



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 Bydgoskiego”*

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Bydgoskiego”

Bydgoszcz, grudzień 2025 r.

Zamawiający:

Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie

Wykonawca – Konsorcjum, w składzie:

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy (ITP-PIB)

z siedzibą w Falentach:

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

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

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

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

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego (UKW) w Bydgoszczy:

dr hab. Michał Habel, prof. uczelni, *UKW*

dr Dawid Szatten, *UKW*

dr Monika Szymańska-Walkiewicz, *UKW*

mgr inż. Marta Brzezińska, *UKW*

SPIS TREŚCI

I. Części opisowa

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Wprowadzenie i cel opracowania..... | 5 |
| 1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi. | 5 |
| 1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną. | 6 |
| 1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego). | 7 |
| 2. Charakterystyka obszaru..... | 10 |
| 2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozwlewnie. | 10 |
| 2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach). | 11 |
| 2.3. Charakterystyka gleb, użytkowania gruntów i pokrycia terenu (lasy, użytki rolne, tereny zurbanizowane Występowanie wód powierzchniowych (rzeki, potoki, jeziora, stawy, bagna, mokradła) oraz ich stan ekologiczny | 15 |
| 2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych). | 16 |
| 3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego. | 18 |
| 3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych..... | 18 |
| 3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych..... | 19 |
| 3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe..... | 27 |
| 4. Koncepcja systemu małej retencji..... | 33 |
| 4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią..... | 33 |
| 4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie według wybranych wskaźników.. | 34 |
| 5. Proponowane środki i rozwiązania. | 39 |
| 5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne)... | 40 |
| 5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody. | 40 |
| 5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych)... | 41 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej. | 42 |
| 5.5. Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych). | 46 |
| 5.6. Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby). | 52 |
| 6. Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu). | 61 |
| 6.1. Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych. | 61 |
| 6.2. Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja). | 62 |
| 6.3. Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska). | 63 |
| 6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia. | 75 |
| 7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne. | 91 |
| 7.1. Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania). | 91 |
| 7.2. Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi. | 93 |
| 7.3. Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne). | 96 |
| 8. Wnioski i rekomendacje końcowe | 106 |
| 8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji. | 106 |
| 8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych. | 107 |
| 8.3. Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań. | 108 |
| 9. Literatura. | 109 |
| II. Część graficzna | |
| 1. Mapy przeglądowe obszaru powiatu. | 111 |
| 2. Mapy koncepcyjne rozwiązań. | 111 |
| 3. Rysunki schematyczne i przekroje. | 112 |
| 4. Legendy i opisy map. | 114 |

I. Część opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.

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

Potrzeba opracowania koncepcji systemu małej retencji wodnej na obszarze działania Lokalnego Partnerstwa Wodnego (LPW) Powiatu Bydgoskiego wynika wprost z zapisów obowiązujących dokumentów planistycznych i strategicznych, w szczególności Powiatowego Planu Wodnego. Dokumenty te jednoznacznie wskazują na konieczność podejmowania skoordynowanych działań zmierzających do poprawy bilansu wodnego oraz zwiększenia odporności obszaru powiatu na skutki postępujących zmian klimatu.

Zgodnie z aktualnymi analizami hydrologicznymi, powiat bydgoski znajduje się pod rosnącą presją związaną z deficytem wody, wynikającą ze wzrostu częstotliwości i intensywności zjawisk ekstremalnych, w tym suszy meteorologicznej, rolniczej i hydrologicznej, a także gwałtownych opadów prowadzących do lokalnych podtopień. Zjawiska te coraz silniej oddziałują na warunki prowadzenia produkcji rolnej, funkcjonowanie ekosystemów oraz bezpieczeństwo infrastruktury technicznej.

Specyfika hydrologiczna powiatu bydgoskiego obejmuje zarówno dolinę Wisły i jej dopływów, jak i rozległe obszary intensywnie użytkowane rolniczo. Pomimo obecności głównych cieków wodnych, znaczna część obszaru powiatu charakteryzuje się ograniczoną zdolnością do naturalnego magazynowania wód opadowych i roztopowych. Problem ten potęgowany jest przez przekształcenia hydromorfologiczne cieków, szybki odpływ powierzchniowy oraz funkcjonowanie systemów melioracyjnych ukierunkowanych głównie na odwadnianie, bez jednoczesnych rozwiązań retencyjnych.

Niedostatecznie rozwinięta infrastruktura małej retencji, obejmująca m.in. zbiorniki wodne, urządzenia piętrzące oraz obiekty umożliwiające sterowanie odpływem, ogranicza możliwość racjonalnego gospodarowania wodami w skali lokalnych zlewni. W efekcie wody opadowe i roztopowe są w znacznym stopniu odprowadzane poza obszar ich opadu, co prowadzi do pogłębiania lokalnych deficytów wodnych oraz zwiększenia wrażliwości obszaru na suszę.

Uwarunkowania przyrodnicze, hydrologiczne i gospodarcze powiatu bydgoskiego jednoznacznie wskazują na konieczność wdrażania działań

ukierunkowanych na lokalne zatrzymywanie wód opadowych i roztopowych. Działania te powinny opierać się na zintegrowanym podejściu, łączącym rozwiązania przyrodnicze i krajobrazowe (ochrona i odtwarzanie terenów podmokłych, dolin rzecznych i naturalnych obniżen terenowych) z rozwojem infrastruktury małej retencji, w tym oczek wodnych, stawów, zbiorników retencyjnych oraz urządzeń piętrzących.

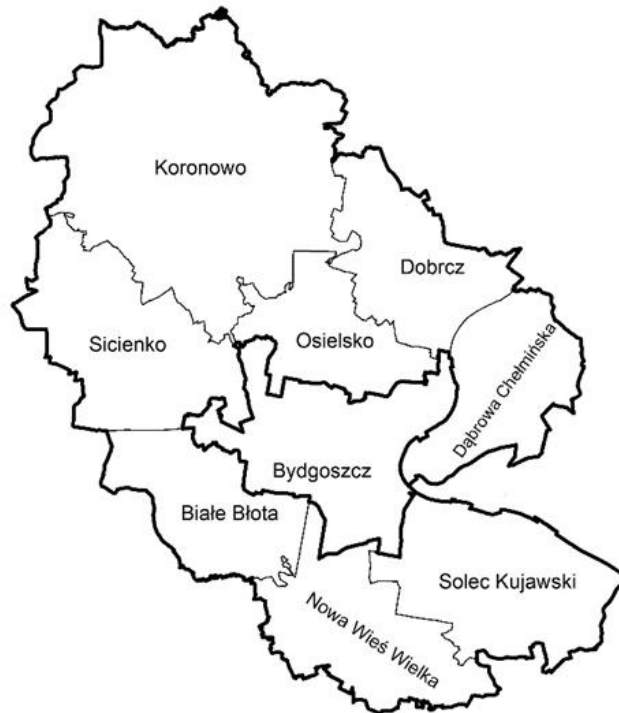
Celem opracowania koncepcji systemu małej retencji wodnej dla obszaru działania LPW Powiatu Bydgoskiego jest stworzenie spójnych ram planistycznych dla racjonalnego i skoordynowanego zarządzania zasobami wodnymi w skali powiatu. Niniejsze opracowanie jest początkiem tworzenia szerszej koncepcji, która powinna obejmować analizę zasobów i bilansu wodnego, identyfikację obszarów o największym potencjale retencyjnym, ocenę możliwości retencjonowania wód powierzchniowych i gruntowych oraz ocenę spodziewanych efektów hydrologicznych, środowiskowych i gospodarczych.

Realizacja koncepcji przyczyni się do poprawy bilansu wodnego powiatu, ograniczenia skutków suszy i powodzi, stabilizacji warunków produkcji rolnej oraz poprawy stanu środowiska przyrodniczego. Jednocześnie współpraca w ramach Lokalnego Partnerstwa Wodnego stworzy podstawy do efektywnego pozyskiwania środków finansowych z programów krajowych i unijnych, w tym m.in. NFOŚiGW, Wód Polskich, PS WPR 2023–2027 oraz programów regionalnych.

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

Powiat bydgoski położony jest w centralnej części województwa kujawsko-pomorskiego. Powierzchnia powiatu wynosi 1394,03 km², co stanowi około 7,8% powierzchni województwa. Siedzibą powiatu jest miasto Bydgoszcz, które posiada status miasta na prawach powiatu i nie wchodzi w skład powiatu bydgoskiego. W skład powiatu bydgoskiego wchodzi gminy: Białe Błota, Dąbrowa Chełmińska, Dobrcz, Koronowo, Nowa Wieś Wielka, Osielsko, Sicienko oraz Solec Kujawski.

Opisywany powiat graniczy z powiatami: toruńskim, chełmińskim, świeckim, tucholskim, sępoleńskim, nakielskim oraz inowrocławskim i żnińskim.



Rys. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu bydgoskiego

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 Bydgoskiego – 2021-2030, KPODR w Minikowie**. Dokument wskazuje na potrzebę zwiększenia retencji w gminach Nowa Wieś Wielka i Dąbrowa Chełmińska, gdzie występują okresowe niedobory wody i intensywne użytkowanie gruntów rolnych. Zwraca uwagę na konieczność modernizacji systemów melioracyjnych oraz wdrażania rozwiązań poprawiających infiltrację wód opadowych.
- **Powiatowe Plany Wodne – rola i znaczenie – 2021, KPODR Minikowo**. Publikacja podkreśla znaczenie planowania lokalnych działań w zakresie gospodarki wodnej. Wskazuje na rolę retencji jako narzędzia przeciwdziałania skutkom suszy i poprawy dostępności wody dla rolnictwa.

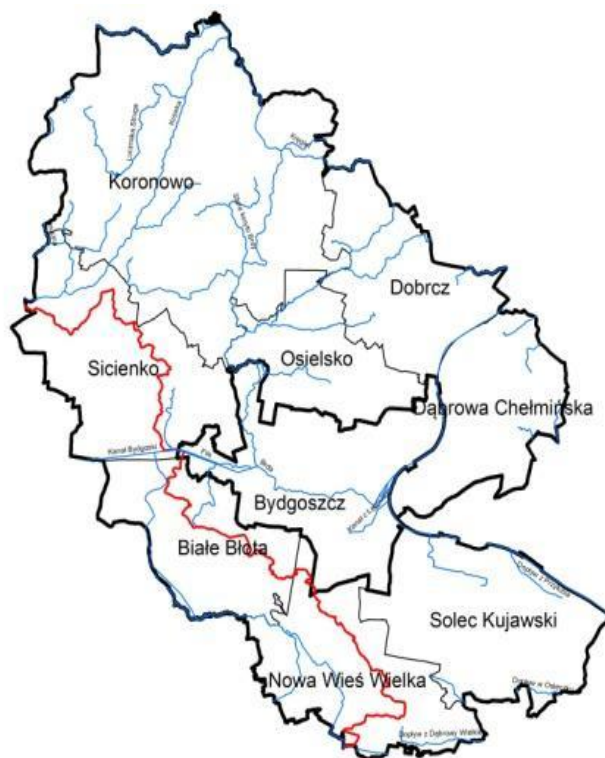
- **Lokalne Partnerstwa Wodne – stan obecny i perspektywy – 2023, KPODR Minikowo.** Opracowanie opisuje funkcjonowanie LPW w powiecie bydgoskim, ze szczególnym uwzględnieniem współpracy gmin wiejskich z lokalnymi spółkami wodnymi. Wskazuje na ich rolę w koordynacji działań retencyjnych i wspieraniu inwestycji wodnych w obszarach zagrożonych suszą.

2. Charakterystyka obszaru.

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

Powiat bydgoski położony jest w środkowo-zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego i zajmuje 7,8% jego powierzchni (1395 km²). Jego siedzibą, niewchodzącą zarazem w jego skład, jest miasto na prawach powiatu – Bydgoszcz. W skład powiatu bydgoskiego wchodzi gminy: Białe Błota, Dobrcz, Dąbrowa Chełmińska, Koronowo, Nowa Wieś Wielka, Osielsko, Sicienko oraz Solec Kujawski. Powiat obejmuje łącznie 124 sołectwa.

Według danych ze spisu powszechnego z 2021 r., 5 miejscowości w powiecie było zamieszkałych przez ponad 5 tys. osób (łącznie z Solcem Kujawskim o ludności ok. 15,5 tys. osób i Koronowem, zamieszkałym przez ok. 11 tys. mieszkańców), kolejne 7 przez ponad 2 tys. osób, zaś kolejne 14 – przez przynajmniej 1 tys. osób.



Rys. 2.1.1. Gminy wchodzące w skład powiatu bydgoskiego.

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

Region klimatyczny obejmujący powiat bydgoski jest określany jako Środkowowielkopolski (Woś, 1996) i obejmuje obszar rozciągający się od Warty po Wisłę. Klimat powiatu jest kształtowany głównie przez masy powietrza polarno-morskiego napływające z kierunków zachodnich i północno-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 (Bąk i Maszewski, 2012).

Warunki opadowo-termiczne w powiecie określono na podstawie danych dla stacji Bydgoszcz, z wielolecia 1991-2020 (ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy).

Na podstawie danych ustalono, że średnia wieloletnia roczna suma opadów wynosiła 524 mm i 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-X 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). 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. Przebieg sum opadów i średniej rocznej temperatury powietrza w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020 przedstawiono na rys.2.2.1.

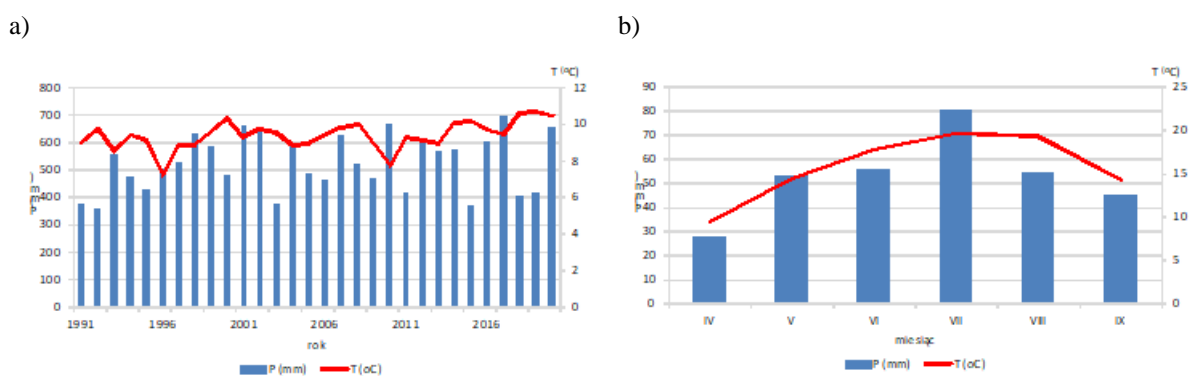
W ocenie klimatologów klimat powiatu bydgoskiego wyróżnia stosunkowo częste występowanie dni z pogodą bardzo ciepłą i jednocześnie bez opadów. Stąd duża częstotliwość okresów suszy meteorologicznej lub okresów małych opadów trwających od kilku do kilkudziesięciu dni.

Ocenę zagrożeń suszą rolniczą w powiecie w kolejnych sezonach wegetacyjnych określono na podstawie wielkości ewapotranspiracji wskaźnikowej ET_0 i wskaźnika klimatycznego bilansu wodnego KBW. Wartości ET_0 wyznaczono metodą Penmana-Monteitha. Analiza danych wykazała, że średnia wartość ET_0 wynosiła 527 mm i tylko w kilku latach była większa od tej wartości (rys. 2.2.2 a). Wartość minimalna ET_0 wynosiła 464 mm, a wartość maksymalna 642 mm. Średni wieloletni niedobór opadów w stosunku do ET_0 wyrażony wskaźnikiem KBW wynosił -212 mm i zmieniał się od -419 mm do -5 mm. Zmienność wartości ET_0 w sezonach wegetacyjnych w wieloleciu 1991-2020 pokazano na rys. 2.2.2 b.

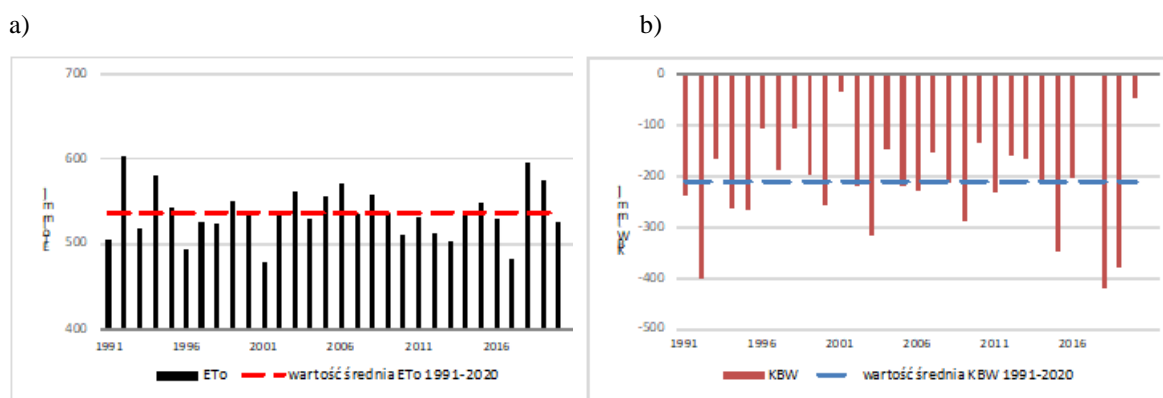
Zmienność czasowa opadów atmosferycznych i postępujący od lat 80. ubiegłego wieku wzrost temperatury w okresie wegetacyjnym stwarzają warunki częstego rozwoju suszy rolniczej w okresach suszy meteorologicznej, co zagraża zarówno uprawom polowym, warzywniczym, sadom a także trwałym użytkom zielonym. Zagrożenie jest tym większe, im mniejsza jest retencja użytkowanych gleb. Porównując wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 zauważalny jest trend wzrostu temperatury i niewielki wzrost opadów. Wzrosła też nieznacznie wielkość ewapotranspiracji i jednocześnie pogłębił się deficyt opadów. Przy zachowaniu powyższych trendów można oczekiwać w najbliższych latach w powiecie bydgoskim dalszego pogorszenia się warunków dla rolnictwa poprzez szybsze wyczerpywanie się źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, co będzie skutkować większą podatnością na zagrożenie suszą rolniczą.

Innym groźnym zjawiskiem są stosunkowo rzadkie jednostkowe opady o dużej intensywności, którym niekiedy towarzyszą opady gradu, lokalne trąby powietrzne

i huraganowy wiatr. Zjawiska te najczęściej mają charakter lokalny powodując nieodwracalne zniszczenia plonów, okresowe podtopienia pól i trwałych użytków zielonych, co prowadzi do znacznych strat w produkcji rolniczej. Ponadto zniszczenia obserwuje się w krajobrazie rolniczym i są nimi m.in. osuwiska ziemi oraz erozja wodna w korytach cieków.



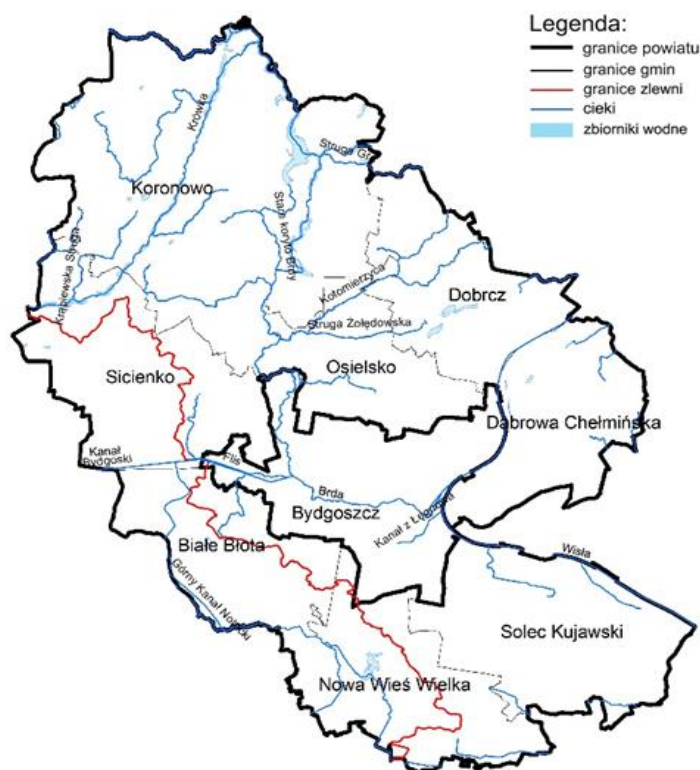
Rys. 2.2.1. Przebieg sum opadów atmosferycznych i średniej temperatury powietrza w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) w przebiegu rocznym; b) w okresie wegetacyjnym; *źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy*



Rys. 2.2.2. Charakterystyki sezonu wegetacyjnego (IV-X) w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) sumy ewapotranspiracji wskaźnikowej ET₀ (mm); b) wartości klimatycznego bilansu wodnego (KBW) (mm); *źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy*

Powiat bydgoski położony jest głównie w dorzeczu Wisły, a jego najważniejszym ciekim wodnym jest rzeka Brda, przepływająca przez północną część i uchodząca do Wisły w Bydgoszczy (ryc. 2.2.3). Zachodnią część powiatu obejmuje dolina Noteci, a w północnej znajduje się duży zbiornik retencyjny – Jezioro Koronowskie o powierzchni ponad 1560 ha, pełniące funkcje przeciwpowodziowe, energetyczne i rekreacyjne. Obszar ten leży na wododziale dorzeczy Wisły i Odry, połączonych drogą wodną Wisła–Odra, z przesyłem wody ze zlewni Noteci przez Kanał Górnonotecki i Kanał Bydgoski

do Brdy. Wody powierzchniowe, obok rzeźby terenu i szaty roślinnej, stanowią kluczowy element krajobrazu i zasób sprzyjający rozwojowi gospodarczemu regionu.



