



KRAJOWY
PLAN
ODBUDOWY



Rzeczpospolita
Polska

Sfinansowane przez
Unię Europejską
NextGenerationEU



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

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Grudziądzkiego”

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. Michał Habel, prof. uczelni, *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.....	5
1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi.	5
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.	6
1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego).	7
2. Charakterystyka obszaru.....	10
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozelewnie.	10
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).	11
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	14
2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych).	16
3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.	17
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.	17
3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych	18
3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe.....	26
4. Koncepcja systemu małej retencji.....	32
4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią.....	32
4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie według wybranych wskaźników..	33
5. Proponowane środki i rozwiązania.	38
5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).39	
5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.	39
5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych). 40	
5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej.	41

5.5.	Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych).	44
5.6.	Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby).	52
6.	Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).....	59
6.1.	Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.....	59
6.2.	Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).	60
6.3.	Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).....	61
6.4.	Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.	73
6.4.1.	Ustabilizowanie poziomu wody w zbiorniku wodnym Wałdowo Szlacheckie	73
6.4.2.	Odtworzenie pierwotnego poziomu wody Jeziora Zamkowego	86
7.	Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.	93
7.1.	Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).....	93
7.2.	Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.	96
7.3.	Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).....	99
8.	Wnioski i rekomendacje końcowe	109
8.1.	Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji	109
8.2.	Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych.....	110
8.3.	Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań na inne obszary	111
9.	Literatura.....	113
II. Część graficzna		
1.	Mapy przeglądowe obszaru powiatu.....	115
2.	Mapy koncepcyjne rozwiązań.....	116
3.	Rysunki schematyczne i przekroje.....	116
4.	Legendy i opisy map.....	118

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 działania Lokalnego Partnerstwa Wodnego (LPW) Powiatu Grudziądzkiego jest jednoznacznie wskazywana w obowiązujących dokumentach planistycznych i strategicznych, zarówno na poziomie powiatu, jak i poszczególnych gmin. Zagadnienia związane z poprawą bilansu wodnego, zwiększaniem retencji wód opadowych i roztopowych oraz przeciwdziałaniem skutkom suszy i powodzi są podnoszone m.in. w Powiatowym Planie Wodnym, dokumentach planistycznych gmin oraz w regionalnych i krajowych dokumentach z zakresu gospodarki wodnej i adaptacji do zmian klimatu. Dokumenty te podkreślają konieczność podejmowania skoordynowanych działań ukierunkowanych na zatrzymywanie wody w krajobrazie oraz racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi.

Dotychczasowe opracowania i doświadczenia funkcjonujących Lokalnych Partnerstw Wodnych wskazują, że rozwój systemów małej retencji oraz poprawa gospodarki wodnej na terenach rolniczych stanowią jeden z kluczowych priorytetów planowania wodnego w województwie kujawsko-pomorskim, w tym w powiecie grudziądzkim. Potrzeba ta wynika z obserwowanej w ostatnich latach rosnącej częstotliwości i intensywności zjawisk ekstremalnych, w szczególności długotrwałych okresów bezopadowych, występowania suszy rolniczej i hydrologicznej, a także gwałtownych opadów powodujących szybki odpływ wód powierzchniowych i lokalne podtopienia.

Powiat grudziądzki charakteryzuje się zróżnicowanymi, lecz w wielu obszarach niekorzystnymi uwarunkowaniami hydrologicznymi. Znaczną część powierzchni powiatu stanowią tereny użytkowane rolniczo, o ograniczonej naturalnej retencji glebowej oraz przekształconej sieci hydrograficznej. Pomimo obecności Wisły i jej doliny, lokalne zlewnie mniejszych cieków oraz obszary oddalone od głównych rzek cechują się niewielką zdolnością do magazynowania wody, dużą zmiennością poziomów wód gruntowych oraz szybkim odpływem wód opadowych i roztopowych.

Istotnym problemem jest niedostatecznie rozwinięta i w wielu przypadkach zdekapitalizowana infrastruktura retencyjna, obejmująca niewielką liczbę zbiorników wodnych, oczek wodnych, urządzeń piętrzących oraz obiektów umożliwiających czasowe zatrzymanie wody w ciekach i rowach melioracyjnych. Funkcjonujące systemy melioracyjne, projektowane głównie w celu szybkiego odwadniania terenów, nie są w wystarczającym stopniu dostosowane do aktualnych wyzwań klimatycznych i potrzeb retencyjnych, co prowadzi do nadmiernego odpływu wody poza obszar zlewni.

Dodatковым czynnikiem pogarszającym bilans wodny powiatu jest intensywna gospodarka rolna prowadzona bez kompleksowych rozwiązań prorretencyjnych, takich jak zwiększanie retencji glebowej, odtwarzanie elementów krajobrazu sprzyjających infiltracji czy wykorzystanie wód opadowych w miejscu ich powstania. W konsekwencji zasoby wodne nie są efektywnie wykorzystywane, a deficyty wody w okresach wegetacyjnych ulegają pogłębieniu.

Uwarunkowania przyrodnicze, hydrologiczne i gospodarcze powiatu grudziądzkiego jednoznacznie wskazują na konieczność wdrażania działań ukierunkowanych na lokalne zatrzymywanie wód opadowych i roztopowych. Działania te powinny opierać się zarówno na rozwiązaniach przyrodniczych i krajobrazowych, jak i na rozwoju infrastruktury małej retencji, w tym m.in. budowie i modernizacji oczek wodnych, stawów, niewielkich zbiorników retencyjnych, urządzeń piętrzących oraz renaturyzacji wybranych odcinków cieków.

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

Powiat grudziądzki położony jest w północnej części województwa kujawsko-pomorskiego. Powierzchnia powiatu wynosi 728,7 km², co stanowi około 4,1% powierzchni województwa. Siedzibą administracyjną powiatu jest miasto Grudziądz, które posiada status miasta na prawach powiatu i nie wchodzi w skład powiatu ziemskiego. W skład powiatu grudziądzkiego wchodzi gminy: Grudziądz (gmina wiejska), Gruta, Łasin, Radzyń Chełmiński, Rogóźno oraz Świecie nad Osą.

Powiat graniczy z powiatami: wąbrzeskim, brodnickim, chełmińskim oraz świeckim.



Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu grudziądzkiego

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:

- **Strategia Rozwoju Powiatu Grudziądzkiego na lata 2025-2035** to kluczowy dokument planistyczny, który wyznacza kierunki rozwoju powiatu na najbliższe lata.
- **Powiatowy Plan Wodny Powiatu Grudziądzkiego – 2021-2030, KPODR w Minikowie** Dokument wskazuje na potrzebę zwiększenia retencji w gminach Gruta i Radzyń Chełmiński, gdzie występują problemy z odpływem wód opadowych i intensywnym użytkowaniem 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 zarządzaniu zasobami wodnymi. Wskazuje na potrzebę dostosowania działań retencyjnych do warunków hydrologicznych i struktury użytkowania gruntów w powiecie grudziądzkim.

– **Lokalne Partnerstwa Wodne – stan obecny i perspektywy – 2023, KPODR Minikowo.**

Opracowanie opisuje funkcjonowanie LPW w powiecie grudziądzkim, 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 mikrozlewnie.

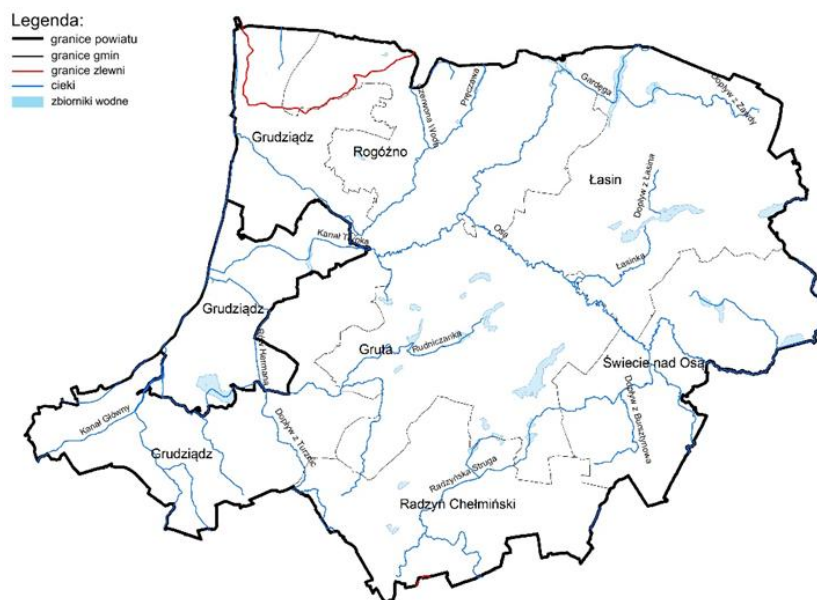
Powiat grudziądzki położony jest w północno-wschodniej części województwa kujawsko-pomorskiego, na obszarze o istotnym znaczeniu hydrologicznym wynikającym z bezpośredniego sąsiedztwa doliny dolnej Wisły. Od wschodu powiat graniczy z województwem pomorskim, od południa z powiatem chełmińskim, natomiast od zachodu i północy z miastem Grudziądz. Położenie to w sposób zasadniczy determinuje warunki przyrodnicze, układ sieci hydrograficznej oraz kierunki odpływu wód powierzchniowych.

Pod względem fizycznogeograficznym obszar powiatu zlokalizowany jest głównie w obrębie Pojezierza Chełmińskiego oraz Doliny Dolnej Wisły. Rzeźba terenu została ukształtowana w wyniku procesów glacialnych i fluwioglacialnych, czego efektem jest występowanie wysoczyzn morenowych, falistych powierzchni sandrowych oraz wyraźnie zaznaczonej doliny Wisły. Zróżnicowanie wysokości terenu sprzyja intensywnemu spływowi powierzchniowemu, szczególnie na obszarach wysoczyznowych użytkowanych rolniczo.

Ukształtowanie terenu powiatu cechuje się znacznymi deniwelacjami pomiędzy obszarami wysoczyzn a dolinami cieków. Wysoczyzny morenowe dominujące w centralnej i południowej części powiatu charakteryzują się ograniczoną naturalną retencją powierzchniową oraz szybkim odpływem wód opadowych i roztopowych. Dolina Wisły, stanowiąca wschodnią granicę powiatu, pełni rolę głównego odbiornika wód powierzchniowych i istotnego elementu systemu hydrologicznego regionu.

Znaczna część powiatu grudziądzkiego położona jest w dorzeczu Wisły, której dolina stanowi najważniejszy element hydrograficzny regionu. Dolina Wisły w tym

odcinku jest szeroka i urozmaicona, z licznymi terasami zalewowymi i starorzeczami. Oprócz Wisły na terenie powiatu występują mniejsze cieki, takie jak Gardęga, Osa czy Struga Łasińska, które zasilają lokalny system wodny i mają znaczenie dla rolnictwa oraz retencji.



Ryc. 1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu grudziądzkiego

Intensywne użytkowanie rolnicze przyczyniły się do ograniczenia naturalnej retencji i obniżenia poziomu wód gruntowych. Jednocześnie lokalne obniżenia terenu, doliny niewielkich cieków oraz obszary przyległe do Wisły stwarzają istotny potencjał do rozwoju działań z zakresu małej retencji.

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

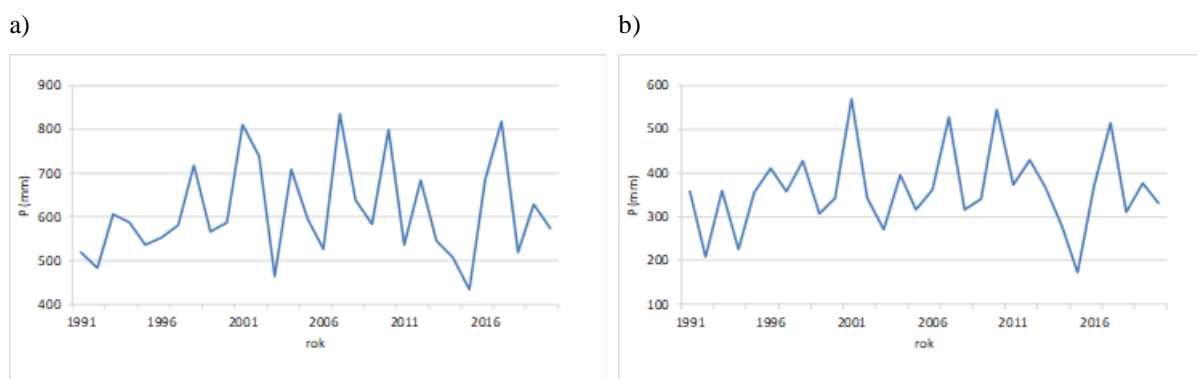
Powiat grudziądzki leży na pograniczu regionu klimatycznego określanego jako Region Wschodniopomorski (Woś, 1996). O miejscowym klimacie głównie decydują masy powietrza polarno-morskiego napływające z kierunków zachodnich i północno-zachodnich. Ten typ cyrkulacji powietrza powoduje częste zmiany pogody 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 (Bąk i Maszewski, 2012). Reprezentatywne dane

klimatyczne dla powiatu grudziądzkiego pochodzą ze stacji meteorologicznej IMGW-PIB w Chojnicach leżącej na zachód od tego powiatu na kierunku napływającego powietrza. Analizę danych opadowych i termicznych opracowano dla referencyjnego i zalecanego przez WMO wielolecia 1991-2020. Podstawowe statystyki dotyczące rozkładu opadów i temperatury w badanym wieloleciu przedstawiono w tabeli 2.2.1.

Tab. 2.2.1. Statystyki rozkładu opadów i temperatury w okresach rocznych (I-XII) i wegetacyjnych (IV-IX) w latach 1991-2020; źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy na podstawie danych IMGW-PIB

Statystyki	P (mm) I-XII	P (mm) IV-IX	T (°C) I-XII	T (°C) IV-IX
Średnia	612	362	8,1	14,2°C
Minimum	433	178	5,9	12,7
Maksimum	835	571	9,5	16,4

Najbardziej wilgotnymi miesiącami były lipiec, ze średnią sumą opadów 81 mm oraz sierpień 72 mm, a najbardziej suchymi kwiecień – 30 mm i luty – 31 mm. Opady w sezonie IV-IX stanowiły 59% opadów rocznych. Przebieg zmienności opadów przedstawiono na rys. 2.2.1.



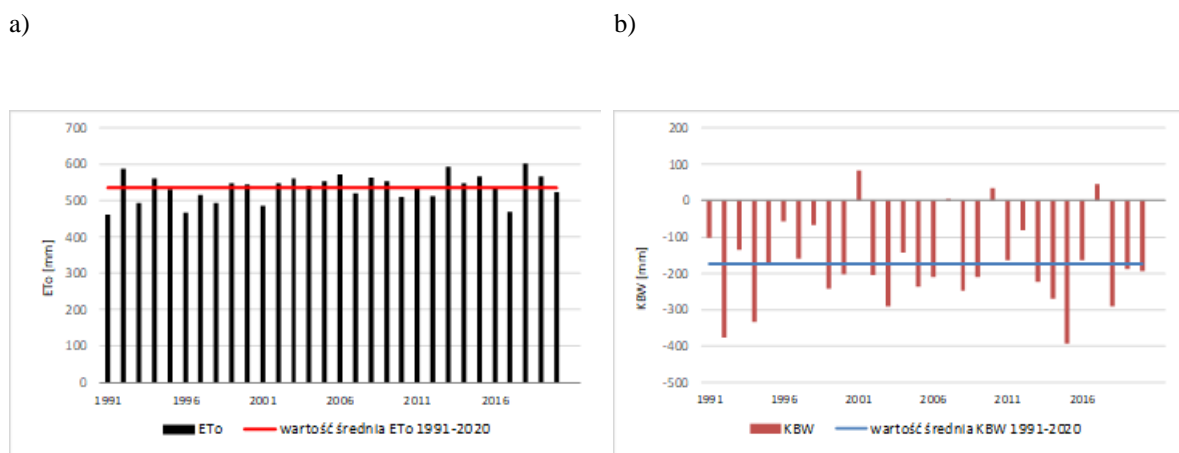
Rys. 2.2.1. Sumy opadów atmosferycznych w Chojnicach w wieloleciu 1991-2020: a) w przebiegu rocznym, b) w okresie wegetacyjnym (IV-IX); źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy na podstawie danych IMGW-PIB

Najzimniejsze miesiące w Chojnicach to styczeń (-1,1°C) i luty (-0,1°C), a najcieplejsze to lipiec (19,3°C) oraz sierpień (18,9°C). Przebieg temperatury w Chojnicach w wieloleciu 1991-2020 przedstawiono na rys. 2.2.2.



Rys. 2.2.2. Przebieg temperatury w Chojnicach w wieloleciu 1991-2020: a) w przebiegu rocznym, b) w okresie wegetacyjnym (IV-IX); źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy na podstawie danych IMGW-PIB

W badanym wieloleciu ewapotranspiracja ET_0 w okresie wegetacyjnym miała średnią wartość 535 mm i zmieniała się od 460 mm do 601 mm. Średni niedobór opadów w stosunku do ewapotranspiracji wyrażony wskaźnikiem KBW wynosił -173 mm i charakteryzował się dużą zmiennością. W 2015 r. deficyt opadów wyniósł -393 mm, zaś w 2001 r. suma opadów była większa od KBW o 83 mm. Przebieg wartości ET_0 i KBW w poszczególnych latach w wieloleciu 1991-2020 przedstawiono na rys. 2.2.3.



Rys. 2.2.3. Przebieg ET_0 (mm) i KBW (mm) w Chojnicach w sezonie wegetacyjnym w wieloleciu 1991-2020.; źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy na podstawie danych IMGW-PIB

Porównując wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 jest zauważalny trend wzrostu temperatury i jednocześnie niewielki wzrost opadów. Wzrosła też nieznacznie wielkość ET_0 i jednocześnie pogłębił się deficyt opadów. Powyższe trendy pogarszały warunki zaopatrzenia rolnictwa w niezbędne ilości wody potrzebnej do prowadzenia działalności rolniczej. Na przestrzeni 50 lat obserwowano nie tylko wyczerpywanie zasobów wody w glebie, jak również stwierdzono zanik lub poważne ograniczenia pozyskiwania wody

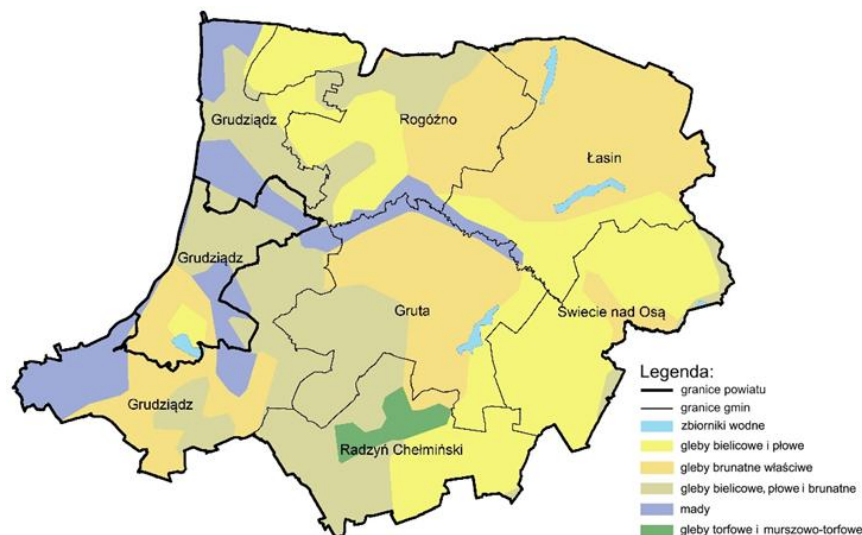
z rowów melioracyjnych, stawów czy śródpolnych oczek wodnych. W coraz częstszych okresach suszy meteorologicznej następowało również znaczne obniżenie się poziomu wód gruntowych, co zagrażało uprawom rolnym (zwłaszcza roślinom nisko korzeniącym się), a także plantacjom warzyw, sadom i trwałym użytkom zielonym. Przy zachowaniu powyższych trendów można oczekiwać w najbliższych latach w powiecie grudziądzkim dalszego zagrożenia suszą meteorologiczną i rolniczą.

Warunki hydrologiczne. Największe natężenie przepływu w granicach powiatu cechuje rzeka Wisła. Średni roczny przepływ Wisły w rejonie Grudziądza (posterunek wodowskazowy Grudziądz) wynosi około $1080\text{--}1100\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Mniejsze dopływy, takie jak Osa, osiągają przepływy rzędu $3\text{--}4\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, natomiast Gardęga charakteryzuje się przepływem średnim na poziomie około $1,5\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$.

Powiat charakteryzuje się umiarkowanymi wielkościami średniego rocznego odpływu jednostkowego. Na większości obszaru utrzymują się one na poziomie $2,5\text{--}3,0\text{ dm}^3\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$, natomiast w dolinie Drwęcy są wyraźnie wyższe. Bilans wodny regionu kształtowany jest przez lokalne uwarunkowania środowiskowe oraz specyficzne cechy klimatyczne typowe dla północno-wschodniej części województwa. Specyfika lokalnych warunków prowadzi do nierównomiernego rozkładu zasobów wodnych. Doliny rzek gromadzą większe ilości wód powierzchniowych, natomiast na pozostałym obszarze powiatu bilans wodny pozostaje wyraźnie uboższy.

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 terenie powiatu grudziądzkiego dominują gleby mineralne powstałe na podłożu polodowcowym. Największe powierzchnie zajmują gleby brunatne i płowe, które występują głównie na wysoczyznach morenowych. W północnej części, w rejonie doliny Osy, spotyka się także gleby bielcowe o mniejszej wartości rolniczej. W dolinach Wisły i jej dopływów obecne są gleby organiczne (torfowe i murszowe), które zajmują mniejsze powierzchnie, lecz znaczące przyrodniczo i hydrologicznie. W południowej części powiatu występują także czarne ziemie, cenione w rolnictwie ze względu na wysoką żyzność i dobre właściwości retencyjne.



