przepływowe polega na puszczeniu wód po lekkim stoku przy pomocy śluz i doprowadzenia wód do rowków pobocznych doprowadzających i dalej rozdzielających. Spadek stoku w tym przypadku powinien wynosić ok 4-5%.

Nawodnienie przez zroszenie przeprowadza się zazwyczaj w sezonie jesienno-zimowym, aż do nadejścia pierwszych mrozów. Wodę przepuszcza się przez 1-3 dni, a następnie przerywa się nawodnienie na 2-3 dni. Czynność tę powtarza się wielokrotnie. Zabieg ten ma na celu chronić roślinność przed nadmierną utratą ciepła (Kosturkiewicz i Szafrąński, 1990).

W zależności od sposobu oddziaływania na środowisko wyróżnia się (Kosturkiewicz i Szafrąński, 1990):

- agromelioracje,
- fitomelioracje
- melioracje przeciwerozyjne

Agromelioracje dotyczą wadliwych gleb zarówno ciężkich, jak i lekkich. Mają one na celu poprawienie niewłaściwych warunków wodno-powietrznych, chemicznych i biologicznych głównie podglebia (poziomów glebowych poniżej warstwy orno-próchnicznej). Do zabiegów agromelioracyjnych zalicza się orkę agromelioracyjną, głęboszowanie, kretowanie stosowane na cięższych glebach, wgłębne nawożenie organiczne i mineralne, iłowanie i glinowanie gleb lekkich itp. Kretowanie ma na celu rozkruszenie zbitego podglebia z równoczesnym uformowaniem na odpowiedniej głębokości kanałów krecich, które odprowadzają nadmiar wody do drenów lub



bezpośrednio do rowów (usprawniają działanie systemów melioracyjnych). Fitomelioracje polegają na poprawie warunków siedliskowych głównie przez tworzenie w krajobrazie rolniczym zadrzewień śródpolnych oraz zalesianie gruntów o małej przydatności rolniczej. Zadrzewienia poprawiają agroklimat oraz warunki wodne gleb, zmniejszają nasilenie erozji wodnej i wietrznej, chronią wody przed składnikami nawozowymi spływającymi z pól oraz korzystnie wpływają na równowagę biologiczną agroekosystemów. Melioracje przeciwerozyjne mają na celu ochronę gleb przed erozją (Kosturkiewicz, Szafrąński 1990).

4. Obliczenia systemu nawadniającego

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z wytycznymi dostępnymi na stronie <https://www.nawodnienia.eu>.

Obliczenie deszczowni

1. Określenie powierzchni pola

A = powierzchnia pola [ha] lub [m²]

2. Ustalenie dawki opadowej (potrzebę wodną)

d – ilość wody potrzebnej do nawodnienia

Przykład: 20 mm = 20 litrów na każdy m² = 200 m³/ha

Zależy od rodzaju uprawy, gleby i pogody.

3. Obliczenie łącznej ilości wody potrzebnej do nawodnienia pola

$$Q = d \cdot A \quad (1)$$

gdzie:

Q – ilość wody [m³]

d – dawka opadowa [m³/m²]

A – powierzchnia pola [m²]

4. Wybór typu deszczowni

Deszczownia szpulowa (bębnowa), deszczownia sztywna (stała), zraszacze polowe (mobilne lub stacjonarne). W zależności od typu deszczowni dobór:

Strona 25 z 31



- wydatku zraszacza (l/h),
- zasięgu zraszania,
- ciśnienia roboczego (bar),
- szerokości roboczej

5. Obliczenie wydajności zraszaczy

$$N = Q \cdot t \cdot N \quad (2)$$

gdzie:

N – wydatek systemu zraszaczy [m³/h]

Q – ilość wody [m³]

t – czas nawadniania [h]

6. Sprawdzenie dostępności wody i ciśnienia

- Czy jest odpowiedni dopływ wody (ze studni, rzeki, hydrantu)?
- Czy źródło wody zapewnia odpowiednie ciśnienie?

WSKAZÓWKI:

- Typowa wydajność jednego zraszacza wynosi od 0,5 do 5 m³/h.
- Czas nawadniania jednej sekcji nie powinien przekraczać 8–12 godzin.
- System może wymagać podziału pola na sektory nawadniania.

Obliczenie drenażu nawadniającego

1. Określenie potrzeb wodnych roślin

- Ustalenie, ile wody potrzebują rośliny (w mm lub l/m²),
- Określenie, czy gleba wymaga stałego uwilgotnienia, czy okresowego nawadniania.