Ryc. 2.2.3. Sieć hydrograficzna powiatu bydgoskiego

Największym natężeniem przepływu na terenie powiatu cechuje się rzeka Wisła. Średni roczny przepływ Wisły obliczony na podstawie danych z posterunku wodowskazowego w Toruniu wynosi około $1050 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Średni przepływ Brdy w rejonie Bydgoszczy (posterunek wodowskazowy Smukała) kształtuje się na poziomie około $25\text{--}30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Noteć w dolnym biegu, w rejonie Nakła, osiąga średnie wartości przepływu rzędu $40\text{--}45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

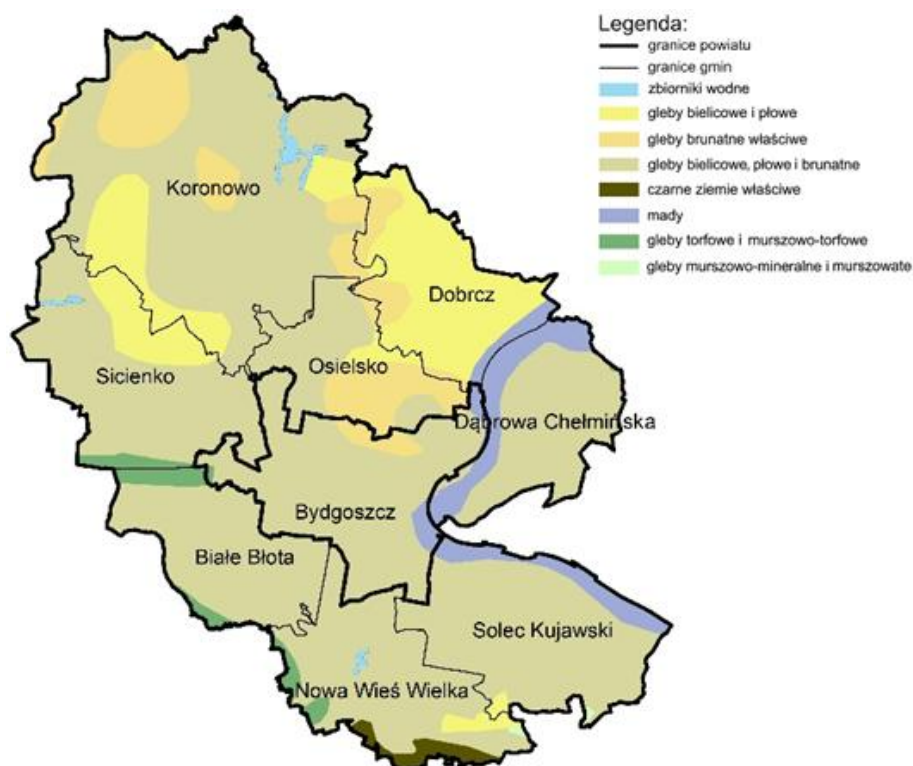
Obszar powiatu bydgoskiego charakteryzuje się stosunkowo niskimi wartościami średniego rocznego odpływu jednostkowego. W większości powiatu wartości te nie przekraczają $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, jedynie w dolinie Wisły i Brdy są nieco wyższe i osiągają około $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Na niewielkie wartości odpływu wpływają dwa główne czynniki: sumy opadów atmosferycznych oraz warunki termiczne

Na terenie powiatu bydgoskiego przeważają obszary, których jeziorność mieści się w przedziale 1-2%. Największe skupiska jezior występują w północnej części

powiatu, szczególnie w rejonie gminy Koronowo, gdzie znajduje się rozległy zbiornik retencyjny – Jezioro Koronowskie – o powierzchni ponad 1560 ha. W południowej części powiatu udział jezior w ogólnej powierzchni jest znacznie mniejszy.

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 bydgoskiego dominują gleby mineralne związane z utworami polodowcowymi. Największe powierzchnie zajmują gleby brunatne i płowe, które występują przede wszystkim na wysoczyznach morenowych. W północnej części powiatu, w rejonie gminy Koronowo, spotyka się także gleby bielcowe, typowe dla obszarów sandrowych. W dolinach Brdy i Noteci obecne są gleby organiczne, torfowe i murszowe, które zajmują mniejsze powierzchnie, ale mają istotne znaczenie przyrodnicze i hydrologiczne. Występują tu również czarne ziemie, szczególnie w południowej części powiatu, które charakteryzują się wysoką żyznością i są cenione w produkcji rolniczej.



Rys. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu bydgoskiego

Powiat bydgoski należy do obszarów o intensywnym wykorzystaniu rolniczym. Użytki rolne zajmują około 48,5% powierzchni powiatu, co świadczy o dominacji funkcji produkcyjnej. Lasy obejmują około 41,9% powierzchni, a pozostałe tereny, w tym obszary zabudowane (komunikacyjne i nieużytki) stanowią około 9,3%. W strukturze użytków rolnych największy udział mają grunty orne, które stanowią około 41–42% całej powierzchni powiatu (czyli 85–88% w obrębie użytków rolnych). Łąki i pastwiska zajmują około 4–5% powierzchni powiatu, natomiast sady – około 1%.

Powiat położony jest na wododziale dorzeczy Wisły i Odry, połączonych systemem Kanału Górnonoteckiego i Kanału Bydgoskiego. Do dorzecza Odry – poprzez zlewnię Noteci – należy fragment gmin Nowa Wieś Wielka, Białe Błota i Sicienko, natomiast pozostała część powiatu odwadniana jest do Wisły. W strukturze hydrograficznej wyróżniają się cieki naturalne: Wisła, Brda, Krówka, Kotomierzycza i Struga Młyńska, a także sztuczne kanały: Bydgoski, Górnonotecki, Notecki, Nowy Notecki, Zielona Struga oraz Chrośniański.

W obrębie powiatu zlokalizowanych jest kilkadziesiąt jezior polodowcowych. Największymi zbiornikami wodnymi są Jezioro Koronowskie, Jezioro Piecki o powierzchni około 150 ha oraz Jezioro Dobrez o powierzchni około 32,5 ha. Oprócz nich występują także inne akweny, m.in. Jezioro Borówno, Jezioro Kusowo (44 ha), Jezioro Jezuickie, a także Wierzchucińskie Małe i Duże, które wraz z licznymi mniejszymi zbiornikami wodnymi pełnią funkcje przyrodnicze, rekreacyjne i gospodarcze. Na obszarze powiatu znajdują się również naturalne zbiorniki wodne o istotnych walorach ekologicznych, mające znaczenie dla turystyki oraz lokalnej gospodarki wodnej. Jeziora i zbiorniki w północnej części powiatu są szczególnie ważne dla rozwoju rekreacji wodnej i turystyki, a także dla utrzymania lokalnej retencji i równowagi hydrologicznej.

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

Powiat bydgoski znajduje się na obszarze o narastającej presji hydrologicznej, wynikającej z uwarunkowań naturalnych, wieloletnich przekształceń systemów wodnych oraz obserwowanych zmian klimatu. Zgodnie z ustaleniami Powiatowego Planu Wodnego (PPW) oraz Planu przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS), jednym

z kluczowych wyzwań dla powiatu jest pogarszający się bilans wodny, przejawiający się zarówno deficytem wody, jak i lokalnymi zagrożeniami związanymi z jej nadmiarem.

Najistotniejszym problemem jest nasilająca się susza rolnicza, szczególnie widoczna w okresach wegetacyjnych. Coraz częstsze niedobory opadów, ich nierównomierny rozkład w czasie oraz wzrost temperatury powietrza prowadzą do zwiększonej ewapotranspiracji i deficytu wilgoci glebowej. Zjawisko to dotyka w szczególności obszarów intensywnie użytkowanych rolniczo, zlokalizowanych na glebach mineralnych o ograniczonej zdolności retencyjnej. Funkcjonujące systemy melioracyjne, nastawione głównie na odwadnianie, sprzyjają szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych, ograniczając możliwość ich wykorzystania w okresach niedoboru.

Równolegle obserwuje się długoterminową tendencję obniżania poziomu wód gruntowych, będącą efektem zmniejszonego zasilania infiltracyjnego, przyspieszonego odpływu powierzchniowego oraz ograniczenia naturalnej retencji krajobrazowej. Skutkuje to pogorszeniem warunków siedliskowych gleb, zanikiem terenów wilgotnych oraz zwiększoną podatnością ekosystemów i użytków rolnych na stres wodny.

Pomimo dominującego problemu deficytu wody, na obszarze powiatu bydgoskiego występują również lokalne zagrożenia związane z nadmiarem wód opadowych. Intensywne, krótkotrwałe opady prowadzą do podtopień, szczególnie na terenach zurbanizowanych, w dolinach cieków oraz w obszarach o ograniczonej przepustowości systemów odwadniających. Dotyczy to zwłaszcza doliny Wisły i jej dopływów, gdzie kumulacja odpływu oraz niewystarczająca przestrzeń retencyjna powodują okresowe wezbrania.

Istotnym problemem towarzyszącym zaburzeniom bilansu wodnego jest także erozja gleb, nasilająca się w wyniku gwałtownych opadów następujących po dłuższych okresach suszy. Spływ powierzchniowy prowadzi do degradacji warstwy próchnicznej, zamulania cieków i rowów oraz dalszego obniżania zdolności retencyjnych zlewni.

Problemy wodne powiatu bydgoskiego mają charakter systemowy i wzajemnie powiązany. Deficyt wody, obniżanie się poziomu wód gruntowych, podtopienia oraz erozja gleb wskazują na konieczność zmiany dotychczasowego modelu gospodarowania wodami. Zgodnie z kierunkami PPSS i PPW, kluczowym wyzwaniem jest zwiększenie lokalnej retencji wód opadowych i roztopowych, modernizacja systemów melioracyjnych

oraz wdrażanie rozwiązań opartych na procesach naturalnych, w celu poprawy bilansu wodnego i zwiększenia odporności powiatu na skutki zmian klimatu.

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.

Powiat bydgoski cechuje zróżnicowana przestrzennie i bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się w przeważającej części rzeki dorzecza Wisły oraz w mniejszej części – południowo-zachodniej, dorzecza Odry. Przez powiat przebiega wododział I rzędu, oddzielający ww. dwa dorzecza.

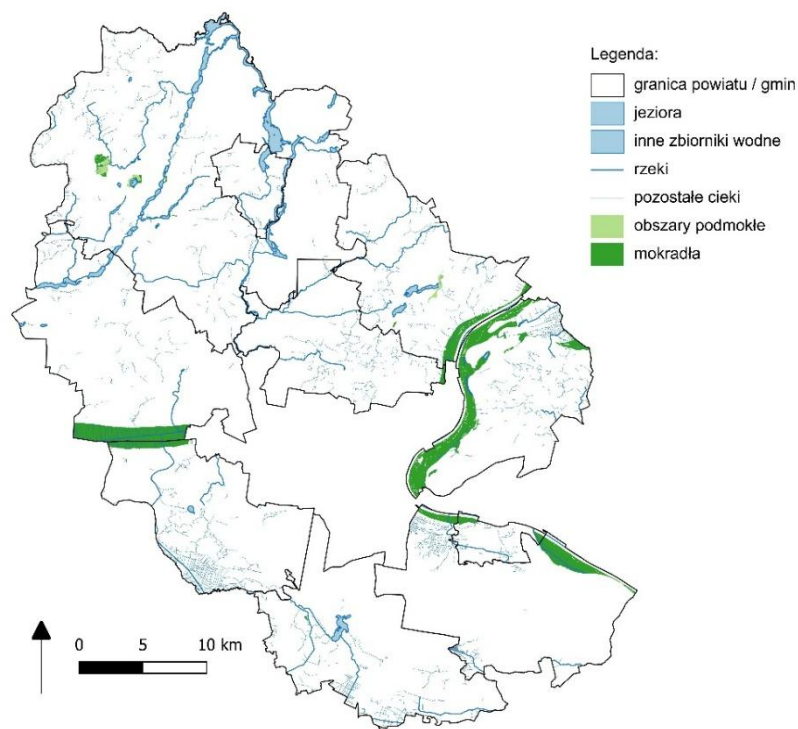
Głównymi ciekami w dorzeczu Wisły, są sama Wisła – płynąca po granicy powiatu oraz Brda wraz z jej dopływami Krówką, Sępólną, Kotomierzycą, oraz Flis.

Głównymi ciekami w dorzeczu Odry, jest fragment Noteci oraz sztuczna jednolita część wód – Kanał Bydgoski.

W obszarze powiatu bydgoskiego znajdują się nieliczne jeziora, do kluczowych należą: jeziora ciągu rynnowego w zlewni rzeki Krówki, m.in. Słupowskie, Wierzchucińskie Duże i Małe, Długie oraz jeziora Stoczek i Piaseczno – podpiętrzone po powstaniu Zbiornika Koronowskiego w latach 60. XX wieku i włączone w jego skład. Wody samego Zbiornika Koronowskiego również leżą w obszarze administracyjnym powiatu bydgoskiego, obejmując zasięg od rozlewiska północnego w okolicy Sokole Kuźnica do Samociążka. Ponadto, w obrębie powiatu występują pozostałe dwa zbiorniki retencyjne Kaskady Dolnej Brdy – Tryszczyn i Smukała. Sieć hydrograficzną wód stojących powiatu obejmują również trzy jeziora (Dobrcz, Kusowo i Borówno) oraz jedyne większe jezioro w południowej części powiatu, zlewni rzeki Noteci – jezioro Jezuickie.

W obrębie powiatu znajduje się również znaczący odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje w doliny dolnej Wisły – na całym odcinku oraz w dnie Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej – okolicy Kanału Bydgoskiego.

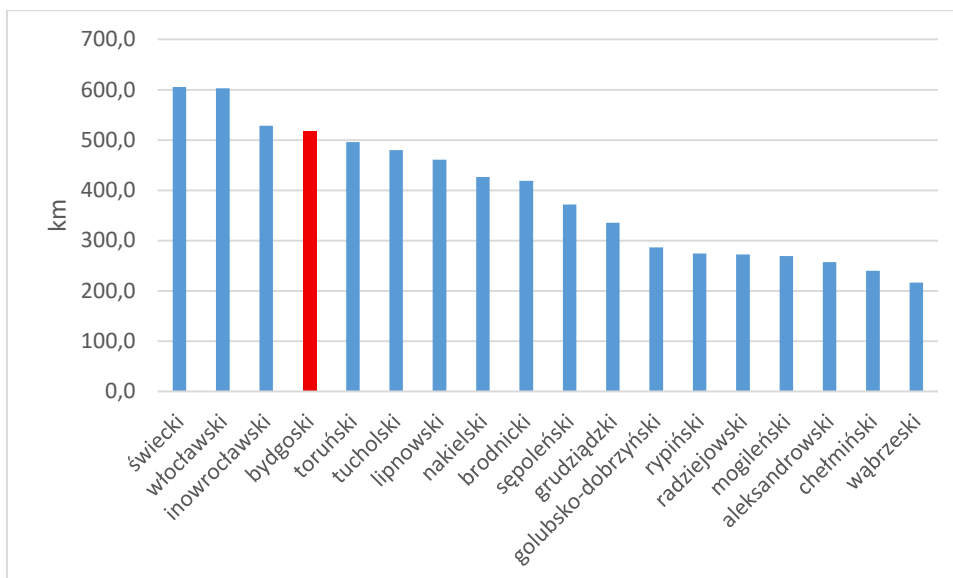
Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.



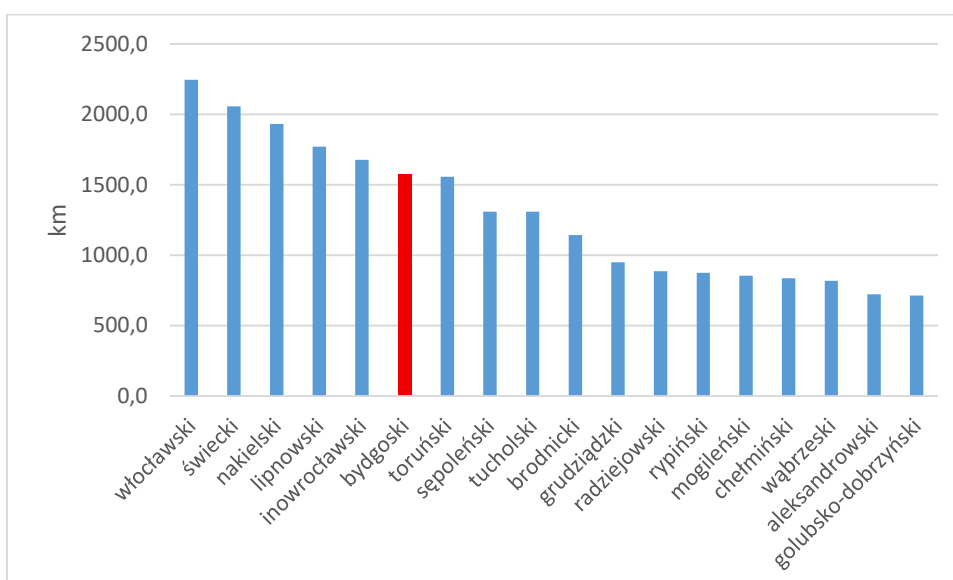
Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu bydgoskiego.

3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie bydgoskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 518,2 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze, kanały i rowy, wynosi około 1 052,3 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 1 570,5 km.

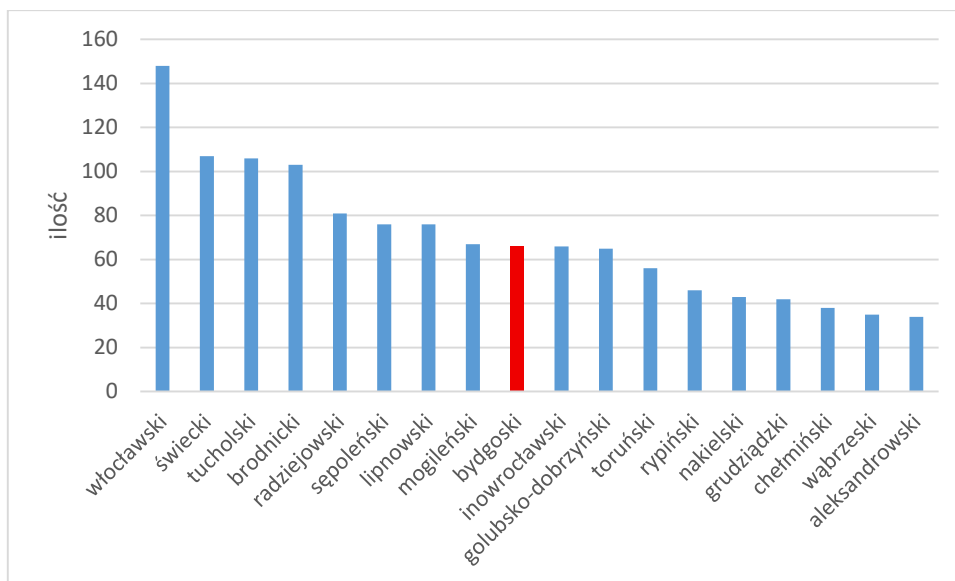


Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

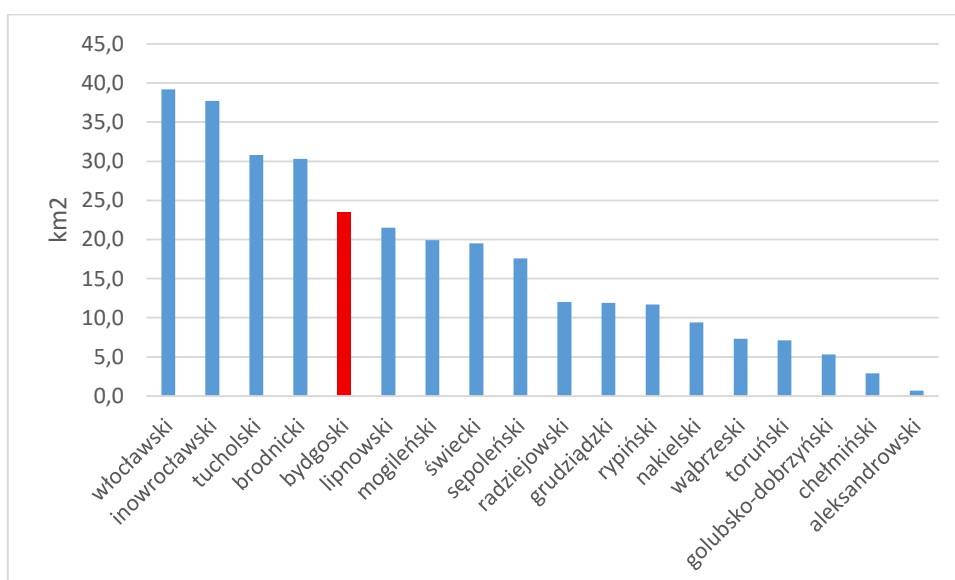


Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

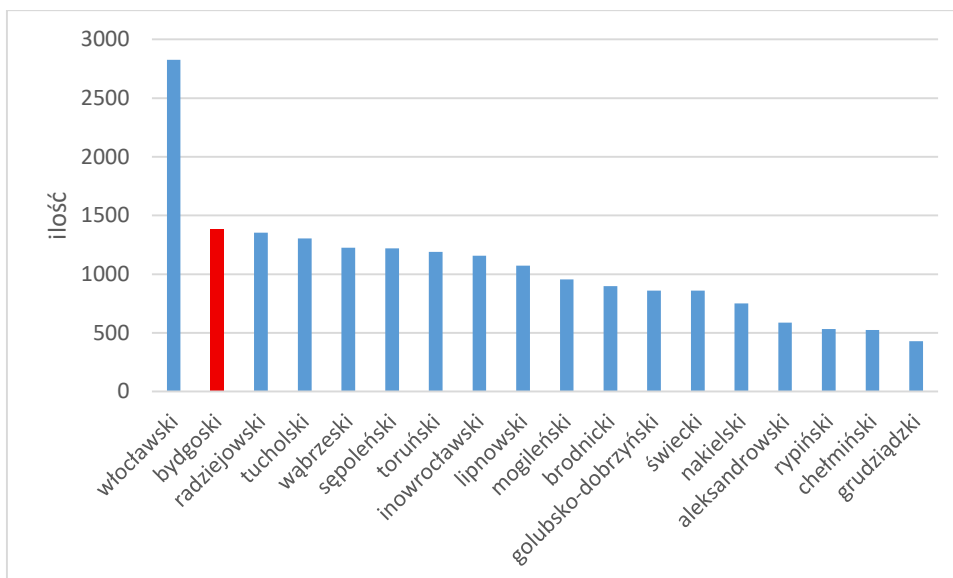
Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 66, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 1 095,7 m² do 9 545 464,0 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 23,5 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 1 386, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 215,4 m² do 238 849,9 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 6,9 km².



