



Rzeczpospolita
Polska

Sfinansowane przez
Unię Europejską
NextGenerationEU



Ekspertyza dotycząca
*„Wyznaczania priorytetowych inwestycji z zakresu retencji wodnej na terenie działania
Lokalnego Partnerstwa Wodnego Powiatu Mogileńskiego”*

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Mogileńskiego”

Bydgoszcz, grudzień 2025 r.

Zamawiający:

Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie

Wykonawca – Konsorcjum, w składzie:

**Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy (ITP-PIB)
z siedzibą w Falentach:**

dr inż. Ewa Kanecka-Geszke, *ITP-PIB, Oddział w Bydgoszczy*

dr inż. Bogdan Bąk, *ITP-PIB, Oddział w Bydgoszczy*

dr inż. Tymoteusz Bolewski, *ITP-PIB, Oddział w Bydgoszczy*

mgr inż. Mateusz Kokoszewski, *ITP-PIB, Oddział w Bydgoszczy*

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego (UKW) w Bydgoszczy:

dr hab. inż. Michał Habel, *UKW*

dr Dawid Szatten, *UKW*

dr Monika Szymańska-Walkiewicz, *UKW*

mgr inż. Marta Brzezińska, *UKW*

SPIS TREŚCI

I. Części opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.....	1
1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi.	1
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.	2
1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego).	3
2. Charakterystyka obszaru.....	5
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozwlewnie.	5
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).....	6
2.3. Charakterystyka gleb, użytkowania gruntów i pokrycia terenu (lasy, użytki rolne, tereny zurbanizowane Występowanie wód powierzchniowych (rzeki, potoki, jeziora, stawy, bagna, mokradła) oraz ich stan ekologiczny	12
2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych).	13
3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.	14
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.	14
4. Koncepcja systemu małej retencji.....	30
4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią.	30
4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie wg wybranych wskaźników. ...	31
5. Proponowane środki i rozwiązania.	36
5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).37	
5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.	37
5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych). 38	
5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej.....	39
5.5. Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych).....	43
5.6. Działania agrokologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby).	51

6. Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).....	61
6.1. Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.....	61
6.2. Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).....	62
6.3. Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).....	63
6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.	76
7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.	98
7.1. Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).....	98
7.2. Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.	100
7.3. Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).....	103
8. Wnioski i rekomendacje końcowe	114
8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji	114
8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych	115
8.3. Kierunki pogłębionych analiz i rozszerzenia działań.....	116
9. Literatura.....	117
II. Część graficzna	
1. Mapy przeglądowe obszaru powiatu.	
2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.	
3. Rysunki schematyczne i przekroje.	
4. Legend i opisy map.	

I. Część opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.

1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi.

Potrzeba opracowania koncepcji systemu małej retencji wodnej na obszarze powiatu mogileńskiego jest jednoznacznie wskazywana w obowiązujących dokumentach planistycznych i strategicznych, w szczególności w Powiatowym Planie Wodnym oraz dokumentach planistycznych gmin. Analizy te podkreślają narastające problemy związane z deficytem wody, dużą zmiennością warunków opadowych oraz ograniczoną zdolnością retencyjną krajobrazu, co w istotny sposób wpływa na funkcjonowanie rolnictwa, środowiska przyrodniczego oraz lokalnej infrastruktury.

Powiat mogileński charakteryzuje się wysokim udziałem gruntów rolnych oraz relatywnie niską lesistością, co w połączeniu z intensywnym użytkowaniem rolniczym i rozbudowaną siecią urządzeń melioracyjnych sprzyja szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych. W konsekwencji obserwuje się częste występowanie suszy rolnej i glebowej w okresach wegetacyjnych, a jednocześnie lokalne podtopienia po intensywnych opadach lub w czasie roztopów. Zjawiska te potwierdzają potrzebę systemowego podejścia do gospodarowania wodą w skali lokalnych zlewni i mikrozlewni.

Celem nadrzędnym koncepcji jest poprawa bilansu wodnego powiatu, rozumiana jako zwiększenie zdolności środowiska do czasowego magazynowania wód opadowych i roztopowych oraz ich stopniowego uwalniania w okresach niedoboru. Działania te mają prowadzić do stabilizacji poziomów wód gruntowych, poprawy warunków wilgotnościowych gleb oraz ograniczenia strat wody wynikających z szybkiego spływu powierzchniowego.

Istotnym elementem koncepcji jest zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, realizowane poprzez wdrażanie rozwiązań małej retencji, zarówno o charakterze technicznym, jak i przyrodniczym. Obejmują one m.in. odbudowę i ochronę terenów podmokłych, renaturyzację dolin cieków, budowę i modernizację małych zbiorników wodnych, stawów oraz urządzeń piętrzących, a także racjonalne wykorzystanie istniejącej infrastruktury melioracyjnej do regulacji odpływu wody.

Koncepcja ma również na celu przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi, poprzez spowalnianie odpływu wód w okresach nadmiaru opadów oraz zwiększanie dostępności wody w okresach deficytowych. Zatrzymywanie wody w krajobrazie przyczynia się do ograniczenia kulminacji wezbrań w ciekach, zmniejszenia ryzyka lokalnych podtopień oraz łagodzenia skutków suszy rolniczej, szczególnie na obszarach o glebach o niskiej pojemności wodnej.

Realizacja koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie mogileńskim stanowi kluczowy element adaptacji do zmian klimatu i zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Skoncentrowanie działań na lokalnym zatrzymywaniu wód opadowych i roztopowych pozwoli na poprawę bezpieczeństwa wodnego, warunków produkcji rolnej oraz stanu środowiska przyrodniczego, a także stworzy podstawy do skutecznego pozyskiwania środków finansowych na realizację inwestycji retencyjnych ze źródeł krajowych i unijnych.

1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.

Powiat mogileński mieści się w południowej części województwa kujawsko-pomorskiego. Jego powierzchnia wynosi 675,09 km², co stanowi 3,8% powierzchni województwa. W skład powiatu mogileńskiego wchodzi gminy: Dąbrowa, Jeziora Wielkie, Mogilno i Strzelno. Powiat sąsiaduje z powiatami: inowrocławskim i żnińskim.



Ryc. 12.1. Podział administracyjny powiatu mogileńskiego

1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego).

Krajowe dokumenty o znaczeniu strategicznym:

- **Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. (Ramowa Dyrektywa Wodna).** Ustanawia ramy wspólnotowej polityki wodnej, promując zintegrowane zarządzanie wodami w dorzeczach. Kładzie nacisk na ochronę zasobów wodnych i poprawę ich jakości. Retencja traktowana jest jako jedno z narzędzi realizacji celów dyrektywy.
- **Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz.U. 2017 poz. 1566 z późn. zm.)** Podstawowy akt prawny regulujący gospodarowanie wodami w Polsce. Określa zasady retencji, ochrony zasobów wodnych i funkcjonowania spółek wodnych. Stanowi ramę prawną dla wszystkich działań retencyjnych na poziomie lokalnym i krajowym.
- **Polityka Wodna Państwa do 2030 r.** Dokument strategiczny wyznaczający cele gospodarowania wodą w Polsce, uwzględniający zmiany klimatyczne i rosnące potrzeby wodne. Retencja wód opadowych jest wskazana jako kluczowy element adaptacji. Wszystkie jednostki samorządu muszą się do niej odnosić przy planowaniu inwestycji wodnych.
- **Krajowy Program Gospodarki Wodnej (KPGW) 2016-2022 (II cykl), aktualizacja od 2023 r.** Określa działania i inwestycje w gospodarce wodnej, w tym rozwój retencji i modernizację infrastruktury. Uwzględnia potrzeby regionalne i lokalne, wskazując obszary deficytowe. Stanowi podstawę dla planowania projektów retencyjnych w powiatach.
- **Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (PGW Wisła).** Dokument planistyczny opracowany przez Wody Polskie w ramach wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej. Określa cele środowiskowe i działania dla poprawy stanu wód w dorzeczu Wisły, w tym rozwój retencji. Obowiązuje na obszarze większości powiatów województwa kujawsko-pomorskiego.
- **Plan przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS).** Dokument strategiczny opracowany przez Wody Polskie, zawierający ocenę zagrożenia suszą

i propozycje działań zapobiegawczych. Wskazuje na konieczność zwiększenia retencji wód opadowych i poprawy zarządzania zasobami wodnymi. Stanowi podstawę do planowania inwestycji przeciwsuszowych.

- **Program Przeciwdziałania Niedoborowi Wody (PPNW) 2023-2027 z perspektywą do 2030 r.** Skierowany głównie do obszarów rolniczych i wiejskich, gdzie niedobór wody jest szczególnie dotkliwy. Promuje budowę zbiorników retencyjnych, rozwój partnerstw wodnych i edukację rolników. Stanowi narzędzie wsparcia dla lokalnych działań retencyjnych.
- **Krajowy Program Renaturyzacji Wód Powierzchniowych (KPRWP)** Program opracowany przez Ministerstwo Infrastruktury i Wody Polskie, mający na celu przywracanie naturalnych funkcji cieków wodnych. Uwzględnia działania retencyjne oparte na rozwiązaniach przyrodniczych (NBS). Wspiera poprawę bilansu wodnego i ochronę bioróżnorodności.

Wojewódzkie dokumenty o znaczeniu strategicznym:

- **Strategia Rozwoju Województwa Kujawsko-Pomorskiego 2020-2030** – obowiązuje od 2020 r. Dokument wyznacza kierunki rozwoju regionu, uwzględniając adaptację do zmian klimatu. Retencja wodna jest wskazana jako jeden z priorytetów w kontekście ochrony zasobów i bezpieczeństwa rolniczego. Strategia wspiera lokalne inicjatywy retencyjne.
- **Program Ochrony Środowiska Województwa Kujawsko-Pomorskiego 2022-2030** – obowiązuje od 2022 r. Zawiera cele i działania związane z ochroną zasobów wodnych, przeciwdziałaniem suszy i poprawą bilansu wodnego. Wskazuje na konieczność zwiększenia retencji wód opadowych. Dokument wspiera realizację projektów retencyjnych na poziomie lokalnym.
- **Regionalny Program Operacyjny Województwa Kujawsko-Pomorskiego 2021-2027** – obowiązuje od 2021 r. Stanowi źródło finansowania projektów z zakresu gospodarki wodnej, w tym retencji. Umożliwia realizację inwestycji w zbiorniki wodne, systemy melioracyjne i zieloną infrastrukturę. Dokument wspiera wdrażanie rozwiązań poprawiających zatrzymywanie wody.
- **Diagnoza społeczno-gospodarcza rolnictwa i obszarów wiejskich KPODR – 2017-2019.** Analiza SWOT identyfikuje problemy związane z dostępem do wody i potrzebą retencji na obszarach wiejskich. Dokument wskazuje gminy

szczególnie narażone na suszę. Stanowi podstawę do planowania działań retencyjnych w powiatach.

Regionalne/lokalne dokumenty o znaczeniu strategicznym:

- **Powiatowy Plan Wodny Powiatu Mogileńskiego – 2021–2030, KPODR w Minikowie**
Dokument wskazuje na potrzebę poprawy retencji w gminach Jeziora Wielkie i Dąbrowa, gdzie występują okresowe niedobory wody i intensywne użytkowanie gleb lekkich. Zwraca uwagę na konieczność rozwoju zbiorników wodnych oraz modernizacji lokalnych systemów melioracyjnych.
- **Powiatowe Plany Wodne – rola i znaczenie – 2021, KPODR Minikowo**
Publikacja podkreśla znaczenie lokalnych planów wodnych w przeciwdziałaniu skutkom suszy. Wskazuje na potrzebę dostosowania działań retencyjnych do warunków hydrologicznych i struktury użytkowania gruntów w powiecie mogileńskim.
- **Lokalne Partnerstwa Wodne – stan obecny i perspektywy – 2023, KPODR Minikowo**
Opracowanie opisuje funkcjonowanie LPW w powiecie mogileńskim, ze szczególnym uwzględnieniem aktywności gmin wiejskich. Zwraca uwagę na rolę partnerstw w inicjowaniu projektów retencyjnych i wspieraniu lokalnej współpracy między rolnikami, samorządami i spółkami wodnymi.

2. Charakterystyka obszaru.

2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozwlewnie.

Powiat mogileński położony jest w południowej części województwa kujawsko-pomorskiego, na pograniczu regionów fizycznogeograficznych Kujaw i Pojezierza Wielkopolskiego. Od północy graniczy z powiatami inowrocławskim i żnińskim, od wschodu z powiatem radziejowskim, od południa z województwem wielkopolskim, natomiast od zachodu z powiatem żnińskim. Położenie to determinuje zarówno warunki hydrologiczne, jak i rolniczy charakter powiatu.

Ukształtowanie terenu powiatu ma w przeważającej części charakter nizinny i falisty, typowy dla obszarów młodoglacjalnych. Dominują wysoczyzny morenowe, rozdzielone lokalnymi obniżeniami terenu, rynnami polodowcowymi oraz dolinami cieków wodnych. Rzeźba terenu jest stosunkowo mało zróżnicowana wysokościowo,

jednak występują liczne spadki lokalne sprzyjające szybkiemu odpływowi wód opadowych. W krajobrazie widoczne są również zagłębienia bezodpływowe oraz obniżenia terenu, które w warunkach naturalnych pełniły funkcję retencyjną, a obecnie w wielu przypadkach zostały włączone do użytkowania rolniczego lub objęte systemami melioracyjnymi.

Pod względem hydrograficznym powiat mogileński położony jest niemal w całości w dorzeczu Odry, w zlewni Noteci. Głównym ciekim wodnym obszaru jest Noteć, stanowiąca istotny element regionalnego systemu hydrologicznego. Oprócz niej istotną rolę odgrywają mniejsze cieki oraz kanały, w tym m.in. Kanał Notecki oraz liczne rowy melioracyjne, które odprowadzają wody z terenów rolniczych. Sieć hydrograficzna ma w dużej mierze charakter przekształcony antropogenicznie, co wpływa na skrócenie czasu odpływu i ograniczenie naturalnej retencji.

Powiat podzielony jest na szereg mniejszych zlewni i mikrozlewni, obejmujących zlewnie dopływów Noteci oraz lokalnych cieków bezpośrednio zasilających rzekę główną. Mikrozlewnie te mają w większości charakter rolniczy i są intensywnie użytkowane, co przy ograniczonej lesistości i niewielkiej liczbie naturalnych zbiorników wodnych skutkuje niską zdolnością retencyjną. Wiele z nich charakteryzuje się silnym uzależnieniem bilansu wodnego od opadów atmosferycznych oraz szybkim reagowaniem na zjawiska ekstremalne, takie jak intensywne opady czy okresy bezdeszczowe.

Uwarunkowania położenia geograficznego, rzeźby terenu oraz struktury zlewniowej powiatu mogileńskiego wskazują na potrzebę działań ukierunkowanych na zwiększenie retencji w skali lokalnej, w szczególności w obrębie mikrozlewni rolniczych i dolin cieków. Stanowią one kluczowy obszar oddziaływania planowanych działań z zakresu małej retencji wodnej i adaptacji do zmian klimatycznych.

2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).

Nad Powiat Mogileński najczęściej napływają masy powietrza polarno-morskiego z kierunków zachodnich i północno-zachodnich. Ten typ cyrkulacji powietrza powoduje częste zmiany pogody na tym obszarze. Dłuższe okresy stabilnej pogody zapewniają masy powietrza kontynentalnego napływające z kierunków wschodnich i rzadziej powietrza arktycznego napływające ze Skandynawii lub północnej Rosji[1].

Reprezentatywne dane klimatyczne dla Wschodniej i północno-wschodniej części Powiatu Mogileńskiego pochodzą ze stacji meteorologicznej ITP-PIB w Bydgoszczy, a

dla pozostałego obszaru ze stacji meteorologicznej IMGW-PIB w Poznaniu. Analizę danych opadowych i termicznych opracowano dla referencyjnego i zalecanego przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) wielolecia 1991-2020. Podstawowe statystyki dotyczące rozkładu opadów i temperatury przedstawiono w tabeli 1.

W Poznaniu najbardziej wilgotnymi miesiącami były lipiec – średnia suma opadów wynosiła 84 mm oraz sierpień – 54 mm, a najbardziej suchymi luty – 31 mm i listopad – 34 mm. Opady w sezonie IV-IX stanowiły 60% opadów rocznych. Analogicznie w Bydgoszczy maksimum opadów notowano w lipcu – średnio 80 mm i w sierpniu – 45 mm, a minimum w lutym – 27 mm i kwietniu – 28 mm. Opady w sezonie IV-X stanowiły 75% opadów rocznych. Średnia różnica sum opadów rocznych między Poznaniem i Bydgoszczą wynosiła 15 mm i w wieloleciu zmieniała się od -165 mm do 137 mm. W 17 latach na stacji meteorologicznej w Poznaniu notowano większe sumy rocznych opadów niż w Bydgoszczy. W okresach wegetacyjnych (IV-IX) średnia różnica sum opadów między Poznaniem i Bydgoszczą była znacznie większa i wynosiła -72 mm, przy czym w wieloleciu zmieniała się od -360 mm do 139 mm. Obraz dominacji opadów zmienił się i w tym przypadku tylko w 8 latach w Poznaniu notowano większe sumy opadów niż w Bydgoszczy. Przebieg zmienności opadów rocznych i w okresie wegetacyjnym przedstawiono na rys. 1.

Tabela 1. Statystyki rozkładu opadów i temperatury w okresach rocznych (I-XII) i wegetacyjnych (IV-IX) w latach 1991-2020. Źródło IMGW-PIB, ITP-PIB Oddział Bydgoszcz

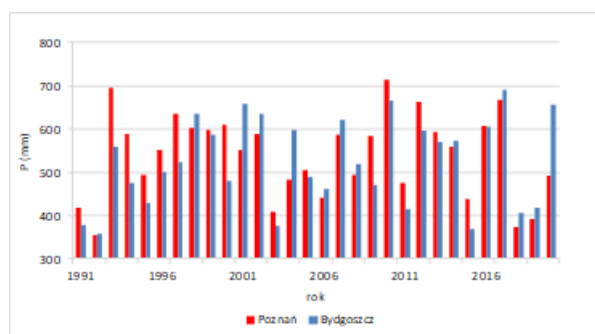
Statystyki	P (mm) I-XII		P (mm) IV-IX		T (°C) I-XII		T (°C) IV-IX	
	Poznań	Bydgoszcz	Poznań	Bydgoszcz	Poznań	Bydgoszcz	Poznań	Bydgoszcz
Średnia	539	524	321	394	9,4	9,4	15,7	14,8
Minimum	355	357	135	246	7,0	7,3	13,8	13,5
Maksimum	715	692	462	586	11,1	10,7	18,2	17,2

Najzimniejsze miesiące w Poznaniu to styczeń (-0,4°C) i luty (0,5°C), a najcieplejsze to lipiec (19,5°C) oraz sierpień (19,1°C). Analogicznie w Bydgoszczy zanotowano następujące statystyki: najzimniejsze miesiące to styczeń (-0,2°C) i luty (0,1°C), a najcieplejsze lipiec (19,8°C) i sierpień (19,3°C). W przebiegu rocznym w Poznaniu zawsze notowano niższą temperaturę niż w Bydgoszczy. Średnia różnica w okresie rocznym wynosiła -0,8°C i zmieniała się w zakresie od -0,3°C do -1,2°C. W okresach

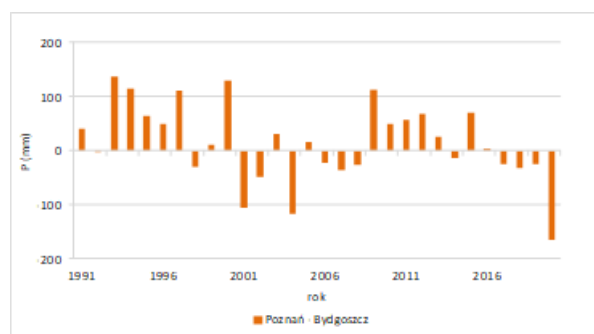
wegetacyjnych w Poznaniu temperatura była wyższa niż w Bydgoszczy średnio o 0,6°C. W poszczególnych latach zmieniała się od 0,0°C do 1,5°C. Przebieg temperatury w Chojnicach i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020 przedstawiono na rys. 2.

Analizę klimatu w Powiecie Mogileńskim uzupełniają dane dotyczące ewapotranspiracji ETo i niedoborów opadów w stosunku do ewapotranspiracji wyrażonym wskaźnikiem KBW. W Poznaniu ewapotranspiracja ETo wyznaczona metodą Penmana-Monteitha w okresie wegetacyjnym w miała średnią wartość 547 mm i zmieniała się od 488 mm do 608 mm. Średnia wartości wskaźnika KBW wynosiła -228 mm. Największy deficyt opadów wyniósł -393 mm, natomiast zanotowano też przypadki nadmiaru opadów nad ewapotranspiracją, przy czym największa wartość wynosiła 97 mm. Porównywalne wartości ewapotranspiracji ETo uzyskano w Bydgoszczy, gdzie średnia wartość wynosiła 527 mm, minimalną 464 mm, a maksymalną 642 mm. Średnia wartość wskaźnika KBW wynosiła -212 mm, maksymalny deficyt wyniósł -419 mm, a minimalny tylko -5 mm. Zmienność wartości ETo i KBW w sezonach wegetacyjnych w wieloleciu 1991-2020 pokazano na rys. 3.

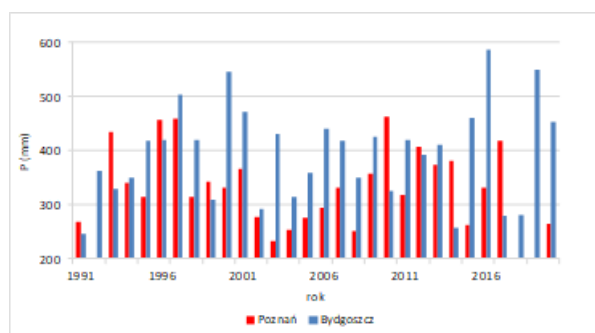
a)



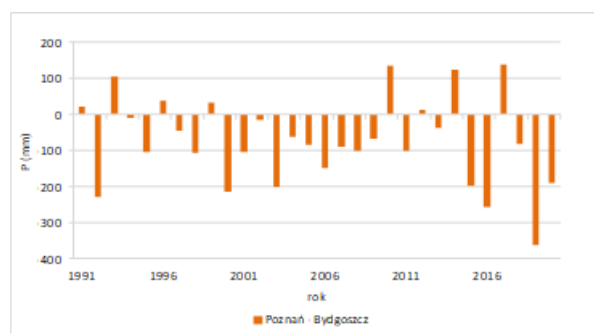
b)



c)

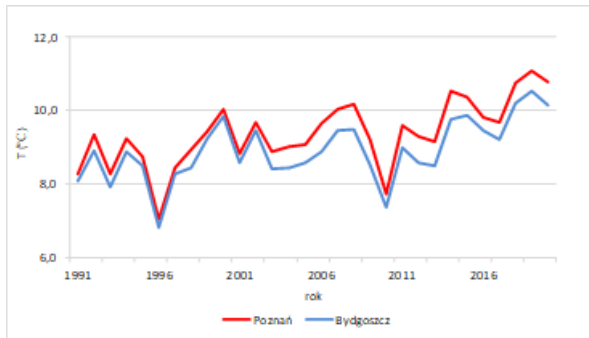


d)

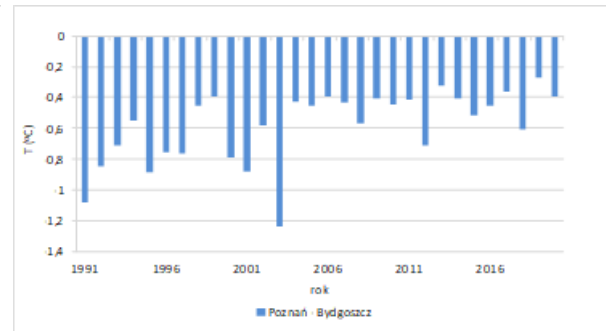


Rys. 1. Przebieg opadów w Poznaniu i Bydgoszczy: a) – roczne sumy opadów atmosferycznych, b) – różnice rocznych sum w wieloleciu 1991-2020, c) sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym, d) – różnice sum opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz i IMGW-PIB.

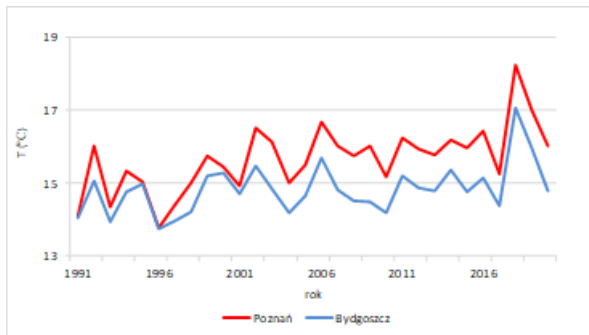
a)



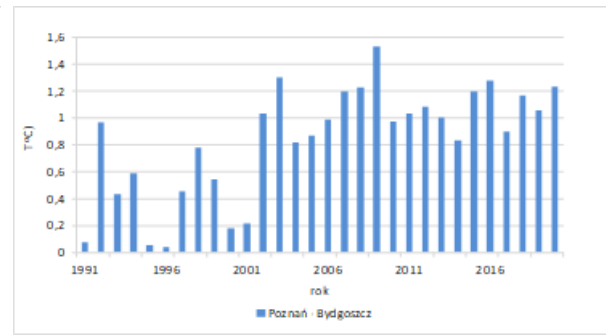
b)



c)



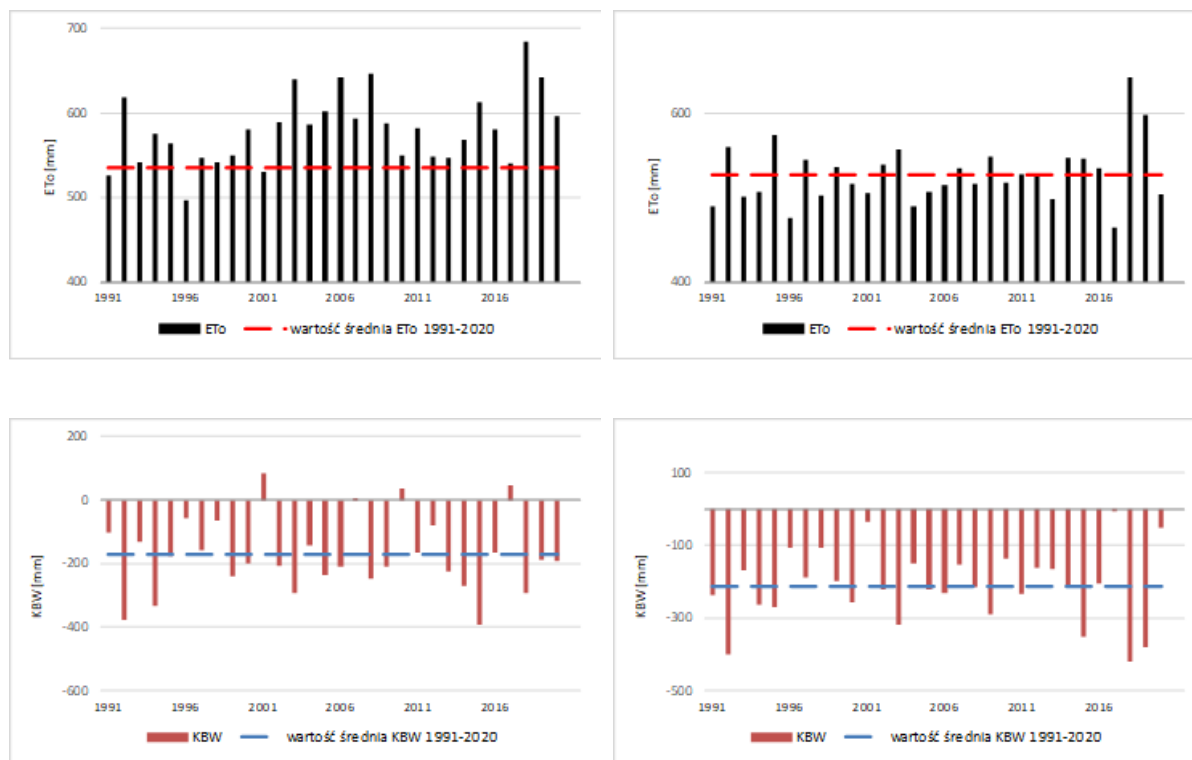
d)



Rys. 2. Przebieg temperatury w Poznaniu i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) – w przebiegu rocznym, b) – różnice średniej rocznej temperatury, c) w okresie wegetacyjnym, d) – różnice średniej temperatury w okresie wegetacyjnym. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB.

Poznań

Bydgoszcz



Rys. 3. Przebieg ETo (mm) i KBW (mm) w Poznaniu i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz i IMGW-PIB

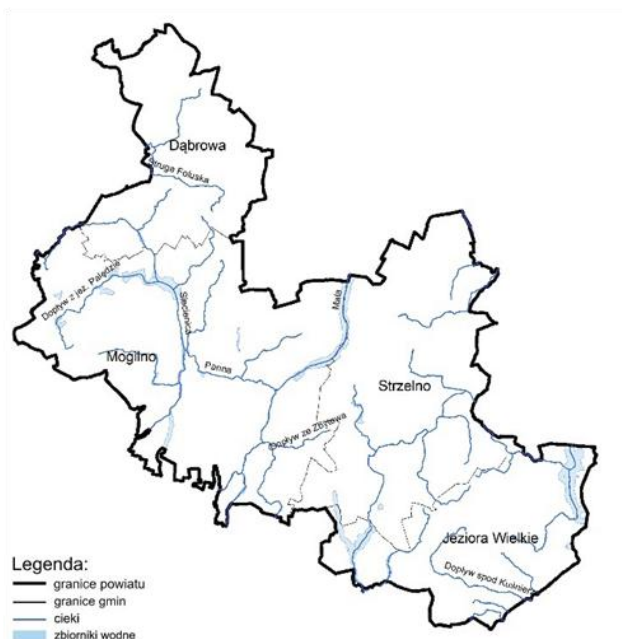
Na obszarze Powiatu Mogileńskiego od lat 80. ubiegłego wieku rośnie zagrożenie występowaniem warunków do częstego pojawiania się okresów suszy meteorologicznej lub z opadami znacznie poniżej średniej wieloletniej. Najczęściej zjawisko występuje wczesną wiosną (III –IV) pod koniec lata (IX – początek X). Susze wiosenne powodują przesuszanie wierzchnich warstw gleby i hamują wzrost zbóż ozimych i jarych, a w przypadku roślin okopowych i kukurydzy mogą opóźniać termin siewu. Porównując dane z wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 zauważalny jest trend wzrostu temperatury i jednocześnie niewielki wzrost opadów, co prowadzi do zagrożeń suszą rolniczą. Przy kontynuacji powyższych trendów można oczekiwać w najbliższych latach w Powiecie Mogileńskim dalszego pogorszenia się warunków uprawy w wyniku zwiększonego wyczerpywania się źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, zarówno w glebie, jak i w źródłach zewnętrznych (np. śródpolne oczka wodne, rowy melioracyjne, stawy). Zagrożenie pojawi się w pierwszej kolejności na tych terenach, gdzie podstawowym

źródłem wody dla upraw rolniczych, warzywniczych, sadów i trwałych użytków zielonych są opady.

Obszar powiatu mogileńskiego znajduje się w dorzeczu Odry. Największymi ciekami znajdującymi się na jego terenie są rzeki Mała Noteć, jej dopływ Panna oraz Kanał Ostrowo-Gopło. Mała Noteć uchodzi do Noteci poza obszarem powiatu.

Średni przepływ Małej Noteci (przed jej ujściem do jeziora Pakoskiego) obliczony na podstawie średnich rocznych przepływów wynosi około $0,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Średni przepływ w rzece Panny wynosi $0,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Wartości średniego odpływu jednostkowego w ciągu roku na terenie powiatu należą do najniższych w województwie. Są to również jedne z najniższych wartości na terenie kraju. Jest to więc obszar o bardzo małej zasobności w wody powierzchniowe. Wartości średniego odpływu jednostkowego nie wykazują dużego zróżnicowania. Wartości te są najniższe w południowej i wschodniej części powiatu, gdzie nie przekraczają $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. W jego części północno-zachodniej są najwyższe i nieznacznie przekraczają $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.



Ryc. Sieć hydrograficzna powiatu mogileńskiego

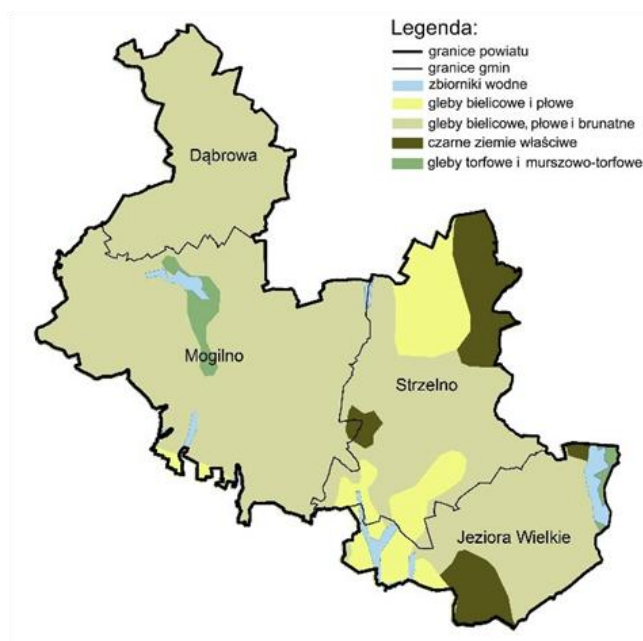
Cały obszar powiatu należy do Pojezierza Wielkopolskiego. Wyróżnia się on na tle pozostałych powiatów województwa wysoką jeziornością. Zawiera się ona w przedziale od 2% do 5%. Liczba jezior na terenie powiatu wynosi ponad 60. Największymi jeziorami powiatu są Gopło (2155 ha pow., tylko w części położone na

terenie powiatu), jezioro Pakoskie Południowe (804 ha pow., tylko w części położone na terenie powiatu), jezioro Ostrowskie (310 ha. pow.) i jezioro Wiecanowskie (286 ha). Jezioro Gopło jest największym jeziorem w województwie i znajduje się wśród 10 największych jezior w Polsce. Objętość jeziora Gopło wynosi 78,5 mln m³, natomiast jeziora Pakoskiego 86,5 mln m³. Największe jeziora powiatu są zbiornikami przepływowymi.

Na terenie powiatu zlokalizowane są nieliczne torfowiska w różnym stopniu przekształcone na skutek działalności człowieka. Są one zaliczane do tzw. torfowisk niskich. Część z nich po osuszeniu pełni funkcję trwałych użytków zielonych. Zlokalizowane są w dolinach rzek, niektóre z nich znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie jezior. Największe powierzchnie torfowisk znajdują się w pobliżu jeziora Wiecanowskiego, w dolinie Małej Noteci oraz w obniżeniu w którym zlokalizowany jest kanał Ostrowo-Gopło. Najbardziej wartościowe przyrodniczo torfowiska objęte są ochroną (stanowią one użytki ekologiczne).

2.3. Charakterystyka gleb, użytkowania gruntów i pokrycia terenu (lasy, użytki rolne, tereny zurbanizowane Występowanie wód powierzchniowych (rzeki, potoki, jeziora, stawy, bagna, mokradła) oraz ich stan ekologiczny

Na obszarze powiatu mogileńskiego największe powierzchnie zajmują gleby mineralne, które powstały się z utworów pochodzenia polodowcowego. Największy udział w powierzchni powiatu mają gleby płowe. Na jego terenie występują również gleby bielcowe i rdzawe oraz najbardziej wartościowe dla produkcji rolniczej czarne ziemie właściwe. Niewielkie powierzchnie zajmują gleby pobagienne – torfowe i murszowo-torfowe. Na obszarze powiatu przeważają gleby średnich klas bonitacyjnych (III i IV). Spotyka się również gleby należące do II i I klasy, wytworzone głównie z glin lekkich. Większe powierzchnie gleb o najlepszych właściwościach znajdują się w północno-wschodniej oraz w południowo-wschodniej części powiatu. Według klasyfikacji IUNG na obszarze powiatu przeważają gleby podatne i średnio podatności na susze.