Rys. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu grudziądzkiego

Powiat grudziądzki należy do obszarów o intensywnym wykorzystaniu rolniczym. Użytki rolne zajmują około 78% powierzchni powiatu, lasy obejmują około 15%, obszary zabudowane i komunikacyjne stanowią około 4%, natomiast inne grunty (np. wody i nieużytki) około 3%. W strukturze użytków rolnych największy udział mają grunty orne (ok. 67%), trwałe użytki zielone zajmują około 10%, natomiast sady około 2-3%.

Na terenie powiatu występują liczne wody powierzchniowe, powiązane przede wszystkim z doliną Wisły oraz mniejszymi dopływami, takimi jak Osa czy Gardęga. Do istotniejszych cieków należą także Marusza, Struga Radzyńska, Lutryna, Pręczawa i Łasinka. Wszystkie te rzeki odprowadzają wody z obszaru powiatu do Wisły, tworząc spójną sieć hydrograficzną. Charakterystycznym elementem krajobrazu są również jeziora o różnicowanym pochodzeniu, które wzbogacają lokalne środowisko przyrodnicze.

Jeziorność jest niewielka – pojedyncze zbiorniki wodne o powierzchni kilkudziesięciu hektarów pełnią funkcje lokalne i przyrodnicze. Stan ekologiczny wód powierzchniowych oceniany jest jako umiarkowany – Wisła w tym odcinku utrzymuje dobre parametry hydrologiczne, natomiast mniejsze cieki i jeziora są narażone na presję rolniczą i lokalne zanieczyszczenia.

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

Analiza dokumentów planistycznych i strategicznych, w tym PPSS, PPW oraz opracowań regionalnych, wskazuje, że powiat grudziądzki należy do obszarów szczególnie narażonych na narastające problemy wodne związane ze zmianami klimatu oraz wieloletnimi przekształceniami hydrologicznymi. Najistotniejsze zidentyfikowane zagrożenia obejmują występowanie suszy rolniczej i hydrologicznej, lokalne podtopienia, nasilającą się erozję gleb oraz obniżanie poziomu wód gruntowych.

Jednym z kluczowych problemów wodnych na obszarze powiatu grudziądzkiego jest susza rolnicza.. Dominacja gruntów ornych, uproszczona struktura krajobrazu rolniczego oraz niewielki udział trwałych użytków zielonych i terenów podmokłych powodują szybkie przesychanie gleb oraz spadek ich zdolności do magazynowania wody. Susza rolnicza negatywnie wpływa na plonowanie upraw, stabilność produkcji rolnej oraz sytuację ekonomiczną gospodarstw.

Zjawiskom suszy rolniczej towarzyszy susza hydrologiczna, przejawiająca się obniżeniem przepływów w ciekach oraz spadkiem poziomu wód powierzchniowych. Dotyczy to w szczególności niewielkich cieków i rowów melioracyjnych, które w okresach suchych ulegają okresowemu wysychaniu. Ograniczona retencja krajobrazowa oraz dominująca funkcja odwadniająca systemów melioracyjnych przyczyniają się do szybkiego odpływu wód opadowych i roztopowych, co pogłębia deficyty wodne w skali lokalnych zlewni.

Obserwuje się lokalne podtopienia, występujące głównie po intensywnych, krótkotrwałych opadach atmosferycznych. Zjawiska te są efektem niewystarczającej pojemności retencyjnej zlewni, szybkiego spływu powierzchniowego z terenów wysoczyznowych oraz ograniczonej drożności i funkcjonalności systemów odprowadzania wód. Podtopienia dotyczą zarówno terenów rolniczych, jak i obszarów zabudowanych, powodując straty materialne oraz czasowe wyłączenie gruntów z użytkowania.

Istotnym problemem środowiskowym powiązanim z warunkami wodnymi jest erozja gleb, szczególnie na terenach o falistej rzeźbie terenu i intensywnym użytkowaniu rolniczym. Nasilone spływy powierzchniowe w trakcie gwałtownych opadów prowadzą do zmywania warstwy próchnicznej, degradacji gleb oraz transportu rumowiska do cieków i rowów melioracyjnych. Procesy erozyjne przyczyniają się do pogorszenia jakości gleb, zamulania cieków oraz dalszego ograniczenia ich zdolności retencyjnych.

Diagnoza ta uzasadnia konieczność wdrażania kompleksowych działań z zakresu małej retencji, modernizacji systemów melioracyjnych oraz rozwiązań opartych na przyrodzie, ukierunkowanych na poprawę bilansu wodnego i zwiększenie odporności powiatu grudziądzkiego na skutki zmian klimatu.

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.

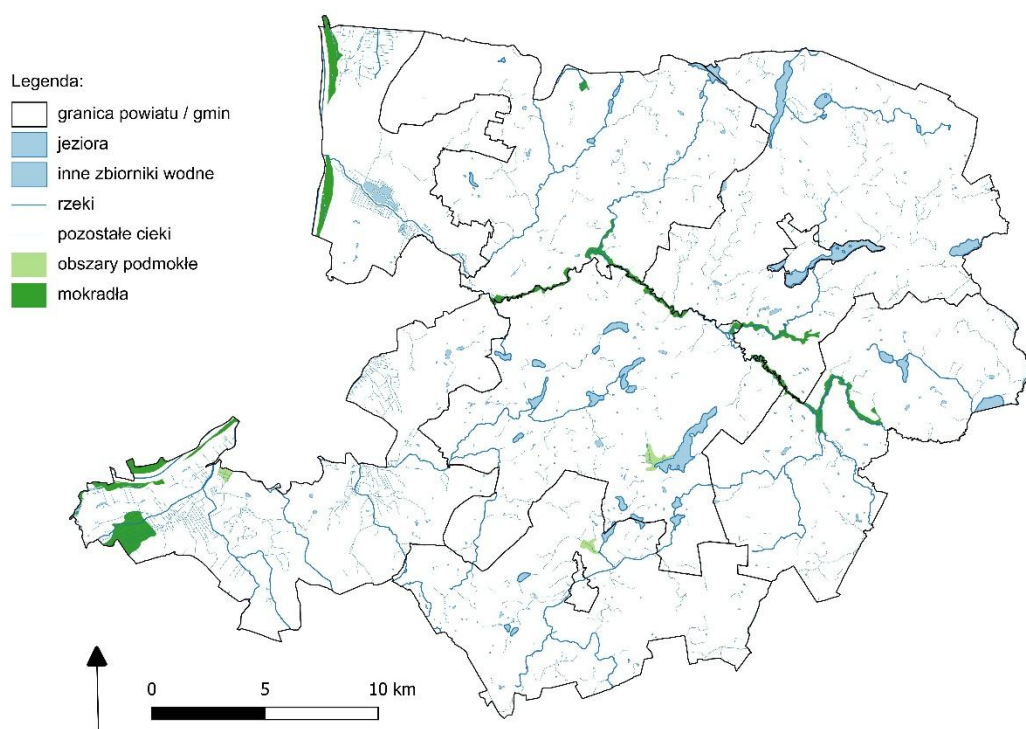
Powiat grudziądzki cechuje stosunkowo bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się rzeki dorzecza Wisły, w przeważającej części zlewni cząstkowej rzeki Wisły od Drwęcy do ujścia oraz w bardzo niewielkim zakresie zlewni cząstkowej rzeki Nogat.

Głównymi ciekami w dorzeczu Wisły, są poza Wisłą na odcinku od Wiąskich Piasków do Nowego, są: Osa z dopływami: Pręczawą, Gardęgą, Łasinką, Radzyńską Strugą oraz Lutryną. Poza tym dopływami Wisły są Rudniczanka i Rów Hermana, Kanał Główny i Młynówka. Natomiast w zlewni cząstkowej Nogatu, jedynym ciekim jest ok. 2,5 km długości Kanał Palemona.

W obszarze powiatu grudziądzkiego znajdują się liczne jeziora, do kluczowych należą: jeziora Szywałd, Nogat, Kuchnia (w zlewni rzeki Gardęgi), jeziora Święte, Płowęż, Łasińskie (w zlewni rzeki Osy), jezioro Mełno (w zlewni Radzyńskiej Strugi) oraz jeziora Duże, Wilczak, Skąpe (w zlewni rzeki Rudniczanka).

W obrębie powiatu znajduje się również znaczący odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje w dnie doliny Wisły oraz w dnach dolin mniejszych cieków powiatu – m.in. Osy i zagłębieniach terenu przy większych jeziorach.

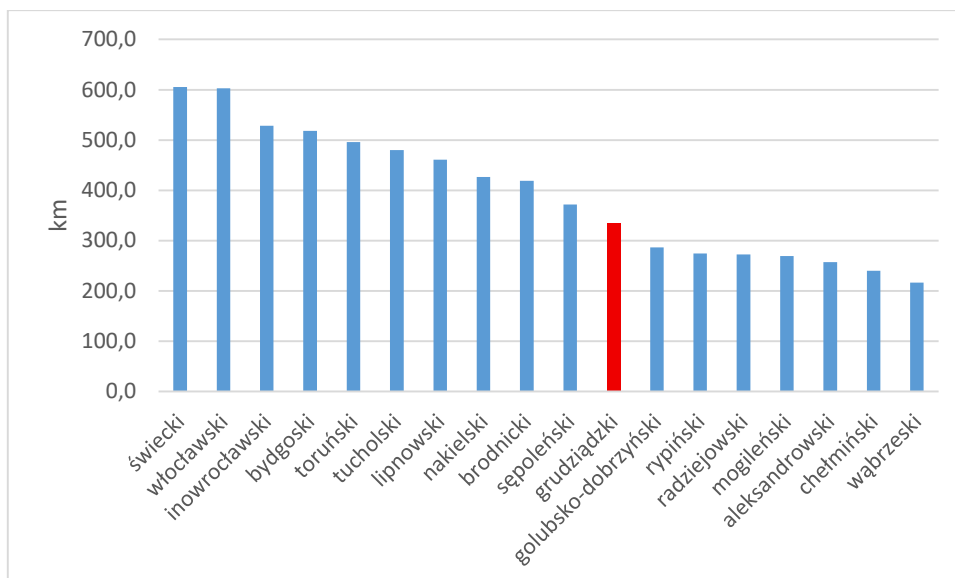
Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.



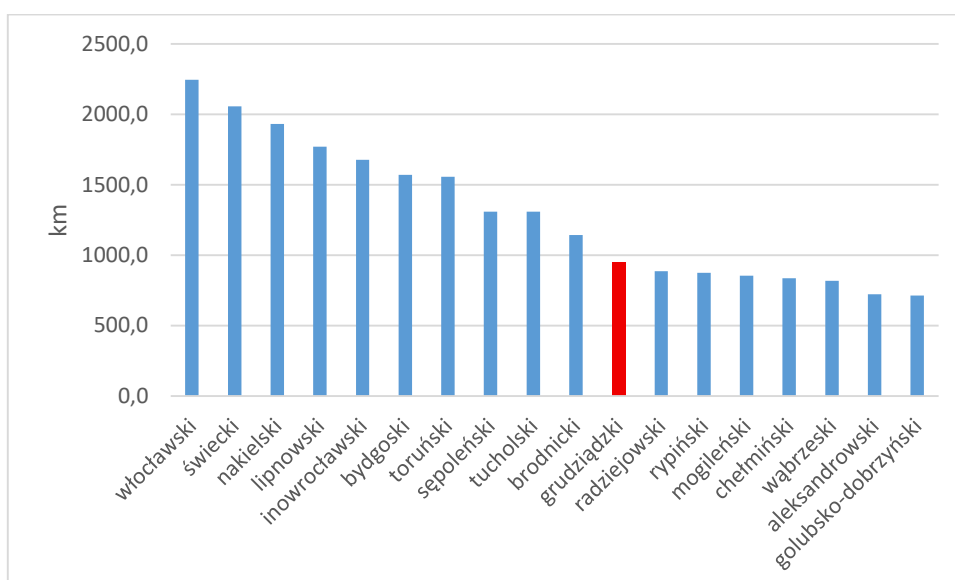
Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu grudziądzkiego.

3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie grudziądzkim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 335,7 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze, kanały i rowy, wynosi około 613,0 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 948,7 km.

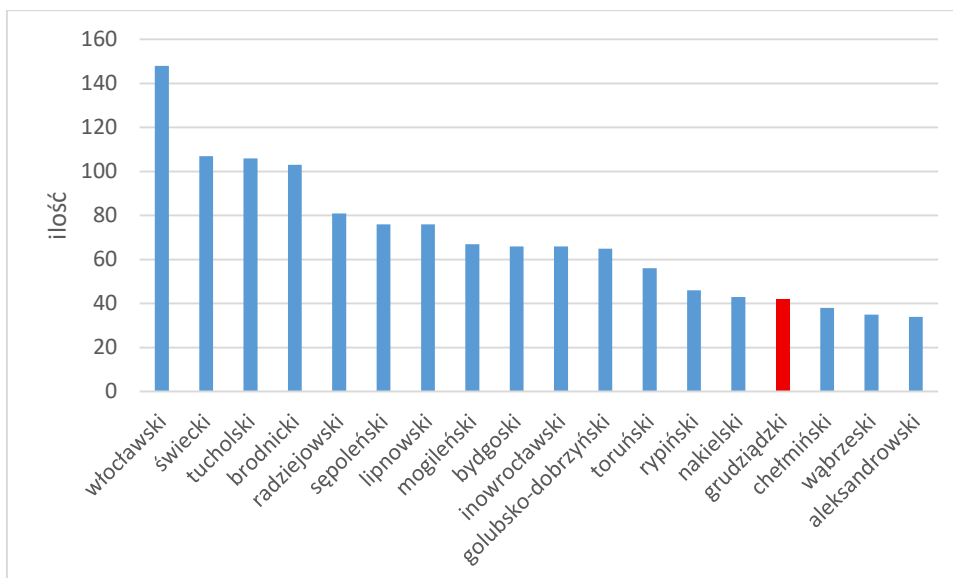


Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

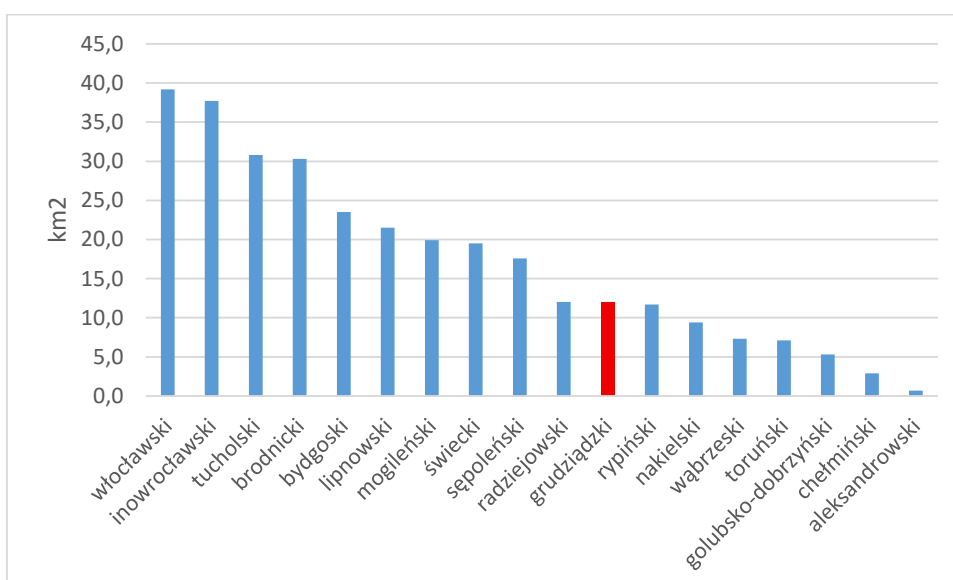


Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

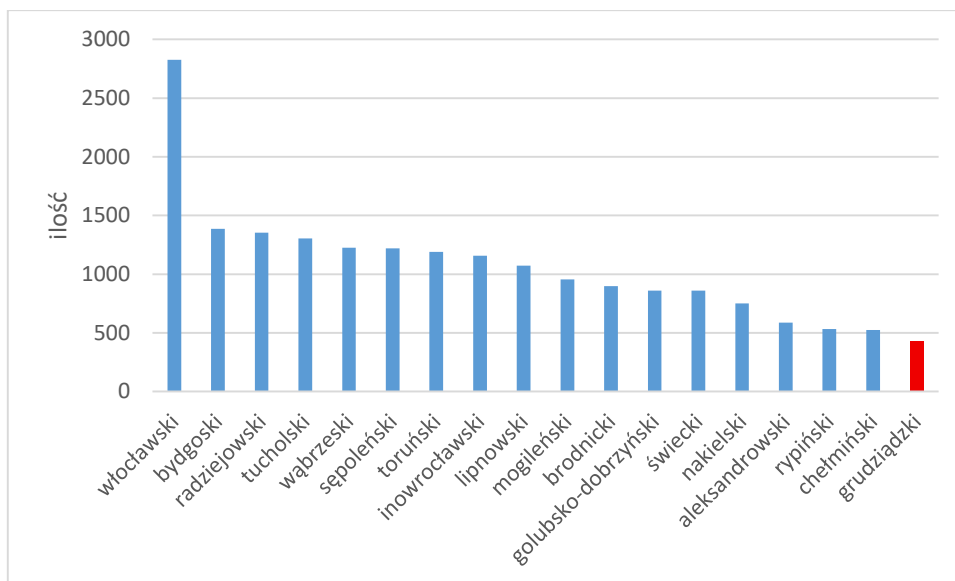
Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 42, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 2 480,2 m² do 1 638 849,1 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 11,9 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 430, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 689,4 m² do 385 500,3 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 3,6 km².



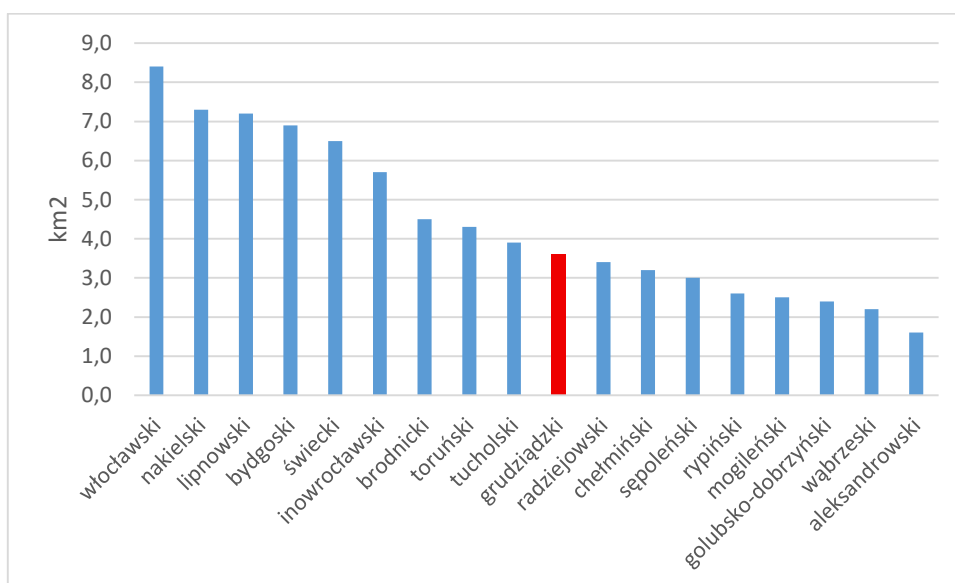
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



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

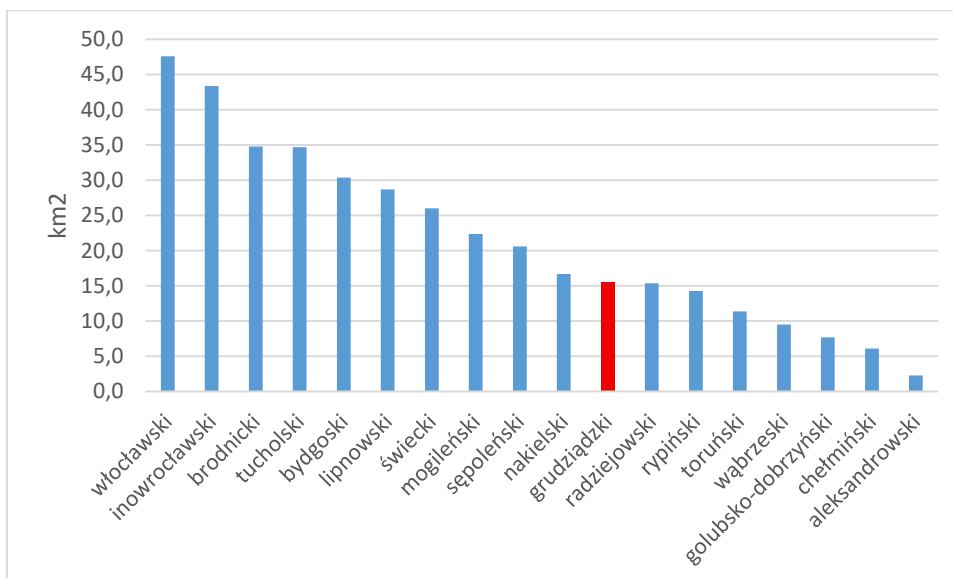


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

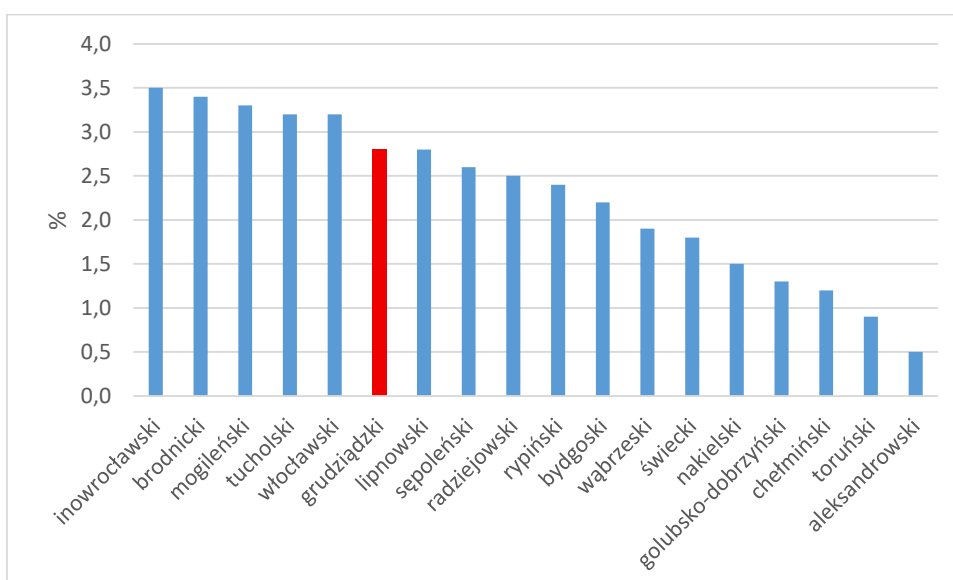


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu grudziądzkiego wynosi 15,5 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu grudziądzkiego na poziomie 554,9 km², jeziorność wynosi około 2,8%.