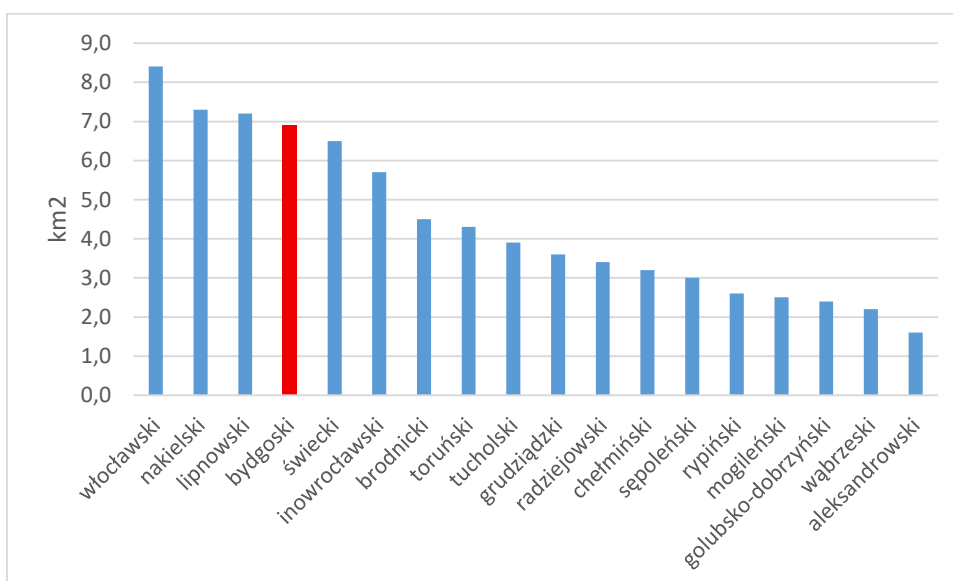
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



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

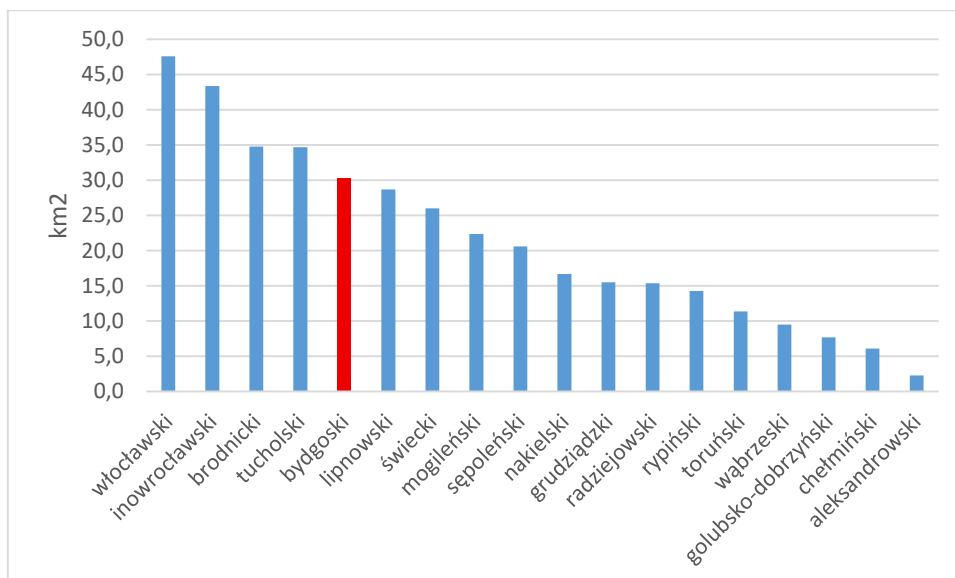


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

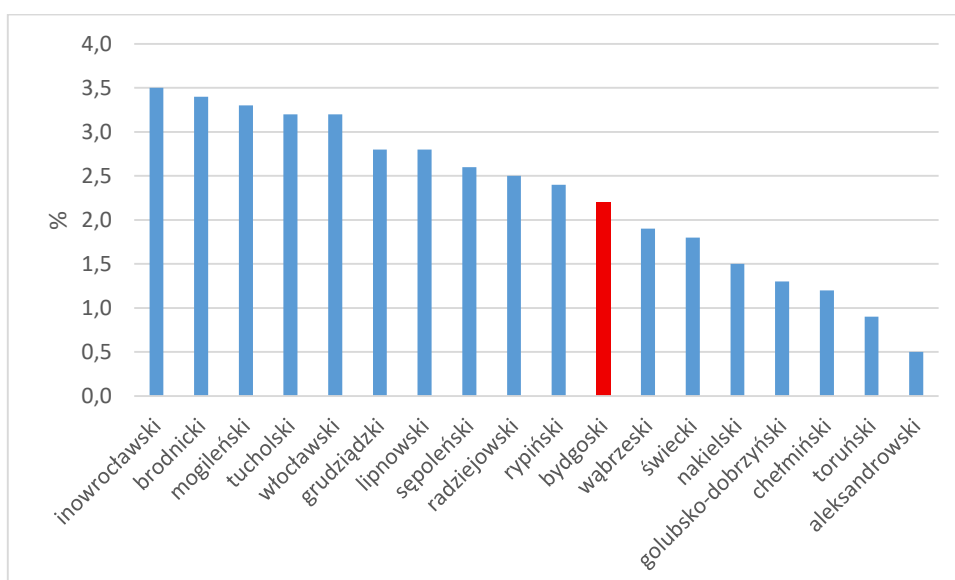


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu bydgoskiego wynosi 30,4 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu bydgoskiego na poziomie 1 395 km², jeziorność wynosi około 2,2%.



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



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

Wszystkie główne ciekі występujące w obrębie powiatu bydgoskiego 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 bydgoskiego rzeka Wisła prowadzi wody na odcinku od Gajtowa do Grabowa. We fragmencie od wpłynięcia w zakres administracyjny powiatu

rzeka Wisła płynie w kierunku północno-zachodnim, natomiast po minięciu Przełomu Fordońskiego w okolicach Bydgoszczy – skręca w kierunku północnym. Odcinek Wisły zaliczany jest do jej dolnego biegu. Koryto rzeczne jak i sama dolina na analizowanym odcinku jest silnie przekształcona wskutek działalności człowieka.

Rzeka Brda w obrębie powiatu bydgoskiego prowadzi wody w dolnym – całkowicie przekształconym działalnością człowieka fragmencie. Rozpoczynając od Zbiornika Koronowskiego, poniżej Koronowa rozdzielając się na kanał lateralny i tzw. „Martwą” Brdę, następnie łączy się w cofce kolejnego zbiornika Kaskady Dolnej Brdy – Tryszczyń. Poniżej niego wody Brdy wpływają w zasięg oddziaływania kolejnego zbiornika kaskady – Smukała. Łączna powierzchnia zbiorników i ich pojemność użytkowa wynosi odpowiednio około 18 km² oraz około 85 mln m³., stanowiąc ponad 2/3 całkowitych zasobów wód powierzchniowych stojących powiatu bydgoskiego. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Brda po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 4 378,75 km², obejmując większość zlewni całkowitej Brdy w województwie kujawsko-pomorskim i pomorskim.

Rzeka Krówka w zasięgu powiatu bydgoskiego prowadzi wody w rzeczno-jeziornym odcinku od jeziora Słupowskiego (w górnej części) do jezior Piaseczno i Stoczek – włączonych w skład Zbiornika Koronowskiego. Rynna jeziorna pochodzenia subglacjalnego gromadzi w dnie zasoby wodne łącznie w 21 misiach jeziornych, otoczona w początkowej części gruntami ornymi oraz lasami w części ujściowej zlewni. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Krówka po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 247,7 km².

W obrębie powiatu bydgoskiego rzeka Sępólna prowadzi wody w ujściowym odcinku, od Łakomowa do ujścia do Zbiornika Koronowskiego – podpiętrzonego jeziora Krzywe Kolano. W początkowym fragmencie prowadzi wody w terenach zdominowanych przez rolnictwo, natomiast w ujściowym odcinku płynie w otoczeniu kompleksu leśnego. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Sępólna po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 188,62 km².

Kotomierzycza prowadzi wody w obrębie powiatu bydgoskiego od Trzebienia do ujścia do Zbiornika Tryszczyń. Jest to ciek o zlewni intensywnie użytkowanej rolniczo w górnej części oraz zlewni zdominowanej przez lasy (od Karczemki) w ujściowym odcinku. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Sępólna po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 196,03 km².

Rzeka Noteć w obrębie powiatu bydgoskiego prowadzi wody w swoim środkowym fragmencie, od okolic Antoniewa do Małych Rud. Jest to odcinek rzeki otoczony łąkami i terenami rolniczymi.

W obrębie powiatu bydgoskiego znajdują się odcinki sztucznych wód, tj. Kanału Bydgoskiego oraz Kanału Górnego Noteckiego (KGN). Kanał Bydgoski biegnie w osi E-W od granic administracyjnych Miasta Bydgoszczy do okolic Niedoli. Natomiast KGN na odcinku od śluzy Dębinek Północ do zasilenia Kanału Bydgoskiego. Są to niezwykle istotne elementy hydrograficzne w zlewni Noteci w obrębie powiatu bydgoskiego.

Jezioro Słupowskie zlokalizowane jest w zachodniej części województwa kujawsko – pomorskiego około 3 km na zachód od miejscowości Mrocza. Jezioro to zamyka ciąg jezior rynny byszewskiej ciągnącej się w kierunku NNE-SSW na przestrzeni około 30 km. Powierzchnia zwierciadła wody jeziora Słupowskiego wynosi 119,9 ha. We wschodniej jego części występuje wyspa o powierzchni 1,3 ha. Długość linii brzegowej zbiornika wynosi 10,7 km. Szerokość maksymalna misy jeziornej przebiegającej w kierunku W-E wynosi 4505 m, przy szerokości maksymalnej 460 m. Jezioro posiada wyraźnie odseparowane płosa o silnie urozmaiconej rzeźbie dna. Głębokość maksymalna jeziora wynosi 34,4 m, przy średniej głębokości 8,0 m. Zlewnia całkowita jeziora Słupowskiego wynosi 137,3 km². Jest ona asymetryczna. Północna część posiada silnie rozwiniętą sieć rzeczną. Na jej obszarze występują dwa mniejsze jeziora: Morzycha i Zelogoszcz. W użytkowaniu terenu zlewni całkowitej dominują grunty orne stanowiące 66% powierzchni.

Obszar zlewni Jeziora Wierzchucińskiego Dużego i Wierzchucińskiego Małego położony jest w obrębie południowo-wschodniej części mezoregionu Pojezierza Krajeńskiego. Misy jezior zajmują zagłębienia w dnie wyraźnie wykształconej Rynny Byszewskiej, której głębokość względna liczona od powierzchni wysoczyzny waha się w przedziale 30 do 50 m. Zlewnia całkowita jeziora Wierzchucińskiego Małego obejmuje obszar o powierzchni 144,6 km², a zlewnia Wierzchucińskiego Dużego 142,3 km², czyli jest mniejsza o 2,2 km² od zlewni jeziora Wierzchucińskiego Małego. Przez jeziora przepływa Struga Krówka, która odwadnia zlewnię całkowitą jezior i jest jednocześnie lewobrzeżnym dopływem Brdy. Obszar zlewni całkowitej jezior Wierzchucińskich obejmuje 78% powierzchni zlewni Strugi Krówki. Misa jeziora Wierzchucińskiego Dużego ma głębokość średnią 11,5 m, posiada stosunkowo wąską strefę litoralną i stromo ukształtowaną strefę sublitoralną.

Jeziro Borówno położone jest w rozległym obszarze bezodpływowym (16,4 km²) pomiędzy dorzeczem Brdy i Wisły, w obrębie którego znajdują się również jeziora Kusowo i Dobrcz. Misa jeziorna założona jest w utworach gliniastych. Jej powierzchnia wynosi 43,2 ha i gromadzi 3 305,6 tys. m³ wody. Głębokość maksymalna jeziora wynosi 14,1 m. W okresach wilgotnych obserwuje się podnoszenie poziomu zwierciadła wody jeziora i zalewanie pobliskich terenów. W celu ochrony strefy brzegowej przed podtopieniami w 1978 roku wybudowano przepompownię zbierającą nadmiar wody z pobliskich jezior. Przerzut wód następuje do dorzecza Kotomierzycy. Zlewnia całkowita Jeziora Borówno zajmuje powierzchnię 3,5 km². Przeważają w niej grunty rolne. Lasy porastają zachodni fragment zlewni.

Jeziro Dobrcz połączone jest z jeziorem Kusowo w system hydrograficzny, wypełniający najniższy położony obszar zlewni bezodpływowej. Jezioro o powierzchni 30,2 ha, posiada misę o genezie rynnowej ze znacznym stopniem rozwinięcia linii brzegowej. Pojemność jeziora wynosi 1322,6 tys. m³. Głębokość średnia misy wynosi zaledwie 3,4 m. Dno jeziora jest urozmaicone morfometrycznie. Strefa litoralna jest wąska i porośnięta makrofitami. Jezioro posiada jeden okresowy dopływ, odwadniający okoliczne pola. W zlewni bezpośredniej dominują użytki rolne, natomiast powierzchnia zlewni całkowitej wynosi zaledwie 15,3 km².

Jeziro Kusowo położone jest w niewielkiej rynnie polodowcowej w południowej części Wysoczyzny Świeckiej. Połączone jest z jeziorem Dobrcz przesmykiem o szerokości kilku metrów. Misa posiada urozmaiconą linię brzegową. W bezpośrednim otoczeniu zbiornika zlokalizowanych jest kilkanaście zabudowań rolnych i rezydencjalnych oraz zabudowania letniskowe wsi Borówno. Woda w jeziorze ulega dwukrotnej wymianie w ciągu roku. Powierzchnia jeziora wynosi 44,0 ha, a objętość retencjonowanych wód 1497,1 tys. m³. Głębokość maksymalna jeziora wynosi 9,2 m, a powierzchnia zlewni całkowitej 15,3 km².

Powierzchnia jeziora Jezuickiego wynosi 146,7 ha, natomiast objętość - 5 063,1 tys. m³. Maksymalna długość to 2 650 metrów, a szerokość 1 000 metrów. Długość linii brzegowej 7700 metrów. Największe przegłębienie sięga 10,6 metra. Ponad 90% powierzchni dna położona jest w zasięgu izobaty 7,5 metra. Jezioro intensywnie zarasta roślinnością szuwarową. Proces ten w zasadniczy sposób zmienił zarys linii brzegowej. Figurująca na archiwalnych planach batymetrycznych 8,8 ha wyspa została praktycznie włączona w stały ląd, a północna część jeziora z głównym plosem kontaktuje się dwoma

płytkimi przesmykami o szerokości 3-4 metrów. Natomiast na śródjeziornych wypłyceiach wykształcił się fitolitoral. Jezioro zasilane jest dopływem Strugi Jezuickiej lub Rucewki. Zlewnia całkowita jeziora liczy 103,2 km², a bezpośrednia 9,63 km².

Powstanie Zbiornika Koronowskiego w latach 60-tych XX wieku, przyczyniło się do znaczących zmian środowiska fluwialnego, ale także w zdecydowanym stopniu wpłynęło na hydrografię powiatu bydgoskiego. W wyniku przegrodzenia biegu rzeki Brdy zaporą ziemną w miejscowości Pieczyska, powstał zbiornik retencyjny o powierzchni wynoszącej przy normalnym poziomie piętrzenia - 81,5 m n.p.m., około 1,6 tys. ha. Łączna wysokość piętrzenia wód wynosi 25 m przy NPP. Objętość wód retencjonowanych wynosi około 81,0 mln m³, co klasyfikuje go na 15 miejscu pod względem wielkości w Polsce.

Kolejne dwa zbiorniki Kaskady Dolnej Brdy – Tryszczyn i Smukała, gromadzą łącznie około 4,0 mln m³ przy normalnym poziomie piętrzenia. Są to typowe dwa zbiorniki o przepływowym charakterze, wypełniające wodami głęboko wciętą dolinę rzeki Brdy. Ich sumaryczna powierzchnia wynosi około 1,8 km². Zbiornik Tryszczyn piętrzy wody o 4,6 m przy NPP, a Smukała o 7,5 m przy NPP.

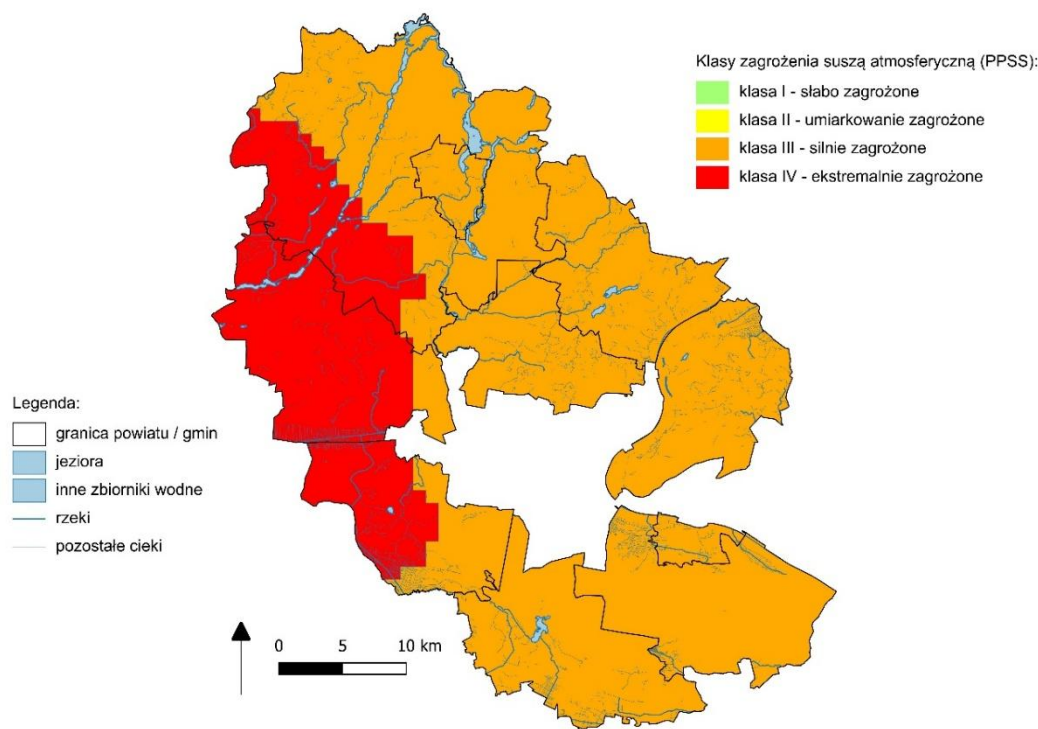
Powyżej wymienione zbiorniki w sposób znaczący zmodyfikowały sieć hydrograficzną powiatu, wpływając również na tereny otaczające.

W obrębie powiatu bydgoskiego sieć punktów wodowskazowych IMGW jest uboga, co uniemożliwia szczegółową charakterystykę warunków przepływu głównych cieków. Według usytuowania wodowskazów znajduje się jeden punkt pomiarowo kontrolny na rzece Sępólna w miejscowości Motyl, dla którego stanu ostrzegawczego i alarmowego nie określono. Absolutne minimum to 446 cm (2022-08-13, 2022-08-14, 2022-08-15), a absolutne maksimum wynosi 619 cm (1980-06-18, 1980-07-12).

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.

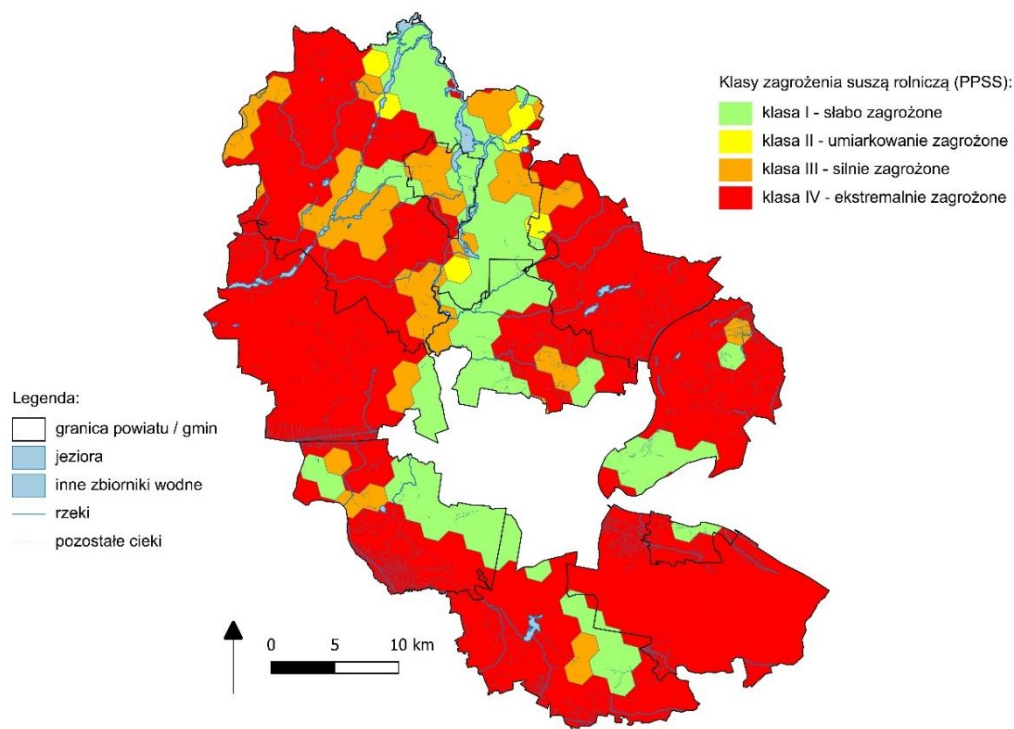
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu bydgoskiego wskazuje, zachodnia część odpowiada ekstremalnemu zagrożeniu (klasa IV), a pozostały obszar równie niekorzystnemu – silnemu zagrożeniu suszą (klasa III) (rycina 3.3.1).



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

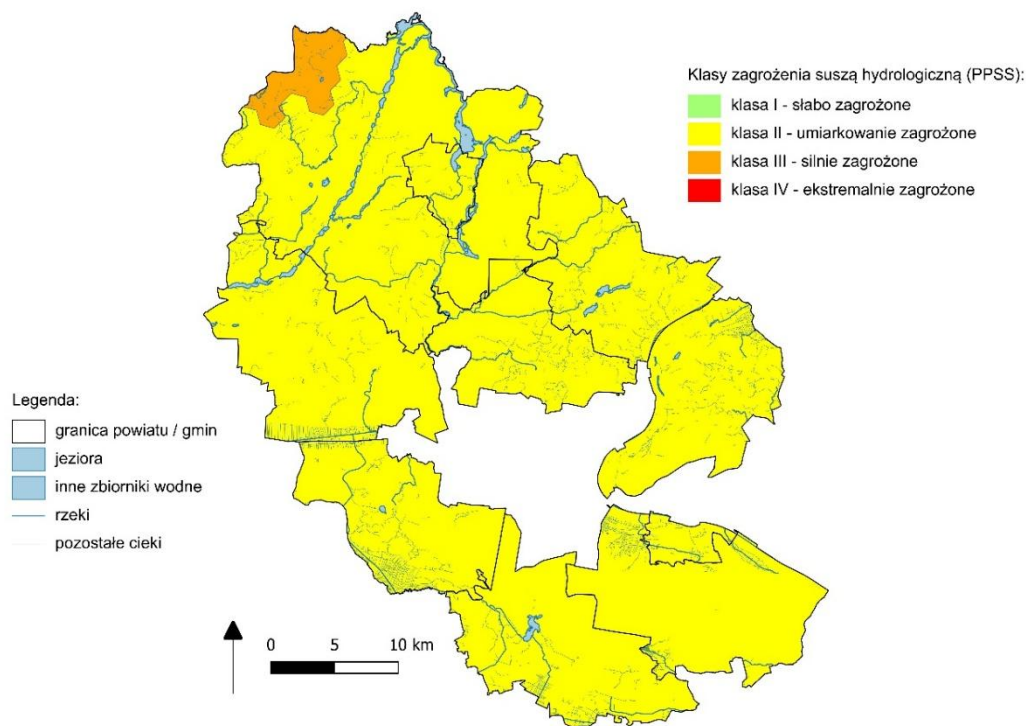
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu bydgoskiego jest silnie zróżnicowane przestrzennie. Dominują obszary odpowiadające ekstremalnemu zagrożeniu (klasa IV) oraz częściowo silnemu zagrożeniu (klasa III). W obrębie doliny Brdy, częściowo w dolinie Wisły oraz na południe od Bydgoszczy odpowiada słabemu zagrożeniu suszą (klasa I) (rycina 3.3.2).



