



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 Radziejowskiego”*

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Radziejowskiego”

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.....	9
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozlewnie.	9
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).	15
3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.	16
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.	16
3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych	18
3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe.....	24
4. Koncepcja systemu małej retencji.....	30
4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią.....	30
4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie według wybranych wskaźników.....	32
5. Proponowane środki i rozwiązania.	36
5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).37	
5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.	37
5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych). 38	
5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej.	39

5.5.	Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych).	43
5.6.	Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby).	49
6.	Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).....	57
6.1.	Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.....	57
6.2.	Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).	58
6.3.	Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).....	59
6.4.	Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.	70
6.4.1.	Budowa zastawek na rowach melioracji szczegółowej na terenie gminy Radziejów	70
6.4.2.	Odtworzenie sieci rowów melioracyjnych z możliwością retencjonowania na terenie miejscowości Kozjaty i Sierakowy Gmina Topólka	81
7.	Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.	96
7.1.	Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).....	96
7.2.	Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.	99
7.3.	Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).	102
8.	Wnioski i rekomendacje końcowe	112
8.1.	Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji	112
8.2.	Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych.....	113
8.3.	Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań na inne obszary	114
9.	Literatura.....	116
II. Część graficzna		
1.	Mapy przeglądowe obszaru powiatu.....	118
2.	Mapy koncepcyjne rozwiązań.....	119
3.	Rysunki schematyczne i przekroje.....	119
4.	Legendy i opisy map.....	121

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.

Celem nadrzędnym koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie radziejowskim jest poprawa bilansu wodnego poprzez zwiększenie zdolności zatrzymywania i racjonalnego gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi w skali lokalnej. Potrzeba realizacji tego celu wynika z zapisów Powiatowego Planu Wodnego oraz Planu przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS), które wskazują na narastający deficyt wody w okresach wegetacyjnych, znaczną zmienność warunków hydrologicznych oraz rosnącą podatność obszaru powiatu na skutki zmian klimatu.

Powiat radziejowski charakteryzuje się dominacją intensywnie użytkowanych gruntów rolnych, niewielkim udziałem lasów oraz ograniczoną liczbą naturalnych zbiorników wodnych, co przekłada się na niską naturalną retencję krajobrazową. Ukształtowanie terenu o charakterze wysoczyznowym oraz funkcjonujące systemy melioracyjne, zaprojektowane głównie w celu odwadniania, sprzyjają szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych poza obszar zlewni lokalnych. Skutkiem jest pogorszenie bilansu wodnego, obniżanie się poziomu wód gruntowych oraz wzrost ryzyka suszy rolnej.

Poprawa bilansu wodnego w powiecie radziejowskim ma być realizowana poprzez zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych zarówno w formach naturalnych, jak i technicznych. Kluczowe znaczenie ma zatrzymywanie wody w krajobrazie – w dolinach cieków, obniżeniach terenu, na użytkach rolnych oraz w obrębie systemów melioracyjnych – zamiast jej szybkiego odprowadzania. Działania te przyczynią się do poprawy warunków wilgotnościowych gleb, stabilizacji poziomu wód gruntowych oraz zwiększenia dostępności wody dla rolnictwa w okresach niedoboru.

Istotnym elementem koncepcji jest również przeciwdziałanie skutkom gwałtownych opadów i lokalnych zagrożeń powodziowych. Spowalnianie odpływu wód w zlewniach i mikrozwlewniach, zwiększanie pojemności retencyjnej dolin cieków oraz lepsze wykorzystanie istniejącej infrastruktury wodno-melioracyjnej pozwolą ograniczyć

ryzyko podtopień użytków rolnych i infrastruktury technicznej, a jednocześnie zmniejszyć intensywność erozji gleb.

Realizacja koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie radziejowskim stanowi ważny element adaptacji do zmian klimatu i zrównoważonego gospodarowania zasobami wodnymi. Osiągnięcie założonych celów przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa wodnego, stabilizacji warunków produkcji rolnej, ochrony zasobów wodnych oraz zwiększenia odporności powiatu na skutki suszy i ekstremalnych zjawisk hydrologicznych.

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

Powiat radziejowski mieści się w południowej części województwa kujawsko-pomorskiego. Jego powierzchnia wynosi 607 km², co stanowi 3,4% powierzchni województwa. W skład powiatu radziejowskiego wchodzi gminy: Bytoń, Dobre, Osiećciny, Piotrków Kujawski, Radziejów i Topólka. Powiat sąsiaduje z powiatami: aleksandrowskim, inowrocławskim i włocławskim



Rys. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu radziejowskiego

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

Krajowe dokumenty o znaczeniu strategicznym:

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

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

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

Wojewódzkie dokumenty o znaczeniu strategicznym:

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

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

Regionalne/lokalne dokumenty o znaczeniu strategicznym:

- **Powiatowy Plan Wodny Powiatu Radziejowskiego – 2021–2030, KPODR w Minikowie.** Dokument wskazuje na potrzebę zwiększenia retencji w gminach Bytoń i Topólka, gdzie występują niedobory wody i intensywne użytkowanie rolnicze. Zwraca uwagę na konieczność rozwoju małych zbiorników wodnych oraz modernizacji lokalnych systemów melioracyjnych.
- **Powiatowe Plany Wodne – rola i znaczenie – 2021, KPODR Minikowo** Publikacja podkreśla znaczenie lokalnych planów wodnych w przeciwdziałaniu skutkom suszy. Wskazuje na potrzebę dostosowania działań retencyjnych do warunków hydrologicznych i struktury użytkowania gruntów w powiecie radziejowskim.
- **Lokalne Partnerstwa Wodne – stan obecny i perspektywy – 2023, KPODR Minikowo.** Opracowanie opisuje funkcjonowanie LPW w powiecie radziejowskim, 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 radziejowski zlokalizowany jest w dorzeczu Wisły oraz Odry. Przez teren powiatu przebiega dział wodny I rzędu. Najważniejszymi ciekami powiatu są Zgłowiączka i Kanał Mietlica. Zgłowiączka jest dopływem Wisły i uchodzi do niej poza obszarem powiatu. Kanał Mietlica oraz kilka mniejszych cieków należy do dorzecza Odry. Uchodzą one do jeziora Gopło. Północną granicę powiatu wyznacza Kanał Bachorze łączący dorzecza Wisły i Odry.

na terenie powiatu), jezioro Kamienieckie (40 ha pow.), jezioro Czarny Bród (32 ha pow.), jezioro Chalińskie Duże (25 ha pow.), jezioro Chalińskie Małe (20 ha pow.) oraz jezioro Świesz (17 ha pow.).

Na obszarze powiatu radziejowskiego zlokalizowane są nieliczne torfowiska. Te ekosystemy zostały w różnym stopniu przekształcone na skutek gospodarczej działalności gospodarczej człowieka (głównie melioracji odwadniających). Należą one do torfowisk niskich. Największa ich liczba zlokalizowana jest w południowej części powiatu. Położone są w najniższych częściach dolin oraz w lokalnych obniżeniach terenowych, niekiedy w sąsiedztwie jezior.

Jednolite części wód rzecznych objęte monitoringiem jakości wody na terenie powiatu radziejowskiego cechują się zróżnicowanym stanem/potencjałem ekologicznym. Złym stanem ekologicznym charakteryzuje się rzeka Zgłowiączka na odcinku od jej źródeł do jez. Głuszyńskiego oraz Kanał Mietlica. Wody zachodniej części Kanału Bachorze oraz dopływu z jeziora Czarny Bród zostały zaklasyfikowane jako mające słaby potencjał/stan ekologiczny. Umiarkowany stan/potencjał ekologiczny mają wody Zgłowiączki poniżej jeziora Głuszyńskiego, wody wschodniej części kanału Bachorze oraz wody niektórych małych cieków. Wody jeziora Głuszyńskiego cechują się umiarkowanym stanem ekologicznym.

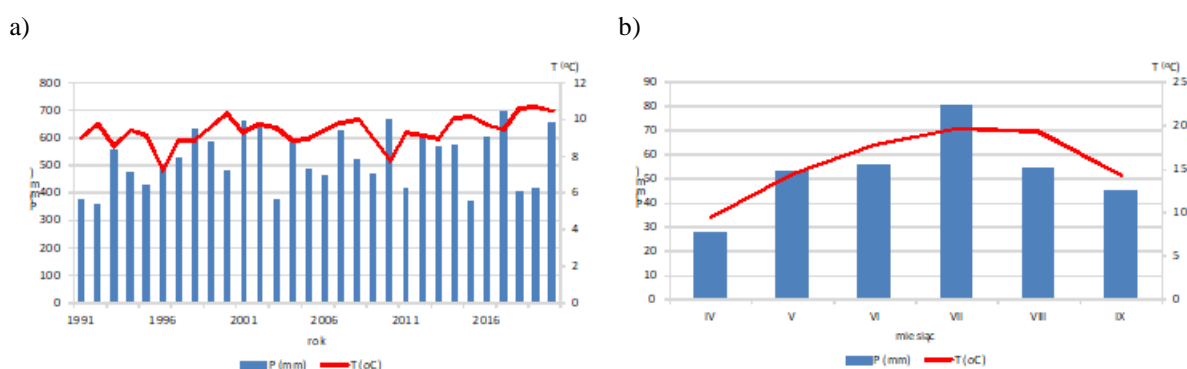
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).

Region klimatyczny obejmujący powiat radziejowski jest określany jako Środkowowielkopolski (Woś, 1996) i obejmuje on obszar rozciągający się od Warty po Wisłę. Klimat powiatu jest kształtowany głównie przez masy powietrza polarnomorskiego napływające z kierunków zachodnich i południowo-zachodnich, co powoduje dużą zmienność warunków pogodowych. Dłuższe okresy stabilnej pogody pojawiają się znacznie rzadziej i są wynikiem napływu mas powietrza kontynentalnego z kierunków wschodnich lub powietrza arktycznego napływającego ze Skandynawii lub północnej Rosji (Bartczak i in., 2024). Warunki opadowo-termiczne w powiecie określono na podstawie danych z wielolecia 1991-2020 pozyskanych z bydgoskiego Oddziału ITP-PIB.

Na podstawie danych ustalono, że średnia wieloletnia roczna suma opadów wynosiła 524 mm i w poszczególnych latach zmieniała się w zakresie od 357 mm do 692 mm. W miesiącach okresu wegetacyjnego (IV-IX) średnia wieloletnia suma opadów

wynosiła 394 mm, przy czym opady w badanym wieloleciu charakteryzowały się dużą zmiennością: od 246 mm do 586 mm. Opady w sezonie IV-IX stanowiły 75% opadów rocznych. Najbardziej wilgotnym miesiącem był lipiec – średnia suma opadów wynosiła 81 mm oraz czerwiec – 56 mm, a najbardziej suchym luty – 27 mm i kwiecień - 28 mm. Niewielkie zróżnicowanie opadów na Kujawach i na terenach przyległych w oparciu o dane opadowe z Torunia, Płocka i Koła stwierdzili również klimatolodzy z UMK w Toruniu (Bartczak i in., 2024). Zmiany sezonowych i rocznych sum opadów pomiędzy analizowanymi okresami normalnymi 30-letnimi (1961–1990 i 1991–2020) nie były statystycznie istotne. Dla trzech stacji na badanym obszarze obliczona różnica średnich sum opadów pomiędzy analizowanymi okresami normalnymi 30-letnimi wyniosła zaledwie 1,6 mm. W poszczególnych sezonach różnice te wahają się od 6,2 mm (jesień) do 9,9 mm (lato).

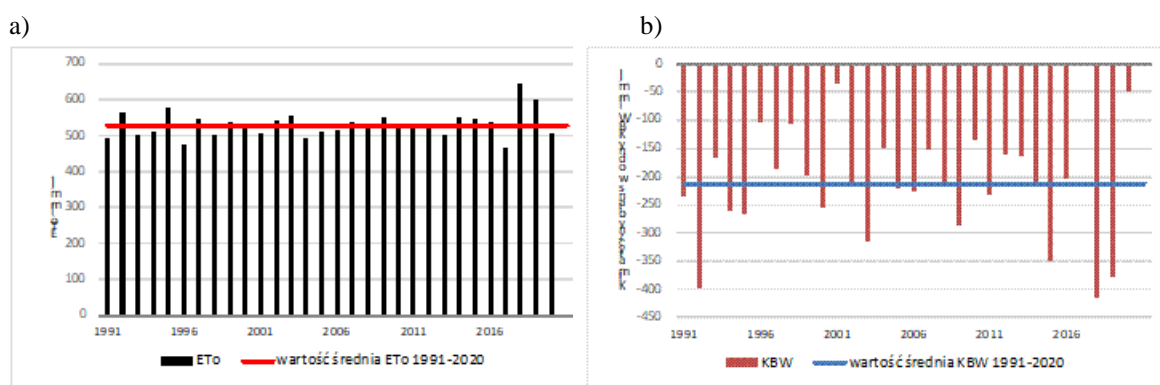
Średnia roczna temperatura powietrza zanotowana w Bydgoszczy w badanym wieloleciu wynosiła 9,4°C. W najcieplejszym roku zanotowano 10,7°C, a w najchłodniejszym 7,3°C. Najzimniejsze miesiące to styczeń (-0,2°C) i luty (0,1°C), a najcieplejsze to lipiec 19,8°C oraz sierpień 19,3°C. W ocenie klimatologów, klimat powiatu wyróżnia stosunkowo częste występowanie dni z pogodą ciepłą lub bardzo ciepłą i jednocześnie bez opadów. Stąd duża częstotliwość okresów suszy meteorologicznej lub okresów małych opadów trwających od kilku do kilkudziesięciu dni. Przebieg sum opadów i średniej rocznej temperatury powietrza w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020 przedstawiono na rys. 2.2.1.



Rys. 2.2.1. Przebieg sum opadów atmosferycznych i średniej temperatury powietrza w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) – w przebiegu rocznym; b) – w okresie wegetacyjnym w wieloleciu 1991-2020; źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy

Przebieg zmian ewapotranspiracji wskaźnikowej ET_0 w powiecie radziejowskim również przyjęto za danymi pochodzącymi z Bydgoszczy. Stwierdzono, że średnia

wartość ET_0 wyznaczonej metodą Penmana-Monteitha wynosiła w badanym wieloleciu 527 mm. Wartość minimalną (464 mm) stwierdzono w najwilgotniejszym sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w 2017 r., a wartość maksymalną (642 mm) w następnym roku. Przebieg opadów oraz ET_0 mają wpływ na zmiany wartości KBW, który jest różnicą pomiędzy opadami i ET_0 . W badanym wieloleciu wartości te zmieniały się od -400 mm (1992) do -5 mm (2017); wartość średnia KBW wynosiła -212 mm. Charakterystyki ET_0 i wskaźnika KBW przedstawiono na rys. 2.2.2.



Rys. 2.2.2. Charakterystyki sezonu wegetacyjnego (IV-X) w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) - sumy ewapotranspiracji wskaźnikowej ET_0 (mm); b) – wartości klimatycznego bilansu wodnego (KBW) (mm); źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy

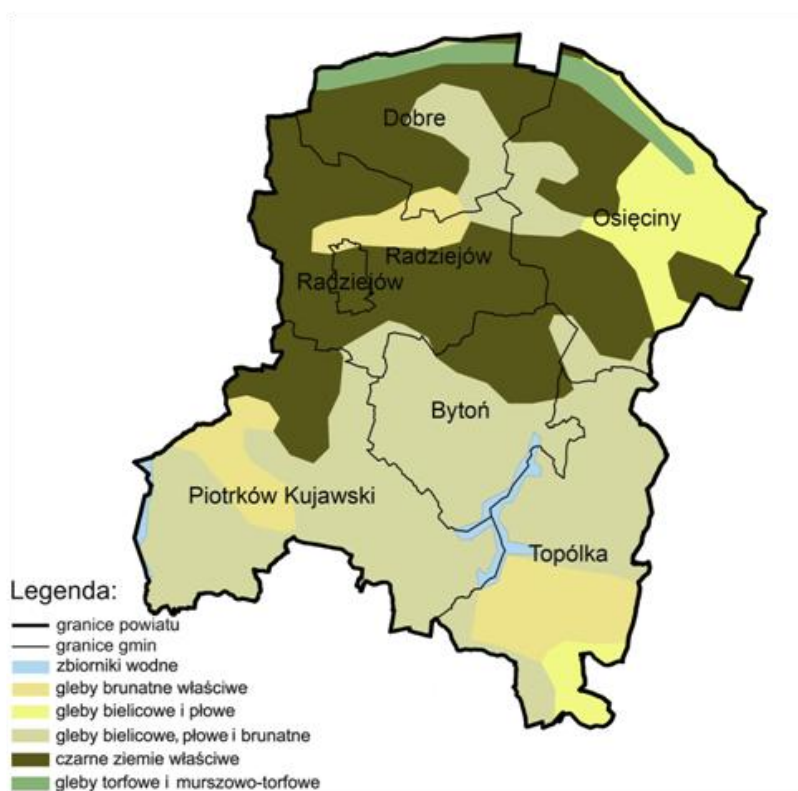
Powiat radziejowski leży w strefie najmniejszych opadów w Polsce, rozciągającej się od Niziny Wielkopolskiej po Kujawy. Jest jednocześnie nizinnym obszarem o przewadze krajobrazu rolniczego, stąd zmiany klimatu, które pojawiły się na przełomie lat 70. i 80. ubiegłego wieku najbardziej były niekorzystne dla rolnictwa, szczególnie w częstych okresach małych opadów lub suszy meteorologicznej. Ponadto niewielki wzrost opadów, przy jednoczesnym znaczącym wzroście temperatury czyni ten obszar podatnym na długotrwałe okresy suszy rolniczej. Duże parowanie prowadzi do zwiększonego wyczerpywania się wszelkich źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, zwłaszcza na terenach, gdzie gleby posiadają mniejszą zdolność do retencjonowania wody, gdzie jest brak większych zbiorników wodnych i kompleksów leśnych, a podstawowym źródłem wody dla rolnictwa są opady. Oprócz zaniku wody w glebie następuje też wyczerpywanie wody w źródłach zewnętrznych (np. śródpolne oczka wodne, rowy melioracyjne, stawy).

Przy zachowaniu powyższych trendów zmian opadów i temperatury, a także ewapotranspiracji można oczekiwać w powiecie radziejowskim w najbliższych latach

pogorszenia się warunków upraw polowych, warzywniczym, sadów, jak również trwałych użytków zielonych.

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 radziejowskiego przeważają gleby mineralne, które utworzyły się z utworów ostatniego zlodowacenia. Największe powierzchnie pokrywają gleby płowe oraz urodzajne czarne ziemie. Spotyka się również gleby brunatne. Stosunkowo niewielkie powierzchnie zajmują gleby bielcowe oraz rdzawe. Na analizowanym terenie występują również gleby organiczne (pobagienne) – torfowe i murszowo-torfowe. Występują one w najniższych częściach doliny Kanału Bachorze.



Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu radziejowskiego

Powiat radziejowski charakteryzuje się dużym udziałem gleb wysokich klas bonitacyjnych, co sprzyja wysokotowarowej produkcji rolniczej. Gleby powiatu należą głównie do III i II klasy. Na terenie powiatu występują również gleby należące do I klasy.

Gleby o największym potencjale produkcyjnym występują w środkowej i częściowo w północnej części powiatu. Cechują się one dobrymi właściwościami retencyjnymi Są to głównie czarne ziemie właściwe. Powstały one na podłożu glin lekkich. Do dobrych i średnich gleb powiatu należą gleby płowe. Gleby o niższym potencjale produkcyjnym zajmują głównie południową część powiatu. Powstały one głównie na podłożu piasków gliniastych i piasków słabo gliniastych. Charakteryzują się dość znaczną wodoprzepuszczalnością i małymi zdolnościami retencyjnymi. Niewielkie powierzchnie na których występują najslabsze gleby są zalesione.

Powiat radziejowski podobnie jak sąsiadujące z nim powiaty charakteryzuje się bardzo znacznym udziałem użytków rolnych. Zajmują one aż 86% powierzchni powiatu. Jest to jedna z najwyższych wartości w województwie. Udział lasów w powierzchni powiatu jest bardzo mały i wynosi zaledwie 5%. Pozostałe grunty (m.in. nieużytki, tereny zabudowane) zajmują niecałe 10% powierzchni powiatu. Zdecydowanie największy udział wśród gruntów użytkowanych rolniczo mają grunty orne - około 94%. Trwałe użytki zielone (łąki i pastwiska) zajmują zaledwie 5% gruntów użytkowanych rolniczo. Udział sadów w całkowitej powierzchni użytków rolnych jest mniejszy niż 1%.

Intensywna działalność rolnicza ma bardzo duży wpływ na bilans wodny powiatu oraz na jakość wód powierzchniowych i gruntowych.

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

Powiat radziejowski należy do obszarów województwa kujawsko-pomorskiego szczególnie wrażliwych na zaburzenia bilansu wodnego. Podstawowym problemem jest narastający deficyt zasobów wodnych, któremu towarzyszy duża zmienność warunków hydrologicznych oraz coraz częstsze występowanie zjawisk ekstremalnych. Uwarunkowania przyrodnicze i użytkowanie terenu powoduje, że problemy te wzajemnie się nasilają.

Najistotniejszym wyzwaniem w powiecie radziejowskim jest nasilająca się susza rolnicza, szczególnie dotkliwa w okresach wegetacyjnych. Obszar powiatu charakteryzuje się dominacją gruntów ornych, niewielkim udziałem lasów oraz ograniczoną liczbą naturalnych zbiorników wodnych, co przekłada się na niską naturalną zdolność retencyjną krajobrazu. Coraz częstsze okresy bezopadowe, nierównomierny rozkład opadów w czasie oraz wzrost temperatury powietrza prowadzą do zwiększonej ewapotranspiracji i deficytu wilgoci glebowej. Szczególnie narażone są gleby mineralne

o umiarkowanej i niskiej pojemności wodnej, na których prowadzi się intensywną produkcję rolną.