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



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

Wszystkie główne ciekі występujące w obrębie powiatu grudziądzkiego 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.

W obrębie powiatu grudziądzkiego rzeka Wisła prowadzi wody na odcinku od Wiąskich Piasków (na południowym-zachodzie) do Nowego (na północny). W całym analizowanym fragmencie rzeka Wisła skręca z kierunku północno-wschodniego na

pónocny. Cechą charakterystyczną jest morfometria doliny Wisły, gdzie na przemian występują odcinki węższe oraz baseny, np. grudziądzki. Odcinek Wisły zaliczany jest do jej dolnego biegu. Koryto rzeczne jak i sama dolina na analizowanym odcinku jest silnie przekształcona wskutek działalności człowieka.

Osa bierze swoje źródła w województwie warmińsko-mazurskim, w okolicach Iławy. W obszar powiatu grudziądzkiego wpływa w okolicy Lisnowa-Zamek, gdzie po krótkim odcinku zasila wodami jezioro Płowęż. Następnie płynie generalnie w kierunku północno-zachodnim odwadniając tereny o typowo rolniczym charakterze, jednakże same przyrzecza zlewniowe Osy porośnięte są lasami. Osa kończy bieg w okolicy Zakurzewa, uchodząc do Wisły. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Osy po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 1 602,6 km².

Pręczawa, jest prawobrzeżnym dopływem Osy, który w górnej części zlewni porośnięty jest lasami, a zlewnia posiada rzeczno-jeziorny charakter. Po zebraniu wód dopływu – Czerwonej Wody, charakter zlewni zmienia się na użytkowany rolniczo z płatami lasów. Rzeka uchodzi do Osy w okolicy Lisich Kątów. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Pręczawy po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 67,7 km², obejmując swym zasięgiem również część województwa pomorskiego.

Gardęga jest typową rzeką o rzeczno-jeziornym systemie przepływu, bierze swoje początki w okolicy Zawdy, przepływając w swoim biegu przez kilka jezior (Szynwałd, Nogat, Kuchnia) i mniejszych zbiorników. Zlewnia rzeki Gardęgi posiada typowo rolniczy charakter, z licznymi płatami powierzchni pokrytych lasami. Uchodzi do Osy w okolicy Rogóżna. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Gardęgi po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 311,7 km².

Łasinka jest stosunkowo niewielką rzeką powiatu grudziądzkiego, o typowo rolniczym charakterze zlewni w jej górnej części, oraz leśnym w odcinku ujściowym. W swoim biegu przepływa przez jedno z większych jezior powiatu – jezioro Łasińskie. Uchodzi do Osy w okolicy miejscowości Słupski Młyn. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Łasinki po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 70,6 km².

Radzyńska Struga posiada swoje źródła w powiecie wąbrzeskim, jednakże zdecydowana większość jej zlewni obejmuje powiat grudziądzki. Rzeka odwadnia obszar zdominowany przez grunty orne, jedynie w niewielkim stopniu obejmujący powierzchnie pokryte lasami. W biegu Radzyńskiej Strugi oraz jej dopływów występują liczne jeziora i zbiorniki wodne, wpływając na retencyjność zlewni. Radzyńska Struga uchodzi do

Lutryny w okolicy Świecia nad Osą. Łączna powierzchnia zlewni Radzyńskiej Strugi po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 108,8 km².

Lutryną w obrębie powiatu grudziądzkiego stanowi niewielki odcinek, uchodzący do Osy w okolicy Świecia nad Osą, a wpływając w granice powiatu w okolicy Nowego Młyna. W obrębie tego fragmentu płynie doliną porośniętą lasami, a otoczoną wyżej leżącymi obszarami użytkowanymi rolniczo. Łączna powierzchnia zlewni Lutryny po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 350,3 km², a w większości obejmuje terytorium powiatu wąbrzeskiego i brodnickiego.

Rudniczanka bierze swoje źródła w jeziorze Dużym, kolejno przepływa przez kolejne zbiorniki – jeziora Wilczak i Skąpe, zbierając wody z kolejnych dopływów, m.in. Dopływu spod Wiktorowa czy Dopływu z Turznic. Uchodzi do jeziora Rudnickiego Wielkiego w obrębie gminy M. Grudziądz. Łączna powierzchnia zlewni Rudniczanki po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 80,0 km².

Kanał Główny (nazywany również Kanałem Starogrodzkim) jest odbiornikiem wód z Żackiej Strugi oraz Młynówki. Większość powierzchni ich zlewni użytkowana jest rolniczo, w mniejszej części obejmuje obszary zurbanizowane i lasy.

Przez jezioro Nogat przepływa duża rzeka pojezierna Gardęga. Zlewnia całkowita jeziora, o powierzchni 266,2 km², w przeważającej części użytkowana jest rolniczo. Grunty orne dominują również w bezpośrednim otoczeniu jeziora. W strukturze wielkościowej gospodarstw znaczny udział posiadają wielkoobszarowe gospodarstwa rolne. Pod względem genetycznym jezioro zaliczane jest do typu rynnowego. Jego powierzchnia wynosi 117,7 ha, a głębokość maksymalna i średnia wynoszą odpowiednio 23,0 oraz 7,3 m. Ukształtowanie dna jest mało urozmaicone, a maksymalna głębokość znajduje się w północnej części jeziora. Pojemność jeziora Nogat to 8578,1 tys. m³.

Jezioro Kuchnia posiada powierzchnię 56,9 ha i pojemność 1299,6 tys. m³. W strukturze użytkowania ziemi zlewni całkowitej, o powierzchni 282,2 km², przeważają grunty rolne, których znaczna część należy do wielkoobszarowych gospodarstw rolnych. Tereny leśne porastają około 14 % powierzchni zlewni całkowitej. Są dominującą formą użytkowania ziemi w zlewni bezpośredniej jeziora. Największą jednostką osadniczą w zlewni całkowitej jest wieś Kisielice (woj. warmińsko-mazurskie). Jezioro Kuchnia jest silnie przepływowe, znajduje się w zlewni rzeki Gardęgi. Woda w jeziorze podlega wymianie około 30 razy w ciągu roku. Głębokość maksymalna oraz średnia jeziora Kuchnia wynoszą odpowiednio 5,1 oraz 2,3 m.

Jeziro Święte o powierzchni 60,9 ha i objętości 1241,1 tys. m³, zlokalizowane jest w zlewni rzeki Osy. Jest to jezioro o niewielkich głębokościach maksymalnych i średnich, wynoszących odpowiednio 3,2 i 2,0 m. Szerokość jeziora wynosi około 1,4 km, przy szerokości w największym miejscu około 560 m. Łączna długość linii brzegowej wynosi 3,7 km. Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora Święte wynosi 9,9 km².

Jeziro Płowęż położone jest w rozległym rozszerzeniu, stanowiącym część długiej rynny marginalnej. Powierzchnia jeziora wynosi 174,2 ha, a objętość wód to 6522,3 tys. m³. Płowęż jest jeziorem płytkim – głębokość maksymalna wynosi 6,3 m, przez które przepływa Osa, duża rzeka pojezierna, powodująca wielokrotną wymianę wody w ciągu roku. Od 2002 r. poziom zwierciadła wody jeziora stabilizowany jest stałym progiem kamienno-faszynowym. W bezpośrednim otoczeniu jeziora przeważają grunty orne. Lasy porastają północne zbocza rynny południowej. Głównym źródłem biogenów docierających do jeziora jest rzeka Osa, której zlewnia, o powierzchni całkowitej wynoszącej 502,0 km², jest użytkowana rolniczo.

Jeziro Łasińskie (Zamkowe) posiada powierzchnię 155,2 ha i objętość 2325,0 tys. m³. Zlewnia całkowita jeziora jest typową zlewnią rolniczą, z przewagą gruntów ornych. Na znacznej długości kontaktuje się ona bezpośrednio z linią brzegową jeziora. Do jeziora uchodzą 3 ciekł okresowe. Zlewnia całkowita jeziora posiada powierzchnię 34,0 km². Jezioro Łasińskie składa się z dwóch plos o różnej morfometrii, które łączą długie przewężenie. W plosie zachodnim znajduje się najgłębsze miejsce jeziora. Plosa wschodnie jest bardzo płytkie, położone są tu 3 wyspy. Ta część jeziora posiada cechy polimiktyczne. Głębokość maksymalna jeziora wynosi 5,2 m, a głębokość średnia zaledwie 1,5 m. W wyniku prac melioracyjnych poziom wody w jeziorze obniżył się w latach 1910–1982 o 1,4 m, a powierzchnia zmniejszyła się o 39 ha.

Jeziro Mełno posiada powierzchnię 155,2 ha i objętość 6746,0 tys. m³. W zlewni całkowitej jeziora, o powierzchni 19,0 km², przeważają grunty orne, gęsta jest również sieć melioracyjna i drenarska. Linia brzegowa jeziora jest urozmaicona. Półwysep występujący w środkowej części jeziora dzieli je na dwa plosa o odmiennych warunkach morfometrycznych. W głębszym południowo-zachodnim plosie wykształca się częściowa stratyfikacja wód. Plosa północno-wschodnie wykazuje cechy polimiktyczne. Głębokość maksymalna i średnia jeziora Mełno wynoszą odpowiednio 10,5 oraz 4,3 m.

Jeziro Skąpe posiada powierzchnię 28,7 ha oraz objętość 1048,6 tys. m³. Jest jeziorem rynnowym położonym w górnej części dorzecza Maruszy. Zlewnia całkowita

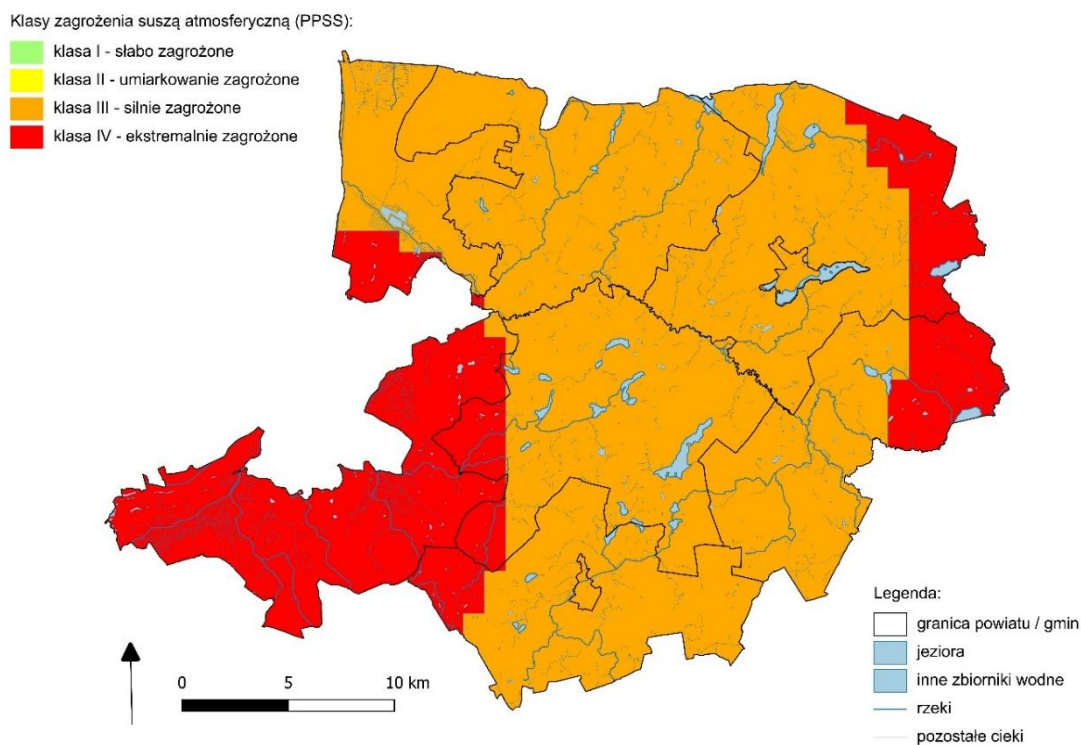
jeziora, o powierzchni 25,4 km², w której występują głównie gleby brunatne, jest intensywnie użytkowana rolniczo. Przez jezioro przepływa Marusza, dopływ Rudniczanki. Jezioro Skąpe cechuje niezbyt duża głębokość średnia (3,6 m), a głębokość maksymalna wynosi 9,3 m.

W obrębie powiatu grudziądzkiego sieć punktów wodowskazowych IMGW jest słabo rozbudowana, co uniemożliwia szczegółową charakterystykę warunków przepływu głównych cieków. Według usytuowania wodowskazów znajdują się trzy punkty pomiarowo kontrolne na rzece Osa w miejscowości Lisnowo i Rogóźno oraz na rzece Lutryna w Świeciu nad Osą. Dla wodowskazu Lisnowo nie określono stanu ostrzegawczego i alarmowego. Absolutne minimum wynosi 18 cm (09-08-1969 – 13-08-1969), a absolutne maksimum to 286 cm (01-01-1924). Dla wodowskazu Rogóźno stan ostrzegawczy wynosi 230 cm, a stan alarmowy 260 cm. Absolutne minimum to 18 cm (01-09-2015), a absolutne maksimum 336 cm (15-07-1980, 16-07-1980). Lutryna w Świeciu nad Osą nie ma określonych stanów ostrzegawczych i alarmowych. Absolutne minimum wynosi 41 cm (04-02-1973), a absolutne maksimum to 249 cm (14-07-1980).

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.

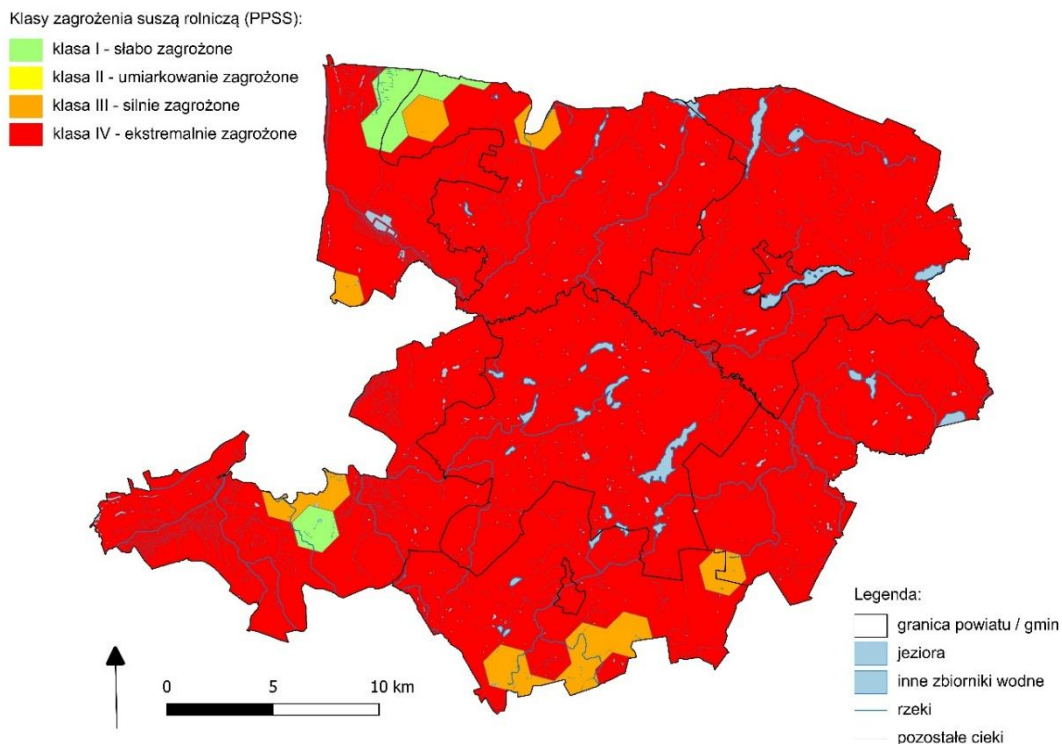
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu grudziądzkiego wskazuje, że jego krańce południowo-zachodnie oraz wschodnie odpowiadają ekstremalnemu zagrożeniu (klasa IV), natomiast pozostały obszar charakteryzuje zagrożenie silne (klasa IV) (rycina 3.3.1).



Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu grudziądzkiego, 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.

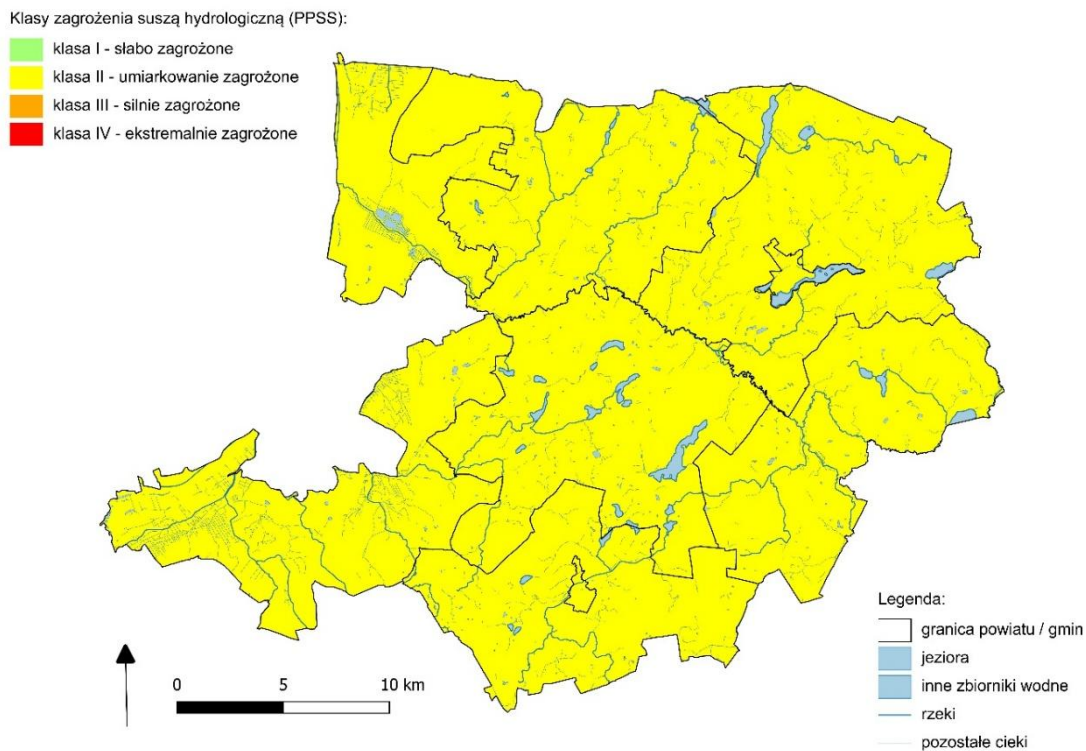
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu grudziądzkiego wskazuje, że w przeważającej części występuje ekstremalne zagrożenie (klasa IV), jedynie w izolowanych miejscach – zlewni cząstkowej Nogatu oraz na południe od Grudziądza, zagrożenie odpowiada klasie I - słabej (rycina 3.3.2).



Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu grudziądzkiego, 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.

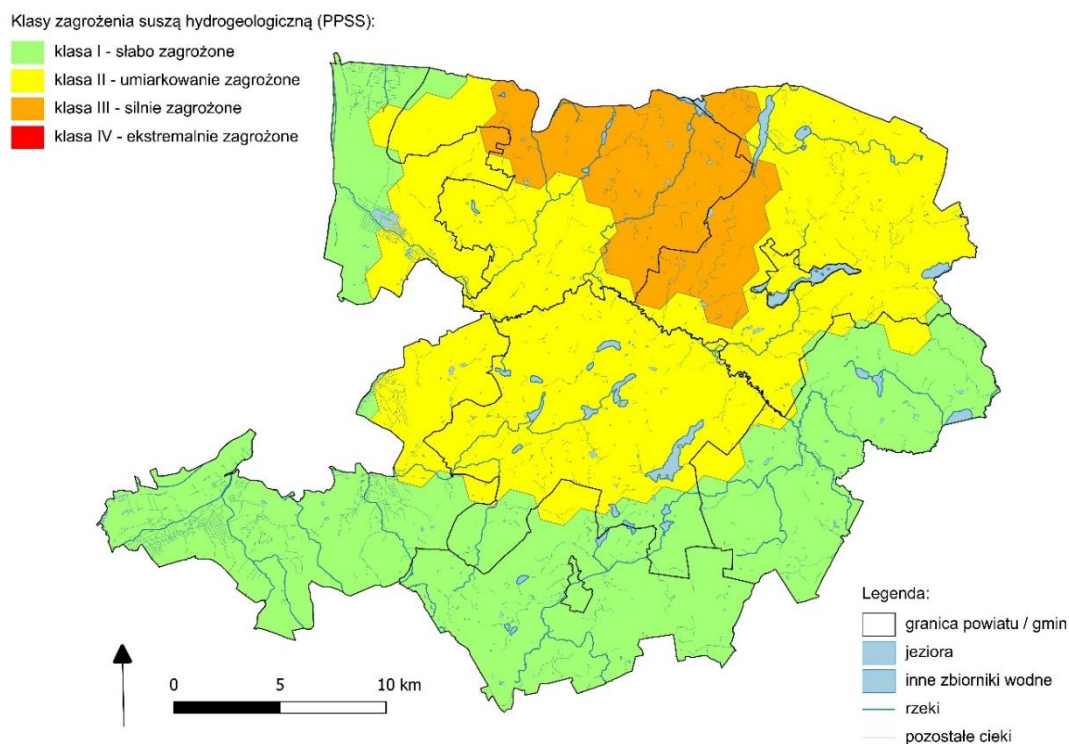
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu grudziądzkiego wskazuje, że na całym obszarze odpowiada ono umiarkowanemu zagrożeniu (klasa II) (rycina 3.3.3).