Ryc. Pokrywa glebowa powiatu mogileńskiego

Ze względu na dość korzystne warunki glebowe powiat cechuje się znacznym udziałem użytków rolnych w jego ogólnej powierzchni. Zajmują one 73% powierzchni powiatu. Udział lasów w ogólnej powierzchni powiatu wynosi około 17%. Pozostałe grunty (m.in. nieużytki, tereny zabudowane) zajmują około 10%. Zdecydowanie największy udział wśród gruntów użytkowanych rolniczo mają grunty orne - aż 93%. Trwałe użytki zielone (łąki i pastwiska) zajmują około 6% gruntów użytkowanych rolniczo. Udział sadów w całkowitej powierzchni użytków rolnych jest mniejszy niż 1%.

2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych).

Powiat mogileński charakteryzuje się narastającymi problemami wodnymi wynikającymi ze zmienności klimatycznej, struktury użytkowania gruntów oraz przekształconych stosunków wodnych. Ustalenia Powiatowego Planu Wodnego oraz dane Państwowego Programu Suszy Rolniczej (PPSS) wskazują na występowanie suszy rolniczej, lokalnych podtopień, procesów erozji gleb oraz obniżania poziomu wód gruntowych, które w sposób istotny wpływają na funkcjonowanie rolnictwa i środowiska przyrodniczego.

Najpoważniejszym problemem jest susza rolnicza, regularnie odnotowywana w sezonach wegetacyjnych, szczególnie na glebach lekkich i średnich. Nierównomierny rozkład opadów, wzrost temperatury powietrza oraz zwiększona ewapotranspiracja prowadzą do szybkiego wyczerpywania zasobów wody glebowej. Ograniczona retencja glebowa oraz szybki odpływ wód opadowych powodują obniżenie dostępności wody dla roślin i zwiększają wrażliwość produkcji rolnej na okresy bezopadowe.

Równolegle obserwuje się lokalne podtopienia, występujące po intensywnych opadach oraz w okresach roztopowych. Zjawiska te koncentrują się w obniżeniach terenu i dolinach cieków, gdzie rozbudowana sieć rowów melioracyjnych oraz niedostateczna przepustowość urządzeń wodnych sprzyjają krótkotrwałym zalaniom gruntów rolnych. Podtopienia te świadczą o ograniczonej możliwości regulacji odpływu wód w skali lokalnych zlewni.

Istotnym problemem środowiskowym jest także erozja gleb, zwłaszcza erozja wodna powierzchniowa, nasilająca się na terenach falistych o przewadze upraw ornych. Intensywny spływ powierzchniowy prowadzi do degradacji struktury gleb, zmniejszenia ich zdolności retencyjnej oraz pogorszenia jakości wód powierzchniowych wskutek transportu zawiesin i substancji biogennych.

Kolejnym niekorzystnym zjawiskiem jest obniżanie poziomu wód gruntowych, wynikające z ograniczonego zasilania infiltracyjnego, szybkiego odprowadzania wód opadowych oraz zwiększonego zapotrzebowania na wodę w okresach suszy. Zjawisko to pogłębia deficyty wodne gleb oraz negatywnie oddziałuje na ekosystemy zależne od wód.

Zidentyfikowane problemy wodne mają charakter systemowy i wzajemnie się wzmacniają, co jednoznacznie wskazuje na potrzebę wdrażania zintegrowanych działań z zakresu małej retencji wodnej jako kluczowego elementu poprawy bilansu wodnego i adaptacji powiatu mogileńskiego do zmian klimatycznych.

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.

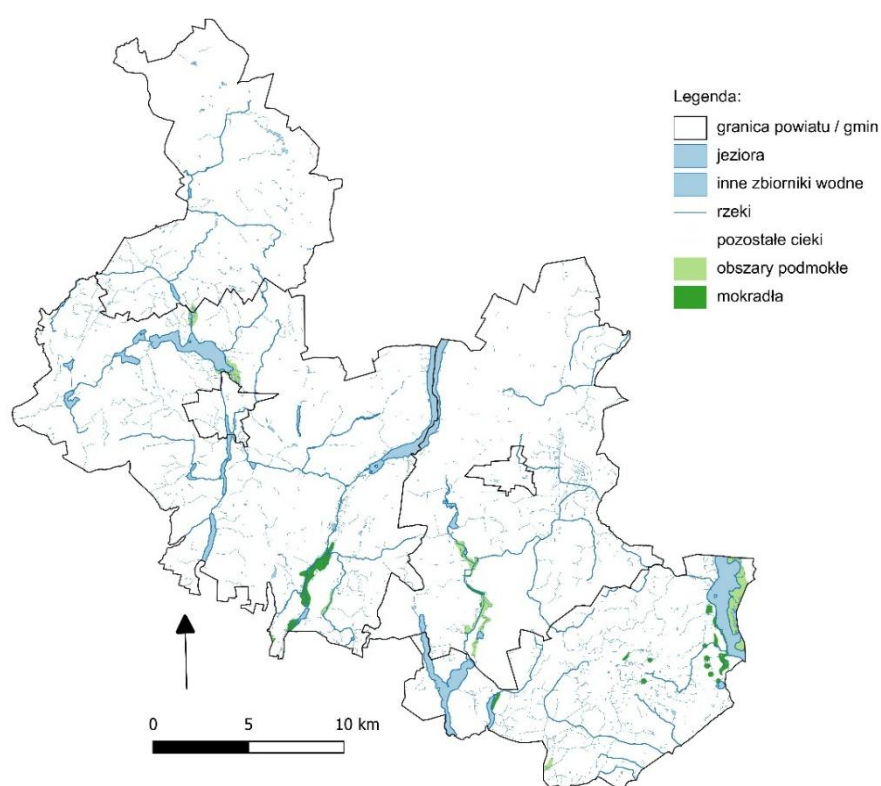
Powiat mogileński cechuje stosunkowo bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się rzeki dorzecza Odry.

Głównymi ciekami w dorzeczu Odry, są Noteć (w biegu części jeziora Gopło), Kanał Ostrowo-Gopło, Mała Noteć, Panna, Siecienica, oraz Struga Foluska.

W obszarze powiatu mogileńskiego znajdują się nieliczne jeziora, do kluczowych należą: część jeziora Gopło, Ostrowskie, Pakoskie Południowe oraz jeziora Szydłowskie, Żabno, Mogileńskie, Wiecanowskie, Parlińskie, Chwałowskie, Wienieckie, Pałędzie oraz Mielno.

W obrębie powiatu znajduje się również niewielki odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje w okolicy jeziora Gopło, Kanału Ostrowo-Gopło, Małej Noteci oraz okolic jeziora Wiecanowskiego.

Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.

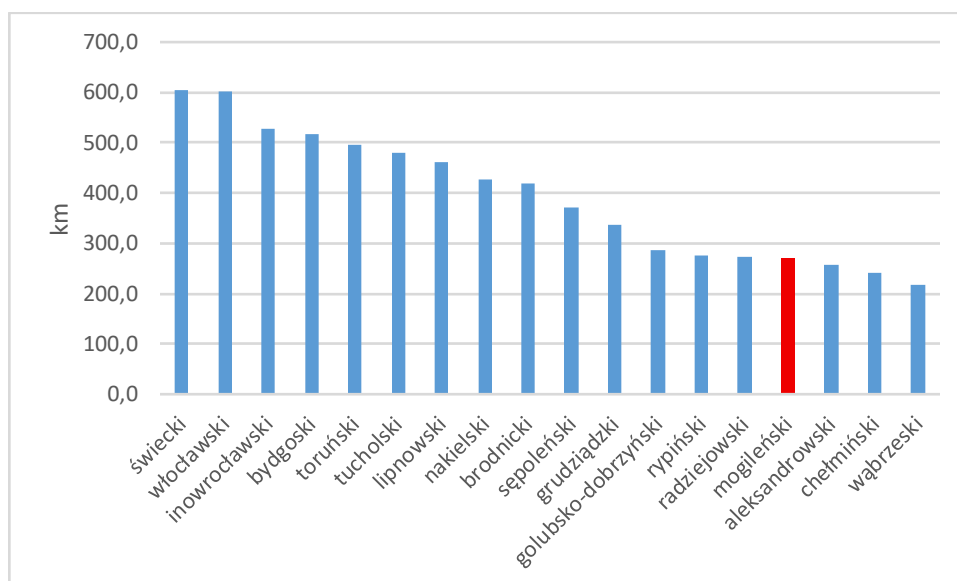


Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu mogileńskiego.

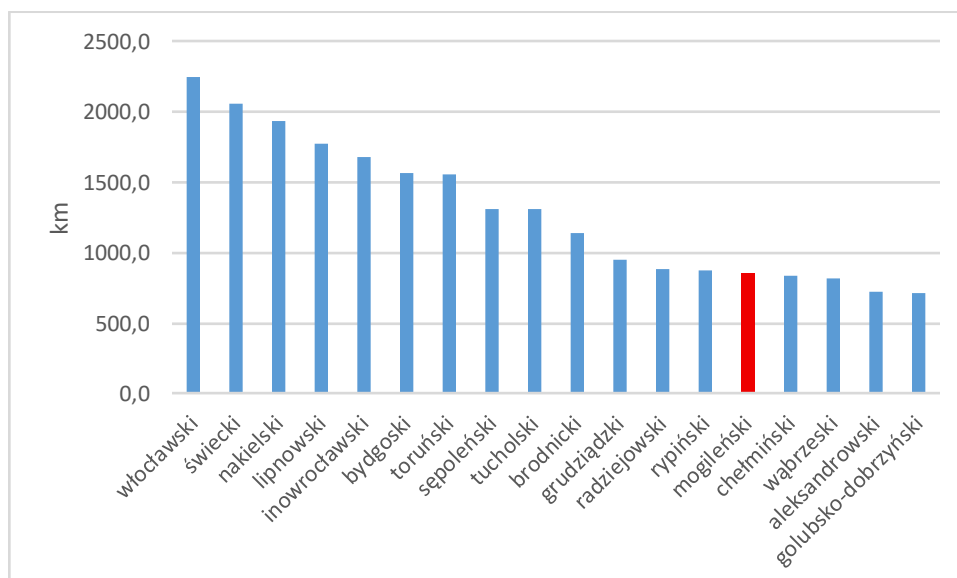
3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie mogileńskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 269,6 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze,

kanały i rowy, wynosi około 584,1 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 853,7 km.

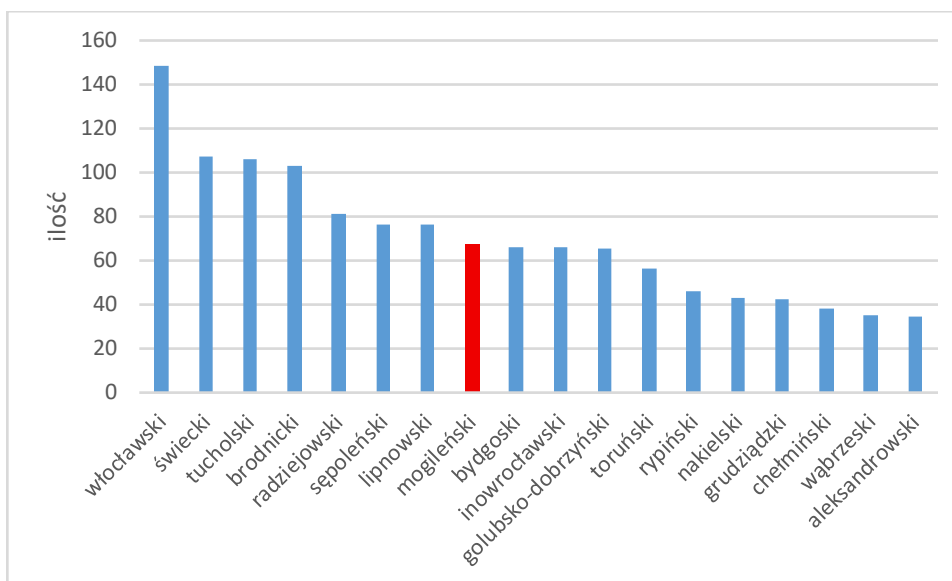


Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

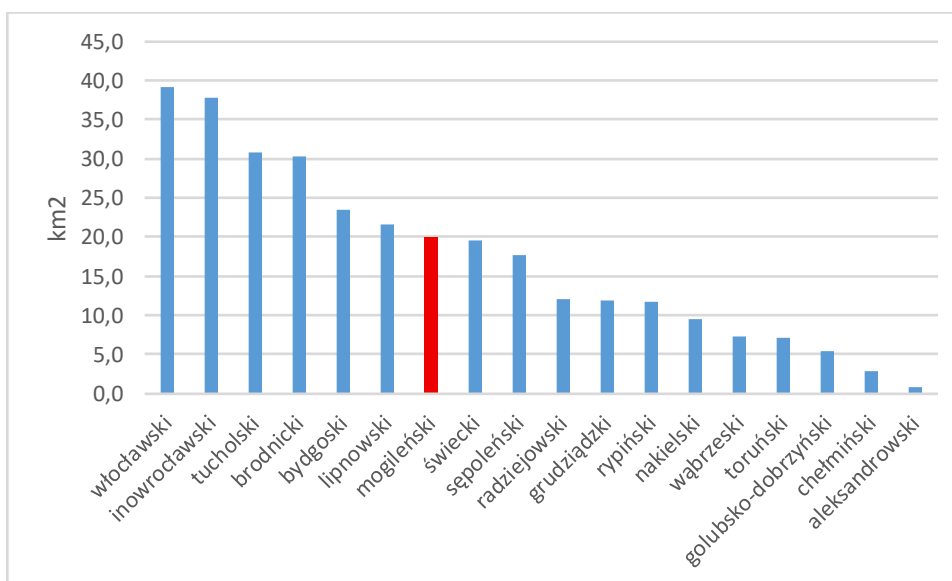


Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

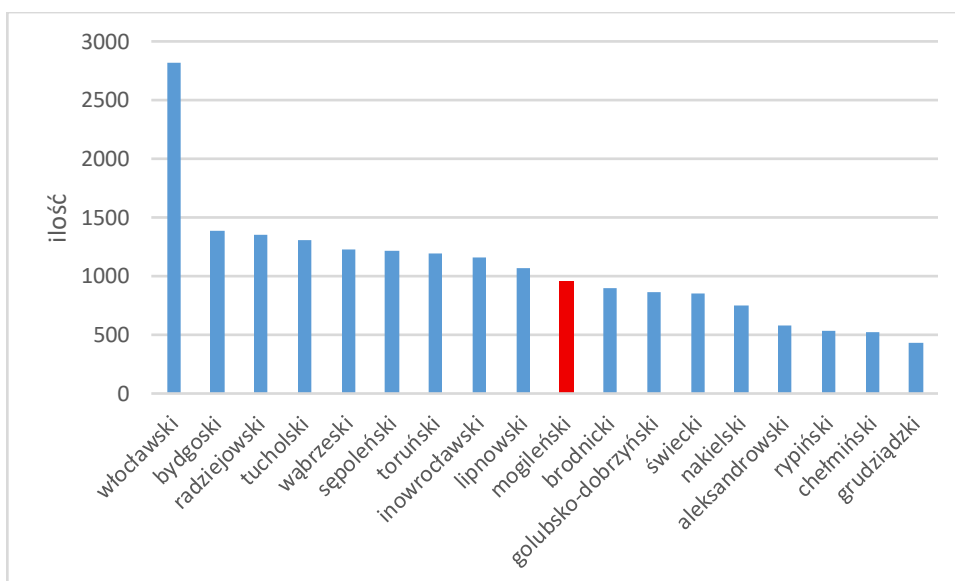
Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 67, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 663,8 m² do 3 680 763,9 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 19,9 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 955, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 156,1 m² do 78 286,5 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 2,5 km².



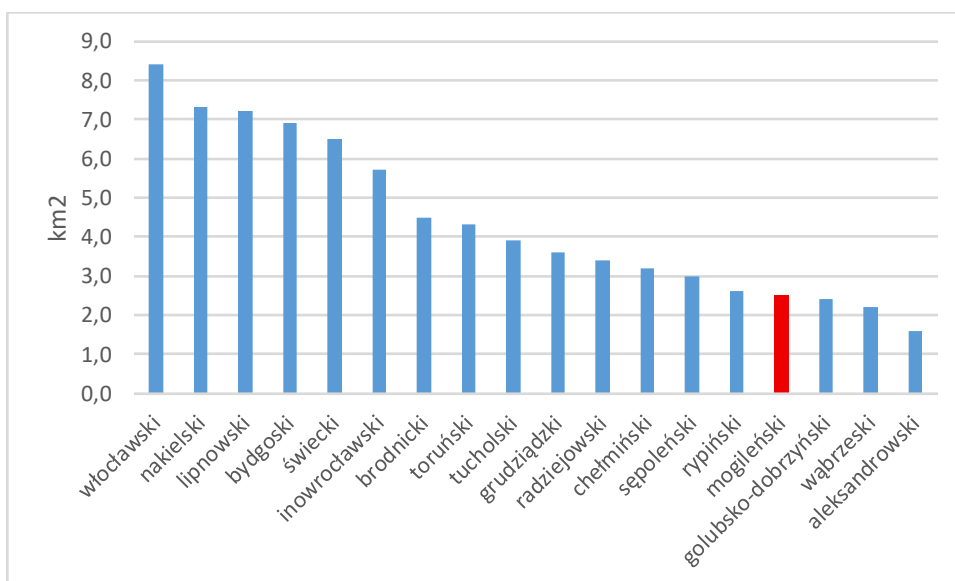
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).



Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

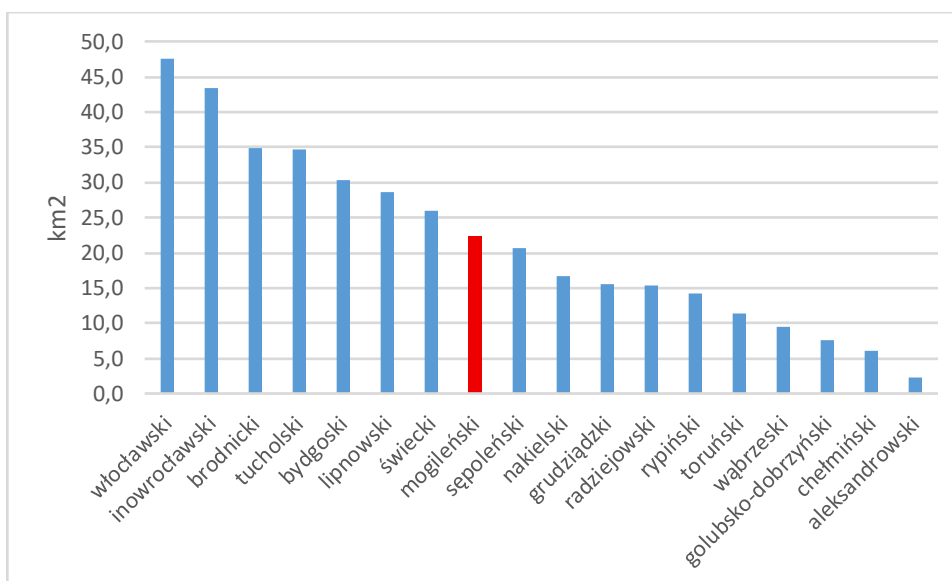


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

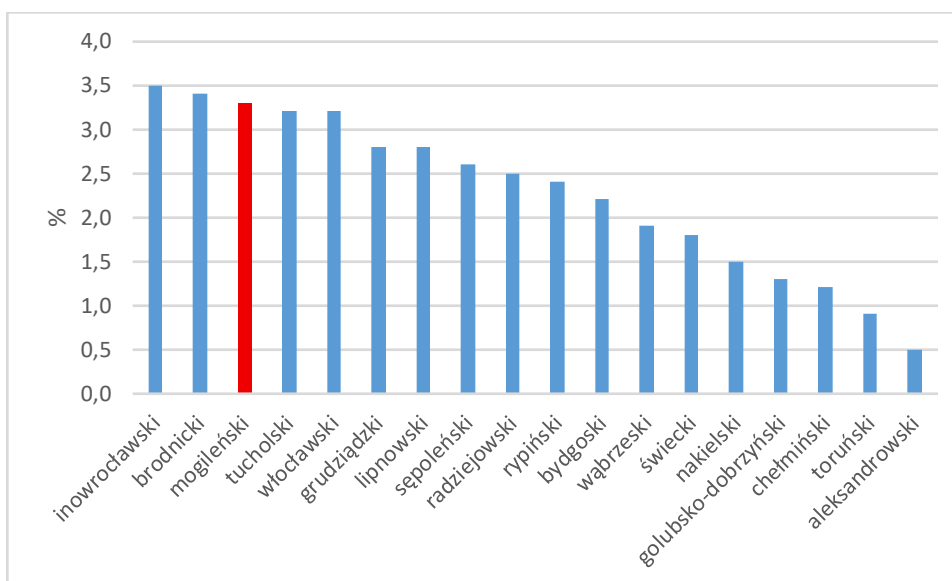


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu mogileńskiego wynosi 22,4 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu mogileńskiego na poziomie 675,12 km², jeziorność wynosi około 3,32%.



Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Wszystkie główne ciekii występujące w obrębie powiatu mogileńskiego cechują się naturalną zmiennością koryta w profilu podłużnym, uzależnioną od spadku koryta oraz właściwości fizycznogeograficznych zlewni (m.in. budowy geologicznej, utworów

powierzchniowych, pokrycia terenu, itd.) oraz wpływu działalności człowieka, na danym odcinku prowadzenia wód.

Kanał Ostrowo-Gopło biegnie w zagłębieniach terenu obejmujących pozostałości po dawnych odnogach jeziora Gopło, których stan wód był znacznie wyższy. Kanał ten był kiedyś najbardziej wodonośnym strumieniem łączącym jezioro Gopło z okolicami Ostrowa, a obecnie jest okresowo zanikającym powierzchniowo ciekim. Łączna powierzchnia zlewni Kanału Ostrowo-Gopło po punkt graniczny w obszarze powiatu (ujście do jeziora Gopło) wynosi około 258,8 km². Zlewnia w ujściowym fragmencie cechuje się rolniczym charakterem, natomiast w miarę przesuwania się w kierunku jeziora Ostrowskiego (i dalej w górną część zlewni w obrębie województwa wielkopolskiego) rośnie udział lasów.

Mała Noteć bierze swoje źródła w województwie wielkopolskim, w górnym biegu przepływa przez szereg jezior, dopływając do obszaru powiatu uchodząc z jeziora Kamienieckiego. Następnie zbiera wody z Dopływu z jeziora Gać, Dopływu ze Zbytowa oraz Panny, wpływając do jeziora (zbiornika) Pakoskiego Południowego. Łączna powierzchnia zlewni Małej Noteci po wpłynięcie do jeziora (zbiornika) Pakoskiego Południowego wynosi około 579,9 km², z czego około 50% leży w województwie wielkopolskim. Zlewnia posiada typowo rolniczy charakter, jednakże z dużym udziałem lasów i terenów podmokłych.

Rzeka Panna, jest dopływem Małej Noteci, biorąca swoje źródła w okolicach Trzemeszna – województwo wielkopolskie. W obszar powiatu mogileńskiego wpływa na wypływie z jeziora Popielewskiego, by następnie przeprowadzić wody przez kolejne jeziora: Żabno, Mogileńskie i Żabienko. Zlewnia Panny w obrębie powiatu posiada głównie rolniczy charakter, z miejscowo występującymi lasami. Rzeka Panna uchodzi do Małej Noteci w okolicy Kwieciszewa. Łączna powierzchnia zlewni Panny po ujście do Noteci Małej wynosi około 346,1 km².

Rzeka Siecienica odwadnia zlewnie o typowo rolniczym charakterze, obejmująca północno-zachodnią część powiatu mogileńskiego. Bierze swoje źródła w okolicy Głębozka. Siecienica przepływa przez dwa jeziora: Parlińskie i Wiecanowskie. Uchodzi do jeziora Mogileńskiego w jego północnej części, w obrębie Miasta Mogilno. Łączna powierzchnia zlewni Siecienica po ujście do jeziora Mogileńskiego wynosi około 110,0 km².

W obrębie powiatu mogileńskiego znajduje się źródłowy odcinek Strugi Foluskiej, od jej źródeł w okolicy Sędowa do granicy powiatu w okolicy Mokre. Po

drodze Struga Foluska przepływa przez jezioro Mokre. Zlewnia w tym obszarze posiada typowo rolniczy charakter. Łączna powierzchnia zlewni Strugi Foluskiej po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 29,0 km².

Jezioro Gopło o powierzchni 2154,5 ha i objętości 78497,0 tys. m³ jest największym naturalnym zbiornikiem wodnym w województwie kujawsko – pomorskim. W obrębie misy jeziora Gopło można wydzielić pięć głównych stref. Pierwsza od wlotu do jeziora Gopło rzeki Noteć na wysokości miejscowości Skulsk do wysokości miejscowości Byszewo cechuje się maksymalną głębokością 16,6 m. Jest to szeroki basen o rozwiniętej strefie litoralu po wschodniej części zbiornika. Asymetria dna tego odcinka wynika z faktu, iż główne przegłębienie rynny polodowcowej, w której położone jest jezioro Gopło przebiega po wschodniej jej części. Druga strefa rozciąga się od miejscowości Byszewo do Komarnicy na długości około 10 km. Jest to odcinek głębokiej maksymalnie na 8 m rynny jeziornej o stromym stoku i wąskim pasie litoralu. W jej obrębie występuje kilka mniejszych wysp, mających wpływ na zróżnicowanie morfometryczne dna. Trzecia strefa to najszersza część jeziora ciągnąca się od Komarnicy do okolic Rzepowa. Cechuje się silnym urozmaiceniem dna (liczne przegłębienia porozdzielane płyciznami) oraz znacznie rozwiniętą linią brzegową – liczne zatoki, w tym największa ciągnąca się na długości około 8 km od miejscowości Siemionki do Borowej, leżącą niemal w całości na obszarze powiatu mogileńskiego. Ostatni odcinek od miejscowości Rzepowo ciągnie się na długości około 6 km. Jest to wąski odcinek jeziora z licznymi przewężeniami misy jeziornej i zatokami. Głębokość średnia całego jeziora Gopło wynosi jedynie 3,6 m, na co decydujący wpływ mają liczne płytkie zatoki m.in. znacznych rozmiarów zatoka Siemionki-Borowa. Powierzchnia wysp wynosi 25,5 ha. Największa z nich występuje w środkowej części jeziora. Dwie mniejsze wyspy położone są w zachodniej części głównej zatoki jeziora Gopło. Kolejne (najmniejsze powierzchniowo wyspy) położone są w najwęższej części jeziora. Długość linii brzegowej jeziora wynosi 91,3 km, z czego 4 km przypada na linię brzegową wysp. Na jeden hektar powierzchni misy jeziornej przypada 42 m linii brzegowej jeziora. Długość jeziora Gopło wynosi 25 km przy średniej szerokości 862 m. Zlewnia całkowita jeziora wynosi 1408,21 km². Dominującym sposobem użytkowania jej terenu są grunty orne stanowiące ponad 81% powierzchni. Lasy stanowią jedynie około 8% pokrycia terenu. Zlewnia bezpośrednia jeziora Gopło o powierzchni 4,52 km² stanowi zaledwie

0,3% powierzchni zlewni całkowitej. Sposób użytkowania jej terenu jest analogiczny jak w przypadku zlewni całkowitej jeziora.

Jezioro Ostrowskie posiada powierzchnię 314,5 ha. Składa się z dwóch połączonych ze sobą basenów: Przyjezierze (101,6 ha) oraz Ostrowo (212,9 ha). Basen Przyjezierze charakteryzuje się szerokim pasem litoralu (opadającym łagodnie do głębokości około 5 m – powierzchnia około 42 ha) porośniętym łąkami ramienicowymi. Basen Ostrowo cechuje się mniejszą głębokością maksymalną litoralu (około 2,5 m – powierzchnia około 50,4 ha). Maksymalne głębokości obu basenów wynoszą odpowiednio 28,3 m oraz 35,1 m. W ostatnich latach zaobserwowano drastyczne obniżanie się poziomu wód w jeziorach całej zlewni wododziału Warty i Noteci. Szacuje się, że poziom wody jeziora Ostrowskiego obniżyły się o 1,7 m, co spowodowane było niekorzystnymi warunkami hydrologiczno – klimatycznymi oraz negatywnym oddziaływaniem z pobliskich odkrywek węgla brunatnego. Powierzchnia całego jeziora zmniejszyła się o około 20% i wynosi obecnie 252,4 ha. Największe zmiany zaszły w strefie litoralu. W przypadku basenu Przyjezierze, którego powierzchnia wynosi 79,5 ha, zasięg litoralu zmniejszył się ponad dwukrotnie. Mniejsze zmiany w strefie brzegowej miały miejsce na ostrych stokach basenu Ostrowo o obecnej powierzchni 172,9 ha. Zmiany zaszły również w długości linii brzegowej. Zmaląła ona z 19925 m (1960 rok) do poziomu około 19128 m (2008 rok) Oznacza to zmniejszenie się długości brzegów o około 4%, czyli około 797 m, co jest wartością znaczącą. Zlewnia całkowita jeziora Ostrowskiego wynosi 142,6 km². W sposobie jej użytkowania dominują grunty orne (57,6%) występujące najliczniej w południowej i zachodniej części zlewni. Lasy porasta 26,1% powierzchni zlewni, głównie w północnej jej części. W zlewni bezpośredniej niespełna 70% terenu pokryte jest przez lasy, grunty orna stanowią pozostałe 25% pokrycia.

Jeziora Pakoskie Południowe (Zbiornik Pakoski) powstał na początku lat 70. XX wieku poprzez podpiętrzenie o 4,5 m wód jezior Pakoskiego i Bronisławskiego oraz zalanie rynny Noteci Zachodniej. Zbiornik o powierzchni 13 km² i objętości (podczas normalnego stanu piętrzenia) 86,5 mln m³ zlokalizowany jest na zachód od miejscowości Inowrocław. Jego główny dopływ stanowi Noteć Zachodnia. Pozostałe dopływy prowadzą śladowe ilości wody. Zbiornik zasilany jest także dzięki licznym wypływom wód podziemnych w strefie krawędziowej misy jeziornej. Zlewnia całkowita Zbiornika pokrywa się zasięgiem ze zlewnią całkowitą Noteci Zachodniej. Pola uprawne są dominantą w krajobrazie zlewni bezpośredniej Zbiornika. Zbiornik posiada wydłużony

kształt. Jego długość wynosi 15,5 km. Średnia głębokość Zbiornika wynosi 9,2 m. Ulega ona cyklicznym wahaniom podczas zrzutów wód z zakładów przemysłowych. Morfometria misy jeziornej ma wpływ warunkuje powstawanie niepełnej stratyfikacji termicznej jedynie na stanowiskach położonych w środkowej części Zbiornika.

Jeziro Szydłowskie posiada powierzchnię 140,2 ha i objętość 15883,9 tys. m³. Jezioro posiada genezę typu rynnowego. Długość maksymalna wynosi około 5 km, przy szerokości średniej około 300 m. Jego maksymalna oraz średnia głębokość wynoszą odpowiednio 24,5 i 11,3 m. Przez jezioro przepływa rzeka Panna. Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora wynosi 174,7 km² i jest zdominowana przez tereny użytkowane rolniczo.

Jeziro Żabno o powierzchni 33,2 ha i objętości 964,6 tys. m³, położone jest na południe od Jeziora Mogileńskiego, z którym łączy się szerokim przesmykiem. Od południa zasilane jest wodami rzeki Panny. W zlewni całkowitej jeziora największe powierzchnie zajmują grunty rolne. Całkowita jej powierzchnia wynosi 214,9 km². Główną formą użytkowania ziemi w zlewni bezpośredniej są pola uprawne, które kontaktują się z brzegiem jeziora. Misa jeziorna jest pochodzenia rynnowego. Dno jeziora jest słabo urozmaicone, a głęboczek zlokalizowany przy północnym brzegu jeziora. Niewielka głębokość maksymalna (6,0 m), głębokość średnia (2,9 m) oraz duże odsłonięcie jeziora na wiatr powoduje, że nie podlega ono trwałej letniej stratyfikacji termicznej.

Jeziro Mogileńskie posiada powierzchnię 43,8 ha oraz objętość misy jeziornej na poziomie 1561,9 tys. m³. Misa jeziora składa posiada wydłużony kształt, z jedną wyraźnie wydzieloną zatoką w okolicy jedynego odpływu jeziora. Jej maksymalna głębokość znajduje się w centralnej części misy i wynosi 6,8 m. Pozostałe części misy jeziornej charakteryzują się niewielką głębokością – co ma wpływ na średnią głębokość jeziora wynoszą 3,6 m. Długość maksymalna jeziora na poziomie 2,37 km przy niewielkiej szerokości (średnio około 300 m) daje dużą wartość współczynnika wydłużenia (D/S) – 6,7. Jezioro jest podatne na mieszanie się wód podczas wiatrów biegnących z kierunków północnego i południowego w dnie rynny subglacjalnej. Długość linii brzegowej jeziora wynosi 5,7 km. Misa jeziora położona jest w dnie rynny subglacjalnej o przebiegu równoleżnikowym. Jej szerokość oraz nachylenie stoków są różne. Najbardziej strome stoki znajdują się w południowej części jeziora. Im bliżej na północ – tym zbocza rynny stają się łagodniejsze. Strefa litoralu jeziora Mogileńskiego jest stosunkowo wąska. Izobaty stromo opadają do strefy profundalu, co ma

odzwierciedlenie w powierzchni fitolitoralu jeziora. Inny charakter strefy litoralu występuje jedynie w obszarze miejskim głównej rynny oraz we wschodniej – płytkiej zatoce jeziora. Rzeźba dna jeziora Mogileńskiego jest słabo urozmaicona. Zlewnia całkowita jeziora Mogileńskiego wynosi 334,40 km². W sposobie jej użytkowania dominują grunty orne (72,7%). Lasy zajmujące około 10% powierzchni zlewni całkowitej skupiają się w dwóch płatach: na północnym zachodzie i północnym wschodzie zlewni.

Jezioro Wiecanowskie zajmuje rozległe zagłębienie w dnie słabo wykształconej morfologicznie rynny subglacjalnej. Jego powierzchnia to 300,0 ha. Jest jeziorem płytkim o krętej linii brzegowej. Głębokość maksymalna oraz średnia wynoszą odpowiednio 7,6 i 3,1 m. Objętość wód jeziora Wiecanowskiego wynosi 9475,8 tys. m³. Przez jezioro przepływa rzeka Panna. Obszar zlewni całkowitej, wynoszący 102,9 km², użytkowany jest rolniczo. Występują w niej punktowe źródła zanieczyszczeń, Jezioro użytkowane jest turystycznie. Na wschodnim brzegu jeziora zlokalizowany jest ośrodek wypoczynkowy, występuje również zabudowa letniskowa.

