



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 Włocławskiego”*

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Włocławskiego”

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*

oraz

prof. dr hab. inż. Roman Rolbiecki, *Politechnika Bydgoska*

prof. dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, *Politechnika Bydgoska*

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego (UKW) w Bydgoszczy:

dr hab. inż. Michał Habel, *UKW*

dr Dawid Szatten, *UKW*

dr Monika Szymańska-Walkiewicz, *UKW*

mgr inż. Marta Brzezińska, *UKW*

SPIS TREŚCI

I. Części opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.....	1
1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi.	1
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.....	2
1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego).	5
2. Charakterystyka obszaru.....	8
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozlewnie.	8
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).	9
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	13
2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych).	15
3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.	16
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.....	16
3.2. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe	26
4. Koncepcja systemu małej retencji.	31
4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią.	31
4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie wg wybranych wskaźników. ...	33
5. Proponowane środki i rozwiązania.	37
5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).	38
5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.....	38
5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych). ..	39
5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej.....	40
5.5. Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych).	44

5.6.	Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby).	51
6.	Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).....	60
6.1.	Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.	60
6.2.	Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).....	62
6.3.	Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).	63
6.4.	Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.	76
7.	Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.	97
7.1.	Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).	97
7.2.	Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.	99
7.3.	Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).....	102
8.	Wnioski i rekomendacje końcowe.....	112
8.1.	Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji	112
8.2.	Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych	113
8.3.	Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań.....	114
9.	Literatura.....	116
II. Część graficzna		
1.	Mapy przeglądowe obszaru powiatu.	
2.	Mapy koncepcyjne rozwiązań.	
3.	Rysunki schematyczne i przekroje.	
4.	Legendy i opisy map.	

I. Część opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.

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

Potrzeba opracowania koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie włocławskim wynika z narastających problemów hydrologicznych, w tym deficytu wody w okresach wegetacyjnych, zwiększoną zmiennością warunków opadowych oraz rosnącą częstotliwością zjawisk ekstremalnych, takich jak susze, gwałtowne opady i lokalne podtopienia. Realizacja koncepcji ma na celu zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi, ochronę środowiska oraz wsparcie produkcji rolnej.

Powiat włocławski charakteryzuje się urozmaiconym krajobrazem obejmującym niziny doliny Wisły, obszary wysoczyznowe Pojezierza Kujawskiego oraz liczne doliny mniejszych cieków i dopływów Wisły. Dominują grunty rolne, przy stosunkowo niewielkim udziale lasów, co ogranicza naturalną zdolność retencyjną krajobrazu. Systemy urządzeń wodno-melioracyjnych, głównie odwadniających, powodują szybki odpływ wód opadowych i roztopowych, ograniczając ich infiltrację i magazynowanie w zlewniach lokalnych. W rezultacie powiat narażony jest zarówno na niedobory wody w okresach wegetacyjnych, jak i na lokalne zagrożenia powodziowe i podtopienia podczas intensywnych opadów.

Głównym celem koncepcji systemu małej retencji jest poprawa bilansu wodnego powiatu włocławskiego głównie poprzez zwiększenie zdolności magazynowania wód opadowych i roztopowych w krajobrazie rolniczym, dolinach rzecznych i systemach melioracyjnych. Planowanie małej retencji na obszarze powiatu powinno uwzględniać zmianę modelu gospodarowania wodą, z modelu szybkiego odprowadzania wód na rzecz ich zatrzymywania w terenie oraz stopniowego uwalniania wody. Pozwala to zwiększyć dostępność wody dla upraw, stabilizować poziom wód gruntowych i ograniczyć skutki suszy.

Istotnym elementem koncepcji jest przeciwdziałanie skutkom ekstremalnych zjawisk hydrologicznych, w tym suszy i podtopień. Poprawa retencji dolin rzecznych, odtworzenie terenów podmokłych, rozwój niewielkich zbiorników wodnych, oczek wodnych oraz modernizacja urządzeń piętrzących w rowach i ciekach pozwalają

spowolnić odpływ wód powierzchniowych, ograniczyć ryzyko powodzi i erozji gleb, a jednocześnie zwiększyć zasilanie wód gruntowych.

Koncepcja systemu dla powiatu powinna opierać się na wzajemnie uzupełniających się działaniach przyrodniczych, krajobrazowych i technicznych. Działania małej retencji w obrębie zlewni czy mikrozlewni pozwolą na dostosowanie rozwiązań do lokalnych uwarunkowań hydrologicznych, topograficznych i użytkowania terenu.