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

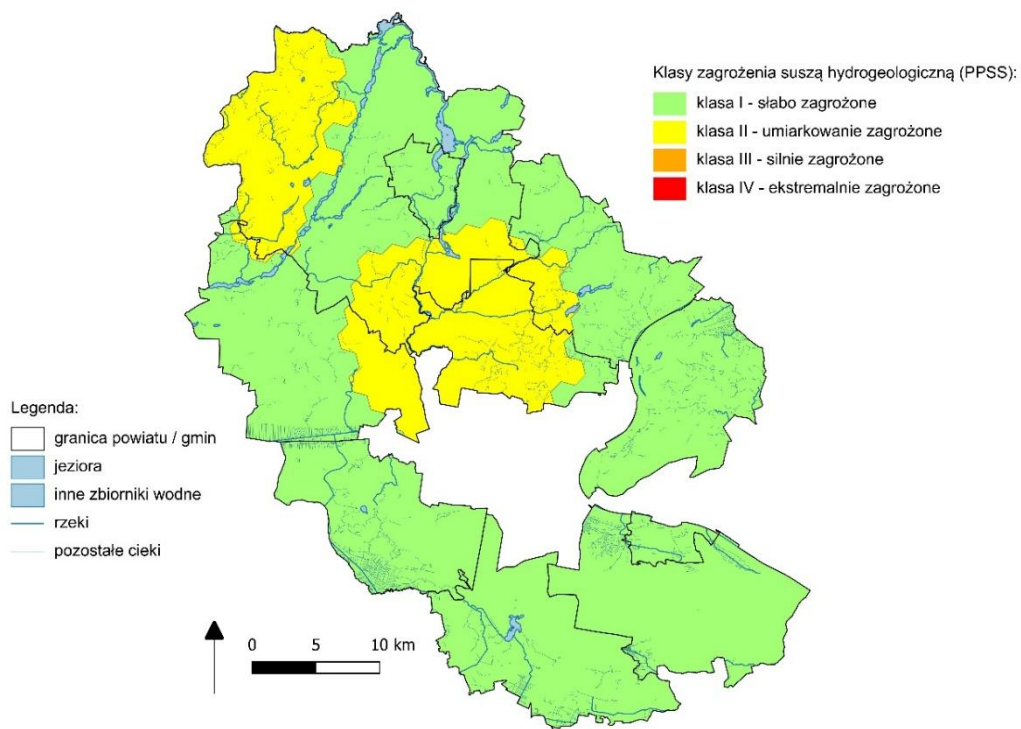
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu bydgoskiego wskazuje, że w większości obszaru odpowiada ono umiarkowanej klasie, natomiast skrajny – północno-zachodni fragment powiatu odpowiada silnemu zagrożeniu (klasa III) (rycina 3.3.3).



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

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

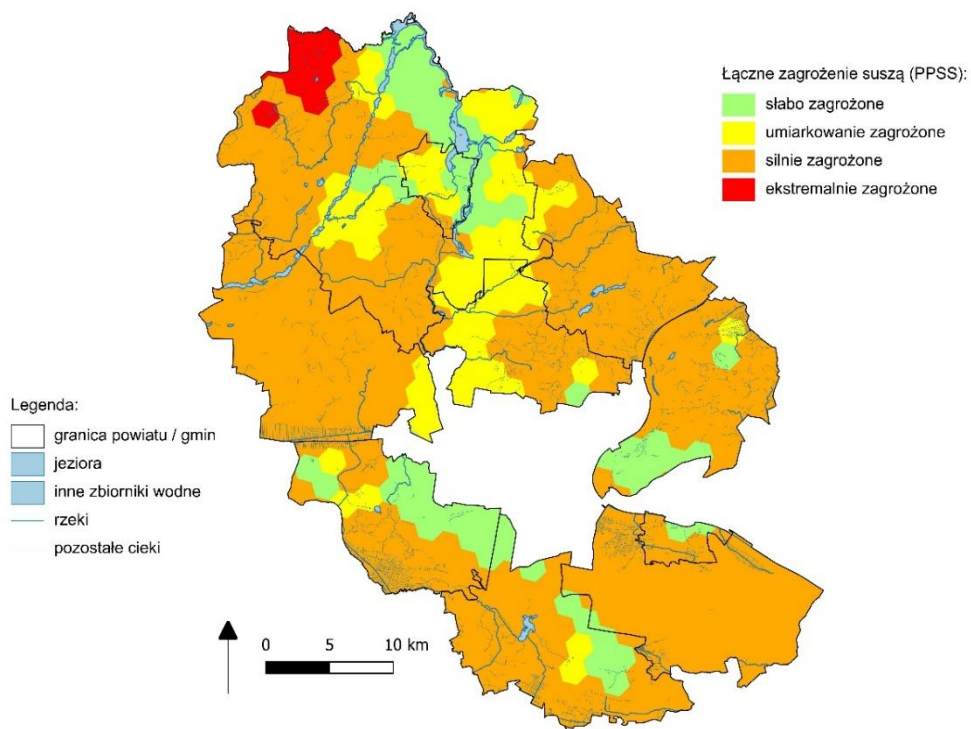
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu bydgoskiego wskazuje, iż dominują obszary o słabym zagrożeniu (klasa I), natomiast dwa obszary – północny-zachód oraz na północ od Bydgoszczy odpowiada umiarkowanemu zagrożeniu (klasa II) (rycina 3.3.4).



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

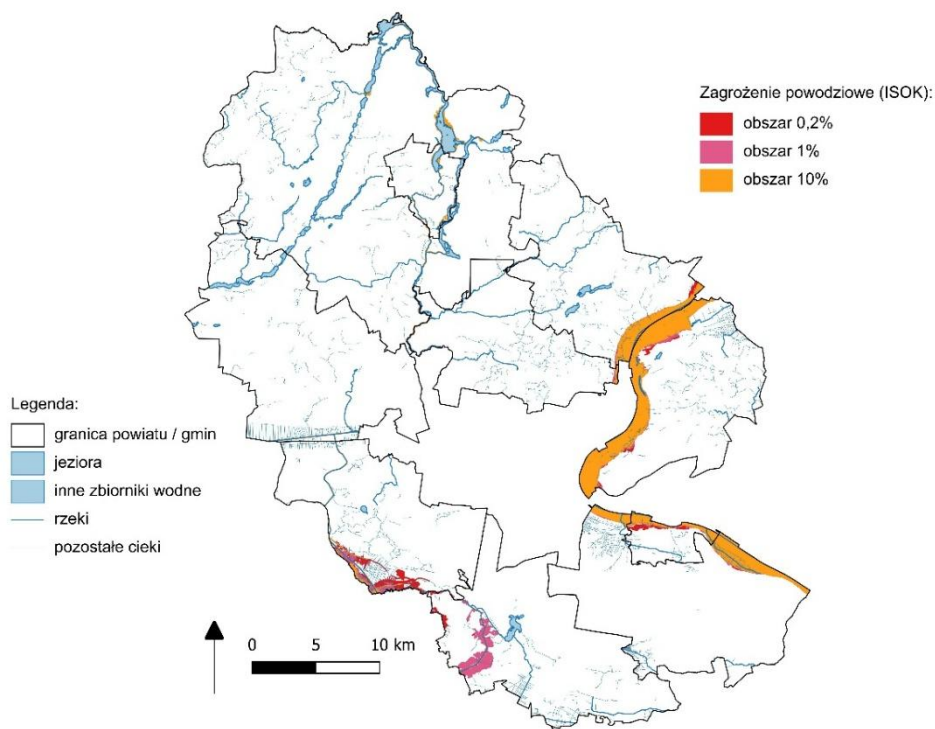
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu bydgoskiego wskazuje, duże zróżnicowanie przestrzenne. Fragment północno-zachodni odpowiada ekstremalnemu zagrożeniu suszą (kolor czerwony). Z drugiej strony skali zagrożenia, wybrane fragmenty powiatu wokół Zbiornika Koronowskiego (w dolinie Brdy) oraz w dolinie Noteci i Wisły odpowiadają słabemu zagrożeniu (kolor zielony). Pozostałe fragmenty powiatu odpowiadają dominującemu obszarowo silnemu zagrożeniu suszą (kolor pomarańczowy) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu bydgoskiego zaznaczają się w wybranych fragmentach rzeki Wisły, Brdy, Noteci, KGN związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznicznego w zagłębieniach terenowych w najbliższym sąsiedztwie koryta (rycina 3.3.6).



Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu bydgoskiego, 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 powinno być:

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

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

Ocenę zapotrzebowania na rozwój melioracji wykonano w oparciu o sumy 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 KBW | Potrzeba rozwoju melioracji |
|--------------|--------------------------|------------------------------|
| < -250 | skrajnie niedoborowy | nawadniających - bardzo duża |
| [-250; -200) | silnie niedoborowy | nawadniających - duża |
| [-200; -150) | umiarkowanie niedoborowy | nawadniających - umiarkowana |
| [-150; -100) | lekko niedoborowy | nawadniających - mała |
| [-100; 100] | zrównoważony | brak |
| >100 | nadmiarowy | odwadniających |

źródło: Kaca, 2015.

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

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

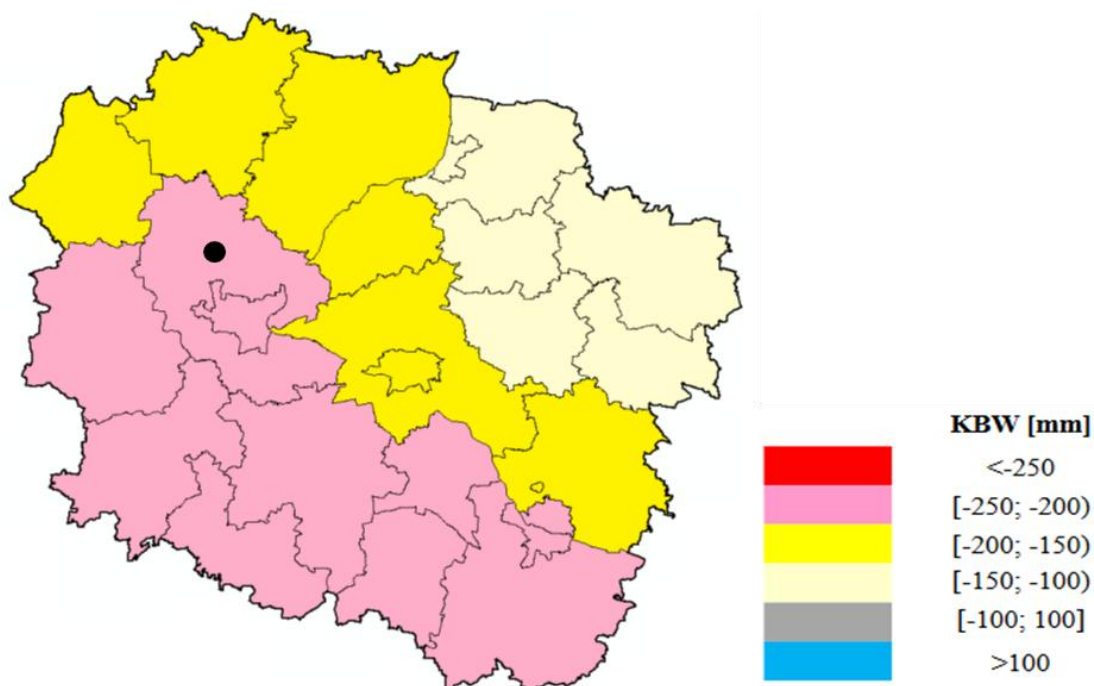
źródło: Kaca, 2015.

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

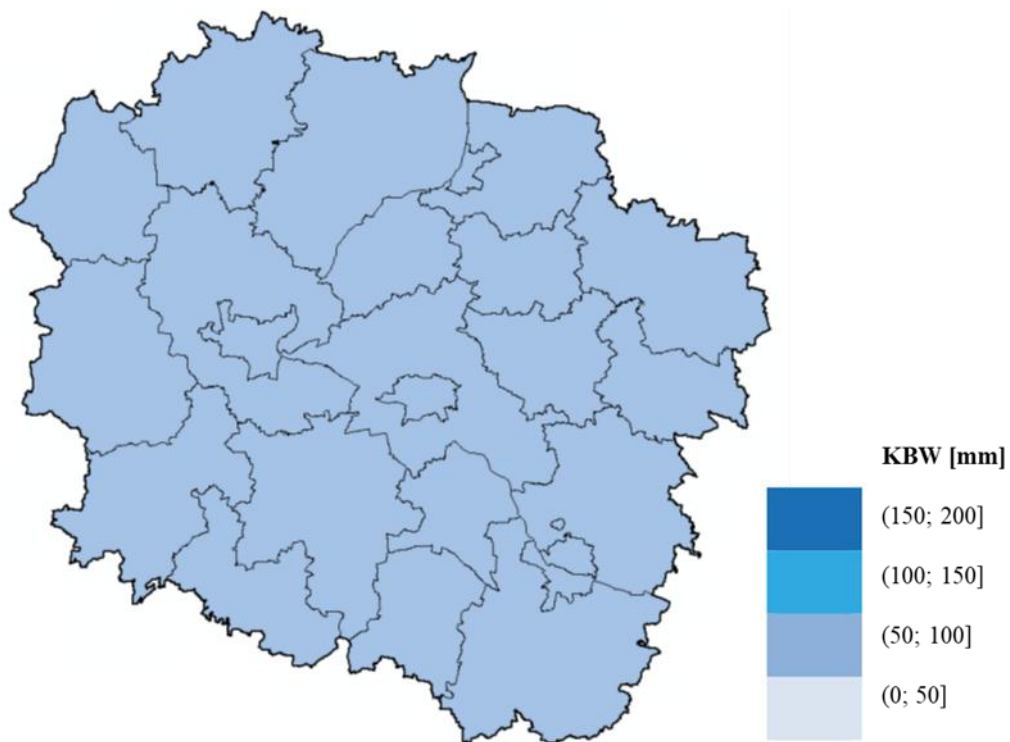
| KBW, mm | Klasa KBW | Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji |
|------------|----------------------|-----------------------------------------|
| <-50 | skrajnie niedoborowy | nawadniających bardzo duża |
| [-50; -30) | silnie niedoborowy | nawadniających duża |
| [-30; -10) | lekko niedoborowy | nawadniających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

źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

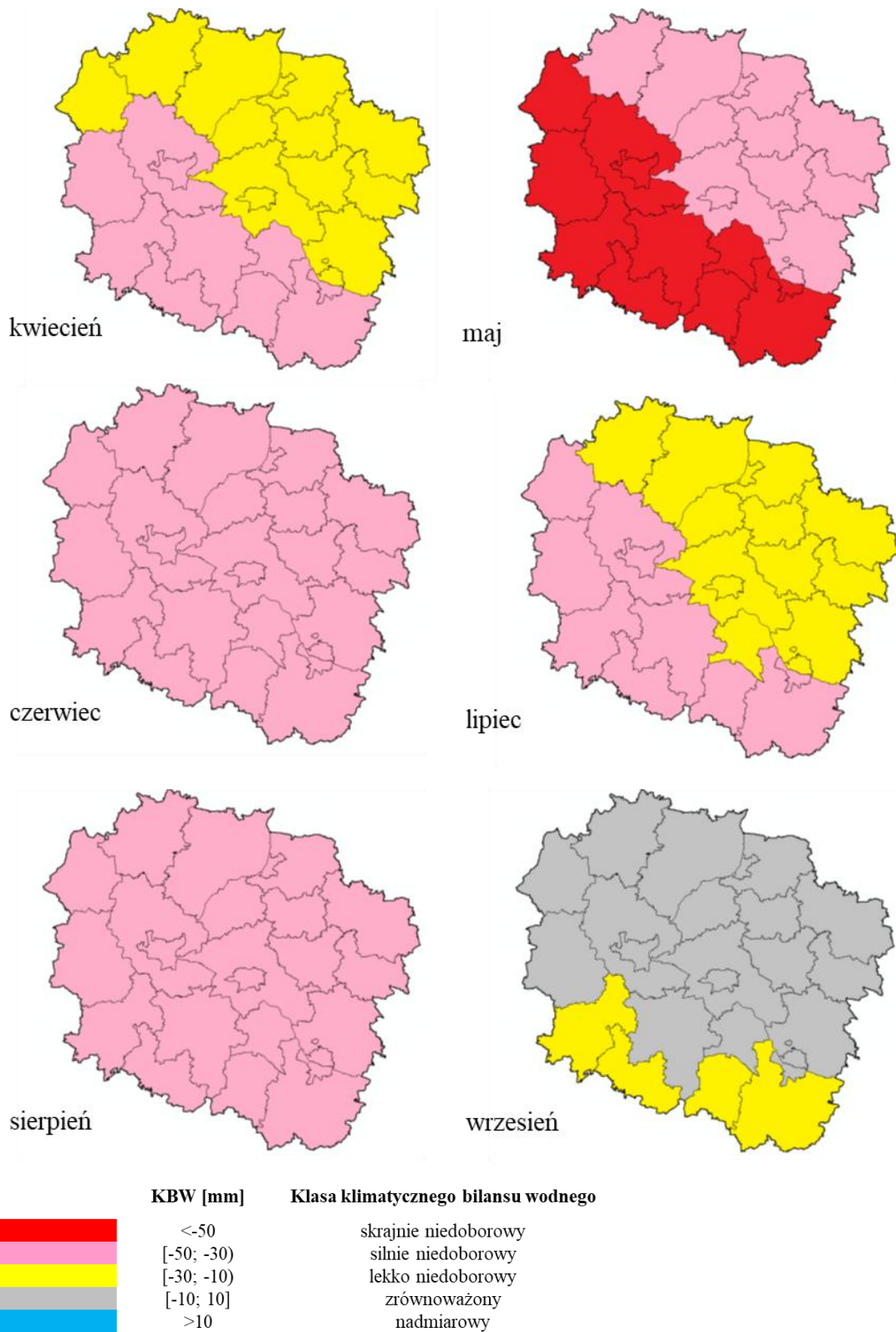
Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu bydgoskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -200 do -250 mm), silnie niedoborowy. Największe niedobory opadu występują przez cały okres wegetacyjny, z wyjątkiem września (tab. 4.2.4.) co przekłada się na bardzo duże i duże potrzeby rozwoju melioracji nawadniających w regionie.



Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie bydgoskim 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 w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w powiatach woj. kujawsko-pomorskiego; *źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014.*

5. Proponowane środki i rozwiązania.

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

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

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Proponowane działania:

- 1) Odtwarzanie i renaturyzacja mokradel.

Renaturyzacja terenów podmokłych (ponowne uwodnienie zdegradowanych bagien i torfowisk) to przywracanie naturalnych procesów wodnych poprzez stopniowe podnoszenie poziomu wody, zamknięcie lub ograniczenie odpływu wody rowami

(likwidacja systemów odwadniających – zasypywanie rowów melioracyjnych, drenów) czy przywrócenie starorzeczy. Jest to rozwiązanie naturalne, oparte na przyrodzie.

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

Efekty działań:

- podniesienie poziomu wód gruntowych,
- zwiększenie pojemności wodnej profilu glebowego,
- ograniczenie odpływu wody w okresach suszy,
- poprawa bilansu wodnego zlewni,
- wzrost stabilności siedlisk 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 (stale 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 ostoi flory i fauny wodno-błotnej, a także poprawie zdrowotności drzewostanów,
- **ochrona gleb**, dzięki zmniejszeniu spływu powierzchniowego i erozji wodnej poprzez pokrycie gleby roślinnością i ściółką.

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

1. Rozwiązania techniczne (budowlane).

Charakteryzują się bezpośrednią ingerencją inżynierską w ciek wodny lub teren, mającą na celu spiętrzenie, zatrzymanie lub kontrolowanie odpływu wody. Stosuje się 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 hydrogeniczných (wodnych i podmokłych). Dostosowanie gospodarki leśnej do warunków wodnych, np. unikanie nadmiernej melioracji (odwodnienia) i dążenie do naturalizacji siedlisk.

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

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

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

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

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

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

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

Pasy buforowe (strefy ekotonowe) to roślinne strefy przejściowe (ekotony), zakładane najczęściej wzdłuż cieków wodnych (rzek, kanałów, jezior) lub na granicy intensywnie użytkowanych gruntów rolnych i cennych przyrodniczo obszarów (np. lasów, parków narodowych, torfowisk). Charakteryzują się układem liniowym, najczęściej wzdłuż

brzegów wód (pasy nadbrzeżne) lub na styku różnych typów użytkowania ziemi. W skład pasów wchodzi zazwyczaj trawy, byliny, krzewy i drzewa, tworzące gęstą barierę roślinną. Szerokość jest kluczowa dla skuteczności (często zalecane jest minimum 10 metrów). Podstawowym celem jest izolowanie ekosystemu docelowego (np. rzeki) od negatywnych wpływów otoczenia (np. pola uprawnego). Zakładanie pasów buforowych wpływa na:

1. Ochronę wód powierzchniowych poprzez:

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

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

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

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

Retencja leśna. W powiecie bydgoskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują aż 41,9 % (tj. 583,65 km²) powierzchni powiatu i pełnią bardzo ważną rolę. Lasy wpływają pozytywnie na wielkość alimentacji wód opadowych (a przez to na zasoby wodne) – zwiększają bowiem infiltrację, przyczyniając się przez to do przeniesienia części powierzchniowej fazy odpływu wód opadowych w kierunku odpływu pokrywowego i podziemnego. Ważną rolę odgrywa tu znaczna retencyjność ściółki i gleb leśnych (tab. 5.5.1).

Tab. 5.5.1. Retencja leśna

| Autor | Przykłady retencji leśnej |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Michalik; (cyt. za Chelmski, 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 Chelmski, 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 Chelmski, 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 Chelmski, 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 ciek Potaszka średnie odpływy jednostkowe były czterokrotnie wyższe niż w zlewni ciek Hutka zalesionej w 89 %. Ponadto odpływy ze zlewni ciek 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 cieku |
| Murat-Błaziejewska i Kujawa; Kancierz i in. (cyt. za Przybyła i in., 2015) | Na przykładzie zlewni Małej Welny wykazano, że poziom zwierciadła wody gruntowej w glebach leśnych jest znacznie wyższy niż w glebie uprawnej, a amplituda wahań stanów wód gruntowych w lesie jest 1,5-krotnie mniejsza niż w gruntach ornych |
| Koc i Solarzski (cyt. za Przybyła i in., 2015) | Odnotowano korzystny wpływ zlewni nieużytkowanej rolniczo w porównaniu ze zlewnią rolniczą na obniżenie odpływu jednostkowego i wielkości fali kulminacyjnej w przypadku wystąpienia deszczy nawalnych. Las trzykrotnie zmniejszał amplitudę odpływu i lepiej retencjonował wodę pochodzącą z topnienia śniegu i ulewnych deszczy |
| Fabijanowski i Jaworski (cyt. za Chelmski, 2001) | Warstwa gleb leśnych (o miąższości 1 m) jest w stanie zmagazynować 2300m ³ na obszarze 1 ha* |

Na terenach leśnych województwa kujawsko-pomorskiego, w tym powiatu bydgoskiego, 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 (tab. 5.5.2).