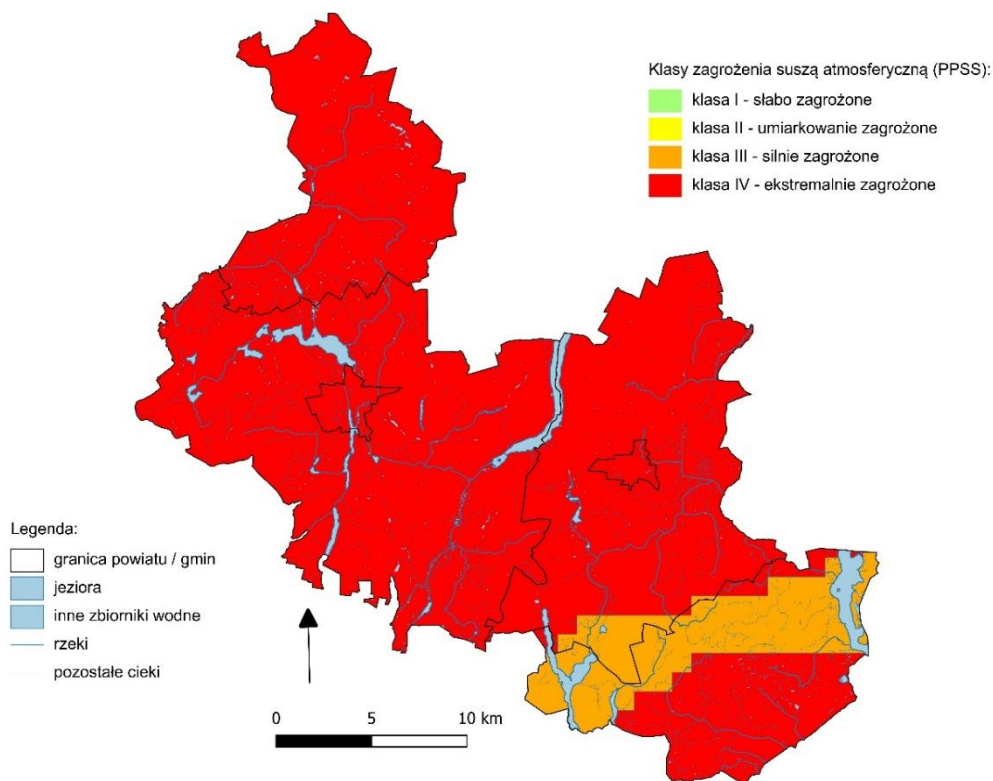
W obrębie powiatu mogileńskiego sieć punktów wodowskazowych IMGW jest uboga, co uniemożliwia szczegółową charakterystykę warunków przepływu głównych cieków. Według usytuowania wodowskazów znajdują się dwa punkty pomiarowo kontrolne na rzece Noteć (Zachodnia) w miejscowości Gębice oraz na rzece Panna w miejscowości Goryszewo. Dla wodowskazu w Gębicach nie określono stanów alarmowych i ostrzegawczych. Absolutne minimum wynosi 90 cm (1973-06-30, 1982-10-03, 1982-10-05, 1982-10-06), a absolutne maksimum to 323 cm (16.07.1980). Natomiast dla wodowskazu w Goryszewie stanu ostrzegawczego oraz alarmowego nie określono. Absolutne minimum wynosi 76 cm (2003-09-05- 2003-09-07, 2003-11, 2003-12), a absolutne maksimum to 247 cm (12.07.1980).

3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe

Susza atmosferyczna jest bezpośrednim wynikiem deficytów opadów atmosferycznych. W kontekście przeciwdziałania skutkom suszy niemożliwe jest usunięcie czy zminimalizowanie zagrożenia suszy atmosferycznej. W tym kontekście istotne jest przyjęcie akceptacji dla faktu nieusuwalności zagrożenia występowania suszy atmosferycznej.

Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu mogileńskiego wskazuje, jedynie w linii od jeziora Gopło do jeziora Ostrowskiego występuje silne

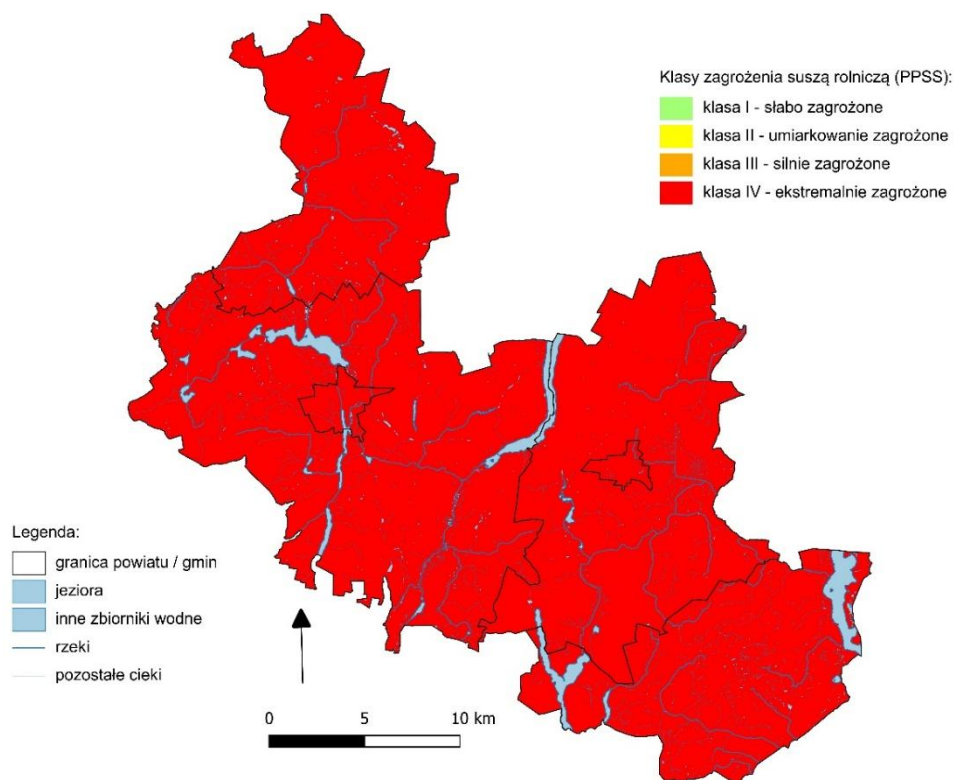
zagrożenie suszą (klasa III), natomiast pozostały obszar powiatu doświadcza ekstremalnego zagrożenia (klasa IV) (rycina 3.3.1).



Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.

Susza rolnicza jest silnie powiązana z kształtowaniem się zasobów wodnych w glebie, które warunkują potencjalną ilość dostępnej wody dla roślin w profilu glebowym.

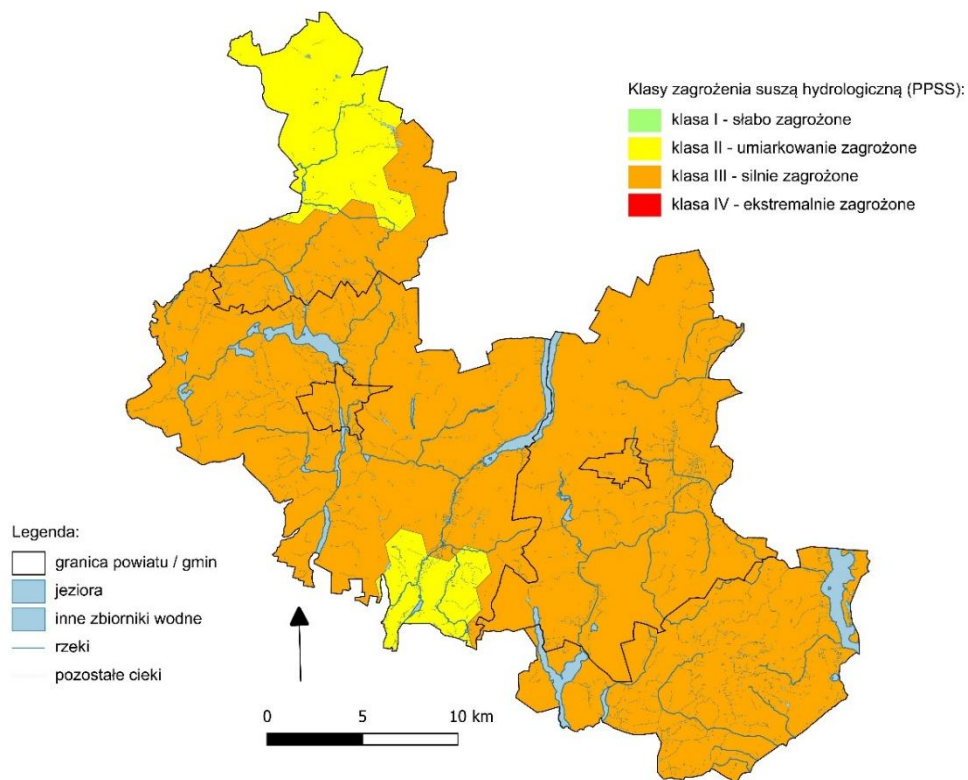
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu mogileńskiego wskazuje, że cały obszar narażony jest na ekstremalne zagrożenie (klasa IV) (rycina 3.3.2).



Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.

Susza hydrologiczna to okres obniżonych zasobów wód powierzchniowych w stosunku do sytuacji przeciętnej w wieloleciu. Susza hydrologiczna jest z reguły kolejnym etapem pogłębiającej się suszy atmosferycznej i rolniczej, ale może również ujawnić się i przebiegać po zakończeniu okresu bezopadowego. Jej identyfikacja sprowadza się do zdefiniowania wartości granicznej przepływu, poniżej której rozpoczyna się zjawisko suszy hydrologicznej.

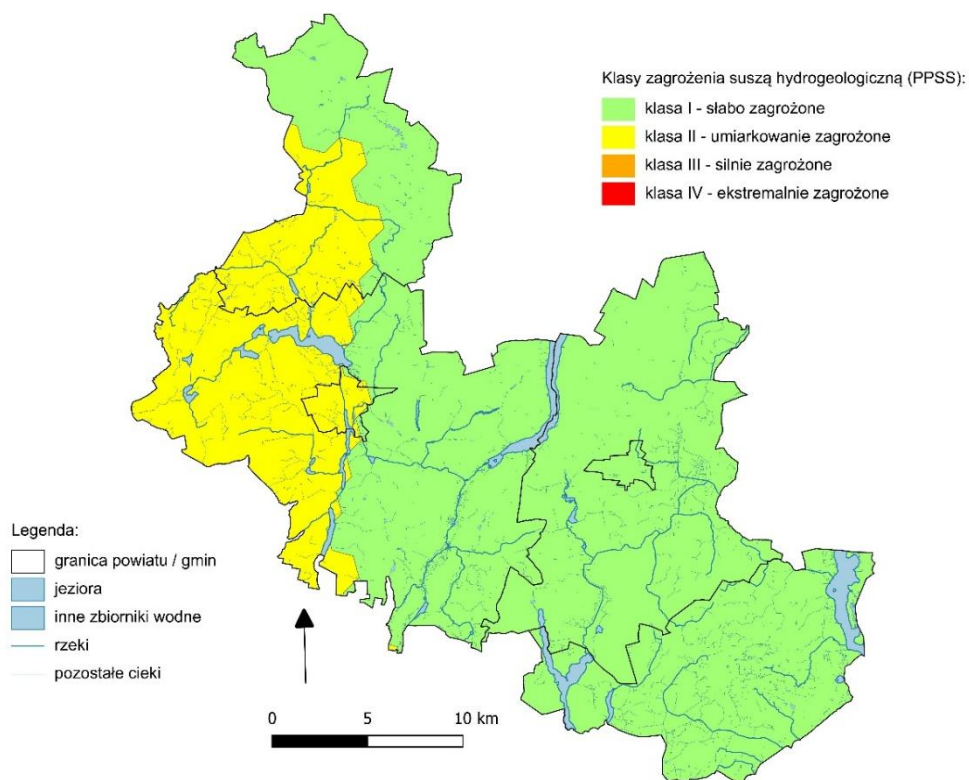
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu mogileńskiego wskazuje, że w górnej części Strugi Foluskiej oraz w południowej części zlewni Noteci Małej w obrębie powiatu występuje zagrożenie umiarkowane (klasa II), natomiast na pozostałym obszarze powiatu odnotowuje się zagrożenie silne suszą (klasa III) (rycina 3.3.3).



Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.

Susza hydrogeologiczna, zgodnie z definicją wskazaną w PPSS, oznacza obniżenie zwierciadła wód podziemnych poniżej stanów ostrzegawczych.

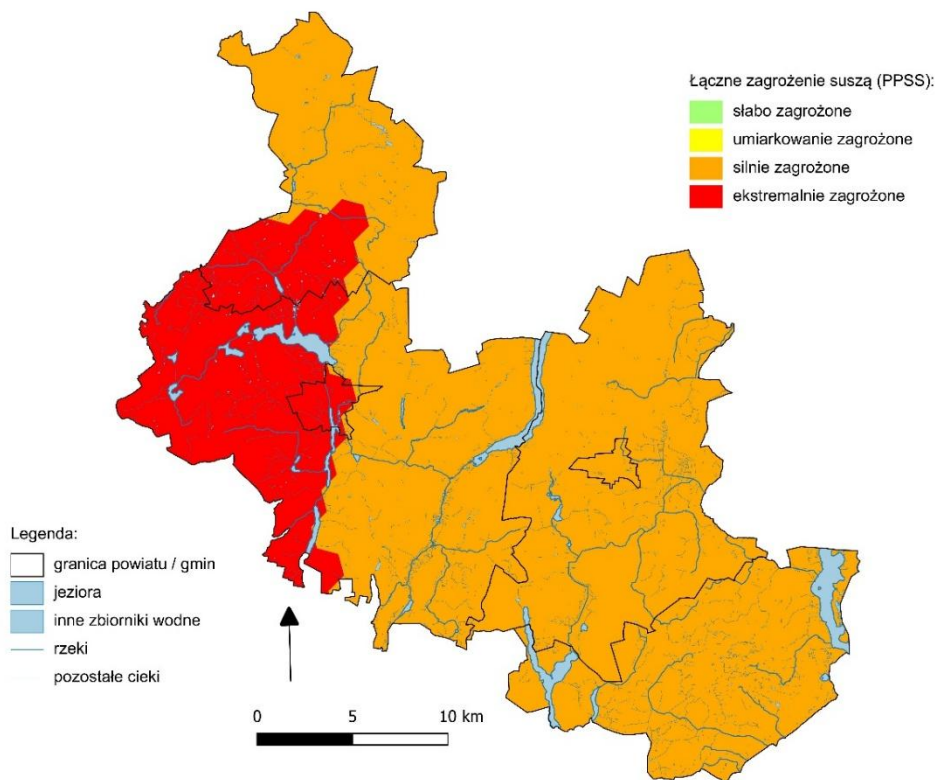
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu mogileńskiego wskazuje, że górna część zlewni Panny (zachodnie fragmenty powiatu) odpowiadają umiarkowanemu zagrożeniu (klasa II), natomiast pozostały obszar powiatu odpowiada słabemu zagrożeniu suszą (klasa I) (rycina 3.3.4).



Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.

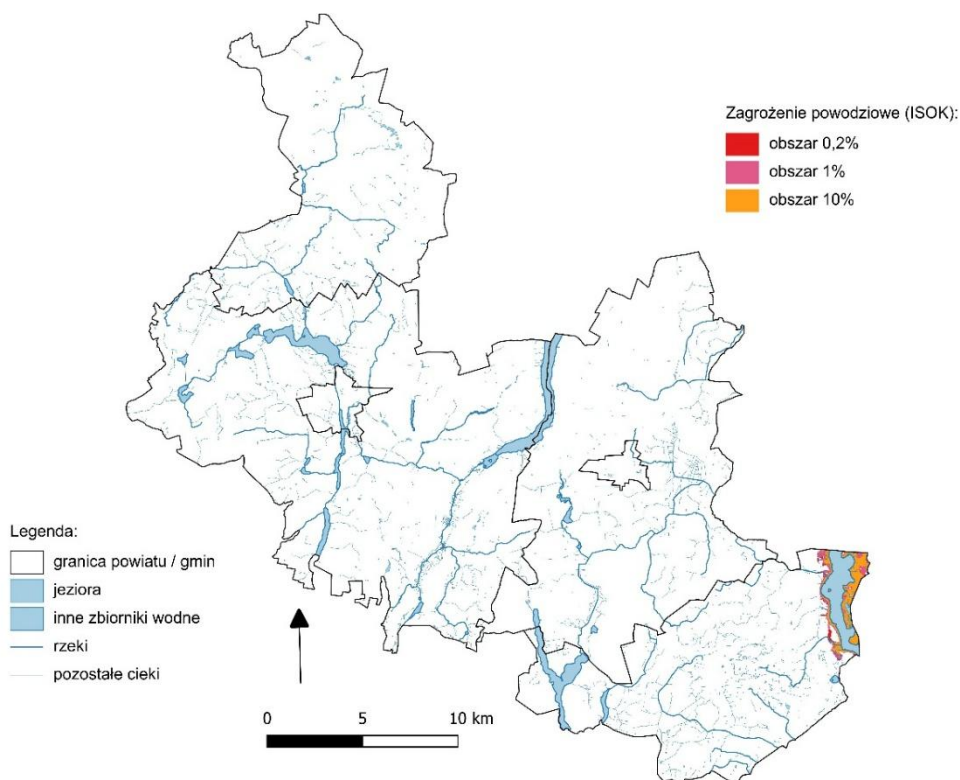
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu mogileńskiego wskazuje, że jego zachodnie części, w obrębie zlewni rzeki Panny, odpowiadają ekstremalnemu zagrożeniu suszą (kolor czerwony), natomiast pozostały obszar powiatu odpowiada silnemu zagrożeniu suszą (kolor pomarańczowy) (rycina 3.3.5).



Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu mogileńskiego zaznaczają się jedynie w wybranych fragmentach zatoki Siemionki jeziora Gopło, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z misy jeziornej w zagłębieniach terenowych w najbliższym sąsiedztwie pradoliny Gopła (rycina 3.3.6).



Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu mogileńskiego, zgodnie z ISOK.

4. Koncepcja systemu małej retencji.

4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmocnienie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią.

Uwarunkowania przyrodnicze i hydrologiczne powiatu mogileńskiego, wskazane w Powiatowym Planie Wodnym oraz w dokumentach planistycznych i środowiskowych, jednoznacznie potwierdzają potrzebę wdrażania systemowych działań z zakresu małej retencji. Powiat charakteryzuje się znacznym udziałem terenów rolniczych, ograniczoną naturalną zdolnością retencyjną krajobrazu oraz silnym przekształceniem stosunków wodnych w wyniku historycznych melioracji. W połączeniu z postępującymi zmianami klimatu skutkuje to nasilaniem się suszy rolniczej i glebowej, obniżaniem poziomu wód gruntowych oraz okresowym występowaniem lokalnych podtopień i procesów erozyjnych.

Podstawowym celem systemu małej retencji w powiecie mogileńskim jest poprawa bilansu wodnego w skali lokalnej, poprzez zwiększenie zdolności zatrzymywania wód opadowych i roztopowych w zlewniach i mikrozlewniach. Działania te mają na celu ograniczenie odpływu powierzchniowego, wydłużenie czasu retencji

wody w krajobrazie oraz poprawę warunków wilgotnościowych gleb, co jest kluczowe dla stabilizacji produkcji rolnej i funkcjonowania ekosystemów.

Istotnym celem jest również ograniczenie skutków suszy oraz zmniejszenie ryzyka lokalnych podtopień, poprzez regulację odpływu wód w systemach melioracyjnych i ciekach oraz zwiększenie retencji krajobrazowej. System małej retencji powinien ponadto wspierać stabilizację poziomu wód gruntowych, szczególnie na obszarach intensywnie użytkowanych rolniczo oraz w dolinach cieków, gdzie obserwowane są największe wahania zwierciadła wód.

Priorytetowym kierunkiem działań jest zatrzymywanie wód w miejscu ich opadu, zwłaszcza na terenach rolniczych, poprzez modernizację i dostosowanie istniejącej infrastruktury melioracyjnej do funkcji retencyjnych, w tym stosowanie urządzeń piętrzących i regulujących odpływ. Równocześnie istotne znaczenie ma odtwarzanie i ochrona naturalnych form retencji, takich jak tereny podmokłe, doliny cieków, zagłębienia bezodpływowe oraz oczka wodne.

Kolejnym kierunkiem jest rozwój małej retencji rolniczej, obejmujący budowę i odbudowę niewielkich zbiorników wodnych, stawów i zastawek, a także zwiększanie retencji glebowej poprzez odpowiednie praktyki użytkowania gruntów. Działania te sprzyjają również podniesieniu bioróżnorodności oraz wzmocnieniu usług ekosystemowych, w tym poprawie mikroklimatu, ograniczeniu erozji gleb i poprawie jakości wód.

Realizacja systemu małej retencji w powiecie mogileńskim powinna mieć charakter kompleksowy i etapowy, oparty na koordynacji działań samorządów, spółek wodnych, rolników oraz instytucji odpowiedzialnych za gospodarkę wodną. Spójne planowanie i wdrażanie działań retencyjnych stanowi kluczowy element lokalnej adaptacji do zmian klimatu oraz racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi w długiej perspektywie.

4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie wg wybranych wskaźników.

Ocenę zapotrzebowania na rozwój melioracji wykonano w oparciu o sumy klimatycznego bilansu wodnego KBW w latach 1970-2004. Wskaźnik pozwala identyfikować obszary z niedoborem lub nadmiarem wody, a tym samym określać potrzeby stosowania melioracji nawadniających bądź odwadniających. Ujemne wartości bilansu w miesiącu bądź okresie wegetacyjnym informują o niedoborach wody i wskazują na zasadność stosowania nawadniania, natomiast wartości dodatnie – zarówno

w sezonie letnim, jak i zwłaszcza po zimie – sygnalizują potencjalny nadmiar wody i potrzebę jej odprowadzania. Klasyfikację KBW przedstawiono oddzielnie dla okresu wegetacyjnego (tab. 4.2.1; ryc. 4.2.1) oraz zimowego (tab. 4.2.2; ryc.4.2.2) oraz okresów miesięcznych (tab. 4.2.3; ryc. 4.2.3).

Tab. 4.2.1. Klasyfikacja klimatycznego bilansu wodnego (KBW) i oceny uwarunkowań klimatycznych dla okresu wegetacyjnego (kwiecień–wrzesień)

KBW, mm	Klasa klimatycznego bilansu wodnego	Potrzeba rozwoju melioracji
< -250	skrajnie niedoborowy	nawadniających - bardzo duża
[-250; -200)	silnie niedoborowy	nawadniających - duża
[-200; -150)	umiarkowanie niedoborowy	nawadniających - umiarkowana
[-150; -100)	lekko niedoborowy	nawadniających - mała
[-100; 100]	zrównoważony	brak
>100	nadmiarowy	odwadniających

źródło: Kaca, 2015.

Tab. 4.2.2. Klasyfikacja klimatycznego bilansu wodnego (KBW) i oceny uwarunkowań klimatycznych dla okresu zimowego (październik–marzec)

KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
(150; 200]	skrajnie nadmiarowy	odwadniających bardzo duża
(100; 150]	silnie nadmiarowy lekko	odwadniających duża
(50; 100]	nadmiarowy	odwadniających mała
[0; 50]	zrównoważony	brak

źródło: Kaca, 2015.

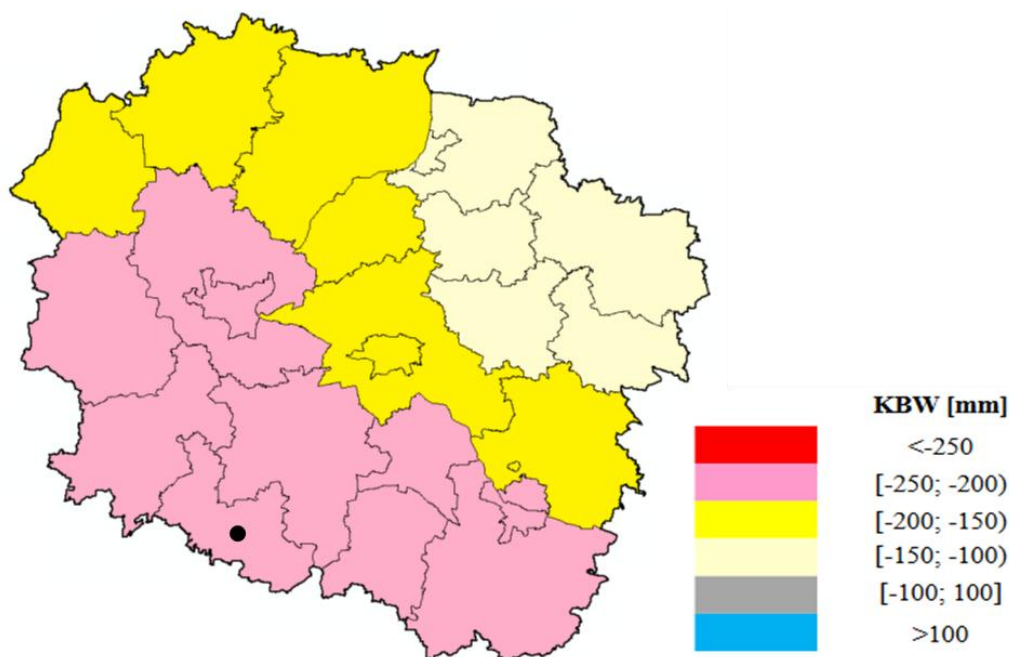
Tab. 4.2.3. Klasyfikacja klimatycznego bilansu wodnego (KBW) i oceny uwarunkowań klimatycznych dla miesięcy okresu wegetacyjnego

KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
---------	-----------	---

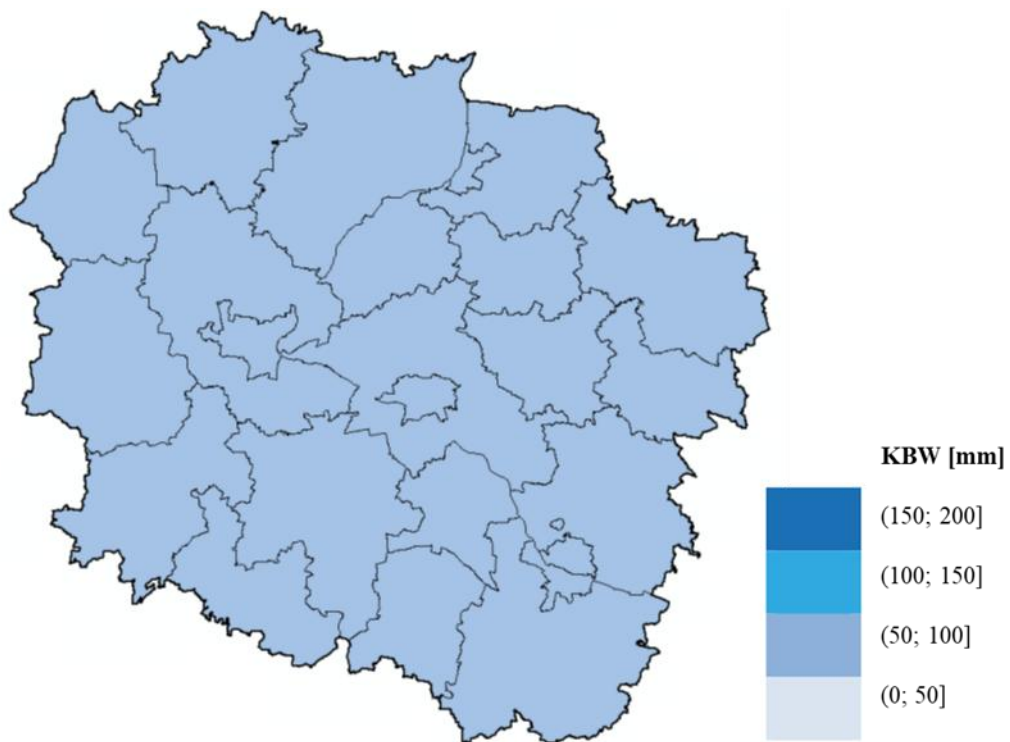
<-50	skrajnie niedoborowy	nawadniających bardzo duża
[-50; -30)	silnie niedoborowy	nawadniających duża
[-30; -10)	lekko niedoborowy	nawadniających umiarkowana
[-10; 10]	zrównoważony	nawadniających mała
[-50; -30)	silnie niedoborowy	brak
>10	nadmiarowy	odwadniających

źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

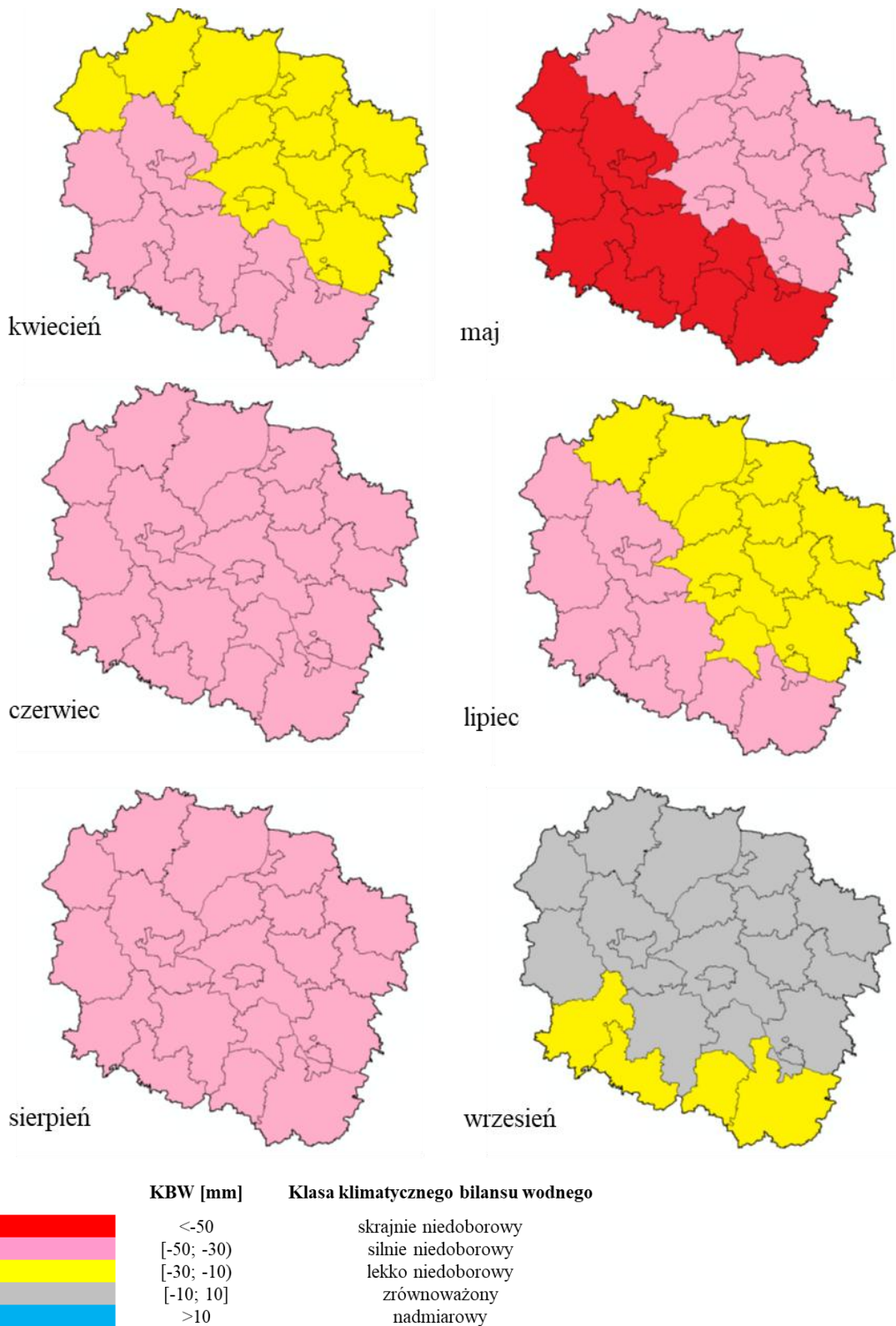
Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu mogileńskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -200 do -250 mm). Przez cały sezon występuje silny deficyt opadów. Ten stan notuje się także w poszczególnych miesiącach wegetacyjnych, gdzie niedobór opadów w stosunku do parowania jest silny a nawet skrajny (maj). Takie warunki powodują, że na obszarze powiatu mamy duże i bardzo duże potrzeby stosowania nawodnień w uprawie roślin (rys. 4.2.3).



Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie mogileńskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014



Ryc. 4.2.2. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie zimowym (październik–marzec) na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014



Ryc. 4.2.3. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w powiatach woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014.

5. Proponowane środki i rozwiązania.

Zwiększanie retencji wodnej w krajobrazie rolniczym staje się kluczowym elementem adaptacji do obserwowanych zmian klimatu, w tym narastających okresów suszy oraz intensywnych, krótkotrwałych opadów. W wielu regionach wieloletnia dominacja systemów nastawionych na szybkie odprowadzanie wody doprowadziła do obniżenia poziomu wód gruntowych, zaniku niewielkich zbiorników i mokradeł oraz ograniczenia naturalnych mechanizmów regulujących obieg wody w środowisku. Obecnie coraz większą wagę przykładana się do działań, które pozwalają zatrzymać wodę w miejscu jej wystąpienia, wzmacniając stabilność ekosystemów i zwiększając odporność produkcji rolniczej.

W procesie odbudowy retencji szczególne znaczenie mają rozwiązania rozproszone, łączące działania terenowe, hydrotechniczne i przyrodnicze. Kluczowe wśród nich są: budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych, które magazynują wodę opadową i roztopową; tworzenie zastawek, jazów, progów oraz niewielkich obiektów piętrzących, spowalniających odpływ wody w rowach i ciekach; oraz renaturyzacja cieków, obejmująca przywracanie meandrów i terenów zalewowych, co zwiększa zdolność doliny do akumulacji wody. Ważnym uzupełnieniem tych działań jest ochrona i ponowne zagospodarowanie obszarów bagiennych, mokradeł i terenów podmokłych, które pełnią funkcję naturalnych magazynów wody w glebie.

Istotny potencjał retencyjny tkwi również w ekosystemach leśnych, gdzie stosuje się tzw. małą retencję leśną, opartą na zamykaniu rowów melioracyjnych zastawkami, spowalnianiu odpływu oraz odbudowie mokradeł leśnych. Równocześnie coraz większą rolę odgrywają działania agroekologiczne, takie jak tworzenie pasów roślinności, mulczowanie, praktyki poprawiające strukturę gleby czy ograniczanie erozji – rozwiązania, które zwiększają chłonność przestrzeni rolniczej i zdolność gleby do zatrzymywania wody.

Zintegrowane stosowanie opisanych metod pozwala na skuteczne ograniczenie strat wody, zwiększenie retencji powierzchniowej i glebowej oraz przywracanie naturalnych funkcji krajobrazu. W rezultacie wzmacnia się zarówno bezpieczeństwo wodne, jak i odporność środowiska oraz produkcji rolnej na przyszłe wyzwania klimatyczne.

5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).

Małe zbiorniki retencyjne odgrywają ważną rolę w bilansie wodnym zlewni rolniczych, wpływając na stabilizację lokalnych warunków hydrologicznych. Gromadzą wodę opadową i roztopową, ograniczając szybki odpływ i łagodząc ekstremalne przepływy. Ich obecność sprzyja utrzymaniu wyższego poziomu wód gruntowych, co poprawia kondycję gleb i zmniejsza ryzyko strat w produkcji rolniczej podczas suszy. Zbiorniki te działają także jako naturalne filtry zatrzymujące biogeny i zawiesiny, wspierając poprawę jakości wody. Równocześnie tworzą mozaikę siedlisk zwiększających różnorodność biologiczną w krajobrazie rolniczym.

Przykładowe działania:

- Renowacja istniejących zbiorników poprzez usunięcie nadmiaru namułu, odtworzenie strefy brzegowej oraz wprowadzenie roślinności wodnej i szuwarowej.
- Budowa nowych stawów o pojemności od kilkuset do kilku tysięcy metrów sześciennych w lokalnych obniżeniach terenu lub przy rowach melioracyjnych.
- Tworzenie rozproszonego systemu oczek wodnych rozmieszczonych wzdłuż miedz i zagłębień terenowych.
- Zachowanie naturalnego układu stref roślinności poprawiającego procesy samooczyszczania wody.
- Wprowadzanie elementów mikroretencji w otoczeniu zbiorników, takich jak muldy chłonne czy pasy buforowe zapobiegające spływowi zanieczyszczeń.

Efekty środowiskowe:

- zmniejszenie spływu powierzchniowego i ograniczenie erozji gleb,
- poprawa jakości wody dopływającej do cieków,
- wzrost różnorodności biologicznej poprzez rozwój siedlisk wodnych i wilgotnych,
- zwiększenie retencji krajobrazowej i łagodzenie skutków okresów niskich przepływów.