Zjawiskom suszy towarzyszy obniżanie się poziomu wód gruntowych, będące efektem ograniczonego zasilania infiltracyjnego oraz szybkiego odpływu wód opadowych i roztopowych. Funkcjonujące na terenie powiatu systemy melioracyjne, projektowane głównie w celu odwadniania gruntów rolnych, sprzyjają odprowadzaniu wody poza obszar lokalnych zlewni, zamiast jej zatrzymywaniu w krajobrazie. Skutkiem jest pogorszenie warunków wodnych gleb, zmniejszenie dostępności wody dla upraw oraz spadek odporności rolnictwa na okresowe niedobory opadów.

Obok problemów z deficytem wody, na obszarze powiatu radziejowskiego występują również lokalne zagrożenia podtopieniami, związane z intensywnymi, krótkotrwałymi opadami. Gwałtowny spływ powierzchniowy, szczególnie na terenach wysoczyznowych oraz w dolinach cieków, prowadzi do okresowego zalewania użytków rolnych, obniżen terenu oraz obszarów o niewystarczającej przepustowości urządzeń melioracyjnych. Zjawiska te są potęgowane przez ograniczoną retencję krajobrazową oraz brak możliwości czasowego magazynowania nadmiaru wód.

Problemy wodne powiatu radziejowskiego mają charakter długofalowy i wymagają kompleksowego podejścia. Kluczowym wyzwaniem jest odejście od modelu szybkiego odprowadzania wód na rzecz ich zatrzymywania w krajobrazie, poprzez rozwój systemu małej retencji, modernizację melioracji w kierunku funkcji retencyjnych oraz zwiększenie naturalnej retencji glebowej i dolinowej. Działania te są niezbędne dla poprawy bilansu wodnego, ograniczenia skutków suszy i podtopień oraz zwiększenia odporności powiatu na zmiany klimatu.

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.

Powiat radziejowski cechuje stosunkowo bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się rzeki dorzecza Wisły, we wschodniej części powiatu (zlewnia Zgłowiączki) oraz dorzecza Odry w zachodniej części powiatu (zlewnia Noteci). Przez powiat przebiega wododział I rzędu, oddzielający ww. dwa dorzecza, wpierw w osi północ-południe, a w południowej części powiatu w kierunku wschód-zachód.

Głównymi ciekami w dorzeczu Wisły są Zgłowiączka wraz z dopływami: Kanałem Głuszyńskim z Dopływem z Buczyny, Dopływem ze Starego Radziejowa,

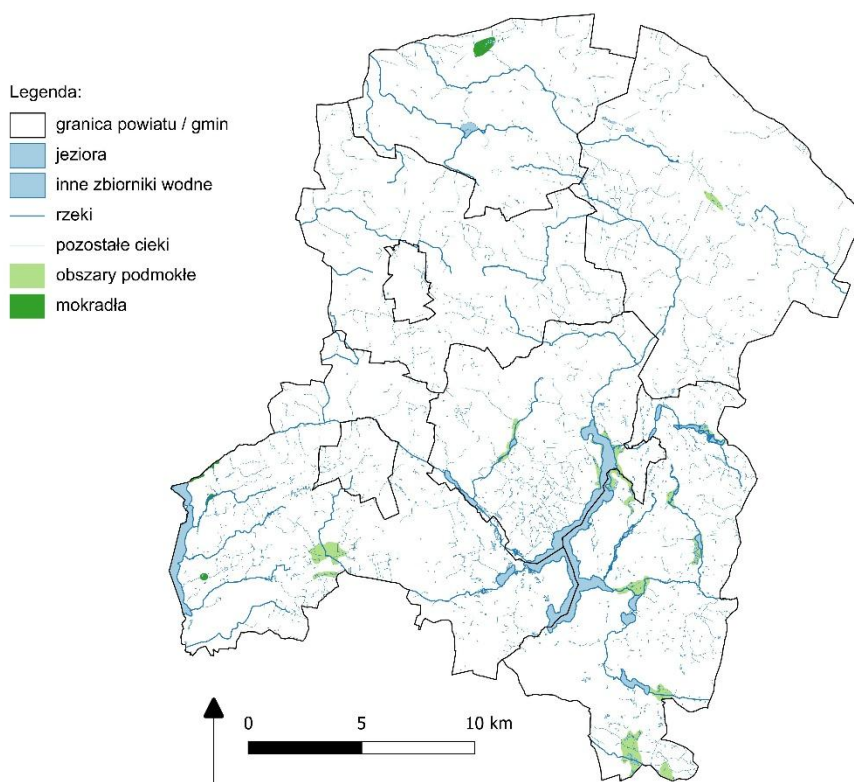
Dopływem z Bodzanowa, Dopływem z Bytonia, Macicznym Rowem, Dopływem ze Znaniewa, Strugą oraz Dopływem z Łysej Góry.

Głównymi ciekami w dorzeczu Odry są cieki w zlewni rzeki Noteci: Dopływ spod Nowej Wsi, Ner, Dopływ z Rudzka Małego, Dopływ spod Łabędzina, Dopływ z Piotrkowa Kujawskiego, Dopływ z Kobylnicy, Dopływ z Kol. Czołowo, Dopływ z Bronikowa, Dopływ z Bronisławowa, Dopływ z Dobrego oraz Dopływ z Bodzanówka.

W obszarze powiatu radziejowskiego znajdują się nieliczne jeziora, do kluczowych należą: górna część jeziora Gopło (w zlewni rzeki Noteć) oraz jez. Głuszyńskie, jez. Kamienieckie, jez. Chalińskie Duże i Małe.

W obrębie powiatu znajduje się również niewielki odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje w południowej części powiatu, w zlewni rzeki Zgłowiączka.

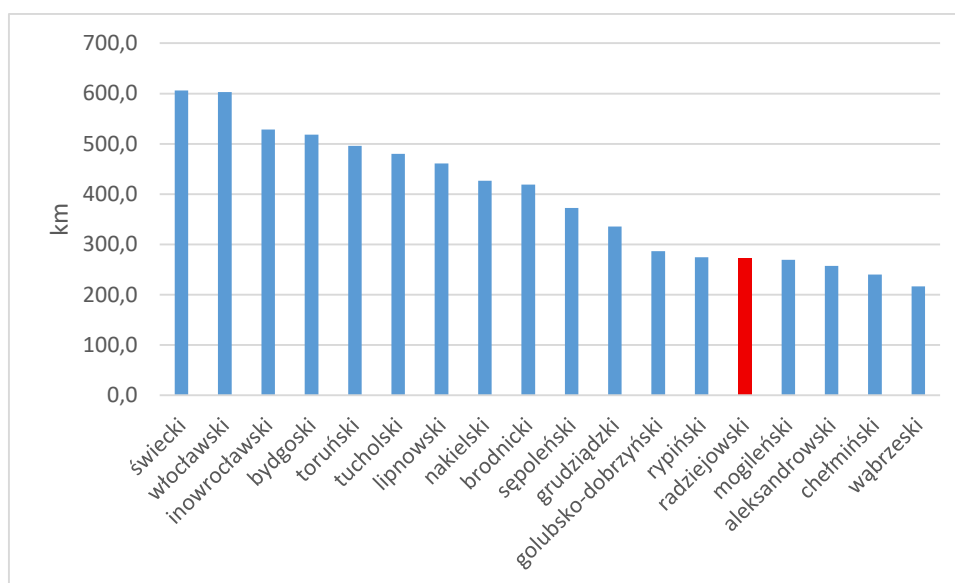
Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.



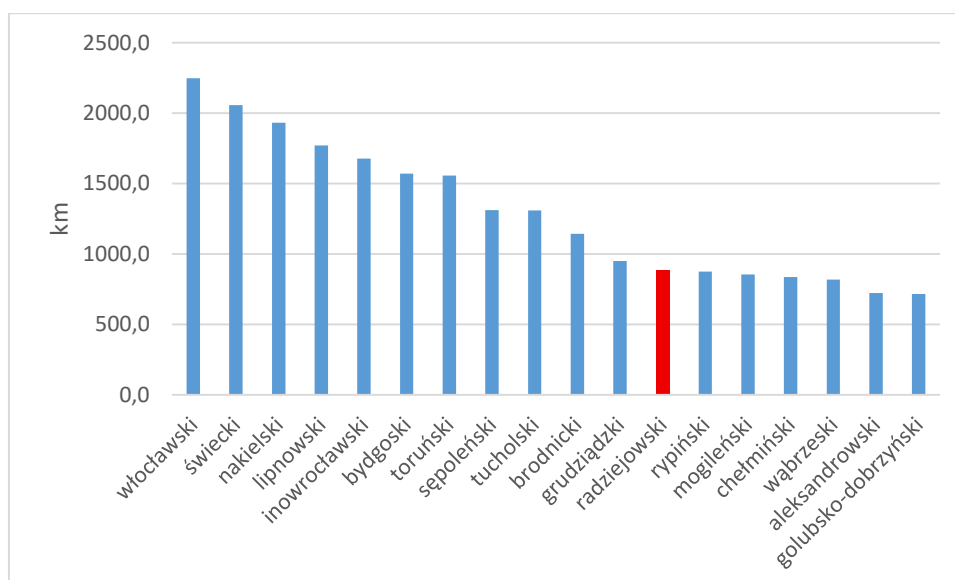
Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu radziejowskiego.

3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie radziejowskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 272,4 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze, kanały i rowy, wynosi około 612,6 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 885,0 km.

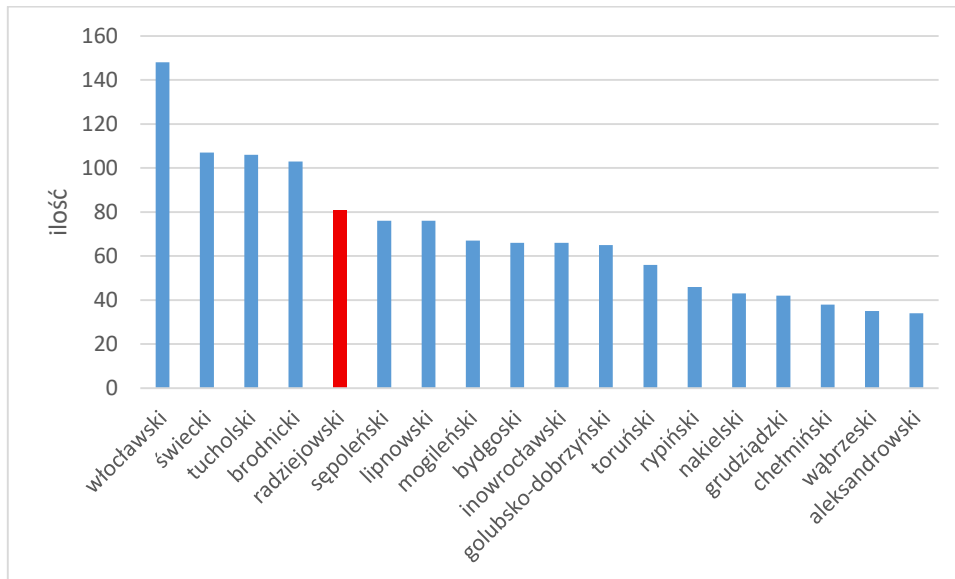


Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

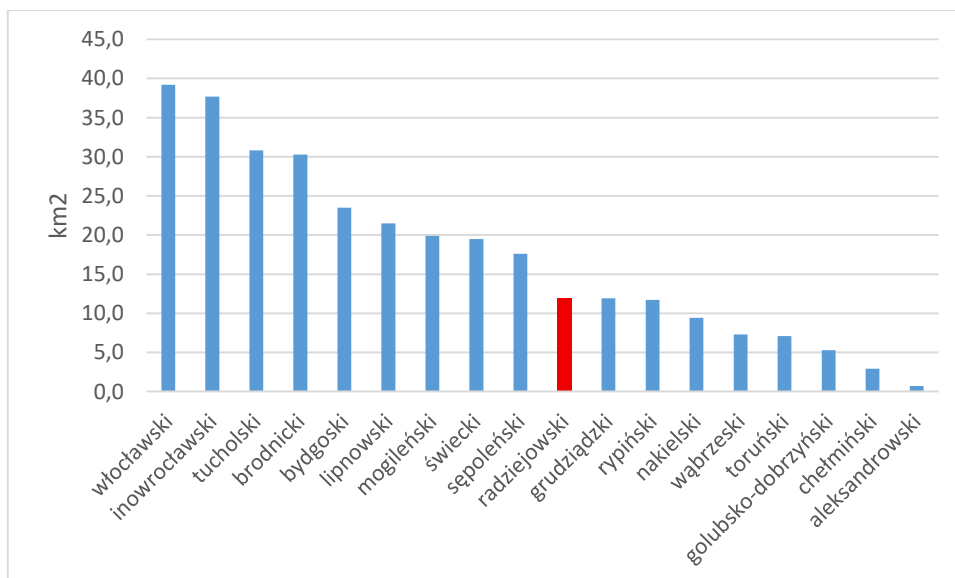


Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

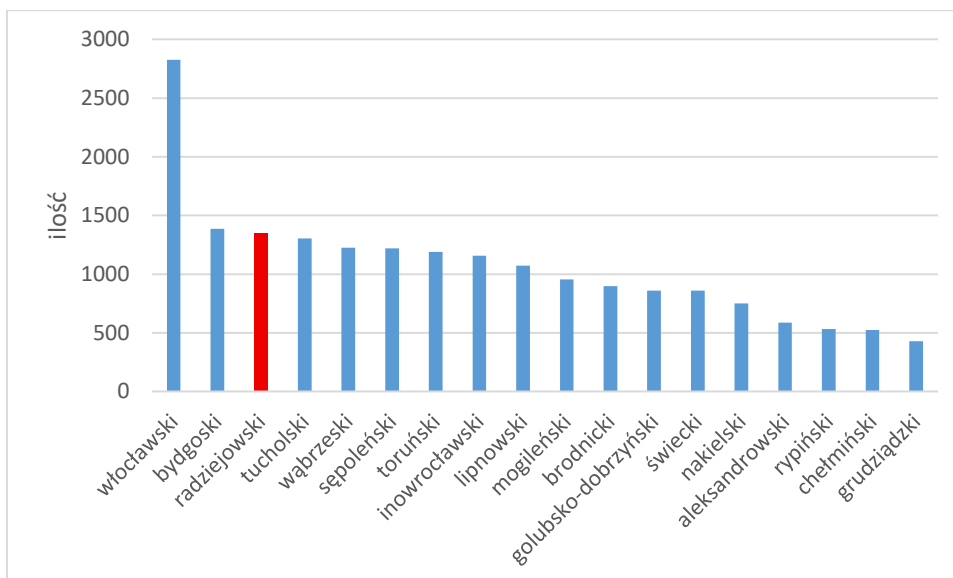
Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 81, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 483,5 m² do 7 021 145,9 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 12,0 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 1 354, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 110,5 m² do 200 734,5 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 3,4 km².



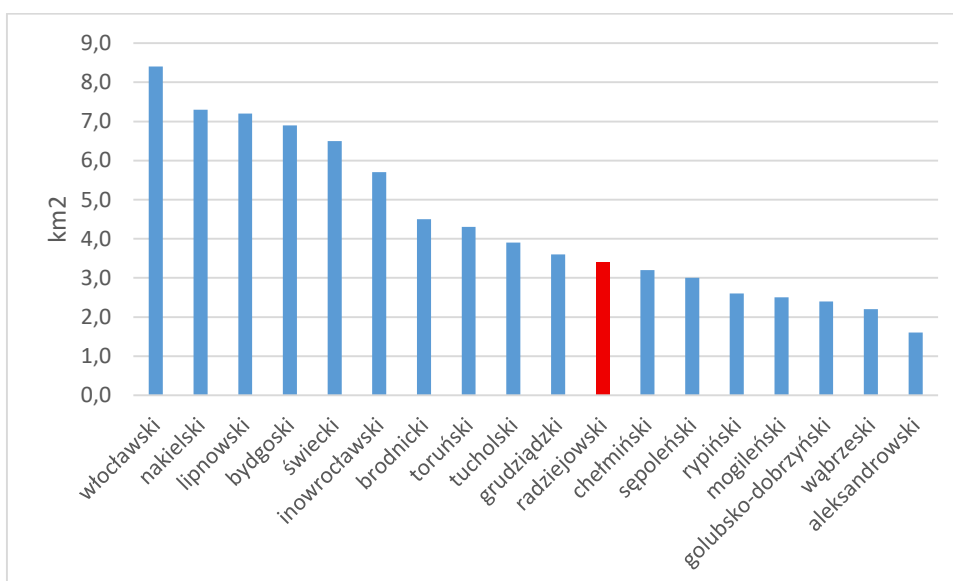
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



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

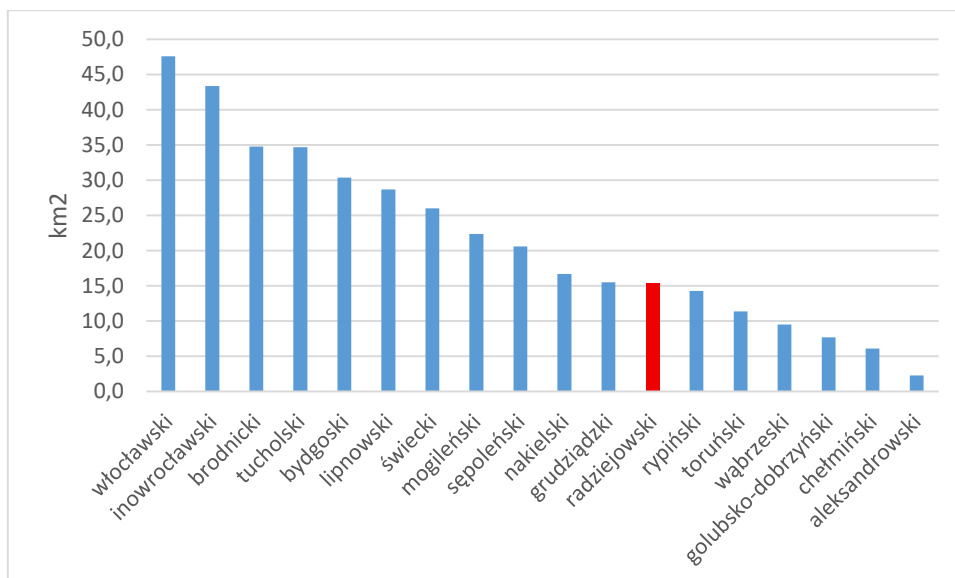


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie radziejewskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

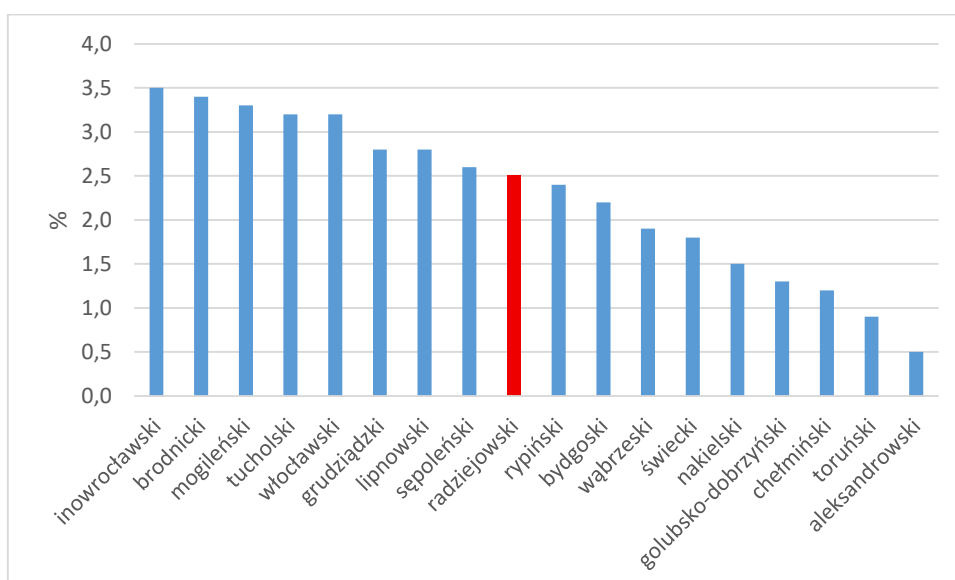


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie radziejewskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu radziejewskiego wynosi 15,4 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu radziejewskiego na poziomie 607,2 km², jeziorność wynosi około 2,54%.



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



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

Wszystkie główne ciekі występujące w obrębie powiatu radziejowskiego 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 radziejowskiego znajduje się górny fragment zlewni rzeki Zgłowiączki. Swoje źródła powiada w okolicy Skibin, w środkowej części powiatu radziejowskiego. Jej zlewnia jest intensywnie użytkowana rolniczo. W swoim biegu

zbiera wody z wielu mniejszych dopływów, m.in. Kanału Głuszyńskiego z Dopływem z Byczyny, Dopływu ze Starego Radziejowa, Dopływu z Bodzanowa, Dopływu z Bytonia, Macicznego Rowu, Dopływu ze Znaniewa, Strugi oraz Dopływu z Łysej Góry. W swoim biegu przepływa również przez jezioro Głuszyńskie. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Zgłowiączki po punkt graniczny w obszarze powiatu w okolicy Dębów Janiszewskich, wynosi około 418,5 km², z czego część zlewni należy do powiatu wrocławskiego.