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

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

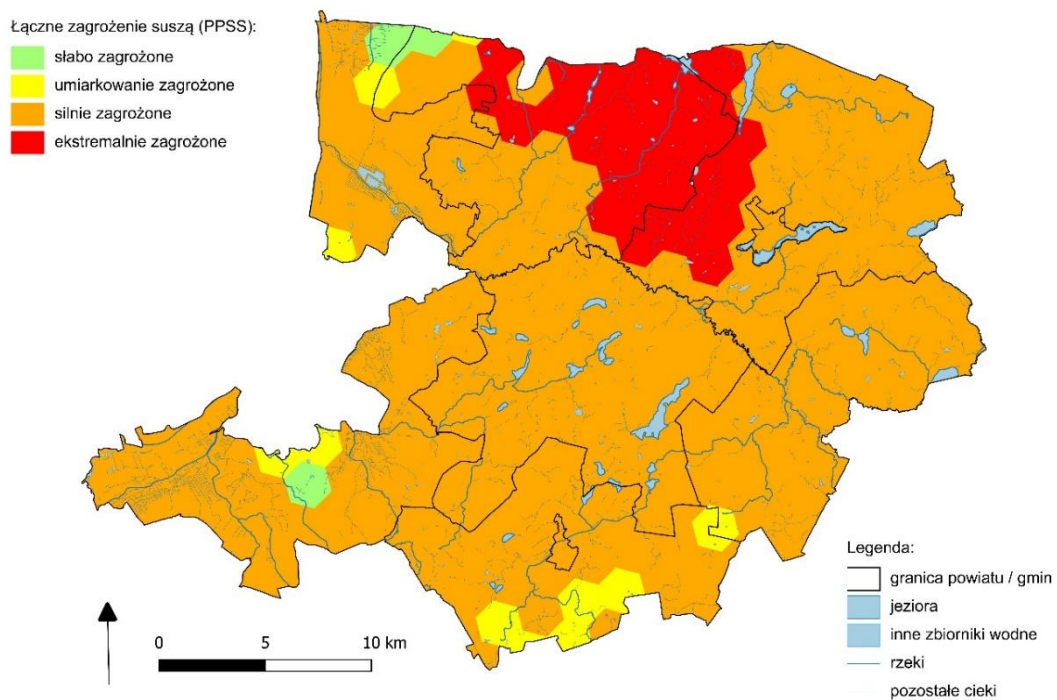
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu grudziądzkiego wskazuje, że w przypadku przemieszczania się w kierunku północnym w obrębie powiatu następuje wzrost zagrożenia suszą – od słabego (klasa I) zagrożenia (na południu i w dnie Doliny Wisły) do silnego zagrożenie (klasa III) w północnej części powiatu (rycina 3.3.4).



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

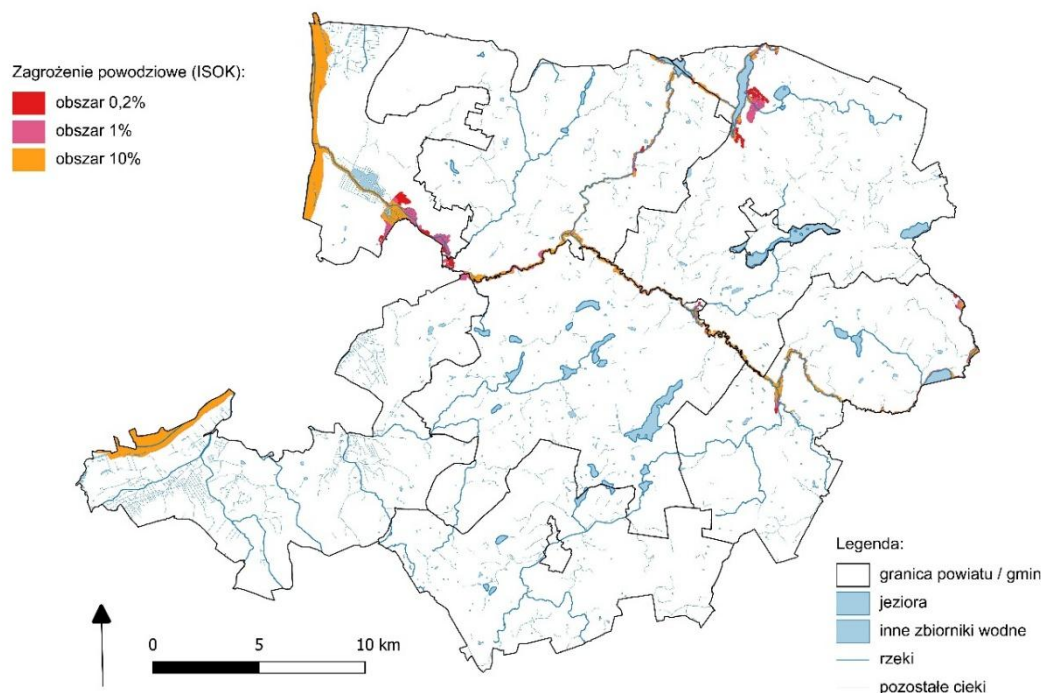
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu grudziądzkiego wskazuje, że jego północne (środkowe) fragmenty odpowiadają ekstremalnemu zagrożeniu suszą (kolor czerwony), wyspowo, o niewielkich powierzchniach. W północno-zachodniej, zachodniej i południowej części odnotowywane są tereny o zagrożeniu słabym (kolor zielony) lub umiarkowanym (kolor żółty), natomiast pozostała – przeważająca część powiatu, odpowiada zagrożeniu silnemu (kolor pomarańczowy) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożenia powodziowego w obszarze powiatu grudziądzkiego zaznaczają się w największym powierzchniowo zakresie w dolinie Wisły, a poza tym wzdłuż biegu rzeki Osy i Gardęgi, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznoego w zagłębieniach terenowych w najbliższym sąsiedztwie koryta (rycina 3.3.6).



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

4. Koncepcja systemu małej retencji.

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

W ostatnich latach na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego obserwuje się wyraźne zmiany warunków klimatycznych, przejawiające się zwiększoną częstotliwością występowania zjawisk ekstremalnych, takich jak susze, gwałtowne opady czy lokalne podtopienia. Analizy powiatowych planów wodnych oraz dostępne dane hydrologiczne i meteorologiczne potwierdzają narastające problemy związane z deficytem zasobów wodnych w okresach wegetacyjnych oraz nadmiernym dopływem wód w sezonie zimowym i wczesnowiosennym. W wielu powiatach województwa stale pogłębia się zjawisko nierównomiernego rozkładu opadów, co przekłada się na pogorszenie bilansu wodnego gleb oraz obniżenie ich potencjału produkcyjnego.

Zmieniające się warunki pogodowe, w połączeniu z wysokim udziałem gruntów rolnych i ograniczoną retencją naturalną, powodują konieczność systemowego podejścia do gospodarowania wodą. Plany wodne coraz częściej wskazują na konieczność wdrażania działań służących zatrzymywaniu wody w krajobrazie oraz racjonalizacji jej

odpływu. Mała retencja, intensywne procesy infiltracji oraz starzenie się istniejącej infrastruktury melioracyjnej dodatkowo potęgują ryzyka susz glebowych oraz lokalnych zalewów.

W związku z powyższym koncepcja działań ukierunkowanych na poprawę bilansu wodnego stanowi odpowiedź na aktualne potrzeby środowiskowe i gospodarcze regionu. Jej głównym celem jest zwiększenie możliwości zatrzymywania i wykorzystania wód opadowych i roztopowych, ograniczenie strat związanych z odpływem powierzchniowym oraz stworzenie warunków umożliwiających łagodzenie skutków suszy oraz podtopień. Planowane działania obejmują m.in. rozwój systemów retencji, modernizację i utrzymanie urządzeń wodno-melioracyjnych, regulację odpływu wód oraz poprawę zdolności retencyjnych gleb i obiektów infrastrukturalnych.

Realizacja tych założeń ma kluczowe znaczenie dla utrzymania stabilności środowiskowej, poprawy efektywności produkcji rolnej oraz minimalizacji zagrożeń wynikających ze zmienności klimatu. Program stanowi również element wspierający lokalną adaptację powiatów do zmian klimatycznych, pozwalając na racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi w perspektywie długoterminowej.

Głównymi celami i priorytetowymi kierunkami systemu małej retencji w powiecie grudziądzkim powinno być:

- zwiększenie lokalnej zdolności magazynowania wody, by przeciwdziałać skutkom suszy oraz zapewnić lepszy bilans wodny powiatu,
- ochrona i odtworzenie naturalnych cieków, dolin rzecznych i terenów podmokłych, dla poprawy retencji, bioróżnorodności i stanu wód gruntowych,
- redukcja szybkiego spływu wód opadowych i roztopowych, co zmniejsza ryzyko powodzi w dolinach i równocześnie poprawia zasilanie wód gruntowych,
- retencja śródpolna, głównie na obszarach suchych lub z ograniczonymi opadami.

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

Ocenę zapotrzebowania na rozwój melioracji wykonano w oparciu o sumy 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 KBW	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

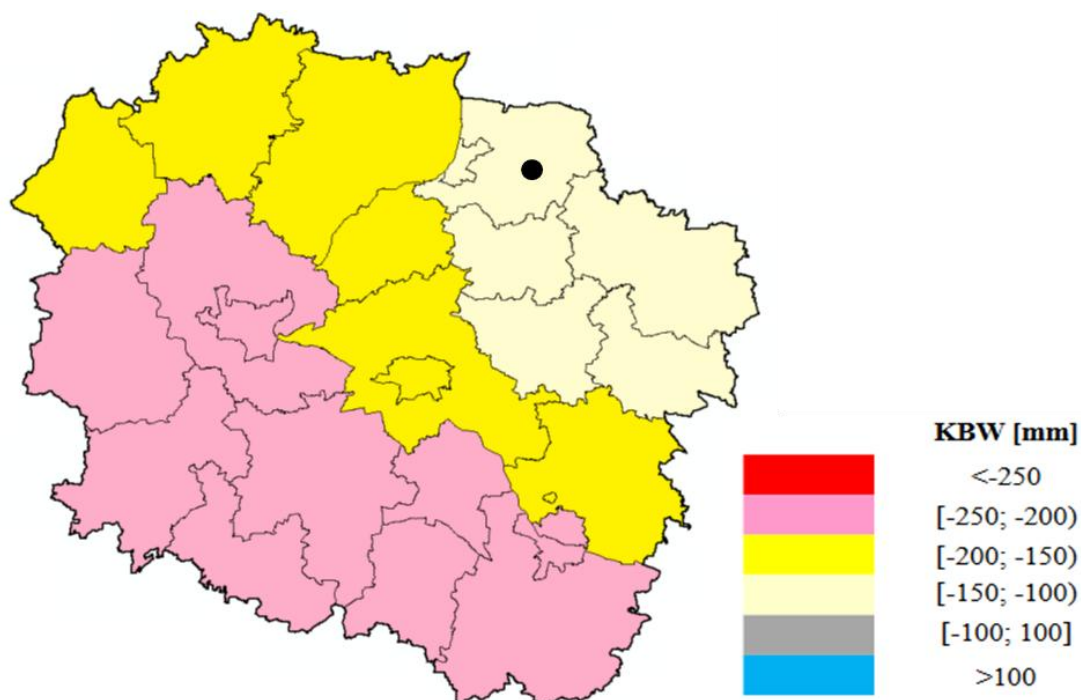
KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
<-50	skrajnie niedoborowy	nawadniających bardzo duża
[-50; -30)	silnie niedoborowy	nawadniających duża
[-30; -10)	lekko niedoborowy	nawadniających umiarkowana
[-10; 10]	zrównoważony	nawadniających mała
[-50; -30)	silnie niedoborowy	brak
>10	nadmiarowy	odwadniających

źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

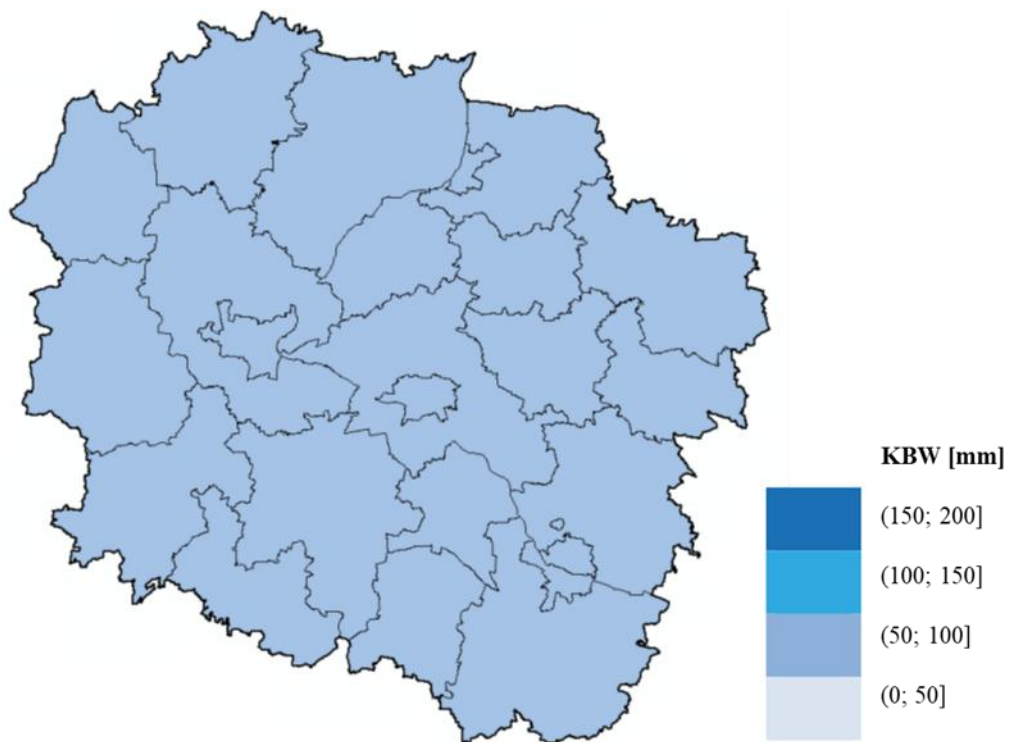
Bilans wodny na terenie powiatu grudziądzkiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -200 do -250 mm). Wskaźnik KBW wskazuje silny niedobór wody

opadowej, a potencjalne potrzeby rozwoju melioracji nawadniających w tym okresie są duże (ryc. 4.2.1).

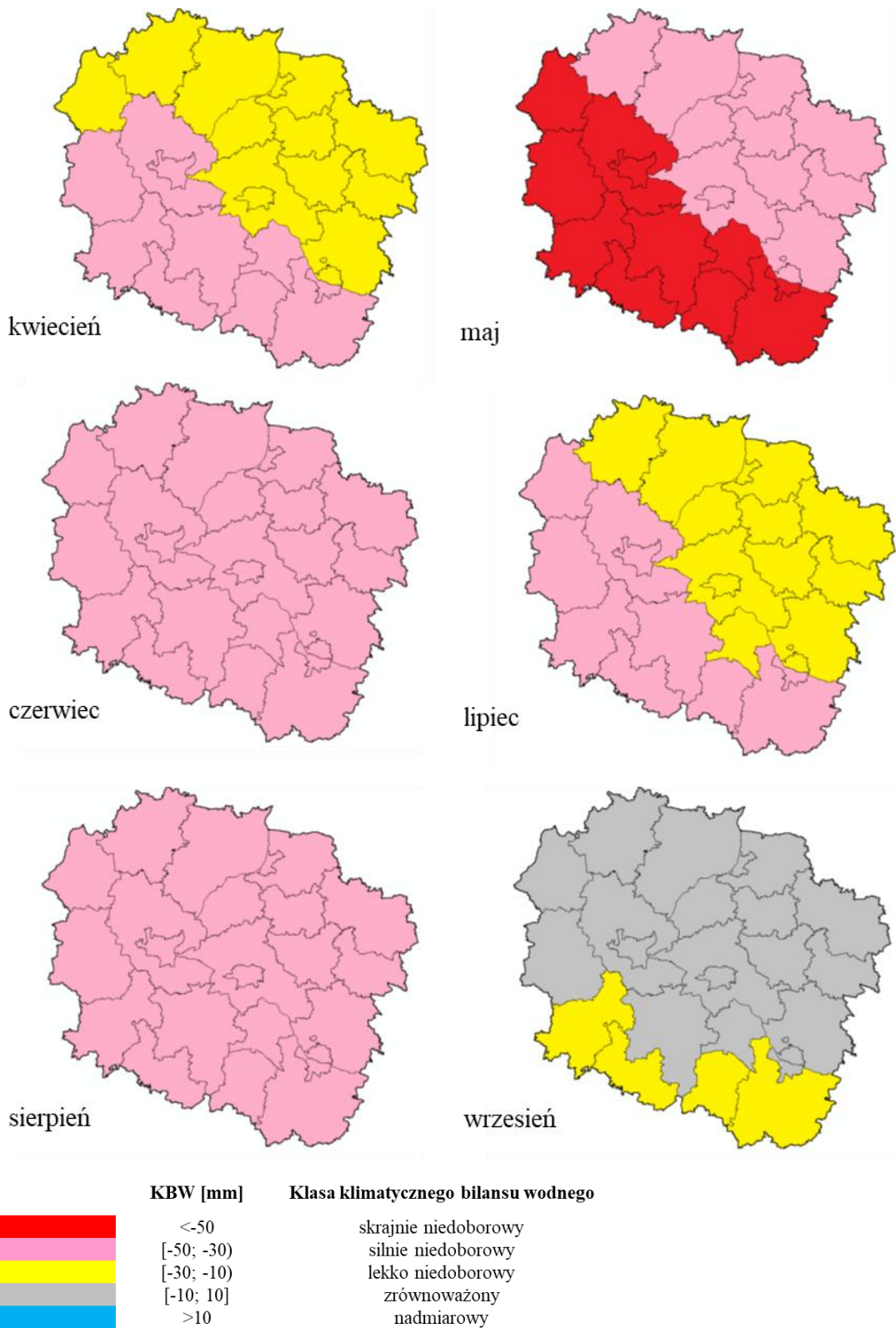
Największe niedobory opadu występują praktycznie przez cały okres wegetacyjny, z wyjątkiem lipca i września (tab. 4.2.4.) co przekłada się na bardzo duże i duże potrzeby rozwoju melioracji nawadniających w regionie.



Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie grudziądzkim 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:

- Wytarczanie 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 zawiesin 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 hydrogenicznych,
- 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 najprostszymi i jednocześnie skutecznymi rozwiązaniami zwiększającymi 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,
- **budowle 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. łęgi, 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 zatrzymywaniu 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, łagodząc 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**.

W powiecie grudziądzkim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują 109,5 km² tj. 15 % 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 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; Kanclerz i in. (cyt. za Przybyła i in., 2015)	Na przykładzie zlewni Małej Welny 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 Solarzski (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 2300 m 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 Instytut Technologiczno-Przyrodniczy Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy (ITP KPOB).

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.

Tab. 5.5.3. Retencja śnieżna - zapas wody w pokrywie śnieżnej na danym obszarze – przykład (wg Pociask-Karteczka (red.), 2006)

<ul style="list-style-type: none"> • Zakładamy, że cała powierzchnia gruntów ornych w gospodarstwie (np. 17 ha)* pokryta jest warstwą śniegu o miąższości 36 cm i gęstości 0,12 g·cm⁻³. Gęstość pokrywy śnieżnej może być w zakresie od 0,07 (przy temperaturze powietrza podczas opadu śniegu poniżej -10°C) do 0,20 g·cm⁻³ (temperatura powyżej + 2°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 [g·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 ha = 170 000 m²; h = 43,2 mm = 4,32 cm = 0,0432 m]. $V = h \text{ (m)} \cdot A \text{ (m}^2\text{)} = 0,0432 \text{ m} \cdot 170\,000 \text{ m}^2 = 7\,374 \text{ m}^3$

*- przyjęta przeciętna powierzchnia gospodarstwa w województwie kujawsko-pomorskim

Na terenach leśnych województwa kujawsko-pomorskiego, w tym powiatu grudziądzkiego, 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 (przesiákanie) 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 przeciwoerozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia spływ powierzchniowy i zwiększa wsiąkanie wody w głąb profilu glebowego, uprawy wstęgowe, 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, zakrzaceń 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:** takie planowanie upraw aby zminimalizować zapotrzebowanie na wodę oraz poprawić jej wykorzystanie w skali pola. Do najważniejszych działań zaliczamy:

- **stosowanie plodozmianu** 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 grudziądzkim oraz potencjalne, wybrane możliwości zwiększenia retencji glebowej w powiecie grudziądzkim 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 grudziądzkim (przy założeniu, że areal GO = 55 493 ha)	5 549 300 m³	16 647 900 m³	27 746 500 m³

Tabela 5.6.2. Potencjalna możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez wzrost zawartości próchnicy (humusu) (według założeń Kędziory; cyt. za Chelmiński 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 grudziądzkim (przy założeniu, że areal GO = 55 493 ha)	18 867 620 m³	4 716 905 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!)