5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.

Historyczne systemy melioracyjne koncentrowały się na szybkim odprowadzaniu wody z pól, co w obecnych warunkach klimatycznych prowadzi do nadmiernego przesuszenia gleb. Wprowadzanie niewielkich obiektów piętrzących w rowach i ciekach pozwala na ich przekształcenie w układy spowalniające odpływ i zwiększające retencję. Zastawki, jazy i progi podnoszą poziom wody w korycie, wydłużają czas jej przepływu i umożliwiają podpiętrzenie zwierciadła wód gruntowych w otoczeniu cieku. Spadek prędkości przepływu sprzyja również ograniczeniu erozji oraz osadzaniu zawiesiny i biogenów.

Przykładowe działania:

- Montaż drewnianych lub metalowych zastawek w rowach melioracyjnych w regularnych odstępach.
- Budowa niewielkich jazów o regulowanym piętrzeniu, pozwalających dostosować poziom wody do warunków sezonowych.
- Instalacja progów kaskadowych zwiększających turbulencję i napowietrzenie wody.
- Stosowanie naturalnych materiałów, takich jak faszyna czy konstrukcje drewniane, w celu budowy prostych, przyjaznych środowisku obiektów piętrzących.
- Tworzenie układów umożliwiających lokalne nawadnianie pól dzięki kontrolowanemu podnoszeniu poziomu wody w rowach.

Efekty środowiskowe:

- zmniejszenie odpływu wód roztopowych i deszczowych,
- zwiększenie zasobów wód gruntowych w zasięgu oddziaływania obiektów,
- poprawa warunków siedliskowych w rowach i małych ciekach,
- redukcja ilości biogenów i zawiesiny przemieszczających się w dół zlewni.

5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych).

Wiele cieków rolniczych zostało nadmiernie wyprostowanych i pogłębionych, co przyspieszyło odpływ i zubożyło ich funkcje przyrodnicze. Działania renaturyzacyjne polegają na odtwarzaniu naturalnych form rzecznych, co sprzyja zwiększeniu retencji w dolinie rzecznej oraz poprawie warunków ekologicznych. Meandrujący ciek ma większą zdolność do magazynowania wód wezbraniowych, spowolnienia przepływu i

infiltracji. Odtworzenie terenów zalewowych pozwala rzece swobodnie rozlewać się podczas wyższych stanów, co rozprasza energię przepływu i zmniejsza ryzyko podtopień w niżej położonych obszarach.

Przykładowe działania:

- Wytyczanie nowych, krętych odcinków koryta, umożliwiających odtworzenie meandrów.
- Poszerzanie koryt i stref brzegowych dla zwiększenia miejsca na naturalne procesy fluwialne.
- Odtwarzanie starorzeczy pełniących funkcję zbiorników retencyjnych połączonych z głównym korytem.
- Wprowadzanie roślinności stabilizującej brzegi oraz zwiększającej różnorodność siedlisk.

Efekty środowiskowe:

- zwiększenie retencji dolinowej i możliwości naturalnego rozlania wody,
- poprawa infiltracji i zasilania wód gruntowych,
- odbudowa zróżnicowanych siedlisk wodnych i przywodnych,
- zmniejszenie ryzyka powstawania gwałtownych przepływów i podtopień,
- zwiększenie zdolności rzeki do zatrzymywania zawieszin i substancji biogennych.

5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradel i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej.

Mokradła (bagna, torfowiska, błota i łąki podmokłe) mają istotne znaczenie dla poprawy zdolności retencyjnych małych zlewni, działają jak naturalne „magazyny wody”. Znaczna część ich objętości jest wypełniona wodą, którą mogą oddawać do środowiska w okresach suszy lub akumulować podczas opadów. Nietknięte mokradła zwiększają lokalne zasoby wodne, stabilizują poziom wód gruntowych i spowalniają spływ powierzchniowy, co korzystnie wpływa na ogólny bilans wodny zlewni. Retencja mokradłowa jest więc „czasowym zatrzymaniem lub ograniczeniem odpływu wód” przez tereny wodno-błotne.

Proponowane działania:

- 1) Odtwarzanie i renaturyzacja mokradel.

Renaturyzacja terenów podmokłych (ponowne uwodnienie zdegradowanych bagien i torfowisk) to przywracanie naturalnych procesów wodnych poprzez stopniowe podnoszenie poziomu wody, zamknięcie lub ograniczenie odpływu wody rowami (likwidacja systemów odwadniających – zasypywanie rowów melioracyjnych, drenów) czy przywrócenie starorzeczy. Jest to rozwiązanie naturalne, oparte na przyrodzie.

Rekultywacja terenów osuszonych (np. dawnych torfowisk lub zdrenowanych pól) polega z kolei na blokowaniu rowów melioracyjnych i minimalnej ingerencji mechanicznej, aby odzyskać zdolność retencji.

Efekty działań:

- podniesienie poziomu wód gruntowych,
- zwiększenie pojemności wodnej profilu glebowego,
- ograniczenie odpływu wody w okresach suszy,
- poprawa bilansu wodnego zlewni,
- wzrost stabilności siedlisk hydrogeniczych,
- ochrona bioróżnorodności,
- zahamowanie mineralizacji gleb organicznych i torfowych,

2) Odtwarzanie i ochrona gleb organicznych (torfowisk).

Działania koncentrują się na utrzymaniu ciągłego uwodnienia gleb torfowych poprzez zapobieganie ich osuszaniu oraz degradacji struktury torfu. Obejmuje to ochronę istniejących torfowisk, ponowne uwodnienie zdegradowanych obszarów oraz ograniczenie ingerencji mechanicznej w glebę.

Efekty środowiskowe:

- utrzymanie bardzo wysokiej zdolności retencyjnej gleb (75–90% objętości),
- ograniczenie emisji CO₂ i innych gazów cieplarnianych,
- zachowanie funkcji torfowisk jako długoterminowych magazynów wody,
- poprawa warunków siedliskowych dla gatunków mokradłowych.

3) Paludikultura (rolnictwo bagienne) oraz ekstensywne użytkowanie łąk podmokłych.

Metoda polega na stosowaniu upraw dopasowanych do wilgotnych gleb (np. trzcina, pałka, sitowia, mech torfowiec, olsza czarna, łąki podmokłe) zamiast tradycyjnych upraw rolnych, które wymagają zdrenowania gleb. Rozwiązanie to sprzyja zatrzymywaniu wody oraz składników biogenych, a także sekwestracji węgla w glebach

mokradłowych przy jednoczesnym zachowaniu potencjału produkcyjnego umożliwiającego pozyskiwanie biomasy z siedlisk o wysokim stopniu uwodnienia (analogicznie do funkcji realizowanych w tradycyjnych systemach rolniczych).

Ten rodzaj użytkowania obejmuje także ekstensywne użytkowanie terenów podmokłych (stałe lub okresowo nawodnionych), z łąkami użytkowymi sezonowo lub pozostawionymi naturalnie, co sprzyja zatrzymywaniu wody w profilu gleby.

Korzyści:

- ograniczona konieczność odwadniania gleb,
- poprawa retencji glebowej,
- wsparcie lokalnej gospodarki, np. produkcja biomasa dla energetyki.

4) Budowa zbiorników, zastawek, progów, stopni i innych przytamowań na rowach, sztucznych ciekach lub ciekach naturalnych

Celem jest spowolnienie odpływu i wydłużenie czasu przebywania wody w glebie. Jednym z najprostszych i jednocześnie skutecznych rozwiązań zwiększających retencję wody na obszarach podmokłych jest stosowanie niewielkich, rozproszonych (punktowych) elementów hydrotechnicznych (zastawki, progi, stopnie, przetamowania oraz mikrozbiorniki) lokalizowanych w obrębie rowów, cieków i obniżen terenu. Rozwiązania te są relatywnie mało inwazyjne i mogą być dostosowane do lokalnych warunków środowiskowych, w tym do istniejących siedlisk, często o wysokich walorach przyrodniczych.

Zastosowanie tego typu przegród prowadzi do spowolnienia lub czasowego zahamowania odpływu wody z obszarów mokradłowych, co skutkuje podniesieniem i stabilizacją poziomu wód gruntowych oraz zwiększeniem retencji glebowej. W praktyce działania te rzadko mają charakter pojedynczych inwestycji, lecz stanowią element kompleksowych rozwiązań hydrologicznych, w ramach których na różnych odcinkach cieków i rowów łączy się zastawki regulowane z przytamowaniami o stałym poziomie piętrzenia, takimi jak progi i stopnie, a także z częściowym lub odcinkowym zasypywaniem rowów odwadniających.

W przypadku mokradeł użytkowanych rolniczo szczególnie istotne jest stosowanie budowli umożliwiających regulację poziomu wody w zależności od potrzeb gospodarowania oraz warunków pogodowych. W tym celu wykorzystuje się m.in. zastawki drewniane, metalowe lub wykonane z tworzyw sztucznych, które pozwalają na

elastyczne sterowanie odpływem wody, bez konieczności trwałego osuszania siedlisk podmokłych.

Efekty środowiskowe:

- zwiększenie retencji gruntowej,
- ograniczanie odpływu wody zbędnymi rowami odwadniającymi (inicjowanie zarastania i zamulania się rowów).

5) Odtwarzanie terenów zalewowych i dolin rzecznych

Tereny zalewowe i doliny rzeczne stanowią naturalny element systemu hydrologicznego rzek nizinnych. W warunkach nieprzekształconych pełnią one funkcję naturalnych polderów, które umożliwiają okresowe rozlewanie się wód podczas wezbrań oraz ich czasowe magazynowanie w glebie i warstwach przypowierzchniowych. Odcięcie rzek od dolin (obwałowania, regulacja koryt, pogłębianie) prowadzi do przyspieszenia odpływu, zmniejszenia retencji glebowej oraz pogorszenia bilansu wodnego w skali zlewni.

Odtwarzanie terenów zalewowych i dolin rzecznych polega m.in. na przywracaniu naturalnych połączeń rzek z ich dolinami poprzez:

- odsunięcie, obniżenie lub przerwanie wałów przeciwpowodziowych na wybranych odcinkach,
- likwidację lub modyfikację obwałowań lokalnych,
- tworzenie kontrolowanych przelewów i bram zalewowych umożliwiających sterowane wprowadzanie wód do doliny,
- ograniczenie regulacji koryt i umożliwienie okresowego zalewania obszarów przyległych.

Metoda ta jest jedną z najbardziej efektywnych rozwiązań zwiększania retencji glebowej i poprawy bilansu wodnego w skali lokalnej i regionalnej. Oparta jest na procesach naturalnych (przyrodniczych) zapewnia długofalowe korzyści hydrologiczne (zwiększenie retencji glebowej i spowolnienie odpływu wód, ograniczenie szybkiego odpływu wód podczas wezbrań oraz w okresach suszy, redukcja ryzyka powodziowego i stabilizacja poziomu wód gruntowych) i środowiskowe (poprawa stanu ekosystemów dolin rzecznych i jakości wód).

5.5. Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych).

Retencja leśna to zespół działań mających na celu zatrzymywanie wody w ekosystemach leśnych oraz poprawę ich zdolności do gromadzenia i przechowywania wody. Głównym celem tych działań jest zatrzymanie jak największej ilości wody w ekosystemie leśnym i spowolnienie jej odpływu z terenu zlewni, co pomaga łagodzić skutki suszy i powodzi. W szczegółowej analizie działania te mogą przynieść korzyści dla gospodarki wodnej i ochrony środowiska, a są to:

- **zwiększenie zasobów wodnych**, osiągnięte poprzez podniesienie poziomu wód gruntowych i powierzchniowych, co przeciwdziała suszy i zapobiega degradacji siedlisk (np. torfowisk),
- **ochrona przeciwpowodziowa**, poprzez spowolnienie odpływu wód opadowych, co spłaszcza i wydłuża falę wezbraniową, zmniejszając zagrożenie powodziowe w niższych partiach zlewni),
- **wzrost bioróżnorodności**, dzięki odtwarzaniu i utrzymaniu mokradeł, tworzeniu ostoi flory i fauny wodno-błotnej, a także poprawie zdrowotności drzewostanów,
- **ochrona gleb**, dzięki zmniejszeniu spływu powierzchniowego i erozji wodnej poprzez pokrycie gleby roślinnością i ściółką.

Środki retencji leśnej można podzielić na dwa główne typy: techniczne (budowlane) i nietechniczne (przyrodnicze lub gospodarcze).

1. Rozwiązania techniczne (budowlane).

Charakteryzują się bezpośrednią ingerencją inżynierską w ciek wodny lub teren, mającą na celu spiętrzenie, zatrzymanie lub kontrolowanie odpływu wody. Stosuje się je głównie w ramach programu małej retencji w lasach. Wyróżniamy tu następujące środki i rozwiązania:

- **budowa bądź odbudowa zbiorników wodnych** – wyróżniamy tu głównie małe zbiorniki retencyjne (bezodpływowe, odpływowe, boczne, suche poldery zalewowe), których zadaniem jest magazynowanie wód opadowych i roztopowych, ochrona przeciwpożarowa oraz podnoszenie poziomu wód gruntowych,

- **budowie piętrzące na ciekach** – głównie zastawki, progi, stopnie, przepusty piętrzące, przepusto-zastawki (często wykonane z naturalnych materiałów jak drewno czy kamień). Ich zadaniem jest spowolnienie i/lub podpiętrzenie wody w rowach i ciekach, zamieniając szybki spływ powierzchniowy na spowolniony odpływ gruntowy,
- **neutralizacja skutków spływu powierzchniowego** – obejmująca działania na drogach leśnych i szlakach zrywkowych (np. brody, przepusty, drenaże pod drogami) mające na celu ukierunkowanie i opóźnienie spływu wody oraz zapobieganie erozji wodnej,
- **renaturyzacja cieków i obszarów podmokłych** – poprzez odbudowę naturalnego kształtu cieków (np. meandryzacja, budowa bystrzy dla migracji ryb), likwidacja zbędnych rowów melioracyjnych, zatykanie drenów. Dzięki tym zabiegom może prowadzić do odtworzenia zdegradowanych torfowisk, mokradeł i terenów zalewowych.

2. Rozwiązania nietechniczne (przyrodnicze i gospodarcze)

Działania te wykorzystują naturalne zdolności retencyjne ekosystemu leśnego lub polegają na zmianach w gospodarowaniu lasem. Zaliczamy do nich następujące zabiegi i rozwiązania:

- **retencja glebowa i ściółkowa** – ściółka leśna i gleba stanowią naturalny, bardzo efektywny "magazyn" wody (tzw. retencja bierna). Zabiegi skupiają się na jej ochronie przed zniszczeniem oraz na utrzymaniu odpowiedniej struktury gleby (np. właściwa uprawa gleby), co zwiększa jej zdolność do wsiąkania i zatrzymywania wody,
- **kształtowanie struktury szaty roślinnej** – poprzez wprowadzaną różnorodność gatunkową i wiekową drzewostanu (zwłaszcza obecność drzew liściastych) oraz prawidłowe rozmieszczenie pokrywy roślinnej. Lasy o zróżnicowanej strukturze lepiej zatrzymują wodę, ponieważ korony drzew przechwytyją (intercepcja) i spowalniają opad. Różne typy lasów (np. łągi, olsy) mają też różne zdolności retencyjne,
- **gospodarka leśna nastawiona na retencję** – poprzez utrzymywanie i tworzenie siedlisk hydrogeniczych (wodnych i podmokłych). Dostosowanie gospodarki

leśnej do warunków wodnych, np. unikanie nadmiernej melioracji (odwodnienia) i dążenie do naturalizacji siedlisk.

Aktualnie retencja wodna w rowach melioracyjnych zamykanych zastawkami jest kluczowym elementem **małej retencji**, który służy **do kontrolowanego zatrzymywania wody** w krajobrazie. Dawne systemy melioracyjne były często projektowane wyłącznie do szybkiego odprowadzania nadmiaru wody (odwadniania). Obecnie są one adaptowane do pełnienia funkcji dwukierunkowej (nawadniająco-odwadniającej), co jest istotne w kontekście narastających problemów z suszą. Zastawki (często z ruchomymi elementami takimi jak szandory lub stawidła) to małe budowle hydrotechniczne umieszczone w korytach rowów melioracyjnych lub cieków wodnych. Zastawki pozwalają na podniesienie lustra wody w rowie melioracyjnym. W ten sposób woda jest celowo magazynowana w korycie cieku. Automatycznie następuje również podnoszenie poziomu wód gruntowych, gdyż zatrzymana w rowie woda stopniowo infiltruje do otaczającego gruntu, co prowadzi do podniesienia poziomu wód gruntowych na sąsiadujących terenach rolnych, leśnych lub przyrodniczych (np. torfowiskach lub łąkach). Woda jest dłużej dostępna dla roślin w okresie suszy i może być wykorzystana do nawadniania podsiąkowego. Dzięki zastawkom możemy również kontrolować ilość odpływającej wody. Pozwalają one na gromadzenie jej w okresach nadmiaru (np. wiosenne roztopy, deszcze nawalne) i stopniowe uwalnianie w okresach niedoboru (niżówki). Zastawki są przykładem małej retencji technicznej, która, w połączeniu z działaniami w zakresie retencji glebowej (np. zwiększanie próchnicy) i retencji naturalnej (np. zachowanie oczek wodnych), tworzy kompleksowy system zarządzania wodą.

Dzięki zabiegom technicznym takim jak projektowanie i wykonywanie zastawek piętrzących można chronić leśne tereny bagienne i torfowiskowe, które pełnią szereg kluczowych usług ekosystemowych m.in.:

- **sekwestracji węgla** - torfowiska magazynują ogromne ilości węgla. Kiedy są osuszane, torf ulega murszeniu (utlenianiu), co prowadzi do emisji tego węgla do atmosfery w postaci dwutlenku węgla (CO₂), przyczyniając się do globalnego ocieplenia. Utrzymanie wysokiego poziomu wody zatrzymuje ten proces,
- **retencji wody** - działają jak "gąbki", zatrzymując duże ilości wody, co jest kluczowe w okresach suszy (zapobiegają szybkiemu odpływowi wody) oraz w czasie intensywnych opadów (zmniejszają ryzyko powodzi),

- **oczyszczaniu wody** - działają jak naturalne filtry, poprawiając jakość wody,
- **zwiększają bioróżnorodność** - są ostoją dla wielu rzadkich i chronionych gatunków roślin i zwierząt, które są ściśle związane z warunkami wodnymi.

Niezwykle ważnymi elementami zwiększania retencji wodnej na terenach zalesionych są leśne liniowe pasy wiatrochronne i buforowe, złożone z nasadzeń drzew i krzewów, które pełnią kluczowe funkcje ochronne i ekologiczne, mające na celu stabilizację środowiska, ochronę upraw, siedlisk i zasobów wodnych. Charakteryzują się one odmiennym przeznaczeniem, choć często obie te funkcje mogą się uzupełniać.

Pasy wiatrochronne (zwane też śródpolnymi zadrzewieniami lub żywopłotami) to zazwyczaj liniowe pasy drzew i krzewów zakładane na terenach otwartych, przede wszystkim w krajobrazie rolniczym, ale także wokół obszarów leśnych. Charakteryzują się różną szerokością, wysokością i przepuszczalnością, by nie tworzyć turbulencji (zawirowań) powietrza bezpośrednio za pasem. Zwykle stosuje się kompozycje wielowarstwowe (drzewa, krzewy, runo). Orientowane są prostopadle do kierunku dominujących wiatrów. Złożone z mieszanki gatunków liściastych i iglastych, często rodzimych, odpornych na warunki siedliskowe i wiatr. Pasy wiatrochronne mają różnokierunkowe znaczenie takie jak:

- **ograniczanie erozji wietrznej** - najważniejsza funkcja – zmniejszają prędkość wiatru przy powierzchni ziemi, co zapobiega wywiewaniu najżyźniejszej warstwy gleby (erozja eoliczna),
- **poprawa mikroklimatu** – związane głównie ze zwiększeniem wilgotności gleby i powietrza w strefie osłoniętej. Spowolnienie wiatru redukuje również parowanie, co jest kluczowe w warunkach suszy. Następuje również łagodzenie ekstremalnych temperatur, chroniąc uprawy przed przegrzaniem i przymrozkami,
- **wzrost plonów** - stabilny mikroklimat i wyższa wilgotność gleby bezpośrednio przekładają się na wyższe plony w osłoniętej strefie (która rozciąga się na odległość nawet do 10-20-krotności wysokości pasa),
- **bioróżnorodność** - stanowią oazę i schronienie dla wielu gatunków zwierząt (ptaki, owady, drobne ssaki) oraz korytarze ekologiczne, w tym dla owadów zapylających i naturalnych wrogów szkodników (np. biegaczowatych).

Pasy buforowe (strefy ekotonowe) to roślinne strefy przejściowe (ekotony), zakładane najczęściej wzdłuż cieków wodnych (rzek, kanałów, jezior) lub na granicy intensywnie użytkowanych gruntów rolnych i cennych przyrodniczo obszarów (np. lasów, parków narodowych, torfowisk). Charakteryzują się układem liniowym, najczęściej wzdłuż brzegów wód (pasy nadbrzeżne) lub na styku różnych typów użytkowania ziemi. W skład pasów wchodzi zazwyczaj trawy, byliny, krzewy i drzewa, tworzące gęstą barierę roślinną. Szerokość jest kluczowa dla skuteczności (często zalecane jest minimum 10 metrów). Podstawowym celem jest izolowanie ekosystemu docelowego (np. rzeki) od negatywnych wpływów otoczenia (np. pola uprawnego). Zakładanie pasów buforowych wpływa na:

1. Ochronę wód powierzchniowych poprzez:

- spływu powierzchniowego - pasy te spowalniają wodę deszczową spływającą z pól, co pozwala na osadzanie się cząstek gleby i erodowanych osadów. Wpływa to na zapobieganie erozji wodnej,
- wychwytywanie biogenów - roślinność absorbuje nadmiar azotu i fosforu (biogenów) pochodzących z nawozów. Ogranicza to ich dopływ do wód, co jest kluczowe w zapobieganiu eutrofizacji (zakwitom glonów),
- redukcja pestycydów - rośliny i gleba w pasie buforowym pomagają w rozkładzie i zatrzymaniu pestycydów.

2. Stabilizacja brzegów i gleby - systemy korzeniowe roślin stabilizują skarpy i brzegi rzek, chroniąc je przed podmywaniem,

3. Ochrona bioróżnorodności - stanowią cenne siedliska dla organizmów wodnych, płazów, owadów i ptaków. Bagienne strefy buforowe mogą magazynować wodę, łagodzając suszę i stanowiąc rezerwuar dla mokradeł.

Liniowe zadrzewienia (jak pasy wiatrochronne) są jednocześnie pasami buforowymi dla procesów wietrznych i mogą również, choć w mniejszym stopniu, zredukować zanieczyszczenia chemiczne na granicach pól. Oba typy pasów są kluczowymi elementami w tworzeniu **zrównoważonego i odpornego krajobrazu**.

Retencja leśna

W powiecie mogileńskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują 115,33 km² (17,1%) powierzchni powiatu i pełnią bardzo ważną rolę. Lasy wpływają pozytywnie na wielkość alimentacji wód opadowych (a przez to na zasoby wodne) –

zwiększają bowiem infiltrację, przyczyniając się przez to do przeniesienia części powierzchniowej fazy odpływu wód opadowych w kierunku odpływu pokrywowego i podziemnego. Ważną rolę odgrywa tu znaczna retencyjność ściółki i gleb leśnych (tab. 5.5.1).

Tab. 5.5.1. Retencja leśna

Autor	Przykłady retencji leśnej
Michalik; cyt. za Chełmicki (2001)	Pokrywa mchów o masie 1 kg może przyjąć na powierzchni 1 m ² około 5 kg wody (około 5 mm opadu)
Osuch i Węglarczyk; cyt. za Chełmicki (2001)	Badania ściółki leśnej wykazały, że – przy założeniu średniej miąższości ściółki, wynoszącej 4,3 mm – jej maksymalna retencja wynosi prawie 12 mm wody (po osiągnięciu wypełnienia retencji maksymalnej, woda opadowa przestaje być przez ściółkę zatrzymywana)
Musierowicz; cyt. za Chełmicki (2001)	W glebę leśną – spulchnioną zarówno przez organizmy glebowe, jak i system korzeniowy drzew – może wsiąknąć około 75% wody w stosunku do masy gleby w stanie suchym
Figuła (cyt. za Chełmicki 2001)	Stosunek przepływu minimalnego do maksymalnego w zlewni silnie zalesionej (60%) i słabo zalesionej (20%) wynosi odpowiednio 1:155 i 1:410
Liberadzki i Szafrąński (cyt. za: Przybyła i in. 2015)	W zalesionej w 15 % zlewni ciekę Potaszka średnie odpływy jednostkowe były czterokrotnie wyższe niż w zlewni ciekę Hutka zalesionego w 89 %. Ponadto odpływy ze zlewni ciekę Hutka nie zanikają nawet przy dużych niedoborach opadów w okresie wegetacyjnym, co wpływa korzystnie na uwilgotnienie gleb przyległych siedlisk leśnych i zachowanie życia biologicznego w samym ciekę

Murat-Błażejewska i Kujawa; Kanlerz i in. (cyt. za: Przybyła i in. 2015)	Na przykładzie zlewni Małej Wełny wykazano, że poziom zwierciadła wody gruntowej w glebach leśnych jest znacznie wyższy niż w glebie uprawnej, a amplituda wahań stanów wód gruntowych w lesie jest 1,5-krotnie mniejsza niż w gruntach ornych
Koc i Solarski (cyt. za: Przybyła i in. 2015)	Odnotowano korzystny wpływ zlewni nieużytkowanej rolniczo w porównaniu ze zlewnią rolniczą na obniżenie odpływu jednostkowego i wielkości fali kulminacyjnej w przypadku wystąpienia deszczy nawalnych. Las trzykrotnie zmniejszał amplitudę odpływu i lepiej retencjonował wodę pochodzącą z topnienia śniegu i ulewnych deszczy
Fabijanowski i Jaworski (cyt. za Chełmicki 2001)	Warstwa gleb leśnych (o miąższości 1 m) jest w stanie zmagazynować 2300m ³ na obszarze 1 ha*

Przyjmując, że mokradła magazynują około 1/3 przeciętnej sumy opadów rocznych (Miler 2009), zatem, przyjmując dla środkowej części województwa kujawsko-pomorskiego przeciętną sumę opadów rocznych na poziomie 500 mm, można oszacować ilość wody retencjonowanej na 1 ha mokradła jako około 1667 m³ (tab. 5.5.2).

Tab. 5.5.2. Ilość wody retencjonowanej przez mokradła leśne (Miler 2009)

Wyszczególnienie	Roczna suma opadu	Ilość wody retencjonowanej na 1 ha mokradła	
Przykład	500 mm	166,7 mm	1667 m ³ ·ha ⁻¹

*- wg Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy – KPOB, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy

Zwiększenie powierzchni leśnej, zadrzewionej (fitomelioracje) wpływa także na powolniejsze uwalnianie się wody ze śniegu (w przypadku wystąpienia śnieżnych zim). Pokrywa śnieżna może dostarczać istotnych ilości wody dla gleby, pod warunkiem, że zostaną one (w jak największym stopniu) zatrzymane.

Tabela 5.6.5. Retencja śnieżna - zapas wody w pokrywie śnieżnej na danym obszarze – przykład (wg Pociask-Karteczka (red.), 2006)

- Zakładamy, że cała powierzchnia gruntów ornych w gospodarstwie (np. 17 ha)* pokryta jest warstwą śniegu o miąższości 36 cm i gęstości $0,12 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Gęstość pokrywy śnieżnej może być w zakresie od 0,07 (przy temperaturze powietrza podczas opadu śniegu poniżej -10°C) do $0,20 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (temperatura powyżej $+2^{\circ}\text{C}$).

- Obliczamy zapas wody w pokrywie śnieżnej ze wzoru:

$$h = 10 \cdot r_s \cdot h_s$$

gdzie: h – punktowy zapas wody w pokrywie śnieżnej [mm]

r_s – gęstość śniegu [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]

h_s – miąższość pokrywy śnieżnej [cm].

$$h = 10 \cdot 36 \cdot 0,12 = 43,2 \text{ (mm)}$$

- Obliczamy zapas wody w pokrywie śnieżnej na obszarze gospodarstwa (V) jako iloczyn punktowego zapasu wody (h) i obszaru gospodarstwa (A) [$A = 17 \text{ ha} = 170\,000 \text{ m}^2$; $h = 43,2 \text{ mm} = 4,32 \text{ cm} = 0,0432 \text{ m}$]. $V = h \text{ (m)} \cdot A \text{ (m}^2) = 0,0432 \text{ m} \cdot 170\,000 \text{ m}^2 = 7\,374 \text{ m}^3$

*- przyjęta przeciętna powierzchnia gospodarstwa w województwie kujawsko-pomorskim

Na terenach leśnych województwa kujawsko-pomorskiego, w tym powiatu mogileńskiego, tak, jak na obszarze prawie całej Polski, występują niedobory wody wynikające z niekorzystnych bilansów wodnych. Może to w konsekwencji doprowadzić do degradacji niektórych siedlisk leśnych, w tym szczególnie cennych dla utrzymania bioróżnorodności (leśnych siedlisk mokradłowych). Temu niekorzystnemu zjawisku próbuje się przeciwdziałać m.in. poprzez tzw. programy małej retencji. Działania te mają spowodować wydłużenie drogi i czasu obiegu wody w zlewniach z jednoczesnym zapewnieniem samooczyszczania się wód.

5.6. Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby).

Działania agroekologiczne zwiększające retencję wody w rolnictwie skupiają się na poprawie zdolności gleby i krajobrazu do zatrzymywania wody, minimalizacji jej strat oraz spowolnieniu spływu powierzchniowego. Są to praktyki zgodne z zasadami rolnictwa **regeneratywnego** i **konserwującego**. Najważniejszymi elementami tych działań są: 1) poprawa retencji glebowej; 2) retencja w krajobrazie i ochrona przed spływem powierzchniowym; 3) dobór roślin i płodozmian.

1) Poprawa retencji glebowej. Kluczowe działania koncentrują się na poprawie struktury i składu gleby, co bezpośrednio zwiększa jej zdolność do magazynowania wody. Zaliczamy do nich:

- **zwiększanie zawartości próchnicy (materii organicznej)** – próchnica działa jak gąbka – wzrost jej zawartości w glebie o 1% może zatrzymać dodatkowo od 90 do 150 t H₂O/ha. Możemy poprawić zawartość próchnicy poprzez m.in. przyorywanie słomy (mulczowanie), uprawa poplonów i międzyplonów o dużej biomase, prawidłowe nawożenie naturalne (stosowanie obornika i kompostu);
- **agromelioracje** – zabiegi mające na celu polepszenie warunków glebowych oraz usprawnienie odprowadzenia wilgoci z gleby poprzez wykonanie orek głębokich i głębokiego spulchniania, zmieniając stan zagęszczenia, wywierają bezpośredni wpływ na zdolności retencyjne warstwy spulchnionej, a poprzez zmianę przepuszczalności i właściwości mechanicznych mogą wpływać na warunki odnawiania retencji glebowej i jej dostępność dla roślin;
- **minimalna i bezorkowa uprawa gleby (tzw. rolnictwo konserwujące)**. Poprzez te zabiegi ogranicza się przemieszczanie i mieszanie gleb, co pozwala zachować resztki poźniwne na powierzchni (mulcz). Zmniejsza to ewaporację, chroni glebę przed erozją oraz pozwala zachować stabilne, ciągłe pory, które zwiększają infiltrację (przesiakanie) wody. Lżejsza uprawa (spulchnianie a nie głęboka orka) zapobiega nadmiernemu natlenieniu i przyspieszonemu rozkładowi materii organicznej;
- **uprawa poplonów i międzyplonów (okrywa gruntowa)**. Dzięki tym zabiegom utrzymujemy glebę pokrytą roślinnością przez większą część roku, co ogranicza parowanie z powierzchni gruntu (ewaporację), chroni przed erozją (głównie na glebach lżejszych) oraz finalnie wzbogaca glebę w materię organiczną.

2) **Retencja w krajobrazie i ochrona przed spływem powierzchniowym.**

Działania te mają na celu spowolnienie odpływu wody z pól oraz jej gromadzenie w naturalnych bądź sztucznych zbiornikach retencyjnych. Głównie obejmują:

- **zabiegi przeciwerozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia spływ powierzchniowy i zwiększa wsiąkanie wody w głąb profilu glebowego, uprawy wstępowe, polegające na przemiennym wysiewie różnych gatunków roślin w pasy;
- **odtworzenie elementów krajobrazowych (mikroretencja)** – obejmuje odtwarzanie i utrzymanie śródpolnych oczek wodnych, mokradeł i rowów melioracyjnych z możliwością piętrzenia, co pozwala na zwiększenie retencji powierzchniowej. Działania te obejmują również tworzenie i utrzymywanie zadrzewień śródpolnych, zakrzaczeń i stref buforowych (zadarnione pasy gruntu) na obrzeżach pól lub wzdłuż cieków wodnych. Roślinność ta spowalnia spływ, chroni przed erozją i poprawia mikroklimat;
- **racjonalne zarządzanie wodą z melioracji** – zmiana (przebudowa) systemów drenarskich, tak aby mogły pełnić rolę nawadniająco-odwadniająca (regulacja poziomu wód za pomocą zastawek piętrzących), tak aby umożliwić zatrzymanie wód w okresach suszy.

3) **Dobór roślin i plodozmian.** Głównym zadaniem tych działań jest takie planowanie upraw aby zminimalizować zapotrzebowanie na wodę oraz poprawić jej wykorzystanie w skali pola. Do najważniejszych działań zaliczamy:

- **stosowanie plodozmiianu** z udziałem roślin strukturotwórczych o głębokim i silnym systemie korzeniowym np. rośliny bobowate, lucerna, które spulchniają glebę, poprawiają jej strukturę i zdolności wodno-powietrzne;
- **dobór odmian odpornych na suszę** – głównie uprawa gatunków i odmian roślin o mniejszym zapotrzebowaniu na wodę (np. rośliny o typie fotosyntezy C4, jak kukurydza czy sorgo) oraz takich, które lepiej znoszą okresowe niedobory wody;
- **zastępowanie roślin jarych oziminami** – ponieważ rośliny ozime, dzięki wcześniejszemu startowi wegetacji, lepiej wykorzystują zapasy wody zgromadzone po zimie i wczesną wiosną.

Wszystkie te działania są zbieżne z celami **rolnictwa konserwującego**, które dąży do minimalizacji degradacji gleby i maksymalizacji zasobów wodnych i biologicznych w ekosystemie rolnym.

Wybrane działania agroekologiczne zwiększające retencję glebową w powiecie mogileńskim oraz potencjalne, wybrane możliwości zwiększenia retencji glebowej w powiecie mogileńskim przedstawiono poniżej.

Tab. 5.6.1. Potencjalna możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez zabiegi agromelioracyjne (według założeń Cieślińskiego i Miatkowskiego 1996)

Wyszczególnienie	Możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez zabiegi agromelioracyjne		
	niska	średnia	wysoka
Wielkość możliwości zwiększenia retencji			
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	10 mm	30 mm	50 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	100 m ³ · ha ⁻¹	300 m ³ · ha ⁻¹	500 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	2000 m ³	6000 m ³	10 000 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie mogileńskim (przy założeniu, że areal GO = 47 072 ha)	4 707 200 m³	14 121 600 m³	23 536 000 m³

Tabela 5.6.2. Potencjalna możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez wzrost zawartości próchnicy (humusu) (według założeń Kędziory; cyt. za Chełmicki 2001)

Wyszczególnienie	Zwiększenie zawartości próchnicy o 1 % w warstwie gleby*	
	0-100 cm	0-25 cm
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	34 mm	8,5 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	340 m ³ · ha ⁻¹	85 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	6 800 m ³	1 700 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie mogileńskim (przy założeniu, że areal GO = 47 072 ha)	16 004 480 m³	4 001 120 m³

*- podniesienie zawartości próchnicy w glebie o 1 % jest prawie niemożliwe do uzyskania, ale warto zdawać sobie sprawę z tego, że wzrost zawartości próchnicy nawet o ułamek procenta może istotnie wpłynąć na wielkość retencji glebowej (i odwrotnie: spadek zawartości próchnicy w glebie obniża zdolności retencyjne gleby!)