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

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

* wg Instytut Technologiczno-Przyrodniczy Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy (ITP KPOB).

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

Tab. 5.6.5. 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

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

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

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

- **zwiększanie zawartości próchnicy (materii organicznej)** – próchnica działa jak gąbka – wzrost jej zawartości w glebie o 1% może zatrzymać dodatkowo od 90 do 150 t H₂O/ha. Możemy poprawić zawartość próchnicy poprzez m.in. przyorywanie słomy (mulczowanie), uprawa poplonów i międzyplonów o dużej biomase, prawidłowe nawożenie naturalne (stosowanie obornika i kompostu);
- **agromelioracje** – zabiegi mające na celu polepszenie warunków glebowych oraz usprawnienie odprowadzenia wilgoci z gleby poprzez wykonanie orki 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 przeciwerozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia spływ powierzchniowy i zwiększa wsiąkanie wody w głąb profilu glebowego, uprawy wstęgowe, polegające na przemiennym wysiewie różnych gatunków roślin w pasy;
- **odtwórzanie elementów krajobrazowych (mikroretencja)** – obejmuje odtwarzanie i utrzymanie śródpolnych oczek wodnych, mokradeł i rowów melioracyjnych z możliwością piętrzenia, co pozwala na zwiększenie retencji powierzchniowej. Działania te obejmują również tworzenie i utrzymywanie

zadrzewień śródpolnych, zakrzaczeń i stref buforowych (zadarnione pasy gruntu) na obrzeżach pól lub wzdłuż cieków wodnych. Roślinność ta spowalnia spływ, chroni przed erozją i poprawia mikroklimat;

- **racjonalne zarządzanie wodą z melioracji** – zmiana (przebudowa) systemów drenarskich, tak aby mogły pełnić rolę nawadniająco-odwadniająca (regulacja poziomu wód za pomocą zastawek piętrzących), tak aby umożliwić zatrzymanie wód w okresach suszy.

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

Wszystkie te działania są zbieżne z celami **rolnictwa konserwującego**, które dąży do minimalizacji degradacji gleby i maksymalizacji zasobów wodnych i biologicznych w ekosystemie rolnym. Wybrane działania agroekologiczne zwiększające retencję glebową w powiecie bydgoskim oraz potencjalne, wybrane możliwości zwiększenia retencji glebowej w powiecie bydgoskim przedstawiono poniżej.

Tab. 5.6.1. Potencjalna możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez zabiegi agromelioracyjne; źródło: według założeń Cieślińskiego i Miatkowskiego 1996

| Wyszczególnienie | Możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez zabiegi agromelioracyjne | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | niska | średnia | wysoka |
| Wielkość możliwości zwiększenia retencji | 10 mm | 30 mm | 50 mm |
| Warstwa wody (wskaźnik opadu) | 100 m ³ · ha ⁻¹ | 300 m ³ · ha ⁻¹ | 500 m ³ · ha ⁻¹ |
| Ilość wody na powierzchni 1 ha | 2000 m ³ | 6000 m ³ | 10 000 m ³ |
| Ilość wody na 20 ha | 6 755 800 m ³ | 20 267 400 m ³ | 33 779 000 m ³ |
| Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie bydgoskim (przy założeniu, że areal GO = 67 558 ha) | 6 755 800 m³ | 20 267 400 m³ | 33 779 000 m³ |

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

| Wyszczególnienie | Zwiększenie zawartości próchnicy o 1 % w warstwie gleby* | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| | 0-100 cm | 0-25 cm |
| Warstwa wody (wskaźnik opadu) | 34 mm | 8,5 mm |
| Ilość wody na powierzchni 1 ha | 340 m ³ · ha ⁻¹ | 85 m ³ · ha ⁻¹ |
| Ilość wody na 20 ha | 6 800 m ³ | 1 700 m ³ |
| Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie bydgoskim (przy założeniu, że areal GO = 67 558 ha) | 22 969 720 m³ | 5 742 430 m³ |

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

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

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Wzrost porowatości ogólnej z 36 do 48 % powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb o 4 % • Zatem, nawet niewielki wzrost kapilarności może przyczynić się do zwiększenia ilości wody kapilarnej, niekiedy o kilka m³ · ha⁻¹ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Dla podniesienia pojemności wodnej wierzchniej warstwy gleby o wartość średniej dziennej ewapotranspiracji z okresu lata (np. 3,4 mm), na każdy 1 m² gleby trzeba zastosować 1 kg bentonitu (czyli 10 ton na 1 ha)*. • Zatem, dawka 30 t·ha⁻¹ może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m³/ha) • Dodatkowa ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie bydgoskim (przy założeniu, że areal GO = 67 558 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 6 755 800 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 bydgoskiego

Uwarunkowania środowiskowe i priorytety. Powiat bydgoski charakteryzuje się niskimi opadami rocznymi (średnia suma opadów wynosi 527 mm, przy czym w półroczu letnim, IV-IX, wynosi 322 mm), co jest bliskie danym referencyjnym dla Bydgoszczy (524 mm). W powiecie występuje ujemny klimatyczny bilans wodny (KBW), który dla okresu referencyjnego wynosił -180 mm. Prognozy przewidują, że KBW utrzyma się na poziomie od -134 mm do nawet -197 mm do końca XXI wieku, co wskazuje na umiarkowaną potencjalną potrzebę rozwoju melioracji nawadniających.

Powiat bydgoski ma specyficzną strukturę użytkowania gruntów - grunty rolne stanowią 48,5% powierzchni (675,58 km²) w tym głównie grunty orne (67 558 ha). Grunty leśne: 41,9% powierzchni (583,65 km²), co jest znacząco wysokim wskaźnikiem.

W Polsce gleby lekkie i bardzo lekkie, wytworzone z utworów polodowcowych, stanowią ponad 60% gleb uprawnych, co jest główną przyczyną ich podatności na suszę. Gleby te, charakteryzujące się małą zawartością próchnicy, mają niskie możliwości retencjonowania wody, w przeciwieństwie do gleb cięższych. Skutki suszy są w takich glebach bardziej widoczne.

Kluczowe priorytety działania w powiecie bydgoskim muszą być dwutorowe, z uwagi na duże arealy zarówno gruntów orných, jak i leśnych:

- 1) Maksymalizacja retencji glebowej: poprawa zdolności retencyjnych gleb, zwłaszcza tych lekkich, poprzez zwiększanie zawartości materii organicznej oraz stosowanie uprawy konserwującej.
- 2) Wykorzystanie potencjału retencji leśnej: lasy (41,9% powierzchni) odgrywają bardzo ważną rolę w obiegu wody; działania powinny spowalniać odpływ i zwiększać infiltrację.

Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej skupiają się na poprawie struktury gleby, ochronie przed parowaniem oraz efektywnym wykorzystaniu wody przez rośliny.

- 1) Zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej (próchnicy). Próchnica jest kluczowym wskaźnikiem żyzności. Jej wzrost jest szczególnie ważny w glebach piaszczystych (których jest najwięcej w Polsce), ponieważ to ona odpowiada za zatrzymywanie wody, przy małej ilości frakcji ilastej. Próchnica wiąże około 5 razy więcej wody w stosunku do swojej masy.

| Metoda działania | Konkretne działanie | Przykłady roślin do płodozmianu | Kiedy stosować dla największych efektów |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Płodozmian wzbogacający | Właściwe następstwo roślin, stosowanie regularnego nawożenia organicznego (obornik, komposty, pofermenty). | Rośliny wzbogacające: wieloletnie rośliny pastewne (bobowate i ich mieszanki z trawami), rośliny strączkowe, międzyplony przyorywane na nawóz zielony. | Regularnie, dążąc do dodatniego bilansu materii organicznej, w którym ilość dopływającej GO przewyższa tempo jej mineralizacji. |

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Międzyplony i poplony (mulcz) | Utrzymywanie gleby pokrytej roślinnością lub resztkami poźniwnymi. Ogranicza to parowanie i wzbogaca glebę w próchnicę. | Gorzycza biała, gryka, facelia, seradela, łubin (jako międzyplony ścierniskowe). | Natychmiast po zbiorze, aby przerwać podsiąk kapilarny i ograniczyć parowanie wody z powierzchni gleby. |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Korzyści ilościowe i efekty ekologiczne:

- Wielkość retencji: wzrost zawartości próchnicy w glebie o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 ton wody na hektar - dla powiatu bydgoskiego przy areale gruntów ornych 67 558 ha, wzrost GO o 1% w warstwie 0-25 cm (retencja 85 m³/ha) może przynieść dodatkową retencję rzędu 5 742 430 m³.
- Sekwestracja węgla (CO₂): poprawa bilansu próchnicy i stosowanie uprawy konserwującej prowadzi do ograniczenia strat materii organicznej (próchnicy) i sprzyja sekwestracji węgla organicznego w glebie.

2) Agromelioracja mechaniczna i konserwująca uprawa roli. Zabiegi takie jak spulchnianie podglebia, mają na celu zwiększenie porowatości i zdolności retencyjnych gleb zwięzłych i nadmiernie zagęszczonych.

Tab. 5.6.5. Zabiegi agromelioracyjne

| Metoda działania | Opis | Kiedy stosować dla największych efektów |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uprawa konserwująca | System uprawy bazujący na ograniczeniu intensywności uprawy (zastępowanie pługa narzędziami nieodwracającymi roli) i utrzymaniu okrywy z mulczu (min. 30% resztek). Zapobiega mineralizacji próchnicy i erozji wietrznej. | Na najłżejszych glebach piaszczystych należy ograniczać orkę płużną, zwłaszcza zimową, ponieważ skiby zwiększają powierzchnię parowania i potęgują erozję wietrzną. |
| Głęboszowanie | Mechaniczne spulchnienie warstwy podornej (podeszwy płużnej), które poprawia zdolność retencyjną gleby, zwiększa jej porowatość i umożliwia głębszy rozwój korzeni. | Stosować w warunkach małego uwilgotnienia gleby, najlepiej poźniwnie latem, aby mechanicznie rozerwać i pokruszyć zagęszczoną warstwę gleby. |
| Poprawa porowatości (dodatki) | Stosowanie dodatków doglebowych zwiększających retencję, np. zmielonych lub zgranulowanych bazaltów (skały wulkaniczne o dużej zdolności zatrzymywania wody i wysokiej zawartości krzemu (Si)). Bentonit może podnieść pojemność wodną gleby. | Bazalty/bentonit należy mieszać z wierzchnią warstwą gleby (20-30 cm). Bentonit stosować w dawkach od 10 t/ha (dla podniesienia retencji o 3,4 mm) do 24–120 t/ha. |

Korzyści ilościowe z agromelioracji:

- Wielkość retencji (głęboszowanie): wzrost zasięgu systemu korzeniowego o 25-30 cm stwarza możliwość pobrania z głębszej warstwy gleby dodatkowo około 30-50 mm wody ($300-500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Dla powiatu bydgoskiego (GO 67 558 ha): Przy średniej możliwości zwiększenia retencji (30 mm) poprzez zabiegi agromelioracyjne (orki z pogłębiaczem, spulchnianie podglebia) retencja może wynieść $20\,267\,400 \text{ m}^3$.
- Retencja (bentonit): dawka $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ bentonitu może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm ($100 \text{ m}^3/\text{ha}$). W gruntach ornych powiatu bydgoskiego daje to dodatkową ilość wody $6\,755\,800 \text{ m}^3$.
- Oszczędność wody: uprawa konserwująca zmniejsza spływ powierzchniowy i minimalizuje parowanie wody z powierzchni pola.

3) Dobór roślin i odmian. Właściwy dobór roślin, w tym stosowanie odmian przewodkowych i roślin C4, pozwala na efektywniejsze gospodarowanie dostępną wodą.

| Charakterystyka działania | Opis | Korzyści ilościowe (zużycie wody) |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preferowanie ozimin | Uprawa odmian ozimych (pszenica, rzepak), ponieważ lepiej radzą sobie w okresach wiosennych niedoborów wody. Można stosować odmiany przewodkowe, np. pszenica jara (Arabella, Mandaryna) wysiewane późną jesienią. | Oziminy wykorzystują zapasy wody pozimowej i reagują mniejszymi spadkami plonu na susze letnie. |
| Rośliny o małym współczynniku transpiracji | Zwiększanie areałów upraw roślin o typie fotosyntezy C4, które są lepiej przystosowane do wysokich temperatur i niedoborów wody. | Proso i sorgo zużywają tylko 200–300 l wody/kg suchej masy, w porównaniu do pszenicy (500–600 l/kg). |
| Nawożenie optymalizujące | Optymalne zaopatrzenie w fosfor (P) (rozwój systemu korzeniowego) i potas (K) (regulacja aparatów szparkowych). | Rośliny optymalnie zaopatrzone w składniki pokarmowe zużywają mniej wody na jednostkę suchej masy. |

Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Grunty leśne zajmują 41,9% powierzchni powiatu bydgoskiego, co nadaje im kluczowe znaczenie w retencji.

Tab. 5.6.6. Działania retencji leśnej i krajobrazowej

| 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. Wdrażanie agroleśnictwa. | Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola poprzez ograniczenie prędkości wiatru, co zmniejsza parowanie i zwiększa wilgotność powietrza. | Na obrzeżach pól uprawnych oraz wzdłuż cieków wodnych. |
| Mała retencja wodna (zbiorniki i cieki) | Budowa budowli piętrzących na rowach melioracyjnych (zastawki, progi) w celu kontrolowanego zatrzymywania wody i spowalniania jej odpływu. Renaturyzacja cieków i zatykanie drenów w celu odtworzenia mokradeł. | Podniesienie poziomu wód gruntowych na sąsiadujących terenach. Podniesienie poziomu wód gruntowych o 10 cm na obszarze Tuzów całego kraju (3,17 mln ha) dałoby przyrost retencji ok. 1 mld m ³ wody. | W rowach melioracyjnych (piętrzenie wody) oraz na naturalnych obszarach podmokłych i torfowiskach. |
| Ochrona torfowisk/ sekwestracja | Utrzymanie wysokiego poziomu wód na gruntach organicznych. | Torfowiska mogą zmagazynować ok. 35 miliardów m ³ wody w skali kraju. Utrzymanie wysokiego poziomu wody zatrzymuje murszenie torfu, co ogranicza emisję CO ₂ (sekwestracja węgla). | |

Działania najlepiej sprawdzające się w powiecie bydgoskim

Biorąc pod uwagę ujemny KBW i potencjalne problemy z suszą, a także duży udział lasów (41,9%) i prawdopodobną dominację gleb lekkich (zgodnie z trendem krajowym), kluczowe są:

1. Gospodarka materią organiczną i uprawa konserwująca: wzrost próchnicy (potencjał retencji 5,74 mln m³) jest niezbędny do budowania retencji na glebach lekkich. Uprawa konserwująca minimalizuje straty wody przez ewaporację.

2. Agromelioracja (głęboszowanie): Na obszarach zagęszczonych (ryzyko na każdej glebie intensywnie uprawianej) zwiększa retencję o 30–50 mm (potencjał 20,27 mln m³ w GO).
3. Retencja leśna i pasy wiatrochronne: wykorzystanie i ochrona wysokiego arealu leśnego poprzez małą retencję techniczną i zakładanie pasów wiatrochronnych, aby zredukować ewapotranspirację w krajobrazie.

Namacalne korzyści (wielkości retencji):

- Retencja glebowa (głęboszowanie): Potencjał zwiększenia retencji o 20 267 400 m³ w gruntach ornych.
- Retencja glebowa: potencjał zwiększenia retencji o 5 742 430 m³ (dla 1% wzrostu zawartości próchnicy w warstwie 0–25 cm).
- Efekty ekologiczne: ograniczenie erozji wodnej i wietrznej. Sekwestracja węgla (CO₂) w glebie (dzięki wzrostowi zawartości próchnicy i uprawie konserwującej) oraz w mokradłach leśnych (dzięki zatrzymaniu wody).

Miejsca potencjalnych lokalizacji

Uprawa konserwująca – głęboszowanie: na gruntach ornych (GO) powiatu (67 558 ha), ze szczególnym uwzględnieniem gleb lekkich i obszarów zdiagnozowanych jako zagęszczone (podeszwa płużna). Zadrzewienia i pasy buforowe wzdłuż cieków wodnych oraz na obrzeżach dużych pól uprawnych (prostopadle do dominujących wiatrów). Natomiast mała retencja leśna: Na obszarach leśnych (41,9% powierzchni) i przylegających do nich terenach podmokłych (np. z zastosowaniem zastawek na rowach melioracyjnych).

Ograniczenia i bariery

Głównym ograniczeniem jest wysoki koszt zakupu i eksploatacji nowoczesnych maszyn do uprawy konserwującej i precyzyjnej. Inną barierą jest brak powszechnej wiedzy i przekonania wśród rolników do rolnictwa konserwującego, obawy przed zwiększonym zachwaszczeniem i spadkami plonów. Ponadto, w warunkach drastycznego niedoboru wody, zabiegi agrotechniczne tylko częściowo łagodzą skutki suszy, a jedynym w pełni skutecznym rozwiązaniem pozostaje wprowadzanie nowoczesnych systemów nawodnieniowych.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IV. Analiza kosztów i korzyści (ang. Cost Benefit Analysis, CBA) – metoda kosztów i korzyści jest jedną z kilku metod stosowanych do ewaluacji różnego typu projektów

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

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

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

gdzie:

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

B_t – korzyści przedsięwzięcia w okresie t ;

C_t – koszty przedsięwzięcia w okresie t ;

r – stopa dyskontowa.

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

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

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

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

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

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

1. Inwestycje z kategorii melioracji szczegółowych:

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

- Efektem wynikającym z nowych inwestycji i remontów jest coroczny przyrost plonów na obszarze objętym oddziaływaniem urządzeń. Wartość tego efektu obliczono zakładając 17% przyrost plonów zbóż, rzepaku i trwałych użytków zielonych oraz 12% wzrost plonów buraków cukrowych i ziemniaków (Manteuffel Szoega 2002);
- Struktura zasiewu i wielkość plonów jest taka sama jak średnia dla obszaru całego kraju z lat 2020–2023, zaś ceny skupu plonów – takie jak w 2024 r. (GUS 2024).
- Urządzenia melioracji szczegółowych eliminują straty spowodowane podtopieniami gruntów ornych w latach mokrych. Średnia wartość szkód spowodowanych podtopieniami została przyjęta na podstawie programów pomocy finansowej Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) dla rolników poszkodowanych przez niekorzystne zjawiska pogodowe (w tym deszcz nawalny lub powódź/podtopienia) i została ona oszacowana średnio na 3000 zł ha⁻¹ (ARiMR 2024).

2. Inwestycje związane z budową lub remontem budowli piętrzących:

- W przypadku budowy (remontu) piętrzenia na ciekach efekt społeczny wynika z wyeliminowania kosztów związanych z koniecznością retencjonowania takiej samej ilości wody w dużych zbiornikach, których budowa i eksploatacja jest droższa. Jednostkowa wartość korzyści z tego tytułu w bieżącym poziomie cen wynosi 3,99 zł na każdy m³ zretencjonowanej wody (Kowalewski 2003).
- W przypadku budowy (remontu) piętrzenia na istniejących zbiornikach wodnych (jeziora, stawy itp.) wartość korzyści społecznych wynika z ograniczenia strat w produkcji roślinnej wywołanych suszą. Przyjęto za 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 bydgoskiego.

Inwestycja I

Koncepcja ochrony obszarów podmokłych o dużym znaczeniu przyrodniczym w małej zlewni rolniczej w Wudzyнку

Wprowadzenie i cel opracowania:

Celem opracowania jest przedstawienie koncepcji hydrologicznej ochrony i renaturyzacji obszarów podmokłych w rejonie miejscowości Wudzynek (gmina Dobrez, powiat bydgoski), poprzez zastosowanie działań z zakresu małej retencji wodnej. Analiza obejmuje wybrane działki ewidencyjne nr 3/8, 3/14, 48/5, 48/4, 115, 122, położone w obrębie ewidencyjnym Wudzynek.

Zakres proponowanych działań:

1. Stałe utrzymanie zastawki na działce 134/4 z możliwością regulacji piętrzenia w przedziale do 1,0 m.

2. Czyszczenie i konserwacja rowu melioracyjnego z zachowaniem meandrującego charakteru cieków i naturalnych spadków oraz pozostawieniem fragmentów roślinności wodnej i bagiennej jako elementów wspierających bioróżnorodność i naturalne procesy samooczyszczania.
3. Wprowadzenie dodatkowych przetamowań (mini-zastawek) na odcinkach rowu w celu spowolnienia odpływu z zastosowaniem materiałów naturalnych (np. faszyny, drewnianych kłód), tworzących bliskie naturze struktury retencyjne zwiększające infiltrację i nawilżenie siedlisk.
4. Zalesienie stref brzegowych i buforowych wzdłuż rowu z wykorzystaniem rodzimych gatunków jako elementów zielonej infrastruktury ograniczającej spływ biogenów, stabilizującej brzegi i wzmacniającej ciągłość ekologicznych korytarzy.
5. Monitoring poziomu wody i wilgotności gleby w obszarze mokradeł, w tym analiza satelitarna NDWI/NDMI.

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. ochrony obszarów podmokłych o dużym znaczeniu przyrodniczym w małej zlewni rolniczej w Wudzyńku

| Lp. | Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych | Szacunkowy koszt (zł) |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Czyszczenie i konserwacja rowu melioracyjnego z zachowaniem meandrującego charakteru cieków i naturalnych spadków | 52 000 |
| 2. | Wprowadzenie dodatkowych przetamowań (mini-zastawek) na odcinkach rowu w celu spowolnienia odpływu | 40 000 |
| 3. | Zalesienie stref brzegowych i buforowych wzdłuż rowu – nasadzenia wierzby, olszy, turzyc, kosaćców | 30 000 |
| 4. | Monitoring poziomu wody i wilgotności gleby w obszarze mokradeł, w tym analiza satelitarna NDWI/NDMI. | 15 000 |
| 5. | Prace remontowe – utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń | 15 000 |
| Suma | | 152 000* |

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

Analiza inwestycji I: Ochrona obszarów podmokłych w Wudzyńku

Założenia:

Moment przeprowadzenia analizy: grudzień 2025 r.