Tab. 5.6.3. Wzrost porowatości ogólnej powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb; źródło: według badań Trybały; cyt. za Chelmiński 2001

<ul style="list-style-type: none"> • 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 m³ · ha⁻¹

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

<ul style="list-style-type: none"> • 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 grudziądzkim (przy założeniu, że areal GO = 55493 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 5 549 300 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 grudziądzkiego

Analiza została opracowana na podstawie uwarunkowań klimatycznych i siedliskowych powiatu grudziądzkiego, z wykorzystaniem danych referencyjnych dla opadów (Chojnice – 612 mm) oraz analiz regionalnych dotyczących KBW i retencji. Powiat grudziądzki, pomimo potencjalnie wyższych opadów rocznych niż w centralnej części, charakteryzuje się ujemnym klimatycznym bilansem wodnym (KBW). Średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych w powiecie wynosi 536 mm (z czego 335 mm przypada na półrocze letnie IV-IX). W przyjętym okresie referencyjnym (1966-1995) KBW wyniósł średnio -148 mm.

Prognozy wskazują, że deficyt wodny będzie narastał, osiągając wartości od -191 mm do -210 mm w dekadach 2071-2090. Wskazuje to na umiarkowaną do dużej potencjalną potrzebę rozwoju melioracji nawadniających w przyszłości. W strukturze użytkowania gruntów w powiecie grudziądzkim dominuje rolnictwo – użytki rolne stanowią ponad 76% powierzchni (55 493 ha GO). Lasy, grunty zadrzewione i zakrzewione zajmują 15% powierzchni powiatu. Biorąc pod uwagę ogólnopolski trend, ponad 60% gleb uprawnych w Polsce to gleby lekkie i bardzo lekkie, wytworzone z utworów polodowcowych, które są głównymi przyczynami występowania dużych obszarów narażonych na niedobory wody. Skutki suszy w takich glebach są o wiele bardziej widoczne.

Kluczowe priorytety działania:

1. Zwiększanie retencji glebowej: poprawa pojemności wodnej i struktury gruzełkowatej, która zależy głównie od uziarnienia i zawartości próchnicy.
2. Minimalizacja strat wody: ograniczanie bezproduktywnego parowania (ewaporacji).
3. Wykorzystanie potencjału leśnego: działania w zakresie małej retencji w lasach (15% powierzchni) oraz tworzenie zadrzewień w krajobrazie rolniczym.

Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej (agromelioracja)

Działania agromelioracyjne są kluczowe, ponieważ gleba jest naturalnym zbiornikiem dla wód opadowych.

A. Zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej (próchnicy)

Próchnica jest podstawowym wskaźnikiem żyzności i ma kluczowe znaczenie dla zatrzymywania wody, zwłaszcza na glebach piaszczystych, gdzie odpowiada za jej retencjonowanie. Próchnica wiąże około 5 razy więcej wody w stosunku do swojej masy.

Metoda działania	Opis	Przykłady roślin do płodozmianu	Kiedy stosować dla największych efektów
Zwiększanie zawartości próchnicy	Zapewnienie dodatniego bilansu materii organicznej poprzez właściwe następstwo roślin, unikanie monokultur, stosowanie nawożenia organicznego (obornik, komposty, pofermenty) oraz regulowanie odczynu gleb.	Wzbogacające: wieloletnie rośliny pastewne (bobowate i ich mieszanki z trawami), rośliny strączkowe, międzyplony przyorywane na nawóz zielony.	Regularnie, w ramach płodozmianu. Stosowanie obornika zapewnia fosfor i potas, co jest ważne w okresach niedoborów wodnych.
Uprawa międzyplonów i poplonów	Utrzymywanie okrywy roślinnej na powierzchni gleby przez większość roku w celu ograniczenia parowania (ewaporacji).	Gorzycza biała, gryka, facelia, seradela, łubin.	Natychmiast po żniwach, aby przerwać podsiąk kapilarny i ograniczyć parowanie wody z powierzchni gleby.

Korzyści ilościowe i efekty ekologiczne:

- Wielkość retencji: wzrost zawartości próchnicy w glebie o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 ton wody na hektar. W warstwie 0–25 cm wzrost o 1% zatrzymuje 85 m³ ha⁻¹. Dla gruntów ornych powiatu (55 493 ha), wzrost o 1% w warstwie 0–25 cm daje 4 716 905 m³ dodatkowej retencji.
- Sekwestracja CO₂: konserwująca uprawa roli sprzyja wzrostowi sekwestracji węgla organicznego w glebie.

B. Konserwująca uprawa roli i agromelioracja mechaniczna

Wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań w uprawie roli, takich jak uprawa konserwująca, ma na celu zmniejszenie bezproduktywnych strat wody i ochronę przed erozją.

Metoda działania	Opis	Kiedy stosować dla największych efektów
Uprawa konserwująca	System uprawy roli pozostawiający przynajmniej 30% resztek poźniwnych (mulcz) na powierzchni gleby. Obejmuje zastępowanie pługa narzędziami nieodwracającymi roli.	Uprawa bezorkowa, pasowa (Strip-till). Ograniczanie orki zimowej na najlżejszych glebach piaszczystych, ponieważ zwiększa ona parowanie i potęguje erozję wietrzną.
Głęboszowanie (zabieg agromelioracyjny)	Mechaniczne spulchnienie warstwy podornej (podeszwy płużnej) w celu poprawy porowatości, usprawnienia ruchu wody i zwiększenia retencyjności gleb zwięzłych. Głęboszowanie stwarza lepsze warunki do głębszego ukorzenia się roślin.	Zabiegi agromelioracyjne zwiększające przewodność gleb zwięzłych, np. spulchnianie podglebia (30–60 cm) co 3-4 lata lub orka z pogłębiaczem.
Dodatki mineralne	Zwiększanie pojemności wodnej gleb lekkich poprzez aplikację bentonitu (skała ilasta o wyjątkowo wysokiej pojemności wodnej) lub zmielonych/zgranulowanych bazaltów (skały wulkaniczne), które zawierają krzem (Si) zwiększający odporność roślin na niedobory wody.	Bentonit w dawkach 10 t/ha (podniesienie retencji o ok. 3,4 mm) do 120 t/ha.

Korzyści ilościowe z agromelioracji:

- Wielkość retencji (głęboszowanie): Zwiększenie zasięgu systemu korzeniowego o 25–30 cm stwarza możliwość pobrania z głębszej warstwy gleby dodatkowo około 30–50 mm wody ($300\text{--}500\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$). Dla gruntów ornych powiatu (55 493 ha), maksymalny potencjał retencyjny wynosi 27 746 500 m^3 .
- Retencja (bentonit): Dawka $30\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ bentonitu może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm ($100\text{ m}^3/\text{ha}$). Potencjał dla GO powiatu to 5 549 300 m^3 .

C. Dobór roślin i nawożenia

Właściwy dobór roślin jest elementem adaptacji do zmian klimatu.

- Preferowanie ozimin: Oziminy (np. pszenica, rzepak) są mniej wrażliwe na suszę wiosenną i lepiej wykorzystują zapasy wody zgromadzone w okresie jesienno-zimowym. Można stosować zboża przewodkowe wysiewane późną jesienią.
- Rośliny C4: Rośliny o typie fotosyntezy C4, takie jak proso i sorgo, zużywają najmniej wody: 200–300 l wody/kg suchej masy, w porównaniu do pszenicy (500–600 l/kg).

- Nawożenie optymalizujące: Odpowiednie zaopatrzenie w składniki nawozowe, zwłaszcza fosfor (P) (rozwój systemu korzeniowego) oraz potas (K) (regulacja procesów otwierania i zamykania się aparatów szparkowych), umożliwia mniejsze zużycie wody na jednostkę plonu.

Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione stanowią **15%** powierzchni powiatu grudziądzkiego.

Działanie	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe	Miejsca potencjalnej lokalizacji
Retencja leśna bierna	Ochrona ściółki leśnej i utrzymanie odpowiedniej struktury gleby leśnej.	Ściółka leśna może przyjąć max. prawie 12 mm wody. Warstwa gleb leśnych (1 m) może zmagazynować 2300 m ³ /ha wody. Lasy zwiększają infiltrację.	Na całym obszarze leśnym (15% powierzchni).
Mała retencja techniczna	Budowa budowli piętrzących na ciekach (zastawki, progi, stopnie). Renaturyzacja cieków i obszarów podmokłych.	Zatrzymywanie wody w rowach i podnoszenie poziomu wód gruntowych na sąsiadujących terenach rolnych. Ochrona mokradeł/torfowisk przed degradacją i ograniczenie emisji CO ₂ (sekwestracja).	W rowach melioracyjnych i ciekach (np. w ramach programów małej retencji).
Zadrzewienia i pasy wiatrochronne	Tworzenie pasów wiatrochronnych (żywopłoty, remizy) orientowanych prostopadle do kierunku dominujących wiatrów.	Redukcja parowania z powierzchni pola przez ograniczenie prędkości wiatru. Wzrost plonów w strefie osłoniętej. Akumulacja węgla w glebie.	Na otwartych polach uprawnych, ze względu na duży udział GO (76%).
Pasy buforowe (ekotony)	Strefy roślinne zakładane wzdłuż cieków wodnych.	Spowalnianie spływu powierzchniowego i wychwytywanie nadmiaru biogenów (N i P). Ochrona bioróżnorodności.	Wzdłuż rzek, kanałów, rowów melioracyjnych.

Działania najlepiej sprawdzające się w powiecie grudziądzkim

Z uwagi na ujemny KBW (-148 mm, z prognozowanym pogorszeniem) i wysoki udział gruntów rolnych (76%), w powiecie grudziądzkim najlepiej sprawdzą się działania z zakresu retencji glebowej i ochrony przed parowaniem, zwłaszcza na glebach lekkich (zgodnie z ogólnopolską specyfiką):

1. Agromelioracja mechaniczna (głęboszowanie): Zwiększenie retencji użytecznej o 25 361 700 m³ (przy efekcie 30 mm) w gruntach ornych powiatu (55 493 ha).
2. Zwiększanie zawartości próchnicy: Kluczowe do budowy retencji na glebach lekkich (potencjał 4,7 mln m³ z 1% wzrostu próchnicy).
3. Uprawa konserwująca i mulczowanie: Redukcja parowania i strat wody.
4. Pasy wiatrochronne: redukcja ewapotranspiracji w krajobrazie rolniczym.

Ograniczenia i Bariery. Główne ograniczenia obejmują wysokie koszty początkowe związane z przestawieniem się na rolnictwo konserwujące (zakup maszyn, np. siewników do siewu bezpośredniego) oraz bariery wiedzy i postaw (powszechne przekonanie o wyższości orki płużnej). Ponadto, w warunkach drastycznego niedoboru wody, zabiegi agrotechniczne jedynie łagodzą skutki suszy,

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 LPW 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 przypowierzchniowej 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 Łabędzkiem (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 grudziądzkiego.

Inwestycja I

Przywrócenie funkcji retencyjnej zbiornika w m. Wałdowo Szlacheckie

Wprowadzenie i cel opracowania. Celem opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej budowy i odbudowy zbiorników retencyjnych zlokalizowanych w dolinie cieku Struga, na działkach ewidencyjnych nr działki 236 i 233/5, obręb Ruda, w miejscowości Wałdowo Szlacheckie.

Zadaniem przedsięwzięcia jest zwiększenie retencji powierzchniowej i przeciwpowodziowej, przywrócenie funkcji zbiorników wodnych oraz ochrona terenów zabudowanych przed podtopieniami, jakie wystąpiły w ostatnich latach.

Projekt obejmuje:

- odbudowę i rekultywację dwóch istniejących zbiorników (nr 1 i nr 2),
- budowę trzeciego zbiornika w dolnej części zlewni,
- uporządkowanie koryta Młynówki oraz wykonanie urządzeń piętrzących i regulujących dopływ wody.

Zakres proponowanych działań

Zbiornik nr 1 (górnny):

- pogłębienie misy do rzędnej 43,20 m n.p.m.,
- uporządkowanie dna, wycinka drzew, przemieszczenie namułu,
- umocnienie skarp i grobli,
- montaż przepustu z zasuwą (regulacja dopływu z Młynówki).

Zbiornik nr 2 (dolny):

- pogłębienie do 42,00 m n.p.m.,
- połączenie hydrauliczne z odpływem ze Zbiornika nr 1,
- oczyszczenie rowu doprowadzającego,
- rekultywacja biologiczna (roślinność szuwarowa).

Rów i koryto Młynówki:

- czyszczenie i częściowe uregulowanie,

- o zapewnienie ciągłości przepływu,
- o wyodrębnienie poboru wody do zbiorników (przy współpracy z PGW WP).

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. przywrócenia funkcji retencyjnej zbiornika w m. Wałdowo Szlacheckie.

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
Zbiornik nr 1 (górnny)		
1.	Pogłębienie misy do rzędnej 43,20 m n.p.m., uporządkowanie dna, przemieszczenie namułu	270 000
2.	Umocnienie skarp i grobli	25 000
3.	Montaż przepustu z zasuwą (regulacja dopływu z Młynówki)	10 000
Zbiornik nr 2 (dolny)		
1.	Pogłębienie do 42,00 m n.p.m.	30 000
2.	Połączenie hydrauliczne z odpływem ze Zbiornika nr 1	15 000
3.	Oczyszczenie rowu doprowadzającego	15 000
4.	Rekultywacja biologiczna (roślinność szuwarowa)	10 000
Rów i koryto Młynówki		
1.	Czyszczenie i częściowe uregulowanie	50 000
2.	Prace utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń	15 000
Suma		440 000*

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

Analiza inwestycji I: Przywrócenie funkcji retencyjnej zbiorników – Wałdowo Szlacheckie

Założenia:

Moment przeprowadzenia analizy: grudzień 2025 r.

Horyzont czasowy: 30 lat

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

Wpływ zbiornika na okoliczne grunty (ok. 30 ha)

1. Koszty (CAPEX i OPEX) - C_t

Inwestycja dotyczy odbudowy i rekultywacji dwóch istniejących zbiorników oraz budowy trzeciego, wraz z uporządkowaniem Młynówki.

Tab. 6.3.2. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	425 000	Suma pozycji 1-4 (Zb. 1), 1-4 (Zb. 2), 1 (Rów). Dominują prace ziemne i pogłębianie (300 000 PLN).
OPEX	15 000 / rok	Prace utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń.

2. Roczne korzyści B_t

Korzyści są w dużej mierze związane z poprawą bezpieczeństwa przeciwpowodziowego i funkcjonowaniem sieci kanalizacji deszczowej. Zastosowane założenia monetarne są zgodne z sekcją korzyści społeczno-ekonomicznych.

Tab. 6.3.3. Rodzaje korzyści B_t

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

3. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

$$\text{Roczne korzyści netto} = 41\,000 \text{ PLN/rok} - 15\,000 \text{ PLN/rok} = 26\,000 \text{ PLN/rok}$$

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{425\,000 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 16,35 \text{ roku}$$

Inwestycja oferuje długi okres zwrotu.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.4. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	646 600 PLN	Bieżąca wartość $B_t = CAPEX + \sum_{t=1}^{30} \frac{OPEX}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	-96 600 PLN	NPV < 0 Projekt nie jest efektywny ekonomicznie przy obecnej monetaryzacji korzyści.
B/C Ratio	0,94	B/C < 1 Korzyści nie pokrywają zdyskontowanych kosztów
IRR	4,7%	IRR < 5,26% SDR. Inwestycja nie jest rentowna ekonomicznie

Inwestycja II

Odtworzenie pierwotnego poziomu wody Jeziora Zamkowego

Wprowadzenie i cel opracowania. Wykonanie zbiornika retencyjnego na części Jeziora Zamkowego w Radzynie Chełmińskim - planowane wykonanie zbiornika o powierzchni około 3 ha.

Rekomenduje się piętrzenie wody w istniejącej czaszy bez prowadzenia prac ziemnych - zasięg zbiornika jak w starej ekspertyzie.

Tab. 6.3.5. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych odtworzenia pierwotnego poziomu wody Jeziora Zamkowego

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Wykonanie zbiornika retencyjnego na części Jeziora Zamkowego w Radzynie Chełmińskim - planowane wykonanie zbiornika o powierzchni około 3 ha	2 700 000
2.	Przepust do ciekłu z jeziora	30 000
3.	Prace utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń	15 000
Suma		2 745 000*

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

Analiza inwestycji II: Odtworzenie poziomu wody Jeziora Zamkowego

Inwestycja polega na wykonaniu zbiornika retencyjnego na części Jeziora Zamkowego (planowana powierzchnia ok. 3 ha).

1. Koszty (CAPEX i OPEX)

Tab. 6.3.6. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	2 745 000	Suma pozycji 1 i 2. Dominują koszty wykonania zbiornika (2 700 000).
OPEX	15 000 /rok	OPEX na poziomie 15 000 PLN/rok (jak w Inwestycji I), aby utrzymać porównywalność, choć przy tak dużym koszcie inwestycyjnym, OPEX może być wyższy.

2. Roczne korzyści B_t

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

Tab. 6.3.7. Rodzaje korzyści B_t

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

3. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

$$\text{Roczne korzyści netto} = 41\,000 \text{ PLN/rok} - 15\,000 \text{ PLN/rok} = 26\,000 \text{ PLN/rok}$$

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{2\,745\,000 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 105,5 \text{ roku}$$

Znacznie dłuższy niż horyzont analizy (30 lat).

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.8. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	2 666 600 PLN	Bieżąca wartość $B_t = CAPEX + \sum_{t=1}^{30} \frac{OPEX}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	-2 359 600 PLN	NPV < 0 Projekt jest głęboko nieefektywny ekonomicznie
B/C Ratio	0,20	B/C < 1 Korzyści nie pokrywają zdyskontowanych kosztów
IRR	ujemna	IRR < 5,26% SDR IRR jest niższe niż SDR, projekt jest nieopłacalny

Wnioski i rekomendacje

Przy zastosowanej metodologii CBA i ostrożnej wycenie korzyści, żaden z powyższych projektów nie jest efektywny ekonomicznie. Inwestycja II (Jezioro Zamkowe) jest całkowicie nieuzasadniona ekonomicznie ze względu na ekstremalnie wysoki koszt CAPEX (ponad 2,7 mln PLN). Ten koszt (stanowiący ~93% PV całkowitych kosztów) jest zbyt wysoki w stosunku do możliwych do zmonetaryzowania korzyści społecznych. Realizacja tego projektu oznaczałaby ogromną stratę społeczną. Inwestycja I jest blisko progu opłacalności. Nawet niewielki wzrost korzyści (np. wzrost obszaru oddziaływania lub pozyskanie dotacji) uczyniłby projekt efektywnym ekonomicznie.

Tab. 6.3.9. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

Wskaźnik	Inwestycja I (Waldowo Szlacheckie)	Inwestycja II (Jez. Zamkowe)	Komentarz
NPV (SDR): $r = 5,26\%$	425 000 PLN	2 745 000 PLN	Koszty inwestycji II jest 6,5 razy droższa.
B/C Ratio	-39 600 PLN	-2 359 600 PLN	Obie inwestycje są nieopłacalne ekonomicznie, II znacznie.
IRR	0,94	0,20	W obu przypadkach korzyści pokrywają 88% zdyskontowanych kosztów.
Prosty okres zwrotu (PP)	16,35 roku	105,5 roku	Czas zwrotu w II jest nierealistyczny.

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

- Budowa zastawek na rowach odpływowych z jezior lub innych zbiorników.
- Odbudowa i odtworzenie sieci melioracyjnych,
- Utrzymanie urządzeń melioracyjnych odwadniających,
- Odbudowa zbiorczych urządzeń melioracyjnych na terenie powiatu,
- Budowa zbiorników przeciwpowodziowych.

Analiza dwóch priorytetowych inwestycji wodno-melioracyjnych dowiodła, iż według wstępnych analiz nie są to inwestycje efektywne ekonomicznie. 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 grudziądzkim powinna stanowić pomoc w podjęciu decyzji o ich wykonaniu bądź nie.

6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.

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

6.4.1. Ustabilizowanie poziomu wody w zbiorniku wodnym Wałdowo Szlacheckie

6.4.1.1. Wprowadzenie i cel opracowania

Celem opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej budowy i odbudowy zbiorników retencyjnych zlokalizowanych w dolinie cieku Struga, na działkach ewidencyjnych nr działki 236 i 233/5, obręb Ruda, w miejscowości Wałdowo Szlacheckie.

Zadaniem przedsięwzięcia jest zwiększenie retencji powierzchniowej i przeciwpowodziowej, przywrócenie funkcji zbiorników wodnych oraz ochrona terenów zabudowanych przed podtopieniami, jakie wystąpiły w ostatnich latach.

Projekt obejmuje:

- odbudowę i rekultywację dwóch istniejących zbiorników (nr 1 i nr 2),
- budowę trzeciego zbiornika w dolnej części zlewni,
- uporządkowanie koryta cieku Struga oraz wykonanie/odbudowy/remont urządzeń piętrzących i regulujących dopływ wody.