Wszystkie mniejsze cieki w zlewni rzeki Noteci w obrębie powiatu radziejowskiego, tj. Dopływ spod Nowej Wsi, Ner, Dopływ z Rudzka Małego, Dopływ spod Łabędzina, Dopływ z Piotrkowa Kujawskiego, Dopływ z Kobylnicy, Dopływ z Kol. Czołowo, Dopływ z Bronikowa, Dopływ z Bronisławowa, Dopływ z Dobrego oraz Dopływ z Bodzanówka, charakteryzuje reżim wód charakterystyczny dla rzek znajdujących się w obszarze wododziałowym. Dodatkową presją reżimu hydrologicznego jest typowo rolniczy charakter ich zlewni.

Jezioro Gopło o powierzchni 2154,5 ha i objętości 78497,0 tys. m³ jest największym naturalnym zbiornikiem wodnym w województwie kujawsko – pomorskim. W obrębie misy jeziora Gopło można wydzielić pięć głównych stref. Pierwsza, leżąca administracyjnie na obszarze powiatu radziejowskiego, od wlotu do jeziora Gopło rzeki Noteć na wysokości miejscowości Skulsk do wysokości miejscowości Byszewo cechuje się maksymalną głębokością 16,6 m. Jest to szeroki basen o rozwiniętej strefie litoralu po wschodniej części zbiornika. Asymetria dna tego odcinka wynika z faktu, iż główne przegłębienie rynny polodowcowej, w której położone jest jezioro Gopło przebiega po wschodniej jej części. Druga strefa rozciąga się od miejscowości Byszewo do Komarnicy na długości około 10 km. Jest to odcinek głębokiej maksymalnie na 8 m rynny jeziornej o stromym stoku i wąskim pasie litoralu. W jej obrębie występuje kilka mniejszych wysp, mających wpływ na zróżnicowanie morfometryczne dna. Trzecia strefa to najszersza część jeziora ciągnąca się od Komarnicy do okolic Rzepowa. Cechuje się silnym urozmaiceniem dna (liczne przegłębienia porozielane płycznami) oraz znacznie rozwiniętą linią brzegową – liczne zatoki, w tym największa ciągnąca się na długości około 8 km od miejscowości Siemionki do Borowej. Ostatni odcinek od miejscowości Rzepowo ciągnie się na długości około 6 km. Jest to wąski odcinek jeziora z licznymi przewężeniami misy jeziornej i zatokami. Głębokość średnia całego jeziora Gopło wynosi jedynie 3,6 m, na co decydujący wpływ mają liczne płytkie zatoki m.in. znacznych rozmiarów zatoka Siemionki-Borowa. Powierzchnia wysp wynosi 25,5 ha.

Największa z nich występuje w środkowej części jeziora. Dwie mniejsze wyspy położone są w zachodniej części głównej zatoki jeziora Gopło. Kolejne (najmniejsze powierzchniowo wyspy) położone są w najwęższej części jeziora. Długość linii brzegowej jeziora wynosi 91,3 km, z czego 4 km przypada na linię brzegową wysp. Na jeden hektar powierzchni masy jeziornej przypada 42 m linii brzegowej jeziora. Długość jeziora Gopło wynosi 25 km przy średniej szerokości 862 m. Zlewnia całkowita jeziora wynosi 1408,21 km². Dominującym sposobem użytkowania jej terenu są grunty orne stanowiące ponad 81% powierzchni. Lasy stanowią jedynie około 8% pokrycia terenu. Zlewnia bezpośrednia jeziora Gopło o powierzchni 4,52 km² stanowi zaledwie 0,3% powierzchni zlewni całkowitej. Sposób użytkowania jej terenu jest analogiczny jak w przypadku zlewni całkowitej jeziora.

Jeziro Głuszyńskie jest największym zbiornikiem wodnym Pojezierza Kujawskiego. Jego powierzchnia wynosi 608,5 ha, a objętość to 56002,9 tys. m³. Powstało w miejscu krzyżowania się kilku rynien, dlatego też charakteryzuje się zawiłym kształtem. Maksymalna głębokość (36,5 m) znajduje się w zachodnim plosie jeziora. Średnia głębokość jeziora jest znaczna i wynosi 9,2 m. Jezioro położone jest w górnym fragmencie dorzecza Zgłowiączki. W zlewni jeziora prowadzona jest intensywna gospodarka rolna. Bezpośrednią zlewnię jeziora stanowią w ok. 70 % mało urodzajne grunty orne. Występują tu również łąki i pastwiska. Lasy zajmują ok. 5% powierzchni zlewni bezpośredniej. Od kilkunastu lat grunty położone nad jeziorem są wyłączane z produkcji rolnej i przekształcane w tereny rekreacyjne. Aktualnie wzdłuż ponad 50 % linii brzegowej jeziora występuje zabudowa letniskowa.

Jeziro Kamienieckie położone jest w południowo-wschodniej części powiatu radziejowskiego. Jego powierzchnia wynosi 37,4 ha, a objętość to 687,0 tys. m³. Przez jezioro przepływa Sarnówka. W zlewni całkowitej, o powierzchni 105,4 km², jeziora dominują grunty orne. Maksymalna głębokość jeziora wynosi 4,0 m. Północny brzeg kontaktuje się bezpośrednio z polami uprawnymi i zabudowaniami wsi Kamieniec. Jedynie niewielki fragment brzegu południowo-wschodniego porośnięty jest lasem. Do lasu przylegają tereny wykorzystywane rekreacyjnie.

Jeziro Chalno Południowe i Północne położone są w rymie polodowcowej. Rozdziela je pas podmokłości, który podczas wiosennych wezbrań jest zalewany. Ich powierzchnia wynosi odpowiednio 21,6 i 18,7 ha. Objętość jezior wynosi odpowiednio 361,5 i 811,1 tys. m³. Jeziora łączy rzeka Sarnówka. Omawiane jeziora posiadają odmienne stosunki głębokościowe. Chalno Południowe posiada maksymalną głębokość

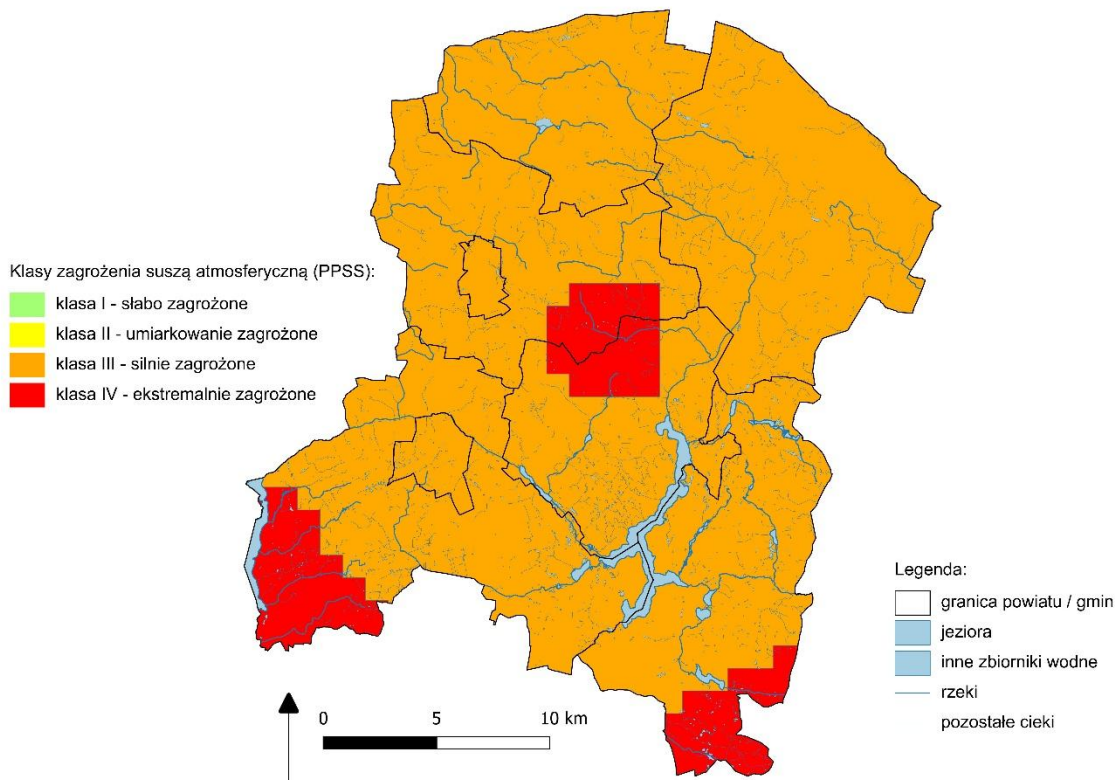
3,3 m, a Chalno Północne 9,1 m. W zlewniach bezpośredniej i całkowitej obu jezior dominują grunty orne. Jezioro Północne posiada zlewnię ponad 2-krotnie większą (290 km²) od zlewni Jeziora Chalno Południowe (117,3 km²), ponieważ przepływa przez nie Zgłowiączka, która jest odbiornikiem Sarnówki. W pobliżu Jeziora Rybiny rozwija się zabudowa letniskowa.

W obrębie powiatu radziejowskiego brak jest punktów wodowskazowych IMGW, co uniemożliwia szczegółową charakterystykę warunków przepływu głównych cieków.

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.

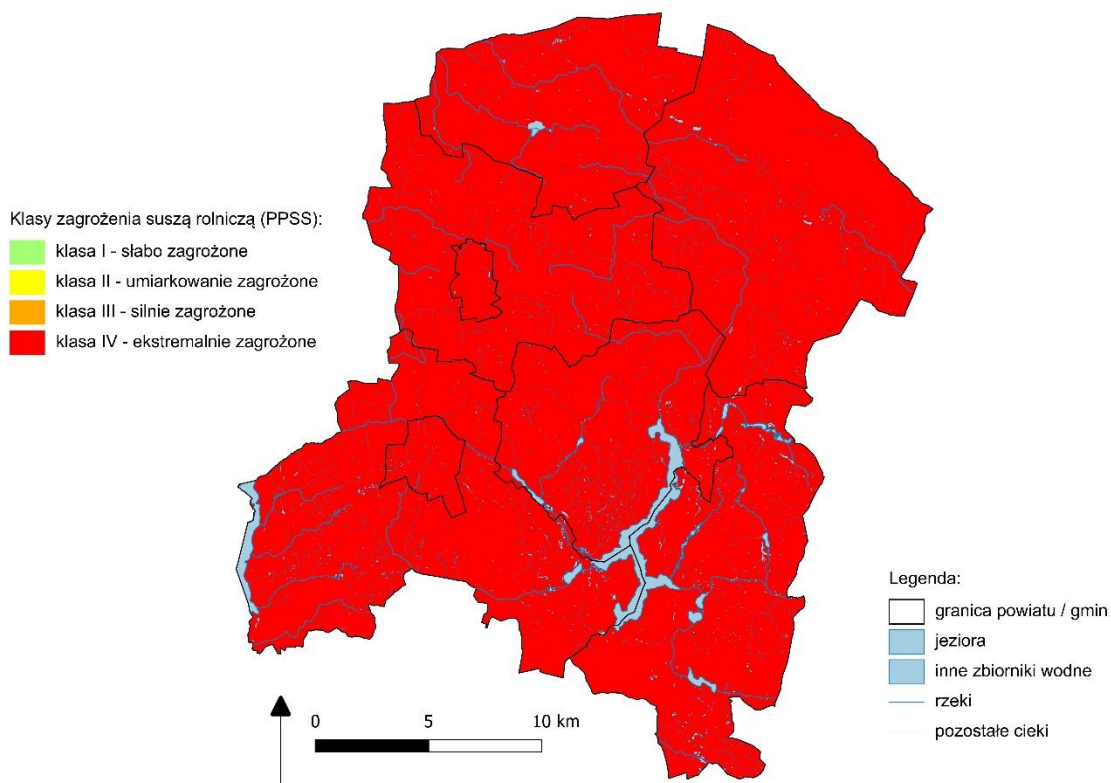
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu radziejowskiego wskazuje, że niewielkie fragmenty w częściach południowo-zachodniej, południowo-wschodniej i centralnej powiatu charakteryzują się ekstremalnym zagrożeniem (klasa IV), natomiast pozostała część powiatu radziejowskiego odpowiada silnemu zagrożeniu suszą (klasa III) (rycina 3.3.1).



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

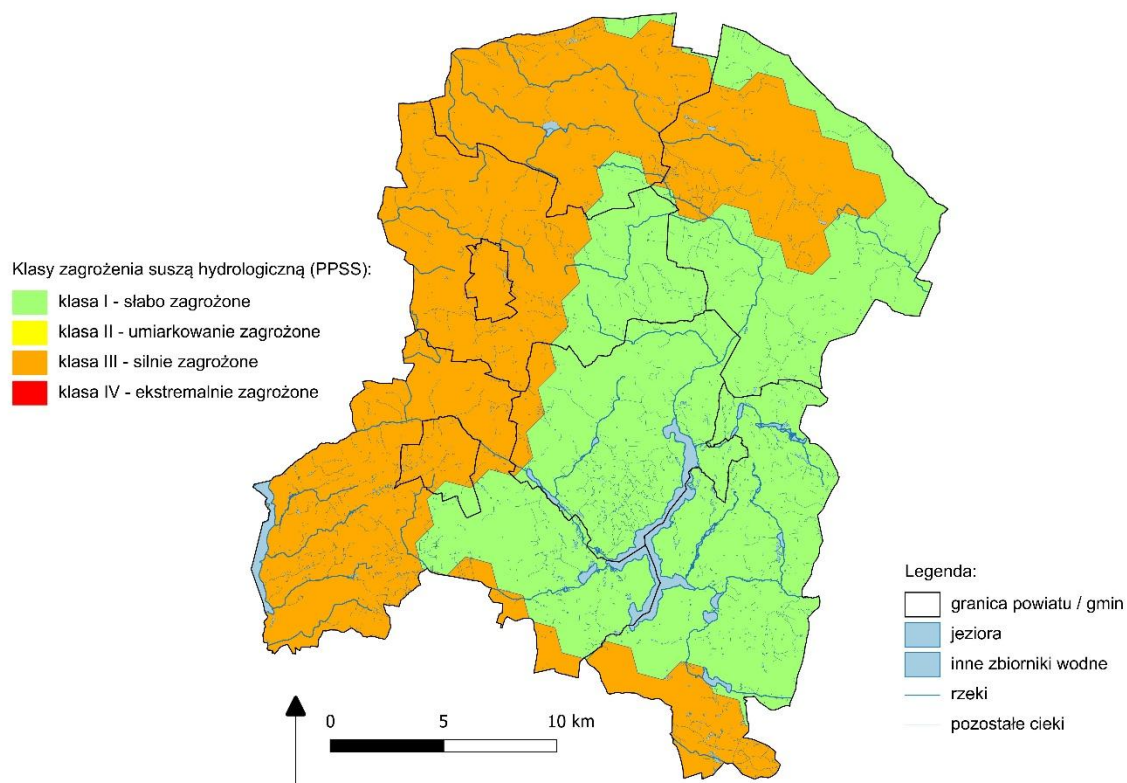
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu radziejowskiego wskazuje, że na całym jego obszarze występuje ekstremalne zagrożenie (klasa IV) (rycina 3.3.2).



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

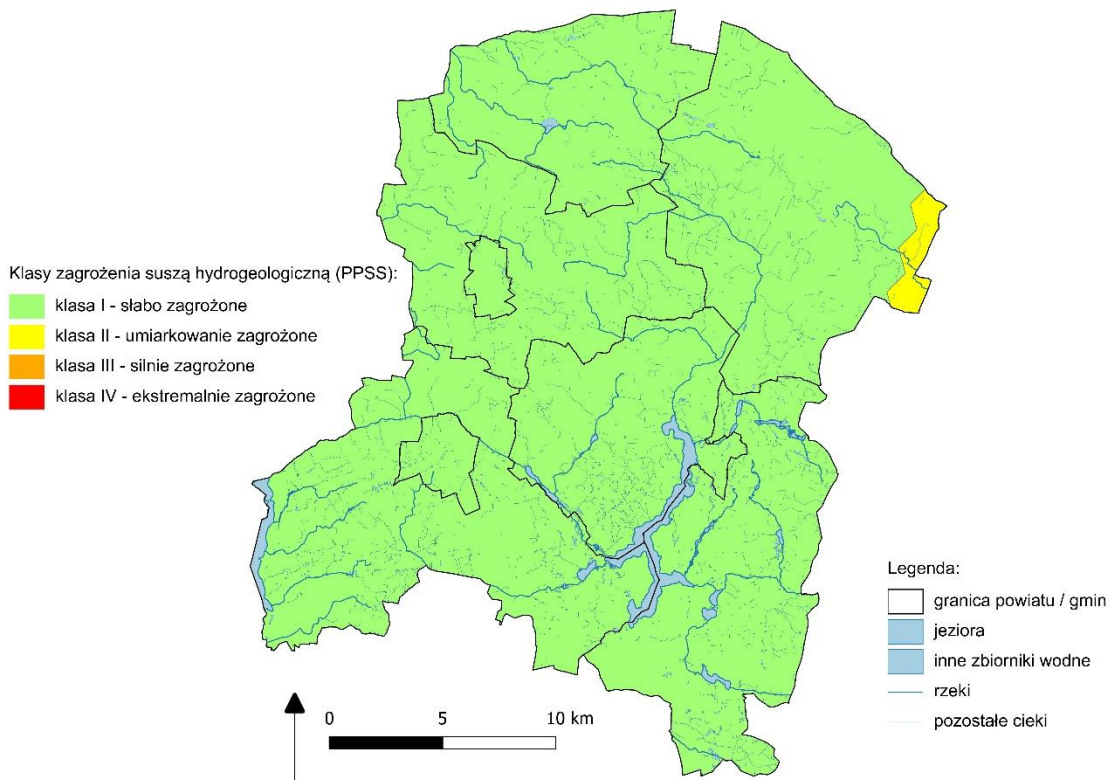
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu radziejowskiego wskazuje, że jego zachodnie i północne fragmenty (zasięg zlewni Odry) odpowiadają silnemu zagrożeniu (klasa III), natomiast obszary wschodnie (zasięg zlewni Wisły) odpowiadają zagrożeniu słabemu (klasa I) (rycina 3.3.3).



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

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

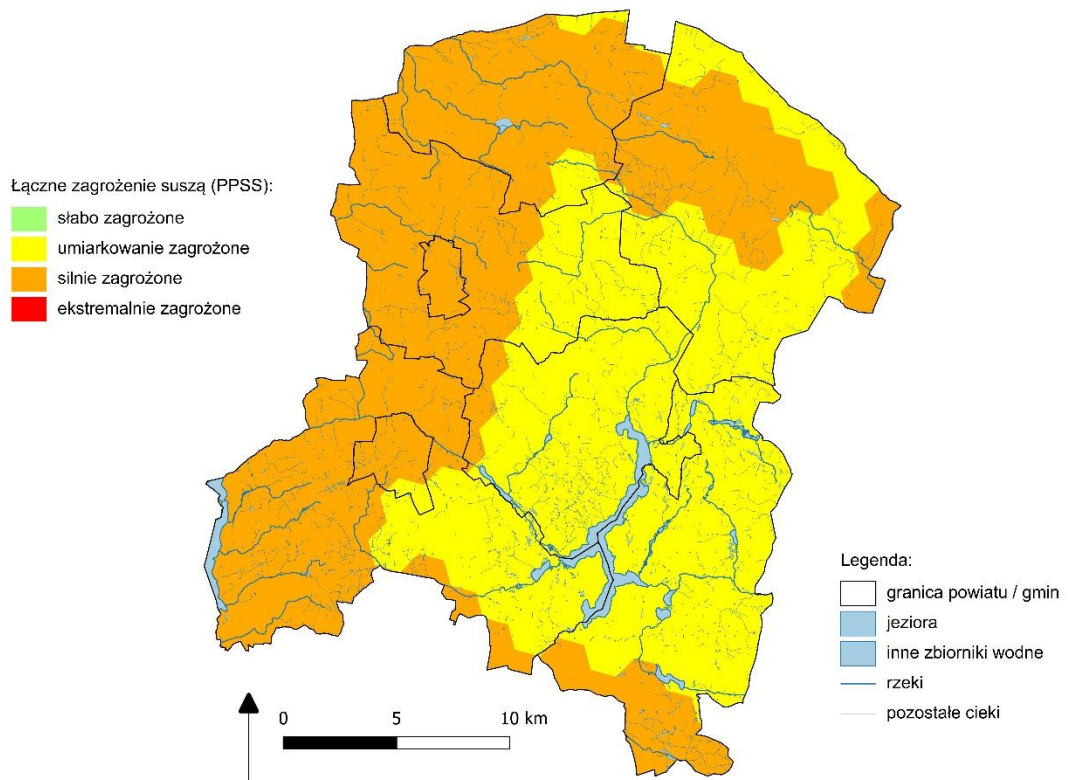
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu radziejowskiego wskazuje, że jedynie drobny fragment w północno-wschodniej części powiatu odpowiada zagrożeniu umiarkowanemu (klasa II), natomiast pozostały obszar odpowiada słabemu zagrożeniu suszą (klasa I) (rycina 3.3.4).