Horyzont czasowy: 30 lat

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

1. Koszty (CAPEX i OPEX) - C_t

Tab. 6.3.3. Koszty CAPEX i OPEX

| Pozycja | Wartość (PLN) | Szczegóły |
|---------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAPEX | 137 000 | Suma pozycji 1-4. Głównie czyszczenie i konserwacja rowu (52 000 PLN), przetamowania (40 000 PLN) i zalesienie (30 000 PLN). |
| OPEX | 15 000 / rok | Prace remontowe, utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń |

2. Roczne korzyści B_t

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

Tab. 6.3.4. 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)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{137\,000 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 5,27 \text{ roku}$$

Inwestycja oferuje szybki odzysk kapitału w około 5 lat i kwartał.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.5. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

| Wskaźnik | Wartość (SDR): $r = 5,26\%$ | Komentarz |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| PV kosztów | 360 600 PLN | Bieżąca wartość $B_t = CAPEX + \sum_{t=1}^{30} \frac{OPEX}{(1+0,0526)^t}$ |
| PV korzyści | 607 000 PLN | Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$ |
| NPV | 246 400 PLN | NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie |
| B/C Ratio | 1,68 | B/C > 1 Korzyści społeczne przewyższają koszty |
| IRR | 21% | IRR > 5,26% SDR. Inwestycja jest wysoce rentowna |

Inwestycja II

Projekt zwiększenia małej retencji w krajobrazie rolniczym

Wprowadzenie i cel opracowania

Celem opracowania jest przedstawienie koncepcji zwiększenia małej retencji wodnej w krajobrazie rolniczym miejscowości Ugoda oraz częściowo Strzelewo, w gminie Sicienko (powiat bydgoski), poprzez odtworzenie lub budowę małych zbiorników wodnych i modernizację istniejącej infrastruktury melioracyjnej.

Projektowana koncepcja zakłada:

1. Prace ziemne – pogłębienie naturalnego obniżenia do rzędnej 96,00 m n.p.m. i uformowanie misy zbiornika.
2. Ukształtowanie grobli ziemnej w dolnej części obniżenia (wys. do 1,5 m) z materiału pozyskanego z wykopu.
3. Wykonanie przepustu wylotowego (rurociąg \varnothing 300-400 mm) z możliwością regulacji odpływu.
4. Odtworzenie i oczyszczenie rowu doprowadzającego wodę do zbiornika
5. Rekultywacja biologiczna brzegów zbiornika – wprowadzenie roślinności hydrofitowej (trzcina, pałka, turzyce, tatarak)
6. Ewentualne przetamowania w rowach melioracyjnych na sąsiednich działkach (18/7, 140/2) dla zatrzymania wód spływowych
7. Prace remontowe – utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń.

Tab. 6.3.6. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. zwiększenia małej retencji w krajobrazie rolniczym

| Lp. | Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych | Szacunkowy koszt (zł) |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Prace ziemne – pogłębienie naturalnego obniżenia do rzędnej 96,00 m n.p.m. i uformowanie misy zbiornika | 480 000 |
| 2. | Ukształtowanie grobli ziemnej w dolnej części obniżenia (wys. do 1,5 m) z materiału pozyskanego z wykopu | 20 000 |
| 3. | Wykonanie przepustu wylotowego (rurociąg Ø 300–400 mm) z możliwością regulacji odpływu | 9000 |
| 4. | Odtworzenie i oczyszczenie rowu doprowadzającego wodę do zbiornika | 7800 |
| 5. | Rekultywacja biologiczna brzegów zbiornika – wprowadzenie roślinności hydrofitowej (trzcina, pałka, turzyce, tatarak) | 10 000 |
| 6. | Ewentualne przetamowania w rowach melioracyjnych na sąsiednich działkach (18/7, 140/2) dla zatrzymania wód spływowych | 9000 |
| 7. | Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń | 15 000 |
| Suma | | 535 000* |

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

Analiza inwestycji II - Zwiększenie retencji w krajobrazie rolniczym – Ugoda

Inwestycja dotyczy odtworzenia lub budowy małego zbiornika wodnego w obniżeniu terenu, w tym pogłębienia misy, ukształtowania grobli ziemnej oraz wykonania przepustu wylotowego z regulacją.

1. Koszty (CAPEX i OPEX)

Tab. 6.3.7. Koszty CAPEX i OPEX

| Pozycja | Wartość (PLN) | Szczegóły |
|--------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAPEX | 535 800 | Suma pozycji 1-6. Dominuje koszt prac ziemnych – pogłębienie i uformowanie misy zbiornika (480 000 PLN). |
| OPEX | 15 000 / rok | Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń. |

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. 6.3.8. Rodzaje korzyści Bt – Zwiększenie retencji w krajobrazie rolniczym

| 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 – 15 000 PLN/rok = 26 000 PLN/rok

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{535\,800 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 20,61 \text{ roku}$$

Długi okres zwrotu – ponad 20,5 roku, co zwiększa ryzyko.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.9. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

| Wskaźnik | Wartość (SDR): $r = 5,26\%$ | Komentarz |
|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PV kosztów | 758 400 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 | -151 400 PLN | NPV < 0 Projekt nie jest efektywny ekonomicznie |
| B/C Ratio | 0,8 | B/C < 1 Korzyści nie pokrywają zdyskontowanych kosztów |
| IRR | 3,3% | IRR < 5,26% SDR Inwestycja nie jest efektywna ekonomicznie |

Wnioski i rekomendacje

Inwestycja I (Wudzynek) jest wysoce efektywna ekonomicznie. Jest to optymalny projekt pod kątem alokacji środków oraz ryzyka (szybki Payback Period). Niskie koszty początkowe są połączone z wysoką rentownością. Inwestycja II (Ugoda) nie jest efektywna ekonomicznie w obecnej formie. Ujemne NPV i B/C < 1 wynikają

z dominująco wysokiego CAPEX (480 000 PLN na prace ziemne), który przewyższa zdyskontowaną wartość generowanych korzyści społecznych. Aby inwestycja II stała się ekonomicznie uzasadniona, konieczne jest zasadnicze obniżenie kosztów inwestycyjnych lub weryfikacja założeń monetarnych korzyści (np. poprzez wykazanie, że obszar oddziaływania jest znacznie większy niż 30ha).

Tab. 6.3.10. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

| Wskaźnik | Inwestycja I (Wudzynek) | Inwestycja II (Ugoda) | Komentarz |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAPEX (PLN) | 137 000 PLN | 535 800 PLN | Inwestycja I jest blisko czterokrotnie tańsza inwestycyjnie |
| NPV (SDR): $r = 5,26\%$ | 246 400 PLN | -151 400 PLN | Inwestycja I generuje znaczną wartość społeczną; inwestycja II generuje stratę (przy obecnych założeniach). |
| B/C Ratio | 1,68 | 0,8 | Inwestycja I w przeciwieństwie do II jest wysoce efektywna. |
| IRR | 21% | 3,3% | I zapewnia rentowność > SDR; IRR w II jest poniżej kosztu kapitału. |

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

- budowę małych zbiorników wodnych na terenach zarządzanych przez GSW i należących do rolników niezrzeszonych w spółkach wodnych,
- odtworzenie naturalnej retencji na polach (oczka wodne, pasy zadrzewień śródpolnych).
- budowę zbiorników retencyjnych dla wód opadowych na terenach zabudowy mieszkaniowej w powiązaniu z urządzeniami melioracji rolniczych.
- modernizację sieci melioracyjnych z wprowadzeniem możliwości malej retencji.
- obudowa istniejących urządzeń malej retencji (zastawki, progi itp.).

Analiza dwóch priorytetowych inwestycji wodno-melioracyjnych dowiodła, iż pierwsza z nich jest inwestycją efektywną ekonomicznie i uzasadnione jest jej finansowanie ze środków publicznych. Z dużym prawdopodobieństwem można zakładać, że kolejne inwestycje o podobnym charakterze, które są na liście LPW powiatu bydgoskiego mogą mieć uzasadnienie ekonomiczne do ich przeprowadzenia.

Trzeba zaznaczyć, iż przeprowadzone analizy ekonomiczne bazują na wstępnych założeniach prac inwestycyjnych i kosztach. W kolejnym kroku rekomenduje się

przeprowadzenie tych samych analiz ekonomicznych bazujących na kosztach inwestycyjnych określonych na podstawie projektu technicznego inwestycji.

Aktualnie przedstawiona analiza ekonomiczna dwóch inwestycji w powiecie bydgoskim 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 bydgoski

6.4.1. Koncepcja ochrony obszarów podmokłych o dużym znaczeniu przyrodniczym w małej zlewni rolniczej w Wudzyńku

6.4.1.1. Wprowadzenie i cel działania

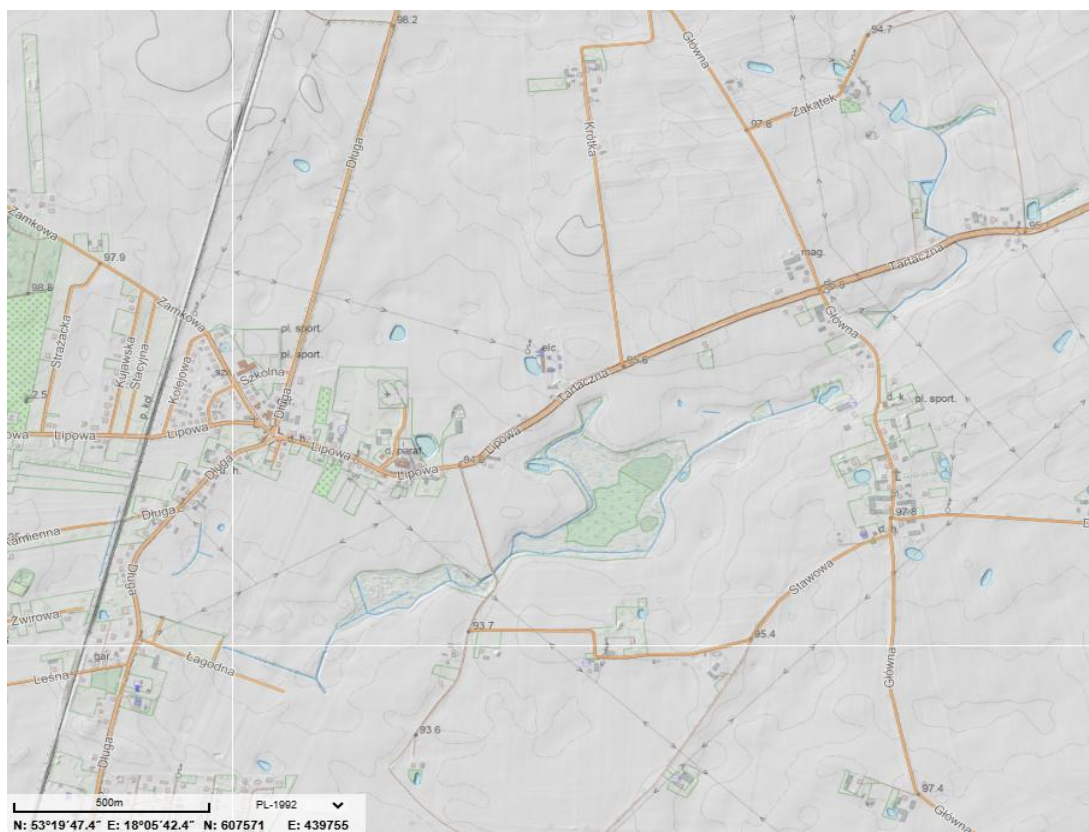
Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji hydrologicznej ochrony i renaturyzacji obszarów podmokłych w rejonie miejscowości Wudzynek (gmina Dobrcz, powiat bydgoski), poprzez zastosowanie działań z zakresu małej retencji wodnej. Analiza obejmuje wybrane działki ewidencyjne o nr 3/8, 3/14, 48/5, 48/4, 115, 122, położone w obrębie ewidencyjnym Wudzynek.

Projekt ma na celu:

- zwiększenie retencji krajobrazowej i ochronę mokradeł o wysokich walorach ekologicznych,
- optymalizację warunków stabilizacji poziomu wód gruntowych w mikro-zlewni,
- ograniczenie odpływu nadwyżki wód opadowych i roztopowych,
- zwiększenie odporności siedlisk przyrodniczych na susze i zmiany klimatu, w tym zachowanie funkcji hydrologicznej i przyrodniczej Użytku Ekologicznego „Mokradło w Wudzyńku” (CRFOP: PL.ZIPOP.1393.UE.0403032.2226).

6.4.1.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Analizowany obszar obejmuje mikro-zlewnię rolną w rejonie Wudzyńka i Wudzyna o powierzchni ok. 6,32 km². Teren ten jest silnie zmeliorowany, a głównym elementem odwadniającym jest rów melioracyjny zwykły, który w przeszłości obniżał poziom wód gruntowych, prowadząc do stopniowego przesuszania siedlisk torfowych i łąk wilgotnych. Obecnie, w wyniku budowy 11 zastawek zatrzymano degradację terenów podmokłych i stabilizowany jest poziom wód gruntowych na potrzeby rolnicze.



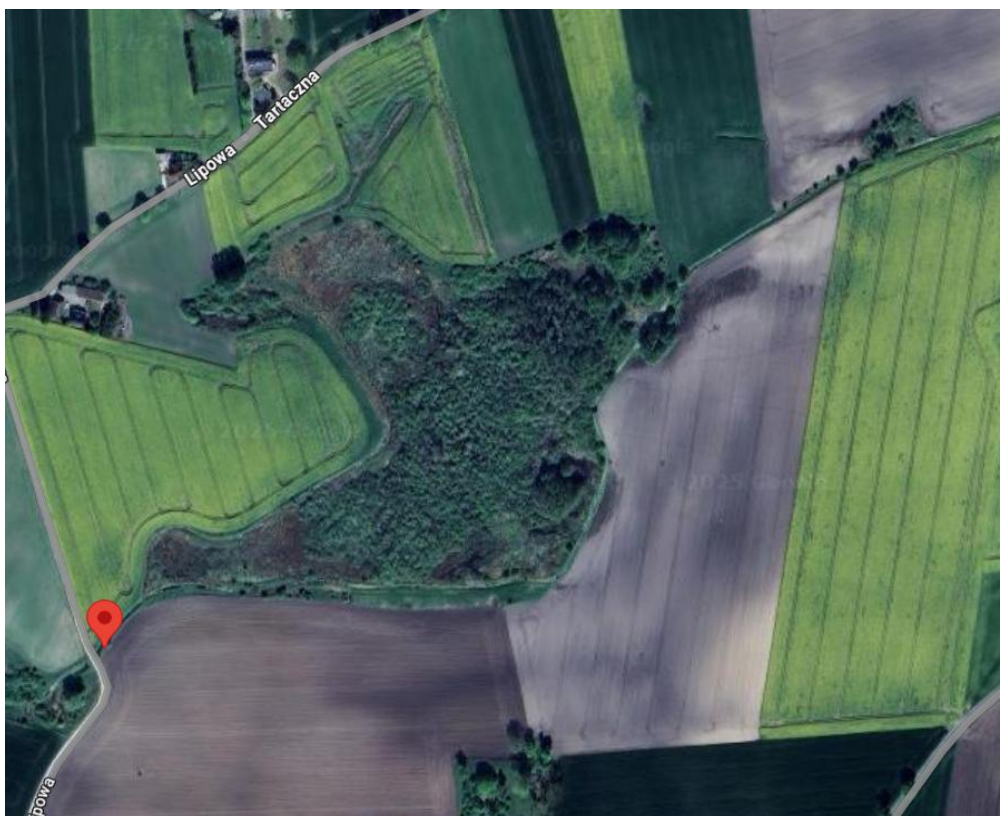
Ryc. 6.4.1.1. System melioracyjny w miejscowości Wudzynek na tle mapy rzeźby terenu, oparty o rów melioracyjny oraz obszar podmokły znajdujący się w centralnej części obszaru.



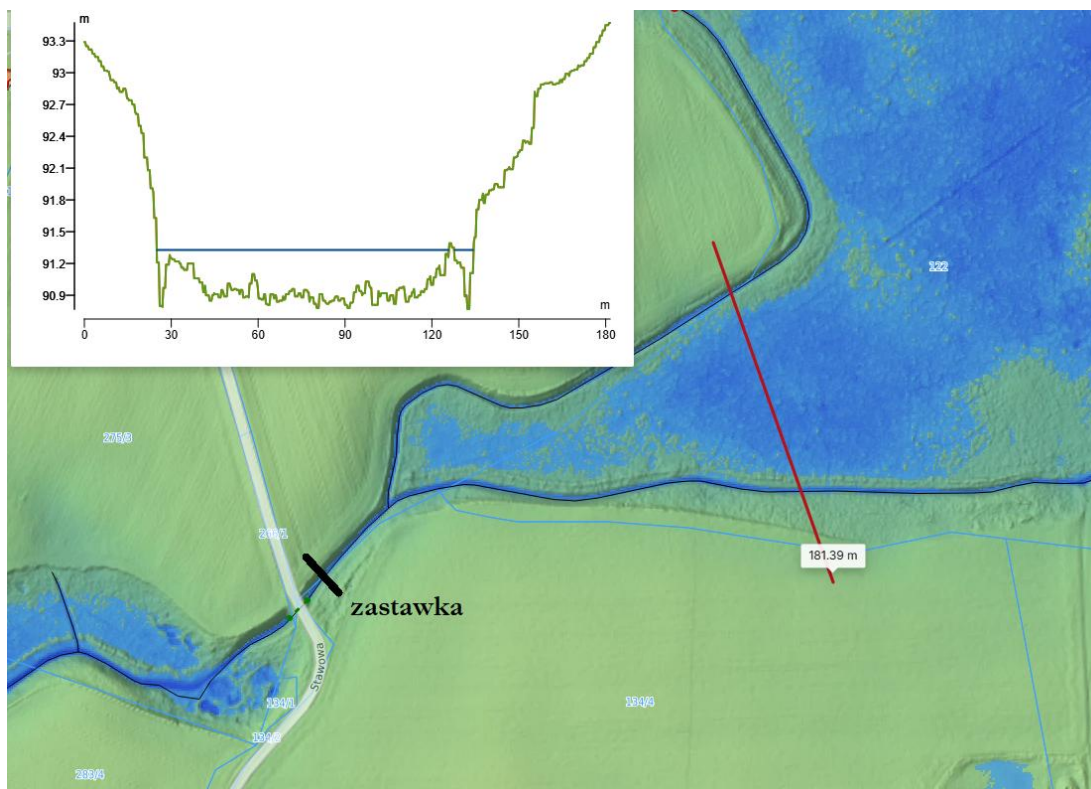
Fot. 6.4.1.1. Odcinek rowu melioracyjnego na działce 120, 121 i 122 doprowadzający wodę do użytku ekologicznego.



Fot. 6.4.1.2. Zastawka na działce 134/4 na rowie melioracyjnym zwykłym w m. Wudzynek, powyżej użytku ekologicznego - rzędne zwierciadła wody w. górna= 91,233; woda dolna=90,964



Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja jednej z 11 zastawek na rowie działka 134/4. Budowla ograniczająca odpływ wody z obszaru podmokłego użytku ekologicznego – Mokrądko w Wudzyнку Nr rej. CRFOP: [PL.ZIPOP.1393.UE.0403032.2226](https://www.uzem.gov.pl/PL.ZIPOP.1393.UE.0403032.2226)



Ryc. 6.4.1.2. Efekt pracy zastawki na rowie na granicy działek 275/13 i 134/4 obręb Wudzynek w dniu 04.11.2025 – ustabilizowanie poziomu wody na terenie podmokłym na działce nr 122 do rzędnej 91,23 m n.p.m.

6.4.1.3. Stan istniejący i obserwacje terenowe

Ze względu na wcześniejsze wieloletnie odwadnianie, część terenów podmokłych o wysokich walorach przyrodniczych utraciła zdolność retencjonowania wody, a dawne tereny mokradłowe zaczęły ulegać degradacji. W ramach przeprowadzonych prac terenowych (listopad 2025 r.) dla jednej z 11 zastawek piętrzącej na działce 134/4 i 275/13 określono warunki jej funkcjonowania:

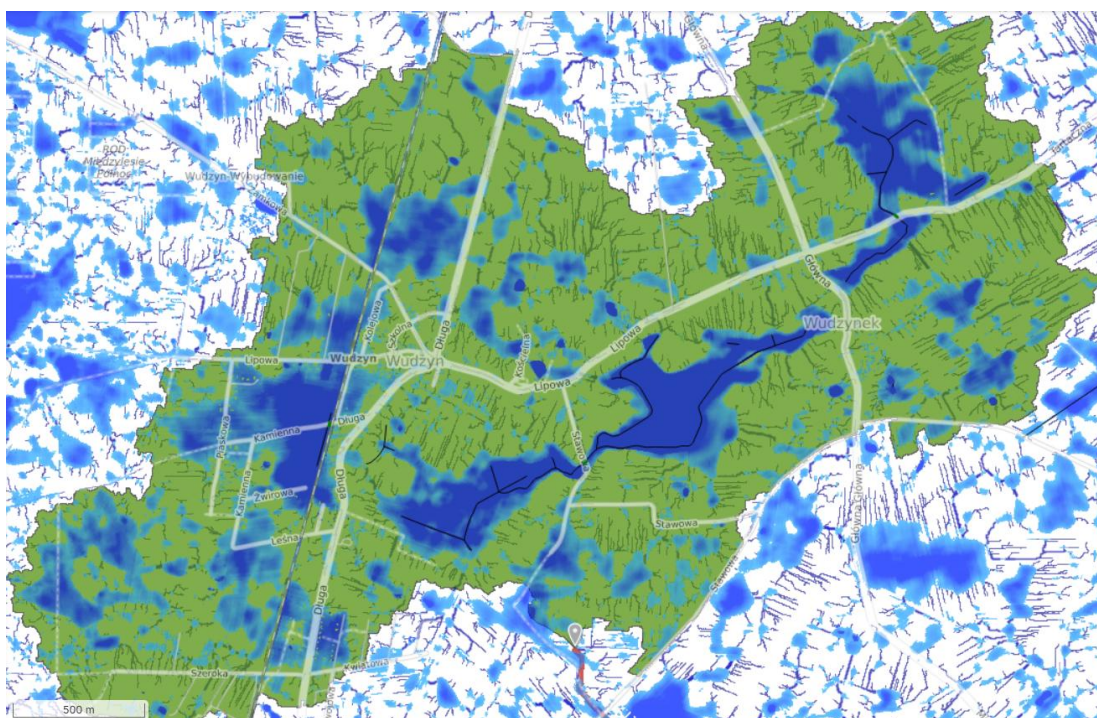
- stabilizuje poziom wody w rowie do rzędnej 91,23 m n.p.m.,
- rzędna dolnej wody w rowie poniżej zastawki: 90,96 m n.p.m.,
- rzędna dna przepustu (ul. Stawowa) poniżej zastawki: 90,70 m n.p.m.