2. Określenie właściwości gleby

Ważne parametry:

- Typ gleby – piaszczysta, gliniasta, ilasta,
- Przepuszczalność wodna – decyduje o rozstawie rur,



- Poziom wód gruntowych – idealnie: 0,8–1,25 m dla nawadniania podsiąkowego.
- Rury układa się na głębokości 0,8–1,25 m (zależnie od poziomu wody, roślin i gleby).

Tab. 2. Rozstaw rur drenarskich w zależności od typu gleby [<https://inzynierbudownictwa.pl>]

Rodzaj gleby	Procentowa zawartość w glebie ziaren o średnicy $d < 0,01 + 1/3$ ziaren o średnicy $d = 0,01 - 0,05$	Głębokość drenowania [m]	
		1,25	1,0
Gliny i ily	> 75%	-	7-8
Gliny zwarte	75-50%	9-12	8-11
Gliny	50-40%	12-15	11-13
Grunty piaszczysto- gliniaste	40-30%	15-18	13-15
Grunty piaszczysto- gliniaste	30-20%	18-22	15-18
Piaski	20-10%	22-27	18-22

3. Obliczenie ilości wody do podania przez drenaż

$$Q = d \cdot A \quad (3)$$

gdzie:

Q – ilość wody [m³],

A – powierzchnia pola [m²],

d – dawka opadowa [m].

4. Zapewnienie dopływu i odpływu wody

- Rury drenarskie muszą być połączone do zbiornika lub rurociągu doprowadzającego wodę,
- System może być wyposażony w:
 - zawory regulujące dopływ,
 - studzienki kontrolne,
 - pompy – jeśli trzeba podnieść wodę z niższego poziomu.

5. Zaprojektowanie układu rur

Najczęściej stosowane układy:

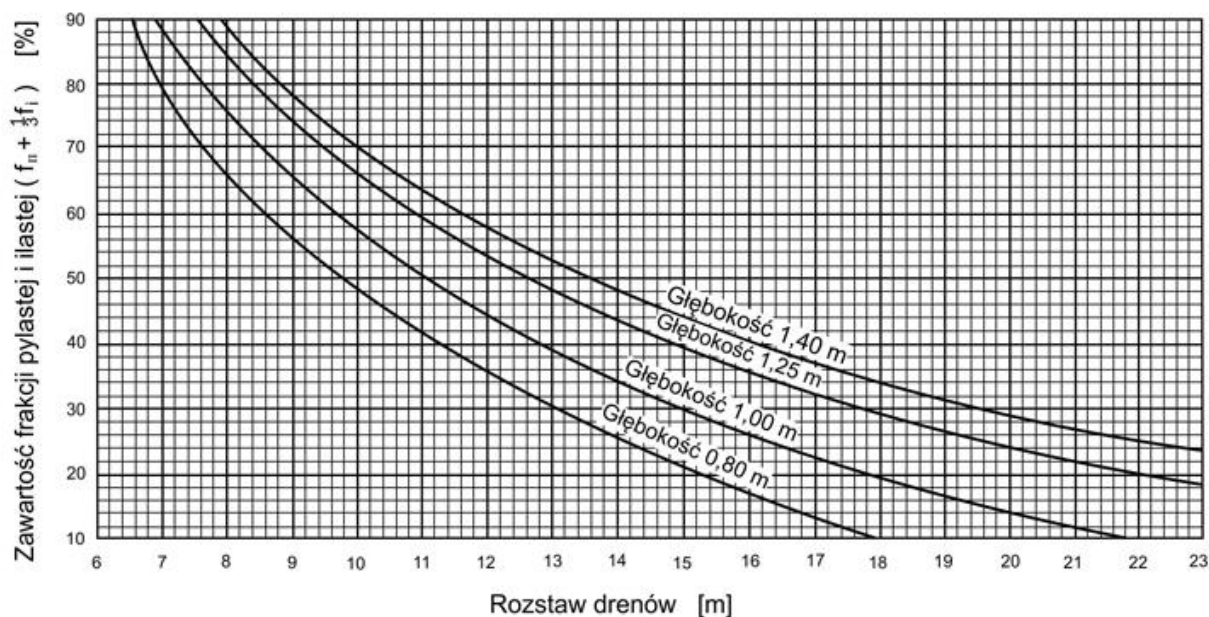
- Układ równoległy – rury równoległe z odpływem do głównej kolektora,

- Układ wachlarzowy – dla nieregularnych działek.