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

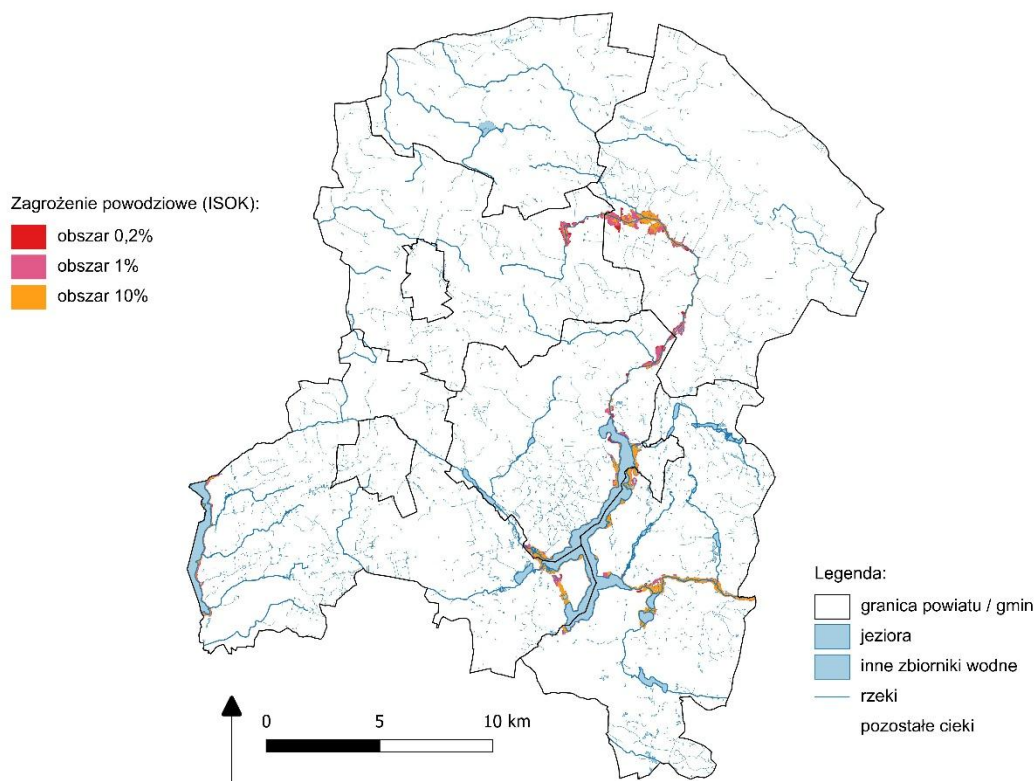
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu radziejewskiego wskazuje, że obszar zlewni Odry odpowiada zagrożeniu silnemu (kolor pomarańczowy), natomiast obszar dorzecza Wisły odpowiada zagrożeniu umiarkowanemu (kolor żółty) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu radziejewskiego zaznaczają się w wybranych fragmentach rzeki Zgłowiączki oraz w niewielkiej skali w obrębie misy jeziora Gopło, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznej czy misy jeziornej w zagłębieniach terenowych w najbliższym sąsiedztwie koryta i misy jeziornej (rycina 3.3.6).



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

4. Koncepcja systemu małej retencji.

4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie 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 radziejowskim powinno być:

- poprawa bilansu wodnego i przeciwdziałanie suszy rolniczej - zwiększenie zdolności zatrzymywania wód opadowych i roztopowych w krajobrazie rolniczym, poprawa wilgotności gleb oraz stabilizacja poziomu wód gruntowych;
- zwiększenie lokalnej retencji krajobrazowej i glebowej - rozwój retencji śródpolnej, wykorzystanie naturalnych obniżen terenu, odtwarzanie drobnych zbiorników wodnych;
- modernizacja systemów melioracyjnych w kierunku melioracji dwukierunkowej (odwadniająco-nawadniającej) - regulacja odpływu, czasowe piętrzenie wód i ograniczenie ich szybkiego odprowadzania z gruntów rolnych, przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa użytkowania terenów;
- ograniczenie ryzyka lokalnych podtopień i erozji wodnej gleb - spowalnianie spływu powierzchniowego w zlewniach i mikrozlewniach, zwiększanie pojemności retencyjnej dolin cieków oraz ochronę gleb przed degradacją w wyniku intensywnych opadów.

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

Ocenę zapotrzebowania na rozwój melioracji wykonano w oparciu o sumy klimatycznego bilansu wodnego KBW w latach 1970-2004. Wskaźnik pozwala identyfikować obszary z niedoborem lub nadmiarem wody, a tym samym określać potrzeby stosowania melioracji nawadniających bądź odwadniających. Ujemne wartości bilansu w miesiącu bądź okresie wegetacyjnym informują o niedoborach wody i wskazują na zasadność stosowania nawadniania, natomiast wartości dodatnie – zarówno w sezonie letnim, jak i zwłaszcza po zimie – sygnalizują potencjalny nadmiar wody i potrzebę jej odprowadzania. Klasyfikację KBW przedstawiono oddzielnie dla okresu wegetacyjnego (tab. 4.2.1; ryc. 4.2.1) oraz zimowego (tab. 4.2.2; ryc.4.2.2) oraz okresów miesięcznych (tab. 4.2.3; ryc. 4.2.3).

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

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

źródło: Kaca, 2015.

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

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

źródło: Kaca, 2015.

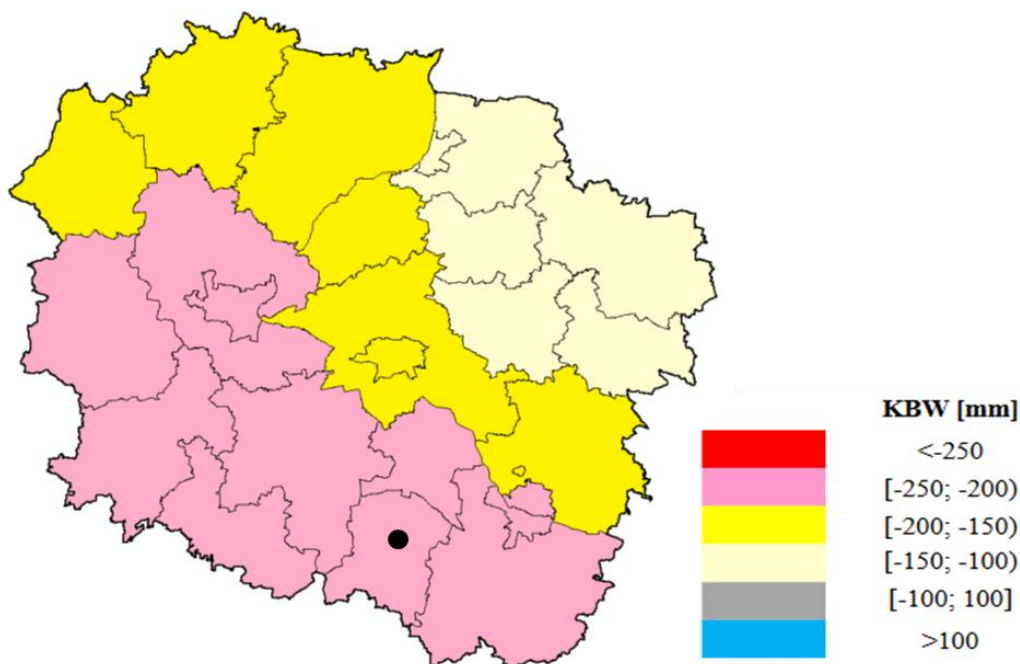
Tab. 4.2.3. Klasyfikacja klimatycznego bilansu wodnego (KBW) i oceny uwarunkowań klimatycznych dla miesięcy okresu wegetacyjnego

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

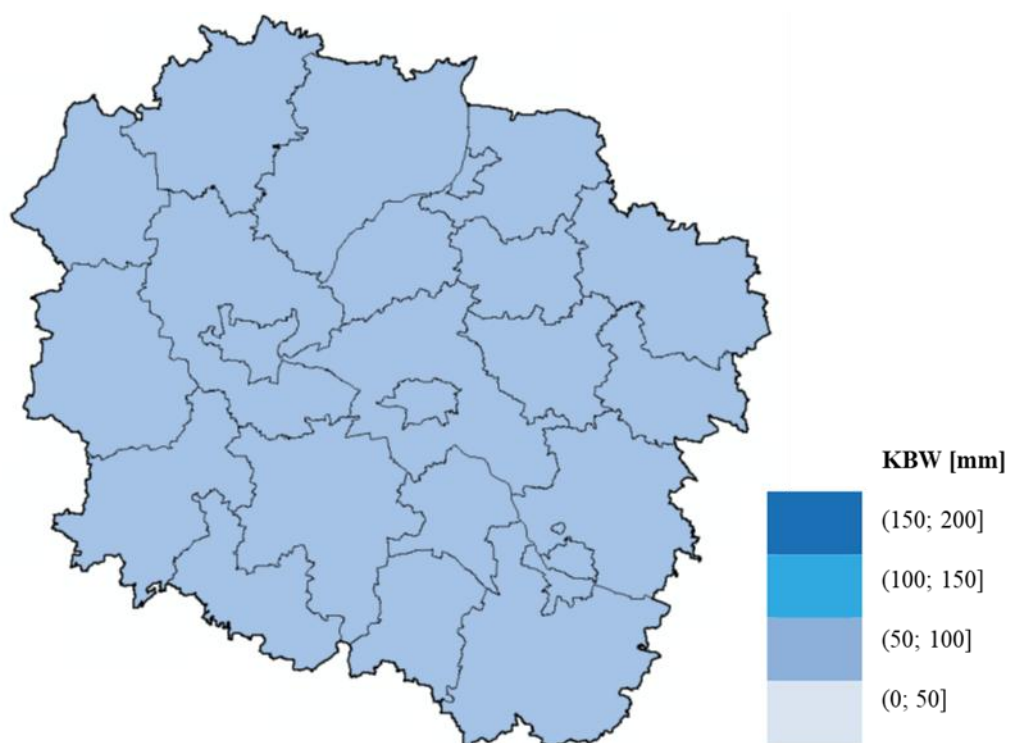
źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu radziejowskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -200 do -250 mm).

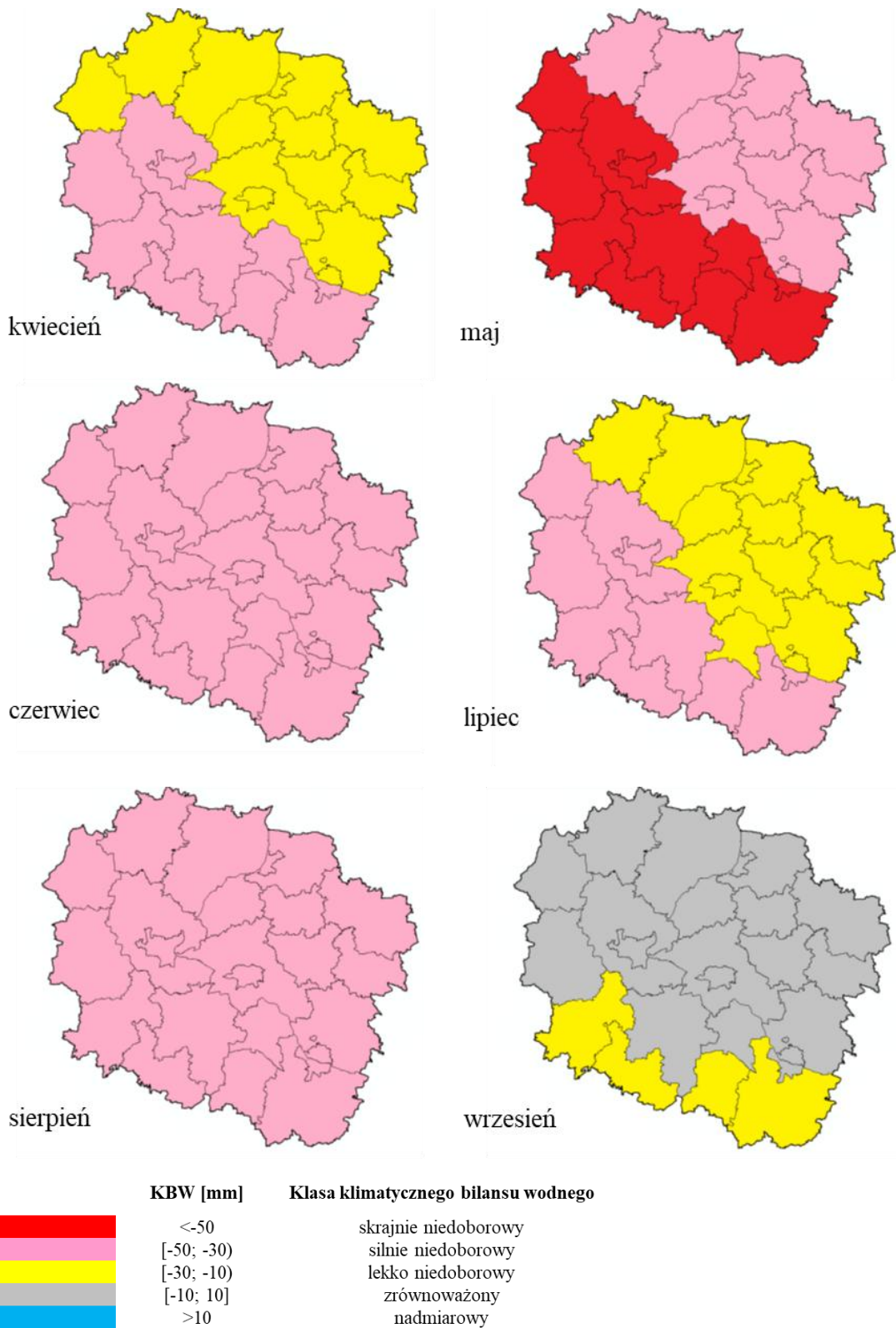
Przez cały sezon występuje silny deficyt opadów. Ten stan notuje się także w poszczególnych miesiącach wegetacyjnych, gdzie niedobór opadów w stosunku do parowania jest silny a nawet skrajny (maj). Takie warunki powodują, że na obszarze powiatu mamy duże i bardzo duże potrzeby stosowania nawodnień w uprawie roślin (tab. 4.2.4.).



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



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



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

5. Proponowane środki i rozwiązania.

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

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

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

Historyczne systemy melioracyjne koncentrowały się na szybkim odprowadzaniu wody z pól, co w obecnych warunkach klimatycznych prowadzi do nadmiernego

przesuszenia gleb. Wprowadzanie niewielkich obiektów piętrzących w rowach i ciekach pozwala na ich przekształcenie w układy spowalniające odpływ i zwiększające retencję. Zastawki, jazy i progi podnoszą poziom wody w korycie, wydłużają czas jej przepływu i umożliwiają podpiętrzenie zwierciadła wód gruntowych w otoczeniu cieku. Spadek prędkości przepływu sprzyja również ograniczeniu erozji oraz osadzaniu zawiesiny i biogenów.

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

Wiele cieków rolniczych zostało nadmiernie wyprostowanych i pogłębionych, co przyspieszyło odpływ i zubożyło ich funkcje przyrodnicze. Działania renaturyzacyjne polegają na odtwarzaniu naturalnych form rzecznych, co sprzyja zwiększeniu retencji w dolinie rzecznej oraz poprawie warunków ekologicznych. Meandrujący ciek ma większą zdolność do magazynowania wód wezbraniowych, spowolnienia przepływu i infiltracji. Odtworzenie terenów zalewowych pozwala rzece swobodnie rozlewać się podczas wyższych stanów, co rozprasza energię przepływu i zmniejsza ryzyko podtopień w niżej położonych obszarach.

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

- zwiększenie retencji dolinowej i możliwości naturalnego rozlania wody,
- poprawa infiltracji i zasilania wód gruntowych,
- odbudowa zróżnicowanych siedlisk wodnych i przywodnych,
- zmniejszenie ryzyka powstawania gwałtownych przepływów i podtopień,
- zwiększenie zdolności rzeki do zatrzymywania 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 przetamowań na rowach, sztucznych ciekach lub ciekach naturalnych

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

Zastosowanie tego typu przegród prowadzi do spowolnienia lub czasowego zahamowania odpływu wody z obszarów mokradłowych, co skutkuje podniesieniem i stabilizacją poziomu wód gruntowych oraz zwiększeniem retencji glebowej. W praktyce działania te rzadko mają charakter pojedynczych inwestycji, lecz stanowią element kompleksowych rozwiązań hydrologicznych, w ramach których na różnych odcinkach cieków i rowów łączy się zastawki regulowane z przetamowaniami 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 ostoju 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. łągi, olsy) mają też różne zdolności retencyjne,
- **gospodarka leśna nastawiona na retencję** – poprzez utrzymywanie i tworzenie siedlisk hydrogeniczych (wodnych i podmokłych). Dostosowanie gospodarki leśnej do warunków wodnych, np. unikanie nadmiernej melioracji (odwodnienia) i dążenie do naturalizacji siedlisk.

Aktualnie retencja wodna w rowach melioracyjnych zamykanych zastawkami jest kluczowym elementem **małej retencji**, który służy **do kontrolowanego zatrzymywania**

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

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

- **sekwestracji węgla** - torfowiska magazynują ogromne ilości węgla. Kiedy są osuszane, torf ulega murszeniu (utlenianiu), co prowadzi do emisji tego węgla do atmosfery w postaci dwutlenku węgla (CO₂), przyczyniając się do globalnego ocieplenia. Utrzymanie wysokiego poziomu wody zatrzymuje ten proces,
- **retencji wody** - działają jak "gąbki", zatrzymując duże ilości wody, co jest kluczowe w okresach suszy (zapobiegają szybkiemu odpływowi wody) oraz w czasie intensywnych opadów (zmniejszają ryzyko powodzi),
- **oczyszczaniu wody** - działają jak naturalne filtry, poprawiając jakość wody,
- **zwiększają bioróżnorodność** - są ostoją dla wielu rzadkich i chronionych gatunków roślin i zwierząt, które są ściśle związane z warunkami wodnymi.

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

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

- **ograniczenie 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, łagódząc 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 radziejowskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują zaledwie 30,97 km² (5,1%) powierzchni powiatu, lecz pełnią bardzo ważną rolę. Lasy wpływają pozytywnie na wielkość alimentacji wód opadowych (a przez to na zasoby wodne) – zwiększają bowiem infiltrację, przyczyniając się przez to do przeniesienia części powierzchniowej fazy odpływu wód opadowych w kierunku odpływu pokrywowego i podziemnego. Ważną rolę odgrywa tu znaczna retencyjność ściółki i gleb leśnych (tab. 5.5.1).

Tab. 5.5.1. Retencja leśna

Autor	Przykłady retencji leśnej
Michalik; (cyt. za Chełmicki, 2001)	Pokrywa mchów o masie 1 kg może przyjąć na powierzchni 1 m ² około 5 kg wody (około 5 mm opadu)
Osuch i Węglarczyk; (cyt. za Chełmicki, 2001)	Badania ściółki leśnej wykazały, że – przy założeniu średniej miąższości ściółki, wynoszącej 4,3 mm – jej maksymalna retencja wynosi prawie 12 mm wody (po osiągnięciu wypełnienia retencji maksymalnej, woda opadowa przestaje być przez ściółkę zatrzymywana)
Musierowicz (cyt. za Chełmicki, 2001)	W glebę leśną – spulchnioną zarówno przez organizmy glebowe, jak i system korzeniowy drzew – może wsiąknąć około 75% wody w stosunku do masy gleby w stanie suchym
Figuła (cyt. za Chełmicki, 2001)	Stosunek przepływu minimalnego do maksymalnego w zlewni silnie zalesionej (60%) i słabo zalesionej (20%) wynosi odpowiednio 1:155 i 1:410
Liberadzki i Szafranski (cyt. za Przybyła i in., 2015)	W zalesionej w 15 % zlewni cieką Potaszka średnie odpływy jednostkowe były czterokrotnie wyższe niż w zlewni cieką Hutka zalesionego w 89 %. Ponadto odpływy ze zlewni cieką 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 cieką
Murat-Błaziejewska i Kujawa; Kanclerz i in. (cyt. za Przybyła i in., 2015)	Na przykładzie zlewni Małej Wełny wykazano, że poziom zwierciadła wody gruntowej w glebach leśnych jest znacznie wyższy niż w glebie uprawnej, a amplituda wahań stanów wód gruntowych w lesie jest 1,5-krotnie mniejsza niż w gruntach ornych
Koc i 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 2300m ³ na obszarze 1 ha*

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

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

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

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

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

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

<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 radziejowskiego, 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 biomasy, 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 przeciwozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia spływ powierzchniowy i zwiększa wsiákanie 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 płodozmian. Głównym zadaniem tych działań jest takie planowanie upraw aby zminimalizować zapotrzebowanie na wodę oraz poprawić jej wykorzystanie w skali pola. Do najważniejszych działań zaliczamy:

- **stosowanie płodozmianu** 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 oraz potencjalne, wybrane możliwości zwiększenia retencji glebowej w powiecie radziejowskim 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 ornym (GO) w powiecie radziejowskim (przy założeniu, że areal GO = 48 210 ha)	4 821 000 m³	14 463 000 m³	24 105 000 m³

Tab. 5.6.2. Potencjalna możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez wzrost zawartości próchnicy (humusu) (według założeń Kędziory; cyt. za Chelmicki 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 ornym (GO) w powiecie radziejowskim (przy założeniu, że areal GO = 48 210 ha)	16 391 400 m³	4 097 850 m³

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

Tabela 5.6.3. Wzrost porowatości ogólnej powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb (według badań Trybały; cyt. za Chelmicki 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 ornym (GO) w powiecie radziejowskim (przy założeniu, że areal GO = 48 210 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 4 821 000 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 radziejowski

Niniejsza analiza została opracowana w oparciu o uwarunkowania siedliskowe i klimatyczne powiatu radziejowskiego, z uwzględnieniem danych opadowych (Bydgoszcz – 524 mm; Samszyce – 500 mm) oraz skrajnie wysokiego deficytu wodnego w regionie.