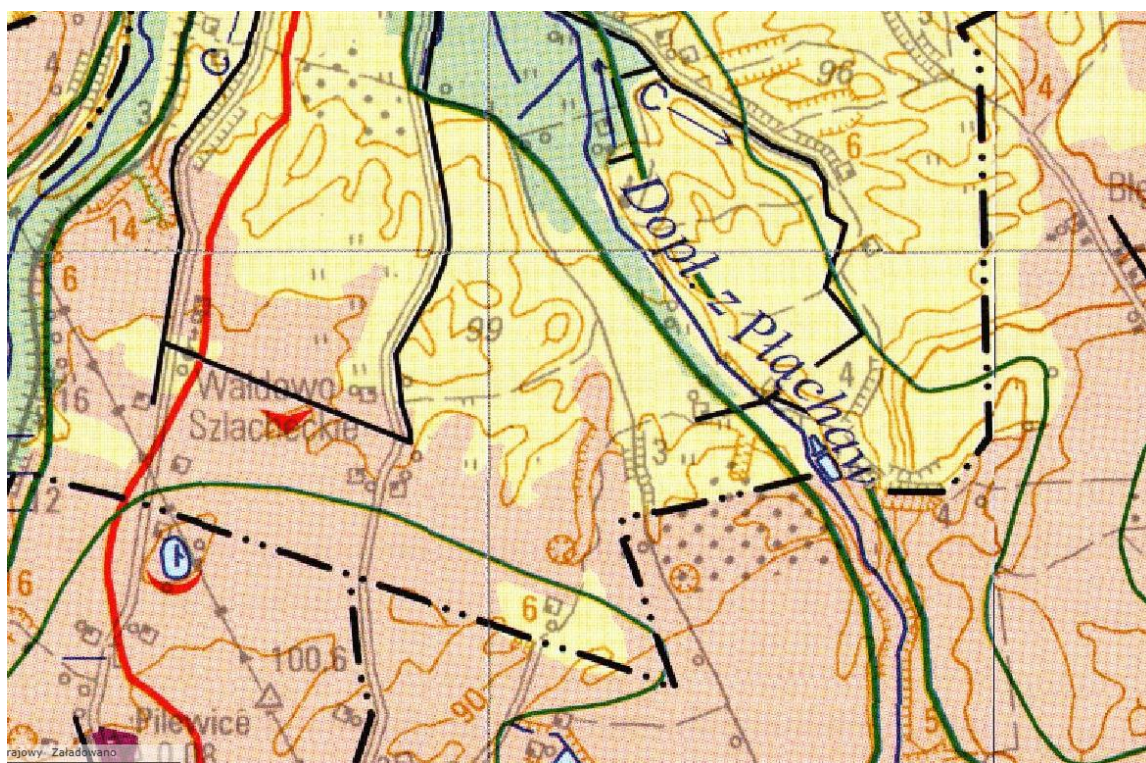
6.4.1.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Zbiorniki położone są w dnie doliny cieku Struga (Dopływ z Płachaw, nr ewidencyjny MPHP50 2952482), stanowiącego ciek naturalny o zlewni powierzchni 36,99 km² (wg Hydroportal ISOK). Ciek o długości 8,3 km tworzy jednolita część wód powierzchniowych rzeczną kod PLRW20001029524929. Dolina cieku ma charakter rolniczy, z mozaiką gruntów ornych i łąkowych. W przeszłości funkcjonował tu system małych stawów i rowów odwadniających, który z biegiem czasu uległ degradacji.

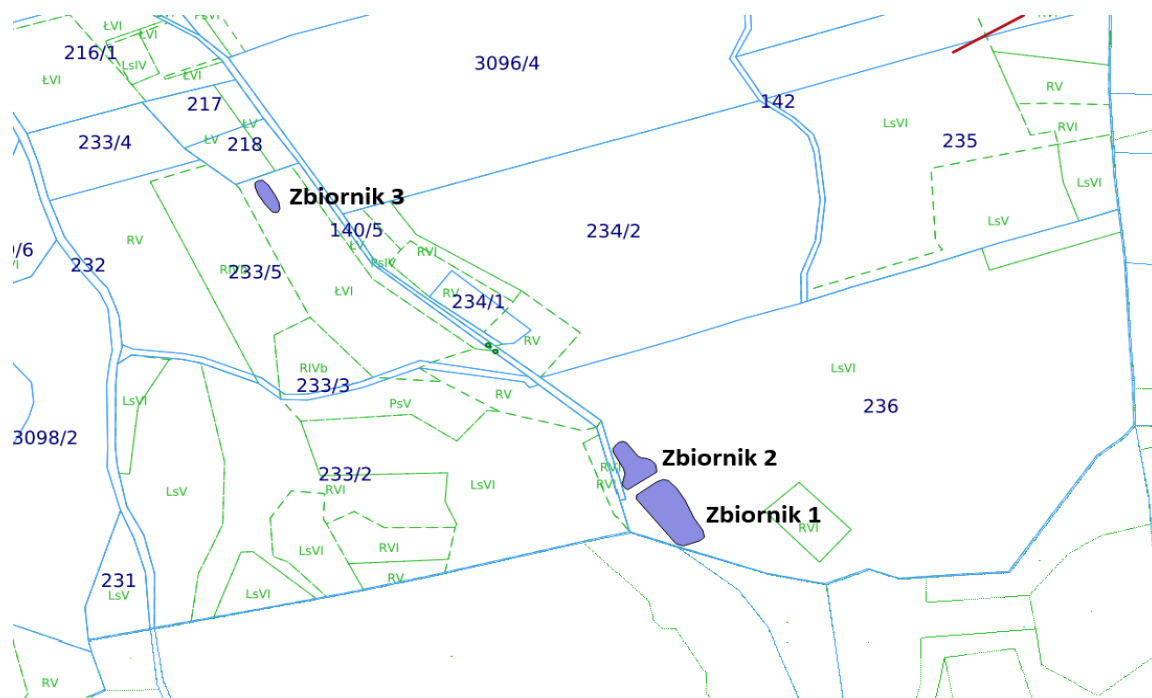
Obecnie w dolinie, jednak w odseparowaniu od cieku występują:

- Zbiornik nr 1 – górny, o powierzchni ok. 1,8 ha (18 000 m²), działka 236
- Zbiornik nr 2 – dolny, o powierzchni ok. 0,12 ha (1 200 m²), działka 236
- Zbiornik nr 3 - obecnie zagłębienie o powierzchni 0,8 ha na działce 233/5,

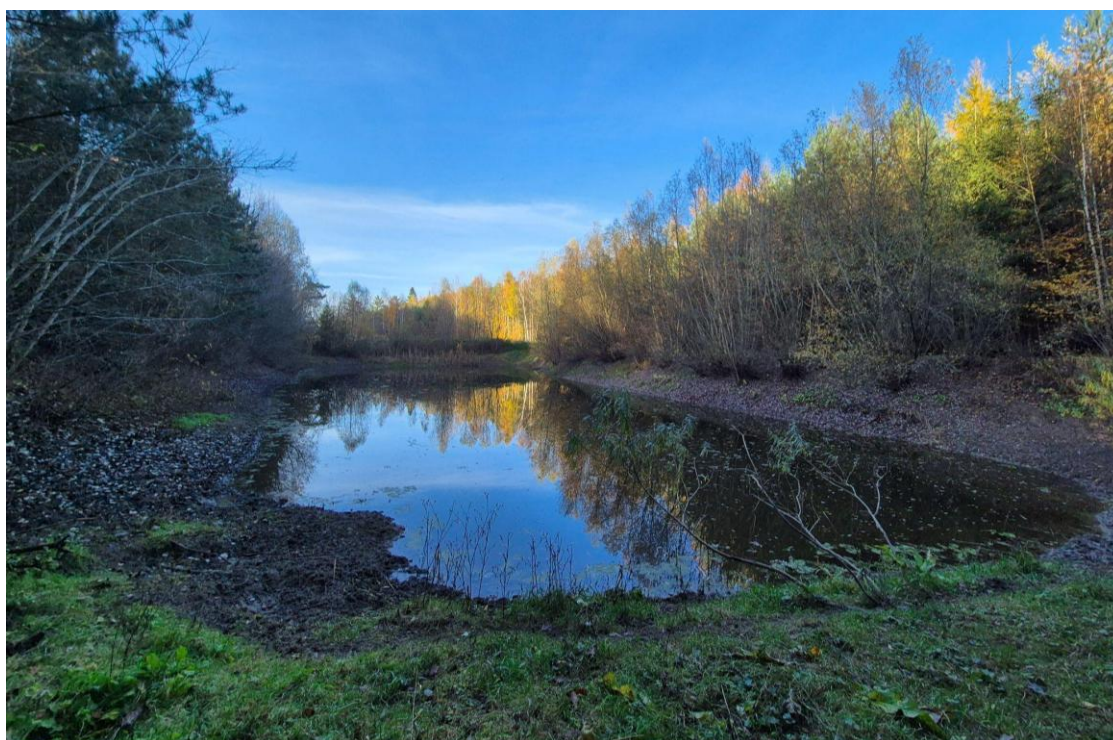
W rejonie zbiorników 1 i 2 występują również rowy dopływowe i przepusty rurowe, m.in. na wlocie do zbiornika nr 1 (rura doprowadzająca wodę z cieku Dopływ z Płachaw (Struga) o rzędnej dna 66,536 m n.p.m.).



Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja istniejących zbiorników przy cieku Dopływ z Płachaw (Struga) na tle Mapy Hydrograficznej Polski



Ryc. 6.4.1.2. Zbiorniki na tle mapy ewidencyjnej wraz z klasyfikacją użytków gruntowych



Fot. 6.4.1.1. Czasza zbiornika górnego – Zbiornik 1



Fot. 6.4.1.2. Czasza zbiornika dolnego – Zbiornik 2



Fot. 6.4.1.3. Rów na dolocie do Zbiornika nr 1



Fot. 6.4.1.4. Urządzenie na wlocie do Zbiornika nr 1. Dno zastawki 66,536 m $53^{\circ}22'01.8101''N$
 $18^{\circ}44'35.6352''E$.



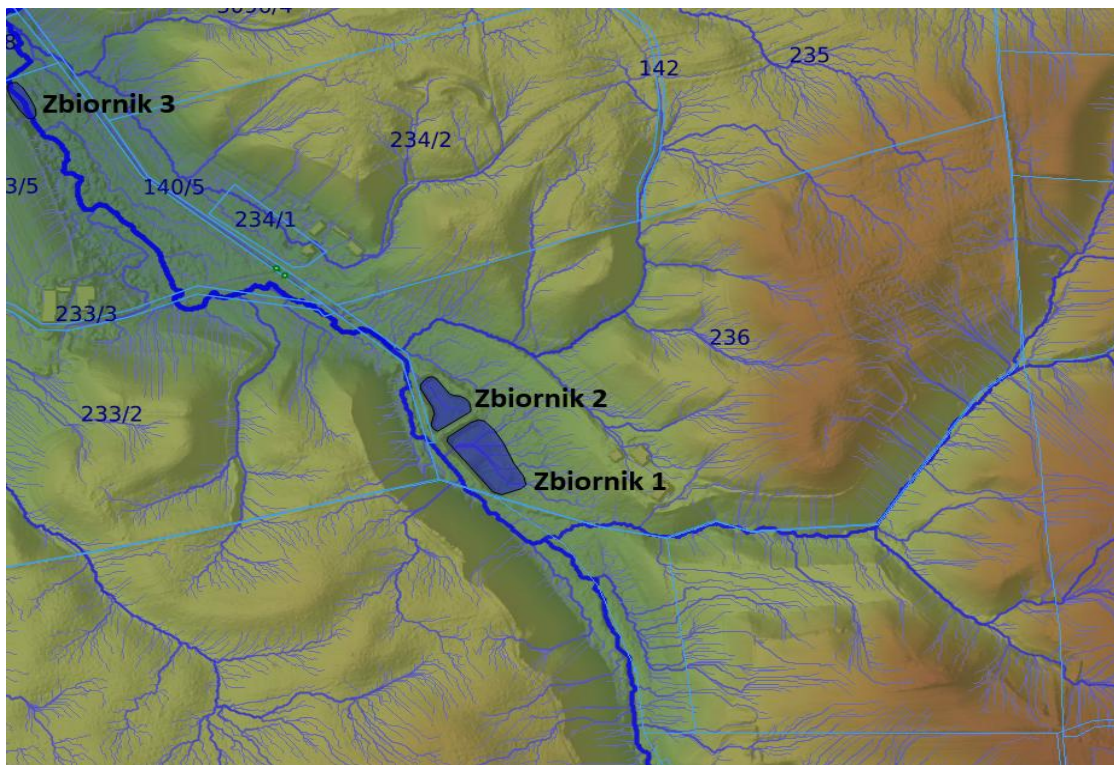
Fot. 6.4.1.5. Odpływ wody ze Zbiornika 1 Przepust o średnicy 80 cm na wlocie ze Zbiornika nr 1



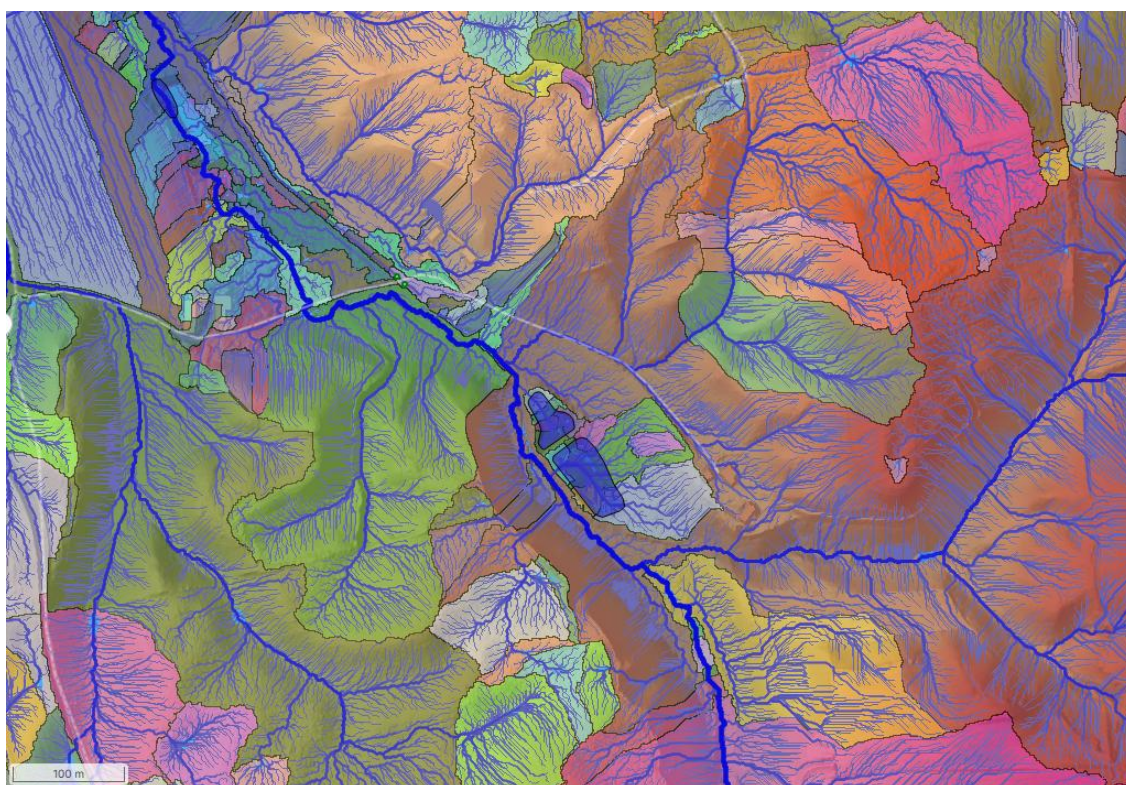
Fot. 6.4.1.6. Urządzenie na wylocie ze zbiornika nr

6.4.1.3. Uwarunkowania hydrologiczne i środowiskowe

Ciek prowadzi wody okresowo, a jego reżim przepływowy zależy w dużym stopniu od opadów atmosferycznych i spływu z terenów rolnych. Zbiorniki nie mają własnych zlewni o odpowiedniej powierzchni, dlatego wymagają uzupełniającego zasilania wodą z ciek naturalnego – co wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód.



Ryc. 6.4.1.3. Zbiorniki na tle numerycznego modelu terenu oraz sieci sływu wód po powierzchni terenu



Ryc. 6.4.1.4. Zlewnie cząstkowe oraz główne ścieżki i kierunki sływu wód opadowych i roztopowych w rejonie analizowanych zbiorników



Ryc. 6.4.1.5. Zlewnia ciek do profilu połączenia ze Zbiornikiem nr 1 i 2. Powierzchnia drenażu wód to 3,46 km².

Istniejące zbiorniki pełnią kluczową funkcję:

- w retencjonowaniu wód opadowych i roztopowych,
- w łagodzeniu fal wezbraniowych i ochronie przed podtopieniami (ostatnie zalania objęły ok. 100 budynków mieszkalnych),
- oraz w poprawie bilansu wodnego i różnorodności biologicznej w dolinie ciek.

6.4.1.4. Diagnoza istniejącego stanu

- Odbudowa urządzeń wodnych – istniejących zastawek i przepustów
- Zbiorniki są częściowo zamulone, bez widocznej funkcji retencyjnej.
- Dno zbiornika nr 1 wymaga prac konserwacyjnych, np. uzyskanie dna o rzędnej 65,00 m n.p.m. (lub 64,00 m w przypadku możliwości finansowych – dodatkowo ok 2000 m³ urobku do wydobycia),
- Dno zbiornika nr 2 – wymaga prac konserwacyjnych, np. uzyskanie dna o rzędnej 65,00 m n.p.m. (lub 64,00 m w przypadku możliwości finansowych – dodatkowo ok 600 m³ urobku do wydobycia)
- Skarpy i groble są osłabione i porośnięte drzewami, wymagają odtworzenia i umocnienia.

- Rów doprowadzający wodę do zbiornika nr 1 jest częściowo niedrożny i wymaga oczyszczenia oraz uregulowania wlotu.
- Na wlocie funkcjonuje rura doprowadzająca wodę (przy mostku) o parametrach pozwalających na sezonowe zasilanie zbiornika.

6.4.1.5. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

Tab. 6.4.1.5.1. Założenia projektowe

Parametr	Zbiornik nr 1	Zbiornik nr 2	Zbiornik nr 3 (projektowany)
Lokalizacja	działka 236	działka 236	działka 233/5
Powierzchnia (m ²)	1800	600	1300
Pojemność (m ³)	2900	1000	2300
Zasilanie	z ciek (rura)	odpływ ze Zb. nr 1	powierzchniowy + ciek wodny
Maksymalny poziom piętrzenia	66,65 m n.p.m.	66,65 m n.p.m.	61,75 m n.p.m.
Przeznaczenie	retencyjno-przyrodnicze	przepływowy – retencyjny	bufor przeciwpowodziowy

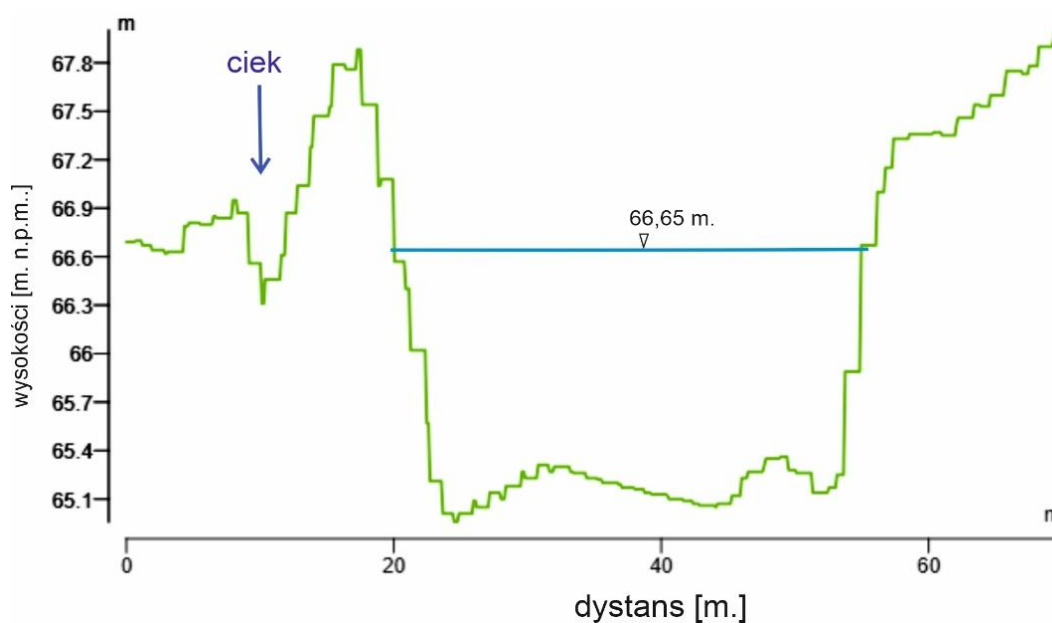
Zakres planowanych prac

1. Zbiornik nr 1 (górnny):
 - pogłębienie misy do rzędnej 65,00 m n.p.m.,
 - uporządkowanie dna, wycinka drzew, przemieszczenie namułu,
 - umocnienie skarp i grobli,
 - montaż przepustu z zasuwą (regulacja dopływu z cieku).
2. Zbiornik nr 2 (dolny):
 - pogłębienie do 65,00 m n.p.m.,
 - połączenie hydrauliczne z odpływem ze Zbiornika nr 1,
 - oczyszczenie rowu doprowadzającego,
 - rekultywacja biologiczna (roślinność szuwarowa).
3. Zbiornik nr 3
 - budowa czasy o rzędnej dna 59,50 m n.p.m.

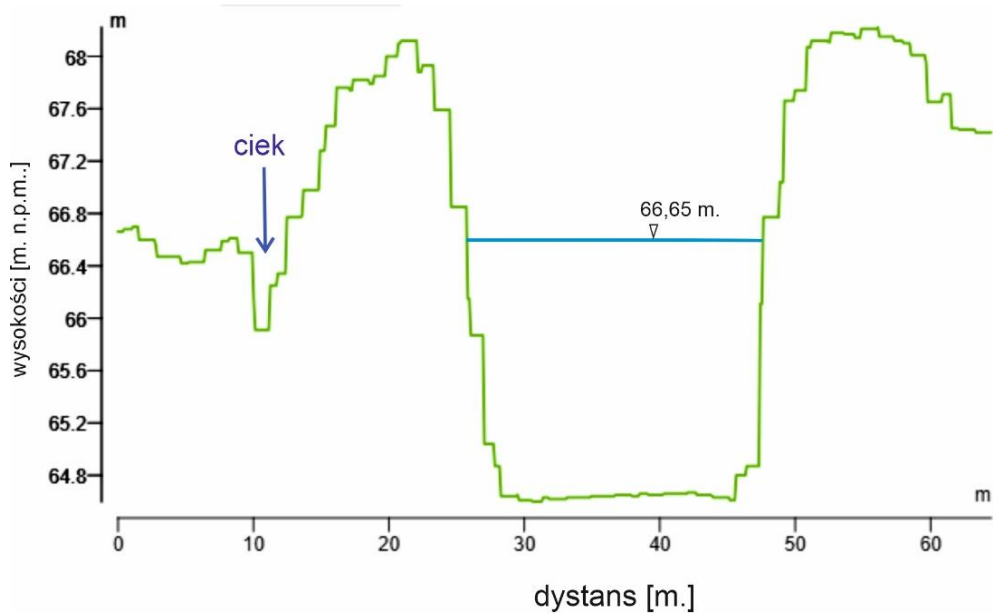
- wydobyć około 2000 m³ mas ziemnych i uformowanie skarp i grobli z wydobytego urobku
- przeprowadzenie robót konserwacyjnych na istniejących rowach celem połączenia czasy zbiornika z korytem cieku oraz udrożnienia odpływu nadwyżki wód po osiągnięciu rzędnej piętrzenia 61,75 m n.p.m.
- budowa przepustu z zasuwą/micha na wlocie i wylocie do zbiornika (regulacja dopływu i odpływu).