Tabela 5.6.3. Wzrost porowatości ogólnej powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb (według badań Trybały; cyt. za Chełmicki 2001)

- Wzrost porowatości ogólnej z 36 do 48 % powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb o 4 %
- Zatem, nawet niewielki wzrost kapilarności może przyczynić się do zwiększenia ilości wody kapilarnej, niekiedy o **kilka $m^3 \cdot ha^{-1}$**

Tabela 5.6.4. Podniesienie pojemności wodnej gleb poprzez zastosowanie bentonitu (wg Instytutu Ogrodnictwa – PIB; cyt. za Treder 2022)

- Dla podniesienia pojemności wodnej wierzchniej warstwy gleby o wartość średniej dziennej ewapotranspiracji z okresu lata (np. 3,4 mm), na każdy 1 m² gleby trzeba zastosować 1 kg bentonitu (czyli 10 ton na 1 ha)*.
- Zatem, dawka 30 t·ha⁻¹ może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m³/ha)
- **Dodatkowa ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie mogileńskim (przy założeniu, że areal GO = 47 072 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 4 707 200 m³.**

*- w literaturze można znaleźć opisy pozytywnych efektów stosowania bentonitu w dawkach od 20 aż do nawet 120 ton/ha.

Podsumowanie i rekomendacje praktyczne w odniesieniu do lokalnych warunków powiatu mogileńskiego

Uwarunkowania środowiskowe i priorytety

Powiat mogileński leży w strefie dużych niedoborów wód opadowych, co jest charakterystyczne dla centralnej i zachodniej Polski. Średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych wynosi 525 mm, z czego zaledwie 319 mm przypada na półrocze letnie (IV-IX).

Powiat mogileński charakteryzuje się bardzo silnym ujemnym klimatycznym bilansem wodnym (KBW), który w okresie referencyjnym (1966–1995) wynosił średnio -197 mm. Prognozy przewidują, że KBW ulegnie dalszemu pogorszeniu, osiągając w dekadzie 2091–2100 wartości od -209 mm (RCP 4.5) do -214 mm (RCP 8.5). KBW poniżej -200 mm wskazuje na dużą potencjalną potrzebę rozwoju melioracji nawadniających w perspektywie długoterminowej (lata 2061-2100).

Uwarunkowania siedliskowe - powiat mogileński cechuje się bardzo dużą intensywnością rolnictwa:

1. Użytki rolne (UR): 75,0% powierzchni.
2. Grunty orne (GO): około 93% użytków rolnych (szacowany areał GO wynosi 47 072 ha).
3. Grunty leśne i zadrzewione: 17,1% powierzchni.
4. Charakterystyka gleb: występują gleby średnich (III i IV) oraz dobrych (I i II) klas bonitacyjnych. Na terenie powiatu występują również czarne ziemie, które należą do urodzajnych gleb (klasy II i IIIa bonitacji). Gleby te, choć żyzne, są podatne na zagęszczenie podeszwy płużnej przy intensywnej uprawie.

Kluczowe priorytety działania - wobec silnie ujemnego KBW i dominacji gruntów orných, priorytetem jest poprawa właściwości retencyjnych gleby, zwłaszcza w zakresie zwiększenia przepuszczalności (likwidacja zagęszczeń) oraz ochrony przed parowaniem, aby efektywnie wykorzystać skąpe opady.

Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej (agromelioracja)

A. Zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej (próchnicy)

Zwiększanie zawartości próchnicy jest kluczowe, ponieważ jest ona podstawowym wskaźnikiem żyzności gleby, a dodatkowo **wiąże około 5 razy więcej wody** w stosunku do swojej masy. Jest to szczególnie ważne, ponieważ wzrost zawartości próchnicy zwiększa również jej aktywność biologiczną.

Charakterystyka i metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Zwiększanie zawartości próchnicy	Stosowanie właściwego następstwa roślin (płodozmian) (unikanie monokultur), nawożenia organicznego (obornik, komposty, pofermenty) oraz regulowanie odczynu gleb.	Wzrost zawartości próchnicy o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 t wody na hektar. Dla GO powiatu (47 072 ha), wzrost próchnicy o 1% w warstwie 0-25 cm daje 4 001 120 m ³ dodatkowej retencji.

Płodozmian wzbogacający GO	Zwiększanie udziału roślin bobowatych i wieloletnich roślin pastewnych, które dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu poprawiają strukturę gleby.	Rośliny bobowate i międzyplony mają dodatni współczynnik reprodukcji substancji organicznej.
Uprawa międzyplonów i poplonów	Utrzymywanie gleby pod okrywkami roślinnymi (mulczem), co ogranicza parowanie wody z powierzchni gruntu (ewaporację).	Przerwanie podsiąku kapilarnego. Międzyplony ścierniskowe (np. gorczyca biała, gryka, facelia) chronią glebę przed erozją.

B. Konserwująca uprawa roli i agromelioracja mechaniczna

Wysoki udział gruntów orných (75% powierzchni) i występowanie żyznych gleb (czarne ziemie, klasy I-IIIa) wymaga szczególnej uwagi na **unikanie nadmiernego zagęszczenia**.

Charakterystyka i metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Głęboszowanie (agromelioracja)	Mechaniczne spulchnienie zagęszczonej warstwy podornej (podeszwy płuźnej), która ogranicza infiltrację wody i rozwój korzeni.	Zwiększa retencję użyteczną o 30–50 mm (300–500 m ³ ha ⁻¹). Potencjał dla GO powiatu (47 072 ha) przy wysokiej możliwości (50 mm) wynosi 23 536 000 m ³ .
Uprawa konserwująca	Ograniczenie uprawy płuźnej, zastępowanie jej narzędziami nieodwracającymi roli (bezorkowa,	Minimalizuje parowanie wody (ewaporację).

	pasowa – strip-till), i utrzymywanie mulczu (min. 30% resztek) na powierzchni.	Utrzymuje wyższą wilgotność gleby w warstwie ornej w porównaniu do uprawy płużnej.
Dodatki mineralne	Stosowanie bentonitu lub bazaltów (skały wulkaniczne z krzemem, który podnosi odporność roślin na suszę) w celu zwiększenia porowatości i pojemności sorpcyjnej gleby.	Dawka 30 t·ha ⁻¹ bentonitu podnosi pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m ³ ha ⁻¹). Potencjał dla GO powiatu to 4 707 200 m ³ .

C. Dobór roślin

Konieczne jest preferowanie gatunków efektywnie wykorzystujących wodę i dostosowanie struktury upraw do narastających niedoborów.

- Rośliny efektywne wodnie (C4): należy zwiększać areały upraw takich jak proso i sorgo (zużycie wody 200–300 l/kg suchej masy), a także kukurydza (300–400 l/kg).
- Preferowanie ozimin: odmiany ozime (pszenica, rzepak) są preferowane, ponieważ lepiej wykorzystują zapasy wody pozimowej niż formy jare. Można stosować też odmiany przewódkowe zbóż jarych (np. pszenica jara: Arabella, Mandaryna; żyto jare: Bojko) wysiewane późną jesienią.
- Nawożenie optymalizujące: kluczowe jest odpowiednie zaopatrzenie w potas (K), który reguluje procesy otwierania i zamykania się aparatów szparkowych, oraz fosfor (P), który stymuluje rozwój systemu korzeniowego, co zwiększa pobieranie wody.

Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Grunty leśne i zadrzewione zajmują 17,1% powierzchni powiatu. Retencja leśna jest ważna dla zasilania wód podziemnych i stabilizacji krajobrazu.

Działanie/charakterystyka	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe	Miejsca potencjalnej lokalizacji
Mała retencja techniczna	Budowa budowli piętrzących na ciekach (zastawki, progi). Adaptacja rowów melioracyjnych do pełnienia funkcji nawadniająco-odwadniającej.	Podniesienie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych. Potencjał zwiększenia zasobów wód gruntowych w skali kraju o około 1 mld m ³ przy podniesieniu poziomu o 10 cm na TUZ.	W rowach melioracyjnych i ciekach (retencja w lasach i na obszarach rolnych).
Ochrona mokradel/torfowisk	Renaturyzacja cieków, zatykanie drenów. Utrzymanie wysokiego poziomu wód gruntowych.	Sekwestracja węgla (CO ₂) i zapobieganie murszeniu torfu. Torfowiska działają jak "gąbka", magazynując do 35 miliardów m ³ wody w skali kraju.	Na obszarach leśnych i podmokłych.

Zadrzewienia i pasy wiatrochronne	Tworzenie pasów wiatrochronnych i żywopłotów prostopadle do dominujących wiatrów. Wdrażanie agroleśnictwa.	Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola poprzez ograniczenie prędkości wiatru, co jest kluczowe w warunkach suszy. Zwiększenie wilgotności gleby i powietrza.	Na obrzeżach dużych pól uprawnych (75% powierzchni).
Retencja glebowa i ściółkowa (lasy)	Ochrona ściółki leśnej i struktury gleby.	Ściółka leśna może zretencjonować maksymalnie prawie 12 mm wody. Warstwa gleb leśnych (1m) magazynuje 23 00 m ³ ha ⁻¹ .	Na całym obszarze leśnym (17,1% powierzchni).

Dla powiatu mogileńskiego, charakteryzującego się silnie ujemnym KBW (-197 mm) i dominacją wysokiej jakości gruntów ornych (75%), kluczowe jest zapobieganie degradacji struktury oraz maksymalizacja retencji glebowej. Niskie zasoby wód powierzchniowych dodatkowo wymuszają priorytetowe traktowanie retencji glebowej.

Działania o największym znaczeniu dla powiatu (potencjał retencji w gruntach ornych - 47 072 ha):

1. Agromelioracja mechaniczna (głęboszowanie): Ma największy potencjał ilościowy do zwiększenia retencji użytecznej poprzez likwidację podeszwy płużnej. Potencjał retencji: do 23 536 000 m³ wody.
2. Gospodarka materią organiczną i uprawa konserwująca: wzrost próchnicy jest kluczowy dla stabilizacji struktury (zwłaszcza czarnych ziem) i zwiększenia retencji. Potencjał retencji z 1% wzrostu GO: 4 001 120 m³. Należy minimalizować orkę, by chronić mulcz i ograniczyć ewaporację.

Rekomendacje praktyczne:

- Agrotechnika - wdrożenie konserwującej uprawy roli (bezorkowej/pasowej) z mulczowaniem resztkami poźniwnymi. Należy regularnie monitorować gleby (zwłaszcza czarne ziemie) pod kątem zagęszczenia i stosować głęboszowanie w suchych warunkach.
- Retencja krajobrazowa - na obszarach rolniczych o wysokiej presji wiatru należy zakładać pasy wiatrochronne w celu redukcji ewapotranspiracji.
- Mała retencja - konieczne jest wykorzystanie małej retencji technicznej (np. zastawek) na ciekach i rowach, aby chronić obszary torfowiskowe (22,5% powierzchni) i podnosić poziom wód gruntowych.

Ograniczenia: Ze względu na drastyczny KBW (-197 mm), same zabiegi agrotechniczne tylko częściowo łagodzą skutki suszy, a w warunkach dużej suszy jedynym w pełni skutecznym rozwiązaniem pozostaje wprowadzanie nowoczesnych systemów nawodnieniowych.

6. Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).

6.1. Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.

Przygotowanie wariantów rozwiązań retencyjnych stanowi kluczowy etap opracowania, łączący część diagnostyczną z procesem wyboru inwestycji priorytetowych. Na bazie dostarczonej przez Lokalne Partnerstwo Wodne listy inwestycji priorytetowych przeprowadzono analizę wariantową. Celem wariantowania było wskazanie takich zestawów działań, które w warunkach terenowych analizowanego powiatu pozwolą na możliwie największą poprawę bilansu wodnego, przy jednoczesnym zachowaniu racjonalności ekonomicznej oraz realnych możliwości wdrożeniowych na poziomie gmin i lokalnych partnerstw wodnych. Proces ten uwzględniał zarówno specyfikę środowiskową obszaru, jak i ograniczenia organizacyjne oraz finansowe jednostek samorządu terytorialnego.

Punktem wyjścia do przygotowania wariantów była analiza uwarunkowań terenowych przedstawiona w powyższych rozdziałach, które w istotny sposób determinują efektywność potencjalnych działań retencyjnych.

Równolegle uwzględniono uwarunkowania ekonomiczne i organizacyjne, które w praktyce decydują o możliwości realizacji inwestycji. Szczególną uwagę zwrócono na koszty jednostkowe uzyskiwanej retencji, zakres ingerencji w strukturę własności gruntów, konieczność prowadzenia procedur administracyjnych oraz potencjalne koszty eksploatacyjne. Warianty projektowano w taki sposób, aby możliwe było ich etapowanie, a także dostosowanie skali realizacji do dostępnych środków finansowych i zdolności organizacyjnych gmin, spółek wodnych oraz właścicieli gruntów rolnych.

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyodrębniono dwie inwestycje związane z budową lub odbudową obiektów technicznych w miejscach o największym potencjale retencyjnym na obszarach wiejskich. Dla każdej z inwestycji określono warunki techniczne, oparte głównie na budowie i renowacji małych zbiorników retencyjnych, zastosowaniu obiektów piętrzących w ciekach i rowach melioracyjnych, mikroretencja śródpolna, spowalnianie odpływu w rowach, renaturyzacja niewielkich cieków oraz odbudowa naturalnych zdolności retencyjnych gleb. Działania techniczne charakteryzować się mają wysoką skutecznością lokalną, szczególnie w zakresie

magazynowania wody i stabilizacji przepływów, umożliwiającą zarówno szybkie efekty lokalne, jak i długofalową poprawę funkcjonowania systemu wodnego, przy uwzględnieniu realności nakładów inwestycyjnych, możliwości ingerencji w środowisko i własność gruntów dużą elastycznością przestrzenną oraz możliwością realizacji przy aktywnym udziale lokalnych użytkowników gruntów.

6.2. Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).

Ocena efektywności zaproponowanych wariantów została przeprowadzona w oparciu o analizy hydrologiczne, których celem było ilościowe określenie wpływu poszczególnych rozwiązań na funkcjonowanie systemu wodnego. Analizy te koncentrowały się przede wszystkim na zmianach wielkości i dynamiki odpływu, zdolności retencyjnej zlewni oraz dostępności wody w okresach deficytowych, kluczowych z punktu widzenia rolnictwa i bezpieczeństwa wodnego. Symulacje wykonano w odniesieniu do reprezentatywnych zlewni cząstkowych i mikrozlewni, odzwierciedlających zróżnicowane warunki hydrologiczne i użytkowanie terenu występujące na obszarze powiatu. Dla każdego wariantu rozważono scenariusz stanu istniejącego, scenariusz wdrożenia działań w skali minimalnej oraz scenariusz realizacji pełnego zakresu rozwiązań. Pozwoliło to na ocenę zarówno efektów początkowych, jak i potencjalnych korzyści wynikających z konsekwentnej, długofalowej realizacji programu retencyjnego.

Wyniki symulacji wskazują, że wybrane dwa warianty techniczne prowadzić będą do wyraźnego zwiększenia objętości retencjonowanej wody na obszarze powiatu. Efekty te mają jednak charakter punktowy i w ograniczonym stopniu przekładają się na poprawę bilansu wodnego w skali całych zlewni cząstkowych. Symulacje wskazują, że wybrane warianty inwestycji redukcją kulminacji odpływu w okresach intensywnych opadów, jak i zwiększenie dostępności wody w okresach wegetacyjnych. Wskaźniki efektywności ekonomicznej, odnoszące koszty inwestycji do uzyskanej objętości retencji, plasują ten wybrane warianty jako najbardziej optymalny z punktu widzenia długoterminowej strategii gospodarowania wodą.

Przeprowadzona ocena potwierdza, że skuteczna poprawa bilansu wodnego w analizowanym powiecie wymaga odejścia od rozwiązań jednowymiarowych na rzecz zintegrowanego systemu retencji. Wyniki symulacji stanowią bezpośrednią podstawę do

dalszej priorytetyzacji inwestycji oraz wskazania obszarów, w których wdrażanie działań przyniesie największe korzyści hydrologiczne, środowiskowe i gospodarcze.

6.3. Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).

Melioracje wodne mogą być określone jako zespół działań podejmowanych w celu poprawy stosunków powietrzno-wodnych w przy powierzchniowej warstwie ziemi – głównie w glebie i podglebiu. Związane są przede wszystkim z rolnictwem, jednak ze względu na rozwój pozarolniczej działalności gospodarczej na obszarach wiejskich ich właściwe funkcjonowanie ma coraz częściej znaczenie dla całej gospodarki (Bukowski i in. 2014).

Ze względu na długookresowy charakter, przedsięwzięcia związane z melioracjami wodnymi, z ekonomicznego punktu widzenia, mają charakter inwestycji.

W celu określenia efektywności ekonomicznej planowanych inwestycji w powiatach województwa kujawsko-pomorskiego posłużono się kilkoma wskaźnikami ekonomicznymi ogólnie stosowanymi w celach oceny efektywności inwestycji.

I. Nakłady inwestycyjne (ang. Capital Expenditures, CAPEX) – koszty związane z nabyciem lub ulepszaniem aktywów trwałych, takich jak nieruchomości, maszyny, sprzęt, inwestycje długoterminowe, budowa nowych obiektów.

II. Koszty operacyjne / wydatki inwestycyjne (ang. Operating Expenses, OPEX) – wydatki ponoszone na bieżące funkcjonowanie i utrzymanie firmy, takie jak wynagrodzenia, czynsze, media (prąd, internet), marketing czy materiały eksploatacyjne, które są księgowane w rachunku zysków i strat w okresie ich poniesienia i nie wpływają na wartość długoterminowych aktywów.

III. Czas zwrotu inwestycji (ang. Payback Period, PP) to wskaźnik określający, jak długo (w miesiącach/latach) potrzeba na odzyskanie początkowych nakładów finansowych z generowanych przez projekt przepływów pieniężnych, liczy się go, dzieląc inwestycję przez roczne przepływy, i jest prostym narzędziem do oceny ryzyka i szybkości odzyskania kapitału, choć nie uwzględnia wartości pieniądza w czasie ani zysków po okresie zwrotu.

IV. Analiza kosztów i korzyści (ang. Cost Benefit Analysis, CBA) – metoda kosztów i korzyści jest jedną z kilku metod stosowanych do ewaluacji różnego typu projektów inwestycyjnych. CBA jest narzędziem analitycznym służącym do oceny korzyści lub wad

ekonomicznych decyzji inwestycyjnej poprzez ilościowe określenie zmian dobrobytu, które można przypisać jej realizacji. Ma na celu ilościowe określenie wszystkich korzyści i kosztów dla społeczeństwa w kategoriach pieniężnych. Są to oddziaływania ekonomiczne, społeczne i środowiskowe. Polega ona na porównaniu wszystkich możliwych korzyści społecznych wynikających z realizacji projektu z kosztami generowanymi przez ten projekt. Gdy zdyskontowana wartość wszystkich zidentyfikowanych korzyści jest większa od sumy zdyskontowanych kosztów, projekt jest efektywny ekonomicznie. Stosowanie metody CBA pozwala nie tylko na wytypowanie tych projektów, które są społecznie pożądane, ale również umożliwia wskazanie tego z rozważanych wariantów danego projektu, którego efektywność ekonomiczna jest największa. Społeczno-ekonomiczna analiza kosztów i korzyści powinna uwzględniać nie tylko finansowe koszty i korzyści wyrażane przepływami pieniężnymi, ale również dostarczać informacji o tych aspektach oddziaływania przedsięwzięcia, które nie są przedmiotem transakcji rynkowych (KE 2021).

Zgodnie z tą metodą oszacowane koszty i korzyści należy przedstawić za pomocą wskaźnika określającego zasadność przeprowadzanego przedsięwzięcia:

$$NPV = \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

gdzie:

NPV – wartość bieżąca netto przedsięwzięcia (ang. net present value);

B_t – korzyści przedsięwzięcia w okresie t ;

C_t – koszty przedsięwzięcia w okresie t ;

r – stopa dyskontowa.

Liczbę lat (jeśli rachunek prowadzi się w okresach rocznych), po której wskaźnik **NPV** zmienia swą wartość z ujemnej na dodatnią, określa się jako okres zwrotu kapitału zaangażowanego w inwestycję. Wyznacza ona czas, po jakim efekty uzyskane z prowadzonej działalności pokryją w pełni poniesione do tego momentu nakłady, w tym także nakłady inwestycyjne (Dynus 2007).

V. Wskaźnik Korzyści do Kosztów (ang. Benefit-Cost Ratio - B/C) – wskazuje, jaką wartość przychodów generuje każda jednostka kosztów):

$$B/C = \frac{\text{Suma zdyskontowanych korzyści}}{\text{Suma zdyskontowanych kosztów}}$$

Interpretacja: Jeśli $B/C > 1$, korzyści przewyższają koszty. Jest to przydatne do rankingu alternatywnych projektów.

VI. Wewnętrzna stopa zwrotu (ang. Internal Rate of Return, IRR) – kolejny wskaźnik stosowany w ocenie efektywności inwestycji. Jest to taka stopa dyskonta, przy której obecna wartość netto NPV, obliczona dla całego okresu działalności, jest równa zero. Inwestycja jest efektywna ekonomicznie tylko wtedy, gdy wewnętrzna stopa zwrotu jest co najmniej równa wielkości przyjętej stopy dyskonta ($IRR \geq r$) (Bukowski 2012). Zastosowana w obliczeniach stopa dyskonta r powinna odzwierciedlać alternatywny koszt kapitału dla inwestora. W analizie do wyznaczenia społecznej stopy dyskontowej przyjęto obliczenia zaprezentowane przez Generalną Dyрекcję ds. Rozwoju Regionalnego KE (KE 2008). Według tych szacunków stopa wzrostu wydatków publicznych w Polsce wynosi 3,8%, elastyczność krańcowego dobrobytu społecznego (jako odpowiednik krańcowej użyteczności konsumpcji) w odniesieniu do wydatków publicznych jest równa 1,12%, a stopa czystej preferencji czasowej wynosi 1,0%. Obliczona na tej podstawie realna **społeczna stopa dyskontowa (ang. Social Discount Rate, SDR)** przyjmuje wartość 5,26%.

Do oceny efektywności ekonomicznej priorytetowych przedsięwzięć inwestycyjnych w poszczególnych Powiatowych Lokalnych Partnerstwach Wodnych przyjęto następujące założenia oraz podział do wyceny ich społecznych efektów.

1. Inwestycje z kategorii melioracji szczegółowych:

- Remont i budowa to inwestycje o tym samym charakterze. Zły stan urządzeń wymuszający prace remontowe, był spowodowany brakiem prac konserwatorskich w wystarczającym zakresie, a dotychczasowe koszty eksploatacyjne w przybliżeniu są równe 0. W związku z tym, urządzenia te nie funkcjonowały w odpowiedni sposób, a więc wartość efektów wynikających z ich dotychczasowego istnienia także w przybliżeniu jest równa 0.
- Obszar oddziaływania urządzeń melioracji szczegółowych jest zgodny z danymi udostępnionymi przez MRiRW.
- Efektem wynikającym z nowych inwestycji i remontów jest coroczny przyrost plonów na obszarze objętym oddziaływaniem urządzeń. Wartość tego efektu

obliczono zakładając 17% przyrost plonów zbóż, rzepaku i trwałych użytków zielonych oraz 12% wzrost plonów buraków cukrowych i ziemniaków (Manteuffel Szoega 2002);

- Struktura zasiewu i wielkość plonów jest taka sama jak średnia dla obszaru całego kraju z lat 2020–2023, zaś ceny skupu plonów – takie jak w 2024 r. (GUS 2024).
- Urządzenia melioracji szczegółowych eliminują straty spowodowane podtopieniami gruntów ornych w latach mokrych. Średnia wartość szkód spowodowanych podtopieniami została przyjęta na podstawie programów pomocy finansowej Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) dla rolników poszkodowanych przez niekorzystne zjawiska pogodowe (w tym deszcz nawalny lub powódź/podtopienia) i została ona oszacowana średnio na 3000 zł ha⁻¹ (ARiMR 2024).

2. Inwestycje związane z budową lub remontem budowli piętrzących:

- W przypadku budowy (remontu) piętrzenia na ciekach efekt społeczny wynika z wyeliminowania kosztów związanych z koniecznością retencjonowania takiej samej ilości wody w dużych zbiornikach, których budowa i eksploatacja jest droższa. Jednostkowa wartość korzyści z tego tytułu w bieżącym poziomie cen wynosi 3,99 zł na każdy m³ zretencjonowanej wody (Kowalewski 2003).
- W przypadku budowy (remontu) piętrzenia na istniejących zbiornikach wodnych (jeziora, stawy itp.) wartość korzyści społecznych wynika z ograniczenia strat w produkcji roślinnej wywołanych suszą. Przyjęto za Łabędkim (2006) częstotliwość występowania susz na poziomie 22% oraz wartość strat w produkcji roślinnej równą 25% dla ziemiopłodów i 27% w przypadku trwałych użytków zielonych.
- Średnia ilość wody zmagazynowanej dzięki piętrzeniu na ciekach wynosi 10,88 tys. m³, zaś na zbiornikach – 317,3 tys. m³ (GUS 2025).
- Struktura zasiewu, wielkość plonów oraz ceny skupu plonów potrzebne do określenia wartości ograniczonych strat spowodowanych suszami określono w ten sam sposób, jak w przypadku melioracji szczegółowych.

Ponadto przyjęto, że realizacja inwestycji będzie generować dodatkowe koszty eksploatacyjne związane z koniecznością utrzymania nowo powstałych urządzeń.

Wielkość dodatkowych kosztów eksploatacyjnych, w przypadku wszystkich kategorii inwestycji, określono na podstawie pracy Kacy (2011).

Występowanie znacznych dodatnich efektów w postaci korzyści społecznych (zwiększenia bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, poprawy stosunków powietrzno-wodnych w glebie, zwiększenia ilości retencjonowanej wody) uzasadnia jednak wspieranie tego rodzaju projektów ze środków publicznych, które mogą mieć różne źródła. Z obliczonych wartości wskaźników jednoznacznie wynika, że inwestycje wodno-melioracyjne mogą być finansowane ze środków publicznych. Inwestorzy prywatni, którzy w swej działalności gospodarczej dążą do maksymalizacji osiąganego zysku, nie byłiby zainteresowani tego typu przedsięwzięciami z powodu zbyt małej ich efektywności ekonomicznej.

VII. Koszty inwestycyjne i utrzymaniowe zostały przyjęte na podstawie informacji i wytycznych z ARiMR dotyczących inwestycji melioracyjnych.

W niniejszym podrozdziale przedstawiono analizę kosztów inwestycyjnych oraz kosztów utrzymaniowych dla dwóch inwestycji wskazanych przez Lokalne Partnerstwo Wodne (LPW) do realizacji na terenie powiatu mogileńskiego.

Inwestycja I - Koncepcja hydrologiczna przekierowania części wód spływających rowem spod Pomian do Jeziora Wójcioskiego (gmina Jeziora Wielkie, powiat mogileński)

Celem opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej przekierowania części wód powierzchniowych z rowu spod miejscowości Pomiany (zlewnia o powierzchni 4,03 km²) do Jeziora Wójcioskiego, poprzez wykonanie nowego połączenia hydraulicznego między zlewniami.

Projekt ma charakter retencyjno-renaturyzacyjny i zmierza do:

- zwiększenia dopływu wód do Jeziora Wójcioskiego,
- poprawy bilansu wodnego zlewni jeziora,
- ograniczenia spływu wód z terenów rolnych bezpośrednio do systemu odwadniającego,
- utrzymania naturalnych siedlisk wodno-błotnych i równowagi biologicznej w obrębie jeziora.

Zakres proponowanych działań

1. Zastawka szandorowa nr 1

- Lokalizacja: rów spod Pomian (działka nr 282), poniżej wlotu bocznego rowu od zachodu.
- 2. Udrożnienie bocznego rowu dochodzącego od zachodu
 - Długość: 1 220 m,
- 3. Wykonanie nowego rowu połączeniowego
 - Długość: 415 m,
- 4. Udrożnienie bocznego rowu uchodzącego do jeziora
 - Długość: 240 m,
- 5. Zastawka szandorowa nr 2

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. koncepcja przekierowania części wód spływających rowem spod Pomian do Jeziora Wójcioskiego stabilizowania poziomu wody w istniejącym zbiorniku wodnym Broniszewo

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Zastawka szandorowa nr 1 (zastawki szandorowe stalowo-betonowe)	30 000
2.	Udrożnienie bocznego rowu dochodzącego od zachodu - długość: 1 220 m, - zakres: pogłębienie i sprofilowanie dna dla zapewnienia grawitacyjnego przepływu, - prace ograniczone do jednej strony rowu, przy zachowaniu naturalnej roślinności brzegowej (pełni funkcję filtra biogenów).	31 720
3.	Wykonanie nowego rowu połączeniowego - długość: 415 m, - przebieg: działki 247/4 i 100/27, do bocznego rowu uchodzącego do rowu spod Nowej Wsi, - dno: projektowana rzędna 99,5–99,7 m n.p.m., - szerokość dna: 0,8 m, głębokość: 1,2–1,5 m.	15 000
4.	Udrożnienie bocznego rowu uchodzącego do jeziora - długość: 240 m, - zakres: korekta dna i spadku, przebudowa trzech przepustów	10 000
5.	Zastawka szandorowa nr 2 (zastawki szandorowe stalowo-betonowe)	30 000
6.	Prace utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń	20 000
Suma		136 720*

*Koszty szacunkowe mogą być inne w zależności od różnych czynników np. rodzaju gleby, regionu, wykonawcy itp.

Analiza inwestycji I: Przekierowanie wód do Jeziora Wójcińskiego

Założenia:

Moment przeprowadzenia analizy: grudzień 2025 r.

Horyzont czasowy: 30 lat

Społeczna stopa dyskonta (SDR): $r = 5,26\%$

Wpływ zbiornika na okoliczne grunty (ok. 30 ha)

1. Koszty (CAPEX i OPEX) - C_t

Inwestycja dotyczy przekierowania części wód powierzchniowych z rowu spod Pomian do Jeziora Wójcińskiego, poprzez wykonanie nowego połączenia hydraulicznego i montaż dwóch zastawek szandorowych.

Tab. 6.3.3. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	116 720	Suma pozycji 1-5. Głównie: zastawki szandorowe (60 000 PLN) oraz udroźnienie rowu bocznego (31 720 PLN).
OPEX	20 000 / rok	Prace utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 6).

2. Roczne korzyści B_t

Roczne korzyści (B_t) monetarne są szacowane na podstawie danych z opisu inwestycji, bazując na obszarze oddziaływania (ok. 30 ha upraw).

Tab. 6.3.4. Rodzaje korzyści B_t

Rodzaj korzyści	Obliczenie i założenie	Wartość (PLN)
Rolnicze (przyrost plonów)	$30 \text{ ha} * 4\,000 \text{ PLN} / \text{ha} * 5\%$	6 000

Uniknięte straty powodziowe	Normalizacja (200 000 PLN / 10 lat)	20 000
Usługi ekosystemowe	Poprawa jakości wody, bioróżnorodność, krajobraz	15 000
Suma		41 000 PLN/rok

3. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

$$\text{Prosty Okres Zwrotu} = \frac{\text{CAPEX}}{\text{Roczne Korzyści Netto}} = \frac{\text{CAPEX}}{B_t - \text{OPEX}}$$

Roczne korzyści netto = 41 000 PLN/rok – 20 000 PLN/rok = 21 000 PLN/rok

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{116\,720 \text{ PLN}}{21\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 5,56 \text{ roku}$$

Inwestycja oferuje dość szybki zwrot kapitału – ok. 5,5 roku.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.5. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	413 520 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	193 480 PLN	NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	1,47	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty.
IRR	15,5%	IRR > 5,26% SDR. Inwestycja jest rentowna.

Inwestycja II. Koncepcja przywrócenie pierwotnego poziomu Jeziora Białego w m. Mokre

Wprowadzenie i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej dotyczącej zwiększenia retencji wód oraz przywrócenia pierwotnego poziomu piętrzenia Jeziora Białego (Mokre), poprzez regulację odpływu wód i wykorzystanie istniejącej budowli piętrzącej zlokalizowanej na wypływie ze zbiornika.

Projekt ma charakter renaturyzacyjny i retencyjny, a jego głównymi celami są:

- stabilizacja poziomu wody w jeziorze,
- przywrócenie równowagi hydrologicznej w zlewni rzeki Struga Faluska,
- zwiększenie zdolności retencyjnych w systemie dolinnym,
- poprawa warunków ekologicznych i siedliskowych w obrębie jeziora i otaczających łąk
- ograniczenie spływu powierzchniowego i erozji w zlewni dopływów.

Tab. 6.3.6. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. przywrócenia pierwotnego poziomu Jeziora Białego w m. Mokre

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Modernizacja budowli piętrzącej na wypływie z jeziora: - montaż zasuw szandorowej z regulacją w istniejącym progu betonowym, - uszczelnienie i wzmocnienie przyczółków.	30 000
2.	Uformowanie nowego progu ziemnego (jeśli wybierze się wariant II lub III) – z gruntu miejscowego, wzmocnionego darnią.	20 000
3.	Odtworzenie przekroju odpływu (rowu) na odcinku 200–300 m: - głębokość do 1,5 m, - spadek podłużny 1‰, - szerokość dna 1,0 m.	10 000
4.	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	15 000
Suma		75 000*

*Koszty szacunkowe mogą być inne w zależności od różnych czynników np. rodzaju gleby, regionu, wykonawcy itp.

Analiza inwestycji II: przywrócenie poziomu piętrzenia Jeziora Białego

Inwestycja dotyczy zwiększenia retencji w Jeziorze Białym poprzez modernizację budowli piętrzącej (montaż zasuw szandorowej), uformowanie nowego progu ziemnego oraz odtworzenie przekroju odpływu (rowu).

1. Koszty (CAPEX i OPEX)

Tab. 6.3.7. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	60 000	Suma pozycji 1-3. Głównie: modernizacja budowli piętrzącej (30 000 PLN) i nowy próg ziemny (20 000 PLN).
OPEX	15 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 4).

Roczne korzyści Bt

Przyjęto identyczne, ostrożne założenia monetarne jak w inwestycji I, z uwagi na podobny charakter inwestycji w małą retencję: 41 000 PLN/rok.

Tab. 6.3.8. Rodzaje korzyści Bt – Zbiornik Sędzinek

Rodzaj korzyści	Obliczenie i założenie	Wartość (PLN)
Rolnicze (przyrost plonów)	30 ha* 4 000 PLN/ha*5%	6 000
Uniknięte straty powodziowe	Normalizacja (200 000 PLN / 10 lat)	20 000
Usługi ekosystemowe	Poprawa jakości wody, bioróżnorodność, krajobraz	15 000
Suma		41 000 PLN/rok

2. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

$$\text{Prosty Okres Zwrotu} = \frac{\text{CAPEX}}{\text{Roczne Korzyści Netto}} = \frac{\text{CAPEX}}{B_t - \text{OPEX}}$$

Roczne korzyści netto = 41 000 PLN/rok – 15 000 PLN/rok = 26 000 PLN/rok

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{60\,000 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 2,31 \text{ roku}$$

Szybki odzysk z kapitału – ok. 2 lata i 4 miesiące.

3. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.9. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	281 600 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	325 400 PLN	NPV > 0 Projekt jest wysoce efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	2,16	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty ponad dwukrotnie.
IRR	37,4%	IRR > 5,26% SDR Wyjątkowo wysoka rentowność.

Wnioski i rekomendacje

Oba projekty są wysoce efektywne ekonomicznie. Jednak inwestycja II dot. Jeziora Białego jest dominująca w każdym kluczowym wskaźniku. Jej niski CAPEX i wysokie wskaźniki rentowności czynią ją optymalną alokacją środków. Inwestycja I (Jezioro Wójcińskie) również jest bardzo opłacalna, ale wyższe koszty inwestycyjne i eksploatacyjne obniżają jej relatywną efektywność. Korzystne jest zrealizowanie obu

projektów. Rekomenduje się, aby inwestycja II była traktowana jako pierwszy priorytet, oferujący najwyższy zwrot społeczny na zainwestowany kapitał.