Powiat radziejowski, położony w centralnej Polsce, charakteryzuje się jednymi z najniższych sum opadów w kraju. Średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych wynosi 522 mm (blisko referencyjnych 524 mm i 500 mm), z czego 336 mm przypada na półrocze letnie (IV-IX). W powiecie występuje silnie ujemny KBW, który w okresie referencyjnym (1966–1995) wyniósł średnio -181 mm.

Prognozy zmian klimatycznych – KBW ulegnie znacznemu pogorszeniu, osiągając w dekadach 2061–2100 wartości od -205 mm do -248 mm. Wartości KBW poniżej -200 mm są klasyfikowane jako duża potrzeba rozwoju melioracji nawadniających, co będzie dotyczyć powiatu radziejowskiego już w latach 2031–2100.

Uwarunkowania siedliskowe - powiat radziejowski posiada typowy rolniczy charakter:

1. Użytki rolne (UR): 87,25% ogólnej powierzchni.
2. Grunty orne (GO): Przeważają w użytkach rolnych, stanowiąc 91% przestrzeni rolniczej (szacowany areal GO wynosi 48 210 ha).
3. Grunty leśne i zadrzewione: Zajmują zaledwie 5,1% powierzchni powiatu.
4. Charakterystyka gleb - powiat leży w regionie, gdzie dominują gleby lekkie i bardzo lekkie, wytworzone z piaskowych utworów polodowcowych. Gleby te charakteryzują się małą zdolnością retencjonowania wody, w przeciwieństwie do gleb cięższych (gliny, łąy), co sprawia, że są one szczególnie podatne na suszę.

Priorytetem musi być maksymalizacja retencji glebowej, gdyż ten reżim wodny jest dominujący (opadowo-retencyjny) oraz ograniczenie parowania z powierzchni gleby (ewaporacji).

Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej (agromelioracja)

Jako że gleba jest naturalnym zbiornikiem dla wód opadowych, działania w tym zakresie mają największy potencjał.

A. Zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej (próchnicy)

Próchnica jest najważniejszym czynnikiem decydującym o retencji w glebach piaszczystych. Próchnica wiąże około 5 razy więcej wody w stosunku do swojej masy.

Metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Zwiększanie zawartości próchnicy	Stosowanie prawidłowego płodozmianu (unikanie monokultur, zwiększenie udziału roślin bobowatych); nawożenie organiczne (obornik, komposty, nawozy zielone) oraz regulowanie odczynu gleb.	Wzrost zawartości próchnicy o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 t wody na hektar. Dla gruntów ornych powiatu (48 210 ha), wzrost GO o 1% w warstwie 0–25 cm daje 4 097 850 m ³ dodatkowej retencji.
Uprawa międzyplonów i poplonów	Utrzymywanie gleby pod okrywami roślinnymi (mulczem) przez większą część roku, co ogranicza parowanie (ewaporację) i spowalnia rozkład próchnicy.	Ograniczanie ewaporacji jest kluczowe, ponieważ w okresie późniejszym woda podsiąka do powierzchni, skąd bezproduktywnie paruje. Uprawa późniejsza ma przerwać ten podsiąk.

B. Konserwująca Uprawa Roli i Agromelioracja Mechaniczna

Metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Głęboszowanie (agromelioracja)	Mechaniczne spulchnienie warstwy podornej (podeszwy płużnej), która ogranicza infiltrację wody i rozwój korzeni. Ułatwia to głębsze ukorzenie się roślin.	Zwiększenie retencji użytecznej o 30–50 mm (300–500 m ³ ha ⁻¹). Potencjał dla GO powiatu (48 210 ha) wynosi od 14 463 000 m ³ (średnia) do 24 105 000 m ³ (wysoka). Zabieg należy wykonywać, gdy gleba jest sucha, aby ją pokruszyć.
Uprawa konserwująca (mulcz)	Zastępowanie pługa narzędziami nieodwracającymi roli i utrzymywanie min. 30% resztek późniejszych na powierzchni gleby.	Mulcz minimalizuje parowanie wody z powierzchni pola (ewaporację). Uprawa konserwująca zwiększa zdolność infiltracyjną gleby.
Dodatki mineralne	Aplikacja bentonitu lub bazaltów w celu zwiększenia porowatości i pojemności sorpcyjnej gleby. Krzem (Si) zawarty w bazaltach zwiększa odporność roślin na niedobory wody.	Dawka 30 t·ha ⁻¹ bentonitu podnosi pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m ³ ha ⁻¹). Potencjał dla GO powiatu: 4 821 000 m ³ .
Wapnowanie	Regulowanie odczynu gleby jest warunkiem koniecznym dla tworzenia trwałej struktury gruzełkowej, która jest niezbędna dla prawidłowej gospodarki wodnej.	Wapnowanie zwiększa zdolność retencyjną gleby, sprzyjając powstawaniu struktury gruzełkowej.

C. Dobór roślin

Rośliny C4 (wysoka efektywność wykorzystania wody): należy zwiększać areale upraw roślin o typie fotosyntezy C4, które efektywniej wykorzystują wodę. Proso i sorgo zużywają tylko 200–300 l wody/kg suchej masy, w porównaniu do pszenicy (500–600 l/kg). Preferowanie ozimin - odmiany ozime lepiej radzą sobie w okresach wiosennych niedoborów wody i lepiej wykorzystują zapasy wody pozimowej. Można stosować odmiany przewódkowe zbóż jarych (np. pszenica jara: Arabella, Mandaryna; żyto jare: Bojko) wysiewane późną jesienią, co pozwala wykorzystać zapasy wody zimowej i wczesnowiosennej. Nawożenie optymalizujące - optymalne zaopatrzenie w potas (K) reguluje procesy otwierania i zamykania się aparatów szparkowych, a fosfor (P) sprzyja rozwojowi systemu korzeniowego, co umożliwia mniejsze zużycie wody na jednostkę plonu.

Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Grunty leśne i zadrzewione stanowią 5,1% powierzchni powiatu, co wymaga działań w krajobrazie rolniczym.

Działanie	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe	Miejsca potencjalnej lokalizacji
Zadrzewienia i pasy wiatrochronne	Tworzenie pasów wiatrochronnych (żywopłoty, śródpolne remizy), orientowanych prostopadle do kierunku dominujących wiatrów.	Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola przez ograniczenie prędkości wiatru. Łagodzi to ekstremalne warunki klimatyczne.	Na obrzeżach dużych pól uprawnych (87,25% UR).
Mala retencja techniczna	Budowa budowli piętrzących na ciekach (zastawki, progi, stopnie) w celu kontrolowanego zatrzymywania wody w rowach melioracyjnych.	Podniesienie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych, co jest kluczowe w warunkach silnego deficytu. Zwiększenie zasobów wód gruntowych o ok. 1 mld m ³ w skali kraju, przy podniesieniu ich poziomu o 10 cm na TUZ.	W rowach melioracyjnych i ciekach.
Ochrona mokradel/torfowisk	Utrzymywanie wysokiego poziomu wód gruntowych na TUZ. Renaturyzacja cieków.	Zapobieganie murszeniu u torfu (degradacja), co ogranicza emisję CO ₂ (sekwestracja węgla) i chroni zdolność magazynowania wody (torfowiska magazyn.	Na obszarach podmokłych i wzdłuż cieków (melioracje dolinowe).

		do 35 mld m ³ wody w skali kraju).	
Pasy buforowe (ekotony)	Roślinne strefy przejściowe wzdłuż cieków wodnych.	Wychwytywanie nadmiaru biogenów (azotu i fosforu) z pól oraz spowalnianie spływu powierzchniowego.	Wzdłuż cieków, rowów melioracyjnych i zbiorników wodnych.

Dla powiatu radziejowskiego, charakteryzującego się skrajnie ujemnym KBW (-181 mm z prognozami do -248 mm) i dominacją gruntów ornych (91% UR), kluczowe jest wdrożenie intensywnych działań retencji glebowej i krajobrazowej. W warunkach tak drastycznego deficytu wody, same zabiegi agrotechniczne tylko częściowo łagodzą skutki suszy, a jedynym w pełni skutecznym sposobem ograniczania niedoboru wody jest wprowadzenie nowoczesnych systemów nawodnieniowych.

Działania o największym potencjale retencyjnym (w gruntach ornych):

1. Agromelioracja mechaniczna (głęboszowanie): ma największy potencjał ilościowy. Potencjał retencji użytecznej: 14,46 mln m³ – 24,11 mln m³ wody.
2. Gospodarka materią organiczną (GO): wzrost próchnicy o 1% jest fundamentem retencji na glebach lekkich. Potencjał retencji: 4,10 mln m³ wody.
3. Retencja krajobrazowa: zakładanie pasów wiatrochronnych w celu redukcji parowania oraz małej retencji technicznej (zastawki).

Rekomendacje praktyczne:

- Agrotechnika konserwująca: należy promować i wspierać uprawę konserwującą (mulczowanie) w celu ochrony gleby przed parowaniem i erozją, a także regulację odczynu gleby (wapnowanie).
- Adaptacja upraw: Zastępowanie zbóż jarych oziminami lub uprawa roślin typu C4 (sorgo, proso), które oszczędniej gospodarują wodą.
- Wodochronność gleby: Regularnie monitorować zagęszczenie i w razie potrzeby stosować głęboszowanie w suchych warunkach.
- Retencja techniczna: Na obszarach zmeliorowanych należy modernizować systemy drenarskie i rowy melioracyjne, wprowadzając urządzenia regulujące odpływ (zastawki), by zatrzymywać wodę na dłużej i podnosić poziom wód gruntowych.

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

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

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

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

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

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

lokalne, jak i długofalową poprawę funkcjonowania systemu wodnego, przy uwzględnieniu realności nakładów inwestycyjnych, możliwości ingerencji w środowisko i własność gruntów dużą elastycznością przestrzenną oraz możliwością realizacji przy aktywnym udziale lokalnych użytkowników gruntów.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

gdzie:

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

B_t – korzyści przedsięwzięcia w okresie t ;

C_t – koszty przedsięwzięcia w okresie t ;

r – stopa dyskontowa.

Liczbę lat (jeśli rachunek prowadzi się w okresach rocznych), po której wskaźnik **NPV** zmienia swą wartość z ujemnej na dodatnią, określa się jako okres zwrotu kapitału zaangażowanego w inwestycję. Wyznacza ona czas, po jakim efekty uzyskane z prowadzonej działalności pokrywają 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 byłoby 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 radziejowskiego.

Inwestycja I

Budowa zastawek na rowach melioracji szczegółowej na terenie gminy Radziejów

Wprowadzenie i cel opracowania:

Celem opracowania jest przygotowanie ekspertyzy hydrologiczno-technicznej dla budowy 5 zastawek piętrzących wodę na 1700-metrowym odcinku rowu melioracyjnego BA1 w gminie Radziejów. Dokumentacja uwzględnia:

- analizę warunków hydrologicznych i hipsometrycznych,
- ocenę zlewni cząstkowej i sieci drenażu,
- wpływ realizacji inwestycji na retencję, spływ i występowanie podtopień,
- dobór lokalizacji i parametrów budowli piętrzących,
- ocenę funkcjonalności zastawek oraz ich rozstawu na odcinku 1700 m,
- wnioski dotyczące bezpieczeństwa wodnego i bioróżnorodności.

Zakres proponowanych działań:

Budowa 5 zastawek na odcinku 1700 m rowu BA1 w celu:

- zwiększenia retencji szacunkowo o 3000–4500 m³ (zależnie od piętrzenia i profilu),
- stabilizacji odpływu,
- podniesienia poziomu wody w rowie i w profilu glebowym,
- ograniczenia podtopień poprzez wydłużenie czasu przetrzymania wody, nie zaś przez całkowite jej zatrzymanie,
- umożliwienia dalszej rozbudowy systemu retencji (docelowe 40 zastawek na terenie gminy).

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. budowy zastawek na rowach melioracji

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Budowa 5 zastawek szandorowych (drewniane/PEHD) na odcinku 1700 m rowu BA1	115 000
2.	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	10 000
Suma		125 000*

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

Analiza inwestycji I: Budowa zastawek na rowie BA1

Założenia:

Moment przeprowadzenia analizy: grudzień 2025 r.

Horyzont czasowy: 30 lat

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

1. Koszty (CAPEX i OPEX) - C_t

Inwestycja polega na budowie 5 zastawek piętrzących na rowie melioracyjnym BA1 w celu zwiększenia retencji i stabilizacji odpływu.

Tab. 6.3.2. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	115 000	Budowa 5 zastawek szandorowych (poz. 1).
OPEX	10 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja (poz. 2).

2. Roczne korzyści B_t

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

Tab. 6.3.3. 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	Bioróżnorodność, jakość wody, walory krajobrazowe	15 000
Suma		41 000 PLN/rok

3. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

Roczne korzyści netto = 41 000 PLN/rok – 10 000 PLN/rok = 31 000 PLN/rok

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{115\,000\ \text{PLN}}{31\,000\ \text{PLN/rok}} \approx 3,71\ \text{roku}$$

Inwestycja oferuje szybki zwrot kapitału – niecałe 4 lata.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.4. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	263 400 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	343 600 PLN	NPV > 0 Projekt jest wysoce efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	2,3	B/C > 1 Korzyści ponad dwukrotnie przewyższają koszty.
IRR	33,1%	IRR > 5,26% SDR. Inwestycja jest wysoce rentowna.

Inwestycja II

Odtworzenie sieci rowów melioracyjnych z możliwością retencjonowania na terenie miejscowości Kozjaty i Sierakowy Gmina Topólka

Wprowadzenie i cel opracowania: cel inwestycji – dwukierunkowość działania sieci rowów.

Projektowana koncepcja zakłada:

Odtworzenie 10 rowów melioracyjnych o łącznej długości ok. 2000 m

Tab. 6.3.5. Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Odtworzenie 10 rowów melioracyjnych	250 000
2.	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	20 000
	Suma	270 000*

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

Analiza inwestycji II: Odtworzenie sieci rowów melioracyjnych (Kozjaty i Sierakowy)

Inwestycja polega na odtworzeniu 10 rowów melioracyjnych.

1. Koszty (CAPEX i OPEX) - C_t

Tab. 6.3.6. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	250 000	Odtworzenie 10 rowów melioracyjnych (poz. 1).
OPEX	20 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 2).

2. Roczne korzyści B_t

Przyjęto identyczne, ostrożne założenia monetarne co w inwestycji I, ze względu na podobny zakres korzyści środowiskowych i rolniczych (poprawa retencji, zmniejszenie strat powodziowych): 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)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{250\,000 \text{ PLN}}{21\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 11,9 \text{ roku}$$

Zwrot kapitału – 11,9 lat.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.8. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	2 159 077 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	260 293 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	1 898 784 PLN	NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	8,29	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty.
IRR	36%	IRR > 5,26% SDR Inwestycja jest ekstremalnie rentowna.

Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie

Tab. 6.3.9. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

Wskaźnik	Inwestycja I (budowa zastawek)	Inwestycja II (odtworzenie rowów)	Komentarz
CAPEX (PLN)	115 000 PLN	250 000 PLN	Inwestycja I jest znacznie tańsza inwestycyjnie.
OPEX (PLN/rok)	10 000 PLN	20 000 PLN	I ma niższe koszty utrzymania.
NPV (SDR): $r = 5,26\%$	343 600 PLN	1 898 784 PLN	II jest wysoce efektywna; I także jest efektywna.
B/C Ratio	2,30	8,29	II jest bardziej efektywna na jednostkę kosztu.
IRR	33,1%	36%	I jest bardziej rentowna w ujęciu procentowym.
Prosty okres zwrotu (PP)	3,71 roku	11,9 lat	I oferuje szybszy odzysk kapitału (krótszy PP).

Wnioski i rekomendacje

Oba projekty są wysoce efektywne ekonomicznie i zasługują na wsparcie publiczne. Oba oferują szybki odzysk kapitału. Inwestycja II – jest lepsza pod kątem absolutnej wartości dodanej (NPV) i wskaźnika B/C, co sugeruje, że jest lepsza do alokacji większej kwoty środków publicznych. Inwestycja I jest lepsza pod kątem minimalizacji ryzyka (najkrótszy PP) oraz wewnętrznej stopy zwrotu (IRR). Oznacza to, że jest to projekt o wyższej stopie zwrotu z włożonego kapitału. Rekomenduje się jednoczesną realizację obu inwestycji z uwagi na ich wysoką rentowność społeczną. Jeśli fundusze są ograniczone, inwestycja II może być traktowana jako projekt o wyższej stopie zwrotu (IRR), i jako projekt generujący większą całkowitą wartość społeczną (NPV).

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 radziejowskim 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 radziejowskim.

6.4.1. Budowa zastawek na rowach melioracji szczegółowej na terenie gminy Radziejów

6.4.1.1. Wprowadzenie i cel działań

Celem działań jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej dla budowy 5 zastawek piętrzących wodę na 1700-metrowym odcinku rowu melioracyjnego BA1 w gminie Radziejów. Dokumentacja uwzględnia:

- analizę warunków hydrologicznych i hipsometrycznych,
- ocenę zlewni cząstkowej i sieci drenażu,
- wpływ realizacji inwestycji na retencję, spływ i występowanie podtopień,
- dobór lokalizacji i parametrów budowli piętrzących,
- ocenę funkcjonalności zastawek oraz ich rozstawu na odcinku 1700 m,
- wnioski dotyczące bezpieczeństwa wodnego i bioróżnorodności.
-

Koncepcja dotyczy rowu BA1 położonego w obrębie Szostka, na działkach 118/1, 223 oraz zlewnia cząstkowa 1,82 km²; długość analizowanego odcinka 1700 m. Koncepcja stanowi początkowy etap budowy systemu retencji korytovej, który w przyszłości gmina planuje rozszerzyć do ok. 40 zastawek, rozproszonych po całej sieci rowów melioracyjnych.



Ryc. 6.4.1.1. Mapa lokalizacji odcinka rowu BA



Fot. 6.4.1.1. Rów BA1 – Szostka w profilu projektowanej zastawki oraz powyżej przepustu, gdzie planowana jest zastawka (dz. nr 118/1 i 223). Dno przepustu = 92.627 m, średnica 80 cm (52°40'10.6626"N, 18°29'18.4952"E). Wypełnienie wody w rowie wynosiło 5 cm.

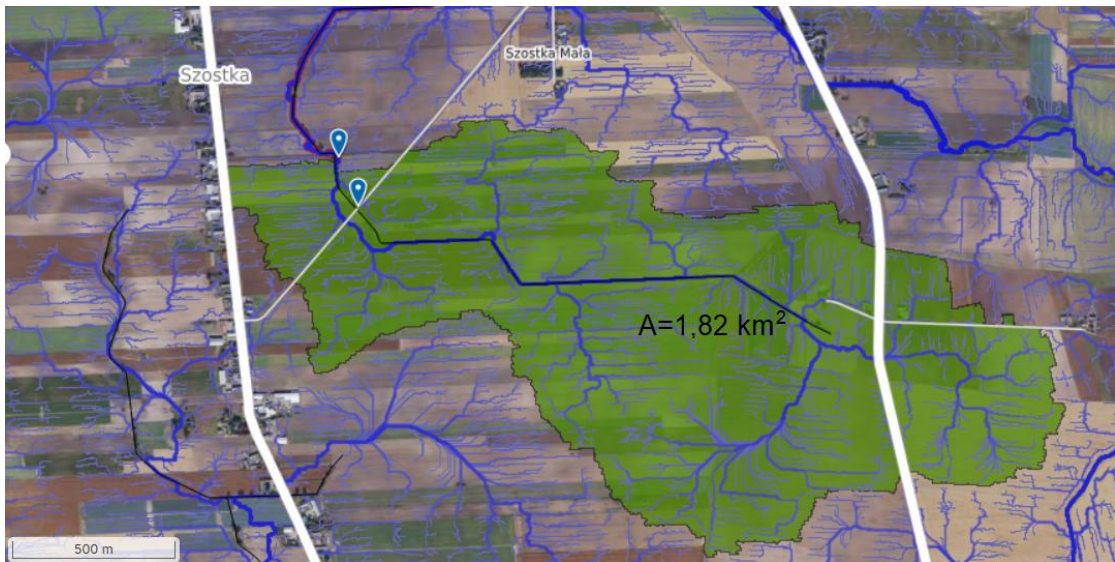


Fot. 6.4.1.2. Rów BA1 w odcinku poniżej przepustu pod działką drogową.