Zastawka w sposób skuteczny ogranicza odpływ wód z mokradeł i przyczynia się do retencji nadwyżki wód w zlewni. Utrzymanie rzędnej 91,23 m powoduje retencję wody w ilości od 8 do 16 tys m³. Rów przebiegający na działkach nr 120, 121 i 122 doprowadza wodę do Użytku Ekologicznego „Mokradło w Wudzyнку”, który stanowi naturalny bufor hydrologiczny dla całego systemu .

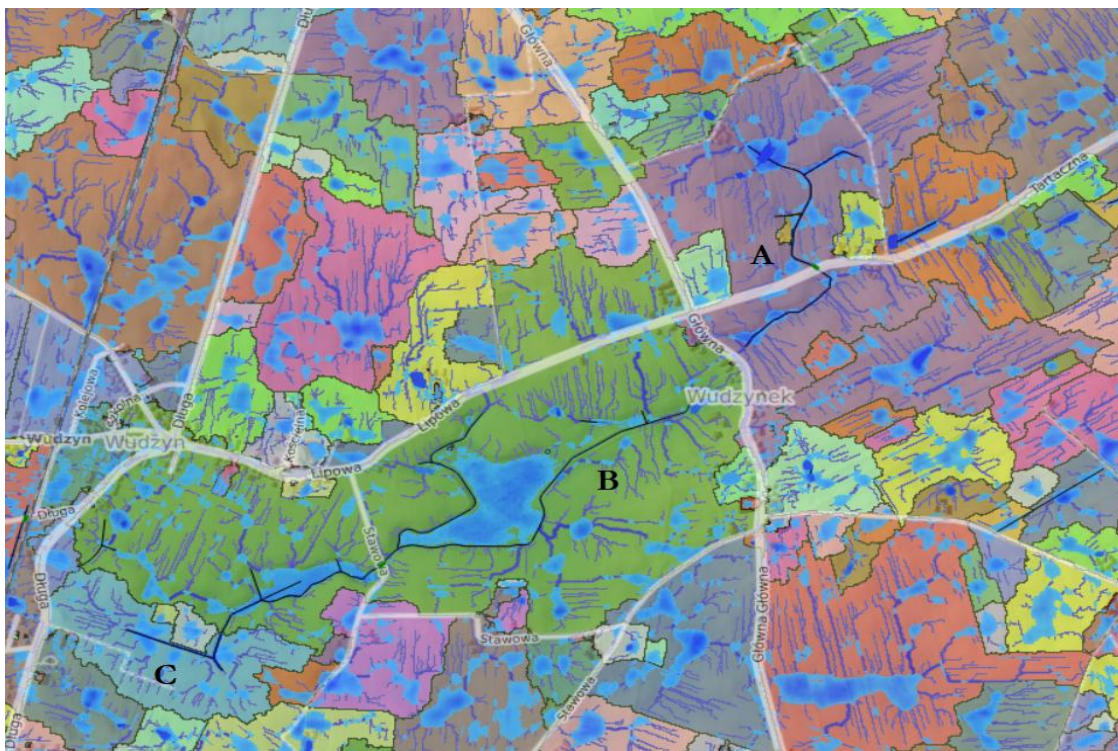
6.4.1.4. Uwarunkowania przyrodnicze i hydrologiczne

Obszary podmokłe o wysokich walorach ekologicznych zajmują powierzchnię ponad 9 ha. Są to głównie łąki i szuwały zasilane wodami gruntowymi i spływem z sąsiednich terenów ornych. Pełnią one istotną funkcję w retencji krajobrazowej, wspierając naturalne procesy filtracji i oczyszczania wód oraz stabilizując lokalny mikroklimat poprzez ograniczanie ekstremów hydrologicznych. Zlewnia cechuje się niewielkim spadkiem podłużnym oraz obecnością gleb organicznych i murszowych, które wykazują znaczną pojemność wodną, ale także dużą podatność na odwodnienie. Warunki te sprzyjają długotrwałemu magazynowaniu wody, lecz jednocześnie czynią ekosystem wrażliwym na zaburzenia hydrologiczne.

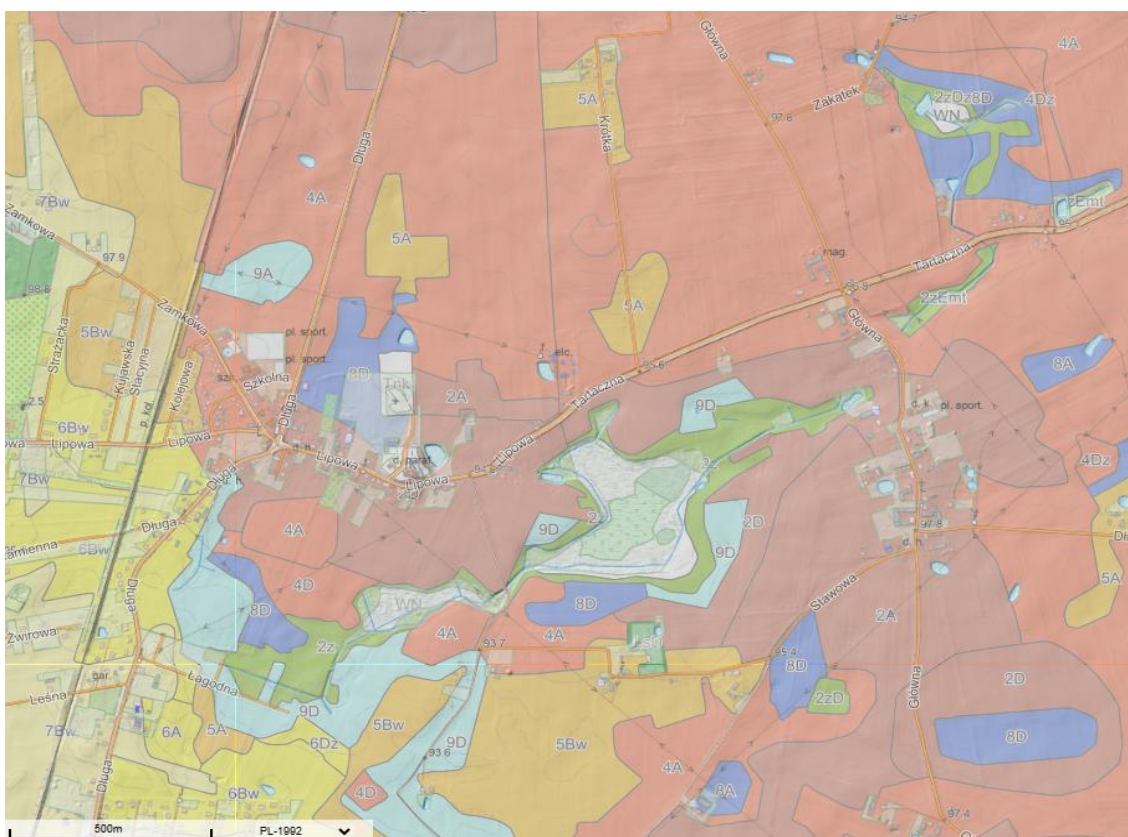
Rów melioracyjny pełni kluczową rolę w bilansie wodnym, odprowadzając nadmiar wód z pól i mokradeł. Brak regulacji odpływu spowodował nadmierne obniżenie zwierciadła wody, zwłaszcza w okresach letnich.



Ryc. 6.4.1.3. Zasięg zlewni całkowitej rowu melioracyjnego – 6,32 km² wraz z obszarami retencji wody opadowej (zalegania) przy opadzie >20 mm na pól godziny



Ryc. 6.4.1.4. Obszar analizy wraz z siecią spływu powierzchniowego podzielony na trzy zlewnie powierzchniowe A, B i C.



Ryc. 6.4.1.5. Mapa glebowo-rolnicza analizowanego obszaru

6.4.1.5. Koncepcja hydrologiczno-techniczna ochrony mokradeł

Celem proponowanego rozwiązania jest optymalizacja stabilizacji poziomu wód gruntowych poprzez zintegrowany system sterowania odpływem wód z rowu melioracyjnego za pomocą 11 zastawek. Koncepcja zakłada utrzymanie poziomu wody gruntowej w granicach $\pm 0,3$ m od poziomu 91,2 m n.p.m. (wartość optymalna dla siedlisk torfowych i łąk wilgotnych).

Zakres działań na przykładzie zastawki na działkach nr 275/13 i 134/4

1. Opracowanie instrukcji utrzymania piętrzenia dla zastawki z możliwością regulacji piętrzenia w przedziale do 1,0 m. – opracowanie modelu hydraulicznego spływu wód
2. Czyszczenie i konserwacja rowu melioracyjnego z zachowaniem meandrującego charakteru cieku i naturalnych spadków oraz pozostawieniem fragmentów roślinności wodnej i bagiennej jako elementów wspierających bioróżnorodność i naturalne procesy samooczyszczania.
3. Wprowadzenie dodatkowych przetamowań (mini-zastawek) na odcinkach rowu w celu spowolnienia odpływu z zastosowaniem materiałów naturalnych (np. faszyny, drewnianych kłód), tworzących bliskie naturze struktury retencyjne zwiększające infiltrację i nawilżenie siedlisk.
4. Zalesienie stref brzegowych i buforowych wzdłuż rowu z wykorzystaniem rodzimych gatunków jako elementów zielonej infrastruktury ograniczającej spływ biogenów, stabilizującej brzegi i wzmacniającej ciągłość ekologicznych korytarzy.
5. Sezonowy monitoring poziomu wody i wilgotności gleby w obszarze mokradeł, w tym analiza satelitarna NDWI/NDMI.

6.4.1.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne

- Zwiększenie retencji glebowej i powierzchniowej w mikro-zlewni,
- Stabilizacja zwierciadła wody gruntowej w strefie torfowej,
- Ograniczenie odpływu wód z pól ornych,
- Redukcja spływu biogenów i zawiesiny mineralnej do wód powierzchniowych,
- Wzmocnienie odporności zlewni na susze i intensywne opady.

Efekty środowiskowe

- Zahamowanie degradacji siedlisk mokradłowych, w tym stabilizacja warunków hydrologicznych sprzyjająca odtwarzaniu naturalnych procesów retencji.
- Zwiększenie różnorodności biologicznej, z uwzględnieniem odbudowy złożonych zależności między organizmami a reżimem wodnym oraz tworzenia warunków dla rozwoju siedlisk wilgotnych.
- Poprawa zdolności samooczyszczania wód w użytku ekologicznym, dzięki wzmocnieniu naturalnych procesów filtracji, sedymentacji i bioremediacji charakterystycznych dla ekosystemów mokradłowych.
- Tworzenie korytarzy ekologicznych łączących mokradła z terenami rolnymi i leśnymi, opartych na rozwiązaniach bliskich naturze, zwiększających ciągłość przestrzenną i drożność ekosystemów.
- Podniesienie walorów krajobrazowych i edukacyjnych obszaru, w tym eksponowanie naturalnych procesów hydrologicznych oraz wzmacnianie funkcji społecznych i przyrodniczych mokradeł.

6.4.1.7. Wnioski i rekomendacje

1. System rowów melioracyjnych w rejonie Wudzynka powinien zostać przekształcony w system retencyjno-regulacyjny, pełniący funkcję ochronną i ekologiczną oraz wspierający naturalne interakcje między wodami powierzchniowymi, glebą i roślinnością.
2. Kluczowym elementem działań jest utrzymanie zastawki piętrzącej oraz wprowadzenie kolejnych małych urządzeń piętrzących w górnej części zlewni z wykorzystaniem konstrukcji opartych na materiałach naturalnych i wspierających procesy spowolnienia odpływu.
3. Dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Chojnicach, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne
4. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - KIP
 - pozwolenia na budowę i warunki zabudowy

5. Działania techniczne należy prowadzić zgodnie z zasadami minimalnej ingerencji w ekosystem oraz z wykorzystaniem rozwiązań opartych na przyrodzie (Nature-Based Solutions), takich jak roślinność filtracyjna, strefy litoralu i naturalna sukcesja roślinności.
6. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

6.4.2. Projekt zwiększenia małej retencji w krajobrazie rolniczym w m. Ugoda

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel działań

Celem opracowania jest przedstawienie koncepcji zwiększenia małej retencji wodnej w krajobrazie rolniczym miejscowości Ugoda oraz częściowo w miejscowości Strzelewo, w gminie Sicienko (powiat bydgoski), poprzez odtworzenie lub budowę małych zbiorników wodnych i modernizację istniejącej infrastruktury melioracyjnej.

Główne cele projektu:

- zwiększenie zdolności retencyjnych gleb i terenów rolnych,
- ochrona cennych siedlisk podmokłych i ich funkcji przyrodniczych,
- magazynowanie wód opadowych i roztopowych w celu ograniczenia skutków suszy,
- poprawa mikroklimatu i bilansu wodnego zlewni,
- zwiększenie odporności krajobrazu rolniczego na skutki zmian klimatu.

6.4.2.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Obszar objęty opracowaniem obejmuje działki ewidencyjne: nr 18/16, 18/7, 140/2, 135 (obręb Ugoda) oraz 29 (obręb Strzelewo).

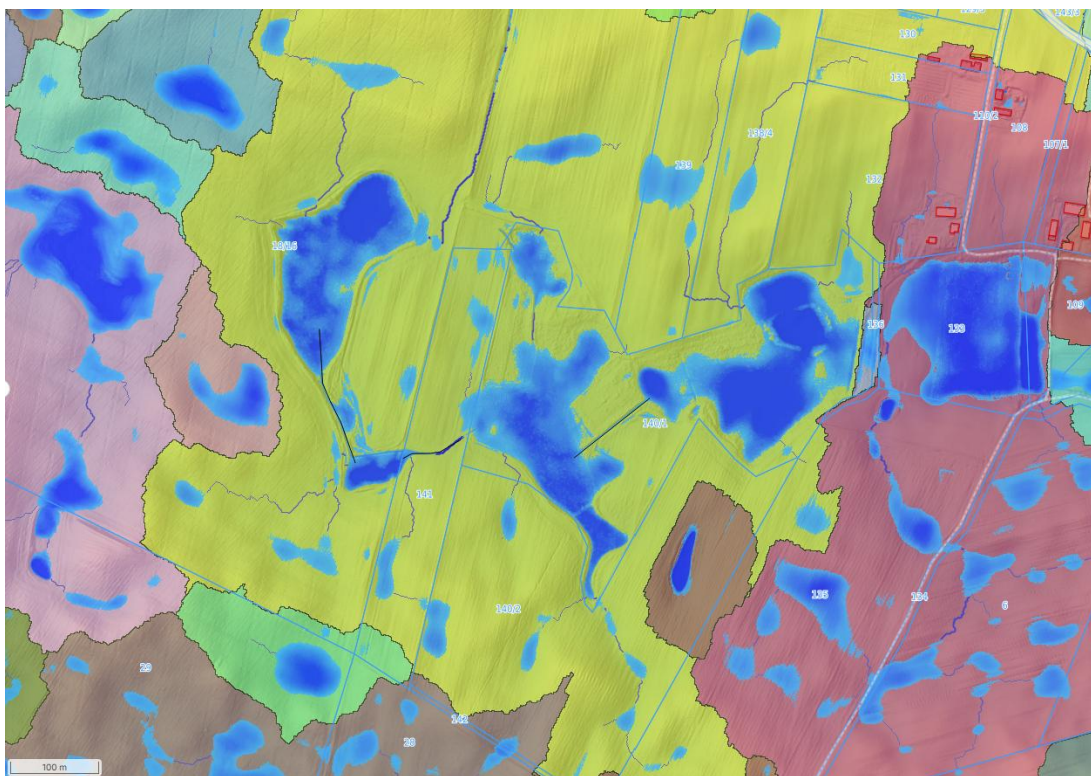
Teren położony jest w strefie falistego krajobrazu morenowego, wykazującego naturalne obniżenia i depresje sprzyjające tworzeniu się płytkich zbiorników wodnych i okresowych zastoisk. Dominującym sposobem użytkowania są grunty orne, częściowo łąki i pastwiska. Na analizowanym obszarze zachowały się ślady dawnej sieci melioracyjnej, której obecny stan techniczny nie pozwala na właściwe gospodarowanie wodą. Istniejący rów odwadniający prowadzi wody w kierunku południowym, do działki 140/2, a następnie dalej w stronę cieków w m. Strzelewo.



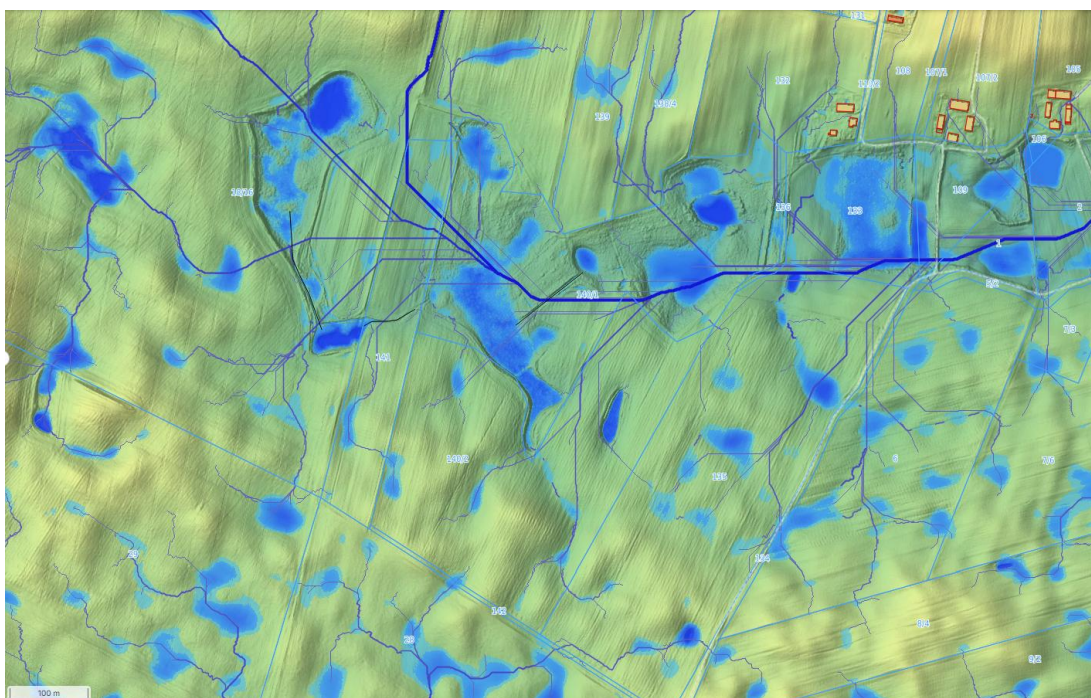
Ryc. 6.4.2.1. Obszar objęty opracowaniem na tle ortofotomapy.



Fot. 6.4.2.1. Zbiornik wodny na działce ewid. nr 29.



Ryc. 6.4.2.3. Obszar podzielony na zlewnie powierzchniowe.



Ryc. 6.4.2.4. Sieć drenażu wód opadowych.

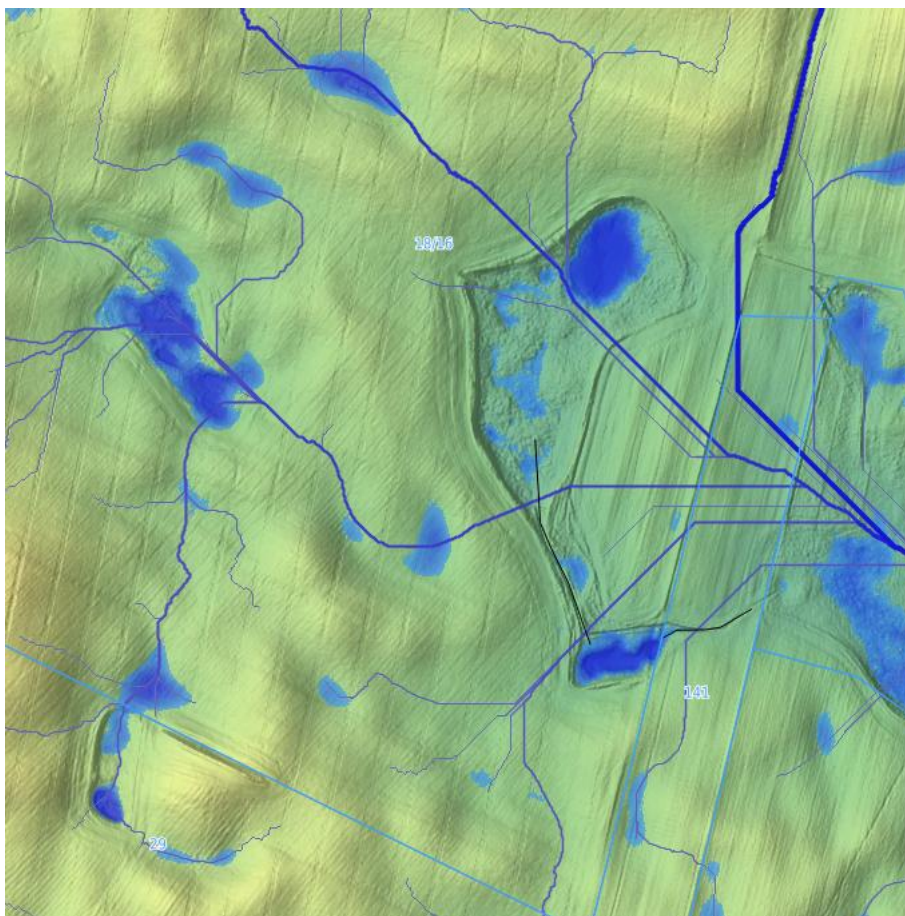
6.4.2.5. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

Założenia projektowe:

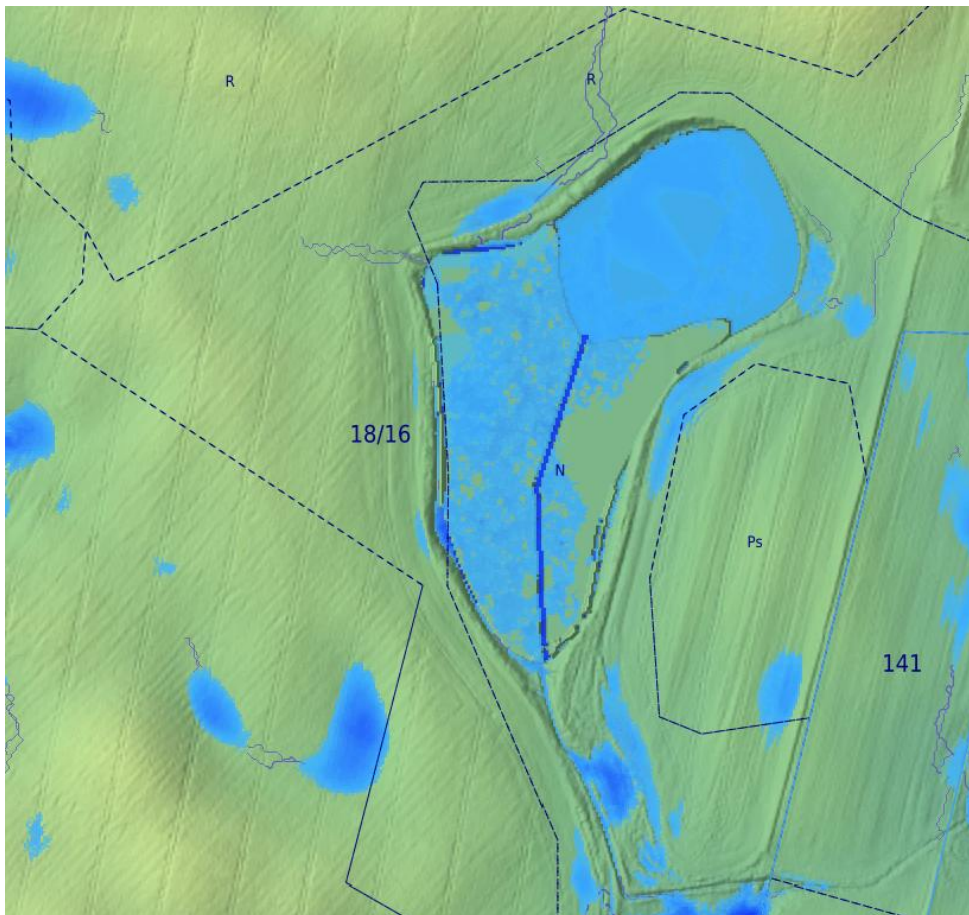
Projekt zakłada budowę/odtworzenie niewielkiego zbiornika retencyjnego w istniejącym obniżeniu na działce nr 18/16 (obręb Ugoda):