Tab. 6.3.10. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

Wskaźnik	Inwestycja I (Jez. Wójcińskie)	Inwestycja II (Jez. Białe)	Komentarz
NPV (SDR): $r = 5,26\%$	116 720 PLN	60 000 PLN	Inwestycja II jest blisko dwukrotnie tańsza inwestycyjnie.
B/C Ratio	193 480 PLN	325 400 PLN	Obie efektywne, inwestycja II generuje wyższą absolutną wartość dodaną.
IRR	1,47	2,16	Inwestycja II jest znacznie bardziej efektywna na jednostkę kosztu.
Prosty okres zwrotu (PP)	15,5%	37,4%	Inwestycje II znacznie bardziej rentowna.

Inwestycje te, mimo niskiej efektywności dla potencjalnego inwestora prywatnego (dążącego do maksymalizacji zysku), są atrakcyjne ze względu na znaczne dodatnie efekty w postaci korzyści społecznych (poprawy stosunków powietrzno-wodnych w glebie, zwiększenia retencji, zwiększenia bezpieczeństwa przeciwpowodziowego). Jeśli chodzi o koszty, inwestycja I charakteryzuje się wyższym CAPEX, ale niższym rocznym OPEX (dzięki niższemu amortyzowanemu kosztowi odmulania), co długoterminowo poprawia jej wynik NPV względem inwestycji II (Sędzinek).

Należy podkreślić, iż obie inwestycje spowodują wzrost korzyści społeczno-ekonomicznych poprzez:

1. Poprawę warunków rolniczych:
 - polepszenie zdolności produkcyjnej gleby (+5-15%). Zbiorniki wpływają pozytywnie na okoliczne gleby i rolnictwo w obszarze oddziaływania ~30 ha

upraw (retencja lokalna, podwyższenie poziomu wód gruntowych w sezonie wegetacyjnym);

- wartość średniego przychodu rolniczego na 1 ha: 4 000 PLN/rok (przyjęto dla gospodarstw mieszanych);
- przyrost plonów/zmniejszenie strat z powodu suszy: +5%;
- zwiększenie wartości gruntów: grunty z dobrze utrzymanymi urządzeniami melioracyjnymi stają się bardziej atrakcyjne dla rolników i inwestorów, co prowadzi do wzrostu ich wartości rynkowej

2. Zmniejszenie strat powodziowych:

- systemy odprowadzania i retencjonowania wody minimalizują ryzyko klęsk żywiołowych, takich jak powódzie i długotrwałe susze, chroniąc tym samym mienie, infrastrukturę i uprawy przed kosztownymi zniszczeniami np. uniknięcie strat powodziowych: oceniamy jedną mniejszą szkodę co ~10 lat rzędu 200 000 PLN (rocznie znormalizowane 20 000 PLN).

3. Poprawa jakości środowiska związana głównie z ochroną zasobów wodnych poprzez:

- gromadzenie wody (retencja): budowa zbiorników retencyjnych i poprawa zdolności retencyjnej terenów (np. mokradeł) jest kluczowa w obliczu zmian klimatu. Zgromadzona woda może być wykorzystywana w okresach niedoboru, co jest ważne dla rolnictwa, przemysłu i zaopatrzenia ludności;
- zwiększenie bioróżnorodności, głównie dzięki odbudowie siedlisk: projekty rekultywacyjne i melioracyjne mogą być realizowane w sposób, który przywraca utracone siedliska, sprzyjając bioróżnorodności i tworząc lepsze warunki dla dzikiej fauny i flory np. wartość usług ekosystemowych (poprawa jakości wody, bioróżnorodność, walory krajobrazowe): 15 000 PLN/rok.

W powiecie mogileńskim dalsze działania strategicznego rozwoju oraz działania inwestycyjne powinny dotyczyć głównie prac związanych z powiększaniem retencji wód opadowych poprzez:

1. Odtworzenie istniejącej infrastruktury.
2. Budowa zbiorników retencyjnych wykorzystujących naturalne ukształtowanie terenu (jeziora, torfowiska, tereny podmokłe).
3. Urządzenia do przesyłu wód na tereny położone wyżej ze zbiorników nizinnych.

4. Wykorzystanie wody z oczyszczalni instalacji przemysłowych.
5. Zatrzymywanie wód spływających do jezior odpływowych.
6. Planowanie przestrzenne uwzględniające inwestycje wodne.

Analiza dwóch priorytetowych inwestycji wodno-melioracyjnych dowiodła, iż są to inwestycje efektywne ekonomicznie i uzasadnione jest ich poniesienie ze środków publicznych. Z dużym prawdopodobieństwem można zakładać, że kolejne inwestycje o podobnym charakterze, które są na liście LPW powiatu mogileńskiego mogą mieć uzasadnienie ekonomiczne do ich przeprowadzenia.

Trzeba zaznaczyć, iż przeprowadzone analizy ekonomiczne bazują na wstępnych założeniach prac inwestycyjnych i kosztach. W kolejnym kroku rekomenduje się przeprowadzenie tych samych analiz ekonomicznych bazujących na kosztach inwestycyjnych określonych na podstawie projektu technicznego inwestycji.

Aktualnie przedstawiona analiza ekonomiczna dwóch inwestycji w powiecie mogileńskim powinna stanowić pomoc w podjęciu decyzji o ich wykonaniu.

6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.

Poniżej przedstawiono założenia inwestycyjne dla dwóch rekomendowanych przez Lokalne Partnerstwa Wodne inwestycji do realizacji w powiecie mogileńskim.

6.4.1. Koncepcja hydrologiczna przekierowania części wód spływających rowem spod Pomian do Jeziora Wójcioskiego

6.4.1.1. Wprowadzenie i cel opracowania

Celem opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej przekierowania części wód powierzchniowych z rowu spod miejscowości Pomiany (zlewnia o powierzchni 4,03 km²) do Jeziora Wójcioskiego, poprzez wykonanie nowego połączenia hydraulicznego między zlewniami.

Projekt ma charakter retencyjno-renaturyzacyjny i zmierza do:

- zwiększenia dopływu wód do Jeziora Wójcioskiego,
- poprawy bilansu wodnego zlewni jeziora,
- ograniczenia spływu wód z terenów rolnych bezpośrednio do systemu odwadniającego,
- utrzymania naturalnych siedlisk wodno-błotnych i równowagi biologicznej w obrębie jeziora.

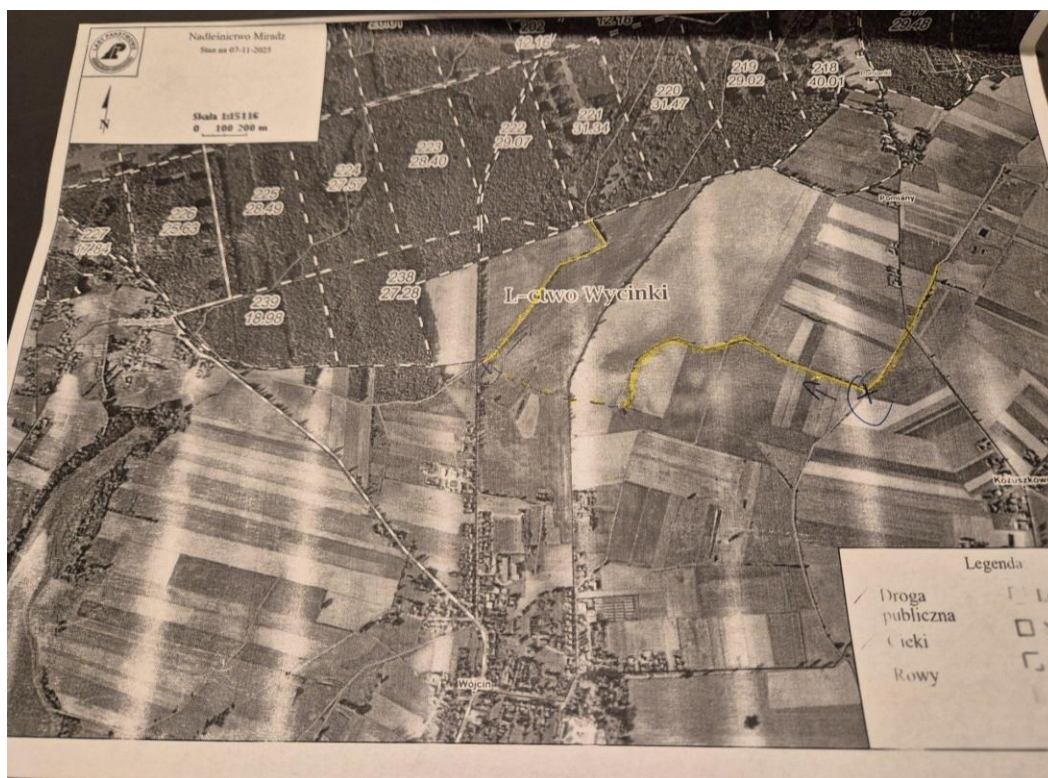
6.4.1.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Przedsięwzięcie obejmuje obszar położony pomiędzy miejscowościami Pomiany, Nowa Wieś i Wójcin, w południowo-wschodniej części gminy Jeziora Wielkie, powiat mogileński.

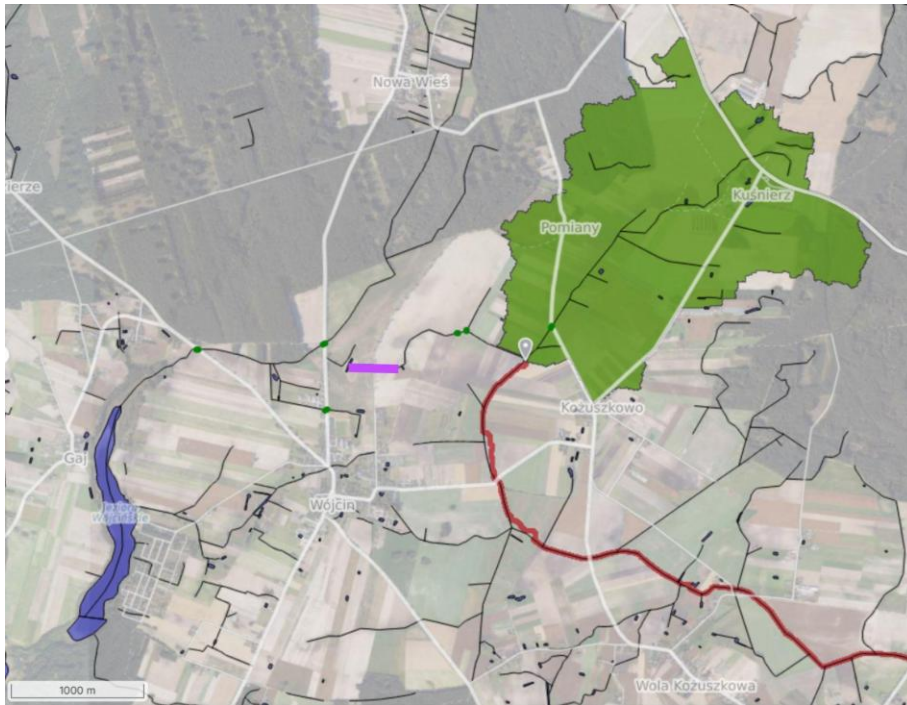
Planowane prace będą realizowane na działkach geodezyjnych:

- 247/4 i 100/27, obręb Wójcin – teren planowanego nowego rowu łączącego,
- 253/1, 254/1, obręb Wójcin – działki na trasie połączenia,
- 284/22, obręb Wójcin – odcinek alternatywny przyłączenia do odbiornika,
- działki przy drodze z Wójcina do Nowej Wsi, gdzie zlokalizowany jest przepust.

Odcinek istniejącego rowu spod Pomian charakteryzuje się stałym przepływem wody przez cały rok, a jego rów melioracyjny zwykły stanowi główny ciek odprowadzający wody z pól i łąk.



Ryc. 6.4.1.1. Koncepcja archiwalna opracowana przez Nadleśnictwo Miradz.



Ryc. 6.4.1.2. Koncepcja połączenia dwóch zlewni rowów melioracyjnych: rów w Pomianach oraz rów doprowadzający wodę do Jeziora Wójcioskiego. Linia fioletowa wskazuje miejsce połączenia - 450 m odcinek rowu.



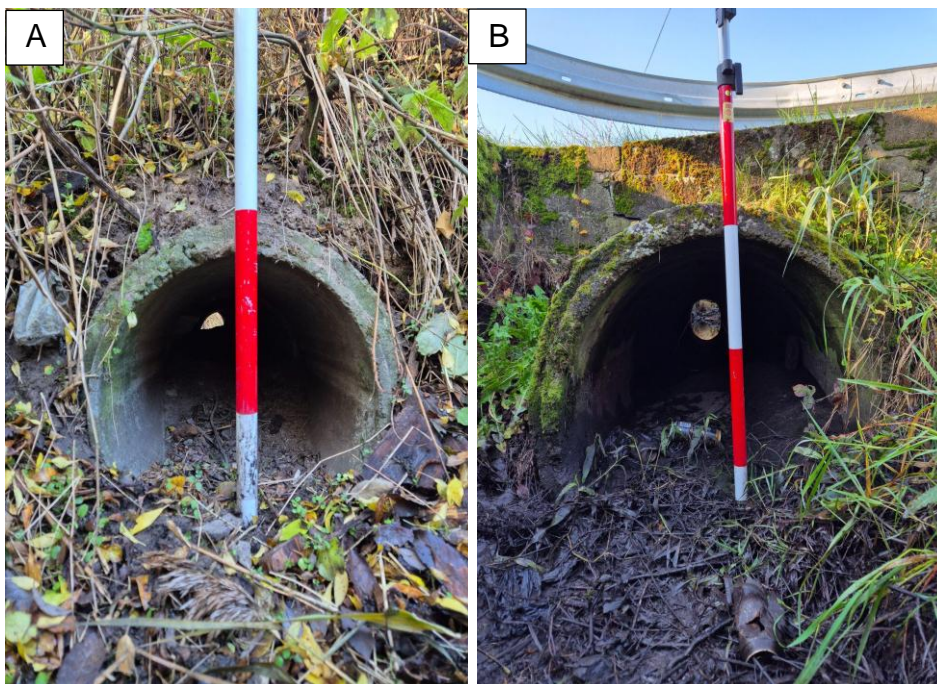
Fot. 6.4.1.1. Koryto rowu melioracyjnego zwykłego w Pomianach. Woda w Rowie występuje przez cały rok. Dno rowu w profilu od którego miałyby nastąpić przerzucenie wody ($52^{\circ}31'39.963''N$ $18^{\circ}12'16.6628''E$) ma rzędną 98.759, a w dniu 08.11.2025 zwierciadło wody miało rzędną 98.899 m.



Fot. 6.4.1.2. Koryto rowu melioracyjnego zwykłego w Pomianach.



Fot. 6.4.1.3. Przepust podwójny o średnicy 120 cm na rowie doprowadzającym wodę do Jeziora - dno 99.268, 52°31'43.3026"N 18°10'55.8486"E.



Fot. 6.4.1.4. Przepusty o średnicy 120 cm na rowie doprowadzającym wodę do Jeziora w m. Bartodziejewice



Fot. 6.4.1.5. Stan rowu w miejscu przerzutu wody działka 247/4, obręb Wójcin.



Fot. 6.4.1.6. Przepust o średnicy 100 cm na rowie w miejscu planowanego przereztu.

6.4.1.3. Charakterystyka hydrologiczna zlewni

Zlewnia rowu spod Pomian ma powierzchnię 4,03 km².

Przy opadzie 20 mm dopływ wód powierzchniowych wynosi około 3 960 m³.

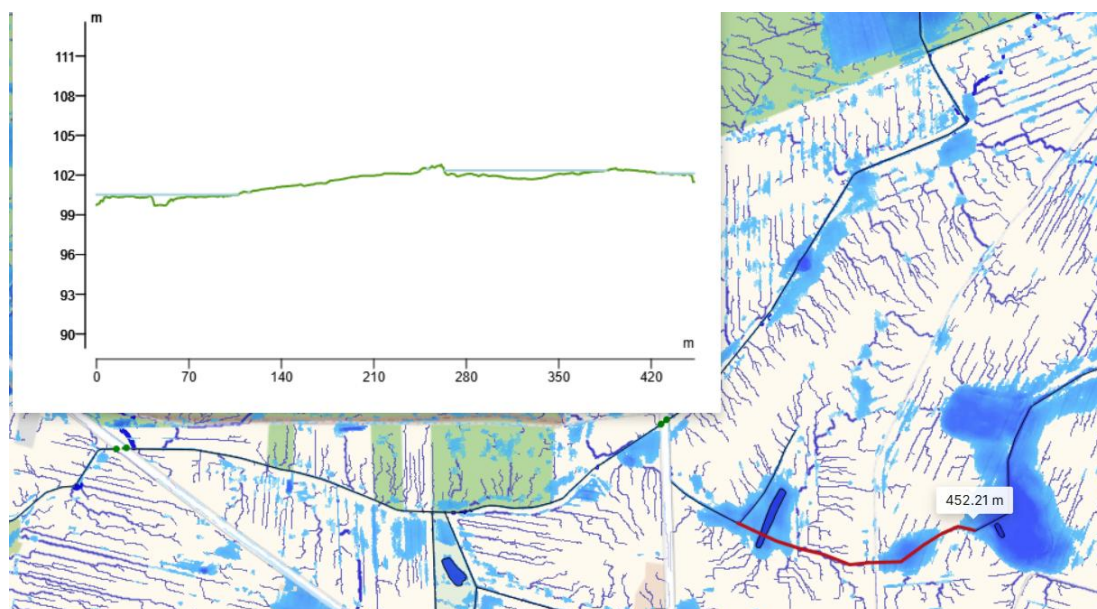
Rzędne dna i parametry hydrauliczne:

- profil zrzutu z Pomian: 98,759 m n.p.m.,
- zwierciadło wody (08.11.2025): 98,899 m n.p.m.,
- dno rowu na działkach 253/1 i 254/1: 100,222 m n.p.m.,
- dno przepustów w rejonie 253/1–254/1: 100,243–100,320 m n.p.m.,
- dno rowu w górnej części połączenia: 100,444 m n.p.m.,
- dno rowu doprowadzającego do jeziora: 99,615 m n.p.m.,
- dno przepustu przy drodze Wójcin–Nowa Wieś: 99,268 m n.p.m.

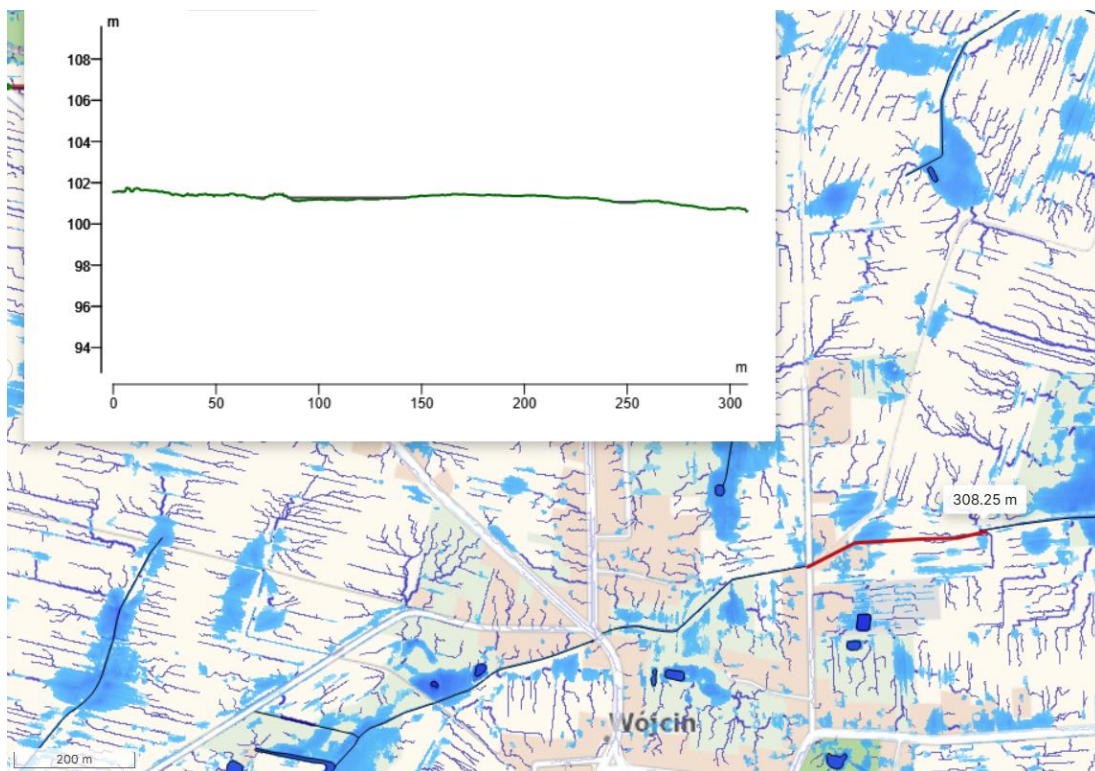
Analiza wskazuje na konieczność przebudowy i korekty spadków oraz przepustów o zbyt wysokim położeniu w stosunku do planowanego kierunku przepływu.



Ryc. 6.4.1.3. Szczegółowy przebieg połączenia dwóch odcinków rowów melioracyjnych zwykłych – działki 247/4 i 100/27, obręb Wójcin.



Ryc. 6.4.1.4. Profil podłużny planowanego połączenia dwóch odcinków rowów melioracyjnych zwykłych – działki 247/4 i 100/27, obręb Wójcin.



Ryc. 6.4.1.5. Alternatywne połączenie w Wójcinie dwóch rowów i doprowadzenie wody do Jeziora, działka nr 284/22, obręb Wójcin - dno rowu 100.398, 52°31'16.2126"N 18°11'16.9627"E.

6.4.1.4. Koncepcja

Główne elementy koncepcji

1. Zastawka szandorowa nr 1
 - Lokalizacja: rów spod Pomian (działka nr 282), poniżej wlotu bocznego rowu od zachodu.
 - Cel: podpiętrzenie wody i ukierunkowanie części przepływu do nowego odcinka łączącego.
2. Udrożnienie bocznego rowu dochodzącego od zachodu
 - Długość: 1 220 m,
 - Zakres: pogłębienie i sprofilowanie dna dla zapewnienia grawitacyjnego przepływu,
 - Prace ograniczone do jednej strony rowu, przy zachowaniu naturalnej roślinności brzegowej (pełni funkcję filtra biogenów).
3. Wykonanie nowego rowu połączeniowego

- Długość: 415 m,
 - Przebieg: działki 247/4 i 100/27, do bocznego rowu uchodzącego do rowu spod Nowej Wsi,
 - Dno: projektowana rzędna 99,5–99,7 m n.p.m.,
 - Szerokość dna: 0,8 m, głębokość: 1,2–1,5 m.
4. Udrożnienie bocznego rowu uchodzącego do jeziora
- Długość: 240 m,
 - Zakres: korekta dna i spadku, przebudowa trzech przepustów.
5. Zastawka szandorowa nr 2
- Lokalizacja: na przepuszcie przy szosie Wójcin–Nowa Wieś (Rów spod Nowej Wsi).
 - Cel: kontrola dopływu wód do Jeziora Wójcioskiego i stabilizacja piętrzenia.
6. Ochrona biologiczna końcowego odcinka (1270 m)
- Końcowy odcinek rowu uchodzący do jeziora pozostaje w stanie naturalnym.
 - Naturalna roślinność i struktura koryta działają jako biologiczny filtr ograniczający dopływ biogenów i zawiesin.
 - Odcinek ten wzmacnia ekohydrologiczne procesy samooczyszczania i chroni jakość wód jeziora.

Tab. 6.4.1.1. Założenia hydrotechniczne:

Parametr	Jednostka	Wartość
Długość nowego rowu	m	415
Długość udrożnienia rowów istniejących	m	1 460
Szerokość dna	m	0,8
Głębokość rowu	m	1,2–1,5
Spadek podłużny	‰	1,0–1,5
Wysokość piętrzenia (zastawki nr 1)	m	0,3–0,5

Wysokość piętrzenia (zastawki nr 2)	m	0,4–0,6
Typ urządzeń	–	zastawki szandorowe stalowo-betonowe
Szacowana ilość przekierowywanej wody	m ³ /rok	ok. 20 000–25 000

6.4.1.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne:

- Zwiększenie dopływu do Jeziora Wójcioskiego, szczególnie w okresach roztopowych i po silnych opadach,
- Stabilizacja poziomu wody w jeziorze i ograniczenie sezonowych wahań,
- Poprawa bilansu wodnego zlewni jeziora,
- Spowolnienie odpływu z zlewni Pomian,
- Zwiększenie retencji terenowej i infiltracji wód w glebach torfowo-murszowych.

Efekty środowiskowe:

- Redukcja dopływu biogenów dzięki utrzymaniu naturalnego, roślinnego filtra w końcowym odcinku rowu.
- Odtworzenie i wzmocnienie siedlisk wodno-błotnych w strefie połączenia z jeziorem.
- Poprawa warunków bytowania organizmów wodnych oraz ptaków związanych z mokradłami.
- Zwiększenie odporności ekosystemu Jeziora Wójcioskiego na procesy eutrofizacji.
- Wzmocnienie krajobrazowych i przyrodniczych funkcji doliny jako elementu zielonej infrastruktury.

6.4.1.7. Wnioski i rekomendacje

1. Przekierowanie części wód z rowu spod Pomian do Jeziora Wójcioskiego jest hydrologicznie zasadne i przyniesie korzyści środowiskowe, wspierając poprawę jakości wód oraz stabilizację warunków ekologicznych jeziora. Projekt stanowi niskokosztowe i efektywne rozwiązanie hydrotechniczne, które:

- zwiększy dopływ i retencję wód w Jeziorze Wójcioskim,

- poprawi bilans hydrologiczny lokalnych zlewni,
 - zmniejszy presję odwodnienia na tereny rolnicze,
 - wzmocni odporność ekosystemów wodnych na skutki zmian klimatu.
2. Rów doprowadzający wody do jeziora Wojcioskiego będzie w stanie odebrać wody z rowu w Pomianach dopiero po przeprowadzeniu jego przebudowy. Zatem kluczowe działania obejmują:
 - montaż dwóch zastawek szandorowych (nr 1 i nr 2),
 - wykonanie nowego odcinka rowu łączącego (415 m działki 247/4 i 100/27, obręb Wójcin lub 305 m działka nr 284/22, obręb Wójcin),
 - przebudowę przepustów i udrożnienie odcinków rowów istniejących.
 3. Wskazane jest wykonanie profilu podłużnego i przekrojów poprzecznych dla potwierdzenia spadków i zasięgu piętrzenia.
 4. Po realizacji inwestycji należy prowadzić monitoring ilości i jakości wód dopływających do jeziora.
 5. Zaleca się prowadzenie prac w sposób możliwie najmniej ingerujący w środowisko, z ograniczeniem robót ziemnych i zachowaniem naturalnego charakteru koryt oraz form terenowych.
 6. Działania te przywrócą pojemność ok. 13 000 m³, poprawiając bilans wodny zlewni.
 7. Inwestycja powinna być realizowana z uwzględnieniem pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód oraz zasad minimalizacji ingerencji w środowisko.
 8. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Inowrocławiu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
 9. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - KIP
 - operatu wodnoprawnego
 - projektu biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.

10. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE
11. Realizacja inwestycji przyniesie wymierne korzyści hydrologiczne, środowiskowe i społeczne, przy minimalnej ingerencji w naturalne siedliska dolinne.

6.4.2. Koncepcja przywrócenie pierwotnego poziomu Jeziora Białego w m. Mokre

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel opracowania

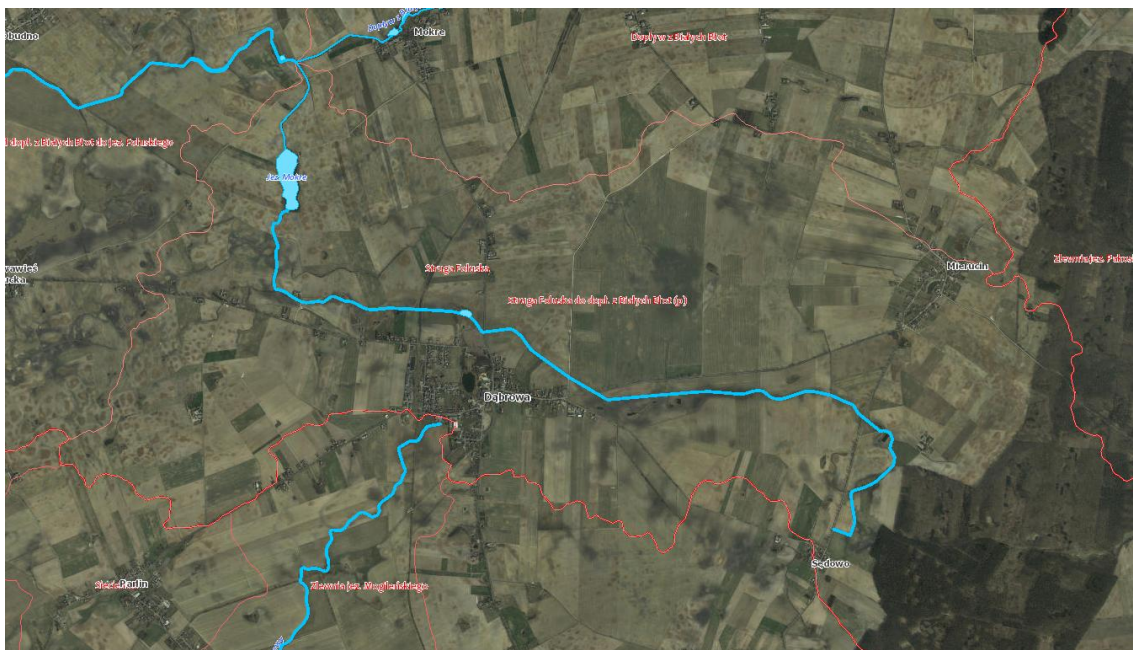
Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej dotyczącej zwiększenia retencji wód oraz przywrócenia pierwotnego poziomu piętrzenia Jeziora Białego (Mokre), poprzez regulację odpływu wód i wykorzystanie istniejącej budowli piętrzącej zlokalizowanej na wypływie ze zbiornika. Projekt ma charakter renaturyzacyjny i retencyjny, a jego głównymi celami są:

- stabilizacja poziomu wody w jeziorze,
- przywrócenie równowagi hydrologicznej w zlewni rzeki Struga Faluska,
- zwiększenie zdolności retencyjnych w systemie dolinnym,
- poprawa warunków ekologicznych i siedliskowych w obrębie jeziora i otaczających łąk,
- ograniczenie spływu powierzchniowego i erozji w zlewni dopływów.

6.4.2.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Jezioro Białe (Mokre) położone jest w południowo-wschodniej części gminy Mogilno, w miejscowości Mokre, w obrębie działki nr 252. Akwen znajduje się w biegu rzeki Struga Faluska, w dolinie o kierunku południowo-zachodnim.

Powierzchnia zwierciadła wody (wg pomiaru z 09.11.2025) wynosi 61,01 ha, przy rzędnej 99,66 m n.p.m.. Zlewnia całkowita dopływu do jeziora ma powierzchnię 24,4 km², obejmując obszary rolnicze, zadrzewienia i tereny zabudowane miejscowości Dąbrowa, Mokre, Parlinek i Wójcin.



Ryc. 6.4.2.1. Jezioro Mokre (Białe) w biegu rzeki o nazwie Struga Faluska, zlewnia Zlewnie poziomu 7 o nazwie Struga Foluska do dopł. z Białych Błot o powierzchni 25,7 km² (źródło: Hydroportal ISOK)



Fot. 6.4.2.1. Jezioro Białe - lustro wody rzędna 99.66 m w dniu 09/11/2025.



Fot. 6.4.2.2. Jezioro Białe - lustro wody rzędna 99.66 m w dniu 09/11/2025.

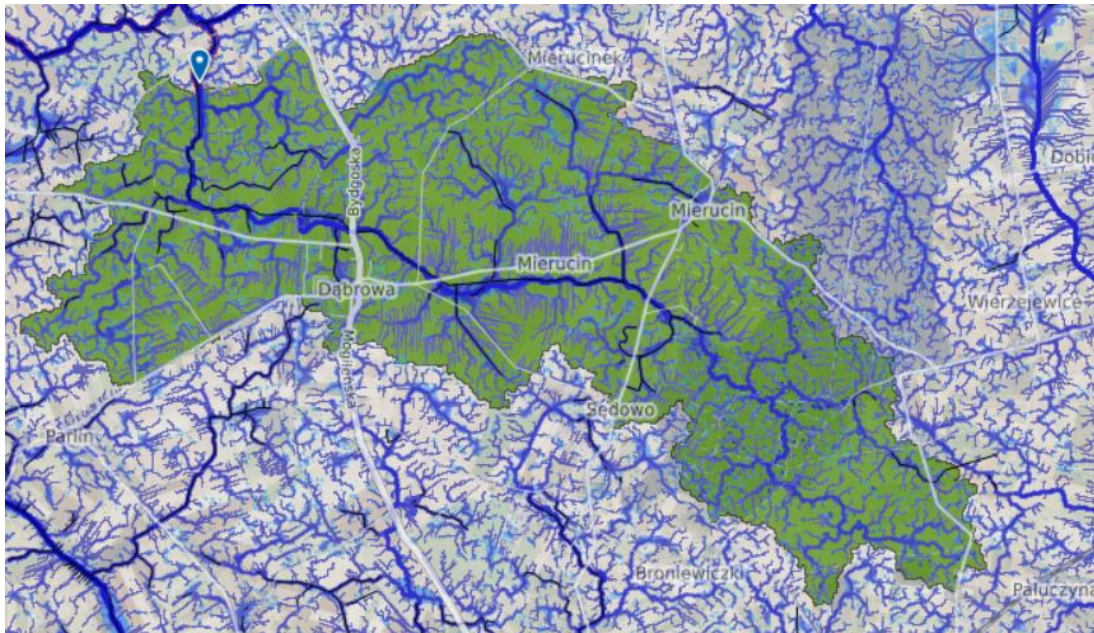
6.4.2.3. Charakterystyka hydrologiczna i stan istniejący

Układ hydrologiczny:

Jezioro Białe stanowi ogniwo w ciągu hydrologicznym Strugi Faluskiej, łączącej kilka drobnych zbiorników i cieków dopływowych. Wody dopływają do jeziora systemem rowów z północnego wschodu (rejon Parlinka i Dąbrowy) oraz odpływają w kierunku południowym przez istniejącą zastawkę. Zlewnia Strugi Foluskiej do profilu wylotu wód z Jeziora Białego ma powierzchnię 24,4 km².

Parametry wysokościowe (pomiar 09.11.2025):

Element	Rzędna [m n.p.m.]	Uwagi
Lustro wody w jeziorze	99,66	aktualny poziom
Dno zastawki od strony jeziora	100,214	istniejąca konstrukcja betonowa



Ryc. 6.4.2.2. Zlewnia Strugi Foluskiej do profilu wylotu wód z Jeziora Białego.

Ocena aktualnego stanu:

- Budowla piętrząca (zastawka) jest zachowana w dobrym stanie technicznym, jednak nie spełnia funkcji piętrzenia z uwagi na zbyt niską rzędną dna jeziora w stosunku do progu.
- Odpływ z jeziora jest zbyt intensywny, co powoduje obniżenie zwierciadła wody i zmniejszenie pojemności retencyjnej.
- W wyniku antropogenicznego obniżenia poziomu jeziora o ok. 2 m utracono ok. 1,2 mln m³ retencjonowanej wody.