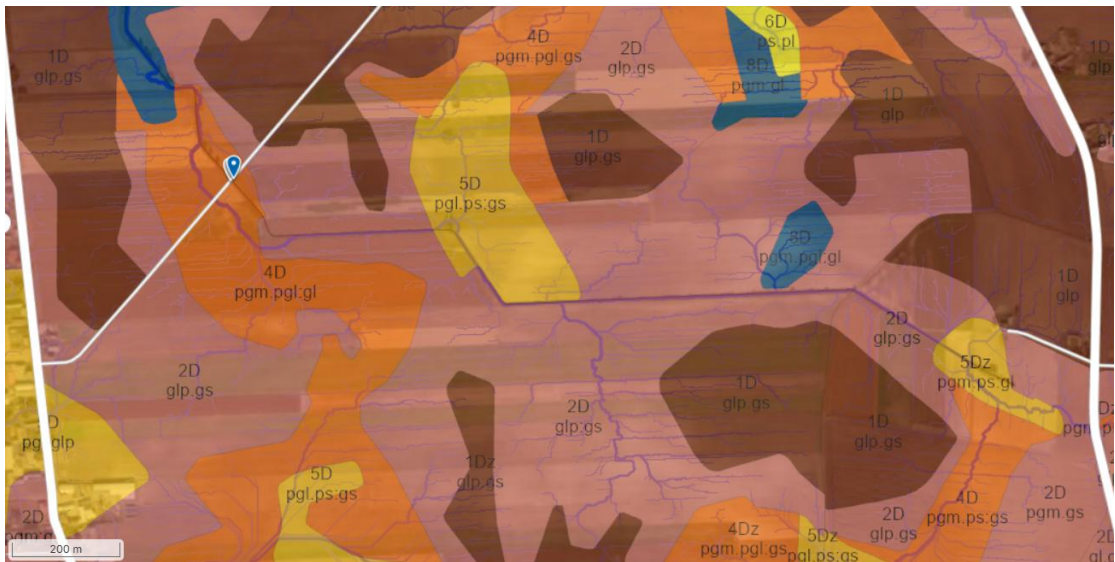
6.4.1.2. Charakterystyka zlewni.

Zlewnia rowu BA1 obejmuje:

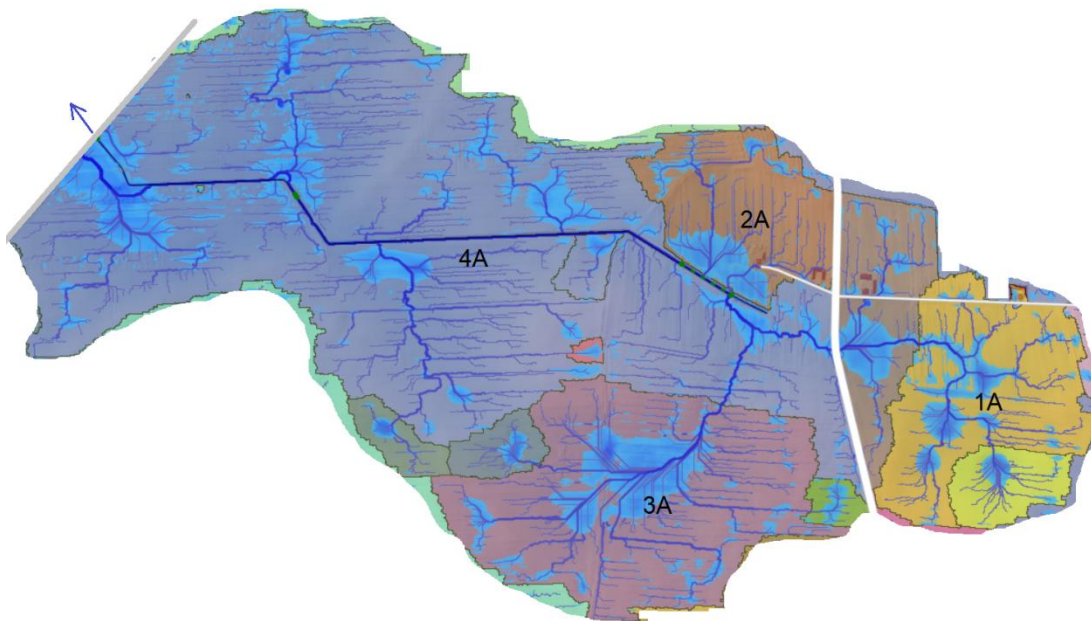
- 1,82 km² (182 ha) zlewni gromadzącej spływy powierzchniowe przy opadzie 20 mm,
- dominują gleby gliniaste i gliniasto-piaszczyste, klasy RIIIa, RIIIb, RIVa, RIVb,
- kompleks gleb: pszenne dobry i bardzo dobry, czarne ziemie – o wysokiej zdolności infiltracyjno-retencyjnej,
- znaczne zróżnicowanie warunków drenażowych (mozaika rowów i podtopień).



Ryc. 6.4.1.2. Zlewnia rowu BA1 do profilu proponowanej lokalizacji zastawki.



Ryc. 6.4.1.3. Mapa glebowo rolnicza zlewni rowu BA1.

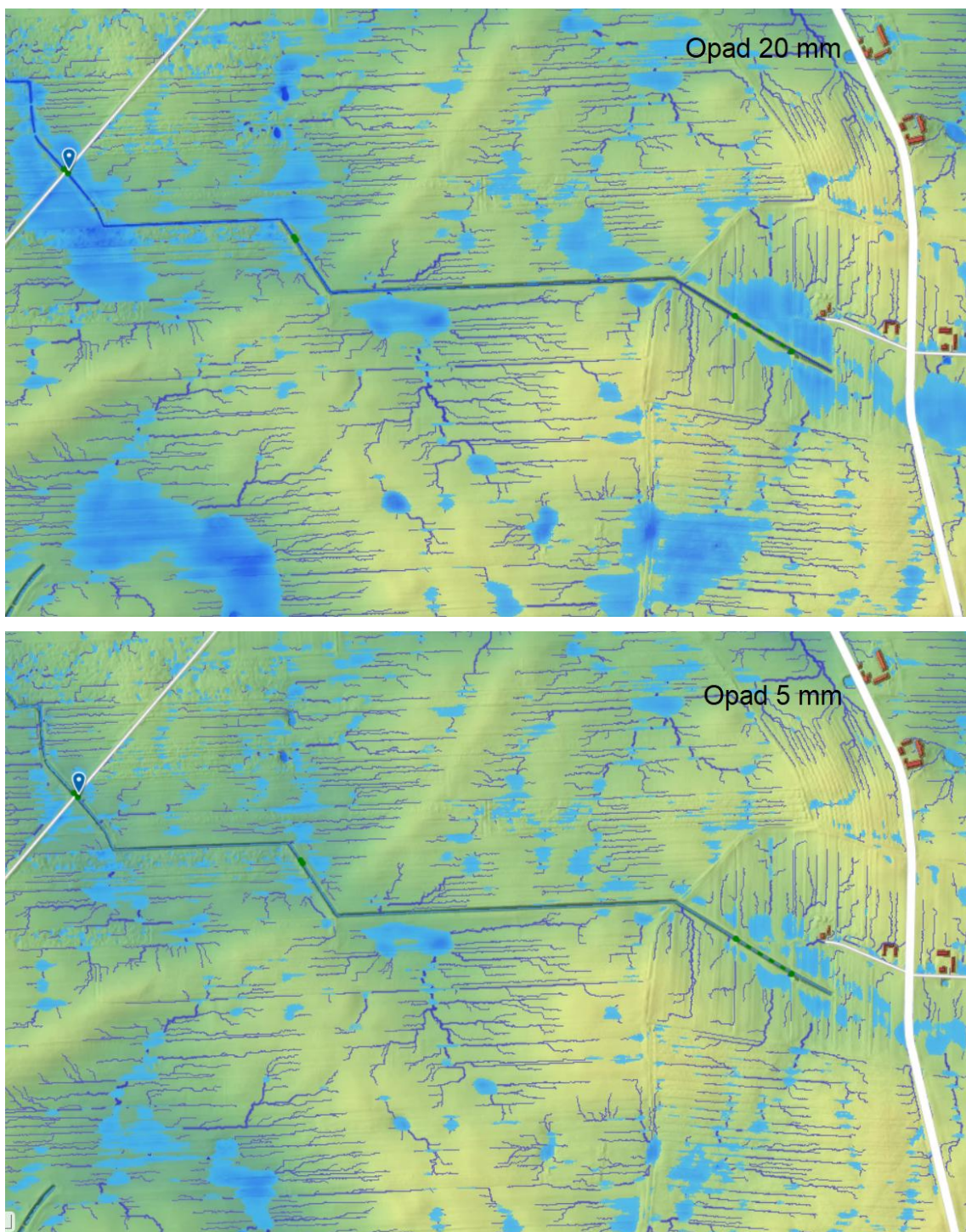


Ryc. 6.4.1.4. Mapa sieci drenażu wód, miejsca kumulacji wód opadowych i roztopowych (podtopienia) oraz zasięg zlewni cząstkowych rowu przy opadzie 20 mm. Powierzchnia drenowania wód ze spływu powierzchniowego to 1,82 km² (18,2 ha).

Warunki melioracyjne i hydrologiczne:

Rów BA1 ma spadek 1,1‰ (1,1 m na 1 km), co sprzyja szybkiemu odpływowi. W wielu miejscach obserwuje się:

- wiosenne podtopienia,
- zaleganie wody w mikrodepresjach,
- okresowe spiętrzenia przed przepustami.



Ryc. 6.4.1.5. Przebieg fragmentu rowu BA1 na tle mapy wysokościowej wraz z siecią drenażu i miejscami kumulacji wód. Rów ma spadek podłużny 1,1 promila (m/km).

Przepusty i zagłębienia

- Dno przepustu w profilu proponowanej lokalizacji Z1: 92,627 m n.p.m., średnica 80 cm.
- Powyżej przepustu istnieje stałe lustro wody na poziomie ok. 5 cm wysokości wypełnienia.

- Na innych odcinkach rejestrowano stałe zwierciadło wody, nawet po okresach suszy – dowód na wysoką retencyjność rowu.

6.4.1.3. Diagnoza problemów hydrologicznych

1. Zbyt szybki odpływ wód roztopowych i opadowych z wysokiej jakości gleb ornych.
2. Brak możliwości sterowania odpływem, co skutkuje:
 - intensywnym odwodnieniem pól,
 - niską wilgotnością gleb w drugiej połowie sezonu,
 - ograniczoną retencją krajobrazową.
3. Podtopienia w lokalnych zagłębieniach, efektem przesylenia profilu glebowego i braku infrastruktury do kontrolowanego przepływu.
4. Brak rozproszonych podpiętrzeń, które zastępowałyby naturalne funkcje bagienne rowu.

6.4.1.4. Koncepcja retencji

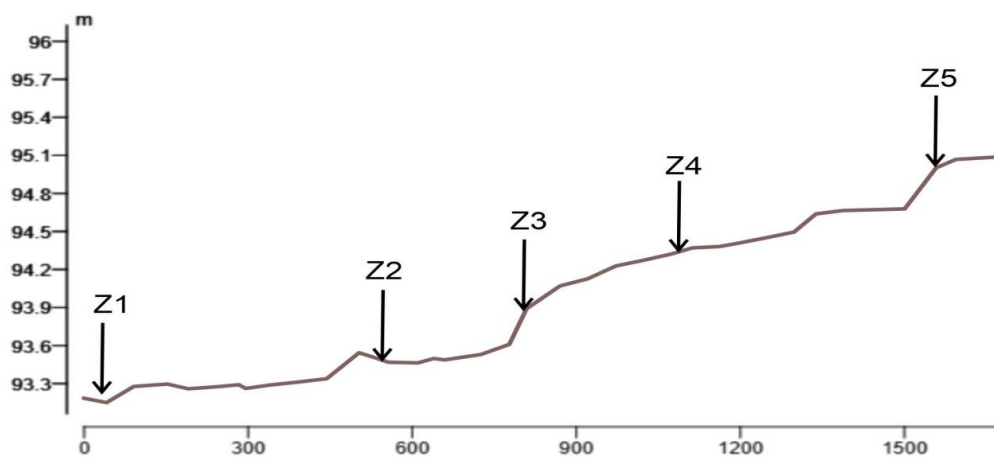
Założenie główne

Budowa 5 zastawek na odcinku 1700 m rowu BA1 w celu:

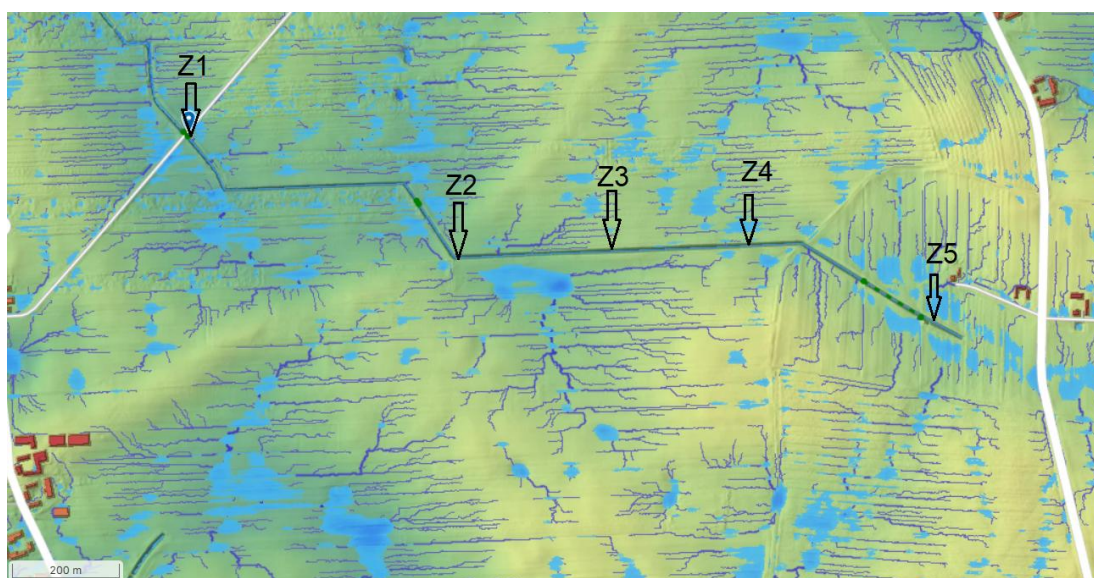
- zwiększenia retencji szacunkowo o 3000–4500 m³ (zależnie od piętrzenia i profilu),
- stabilizacji odpływu,
- podniesienia poziomu wody w rowie i w profilu glebowym,
- ograniczenia podtopień poprzez wydłużenie czasu przetrzymania wody, nie zaś przez całkowite jej zatrzymanie,
- umożliwienia dalszej rozbudowy systemu retencji (docelowe 40 zastawek na terenie gminy).

Rozmieszczenie zastawek:

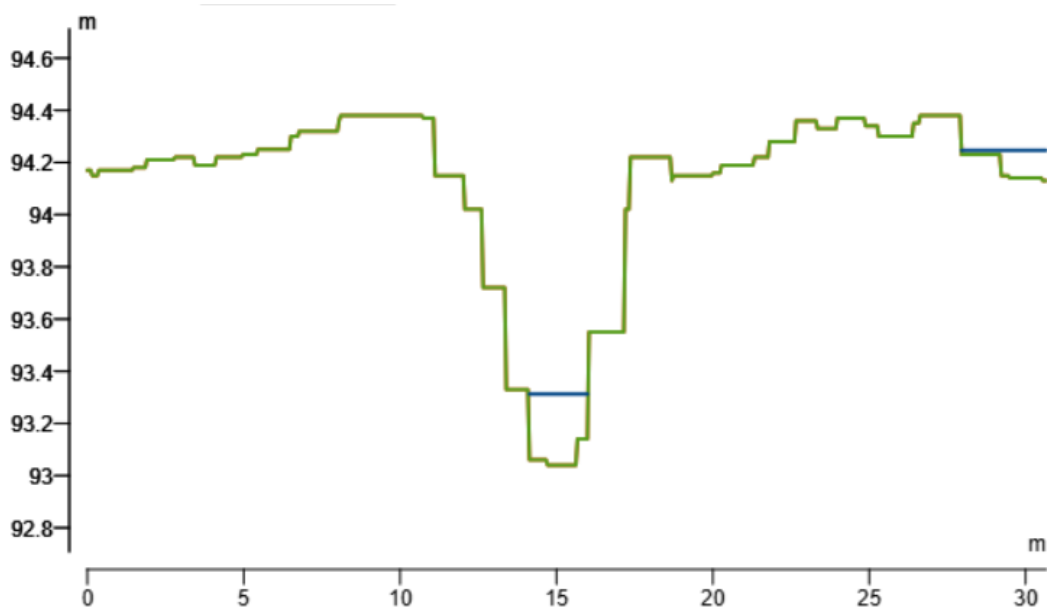
- umożliwi dostęp z dróg dojazdowych,
- uwzględniły lokalne ukształtowanie dna,
- opiera się o naturalne punkty piętrzenia (progi terenowe, przepusty),
- nie powoduje ryzyka zalania pól ornych.



Ryc. 6.4.1.6. Profil podłużny hipsometryczny terenu wzdłuż analizowanego odcinka rowu BA1.



Ryc. 6.4.1.7. Lokalizacje proponowanych zastawek.



Ryc. 6.4.1.8. Profil poprzeczny rowu BA1 w miejscu projektowanej zastawki Z1.

Tab. 6.4.1.1. Parametry techniczne projektowanych zastawek Z1–Z5 (BA1)

Nr	Współrzędne PUKG1992 (X,Y) / nr. dz. ewid.	Rzędna dna [m n.p.m.]	Rzędna maks. poziomu wody [m n.p.m.]	Maks. piętrzenie [m]
Z1	465425, 533888/ 223	92,63	93,62	0,99
Z2	465923, 533666/ 215/1	93,51	94,50	0,99
Z3	466225, 533676/ 215/1	94,05	95,04	0,99
Z4	466467, 533687/ 215/1	94,37	95,36	0,99
Z5	466825, 533540/ 31/3	94,99	95,98	0,99

Uwagi hydrologiczne:

- Wszystkie zastawki piętrzą do maksymalnie 99 cm, lecz faktyczne piętrzenie będzie zależało od lokalnego spadku koryta.
- Piętrzenie 99 cm nie powoduje zagrożenia dla pól – rowy mają głębokie przekroje poprzeczne (widoczne na skanach profilu).
- Odstępy między zastawkami wynoszą średnio 300–400 m, co jest optymalne przy spadku 1,1‰.

Parametry rowu BA1:

- przekrój rowu jest równy, stabilny,

- szerokość dna: 0,6–0,9 m,
- głębokość rowu: 1,2–1,8 m,
- brzegi porośnięte regularną roślinnością łąkową – idealne miejsce na zastawki szandorowe lub hybrydowe,
- brak przeszkód, brak kolizji z zabudową.

W warunkach gminy Radziejów oraz w rowie BA1 rekomenduje się zastosowanie budowli piętrzących o wysokiej trwałości, regulacyjności i zgodności z zasadami ekohydrologii oraz NBS. Proponowane typy budowli piętrzących:

Zastawki szandorowe (drewniane/PEHD):

- Najwyższa trwałość i precyzja regulacji.
- Konstrukcja: stalowe prowadnice + deski/PEHD.

Zastawki hybrydowe „leśno-rolne”:

- Dolna część: betonowa stopa,
- Górna część: prowadnice + szandory.
- Odporne na przepływy wezbraniowe.

Progi gabionowe (niski próg 30–80 cm):

- Dobre na odcinkach o zagęszczeniu drenażu i spływów powierzchniowych. trwałe, przepuszczalne i zgodne z NBS — stabilizują przepływ i dno cieku, umożliwiając migrację organizmów i naturalną infiltrację.

Zastawki ziemne z rdzeniem gliniastym:

- Najbardziej ekonomiczne i najmniej ingerujące w środowisko, wymagają właściwego ukształtowania skarp i odpowiedniego zagęszczenia rdzenia, wpisują się w koncepcję NBS jako rozwiązania oparte na naturalnych materiałach i procesach retencyjnych.

Każda zastawka tworzy:

- strefę cofki 150–450 m,
- retencję korytową: 250–900 m³, zależnie od geometrii rowu i spadku.

Łączny efekt retencyjny 5 zastawek: \approx 3000–4500 m³.

Dodatkowo:

- zwiększenie retencji glebowej na glebach klasy RIII i RIV: +10–20% w okresie wiosennym,

- spłaszczenie fali odpływu po opadach 20 mm,
- zmniejszenie ryzyka przesuszenia profilu glebowego.

6.4.1.5. Efekty środowiskowe:

- Zwiększenie retencji korytowej i glebowej, stabilizacja stosunków wodnych oraz ograniczenie efektu suszy.
- Odtworzenie i utrwalenie siedlisk wodno-błotnych i ekotonowych wzdłuż rowu.
- Wzrost bioróżnorodności dzięki tworzeniu mozaiki mikrosiedlisk i poprawie warunków bytowania organizmów wodnych i łąkowych.
- Poprawa jakości wód poprzez naturalną filtrację, akumulację zawiesin i spowolnienie transportu biogenów.
- Ograniczenie erozji koryta i stabilizacja brzegów w wyniku zmniejszenia prędkości przepływu i rozwoju roślinności.
- Wzmocnienie funkcji ekologicznych terenów rolniczych, poprawa mikroklimatu i zwiększenie odporności krajobrazu na skutki zmian klimatu.

6.4.1.6. Wnioski i rekomendacje

1. Parametry zastawek Z1–Z5 są hydrologicznie prawidłowe i odpowiadają lokalnemu spadkowi rowu.
2. Budowa 5 zastawek na odcinku 1700 m rowu BA1 zwiększy retencję o 3000–4500 m³.
3. Piętrzenie do 0,99 m nie stwarza zagrożeń podtopienia pól, dzięki głęboko wciętemu profilowi rowu.
4. Inwestycja wpisuje się w strategię gminy Radziejów dotyczącą rozproszonej retencji – docelowo ok. 40 zastawek.
5. Wybrane lokalizacje są uzasadnione:
 - występowaniem stałej wody,
 - łatwością dojazdu,
 - współpracą właścicieli pól.
6. Rekomenduje się stosowanie zastawek szandorowych lub hybrydowych, jako konstrukcji trwałych i precyzyjnie regulowanych, które jednocześnie mogą zostać łatwo zintegrowane z otoczeniem poprzez naturalizację zgodną z NBS — obejmującą wykorzystanie roślinności stabilizującej brzegi, zastosowanie

materiałów o wysokiej biopermeabilności, minimalizację ingerencji technicznej oraz zapewnienie ciągłości hydrologiczno-ekologicznej przepływu. Dzięki temu obiekty te pełnią funkcję hydrotechniczną, a równocześnie wspierają procesy retencji, infiltracji i samooczyszczania wód.