- Rzędna dna zbiornika: 96,00 m n.p.m.
- Rzędna maksymalnego piętrzenia: 98,50 m n.p.m.
- Pojemność całkowita: ok. 16 000 m³
- Powierzchnia lustra wody: ok. 0,49 ha

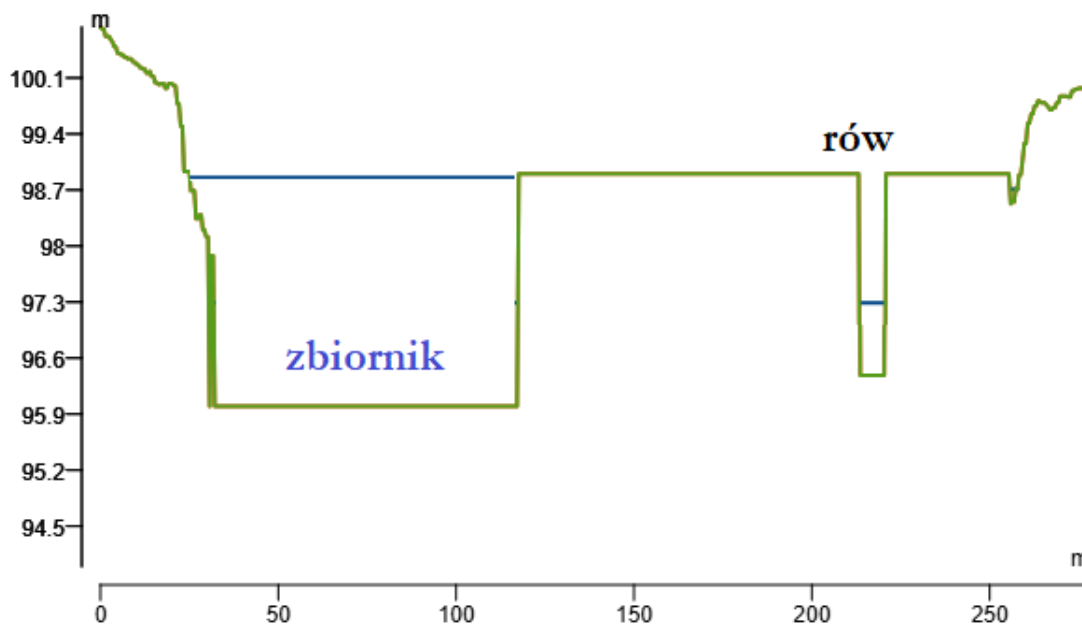
Urobek odkładać w obrębie pozostałej części obniżenia terenu. Uformować rów umożliwiający odprowadzenie wód ze zbiornika w kierunku południowym. Zbiornik napełniać się będzie wodą opadową i roztopową z otaczającej zlewni. Po osiągnięciu poziomu 98,5 m n.p.m. nadmiar wód zostanie samoistnie odprowadzony rowem w kierunku południowym – do działki nr 140/2, a dalej do odbiornika lokalnego.



Ryc. 6.4.2.5. Stan istniejący obniżenia terenu na działce 18/16



Ryc. 6.4.2.6. Stan po uformowaniu misy zbiornika o powierzchni 0,49 ha i głębokości 2,5 m.



Ryc. 6.4.2.7. Przekrój poprzeczny przez zbiornik wodny na działce nr 18/16 po przeprowadzeniu prac ziemnych. Zbiornik napełniać się ma wodą do osiągnięcia rzędnej 98,5 m.

Zakres planowanych działań:

1. Prace ziemne – pogłębienie części naturalnego obniżenia do rzędnej 96,00 m n.p.m. uformowanie misy zbiornika. Wydobyty urobek powinien zostać wykorzystany do wypełnienia/rozplantowania na powierzchni obniżenia terenu w otoczeniu nowego zbiornika.
2. Wykonanie przepustu wylotowego (rurociąg Ø 300–400 mm) z możliwością regulacji odpływu.
3. Odtworzenie i oczyszczenie rowu doprowadzającego wodę do zbiornika z zachowaniem jego naturalnego, meandrującego charakteru oraz pozostawieniem wybranych struktur roślinnych i mikrohabitatów wspierających bioróżnorodność i procesy samooczyszczania.
4. Rekultywacja biologiczna brzegów zbiornika – wprowadzenie roślinności hydrofitowej z zastosowaniem zróżnicowanych form zielonej infrastruktury wodnej poprawiającej stabilność brzegów, filtrację zanieczyszczeń oraz warunki siedliskowe dla organizmów wodno-błotnych.
5. Ewentualne przetamowania w rowach melioracyjnych na sąsiednich działkach (18/7, 140/2) dla zatrzymania wód spływowych z wykorzystaniem naturalnych materiałów i rozwiązań typu „nature-based solutions”, zwiększających retencję korytową i spowalniających odpływ zgodnie z zasadami ekohydrologii.

6.4.2.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne:

- Zwiększenie pojemności retencyjnej zlewni o ok. 16 000 m³,
- Ograniczenie spływu powierzchniowego i erozji,
- Zwiększenie infiltracji i zasilania wód gruntowych,
- Ustabilizowanie poziomu wód w rowach melioracyjnych,
- Zmniejszenie ryzyka lokalnych podtopień i erozji w dolnej części zlewni.

Efekty środowiskowe:

- Odtworzenie siedlisk wodno-błotnych opartych na naturalnych procesach hydrologicznych i sukcesji roślinnej.
- Wzrost bioróżnorodności biologicznej (ptactwo, płazy, roślinność hydrofitowa) dzięki poprawie warunków hydrologicznych, zwiększeniu mozaikowości siedlisk i wdrożeniu rozwiązań bliskich naturze.

- Poprawa mikroklimatu lokalnego (parowanie, wilgotność powietrza) w wyniku zwiększenia powierzchni zbiorników wodnych i zwiększenia retencyjności krajobrazu.
- Zwiększenie odporności krajobrazu rolniczego na skutki zmian klimatycznych poprzez wzmacnianie naturalnych procesów retencji, ograniczenie suszy glebowej oraz stabilizację obiegu wody.
- Podniesienie walorów estetycznych i edukacyjnych terenu oraz stworzenie przestrzeni sprzyjającej obserwacji procesów ekohydrologicznych i naturalnych zjawisk przyrodniczych.

6.4.2.7. Wnioski i rekomendacje

1. Zbiornik w Ugodzie jest hydrologicznie uzasadniony – jego zasilanie z obszaru 0,79 km² pozwoli na efektywne retencjonowanie wód opadowych i wspieranie naturalnych procesów w krajobrazie rolniczym.
2. Dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Inowrocławiu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne
3. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - a. plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - b. KIP
 - c. pozwolenia na budowę i warunki zabudowy
 - d. projekt biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.
4. Działania techniczne należy prowadzić zgodnie z zasadami minimalnej ingerencji w ekosystem oraz z wykorzystaniem rozwiązań opartych na przyrodzie (Nature-Based Solutions), takich jak roślinność filtracyjna, strefy litoralu i naturalna sukcesja roślinności.
5. Planowane działania wpisują się ramy finansowe: przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.

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

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

Wdrażanie działań retencyjnych etapami pozwala:

- stopniowo zwiększać retencję lokalną i regionalną,
- minimalizować ryzyko finansowe i organizacyjne,
- weryfikować efekty pilotażowe przed realizacją inwestycji większych i bardziej kosztownych,
- angażować lokalne społeczności,
- zsynchronizować inwestycje z cyklem finansowania JST, środkami krajowymi i unijnymi.

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

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

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

- a) działania agrotechniczne na polach uprawnych;

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

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

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

- a) inwestycje techniczne, w tym m.in. budowa zbiorników retencyjnych (200 m³ – kilka tys. m³), modernizacja urządzeń w systemach melioracyjnych – zmiana funkcji odwadniającej na dwukierunkową (odwadniająco-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.

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

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

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

1. **Utworzenie 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 powiązаныmi działaniami adaptacyjnymi w zakresie zielononiebieskiej infrastruktury.

Nabór: od 29.08.2025 r. do 30.01.2026 r.

Zakres wsparcia:

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

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

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

Pula środków na nabór wniosków: 30 mln PLN

2. **Dopłaty do Ekoschematów w ramach WPR 2021-2027 – ARiMR**

Nabór: co roku, do 2027

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

- 1) Rolnictwo węglowe i zarządzanie składnikami odżywczymi, które obejmuje m.in. takie praktyki rolnicze jak:

- Ekstensywne użytkowanie trwałych użytków zielonych (TUZ) z obsadą zwierząt,
- Międzyplony ozime lub wsiewki śródplonowe,
- Wymieszanie obornika na gruntach ornych w terminie 12 godzin od jego aplikacji,
- Stosowanie nawozów naturalnych płynnych innymi metodami niż rozbryzgowo,
- Uprozczone systemy uprawy,
- Wymieszanie słomy z glebą.

2) Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych.

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

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

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

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

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

Beneficjenci: rolnicy, spółdzielnie rolników

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

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

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

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

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

Fundusze regionalne

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

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

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

Zakres wsparcia:

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

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

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 100% wartości wydatków kwalifikowanych

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

2. Program Priorytetowy - WFOŚiGW w Toruniu.

1) Program Priorytetowy EKO-KLIMAT – woda, powietrze, ziemia – preferencyjny program pożyczkowy

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

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

- a) Poprawa gospodarki wodno-ściekowej:

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

b) Adaptacja do zmian klimatu:

- realizację zielono-błękitnej infrastruktury na terenach zabudowanych;
- modernizację kanalizacji deszczowej, umożliwiającą 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 wieczystości 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

- Powiat bydgoski charakteryzuje się złożonym układem hydrograficznym, obejmującym doliny Wisły, Brdy i Noteci, system kanałów oraz liczne jeziora polodowcowe, co tworzy istotny, choć nierównomiernie rozmieszczony potencjał retencyjny.
- Analiza warunków klimatycznych i hydrologicznych (opady, temperatura, ETo, KBW) oraz map PPSS wskazuje na wysokie zagrożenie suszą rolniczą

i atmosferyczną, szczególnie w środkowej i zachodniej części powiatu, przy jednoczesnym umiarkowanym zagrożeniu suszą hydrologiczną i słabym–umiarkowanym zagrożeniu hydrogeologicznym.

- Obserwuje się również lokalne zagrożenia podtopieniami w dolinach Wisły, Brdy i Noteci oraz w sąsiedztwie Kanału Bydgoskiego i Górnonoteckiego.
- Koncepcja zakłada transformację systemów melioracyjnych z funkcji odwadniającej na retencyjno-regulacyjną, poprzez wykorzystanie małej retencji (zbiorniki, zastawki, renaturyzacja cieków, ochrona mokradeł, retencja leśna, zabiegi agroekologiczne).
- Jako obiekty pilotażowe wskazano:
 - (1) mikrozlewnię w Wudzyнку, gdzie funkcjonująca zastawka stabilizuje poziom wód gruntowych i wspiera ochronę Użytku Ekologicznego „Mokradło w Wudzyнку”, umożliwiając retencjonowanie 8-16 tys. m³ wody;
 - (2) projekt zbiornika retencyjnego w Ugodzie (gmina Sicienko) o pojemności ok. 16 000 m³, zwiększający retencję krajobrazu rolniczego i ograniczający spływ powierzchniowy.
- Oba projekty stanowią modelowe przykłady działań rozproszonych, które można skalować na obszar całego powiatu.

8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych

- Istniejącą sieć melioracyjną należy traktować jako system retencji regulowanej, poprzez wprowadzanie zastawek, progów i elementów spowalniających odpływ oraz rezygnację z działań przyspieszających odwodnienie (pogłębianie, prostowanie koryt).
- Zaleca się kontynuację działań pilotażowych w Wudzyнку, w tym budowę kolejnych mikro-zastawek, wzmocnienie zielonej infrastruktury, monitoring hydrologiczny oraz utrzymanie zastawki na działce 134/4 jako kluczowego elementu stabilizacji mokradeł.
- Projekt zbiornika w Ugodzie powinien zostać wdrożony jako priorytetowy, z opracowaniem uproszczonej dokumentacji technicznej i uzgodnień wodnoprawnych.
- Należy przeprowadzić inwentaryzację potencjalnych lokalizacji małej retencji we wszystkich gminach powiatu, obejmującą:

- system rowów,
 - naturalne obniżenia terenu,
 - nieczynne lub zdegradowane stawy,
 - doliny cieków,
 - mokradła i torfowiska.
- Wskazane jest rozwinięcie działań edukacyjnych i doradczych dla rolników, spółek wodnych, leśników oraz gmin.

8.3. Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań

- Wykonać modelowanie hydrologiczne dla kluczowych zlewni powiatu w warunkach różnych scenariuszy klimatycznych i sposobów użytkowania terenu.
- Uzupelnąć rozpoznanie o analizy hydrogeologiczne i glebowe w obszarach narażonych na suszę rolniczą oraz intensywnie użytkowanych rolniczo, celem określenia możliwości zwiększenia retencji glebowej i wdrażania nawodnień.
- Opracować jednolity system priorytetyzacji inwestycji retencyjnych dla powiatu bydgoskiego, oparty na kryteriach hydrologicznych, rolniczych, ekologicznych i ekonomicznych, możliwy do stosowania przez wszystkie gminy i instytucje LPW.
- Po ocenie efektów projektów w Wudzyńku i Ugodzie należy stopniowo rozszerzać działania na kolejne mikrozwlewnie, szczególnie te o wysokim zagrożeniu suszą lub niskiej retencji krajobrazowej.
- Wskazane jest rozwinięcie stałego monitoringu hydrologicznego i przyrodniczego, obejmującego ciek, mokradła i zbiorniki retencyjne, z wykorzystaniem technologii GIS, teledetekcji i pomiarów automatycznych.

9. Literatura

1. ARiMR 2024 – Wycena robót wodno-melioracyjnych.
2. Bąk B., Maszewski R. 2012. Typy cyrkulacji atmosfery w regionie bydgosko-toruńskim podczas długotrwałej suszy meteorologicznej w latach 1989–1998. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 12. Z. 4 (40) p. 17–29.
3. Bartczak, A., Krzemiński, M. & Araźny, A. Changes in evaporation patterns and their impact on Climatic Water Balance and river discharges in central Poland, 1961–2020. *Reg Environ Change* 24, 130 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02296-3> <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-024-02296-3>
4. Bukowski M. 2012. Efektywność ekonomiczna produkcji energii w małych elektrowniach wodnych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie*. Nr 34. Falenty. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-49-3 ss. 196.
5. Bukowski M., Liziński T., Wróblewska A. 2014. Efektywność ekonomiczna inwestycji z zakresu melioracji wodnych na przykładzie PROW 2007–2013. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 14. Z. 2(46) s. 5–15.
6. Charakterystyka posterunków wodowskazowych IMGW – dane ogólnodostępne, hydro.imgw.pl.
7. Chelmiński W. 2001. *Woda - Zasoby, degradacja, ochrona*. PWN Warszawa, 1-305.
8. Corine Land Cover, 2018 – Inspekcja Ochrony Środowiska, format WMS.
9. Cyfrowe mapy pokrywy glebowej Polski z zasobów Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego.
10. Dane archiwalne Państwowego Monitoringu Środowiska – GIOŚ.
11. GUS 2025
12. GUS 2024
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. Łysoń P., Wawer R. (red.) 2020. Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu. IUNG-PIB, 1-38.
17. Manteuffel Szoega H. 2002. Elementy ekonomiki gospodarowania wodą w rolnictwie. Warszawa. Wydaw. SGGW. ISBN 8-372-44382-3 ss. 228.
18. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 (MPHP10k) – Wody Polskie, format WMS.
19. Mapa zagrożenia powodziowego – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
20. 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.
21. Ortofotomapa standardowa – GUGIK, portal WMS Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy. (PPSS) – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
22. 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.
23. Pociask-Karteczka J. (red.) 2006. Zlewnia – Właściwości i procesy. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego Kraków, 1-295
24. Powiatowy Plan Wodny dla POWIATU BYDGOSKIEGO (Plan rozwoju gospodarki wodą na terenach wiejskich na lata 2022 - 2030). 2021. Lokalne Partnerstwo Wodne Powiatu Włocławskiego, KPODR Minikowo.
25. Przybyła C., Sojka M., Mrozik R., Wróżyński R., Pyszny K. 2015. Metodyczne i praktyczne aspekty planowania małej retencji. Bogucki Wydawnictwo Naukowe Poznań, 1-204.
26. Strona Internetowa: Główny Urząd Statystyczny, Bank danych lokalnych. <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>
27. Strona internetowa: Hydro IMGW-PIB, <https://hydro.imgw.pl>
28. Strona Internetowa: Urząd Statystyczny w Bydgoszczy, <http://bydgoszcz.stat.gov.pl/dane-o-wojewodztwie/>
29. Strona internetowa: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Dane dotyczące stanu ekologicznego i chemicznego JCWP <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/maps/>
30. Treder W. 2022. Kodeks dobrych praktyk wodnych w ogrodnictwie. Wyd. Instytut Ogrodnictwa -PIB Skierniewice, 1-153.

31. Wawer R., Kolasińska K. (red.) 2020. Kodeks dobrych praktyk wodnych w rolnictwie. Praca zbiorowa, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 1-214.
32. Wawrzyniak B.M. 2002. Monografia rolnictwa województwa kujawsko-pomorskiego. Wydawnictwo WTN Włocławek, 1-526.
33. Woś. A. Zarys klimatu Polski. 1996. Wyd. Nauk. UAM. s. 300 ISBN 83-232-0755-0
34. 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 bydgoskiego
2. Ryc. 2.2.4. Sieć hydrograficzna powiatu bydgoskiego
3. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu bydgoskiego
4. Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu bydgoskiego.
5. Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu bydgoskiego, zgodnie z PPSS.
6. Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu bydgoskiego, zgodnie z PPSS.
7. Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu bydgoskiego, zgodnie z PPSS.
8. Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu bydgoskiego, zgodnie z PPSS.
9. Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu bydgoskiego, zgodnie z PPSS.
10. Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu bydgoskiego, zgodnie z ISOK.

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.2.1. Obszar objęty opracowaniem na tle ortofotomapy.

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

2. 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.
3. 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).
4. Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
5. Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
6. Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
7. Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
8. Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
9. Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
10. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
11. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie bydgoskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
12. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie bydgoskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014

13. 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
14. 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.
15. Ryc. 6.4.1.1. System melioracyjny w miejscowości Wudzynek na tle mapy rzeźby terenu, oparty o rów melioracyjny oraz obszar podmokły znajdujący się w centralnej części obszaru.
16. Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja jednej z 11 zastawek na rowie działka 134/4. Budowla ograniczająca odpływ wody z obszaru podmokłego użytku ekologicznego - Mokradło w Wudzyнку Nr rej. CRFOP: [PL.ZIPOP.1393.UE.0403032.2226](https://pau.gov.pl/rozwiazanie-zadania/1393)
17. Ryc. 6.4.1.2. Efekt pracy zastawki na rowie na granicy działek 275/13 i 134/4 obręb Wudzynek w dniu 04.11.2025 - ustabilizowanie poziomu wody na terenie podmokłym na działce nr 122 do rzędnej 91,23 m n.p.m.
18. Ryc. 6.4.1.3. Zasięg zlewni całkowitej rowu melioracyjnego – 6,32 km² wraz z obszarami retencji wody opadowej (zalegania) przy opadzie >20 mm na pół godziny.
19. Ryc. 6.4.1.4. Obszar analizy wraz z siecią spływu powierzchniowego podzielony na trzy zlewnie powierzchniowe A, B i C.
20. Ryc. 6.4.1.5. Mapa glebowo-rolnicza analizowanego obszaru
21. Fot. 6.4.2.1. Zbiornik wodny na działce ewid. nr 29.
22. Ryc. 6.4.2.2. Obszar objęty opracowaniem na tle mapy glebowo-rolnej.
23. Ryc. 6.4.2.3. Obszar podzielony na zlewnie powierzchniowe
24. Ryc. 6.4.2.4. Sieć drenażu wód opadowych .
25. Ryc. 6.4.2.5. Stan istniejący obniżenia terenu na działce 18/16
26. Ryc. 6.4.2.6. Stan po uformowaniu misy zbiornika o powierzchni 0,49 ha i głębokości 2,5 m.
27. Ryc. 6.4.2.7. Przekrój poprzeczny przez zbiornik wodny na działce nr 18/16 po przeprowadzeniu prac ziemnych. Zbiornik napełniać się ma wodą do osiągnięcia rzędnej 98,5 m.

4. Legendy i opisy map.

1. ET₀ – ewapotranspiracja potencjalna
2. GAEC2 – Dobra Kultura Rolna zgodna z ochroną gleb i wód
(ang. Good Agricultural and Environmental Condition – norma GAEC
dotycząca ochrony gleb organicznych i terenów podmokłych)
3. Geoportal – ogólnodostępny system informacji przestrzennej prowadzony przez
Głównego Geodetę Kraju
4. ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju
5. IMGW-PIB - Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut
Badawczy
6. ITP-PIB – Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut
Badawczy
7. IUNG-PIB – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy
Instytut Badawczy
8. KBW – Klimatyczny Bilans Wodny
9. KIP – Karta Informacyjna Przedsięwzięcia
10. LPW – Lokalne Partnerstwa Wodne
11. NBS – (ang. Natural Based Solution), rozwiązania oparte na naturze
12. PG Wody Polskie – Państwowe Gospodarstwo Wody Polskie
13. PPSS – Plany Przeciwdziałania Skutkom Suszy
14. PPW – Powiatowe Plany Wodne
15. TUZ – Trwałe Użytki Zielone