4. Rów i koryto cieku:

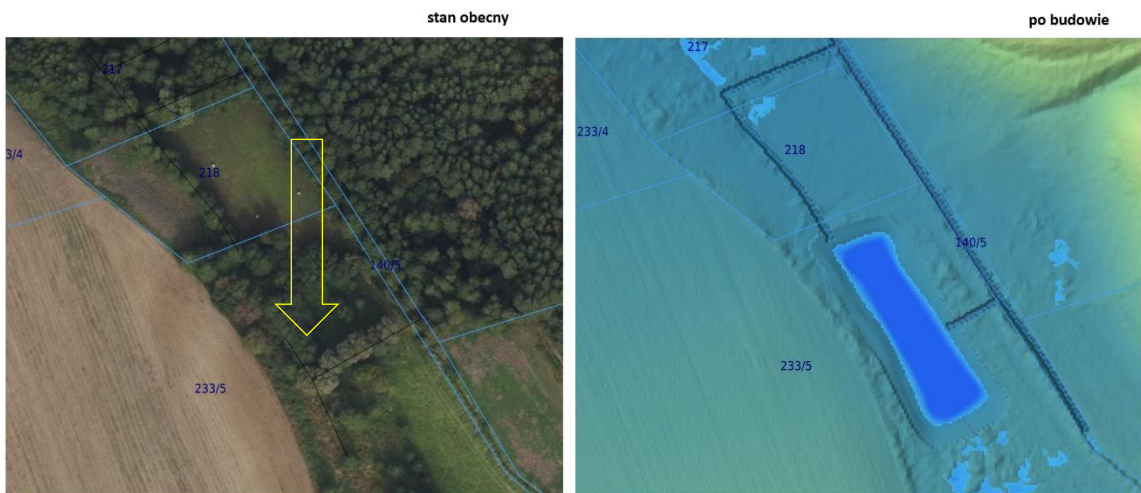
- czyszczenie i częściowe uregulowanie,
- zapewnienie ciągłości przepływu,
- wyodrębnienie poboru wody do zbiorników (przy współpracy z PGW WP).



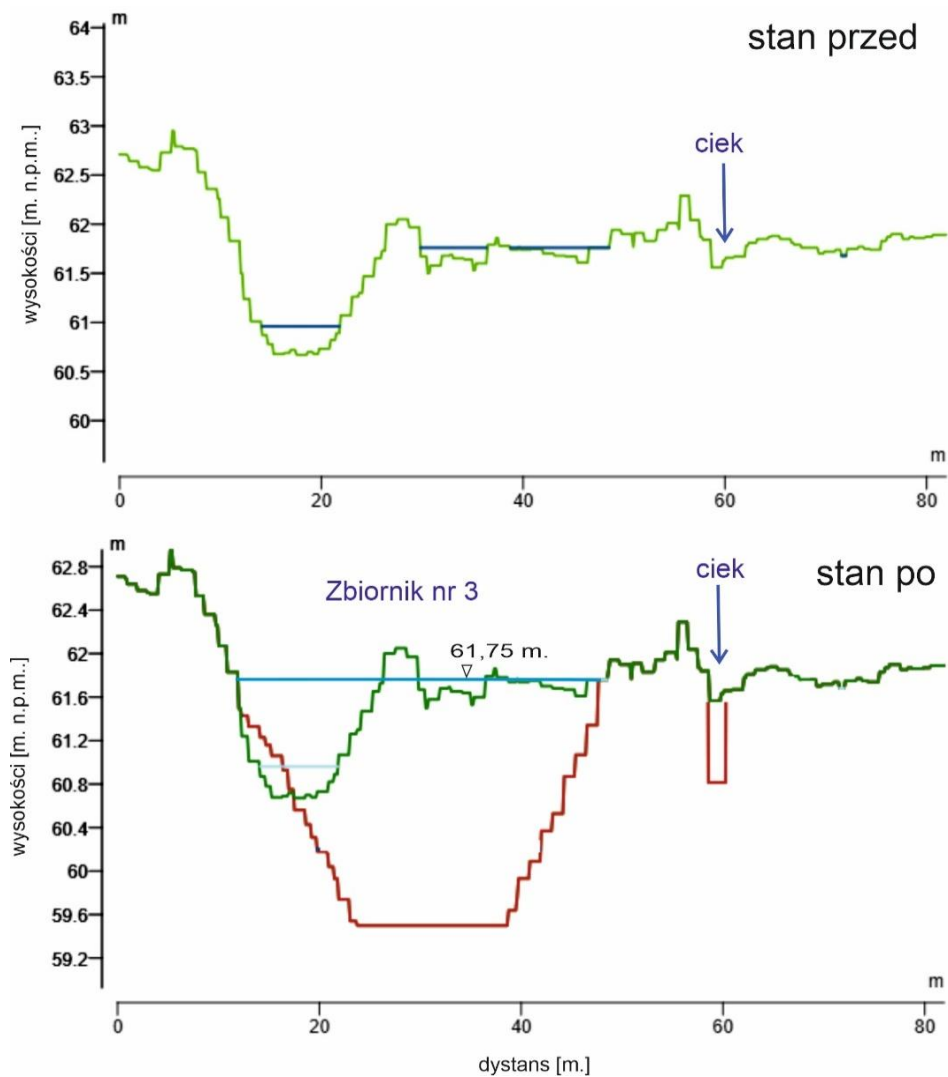
Ryc. 6.4.1.6. Przekrój poprzeczny przez czasę Zbiornika nr 1. Uporządkowanie misy wymaga uzyskania rzędnej dna co najmniej o 65,00 m n.p.m. Linia zielona oznacza istniejące rzeźne terenu. Linia niebieska oznacza maksymalny poziom piętrzenia po odbudowie.



Ryc. 6.4.1.7. Przekrój poprzeczny przez czasę zbiornika nr 2. Uporządkowanie misy wymaga uzyskania rzędnej co najmniej 65,00 m. Linia zielona oznacza istniejące tereny. Linia niebieska oznacza maksymalny poziom piętrzenia po odbudowie.



Ryc. 6.4.1.8. Lokalizacja projektowanego zbiornika w miejscu istniejącego naturalnego obniżenia terenu na działce 233/5. Istniejące rowy melioracyjne mogą być wykorzystane jako doprowadzalnik i odprowadzalnik wód do zbiornika.



Ryc. 6.4.1.9. Przekrój poprzeczny przez czasę projektowanego zbiornika

6.4.1.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne

- Łączna pojemność retencyjna systemu: ok. 6200 m³,
- Zwiększenie zdolności retencyjnych zlewni i zmniejszenie ryzyka podtopień,
- Stabilizacja przepływów w cieku,
- Poprawa zasilania wód gruntowych,
- Redukcja spływu powierzchniowego i erozji,
- Zwiększenie infiltracji i trwałości retencji poopadowej.

Efekty środowiskowe

- Odtworzenie siedlisk wodno-błotnych oraz wzmocnienie naturalnych procesów ekohydrologicznych (retencja, infiltracja, filtracja).

- Wzrost różnorodności biologicznej w dolinie ciek, w tym odbudowa warunków korzystnych dla gatunków związanych z mokradłami.
- Poprawa walorów krajobrazowych i mikroklimatu, wynikająca z obecności otwartej powierzchni wody, parowania i zwiększonej wilgotności.
- Zwiększenie odporności ekosystemu na susze i powodzie dzięki przywróceniu naturalnej retencji, spowolnieniu odpływu i odtworzeniu buforowych stref przybrzeżnych.
- Utworzenie lokalnej przestrzeni edukacyjno-przyrodniczej, wspierającej świadomość ekologiczną i promującej rozwiązania oparte na naturze (NbS).

6.4.1.7. Wnioski i rekomendacje

1. Budowa i odbudowa zbiorników w Wałdowie Szlacheckim jest hydrologicznie uzasadniona i środowiskowo pożądana, a także wpisuje się w koncepcję ekohydrologicznego zarządzania wodami powierzchniowymi i małej retencji opartej na procesach naturalnych.
2. Projekt powinien być realizowany w porozumieniu z PGW Wody Polskie, z uwzględnieniem rozdziału wód płynących i wód retencionowanych.
3. Należy uzyskać pozwolenie wodnoprawne na pobór wód z ciek.
4. Prace powinny być prowadzone etapowo:
 - Etap I – odbudowa zbiornika nr 1 i 2 z zastosowaniem rozwiązań bliskich naturze (łagodne skarpy, strefy buforowe, strefy płytkiej wody zwiększające bioróżnorodność).
 - Etap II – budowa zbiornika nr 3 i modernizacja koryta ciek z zachowaniem jej naturalnego charakteru, meandrowania oraz roślinności brzegowej o funkcjach filtracyjnych i stabilizacyjnych.
5. Dodatkowo rekomenduje się:
 - utrzymanie i poszerzanie stref buforowych wokół zbiorników w celu redukcji dopływu biogenów i wzmocnienia funkcji przyrodniczych;
 - zastosowanie materiałów naturalnych (faszyna, kamień, drewno) do ewentualnych umocnień, minimalizując ingerencję techniczną w środowisko;
6. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Toruniu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.

7. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - KIP
 - operatu wodnoprawnego wraz z instrukcją gospodarowania wodą na zbiornikach
 - projektu biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.
8. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

6.4.2. Odtworzenie pierwotnego poziomu wody Jeziora Zamkowego.

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel działań

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji hydrologiczno-technicznej utworzenia małego zbiornika wodnego w czaszy zanikłego Jeziora Zamkowego. Jest to koncepcja alternatywna do wcześniejszych projektów utworzenia płytkiego zalewu o rzędnej piętrzenia 82,50 m n.p.m. Jezioro Zamkowe zlokalizowane było miejscowości Radzyń Chełmiński, w dolinie Radzyńskiej Strugi. Obecnie ciek ten odwadnia obniżenie po jeziorne.

Celem działań jest zwiększenie retencji w dolinie Radzyńskiej Strugi, poprawa warunków hydrologicznych i krajobrazowych w rejonie zamku oraz stworzenie podstaw do rozwoju funkcji przyrodniczych i rekreacyjnych. Odtworzenie części jeziora wpisuje się w działania adaptacyjne do zmian klimatu oraz w założenia zwiększania małej retencji i renaturyzacji dolin cieków.

6.4.2.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

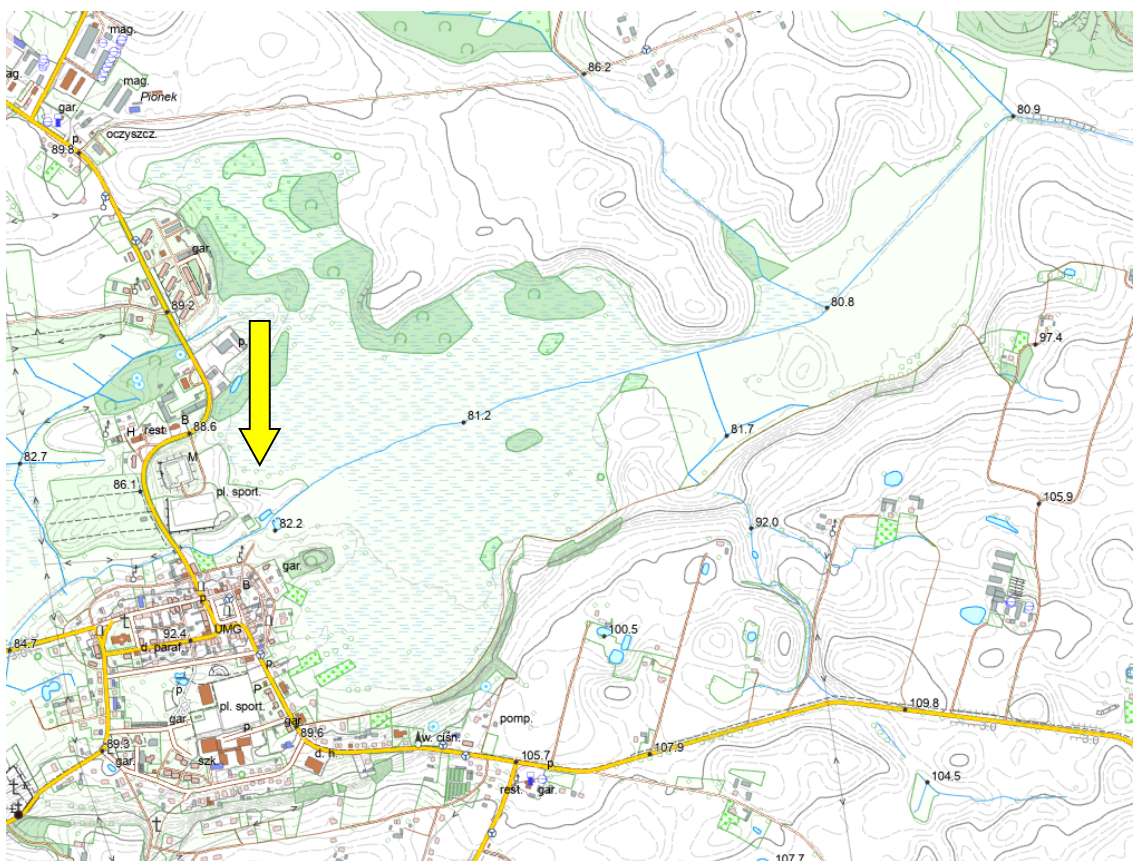
Planowany obszar odtworzenia Jeziora Zamkowego zlokalizowany jest w dolinie Radzyńskiej Strugi, w bezpośrednim sąsiedztwie zamku w Radzynie Chełmińskim na działce ewidencyjnej 155/5 obręb Kneblewo. Zakres przestrzenny przedsięwzięcia obejmuje fragment dawnej misy jeziornej, obecnie użytkowany jako obniżenie terenu z lokalnymi zakrzaczeniami i śladami okresowego stagnowania wody.

W rejonie mostu na drodze wojewódzkiej nr 534 rzędna lustra wody Radzyńskiej Strugi wynosi około 81,817 m n.p.m.

6.4.2.3. Stan istniejący i uwarunkowania hydrologiczne

Obecnie obszar dawnego Jeziora Zamkowego funkcjonuje jako zmeliorowane obniżenie dolinno-jeziorne. Brak stałego lustra wody powoduje ograniczenie funkcji retencyjnych oraz degradację walorów krajobrazowych i przyrodniczych. Występują lokalne zakrzaczenia, zarośla oraz tereny okresowo podmokłe, świadczące o zachowanym potencjale retencyjnym i wysokim poziomie wód gruntowych.

Radzyńska Struga przepływa przez obszar objęty analizą i stanowi główny element systemu odprowadzania wód. Jej reżim hydrologiczny cechuje się zmiennością stanów wody, co sprzyja okresowym podtopieniom oraz szybkiemu odpływowi wód opadowych.



Ryc. 6.4.2.1. Lokalizacja obszaru inwestycji – obniżenie dolinne po dawnym Jeziorze Zamkowym w Radzynie Chełmińskim



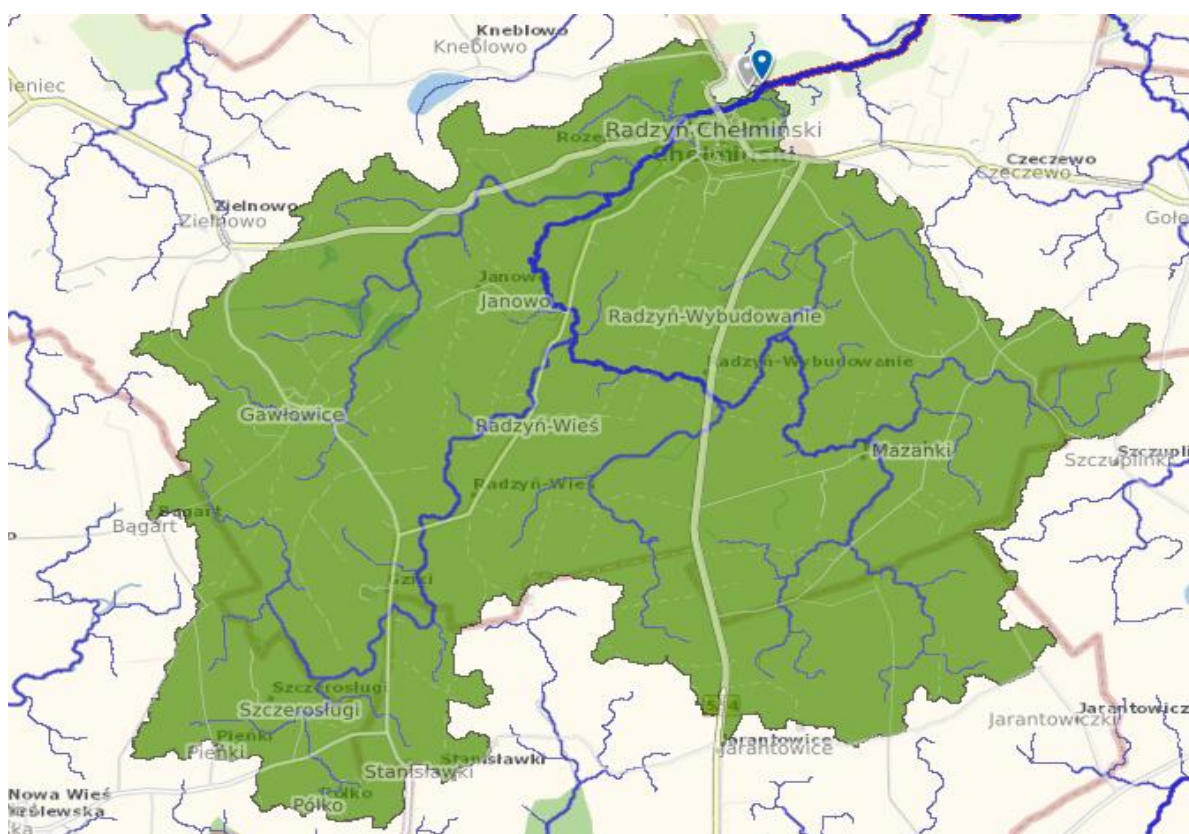
Fot. 6.4.2.1. Radzyńska Struga widok na most na drodze 534 i z mostu w stronę jeziora.



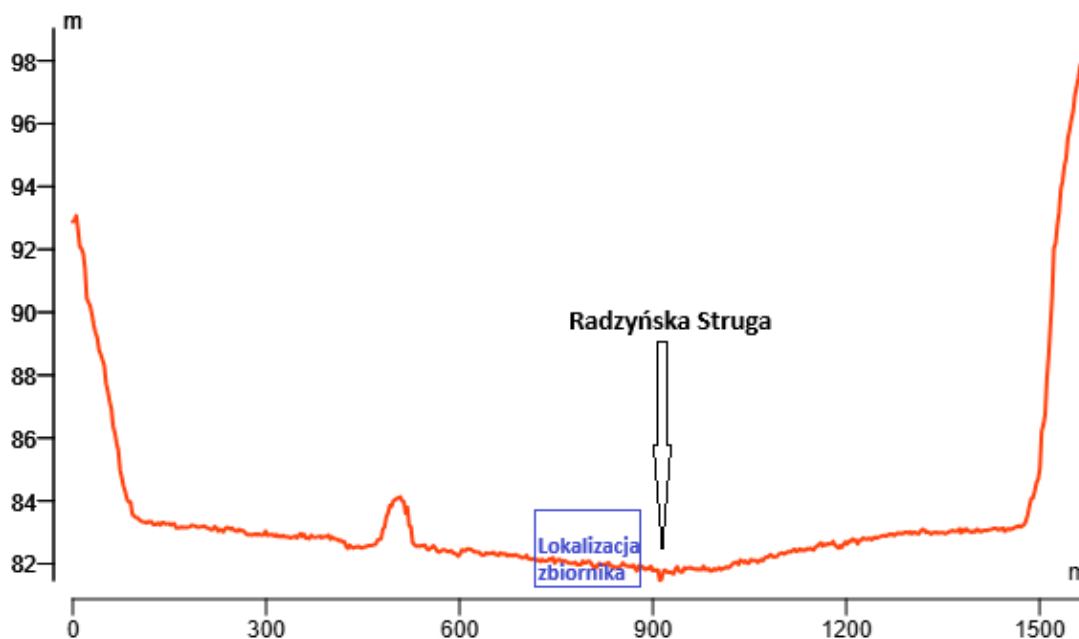
Fot. 6.4.2.2. Obniżenie terenu na działce 155/5 stanowiące lokalizację planowanej inwestycji .



Fot. 6.4.2.3. Obniżenie terenu na działce 155/5 stanowiącej lokalizację planowanej inwestycji.



Ryc. 6.4.2.2. Do profilu działki 155/5 Radzyńska Struga odwadnia obszar o powierzchni 43,3 km². Kolorem zielonym znaczone zasięg zlewni.



Ryc. 6.4.2.3. Przekrój poprzeczny przez czaszę dawnego Jeziora Zamkowego wraz z lokalizacją cieków odwadniającego oraz miejscem proponowanego zbiornika retencyjno-rekreacyjnego.