Tab. 3. Parametry hydrauliczne drenów [https://inzynerbudownictwa.pl]

Rodzaj gleby		Średnice drenów [cm]							
		4,0	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	18,0	22,0
Gliny i ły	i [‰]	3,5-4,0	2,5-3,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
	v [m/s]	(0,15)	(0,15)	(0,20)	(0,24)	(0,25)	(0,30)	(0,34)	(0,43)
Grunty pylaste, dreny otulone warstwą filtracyjną (geowłókniny)	i [‰]	-	6,0	3,0	2,5	2,5	0,30	0,34	0,37
	v [m/s]	-	(0,24)	(0,25)	(0,27)	(0,30)	(0,35)	(0,39)	(0,43)

i – spadek drenu [‰], v – prędkość przepływu [m/s]



Rys. 16. Nomogram do określania rozstawu drenów [https://inzynerbudownictwa.pl]

[Tekst alternatywny. Na rysunku 16 widoczny jest nomogram do doboru rozstawu drenów w m (oś pozioma) w zależności od głębokości ich posadowienia (cztery krzywe dla głębokości 0,80, 1,00, 1,25 i 1,40 m) oraz procentowej zawartości frakcji pylastej i ilastej (oś pionowa).]



5. Literatura

1. Bykowski J., Szafrński Cz., Fiedler M. (1998). Potrzeby modernizacji systemów melioracyjnych dla optymalnego kształtowania zasobów wodnych użytków rolnych. Kraków.
2. Kaca E., Interewicz A. (1991). Metodyka oceny stanu technicznego urządzeń melioracyjnych w systemach nawodnień podsiąkowych. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.
3. Nyc K., Pokładek R. (2009). Eksploatacja systemów melioracyjnych podstawą racjonalnej gospodarki wodnej w środowisku przyrodniczo-rolniczym. Wydawnictwo Uniw. Przyrod. we Wrocławiu. Wrocław.
4. Bykowski J., Szafrński Cz., Fiedler M. (1998). Potrzeby modernizacji systemów melioracyjnych dla optymalnego kształtowania zasobów wodnych użytków rolnych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Kraków.
5. Pabujan L., Stachowiak M. (2019). Ocena stanu technicznego urządzeń melioracyjnych w gminie Bystrzyca Kłodzka – obiekt Łomnica. Kraków.
6. Marcilonek S. (1994). Eksploatacja urządzeń melioracyjnych. Wydaw. AR we Wrocławiu. Wrocław:
7. Gawlik W. (1999), Stan infrastruktury ochronnej brzegów morskich i zalewowych. Gdańsk.
8. Naprawa S. (2011). Wybrane ważne problemy związane z bezpiecznym projektowaniem i użytkowaniem budowli piętrzących wodę w warunkach z
9. imowych na ciekach z okresowym ruchem rumowiska; Referat na II Warsztaty Lodowe Problemy Rzek, Dobiegniewo.
10. Kasza H. (2009). Zbiorniki zaporowe: znaczenie – eutrofizacja – ochrona. Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała.
11. 5. Majewski W., Walczykiewicz T. (2012). Zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi oraz infrastrukturą hydrotechniczną w świetle prognozowanych zmian klimatycznych. IMGW. Warszawa.
12. Browski B. (1985). Straty rybne w gospodarce stawowej. Gosp. Ryb.
13. Jaśkiewicz T. (2022). Charakterystyka urządzeń nawadniających oraz sposoby nawadniania. Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu. Poznań
14. Kosturkiewicz A., Szafrński Sz. (1990). Obsługa systemów melioracyjnych - utrzymanie. Instrukcja renowacji systemów drenarskich. IMUZ. Falenty.
15. Gawlik W., (1999), Stan infrastruktury ochronnej brzegów morskich i zalewowych, WW IM. Gdańsk.



16. Żmuda R. Systemy melioracyjne i potrzeba regulacji stosunków wodnych. Materiały konferencyjne „Woda w rolnictwie w okresie nowych wyzwań” Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, 21.10.2016 r.
17. <https://inzynieriasrodowiska.com.pl> (dostępny 25.08.2025)
18. <https://kbw.zut.edu.pl> (dostępny 25.08.2025)
19. <https://jeziorapolski.pl> (dostępny 28.08.2025)
20. <https://www.pietrucha.pl> (dostępny 10.09.2025)
21. <https://www.nawodnienia.eu> (dostępny 11.09.2025)
22. <https://www.nawodnienia.eu> (dostępny 12.09.2025)
23. <https://inzynierbudownictwa.pl> (dostępny 12.09.2025)
24. <https://kwidzyn.naszemiasto.pl> (dostępny 29.09.2025)
25. <https://www.rynek-rolny.pl> (dostępny 29.09.2025)