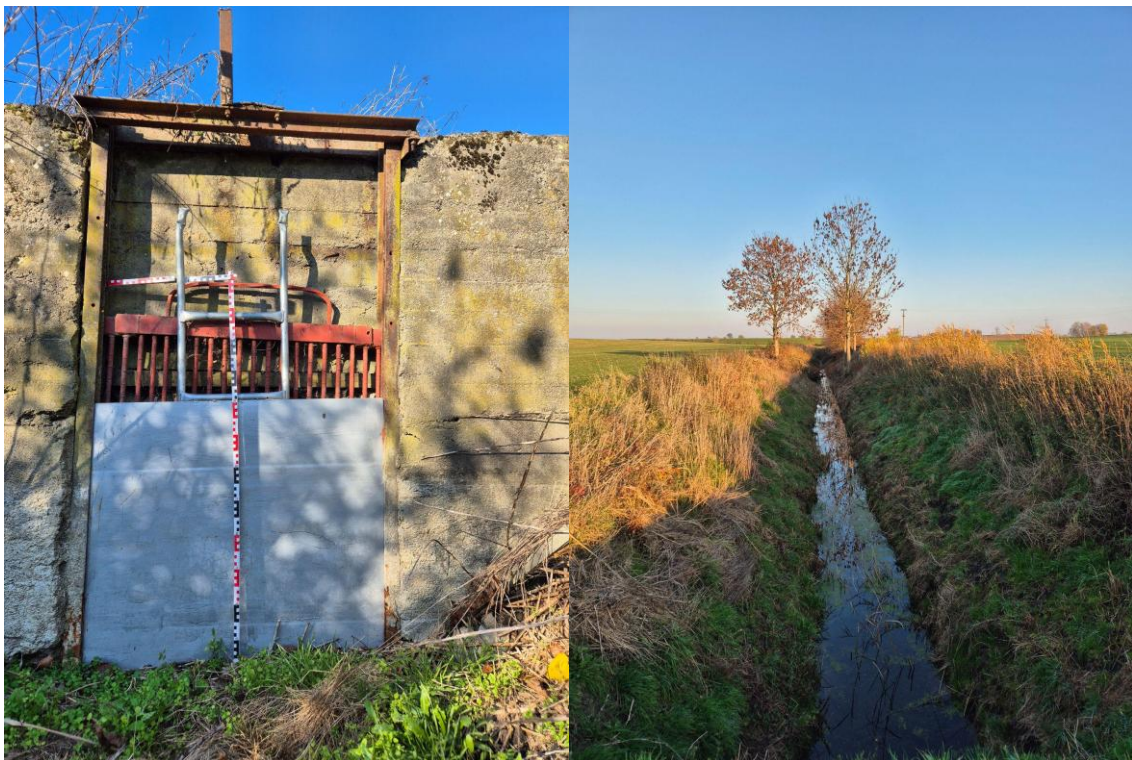
Fot. 6.4.2.3 Koryto Strugi Faluskiej powyżej Jeziora Białego



Fot. 6.4.2.4. Uregulowane koryto Strugi Faluskiej powyżej Jeziora Białego



Fot. 6.4.2.5. Przepust na Strudze Faluskiej bezpośrednio powyżej jeziora, rzędna 101,11 m.



Fot. 6.4.2.6. Zastawka na odpływie z Jeziora Białego. Dno zastawki od strony jeziora rzędna 100.214 m (fotografia po lewej). Ciek poniżej Jeziora Białego - lustro wody 95,278 m, 52°44'58.9129"N 17°56'35.0278"E (fotografia po prawej).

6.4.2.4. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

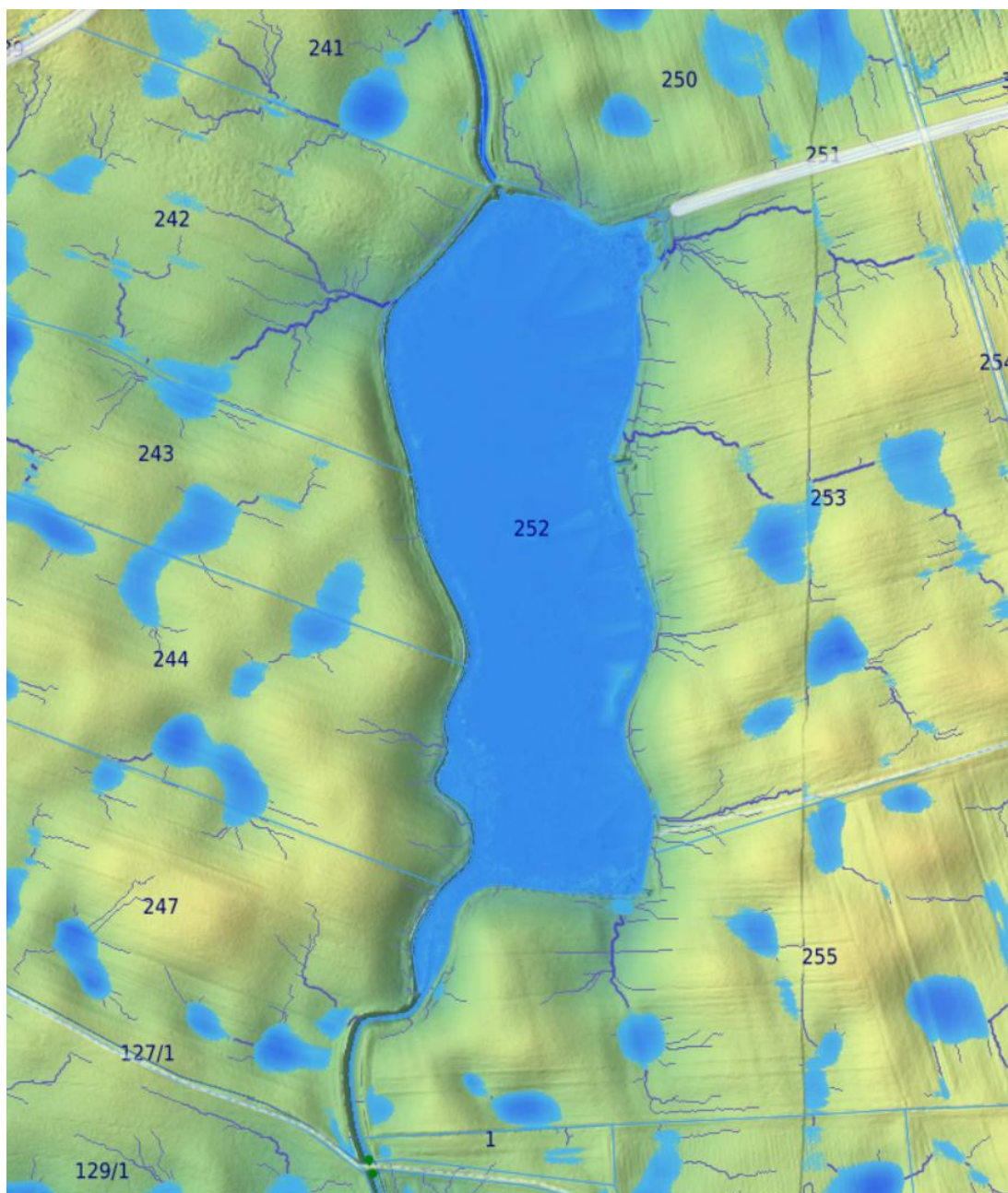
Bazując na istniejącej budowli piętrzącej, możliwe jest ustabilizowanie poziomu wody w jeziorze w jednym z trzech wariantów:

Wariant	Rzędna NPP [m n.p.m.]	Zmiana poziomu	Szacunkowa pojemność retencyjna	Uwagi
I	101,00	+1,3 m	ok. 0,8 mln m ³	bez konieczności modernizacji odpływu
II	101,50	+1,8 m	ok. 1,0 mln m ³	wymaga częściowej przebudowy grobli
III	102,20	+2,5 m	ok. 1,4 mln m ³	wariant docelowy (maksymalny zasięg NPP)

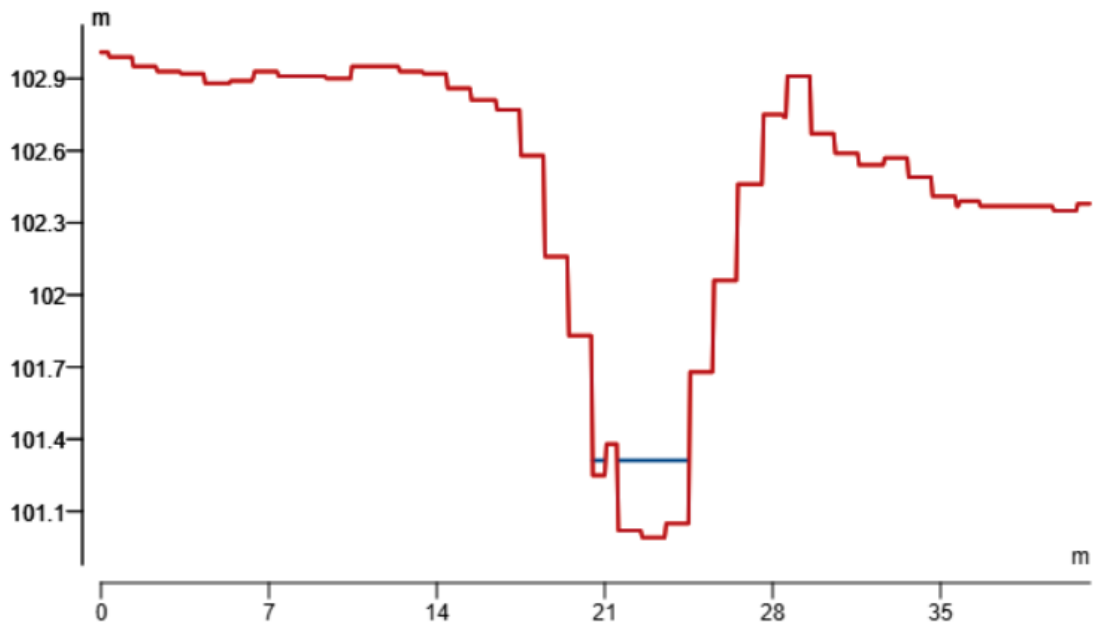
Wariant III pozwala na przywrócenie historycznej linii brzegowej jeziora oraz na uzyskanie maksymalnego efektu retencyjnego, przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa hydrotechnicznego.

Zakres działań projektowych:

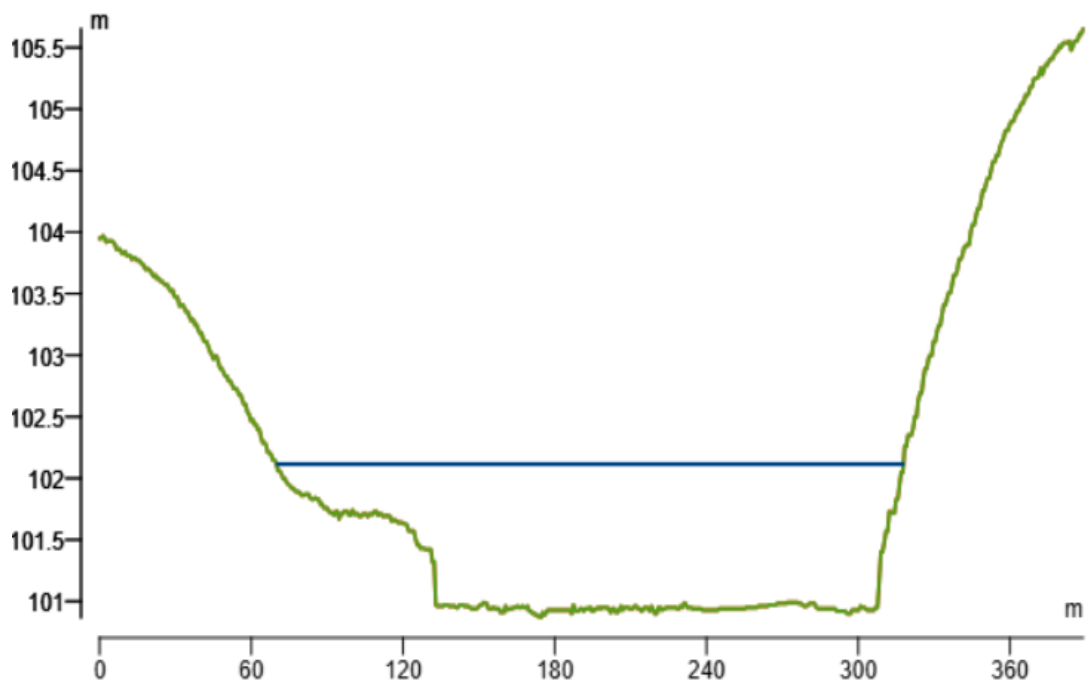
1. Modernizacja budowli piętrzącej na wypływie z jeziora:
 - montaż zasuw szandorowej z regulacją w istniejącym progu betonowym,
 - uszczelnienie i wzmocnienie przyczółków.
2. Uformowanie nowego progu ziemnego (jeśli wybierze się wariant II lub III) – z gruntu miejscowego, wzmocnionego darnią.
3. Odtworzenie przekroju odpływu (rowu) na odcinku 200–300 m:
 - głębokość do 1,5 m,
 - spadek podłużny 1‰,
 - szerokość dna 1,0 m.
4. Udrożnienie rowów dopływowych – oczyszczenie z namulów, odtworzenie przepływu.
5. Stabilizacja biologiczna strefy brzegowej jeziora.



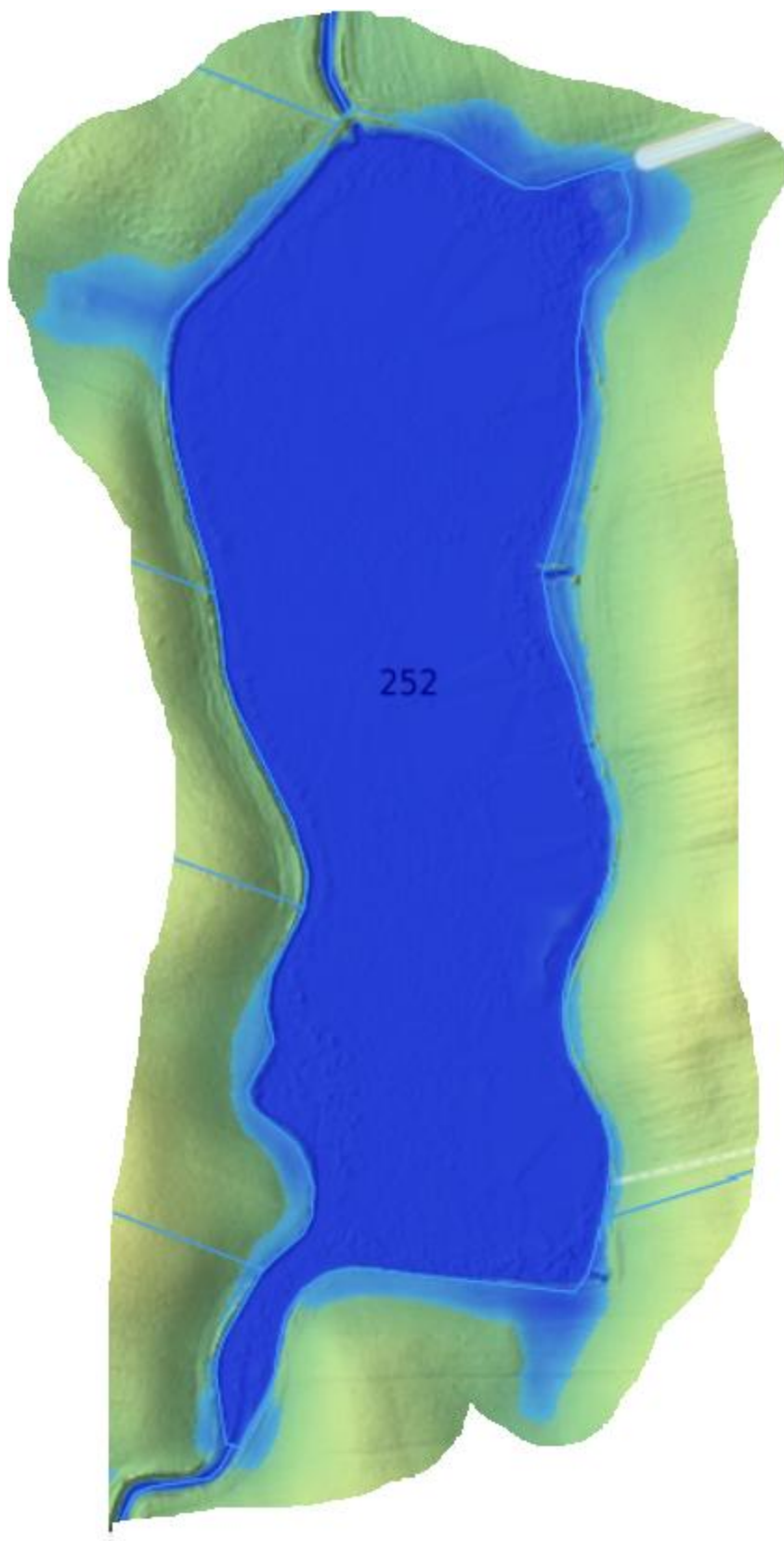
Ryc. 6.4.2.3. Numeryczny model terenu otoczenia Jeziora Białego o powierzchni 61,01 ha. Zasięg linii brzegowej dla rzędnej ok. 100 m n.p.m.



Ryc. 6.4.2.4. Profil poprzeczny na wypływie z jeziora. Dno zastawki jest na rzędnej 100,22. Istnieje możliwość spiętrzenia wód o 2 m i ustanowienia normalnego poziomu piętrzenia (NPP) na rzędnej 102,20 m



Ryc. 6.4.2.5. Przekrój poprzeczny przez czaszę jeziora wraz z wskazaniem NPP na rzędnej 102,2 m.



Ryc. 6.4.2.6. Zasięg linii brzegowej jeziora przy ustanowieniu NPP na rzędnej 102,2 m.

6.4.2.5. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne:

- Zwiększenie pojemności retencyjnej jeziora o 0,8–1,4 mln m³,
- Ustabilizowanie zwierciadła wody w zakresie sezonowych wahań $\pm 0,3$ m,
- Ograniczenie spływu powierzchniowego i erozji w zlewni,
- Poprawa zasilania wód gruntowych w otoczeniu doliny,
- Ograniczenie zjawisk przesuszenia gleb i degradacji siedlisk.

Efekty środowiskowe:

- Odtworzenie siedlisk wodno-błotnych i stref ekotonowych wspierających naturalne procesy ekologiczne.
- Zwiększenie bioróżnorodności biologicznej poprzez stworzenie zróżnicowanych warunków siedliskowych.
- Poprawa jakości wód dzięki zwiększonej retencji, naturalnej filtracji i procesom samooczyszczania.
- Wzmocnienie odporności ekosystemu na skutki zmian klimatu, w tym susze i ekstremalne wahania poziomu wody.
- Podniesienie walorów krajobrazowych oraz poprawa lokalnego mikroklimatu poprzez obecność wody i roślinności.

6.4.2.6. Wnioski i rekomendacje

1. Odtworzenie poziomu piętrzenia w Jeziorze Białym (Mokre) jest hydrologicznie i środowiskowo uzasadnione.
2. Rekomendowany jest wariant III (NPP = 102,20 m n.p.m.), pozwalający na maksymalne wykorzystanie retencji przy zachowaniu bezpieczeństwa.
3. Wskazane jest opracowanie operatu wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód i piętrzenie.
4. Należy zapewnić ciągłość odpływu w kierunku Strugi Faluskiej, zachowując przepływ ekologiczny niezbędny do zachowania funkcjonowania ekosystemów w dolnym odcinku.
5. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Inowrocławiu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
6. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:

- plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - KIP
 - operatu wodnoprawnego
 - projektu biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.
7. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE
8. Realizacja przedsięwzięcia powinna opierać się na rozwiązaniach bliskich naturze (nature-based solutions), z ograniczeniem ingerencji technicznej do niezbędnego minimum. Oznacza to m.in. stosowanie naturalnych form stabilizacji brzegów, minimalne przekształcenia koryta dopływów i odpływów oraz wykorzystanie roślinności jako elementu regulacyjnego i filtrującego.

Realizacja projektu zwiększenia retencji wód w rejonie Jeziora Białego (Mokre):

- przywróci naturalny poziom wody i pojemność jeziora,
- poprawi bilans wodny zlewni Strugi Faluskiej,
- wzmocni bioróżnorodność i walory krajobrazowe,
- stworzy trwałe element małej retencji w regionie.

7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.

7.1. Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).

Inwestycje związane z małą retencją i gospodarowaniem wodami na poziomie powiatu są złożone pod względem środowiskowym, technicznym, finansowym i społecznym. Efekty retencyjne, takie jak magazynowanie wód opadowych, poprawa stosunków wodno-glebowych czy zwiększenie poziomu wód gruntowych, ujawniają się w różnym czasie i są zależne od charakteru obiektów wodnych, warunków glebowych oraz sposobu użytkowania gruntów.

Wdrażanie działań retencyjnych etapami pozwala:

- stopniowo zwiększać retencję lokalną i regionalną,
- minimalizować ryzyko finansowe i organizacyjne,

- weryfikować efekty pilotażowe przed realizacją inwestycji większych i bardziej kosztownych,
- angażować lokalne społeczności,
- zsynchronizować inwestycje z cyklem finansowania JST, środkami krajowymi i unijnymi.

Podejście etapowe do wdrażania działań i rozwiązań retencji wodnej na określonym obszarze stanowi punkt wyjścia – podstawę, do podejmowania decyzji kształtujących stan zasobów wodnych i reguły zarządzania nimi w przyszłości. Takie podejście jest zgodne, zarówno z krajowymi dokumentami strategicznymi, m.in. Plany Gospodarowania Wodami (PGW), Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym, Program Rozwoju Obszarów Wiejskich, jak i europejskimi wytycznymi (Water Framework Directive, EU Biodiversity Strategy, EU Climate Adaptation Strategy).

Działania inwestycyjne w systemie małej retencji powiatu można podzielić na trzy horyzonty czasowe: krótko-, średnio- i długoterminowe. Podział ten opiera się na kryteriach: a) środowiskowo-hydrologicznych (czas osiągnięcia efektów), technicznych (poziom złożoności inwestycji), finansowych (dostępność funduszy), społecznych (stan akceptacji działań przez rolników i mieszkańców, otwartość na tworzenie partnerstw, trwałość współpracy różnych podmiotów).

Działania krótkoterminowe, obejmujące okres 1–2 lata, charakteryzują się szybkim wdrożeniem, niskim kosztem inwestycji i minimalnymi wymaganiami formalnymi. Obejmują:

- a) działania agrotechniczne na polach uprawnych;
- b) utrzymanie i odtworzenie istniejących rowów odwadniających z funkcją spowalniania odpływu;
- c) budowa zastawek, progów piętrzących;
- d) budowa małych zbiorników wodnych i odtwarzanie małych oczek wodnych;
- e) zagospodarowanie wód opadowych na terenie gospodarstwa (np. studnie chłonne, systemy rozsączające);
- f) działania społeczne i edukacyjne dla mieszkańców i rolników w zakresie praktyk retencyjnych.

Działania krótkookresowe przynoszą najczęściej efekty w postaci szybkiego zwiększenie retencji lokalnej, zdobycia danych do dalszego planowania inwestycji i wzrost akceptacji społecznej.

Działania średniookresowe, obejmujące okres 3–6 lat, koncentrują się na budowie infrastruktury retencyjnej o większej skali oraz renaturyzacji cieków i terenów wodnych. Działania obejmują:

- a) inwestycje techniczne, w tym m.in. budowa zbiorników retencyjnych (200 m³ – kilka tys. m³), modernizacja urządzeń w systemach melioracyjnych – zmiana funkcji odwadniającej na dwukierunkową (odwadniająco-nawadniająca);
- b) renaturyzację i retencję krajobrazową (przywracanie naturalnych korytarzy rzecznych i mokradeł; zadrzewienia śródpolne i wzdłuż cieków, utrzymanie sezonowych podtopień na łąkach);
- c) zarządzanie strategiczne, poprzez tworzenie i rozwijanie Lokalnych Partnerstw Wodnych, opracowanie wieloletnich harmonogramów inwestycyjnych dla gmin i powiatu.

Efekty średniookresowe wpływają na poprawę stabilności wód powierzchniowych i gruntowych, ograniczenie odpływu powierzchniowego, wzrost retencji glebowej i odporności rolnictwa.

Działania długoterminowe, w perspektywie 7–15 lat. Są to przeważnie inwestycje złożone, kosztowne i wymagają wieloletniego planowania, koordynacji i często zmian w zagospodarowaniu przestrzennym. Wśród działań długookresowych wyróżniamy:

- a) duże programy renaturyzacji cieków i dolin rzecznych;
- b) odtwarzanie kompleksowych systemów mokradeł na obszarach rolnych;
- c) budowa lub przebudowa rozległych systemów małej retencji w lasach i na terenach rolniczych;
- d) odbudowa naturalnych zbiorników polderowych;
- e) duże, zintegrowane programy przeciwdziałania skutkom suszy na poziomie regionu;
- f) zmiana struktury krajobrazu sprzyjająca retencji (np. zadrzewienia śródpolne, pasy wiatrochronne, korekty użytków zielonych).

Realizacja tych zadań zapewnia utrzymanie efektów oraz adaptację do zmian klimatu w długiej perspektywie, obejmując m. in. trwałą poprawę bilansu wodnego w powiecie, na poziomie całych zlewni. Obserwować można zwiększoną odporność rolnictwa na suszę, ochrona ekosystemów i trwałość infrastruktury retencyjnej.

7.2. Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.

Podczas realizacji inwestycji retencyjnych proces koordynacji działań pomiędzy wszystkimi zaangażowanymi w proces podmiotami powinien przebiegać według ujednoliconego schematu operacyjnego opartego na podziale ról (inicjator, projektant, podmiot finansujący, podmiot utrzymujący) i powinien być dostosowywany inwestycyjnie i lokalnie dla LPW w powiatach.

Prawidłowa koordynacja działań stanowi istotny element skutecznego gospodarowania zasobami wodnymi na poziomie lokalnym i regionalnym. W literaturze przedmiotu oraz krajowych i unijnych dokumentach strategicznych dotyczących zarządzania wodami i adaptacji do zmian klimatu wskazuje się, że efektywne działania inwestycyjne, planistyczne i środowiskowe przynoszą najlepsze rezultaty wtedy, gdy prowadzone są w sposób zintegrowany, zarówno przestrzennie, jak i instytucjonalnie.

Dobrze skoordynowane działania inwestycji wodnych prowadzą do:

- optymalnego wykorzystania przestrzeni i istniejącej infrastruktury,
- zmniejszenia ryzyka powodzi, podtopień oraz skutków suszy,
- poprawy stabilności hydrologicznej i retencji krajobrazowej,
- ograniczenia kosztów poprzez eliminację działań powielających się lub wykluczających,
- spójności działań rolniczych, leśnych, ochronnych i komunalnych,
- zapewnienia transparentności i trwałości efektów inwestycji.

Wspólne planowanie lokalnych działań inwestycyjnych, powoduje, że takie przedsięwzięcia przynoszą długoterminową poprawę zarówno bilansu wodnego, stanu środowiska glebowego, jak i biologicznego.

Skuteczne wdrażanie działań retencyjnych wymaga konsolidacji podstawowych grup interesariuszy:

1. **jednostki samorządu terytorialnego (gminy, powiaty)** – odpowiadające za planowanie przestrzenne, rozwój lokalny, drobną infrastrukturę wodną,
2. **zarządcy wód i cieków** – prowadzący działania eksploatacyjne, utrzymaniowe i inwestycyjne,
3. **rolnicy i organizacje rolnicze** – użytkownicy gruntów zależnych od stabilnych warunków wodnych,
4. **leśnicy i jednostki zarządzające lasami** – mające wpływ na retencję terenową i stan cieków leśnych,

5. **społeczności lokalne i organizacje społeczne** – odbiorcy efektów środowiskowych, użytkownicy zasobów przyrodniczych.

W wyniku współpracy możliwe jest odpowiednie lokalizowanie inwestycji, zabezpieczanie zlewni przed nadmiernym odpływem wód, przywracanie naturalnych procesów hydrologicznych oraz tworzenie systemu retencji rozproszonej.

Prawidłowa współpraca i koordynacja działań w zakresie gospodarowania wodami oraz prac inwestycyjnych powinna opierać się w pierwszej kolejności na wspólnie opracowanym planie inwestycyjnym oraz wymianie informacji i danych dla potrzeb inwestycji w danym obszarze. Koordynacja prac to również umiejętność połączenia różnych działań inwestycyjnych, które wzajemnie się uzupełniają i tworzą spójny, zintegrowany ciąg retencji (np. stawy – rowy – mokradła – tereny zalewowe).

W dobrze zaprojektowanym planie współpracy, poszczególne podmioty powinny wzajemnie się informować o planowanych pracach melioracyjnych lub zmianach sposobu utrzymania cieków; prowadzić działania doradcze np. dla rolników w zakresie działań agrotechnicznych (mulczowania, pasów buforowych, zabiegów przeciwozyjnych) oraz organizować spotkania konsultacyjne np. z zakresu inwestycji hydrotechnicznych.

Dobłą praktyką byłoby także wspólne uzgadnianie procedur utrzymaniowych, tworzenie harmonogramów konserwacji rowów i obiektów wodnych, prowadzenie kontroli drożności rowów w okresach krytycznych pod kątem suszy i podtopień.

W całym procesie koordynowania działań nie należy pomijać kwestii edukacji (brozury, portale informacyjne, szkoła) i udziału mieszkańców w konsultacjach z zakresu retencji wodnej.

Na podstawie analiz dostępnych dokumentów (m.in. Powiatowych Planów Wodnych dla poszczególnych powiatów) można utworzyć/wskazać uniwersalny zakres działań koordynacyjnych, który obejmuje:

1. **Utworzenie Lokalnych Partnerstw Wodnych (LPW) lub wzmocnienie istniejących.** Partnerstwo powinno być stałą platformą współpracy na linii powiat–gminy–spółki wodne–rolnicy–leśnicy–Wody Polskie–organizacje pozarządowe. LPW powinno nadzorować listy zadań, wnioski o finansowanie i działania edukacyjne.

2. **Podział ról i odpowiedzialności:**

- *Powiat:* koordynacja strategiczna, łączenie programów gminnych, pozyskiwanie i alokacja środków na zadania ponadgminne.

- *Gmina*: bieżące utrzymanie rowów przydrożnych, współpraca ze spółkami wodnymi, lokalne planowanie przestrzenne.
 - *Wody Polskie / RZGW*: zarządzanie głównymi ciekami, zatwierdzanie większych inwestycji, nadzór hydrologiczny.
 - *Spółki wodne / rolnicy*: konserwacja urządzeń melioracyjnych na gruntach rolnych, zgłaszanie awarii, realizacja małych inwestycji retencyjnych.
3. **Standardy dokumentacji i wymiana informacji:** jednolite formularze zgłoszeń zadań do PPW (wzory załączników występują w niektórych PPW), baza zgłoszeń online, katalog inwestycji priorytetowych.
 4. **Mechanizmy finansowo-prawne:** model współfinansowania interwencji (np. budżet powiatowy + udział gminy + dotacja wojewódzka/środki zewnętrzne) oraz proste regulacje dot. korzystania z funduszy (umowy o dofinansowanie z jasnymi warunkami).
 5. **Harmonogramy przeglądów i raportowania:** cykliczne spotkania operacyjne (np. co kwartał) i strategiczne (np. co rok), raportowanie efektów do Zarządu Powiatu i publikacja raportu dla mieszkańców.

Bieżąca współpraca pomiędzy podmiotami powinna być oparta o szereg praktycznych narzędzi, w tym:

- a) Zespoły robocze tematyczne: np. ds. małej retencji, ds. melioracji, ds. komunikacji i edukacji, ds. finansowania.
- b) Platforma danych GIS oraz dostępny rejestr zadań: współdzielona mapa interwencji, harmonogramów i wykonanych prac.
- c) Umowy partnerskie (porozumienia gmin-powiat-spółki): wzory porozumień określające zakres prac, częstotliwość utrzymania, tryb refinansowania.
- d) Program wsparcia technicznego dla spółek wodnych: doradztwo KPODR / powiatu przy przygotowaniu dokumentacji, wniosków o dotacje i nadzorze prac.

7.3. Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).

Realizacja inwestycji związanych z retencjonowaniem wody oraz jej gospodarowaniem niejednokrotnie wymaga znacznych nakładów kosztowych, które przewyższają możliwości finansowe rolników czy budżety jednostek samorządowych. W

wielu przypadkach konieczne jest pozyskanie zewnętrznych źródeł finansowego wsparcia zadań inwestycyjnych, programów związanych z małą retencją oraz inwestycjami wodnymi. Odpowiednie wsparcie finansowe stanowi podstawę skutecznej realizacji zaplanowanych działań i usług.

Źródła finansowania wszelkich wodnych inicjatyw będą zróżnicowane, w zależności od rodzaju i okresu przewidywanego działania, a przede wszystkim od możliwości stosowania instrumentów finansowo-ekonomicznych, zapewnionych na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym.

Najczęstszym sposobem finansowania przedsięwzięć inwestycyjnych związanych z małą retencją, z ochroną środowiska i adaptacją do zmian klimatu są:

- dotacje państwowe z funduszy krajowych i zagranicznych;
- kredyty i pożyczki udzielane w bankach komercyjnych,
- kredyty i pożyczki preferencyjne udzielane przez instytucje wspierające rozwój gmin,
- środki własne inwestorów.

Fundusze i programy krajowe:

1. Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (NFOŚiGW):

1) FEnIKS – Gospodarka wodno-ściekowa, Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko

Nabór: od 01.12.2025 r. do 31.03.2026 r.

Zakres wsparcia: przedsięwzięcia związane z budową nowej infrastruktury komunalnej do zbierania ścieków komunalnych oraz budową, przebudową, rozbudową i remontem istniejącej infrastruktury komunalnej do ich oczyszczania, w aglomeracjach o wielkości co najmniej 15 000 RLM.

Beneficjenci: jednostki realizujące zadania związane z gospodarką wodno-ściekową na terenie aglomeracji; jednostki samorządu terytorialnego i ich związki, przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne (w rozumieniu art. 2 pkt 4 ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków) oraz spółki wodne (w rozumieniu art. 441 ustawy Prawo wodne) i ich związki

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 70% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 720 mln PLN

2) 2.4 FEnIKS – Adaptacja do zmian klimatu, zapobieganie klęskom i katastrofom. Systemy gospodarowania wodami opadowymi, Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko

Nabór: od 30.09.2025 r. do 30.04.2026 r.

Zakres wsparcia:

- zrównoważone systemy gospodarowania wodami opadowymi z udziałem zieleni, zielono-niebieskiej infrastruktury i rozwiązań opartych na przyrodzie;
- wdrożenia inwestycji określonych w miejskich planach adaptacji do zmian klimatu, obejmujących m.in. zrównoważone i zaadaptowane do zmian klimatu systemy gospodarowania wodami opadowymi oraz rozwój zielono-niebieskiej infrastruktury;
- systemy w zakresie gospodarowania wodami opadowymi mające za zadanie zapobieganie podtopieniom i zalaniom oraz ograniczanie skutków tych zjawisk, zwiększenie odporności na ekstremalne zjawiska pogodowe (ulewy oraz powodzie błyskawiczne), spowolnienie odpływu wód opadowych oraz retencjonowanie wody w zlewniach lokalnych wraz z systemami jej dystrybucji na okres suszy.