6.4.2.4. Uwarunkowania środowiskowe

Dolina Radzyńskiej Strugi pełni funkcję lokalnego korytarza ekologicznego. Odtworzenie fragmentu Jeziora Zamkowego stworzy warunki do rozwoju siedlisk wodnych i wodno-błotnych, w tym strefy litoralu, roślinności szuwarowej oraz płytkich zatok. Działania te sprzyjać będą zwiększeniu różnorodności biologicznej oraz poprawie ciągłości ekologicznej doliny cieków.

6.4.2.5. Koncepcja hydrologiczno-techniczna odtworzenia jeziora

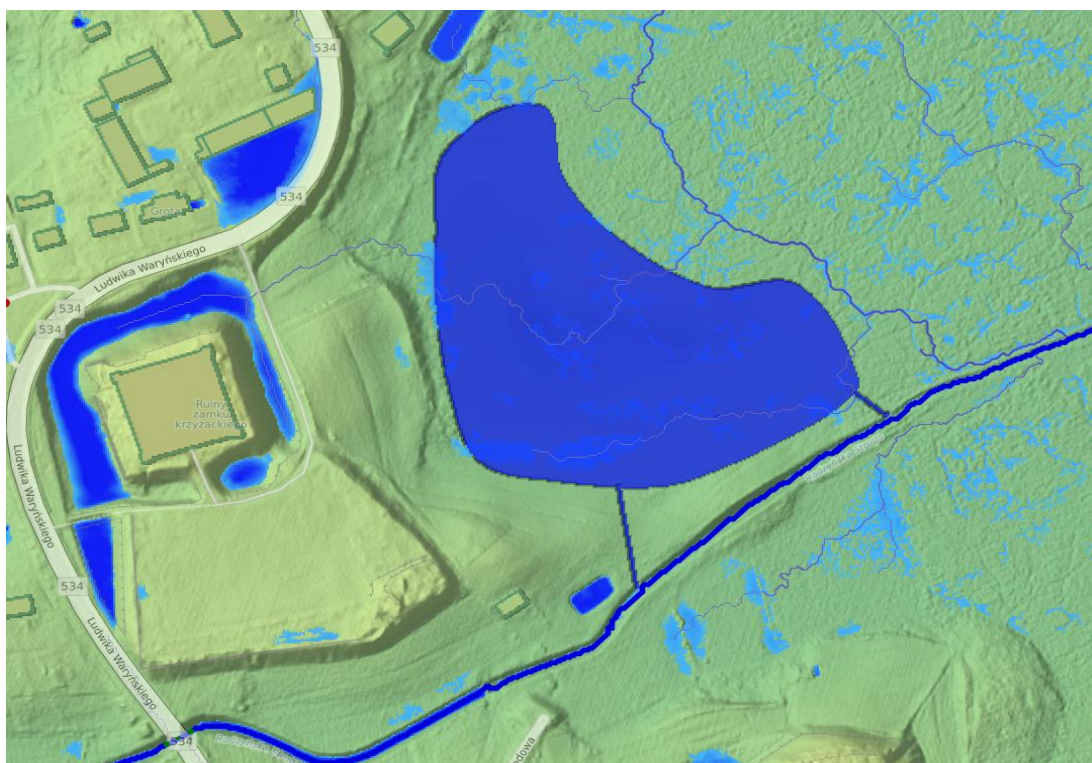
Koncepcja zakłada odtworzenie części dawnego zbiornika wodnego zajmującego fragment dawnej misy. Przyjęto droższy wariant - prowadzenia intensywnych prac ziemnych. Rekomendowanym rozwiązaniem byłoby piętrzenie wody w istniejącej czaszy, zgodnie z zakresem wskazanym w archiwalnej ekspertyzie jednak odpowiedzenie zasoby wodne Radzyńskiej Strugi są niewystarczające i wymagałyby monitoringu hydrologicznego.

Rozważany wariant docelowy obejmuje zbiornik o powierzchni około 3 ha. Szacowana pojemność zbiornika wynosi około 88 tys. m³ (8,8 ha) ze zwierciadłem wody do rzędnej 82,10 m n.p.m.

Konieczne wydobycie osadów dennych wiązałyby się z koniecznością usunięcia około 70 tys. m³ urobku, co generowałyby bardzo wysokie koszty utylizacji .

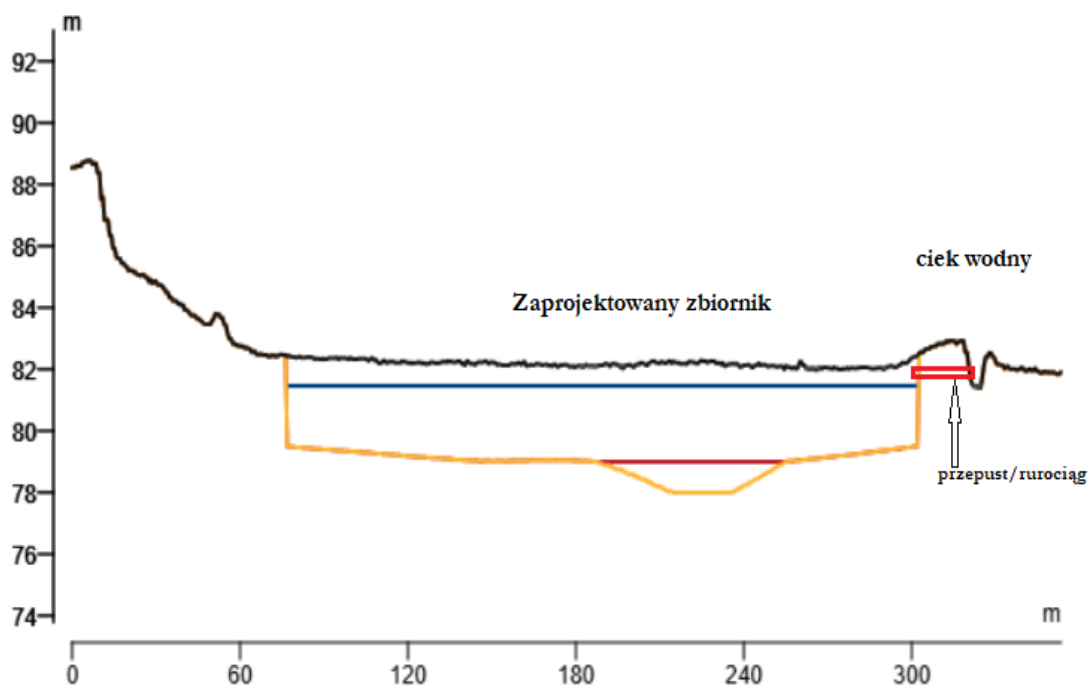
Konieczność przeprowadzenia prac ziemnych budowlanych wiąże się z powstawaniem odpadów. Należy wówczas określić, jaki charakter posiadają odpady. Można w tym celu posługiwać się rozporządzeniem Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. poz. 10). Właściwości niebezpieczne odpadu można określić na podstawie zawartości substancji powodujących ryzyko w odpadzie, a także w wyciągu wodnym (test zgodności). Jeśli odpad nie zawiera przekroczeń może być wywieziony i zagospodarowany lub wykorzystany na miejscu np do formowania grobli i rozplantowania.

Dopływ i odpływ wody ze zbiornika powinien być regulowany za pomocą zastawek lub szndorów. Poniżej na rysunku zaprezentowano proponowaną koncepcję budowy zbiornika wraz z połączeniami (dopływem i odpływem wód) z ciekami Radzyńska Struga.



Ryc. 6.4.2.4. Koncepcja budowy zbiornika wodnego zajmującego fragment misy dawnego jeziora.

Pobór wód do wypełnienia zbiornika oraz utrzymywania stałego poziomu wody wymagałoby korzystania z wód co regulowałoby pozwolenie wodnoprawne.



Ryc. 6.4.2.5. Przekrój poprzeczny przez czaszę projektowanego zbiornika. Istniejąca rzędna terenu to czarna linia. Linia niebieska przedstawia poziom wody: maksymalna rzędna piętrzenia to 82,1 m n.p.m. i mogłaby być osiągnięta tylko podczas wysokich przepływów Radzińskiej Strugi.

6.4.2.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Odtworzenie części Jeziora Zamkowego spowoduje zwiększenie retencji w dolinie Radzińskiej Strugi oraz poprawę odporności obszaru na okresy suszy i intensywne opady. Inwestycja przyczyni się do stabilizacji przepływów w cieku, ograniczenia gwałtownych odpływów oraz poprawy bilansu wodnego terenów przyległych.

Powstanie lustra wody w sąsiedztwie zamku znacząco poprawi walory krajobrazowe i estetyczne obszaru. Dodatkowo oczekiwany jest efekt poprawy mikroklimatu, polegający na zwiększeniu wilgotności powietrza i ograniczeniu amplitud temperatur.

Zbiornik stworzy warunki do rozwoju funkcji rekreacyjnych, w tym lokalizacji pomostu, ciągów pieszych oraz punktów widokowych, co podniesie atrakcyjność turystyczną gminy.

6.4.2.7. Wnioski

Odtworzenie pierwotnego poziomu wody Jeziora Zamkowego jest hydrologicznie uzasadnione i środowiskowo korzystne. Przedsięwzięcie stanowi efektywne narzędzie

zwiększania małej retencji, renaturyzacji doliny Radzyńskiej Strugi oraz poprawy walorów krajobrazowych i turystycznych Radzyna Chełmińskiego.

Realizacja inwestycji powinna być prowadzona etapowo, z ograniczeniem robót ziemnych i wykorzystaniem istniejącej morfologii terenu.

6.4.2.8. Rekomendacje

1. Rekomenduje się:

- doprecyzowanie granic inwestycji i struktury własnościowej działek,
- wykonanie dokumentacji hydrologicznej Radzyńskiej Strugi określającej zasoby wodne,
- rzeprowadzenie rozpoznania geologicznego

2. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Toruniu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.

3. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:

- plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
- KIP
- operatu wodnoprawnego
- projektu biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.

9. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU 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.

Podjęcie 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 zwiększenia 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-nawadniającą);
- 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 przeciwerozyjnych) 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 zasilaniem 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 odsklepianie 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 powiązаныmi 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 – ARiMR

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 węglowe 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
	Zróznicowana 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;
- modernizacje 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 nieruchomości z budynkiem jednorodzinnym. 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 grudziądzkiego potwierdziła występowanie bardzo wysokiego zagrożenia suszą atmosferyczną i rolniczą w znacznej części jego obszaru, przy jednoczesnym umiarkowanym zagrożeniu suszą hydrologiczną oraz zróżnicowanym zagrożeniu suszą hydrogeologiczną. Na tle województwa powiat wyróżnia się dużą powierzchnią użytkowaną rolniczo, z glebami o podwyższonej podatności na przesuszenie oraz silną presją systemów melioracyjnych.
- 2) Sieć hydrograficzna powiatu jest dobrze rozwinięta i obejmuje zarówno główną rzekę regionu, jak i liczne dopływy o charakterze rzeczonym i rzeczno-jeziornym. Występuje również wiele zbiorników wodnych oraz jezior, które pełnią funkcję lokalnych buforów hydrologicznych, jednak ich potencjał retencyjny jest w dużej mierze niewykorzystany. Obserwowane są także obszary podmokłe i torfowiskowe, szczególnie w dolinach rzek, które mogą pełnić rolę naturalnych magazynów wody.
- 3) Ocena łącznego zagrożenia suszą wskazała na dominację obszarów o zagrożeniu silnym i ekstremalnym, co jednoznacznie potwierdza konieczność intensyfikacji

działań związanych z rozwojem retencji rozproszonej, renaturyzacją cieków oraz modernizacją melioracji. Jednocześnie w dolinach głównych cieków występują obszary narażone na podtopienia, wymagające działań równoważących retencję i ochronę przeciwpowodziową.

- 4) Opracowane koncepcje pilotażowe — odbudowa systemu zbiorników retencyjnych w Wałdowie Szlacheckim oraz odtworzenie pierwotnego poziomu wody w Jeziorze Zamkowym — potwierdziły możliwość skutecznego zwiększenia lokalnej retencji, poprawy bilansu wodnego i ograniczenia ryzyka podtopień. W pierwszym przypadku wskazano na możliwość uzyskania całkowitej pojemności rzędu kilkunastu tysięcy metrów sześciennych i stabilizacji przepływów w dolinie, w drugim na potencjał poprawy warunków hydrologicznych i siedliskowych poprzez przywrócenie naturalnego poziomu wody.
- 5) Analizy hydrologiczne i środowiskowe wykazały, że proponowane rozwiązania są zgodne z ideą małej retencji oraz podejściem opartym na procesach naturalnych. Realizacja przedstawionych działań przyczyni się do poprawy bilansu wodnego, zwiększenia odporności na suszę i ograniczenia skutków powodzi, a także poprawy jakości środowiska i różnorodności biologicznej.

8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych

1. Wskazane jest, aby na poziomie powiatu opracować i wdrożyć własny program retencji wodnej, koordynujący działania gmin, zarządców wód oraz LPW. Program ten powinien obejmować rozwój małej retencji, modernizację systemów melioracyjnych oraz ochronę terenów podmokłych jako istotny element adaptacji do zmian klimatu.
2. Zaleca się realizację projektów pilotażowych w Wałdowie Szlacheckim oraz przywrócenia właściwego poziomu wody w Jeziorze Zamkowym jako przedsięwzięć referencyjnych. Mogą one stanowić wzorcowe rozwiązania dla innych zlewni i umożliwić ocenę skuteczności działań retencyjnych w warunkach powiatu.
3. Systemy melioracyjne powinny być sukcesywnie modernizowane w kierunku retencji regulowanej poprzez stosowanie zastawek, progów oraz obiektów piętrzących, umożliwiających sezonowe zatrzymywanie wody. Działania te są

szczególnie istotne w rejonach o wysokiej podatności na suszę i nadmierny odpływ powierzchniowy.

4. Należy rozwijać działania renaturyzacyjne w dolinach cieków, obejmujące odtwarzanie terenów zalewowych, meandrowanie koryt oraz odbudowę starorzeczy, co zwiększy retencję dolinową i poprawi warunki ekologiczne systemu rzecznego.
5. W krajobrazie rolniczym wskazane jest wdrażanie praktyk zwiększających retencję glebową, takich jak pasy roślinności, ograniczanie erozji, poprawa struktury gleby oraz działania agroekologiczne podnoszące zdolność gleby do magazynowania wody.
6. W obszarach leśnych należy wspierać rozwój małej retencji leśnej, obejmującej zamykanie rowów, piętrzenie wody, przywracanie mokradeł leśnych oraz działania spowalniające odpływ.
7. Działania retencyjne powinny być zintegrowane z dokumentami planistycznymi gmin i powiatu, tak aby zapewnić ochronę terenów kluczowych dla retencji naturalnej oraz stworzyć warunki do realizacji kolejnych inwestycji.
8. Rekomenduje się wzmocnienie współpracy w ramach Lokalnego Partnerstwa Wodnego, obejmującej wymianę danych, monitorowanie efektów działań, wspólne planowanie oraz rozwój projektów wielozlewniowych.
9. Niezbędne jest rozwijanie monitoringu hydrologicznego i jakościowego cieków, jezior oraz mokradeł, co umożliwi adaptacyjne zarządzanie zasobami wodnymi i ocenę skuteczności działań.

8.3. Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań na inne obszary

1. Konieczne jest przeprowadzenie szczegółowych analiz hydrologicznych i modelowania bilansu wodnego dla kolejnych mikrozelewni powiatu, w celu wskazania lokalizacji o najwyższym potencjale retencyjnym oraz identyfikacji obszarów wymagających pilnych działań inwestycyjnych.
2. Wskazane jest opracowanie mapy potencjału retencyjnego powiatu grudziądzkiego, integrującej dane hydrologiczne, glebowe, użytkowania terenu i zagrożenia suszą, która umożliwi strategiczne planowanie działań na najbliższe lata.

3. Należy wykonać analizy ekonomiczne dla planowanych inwestycji retencyjnych, obejmujące koszty realizacji, koszty utrzymania oraz korzyści środowiskowe, społeczne i rolnicze, co usprawni proces pozyskiwania środków finansowych.
4. Rekomenduje się pogłębienie badań nad możliwością odtwarzania terenów podmokłych i torfowisk oraz ich rolę w zwiększaniu retencji glebowej i ochronie przed suszą.
5. Działania retencyjne powinny być stopniowo rozszerzane na kolejne gminy powiatu, z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań hydrologicznych, charakteru użytkowania terenu i poziomu presji rolniczej.
6. Niezbędne jest przeanalizowanie wpływu modernizacji systemów melioracyjnych na poziom wód gruntowych oraz na możliwość przeciwdziałania suszy w krajobrazie rolniczym, tak aby dostosować parametry piętrzenia do lokalnych warunków.
7. W perspektywie wieloletniej możliwe jest stworzenie zintegrowanego powiatowego systemu retencji, obejmującego zbiorniki, mokradła, ciekły z retencją regulowaną i rozwiązania oparte na naturze, co znacząco poprawi bezpieczeństwo wodne i odporność powiatu grudziądzkiego na skutki zmian klimatu.

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. Chelmiński 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 Grudziądzkiego. Plan rozwoju gospodarki wodą na terenach wiejskich na lata 2022-2030. I wersja – grudzień 2021 r. Lokalne Partnerstwo Wodne Powiatu Grudziądzkiego, 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 grudziądzkiego
2. Ryc. 2.2.4. Sieć hydrograficzna powiatu grudziądzkiego
3. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu grudziądzkiego
4. Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu grudziądzkiego.
5. Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu grudziądzkiego, zgodnie z PPSS.
6. Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu grudziądzkiego, zgodnie z PPSS.
7. Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu grudziądzkiego, zgodnie z PPSS.
8. Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu grudziądzkiego, zgodnie z PPSS.
9. Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu grudziądzkiego, zgodnie z PPSS.
10. Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu grudziądzkiego, zgodnie z ISOK.

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja istniejących zbiorników przy cieku Dopływ z Płachaw (Struga) na tle Mapy Hydrograficznej Polski
2. Ryc. 6.4.2.1. Lokalizacja obszaru inwestycji – obniżenie dolinne po dawnym Jeziorze Zamkowym w Radzynie Chełmińskim

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

3. Rys. 2.2.1. Przebieg opadów w Toruniu i Mławie w wieloleciu 1991-2020: a) – roczne sumy opadów atmosferycznych, b) – różnice rocznych sum.
4. Rys. 2.2.2. Przebieg opadów w Toruniu i Mławie w latach 1991-2020: a:) w okresie wegetacyjnym (IV-IX) b) różnice sum w okresie wegetacyjnym.
5. Rys. 2.2.3. Przebieg temperatury w Toruniu i Mławie w wieloleciu 1991-2020: a) średnia roczna temperatura, b) średnia temperatura w okresie wegetacyjnym (IV-IX).
6. Rys. 2.2.4. Przebieg ETo i KBW (mm) w Toruniu i Mławie w wieloleciu 1991-2020.
7. Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
8. Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
9. Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
10. Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
11. Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
12. Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

13. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
14. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie grudziądzkim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
15. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie grudziądzkim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
16. 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
17. 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.
18. Ryc. 6.4.1.2. Zbiorniki na tle mapy ewidencyjnej wraz z klasyfikacją użytków gruntowych
19. Ryc. 6.4.1.3. Zbiorniki na tle numerycznego modelu terenu oraz sieci spływu wód po powierzchni terenu
20. Ryc. 6.4.1.4. Zlewnie cząstkowe oraz główne ścieżki i kierunki spływu wód opadowych i roztopowych w rejonie analizowanych zbiorników
21. Ryc. 6.4.1.5. Zlewnia ciekłu do profilu połączenia ze Zbiornikiem nr 1 i 2. Powierzchnia drenażu wód to 3,46 km².
22. Ryc. 6.4.1.6. Przekrój poprzeczny przez czaszę Zbiornika nr 1. Uporządkowanie misy wymaga uzyskania rzędnej dna co najmniej o 65,00 m n.p.m. Linia zielona oznacza istniejące rzedne terenu. Linia niebieska oznacza maksymalny poziom piętrzenia po odbudowie.
23. Ryc. 6.4.1.7. Przekrój poprzeczny przez czaszę zbiornika nr 2. Uporządkowanie misy wymaga uzyskania rzędnej co najmniej 65,00 m. Linia zielona oznacza istniejące rzedne terenu. Linia niebieska oznacza maksymalny poziom piętrzenia po odbudowie.

24. Ryc. 6.4.1.8. Lokalizacja projektowanego zbiornika w miejscu istniejącego naturalnego obniżenia terenu na działce 233/5. Istniejące rowy melioracyjne mogą być wykorzystane jako doprowadzalnik i odprowadzalnik wód do zbiornika.
25. Ryc. 6.4.1.9. Przekrój poprzeczny przez czaszę projektowanego zbiornika
26. Fot. 6.4.2.1. Radzyńska Struga widok na most na drodze 534 i z mostu w stronę jeziora.
27. Fot. 6.4.2.2. Obniżenie terenu na działce 155/5 stanowiące lokalizację planowanej inwestycji .
28. Fot. 6.4.2.3. Obniżenie terenu na działce 155/5 stanowiące lokalizację planowanej inwestycji.
29. Ryc. 6.4.2.2. Do profilu działki 155/5 Radzińska Struga odwadnia obszar o powierzchni 43,3 km². Kolorem zielonymznaczono zasięg zlewni.
30. Ryc. 6.4.2.3. Przekrój poprzeczny przez czaszę dawnego Jeziora Zamkowego wraz z lokalizacją ciekudowadniającego oraz miejscem proponowanego zbiornika retencyjno-rekreacyjnego.
31. Ryc. 6.4.2.4. Koncepcja budowy zbiornika wodnego zajmującego fragment misy dawnego jeziora.
32. Ryc. 6.4.2.5. Przekrój poprzeczny przez czaszę projektowanego zbiornika. Istniejąca rzędna terenu to czarna linia. Linia niebieska przedstawia poziom wody: maksymalna rzędna piętrzenia to 82,1 m n.p.m. i mogłaby być osiągnięta tylko podczas wysokich przepływów Radzińskiej Strugi.

4. Legendy i opisy map.

1. ET₀ – 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
12. PPW – Powiatowy Plan Wodny