7. Inwestycja znacząco zwiększa odporność rolniczą na suszę oraz stabilizuje ekosystemy wzdłuż rowu BA1.
8. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Inowrocławiu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
9. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

Projekt budowy 5 zastawek na rowie BA1 jest kompleksowym, uzasadnionym hydrologicznie i środowiskowo działaniem, wspierającym retencję krajobrazową na terenie gminy Radziejów. Stanowi fundament przyszłego systemu podpiętrzeń rozproszonych w całej gminie.

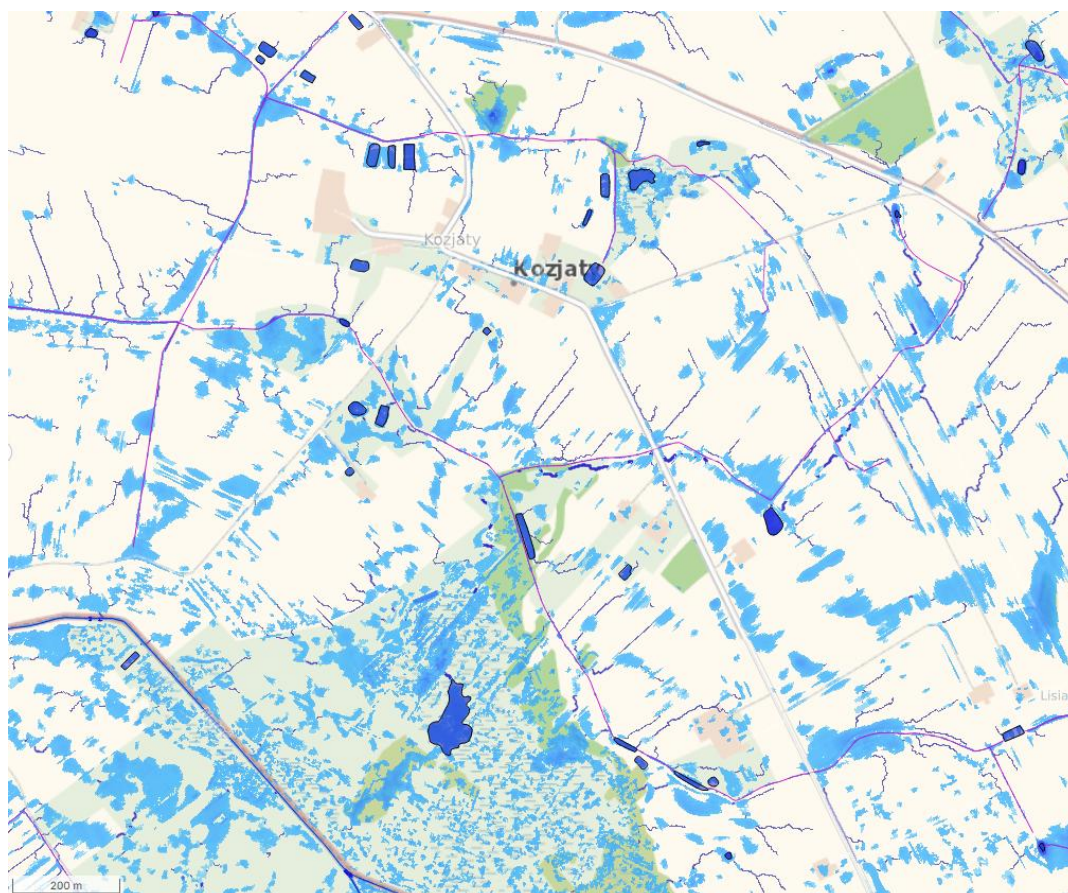
6.4.2. Odtworzenie sieci rowów melioracyjnych z możliwością retencjonowania na terenie miejscowości Kozjaty i Sierakowy Gmina Topólka

6.4.2.1. Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie stanowi koncepcję oraz ekspertyzę hydrologiczną dotyczącą odtworzenia i usprawnienia funkcjonowania sieci rowów melioracyjnych na terenie miejscowości Kozjaty i Sierakowy, w gminie Topólka. Przedsięwzięcie ma na celu poprawę warunków odpływu wód opadowych i roztopowych, ograniczenie zasięgu podtopień gruntów rolnych i zabudowy, a jednocześnie stworzenie możliwości dwufunkcyjnego użytkowania rowów, tj. zarówno sprawnego odprowadzania nadmiaru wód w okresach intensywnych opadów, jak i ich okresowego zatrzymywania w krajobrazie w czasie niedoborów wody. Koncepcja opiera się na wynikach inwentaryzacji terenowej, analizie stanu technicznego rowów i przepustów oraz na kartograficznej analizie zasięgów podtopień dla różnych scenariuszy opadowych.



Ryc. 6.4.2.1. Lokalizacja odcinków rowów na ortofotomapie



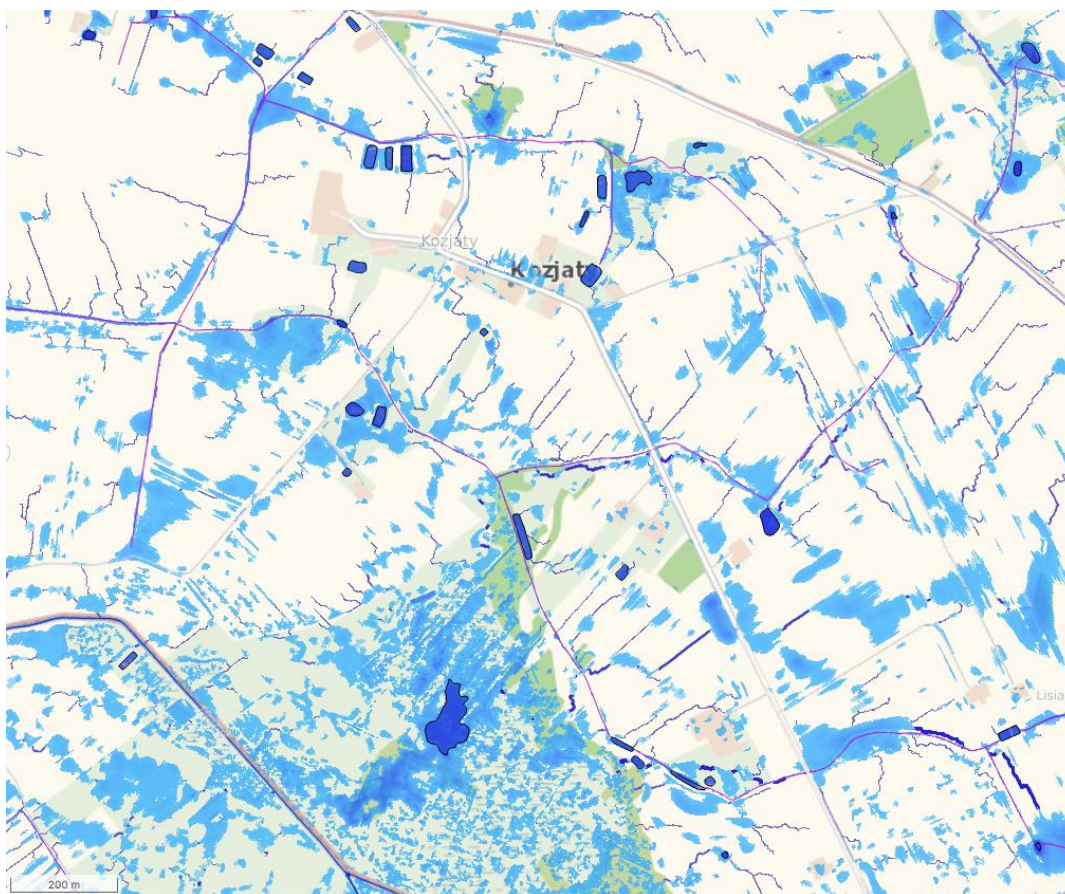
Ryc. 6.4.2.2. Zasięg podtopień terenu w rejonie Kozjaty w sąsiedztwie rowów melioracyjnych (linie koloru fioletowego) w trakcie opadu 10 mm

6.4.2.2. Lokalizacja

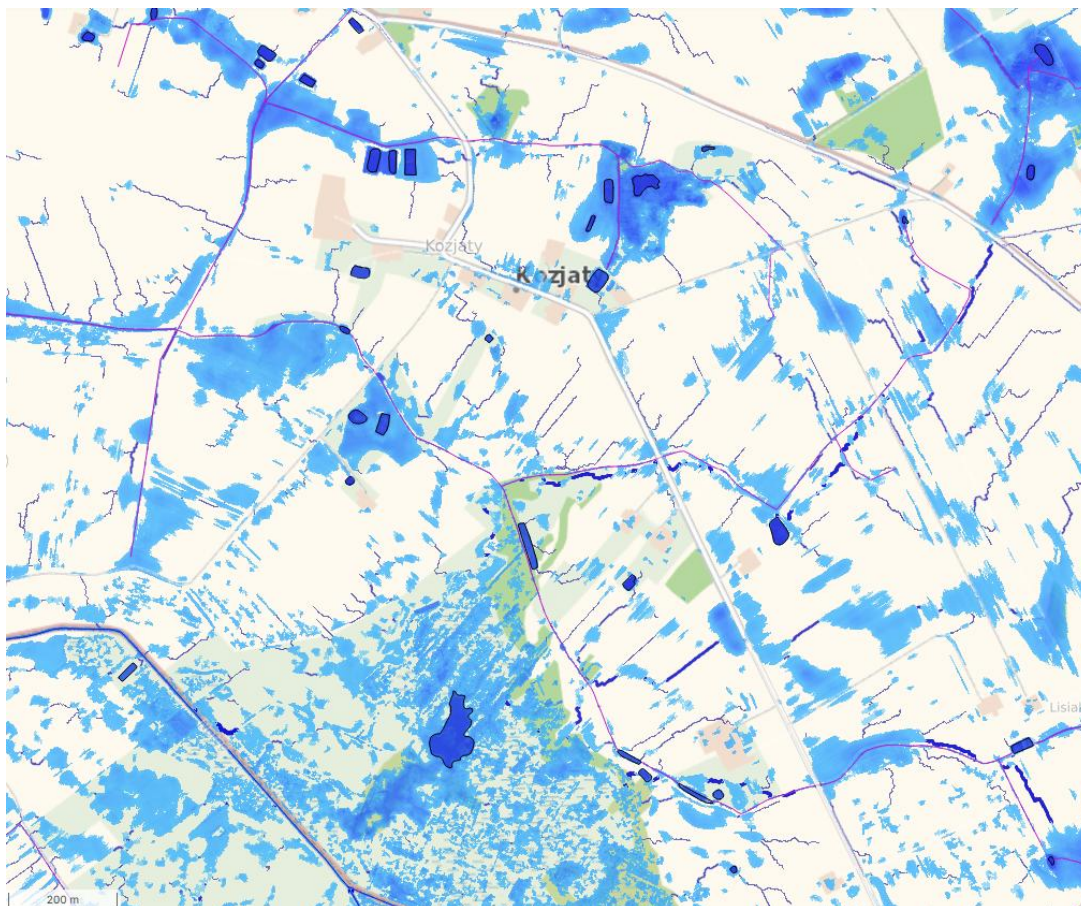
Obszar opracowania obejmuje miejscowości Kozjaty i Sierakowy, położone w gminie Topólka, w zlewni lokalnego systemu rowów melioracyjnych odprowadzających wody z terenów rolniczych. Przedmiotem analizy są przede wszystkim rowy oznaczone w dokumentacji jako rów nr 2, 3, 4, 5, 6 oraz 7 wraz z towarzyszącymi im przepustami drogowymi i gospodarczymi. Ich lokalizacja została określona na podstawie ortofotomapy oraz pomiarów GPS, m.in.:

- rów nr 2: 52°26'03.7136"N, 18°42'28.2553"E,
- rów nr 3: 52°25'50.9852"N, 18°42'16.6792"E,
- rów nr 4: 52°25'31.2462"N, 18°42'32.3517"E,
- rów nr 5: 52°25'55.9439"N, 18°41'48.4534"E,
- rów nr 6: 52°26'20.4029"N, 18°40'06.9371"E,
- rów nr 7: 52°26'32.5276"N, 18°39'29.4463"E.

System ten drekuje niewielkie, lecz intensywnie użytkowane rolniczo zlewnie cząstkowe, o powierzchniach rzędu 0,2–0,3 km², których podatność na podtopienia jest wysoka ze względu na słabą drożność koryt i obiektów inżynierskich.



Ryc. 6.4.2.3. Zasięg podtopień terenu w rejonie Kozjaty w sąsiedztwie rowów melioracyjnych (linie koloru fioletowego) w trakcie opadu 20 mm



Ryc. 6.4.2.4. Zasięg podtopień terenu w rejonie Kozjaty w sąsiedztwie rowów melioracyjnych (linie koloru fioletowego) w trakcie opadu >50 mm

6.4.2.3. Stan istniejący

Stan techniczny rowów i przepustów należy ocenić jako zły lub bardzo zły. Wszystkie analizowane odcinki wymagają prac udraźniających i rekonstrukcyjnych. Stwierdzono m.in.:

- silne zarośnięcie koryt rowów roślinnością,
- zamulenie den oraz podniesienie ich rzędnych nawet o kilkadziesiąt centymetrów,
- liczne przepusty częściowo lub całkowicie zasypane,
- przypadki całkowitego zniszczenia przepustów (pozostałości betonowych fragmentów),
- sytuacje, w których rów został zasypany przez użytkowników gruntów rolnych i włączony do produkcji rolnej.

Przykładowo:

- w rowie nr 2 przepust jest zniszczony i praktycznie nie istnieje, a koryto rowu zostało częściowo zasypane i obsiane kukurydzą,
- w rowie nr 3 przepust jest niemal całkowicie zasypany,

- w rowie nr 5 występuje lokalne „oczko wodne” przed przepustem, jednak sam przepust jest w połowie zamulony i hydraulicznie niewydolny,
- w rowie nr 7 zamulenie przepustów i koryta doprowadziło w latach 2016–2017 do wylania wody i niemal podtopienia zabudowy.

Analizy kartograficzne wykazały, że:

- przy opadzie 10 mm dochodzi już do lokalnych podtopień w sąsiedztwie rowów,
- przy opadzie 20 mm zasięg zalewów istotnie się powiększa,
- przy opadach przekraczających 50 mm pojawiają się rozległe rozlewiska, obejmujące znaczne powierzchnie gruntów ornych i zagrażające infrastrukturze.

Szczególnie niekorzystna sytuacja występuje w zlewni rowu nr 5, który drenuje obszar ok. 0,3 km², a mimo to w czasie intensywnych opadów praktycznie nie odprowadza wód.



Fot. 6.4.2.1. Rów nr 2. dno rowu = 102.576 m n.p.m; 52°26'03.7136"N, 18°42'28.2553"E; rów zarośnięty, przepust uszkodzony i niedrożny zostały tylko kawałki betonu, po drugiej stronie rowu brak – rolnik zasypał, rośnie kukurydza.



Fot. 6.4.2.2. Rów nr 3. dno rowu = 101.439 m n.p.m; $52^{\circ}25'50.9852''N$, $18^{\circ}42'16.6792''E$, przepust praktycznie zasypany.



Fot. 6.4.2.3. Rów nr 4. dno przepustu = 101.025 m n.p.m; $52^{\circ}25'31.2462''N$, $18^{\circ}42'32.3517''E$; skarpy rowu porośnięte drzewami.



Fot. 6.4.2.4. Rów nr 4 poniżej przepustu



Fot. 6.4.2.5. Rów nr 5, rów powyżej przepustu, zaraz przed przepustem mały zbiornik/oczko.



Fot. 6.4.2.6. Rów nr 5, przepust w połowie zasypany/zamulony, obecnie dno przepustu 99.427 m n.p.m., ale faktycznie około 98.827 m n.p.m; 52°25'55.9439"N, 18°41'48.4534"E, lustro wody = 99.104 m n.p.m. dno rowu przed oczkiem = 99.317 m n.p.m.



Fot. 6.4.2.7. Rów nr 6, dno przepustu = 98.204 m n.p.m; 52°26'20.4029"N, 18°40'06.9371"E lustro wody = 98.603 m n.p.m., dno rowu = 98.268 m n.p.m. (muliste)



Fot. 6.4.2.8. Rów nr 7, dno przepustu = 98.205 m n.p.m; 52°26'32.5276"N, 18°39'29.4463"E dno rowu = 97.931 m n.p.m.



Fot. 6.4.2.9. Rów nr 7, poniżej przepustu. W 2016/2017 rów wylał, zalało okoliczne pola i prawie podtopiło okoliczne budynki.

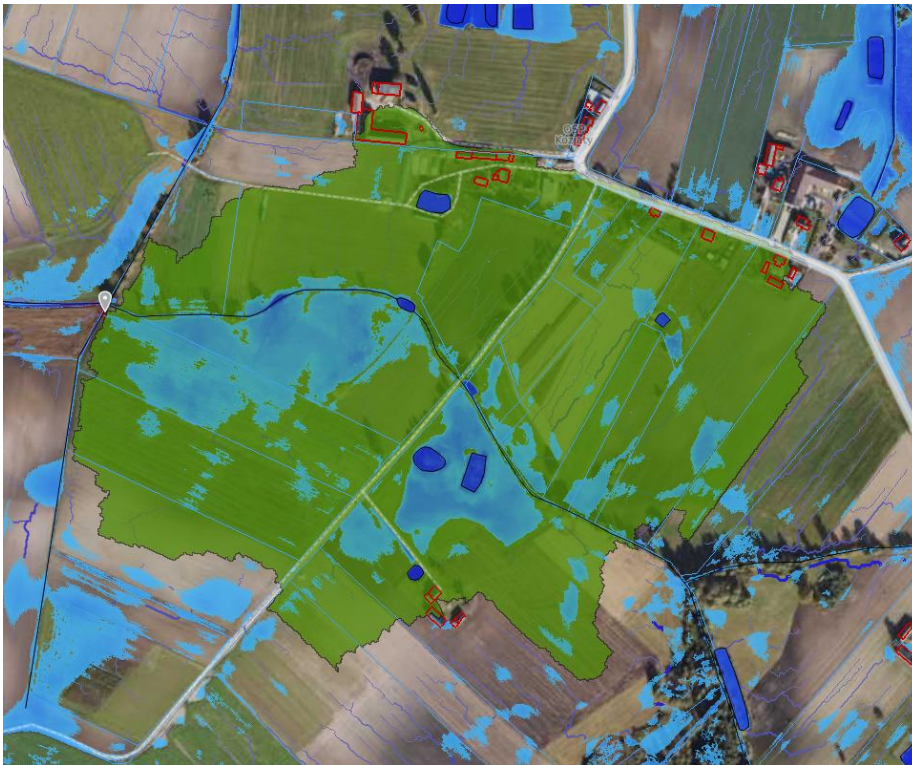


Fot. 6.4.2.10. Rów nr 7, dno rowu = 100.069 m n.p.m., przepust \varnothing 60 cm, zamulony prawie w połowie, dno przepustu gdzieś w okolicach 99.819 m n.p.m; 52°26'09.9104"N, 18°41'57.4256"E

6.4.2.4. Koncepcja hydrologiczna na przykładzie rowu nr 5

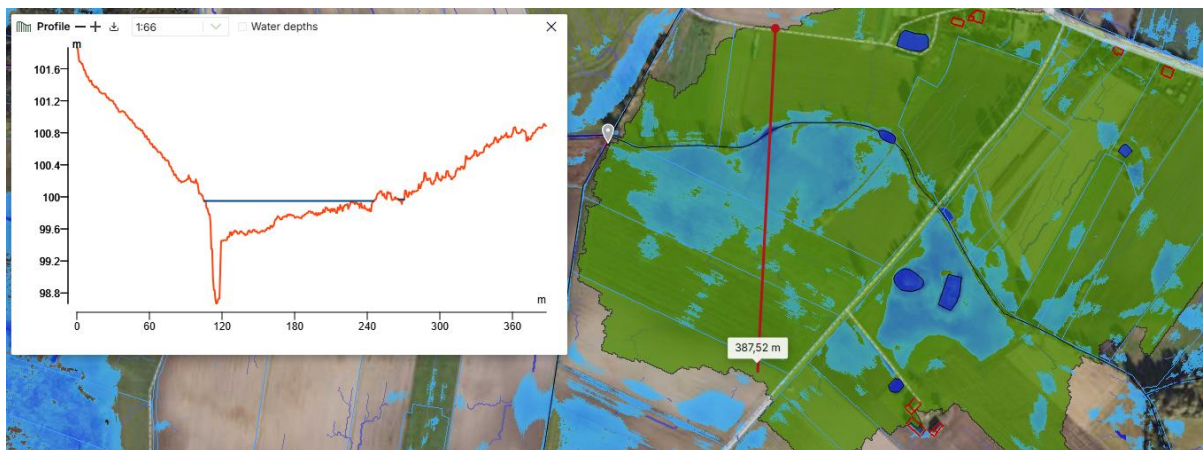
Koncepcja zakłada kompleksowe odtworzenie funkcji sieci melioracyjnej poprzez:

- A. Konserwację i odmulenie istniejących rowów – przywrócenie projektowych przekrojów poprzecznych i ciągłości hydraulicznej.
- B. Odbudowę i wymianę przepustów – w szczególności w miejscach, gdzie są one zasypane, zniszczone lub mają zbyt małe światło.
- C. Budowę nowych odcinków rowów – w rejonie rowu nr 5 przewiduje się:
- konserwację istniejącego rowu na odcinku ok. 600 m,
 - budowę nowych odcinków o łącznej długości ok. 720 m na działkach nr 169/4, 167/5, 167/6 oraz 243/1 obręb Kozjaty.
- D. Wprowadzenie dwufunkcyjności rowów, czyli:
- zachowania ich zdolności do szybkiego odprowadzania wód w czasie intensywnych opadów,
 - jednoczesnego umożliwienia okresowego piętrzenia i retencjonowania wody poprzez budowę zastawek lub przepustów z regulacją odpływu.