Projekty takie będą łączone z projektami dotyczącymi zielononiebieskiej infrastruktury. Wspierane inwestycje dotyczyć będą m.in.:

- a) budowy, rozbudowy lub remontu sieci kanalizacji deszczowej oraz infrastruktury towarzyszącej, w tym urządzeń wodnych i zieleni (w wyniku realizacji inwestycji musi wzrosnąć powierzchnia obszarów zieleni w projekcie spełniających funkcje ekologiczne, w tym powierzchni biologicznie czynnej), która przyczynia się do odprowadzania, zatrzymania, retencjonowania, wykorzystania wód opadowych lub oczyszczania (w razie potrzeby) wód opadowych, przy czym dla tej infrastruktury preferowane będzie użycie metod naturalnych lub bazujących na naturalnych (rozwiązania oparte na przyrodzie), w tym wiążących się z zasileniem wód gruntowych i podziemnych oraz rozwojem zieleni. Metody naturalne lub bazujące na naturalnych to działania, wykorzystujące naturalną zdolność retencji, zagospodarowania, samooczyszczania oraz odprowadzania wód opadowych z danego terenu np. rowy odwadniające, muldy, zbiorniki odparowujące,

obsadzone roślinnością stawy sedymentacyjne, obiekty hydrofitowe oczyszczania wód opadowych, ogrody deszczowe, mikromokradła, niecki bioretencyjne i infiltracyjne;

- b) zazielenienia zbiorników wodnych lub ich renaturyzacji w lokalnych zlewniach miejskich;
 - c) budowy, rozbudowy lub remontu zbiorników wód opadowych wraz z infrastrukturą towarzyszącą (w tym m.in. urządzenia podczyszczające i instalacje rozprowadzania zebranej wody);
 - d) likwidacji zasklepienia lub uszczelnienia gruntu poprzez stosowanie wzmocnień przepuszczalnych dla wody np.: ażurowych lub żwirowych, jak również poprzez stosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie, w tym zakładających przywrócenie do stanu pierwotnego;
- Zieleń stosowana w projektach powinna składać się z gatunków rodzimych, zaś działania adaptacyjne nie powinny przyczyniać się do spadku różnorodności biologicznej, lecz jej zachowania lub wzrostu.
 - Dopuszczalne jest sfinansowanie również następujących elementów dodatkowych: infrastruktury dla udostępniania zieleni oraz zielono-niebieskiej i niebieskiej infrastruktury (np. ciągi pieszo-rowerowe, stojaki na rowery, ścieżki, ławeczki, kosze na śmieci, infrastruktura oświetleniowa, toalety publiczne, obiekty małej architektury, place zabaw dla dzieci, siłownie plenerowe) oraz niewielkich działań rekultywacyjnych i remediacyjnych terenu znajdującego się w granicach projektu zieleni lub zielono-niebieskiej i niebieskiej infrastruktury. Wskazany katalog potencjalnych inwestycji nie ma charakteru zamkniętego. Wartość ww. elementów nie może wynieść więcej niż 20 % kosztów kwalifikowalnych projektu. W przypadku, gdy konieczność wykonania dodatkowych elementów wynika z zaleceń konserwatora zabytków wartość tych elementów nie może przekroczyć 25% kosztów kwalifikowalnych projektu.
 - W ramach projektów nie będą finansowane prace pielęgnacyjne takie jak sezonowe koszenie trawników i poboczy dróg, przycinanie żywopłotów, gałęzi, obsadzanie i pielęgnacja istniejących kwietników i rabat kwiatowych, jesienne sprzątanie liści itp.

- Dodatkowo, punktowane będą projekty zakładające rozszczelnienie i odsklepienie terenu, w tym odbetonowanie, w ramach projektów oraz zwiększające ogólny udział zieleni i niebieskiej infrastruktury na obszarach miejskich.
- W ramach działań adaptacyjnych dodatkowo wspierane będą również projekty dotyczące gospodarowania i zarządzania wodą przeznaczoną do spożycia (z wyjątkiem uzdatniania i dystrybucji wody do odbiorców) w zakresie, w jakim wynika to z konieczności dostosowania do ekstremalnych zjawisk pogodowych (adaptacji do zmian klimatu).

Beneficjenci: jednostki samorządu terytorialnego, jednostki organizacyjne działające w imieniu jednostek samorządu terytorialnego, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego. Zgodnie z Regulaminem wyboru projektów (§ 4 ust. 7) o dofinansowanie w ramach działania mogą ubiegać się miasta powyżej 20 tys. mieszkańców oraz miasta z przedziału 15-20 tys. mieszkańców, które są stolicami powiatów, za wyjątkiem: miast podlegających wsparciu w ramach Działania 01.02 (których lista stanowi załącznik nr 10 do Regulaminu).

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 79,71% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 500 mln PLN; Minimalna kwota dofinansowania projektu wynosi 500 tys. PLN.

3) 2.4 FEnIKS – Adaptacja do zmian klimatu, zapobieganie klęskom i katastrofom. Systemy gospodarowania wodami opadowymi, Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko

Typ FENX.02.04.10 Edukacja w zakresie kwestii klimatycznych, adaptacji do zmian klimatu oraz ochrony zasobów wodnych

Podtyp I: Projekty edukacyjne realizowane w szkołach z elementami infrastrukturalnymi - kompleksowe projekty dotyczące podnoszenia świadomości nt. zmian klimatu i adaptacji do nich poprzez wdrażanie działań edukacyjno-informacyjnych równoległe z powiązаныmi działaniami adaptacyjnymi w zakresie zielononiebieskiej infrastruktury.

Nabór: od 29.08.2025 r. do 30.01.2026 r.

Zakres wsparcia:

- projekty dotyczące edukacji ekologicznej spełniające łącznie następujące warunki: a) są realizowane w szkołach i zawierają elementy infrastrukturalne; b) dotyczą podnoszenia świadomości nt. zmian klimatu i adaptacji do nich poprzez wdrażanie działań edukacyjno-informacyjnych równoległe z powiązanymi działaniami adaptacyjnymi w zakresie zielononiebieskiej infrastruktury.

Beneficjenci: jednostki samorządu terytorialnego i ich związki, pozarządowe organizacje ekologiczne, partnerstwa podmiotów wyżej wymienionych.

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 79,71% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 30 mln PLN

2. Dopłaty do Ekoschematów w ramach WPR 2021-2027 – Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa

Nabór: co roku, do 2027

Zakres wsparcia: Ekoschematy – rodzaj interwencji w formie płatności bezpośrednich, w ramach których za realizację praktyk korzystnych dla środowiska i klimatu, rolnik może otrzymać dodatkowe płatności. Wśród ekoschematów o największym wpływie na retencję wodną, do których rolnik może otrzymać dodatkową płatność są:

- 1) Rolnictwo węgłowe i zarządzanie składnikami odżywczymi, które obejmuje m.in. takie praktyki rolnicze jak:
 - Ekstensywne użytkowanie trwałych użytków zielonych (TUZ) z obsadą zwierząt,
 - Międzyplony ozime lub wsiewki śródplonowe,
 - Wymieszanie obornika na gruntach ornych w terminie 12 godzin od jego aplikacji,
 - Stosowanie nawozów naturalnych płynnych innymi metodami niż rozbryzgowo,
 - Uproszczone systemy uprawy,
 - Wymieszanie słomy z glebą.
- 2) Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych.

Płatności w ramach ekoschematów, z wyłączeniem ekoschematu *Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych* są przyznawane do łącznej powierzchni gruntów nie większej niż 300 ha, przy czym:

1. do tej powierzchni nie wlicza się powierzchni gruntów ornych, na których rolnik zastosował materiał siewny kategorii elitarny lub materiał siewny kategorii kwalifikowany, na której jest realizowany dodatkowo ekoschemat *Rolnictwo węglowe i zarządzanie składnikami odżywczymi* albo ekoschemat *Biologiczna uprawa*;
2. w przypadku płatności do rolnictwa węglowego i zarządzania składnikami odżywczymi, do tej powierzchni wlicza się powierzchnię gruntów ustaloną w wyniku przeliczenia liczby punktów za realizację praktyk w ramach tej płatności.

W przypadku gdy o przyznanie płatności w ramach ekoschematów obszarowych, z wyłączeniem ekoschematu *Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych*, ubiega się spółdzielnia produkcji rolnej albo spółdzielnia rolników, przy przyznawaniu tych płatności danej spółdzielni maksymalny limit 300 ha ustala się, na jej wniosek, jako iloczyn tego limitu oraz liczby członków danej spółdzielni, jeżeli spółdzielnia ta poddała się lustracyjnemu badaniu w ciągu ostatnich trzech lat poprzedzających rok złożenia wniosku o przyznanie tych płatności.

Spółdzielnia we wniosku o przyznanie płatności zawiera oświadczenie, że ubiega się o przyznanie tych płatności jako spółdzielnia produkcji rolnej albo spółdzielnia rolników i wnosi o ich przyznanie z uwzględnieniem liczby członków danej spółdzielni.

Do tej samej powierzchni w tym samym roku mogą być przyznane płatności w ramach nie więcej niż dwóch ekoschematów lub praktyk, lub wariantów.

Beneficjenci: rolnicy, spółdzielnie rolników

Poziom dofinansowania ekoschematu: projektowane stawki płatności w ramach ekoschematów obszarowych w 2025 r.:

Tab. 7.3.1. Wysokości stawki płatności w ramach wybranych ekoschematów obszarowych w 2025 r.

Ekoschemat obszarowy / praktyka / wariant		Projektowana wysokość stawki - 2025 r.
		[zł/ha]
Rolnictwo węglowe i zarządzanie składnikami odżywczymi, w tym praktyki:	Ekstensywne użytkowanie trwałych użytków zielonych z obsadą zwierząt	437,60
	Międzyplony ozime lub wsiewki śródplonowe	437,60
	Zróżnicowana struktura upraw	233,13
	Wymieszanie obornika na gruntach ornych w terminie 12 godzin od jego aplikacji	175,05
	Stosowanie nawozów naturalnych płynnych innymi metodami niż rozbryzgowo	262,56
	Uproszczone systemy uprawy	262,56
	Wymieszanie słomy z glebą	87,52
Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych		245,98
Materiał siewny kategorii elitarny lub materiał siewny kategorii kwalifikowany w tym:	zboża	104,15
	rośliny strączkowe	168,93
	ziemniaki	436,76

(źródło: <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/projektowane-stawki-platnosci-bezposrednich-za-2025-r>)

W przypadku płatności dla małych gospodarstw w ustawie o Planie Strategicznym dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023–2027 określona została stała kwota wsparcia, wynosząca 225 EUR/ha. Równowartość tej kwoty w złotych, po przeliczeniu z zastosowaniem podanego kursu to 960,70 zł.

Fundusze regionalne

1. Program Regionalny Fundusze Europejskie dla Kujaw i Pomorza na lata 2021-2027 Departament Rozwoju Obszarów Wiejskich UMWK-P

Działanie 2.9 Mała retencja i adaptacja do zmian klimatu w regionie,

Nabór: III/IV kw. 2026 r. (na I i II kw. 2026r. planowane jest przygotowywanie procedur i dokumentacji do naboru dla Grantobiorców. Ogłoszenie naboru dla Grantobiorców zostanie poprzedzone konferencją otwierającą).

Zakres wsparcia:

- budowa mikro i małych zbiorników wodnych, sztucznych stawów, podpiętrzeń jezior;
- budowa stopni i jazów dla podwyższenia poziomu w rzece;
- regulacja odpływów z systemów odwadniających;
- budowa stawów i rowów infiltracyjnych;
- renaturyzacja rzek, odtwarzanie dolin rzecznych;
- budowa lub remont urządzeń służących do retencjonowania wód (np. jazy, zastawki);
- zwiększenie powierzchni i ilości zadrzewień śródpolnych.

Beneficjenci: jednostki samorządu terytorialnego, osoba fizyczna, kościół / związek wyznaniowy, stowarzyszenie, spółdzielnia, spółka wodna, inna osoba prawna;

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 100% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 59,9 mln PLN; max 200 tys. Euro / Grantobiorcę

2. Program Priorytetowy - WFOŚiGW w Toruniu.**1) Program Priorytetowy EKO-KLIMAT – woda, powietrze, ziemia – preferencyjny program pożyczkowy**

Nabór: nieoficjalnie 2026 r. Poniższe informacje odnoszą się do dotychczasowych zasad.

Zakres wsparcia: przedsięwzięcia proekologiczne realizowane na terenie woj. kujawsko-pomorskiego w zakresie:

a) Poprawa gospodarki wodno-ściekowej:

- budowa systemów oczyszczania ścieków, w tym oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych;
- zakup specjalistycznego sprzętu do utrzymania i konserwacji urządzeń kanalizacyjnych oraz pojazdów asenizacyjnych;
- budowa i modernizacja ujęć wody, stacji uzdatniania wody oraz sieci wodociągowych.

b) Adaptacja do zmian klimatu:

- realizacje zielono-błękitnej infrastruktury na terenach zabudowanych;

- modernizację kanalizacji deszczowej, umożliwiające lokalną retencję, w tym budowę polderów zalewowych i systemów infiltracji wód deszczowych do gruntu;

c) Edukacja ekologiczna:

- budowa, przebudowa i modernizacja obiektów budowlanych lub ich części przeznaczonych do prowadzenia edukacji ekologicznej.

Beneficjenci: osoba fizyczna, osoba prawna, jednostki organizacyjne nieposiadające osobowości prawnej;

Okres wdrażania: Program realizowany jest od 2020 r. do 2029 r. w tym:

- a) podpisywanie umów podejmowane będzie do końca 2027 roku,
- b) środki w formie pożyczek wypłacane będą Beneficjentom do końca 2029 roku.

Forma dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: preferencyjna pożyczka do 100% kosztów kwalifikowanych. Okres kwalifikowalności kosztów obejmuje wydatki poniesione przez Beneficjenta od 01.05.2020 roku do 30.06.2029 roku. Wydatki poniesione przez Beneficjenta w okresie kwalifikowalności kosztów mogą być uznane do refundacji przy ustalaniu kwoty dofinansowania, jeśli zostały poniesione przez Wnioskodawcę w okresie nie dłuższym niż 1 rok przed złożeniem wniosku o dofinansowanie.

Minimalna kwota pożyczki: 80 tys. PLN.

Oprocentowanie: Oprocentowanie pożyczek jest zmienne i określane na podstawie stopy redyskonta weksli, ustalonej przez Radę Polityki Pieniężnej, ogłaszanej obwieszczeniem Prezesa NBP obowiązującej w dniu zawarcia umowy pożyczki. Oprocentowanie pożyczek wynosi:

- pożyczka z opcją umorzenia – 0,80 stopy redyskonta weksli, jednak nie mniej niż 2,25% w skali roku. Aktualne oprocentowanie: 3,24% od dnia 04.12.2025 r.
- pożyczka bez umorzenia – 0,70 stopy redyskonta weksli, jednak nie mniej niż 2,00% w skali roku. Aktualne oprocentowanie: 2,84% od dnia 04.12.2025 r.

W przypadku przedsięwzięć podlegających przepisom pomocy publicznej, Wojewódzki Fundusz może ustalić na wniosek Wnioskodawcy wyższe oprocentowanie (tzw. rynkowe), nie niższe niż stopa bazowa obowiązująca w dniu zawarcia umowy, powiększone o marżę. Oprocentowanie aktualizowane jest w okresach kwartalnych, na podstawie wysokości stopy redyskonta weksli z ostatniego dnia roboczego poprzedniego kwartału.

Minimalny okres spłaty pożyczki uzależniony jest od wariantu pożyczki:

- od 5 do 15 lat dla pożyczek z umorzeniem
- od 2 do 15 lat dla pożyczek bez umorzenia

Maksymalny okres spłaty pożyczki uzależniony jest od specyfiki przedsięwzięcia, oceny ryzyka niespłacenia pożyczki oraz form jej zabezpieczenia i wynosi do 15 lat. Okres ten jest liczony od określonej w umowie daty wypłaty pierwszej transzy pożyczki do dnia określonej w umowie spłaty ostatniej raty.

Karencja: nie dłużej niż 36 miesięcy

Udzielenie dofinansowania i umorzenia:

- następuje z uwzględnieniem przepisów regulujących dopuszczalną pomoc publiczną;
- udzielenie umorzenia w ramach Programu następuje bez względu na inne źródła finansowania przedsięwzięcia, w tym także bezzwrotne, z wyłączeniem przedsięwzięć współfinansowanych z udziałem dotacji lub pożyczek ze środków NFOŚiGW oraz innych środków publicznych, także zagranicznych, których zasady wyłączają możliwość bezzwrotnego dofinansowania w części wymaganego od Beneficjenta udziału własnego;
- w przypadku pożyczki z umorzeniem, pożyczka jest częściowo umarzana na wniosek Pożyczkobiorcy, jeśli łącznie zostaną spełnione warunki określone w § 14 ust. 5 Zasad;
- maksymalna wartość umorzenia nie może przekraczać 15 % wypłaconej kwoty pożyczki i nie może być wyższa niż 500 000,00 zł.

Wartość umorzenia uzależniona jest od okresu spłaty pożyczki i narasta po upływie każdego roku od dnia jej zawarcia o jeden punkt procentowy, począwszy od piątego roku, wg schematu: od 5% do 15% wypłaconej kwoty pożyczki, naliczana wg schematu: 5 lat – 5%, 6 lat – 6%... 15 lat – 15% - dotyczy pożyczek z opcją umorzenia.

Minimalny okres zachowania trwałości przedsięwzięcia uzależniony jest od specyfiki przedsięwzięcia i nie powinien być krótszy niż 5 lat od daty jego zakończenia.

Gdy wartość wnioskowanej pożyczki przekracza 5 mln PLN, oprocentowanie pożyczki oraz warunki częściowego jej umorzenia, z wyjątkiem maksymalnej kwoty

umorzenia, mogą zostać ustalone przez Zarząd WFOŚiGW w drodze negocjacji z Wnioskodawcą.

- 2) **Program „Moja Woda” – WFOŚiGW w Toruniu.** Planowane jest wdrożenie kolejnej edycji „Moja Woda” (regulamin, formularze, tryb naboru na poziomie województwa).

Zakres programu: wsparcie małej retencji przydomowej: gromadzenie wód opadowych (np. zbiorniki szczelne, oczka wodne), retencjonowanie wody (np. drenaż, zielne dachy), wykorzystywanie zebranej deszczówki (np. pompy, filtry, zraszacze), zbieranie wód opadowych (np. łapacze, rury).

Beneficjenci: osoby fizyczne — właściciele/współwłaściciele / użytkownicy wieczyści nieruchomości z budynkiem jednorodzinny. Z dofinansowania nie mogą skorzystać osoby, którym już wcześniej udzielono dofinansowania z programu „Moja Woda”.

Termin składania wniosków: Oficjalnej daty nie ma. Z nieoficjalnych źródeł, po korespondencji z WFOŚiGW wynika, że harmonogram może zostać ujawniony na początku 2026 r. (orientacyjnie).

8. Wnioski i rekomendacje końcowe

8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji

1. Analiza warunków hydrologicznych, klimatycznych i glebowych powiatu mogileńskiego potwierdziła występowanie bardzo wysokiego zagrożenia suszą atmosferyczną i rolniczą na niemal całym obszarze oraz zróżnicowanego zagrożenia suszą hydrologiczną i hydrogeologiczną. Wynika to z niskiego odpływu jednostkowego, przewagi gruntów rolnych, intensywnej melioracji oraz obniżania się poziomu wód w jeziorach i ciekach. Jednocześnie powiat posiada znaczący potencjał retencyjny dzięki dużej liczbie jezior oraz obecności obszarów podmokłych.
2. Szczegółowa ocena sieci hydrograficznej wykazała dużą długość cieków i rowów melioracyjnych, które mogą stanowić podstawę systemu rozproszonej retencji. Istotną rolę pełnią także jeziora przepływowe, w tym największy akwen regionu, oraz mniejsze zbiorniki o dużym znaczeniu lokalnym. W obszarach torfowiskowych i pobagiennych istnieje możliwość zwiększenia retencji glebowej i ograniczenia odpływu.
3. Opracowane rozwiązania koncepcyjne — przekierowanie części wód z rowu spod Pomian do Jeziora Wójcińskiego oraz renaturyzacja i przywrócenie pierwotnego poziomu piętrzenia Jeziora Białego (Mokre) — potwierdziły, że lokalne interwencje

mogą znacząco wzmocnić retencję zbiornikową i dolinową. Projekty te pozwalają na zwiększenie dopływu do jezior, stabilizację poziomu wód oraz poprawę bilansu hydrologicznego zlewni.

4. Przeprowadzone analizy hydrologiczne wskazały, że przekierowanie wód może dostarczać rocznie nawet kilkadziesiąt tysięcy metrów sześciennych, poprawiając dopływ zasilający jezioro, natomiast odbudowa poziomu Jeziora Białego umożliwi odzyskanie nawet 1,4 mln m³ utraconej retencji. Oba działania mają znaczenie kluczowe w kontekście adaptacji do zmian klimatu.
5. Proponowane rozwiązania są zgodne z ideą małej retencji oraz z zasadami rozwiązań opartych na naturze, wzmacniając procesy infiltracji, samooczyszczania wód i bioróżnorodność. Jednocześnie cechują się niewielką ingerencją techniczną i wysoką efektywnością hydrologiczną.

8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych

1. Zaleca się opracowanie spójnego programu rozproszonej retencji wodnej dla powiatu mogileńskiego, opartego na integracji działań gmin, rolników, spółek wodnych, nadleśnictw i instytucji zarządzających wodami. Program powinien uwzględniać priorytety wynikające z diagnozy zagrożeń suszą oraz potencjału retencyjnego jezior i cieków.
2. Wskazane jest wdrożenie obu przedstawionych projektów pilotażowych jako rozwiązań wzorcowych. Stanowią one modele możliwe do przeniesienia do innych zlewni, w szczególności tam, gdzie występują problemy z niedoborem dopływu do jezior lub obniżeniem ich poziomu.
3. W systemach melioracyjnych na terenie powiatu należy konsekwentnie wdrażać retencję regulowaną, obejmującą montaż zastawek i modernizację przepustów w celu spowalniania odpływu. Priorytetem powinny być zlewnie o wysokim zagrożeniu suszą oraz te, w których rowy odprowadzają wodę zbyt szybko.
4. W rejonach o wysokim potencjale retencyjnym — doliny cieków, zagłębienia terenowe, obszary torfowiskowe — zaleca się rozwijanie działań renaturyzacyjnych, obejmujących odtwarzanie mokradeł, starorzeczy i stref zalewowych. Działania te wpływają korzystnie na bilans wodny i jakość środowiska.
5. W krajobrazie rolniczym konieczne jest wdrażanie praktyk agroekologicznych zwiększających retencję glebową, w tym stosowanie międzyplonów, pasów buforowych, mulczowania, technik ograniczających erozję oraz działań poprawiających strukturę gleby.

6. Zaleca się włączenie działań retencyjnych do dokumentów planistycznych gmin i powiatu, w tym pozostawienie przestrzeni dla retencji naturalnej, ochrony mokradeł oraz lokalizacji zbiorników i instalacji hydrotechnicznych.
7. Ważnym elementem dalszych działań jest rozwijanie współpracy w ramach LPW, w tym organizacja cyklicznych spotkań, wymiana informacji hydrologicznych oraz tworzenie wspólnych projektów, w szczególności dotyczących rowów melioracyjnych i obszarów podmokłych.
8. Wskazane jest prowadzenie stałego monitoringu hydrologicznego i jakościowego, obejmującego poziomy wód w jeziorach, przepływy w ciekach oraz efektywność zastawek i obiektów piętrzących.

8.3. Kierunki pogłębionych analiz i rozszerzenia działań

1. Niezbędne jest opracowanie szczegółowych analiz hydrologicznych dla kolejnych zlewni powiatu, z uwzględnieniem modelowania retencji, scenariuszy zmian opadów oraz wariantów piętrzenia. Pozwoli to wytypować następne obszary o największym potencjale do działań retencyjnych.
2. Wskazane jest stworzenie mapy potencjału retencyjnego powiatu mogileńskiego, która wskaże obszary optymalne do lokalizacji zastawek, renaturyzacji cieków, odtwarzania mokradeł oraz budowy małych zbiorników retencyjnych.
3. Potrzebne są analizy techniczno-ekonomiczne dotyczące rozwoju retencji, obejmujące koszty inwestycyjne, koszty utrzymania oraz korzyści środowiskowe i społeczne. Pozwoli to na efektywne pozyskiwanie środków z funduszy krajowych i unijnych.
4. Rekomenduje się pogłębienie badań dotyczących wpływu retencji na poziom wód gruntowych oraz możliwości przeciwdziałania suszy glebowej na użytkach rolnych, zwłaszcza na obszarach o glebach podatnych na przesuszenie.
5. W dalszych etapach wskazane jest rozszerzenie działań retencyjnych na całe dorzecza głównych cieków, szczególnie w górnych i środkowych odcinkach zlewni, aby zapewnić spójność retencji i ograniczyć straty wody w okresach niskich opadów.
6. Konieczne jest również analizowanie możliwości wdrażania rozwiązań opartych na naturze w lasach oraz na terenach pobagiennych, gdzie retencja glebowa i mokradłowa może stanowić istotny element systemu retencyjnego.
7. W perspektywie kilku lat realne jest stworzenie zintegrowanego, powiatowego systemu małej retencji opartego na sieci cieków, jezior, mokradeł i instalacji melioracyjnych, co znacząco poprawi odporność powiatu mogileńskiego na suszę oraz ekstremalne zjawiska hydrologiczne.

9. Literatura

1. ARiMR 2024 – Wycena robót wodno-melioracyjnych.
2. Bąk B., Maszewski R. 2012. Typy cyrkulacji atmosfery w regionie bydgosko-toruńskim podczas długotrwałej suszy meteorologicznej w latach 1989–1998. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 12. Z. 4 (40) p. 17–29.
3. Bartczak, A., Krzemiński, M. & Araźny, A. Changes in evaporation patterns and their impact on Climatic Water Balance and river discharges in central Poland, 1961–2020. *Reg Environ Change* 24, 130 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02296-3> <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-024-02296-3>
4. Bukowski M. 2012. Efektywność ekonomiczna produkcji energii w małych elektrowniach wodnych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie*. Nr 34. Falenty. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-49-3 ss. 196.
5. Bukowski M., Liziński T., Wróblewska A. 2014. Efektywność ekonomiczna inwestycji z zakresu melioracji wodnych na przykładzie PROW 2007–2013. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 14. Z. 2(46) s. 5–15.
6. Charakterystyka posterunków wodowskazowych IMGW – dane ogólnodostępne, hydro.imgw.pl.
7. Chełmicki W. 2001. *Woda - Zasoby, degradacja, ochrona*. PWN Warszawa, 1-305.
8. Corine Land Cover, 2018 – Inspekcja Ochrony Środowiska, format WMS.
9. Cyfrowe mapy pokrywy glebowej Polski z zasobów Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego.
10. Dane archiwalne Państwowego Monitoringu Środowiska – GIOŚ.
11. Główny Urząd Statystyczny. (2025). *Bank Danych Lokalnych*. <https://bdl.stat.gov.pl>
12. Główny Urząd Statystyczny. (2024). *Bank Danych Lokalnych*. <https://bdl.stat.gov.pl>
13. Internetowy Atlas Województwa Kujawsko-Pomorskiego. 2015. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu. (mapy zarchiwizowane).
14. Komisja Europejska (KE) 2021. *Analiza ekonomiczna - Vademecum 2021-2027. Zasady ogólne i zastosowania w sektorach*.
15. Kowalewski Z. 2003. Wpływ retencjonowania wód powierzchniowych na bilans wodny małych zlewni rolniczych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy*

- naukowe i monografie. Nr 6. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-88763-31-8 ss. 126.
16. L. Łabędzki. 2014. Klimatyczne uwarunkowania rozwoju melioracji, W: Kaca E. (red.). Uwarunkowania rozwoju melioracji w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy i monografie . Nr 37. Wyd. ITP, Falenty, ss.195
 17. Łysoń P., Wawer R. (red.) 2020. Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu. IUNG-PIB, 1-38.
 18. Manteuffel Szoega H. 2002. Elementy ekonomiki gospodarowania wodą w rolnictwie. Warszawa. Wydaw. SGGW. ISBN 8-372-44382-3 ss. 228.
 19. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 (MPHP10k) – Wody Polskie, format WMS.
 20. Mapa zagrożenia powodziowego – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
 21. Miler A. 2009. Stan obecny małej retencji wodnej oraz perspektywy jej rozbudowy na przykładowych terenach leśnych w Wielkopolsce. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 4, 231-237.
 22. Ortofotomapa standardowa – GUGIK, portal WMS Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy. (PPSS) – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
 23. Piechota T. 2021. Jak zatrzymać wodę na polu? Wpływ agrotechniki na gospodarkę wodną. W: Współczesne uwarunkowania i wyzwania gospodarowania wodą w rolniczej przestrzeni produkcyjnej Wielkopolski (Bykowski J. – red.). Wyd. UP Poznań, 37-57.
 24. Pociask-Karteczka J. (red.) 2006. Zlewnia – Właściwości i procesy. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego Kraków, 1-295
 25. Powiatowy Plan Wodny dla Powiatu Mogileńskiego (Plan rozwoju gospodarki wodą na terenach wiejskich na lata 2022 - 2030). 2021. Lokalne Partnerstwo Wodne Powiatu Mogileńskiego, KPODR Minikowo.
 26. Przybyła C., Sojka M., Mrozik R., Wróżyński R., Pyszny K. 2015. Metodyczne i praktyczne aspekty planowania małej retencji. Bogucki Wydawnictwo Naukowe Poznań, 1-204.
 27. Strona Internetowa: Główny Urząd Statystyczny, Bank danych lokalnych. <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>
 28. Strona internetowa: Hydro IMGW-PIB, <https://hydro.imgw.pl>
 29. Strona Internetowa: Urząd Statystyczny w Bydgoszczy, <http://bydgoszcz.stat.gov.pl/dane-o-wojewodztwie/>

30. Strona internetowa: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Dane dotyczące stanu ekologicznego i chemicznego JCWP <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/maps/>
31. Treder W. 2022. Kodeks dobrych praktyk wodnych w ogrodnictwie. Wyd. Instytut Ogrodnictwa -PIB Skierniewice, 1-153.
32. Wawer R., Kolasińska K. (red.) 2020. Kodeks dobrych praktyk wodnych w rolnictwie. Praca zbiorowa, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 1-214.
33. Wawrzyniak B.M. 2002. Monografia rolnictwa województwa kujawsko-pomorskiego. Wydawnictwo WTN Włocławek, 1-526.
34. Woś. A. Zarys klimatu Polski. 1996. Wyd. Nauk. UAM. s. 300 ISBN 83-232-0755-0
35. Żarski J., Dudek S. 2000. Charakterystyka warunków termicznych i opadowych województwa kujawsko-pomorskiego w aspekcie potrzeb ochrony środowiska. Zeszyty Naukowe WSHE Włocławek, Ochrona Środowiska VI, 85-98.

II. Część graficzna

1. Mapy przeglądowe obszaru powiatu.

1. Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu mogileńskiego
2. Ryc. 1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu mogileńskiego
3. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu mogileńskiego
4. Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu mogileńskiego.
5. Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.
6. Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.
7. Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.
8. Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.
9. Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu mogileńskiego, zgodnie z PPSS.
10. Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu mogileńskiego, zgodnie z ISOK.

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.2.1. Położenie analizowanych zbiorników na tle mapy topograficznej.

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

1. Rys. 2.2.1. Przebieg opadów w Poznaniu i Bydgoszczy: a) – roczne sumy opadów atmosferycznych, b) – różnice rocznych sum w wieloleciu 1991-2020, c) sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym, d) – różnice sum opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB
2. Rys. 2.2.2. Przebieg temperatury w Poznaniu i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) – w przebiegu rocznym, b) – różnice średniej rocznej temperatury, c) w okresie wegetacyjnym, d) – różnice średniej temperatury w okresie wegetacyjnym. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB.
3. Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
4. Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
5. Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
6. Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
7. Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
8. Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
9. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

10. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie mogileńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).
11. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie mogileńskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
12. Ryc. 4.2.2. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie zimowym (październik–marzec) na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego;
13. Ryc. 4.2.3. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w powiatach woj. kujawsko-pomorskiego;
14. Fot. 6.4.1.1. Koryto rowu melioracyjnego zwykłego w Pomianach. Woda w Rowie występuje przez cały rok. Dno rowu w profilu od którego miałyby nastąpić przerzucenie wody (52°31'39.963"N 18°12'16.6628"E) ma rzędną 98.759, a w dniu 08.11.2025 zwierciadło wody miało rzędną 98.899 m.
15. Fot. 6.4.1.2. Koryto rowu melioracyjnego zwykłego w Pomianach.
16. Fot. 6.4.1.3. Przepust podwójny o średnicy 120 cm na rowie doprowadzającym wodę do Jeziora - dno 99.268, 52°31'43.3026"N 18°10'55.8486"E.
17. Fot. 6.4.1.4. Przepusty o średnicy 120 cm na rowie doprowadzającym wodę do Jeziora w m. Bartodziejewice
18. Fot. 6.4.1.5. Stan rowu w miejscu przerzutu wody działka 247/4, obręb Wójcin.
19. Fot. 6.4.1.6. Przepust o średnicy 100 cm na rowie w miejscu planowanego przerzutu.
20. Ryc. 6.4.1.3. Szczegółowy przebieg połączenia dwóch odcinków rowów melioracyjnych zwykłych – działki 247/4 i 100/27, obręb Wójcin.
21. Ryc. 6.4.1.4. Profil podłużny planowanego połączenia dwóch odcinków rowów melioracyjnych zwykłych – działki 247/4 i 100/27, obręb Wójcin.
22. Ryc. 6.4.1.5. Alternatywne połączenie w Wójcinie dwóch rowów i doprowadzenie wody do Jeziora, działka nr 284/22, obręb Wójcin - dno rowu 100.398, 52°31'16.2126"N 18°11'16.9627"E.
23. Ryc. 6.4.2.1. Jezioro Mokre (Białe) w biegu rzeki o nazwie Struga Faluska, zlewnia Zlewnie poziomu 7 o nazwie Struga Foluska do dopł. z Białych Błot o powierzchni 25,7 km² (źródło: Hydroportal ISOK)
24. Fot. 6.4.2.1. Jezioro Białe - lustro wody rzędna 99.66 m w dniu 09/11/2025.

25. Fot. 6.4.2.2. Jezioro Białe - lustro wody rzędna 99.66 m w dniu 09/11/2025.
26. Ryc. 6.4.2.2. Zlewnia Strugi Faluskiej do profilu wylotu wód z Jeziora Białego.
27. Fot. 6.4.2.3 Koryto Strugi Faluskiej powyżej Jeziora Białego
28. Fot. 6.4.2.4. Uregulowane koryto Strugi Faluskiej powyżej Jeziora Białego
29. Fot. 6.4.2.5. Przepust na Strudze Faluskiej bezpośrednio powyżej jeziora, rzędna 101,11 m.
30. Fot. 6.4.2.6. Zastawka na odpływie z Jeziora Białego. Dno zastawki od strony jeziora rzędna 100.214 m (fotografia po lewej). Ciek poniżej Jeziora Białego - lustro wody 95,278 m, 52°44'58.9129"N 17°56'35.0278"E (fotografia po prawej).
31. Ryc. 6.4.2.3. Numeryczny model terenu otoczenia Jeziora Białego o powierzchni 61,01 ha. Zasięg linii brzegowej dla rzędnej ok. 100 m n.p.m.
32. Ryc. 6.4.2.4. Profil poprzeczny na wypływie z jeziora. Dno zastawki jest na rzędnej 100,22. Istnieje możliwość spiętrzenia wód o 2 m i ustanowienia normalnego poziomu piętrzenia (NPP) na rzędnej 102,20 m
33. Ryc. 6.4.2.5. Przekrój poprzeczny przez czaszę jeziora wraz z wskazaniem NPP na rzędnej 102,2 m.
34. Ryc. 6.4.2.6. Zasięg linii brzegowej jeziora przy ustanowieniu NPP na rzędnej 102,2 m.

4. Legendy i opisy map.

1. ET_0 – ewapotranspiracja potencjalna
2. ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju
3. IMGW-PIB - Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
4. ITP-PIB – Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy
5. IUNG-PIB – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
6. KBW – Klimatyczny Bilans Wodny
7. KIP – Karta Informacyjna Przedsięwzięcia
8. LPW – Lokalne Partnerstwa Wodne
9. NBS – (ang. Natural Based Solution), rozwiązania oparte na naturze
10. PG Wody Polskie – Państwowe Gospodarstwo Wody Polskie
11. PPSS – Plany Przeciwdziałania Skutkom Suszy