Ryc. 6.4.2.5. Rów nr 5 w m. Kozjaty. Rów jest niedrożny i nie odprowadza wód podczas intensywnych opadów deszczu (stan podczas opadu >50 mm na godzinę). Zlewnia rowy drenuje powierzchnię $0,3$ km²

Tak zaprojektowany system pozwoli na przekształcenie klasycznej melioracji odwadniającej w system małej retencji krajobrazowej.



Ryc. 6.4.2.6. Rów nr 5 w m. Kozjaty nie odprowadza nadwyżki wód co widoczne jest na profilu poprzecznym.

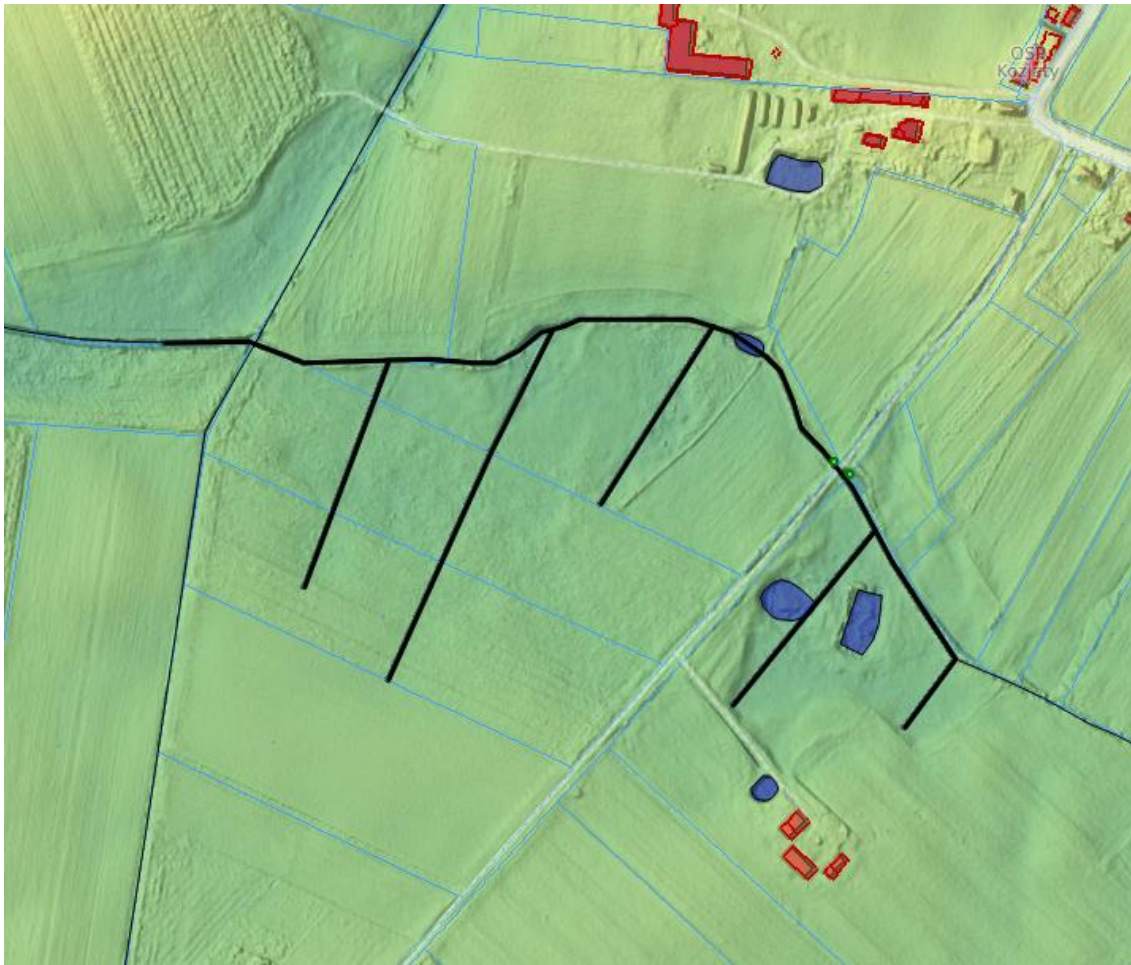
Lokalizacja rowu nie pokrywa się z główną osią spływu wód powierzchniowych, stąd wody nie spluwają swobodnie

6.4.2.5. Efekty hydrologiczne

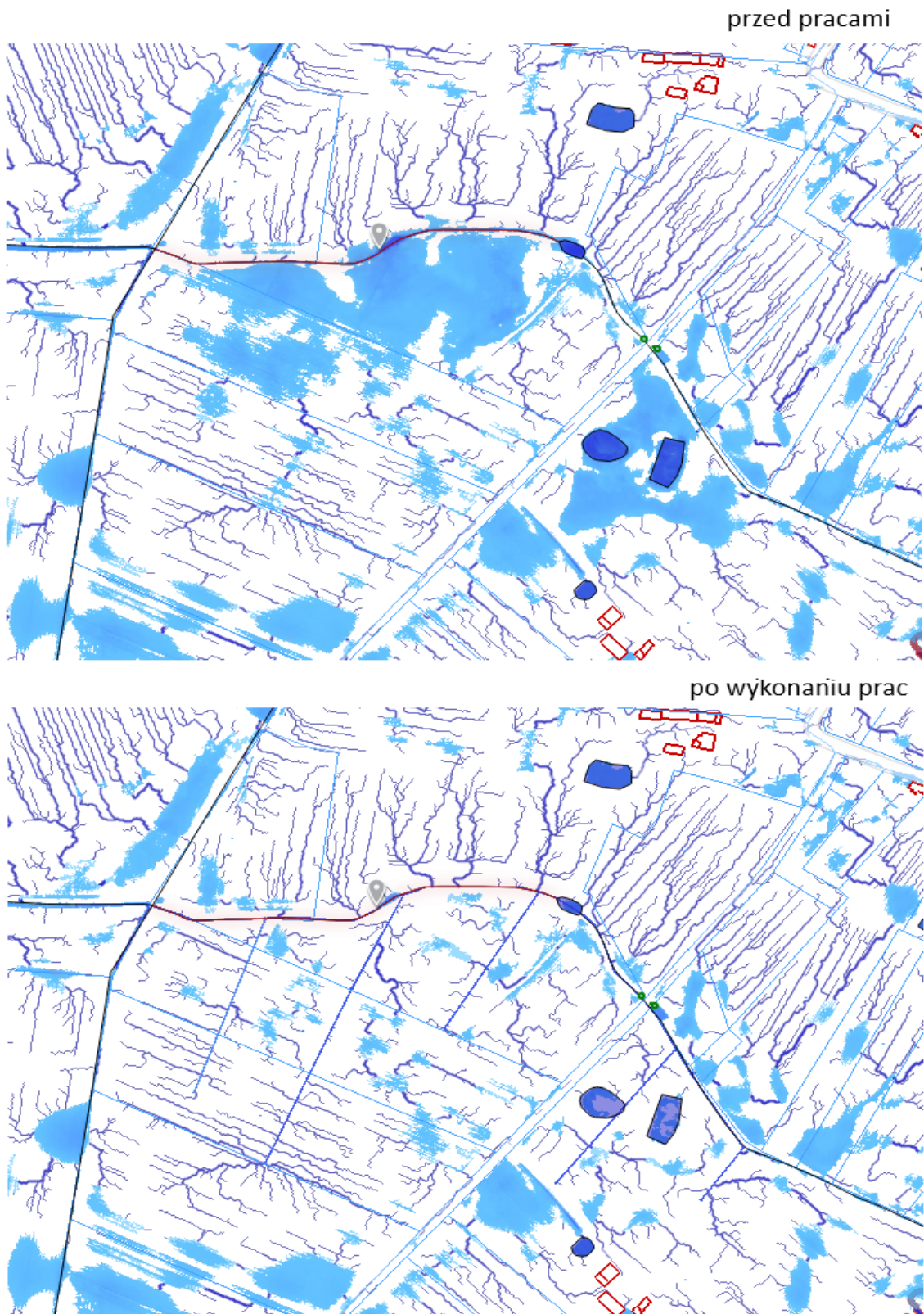
Realizacja koncepcji przyniesie wymierne korzyści hydrologiczne:

- znaczące ograniczenie zasięgu podtopień,
- w przypadku rowu nr 5 – zmniejszenie obszaru zalewów przy opadzie 20 mm aż o około 85%,
- poprawę drożności hydraulicznej systemu rowów i przepustów,
- skrócenie czasu stagnacji wód na gruntach rolnych,
- ograniczenie ryzyka wylania wód na zabudowę,
- zwiększenie retencji korytowej i glebowej,
- poprawę bilansu wodnego gleb w okresach suchych.

Rowy zaczną pełnić funkcję regulatorów odpływu, a nie jedynie kanałów odwadniających.



Ryc. 6.4.2.7. Zakres prac: konserwacja rowu nr 5 na odcinku 600 m oraz budowa nowych odcinków o łącznej długości 720 m: działki nr 169/4, 167/5, 167/6 oraz 243/1 obręb Kozjaty



Ryc. 6.4.2.8. Sytuacja przy opadzie 20 mm. Efekt hydrologiczny przeprowadzenia prac konserwacyjnych, zmniejszenie zasięg podtopień na działkach nr 169/4, 167/5, 167/6 oraz 243/1 obręb Kozjaty o 85%.

6.4.2.6. Efekty środowiskowe

Efekty środowiskowe będą równie istotne jak hydrologiczne:

- poprawa uwilgotnienia siedlisk glebowych,
- zwiększenie bioróżnorodności w strefach przyrowowych,
- stworzenie warunków dla rozwoju roślinności hydrofilnej,
- poprawa warunków bytowania płazów, ptaków i bezkręgowców,
- ograniczenie erozji powierzchniowej i spływu biogenów z pól,
- wzrost odporności lokalnego krajobrazu rolniczego na skutki suszy i ekstremalnych opadów.

System rowów może stać się elementem zielono-błękitnej infrastruktury gminy.

6.4.2.7. Wnioski i rekomendacje

1. Stan techniczny sieci rowów w Kozjatach i Sierakowach jednoznacznie wskazuje na konieczność pilnej interwencji.
2. Odtworzenie i modernizacja rowów oraz przepustów jest działaniem podstawowym dla ograniczenia lokalnych podtopień.
3. Szczególnie rekomendowane jest wdrożenie koncepcji dwufunkcyjnych rowów, umożliwiających zarówno odpływ, jak i czasowe piętrzenie wód.
4. Priorytetowo należy potraktować zlewnię rowu nr 5, gdzie efekty hydrologiczne są najlepiej udokumentowane i najłatwiejsze do osiągnięcia.
5. Przed realizacją zaleca się wykonanie:
 - projektu wykonawczego z dokładnym przekrojem rowów i przepustów,
 - inwentaryzacji własnościowej gruntów,
 - uzgodnień wodnoprawnych.
6. Inwestycja w Kozjatach i Sierakowach stanowi przykład działań, w których stosunkowo proste technicznie prace konserwacyjne mogą przynieść bardzo wyraźne efekty hydrologiczne i środowiskowe, podnosząc bezpieczeństwo wodne i odporność krajobrazu na zmiany klimatu.

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 zwiększenie retencji lokalnej, zdobycia danych do dalszego planowania inwestycji i wzrost akceptacji społecznej.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dobrze skoordynowane działania inwestycji wodnych prowadzą do:

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

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

Skuteczne wdrażanie działań retencyjnych wymaga konsolidacji podstawowych grup interesariuszy:

1. **jednostki samorządu terytorialnego (gminy, powiaty)** – odpowiadające za planowanie przestrzenne, rozwój lokalny, drobną infrastrukturę wodną,

2. **zarządcy wód i cieków** – prowadzący działania eksploatacyjne, utrzymaniowe i inwestycyjne,
3. **rolnicy i organizacje rolnicze** – użytkownicy gruntów zależnych od stabilnych warunków wodnych,
4. **leśnicy i jednostki zarządzające lasami** – mające wpływ na retencję terenową i stan cieków leśnych,
5. **społeczności lokalne i organizacje społeczne** – odbiorcy efektów środowiskowych, użytkownicy zasobów przyrodniczych.

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

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

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

Dobrą 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 (broszury, 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 nadzorce 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;
- Zieleni 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 odsklepanie 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 powiązanymi działaniami adaptacyjnymi w zakresie zielononiebieskiej infrastruktury.

Nabór: od 29.08.2025 r. do 30.01.2026 r.

Zakres wsparcia:

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

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

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

Pula środków na nabór wniosków: 30 mln PLN

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

Nabór: co roku, do 2027

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

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

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

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

Fundusze regionalne

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

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

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

Zakres wsparcia:

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

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

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 100% wartości wydatków kwalifikowanych

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

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

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

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

a) Poprawa gospodarki wodno-ściekowej:

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

b) Adaptacja do zmian klimatu:

- realizacje zielono-błękitnej infrastruktury na terenach zabudowanych;

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

c) Edukacja ekologiczna:

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

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

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

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

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

Minimalna kwota pożyczki: 80 tys. PLN.

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

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

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

Minimalny okres spłaty pożyczki uzależniony jest od wariantu pożyczki:

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

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

Karencja: nie dłużej niż 36 miesięcy

Udzielenie dofinansowania i umorzenia:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8. Wnioski i rekomendacje końcowe

8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji

- 1) Analiza warunków hydrologicznych, klimatycznych i glebowych powiatu radziejowskiego 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.

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

- naukowe i monografie. Nr 6. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-88763-31-8 ss. 126.
16. L. Łabędzki. 2014. Klimatyczne uwarunkowania rozwoju melioracji, W: Kaca E. (red.). Uwarunkowania rozwoju melioracji w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy i monografie . Nr 37. Wyd. ITP, Falenty, ss.195
 17. Łysoń P., Wawer R. (red.) 2020. Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu. IUNG-PIB, 1-38.
 18. Manteuffel Szoegel 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 Golubsko-Dobrzyńskiego (Plan rozwoju gospodarki wodą na terenach wiejskich na lata 2022 - 2030). 2021. Lokalne Partnerstwo Wodne Powiatu Golubsko-Dobrzyńskiego, 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 radziejowskiego.
2. Ryc. 2.2.4. Sieć hydrograficzna powiatu radziejowskiego.
3. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu radziejowskiego
4. Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu radziejowskiego.
5. Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu radziejowskiego, zgodnie z PPSS.
6. Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu radziejowskiego, zgodnie z PPSS.
7. Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu radziejowskiego, zgodnie z PPSS.
8. Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu radziejowskiego, zgodnie z PPSS.
9. Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu radziejowskiego, zgodnie z PPSS.
10. Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu radziejowskiego, zgodnie z ISOK.

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.1.1. Mapa lokalizacji odcinka rowu BA
2. Ryc. 6.4.1.7. Lokalizacje proponowanych zastawek.
3. Ryc. 6.4.2.1. Lokalizacja odcinków rowów na ortofotomapie

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

1. Ryc. 2.2.1. Przebieg sum opadów atmosferycznych i średniej temperatury powietrza w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) w przebiegu rocznym; b) w okresie wegetacyjnym.
2. Ryc. 2.2.2. Charakterystyki sezonu wegetacyjnego (IV-X) w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) sumy ewapotranspiracji wskaźnikowej ETo (mm); b) wartości klimatycznego bilansu wodnego (KBW) (mm).
3. Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
4. Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
5. Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
6. Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
7. Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
8. Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
9. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
10. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie radziejowskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

11. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie radziejowskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014.
12. Ryc. 4.2.2. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie zimowym (październik–marzec) na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
13. 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.
14. Ryc. 6.4.1.2. Zlewnia rowu BA1 do profilu proponowanej lokalizacji zastawki.
15. Ryc. 6.4.1.3. Mapa glebowo rolnicza zlewni rowu BA1.
16. Ryc. 6.4.1.4. Mapa sieci drenażu wód, miejsca kumulacji wód opadowych i roztopowych (podtopienia) oraz zasięg zlewni cząstkowych rowu przy opadzie 20 mm. Powierzchnia drenowania wód ze spływu powierzchniowego to 1,82 km² (18,2 ha).
17. Ryc. 6.4.1.5. Przebieg fragmentu rowu BA1 na tle mapy wysokościowej wraz z siecią drenażu i miejscami kumulacji wód. Rów ma spadek podłużny 1,1 promila (m/km).
18. Ryc. 6.4.1.6. Profil podłużny hipsometryczny terenu wzdłuż analizowanego odcinka rowu BA1.
19. Ryc. 6.4.1.8. Profil poprzeczny rowu BA1 w miejscu projektowanej zastawki Z1.
20. Fot. 6.4.1.1. Rów BA1 – Szostka w profilu projektowanej zastawki oraz powyżej przepustu, gdzie planowana jest zastawka (dz. nr 118/1 i 223). Dno przepustu = 92.627 m, średnica 80 cm (52°40'10.6626"N, 18°29'18.4952"E). Wypełnienie wody w rowie wynosiło 5 cm.
21. Fot. 6.4.1.2. Rów BA1 w odcinku poniżej przepustu pod działką drogową.
22. Ryc. 6.4.2.2. Zasięg podtopień terenu w rejonie Kozjaty w sąsiedztwie rowów melioracyjnych (linie koloru fioletowego) w trakcie opadu 10 mm
23. Ryc. 6.4.2.3. Zasięg podtopień terenu w rejonie Kozjaty w sąsiedztwie rowów melioracyjnych (linie koloru fioletowego) w trakcie opadu 20 mm
24. Ryc. 6.4.2.4. Zasięg podtopień terenu w rejonie Kozjaty w sąsiedztwie rowów melioracyjnych (linie koloru fioletowego) w trakcie opadu >50 mm

25. Ryc. 6.4.2.5. Rów nr 5 w m. Kozjaty. Rów jest niedrożny i nie odprowadza wód podczas intensywnych opadów deszczu (stan podczas opadu >50 mm na godzinę). Zlewnia rowy drenuje powierzchnię 0,3 km²
26. Ryc. 6.4.2.6. Rów nr 5 w m. Kozjaty nie odprowadza nadwyżki wód co widoczne jest na profilu poprzecznym
27. Ryc. 6.4.2.7. Zakres prac: konserwacja rowu nr 5 na odcinku 600 m oraz budowa nowych odcinków o łącznej długości 720 m: działki nr 169/4, 167/5, 167/6 oraz 243/1 obręb Kozjaty
28. Ryc. 6.4.2.8. Sytuacja przy opadzie 20 mm. Efekt hydrologiczny przeprowadzenia prac konserwacyjnych, zmniejszenie zasięg podtopień na działkach nr 169/4, 167/5, 167/6 oraz 243/1 obręb Kozjaty o 85%.
29. Fot. 6.4.2.1. Rów nr 2. dno rowu = 102.576 m n.p.m. 52°26'03.7136"N, 18°42'28.2553"E, rów zarośnięty, przepust uszkodzony i niedrożny zostały tylko kawałki betonu, po drugiej stronie rowu brak - rolnik zasypał, rośnie kukurydza
30. Fot. 6.4.2.2. Rów nr 3. dno rowu = 101.439 m n.p.m. 52°25'50.9852"N, 18°42'16.6792"E, przepust praktycznie zasypany
31. Fot. 6.4.2.3. Rów nr 4. dno przepustu = 101.025 m n.p.m. 52°25'31.2462"N, 18°42'32.3517"E skarpy rowu porośnięte drzewami
32. Fot. 6.4.2.4. Rów nr 4 poniżej przepustu
33. Fot. 6.4.2.5. Rów nr 5, rów powyżej przepustu, zaraz przed przepustem mały zbiornik/oczko
34. Fot. 6.4.2.6. Rów nr 5, przepust w połowie zasypany/zamulony, obecnie dno przepustu 99.427 m n.p.m., ale faktycznie około 98.827 m n.p.m. 52°25'55.9439"N, 18°41'48.4534"E, lustro wody = 99.104 m n.p.m. dno rowu przed oczkiem = 99.317 m n.p.m.
35. Fot. 6.4.2.7. Rów nr 6, dno przepustu = 98.204 m n.p.m. 52°26'20.4029"N, 18°40'06.9371"E lustro wody = 98.603 m n.p.m., dno rowu = 98.268 m n.p.m. (muliste)
36. Fot. 6.4.2.8. Rów nr 7, dno przepustu = 98.205 m n.p.m. 52°26'32.5276"N, 18°39'29.4463"E dno rowu = 97.931 m n.p.m.
37. Fot. 6.4.2.9. Rów nr 7, poniżej przepustu. W 2016/2017 rów wylał, zalało okoliczne pola i prawie podtopiło okoliczne budynki.

38. Fot. 6.4.2.10. Rów nr 7, dno rowu = 100.069 m n.p.m., przepust \varnothing 60 cm, zamulony prawie w połowie, dno przepustu gdzieś w okolicach 99.819 m n.p.m. 52°26'09.9104"N, 18°41'57.4256"E

4. Legendy i opisy map.

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