Realizacja spójnej koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie włocławskim przyczyni się do:

- poprawy bilansu wodnego i stabilizacji poziomu wód gruntowych,
- ograniczenia skutków suszy i lokalnych podtopień,
- zwiększenia retencji krajobrazowej i śródpolnej,
- ochrony gleb przed erozją i degradacją,
- wzmocnienia odporności powiatu na zmiany klimatu oraz wsparcia zrównoważonej produkcji rolnej.

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

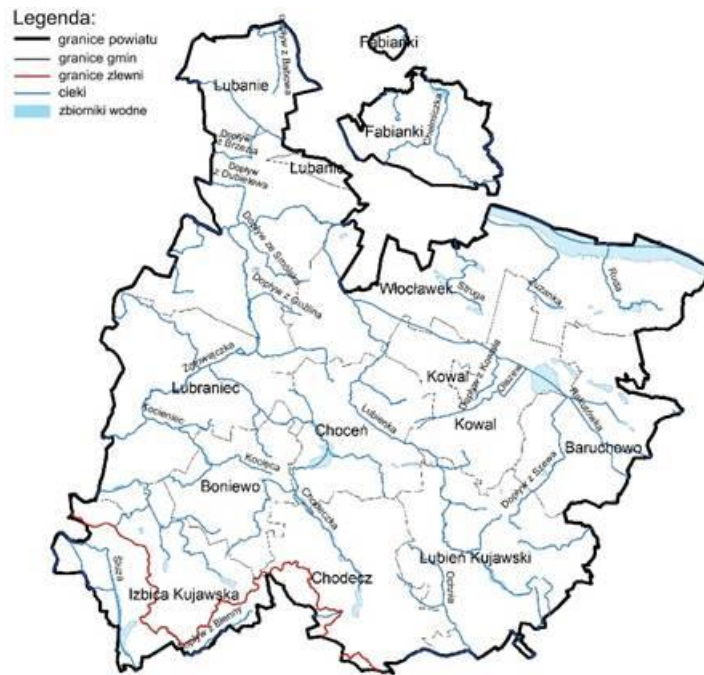
Powiat włocławski mieści się w południowo-wschodniej części województwa kujawsko-pomorskiego. Powierzchnia powiatu wynosi 1472,34 km², co stanowi 8,2% powierzchni województwa. W skład powiatu włocławskiego wchodzi gminy: Baruchowo, Boniewo, Brześć Kujawski, Choceń, Chodecz, Fabianki, Izbica Kujawska, Kowal, Lubanie, Lubień Kujawski, Lubraniec i Włocławek. Opisywany powiat sąsiaduje powiatami: radziejowskim, aleksandrowskimi i lipnowskim.



Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu włocławskiego

Największa część powiatu włocławskiego zlokalizowana jest w dorzeczu Wisły. Niewielka część powiatu, która zlokalizowana jest w pobliżu jego południowo-zachodnich i południowych granic należy do dorzecza Odry. Główne dopływy Wisły na terenie powiatu to: Zgłowiączka oraz Zuzanka. Największą rzeką na terenie powiatu należącą do dorzecza Odry jest Noteć.

Największa część powiatu włocławskiego zlokalizowana jest w dorzeczu Wisły. Niewielka część powiatu, która zlokalizowana jest w pobliżu jego południowo-zachodnich i południowych granic należy do dorzecza Odry. Główne dopływy Wisły na terenie powiatu to: Zgłowiączka oraz Zuzanka. Największą rzeką na terenie powiatu należącą do dorzecza Odry jest Noteć.



Ryc.1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu włocławskiego

Największym natężeniem przepływu na terenie powiatu cechuje się rzeka Wisła. Przepływ średni Wisły obliczony na podstawie średnich rocznych przepływów w posterunku wodowskazowym Włocławek wynosi około $900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Przeciętny przepływ największego dopływu Wisły na terenie powiatu – rzeki Zgłowiączki (posterunek wodowskazowy zlokalizowany powyżej ujścia do Wisły) wynosi $3,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Obszar powiatu cechuje się jednymi z najniższych wartości średniego rocznego odpływu jednostkowego w Polsce. Jest to obszar o bardzo małej zasobności w wody powierzchniowe. W przeważającej części powiatu średni odpływ jednostkowy w ciągu roku nie przekracza $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Tylko w północnej części powiatu jest nieznacznie większy od $3,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Na bardzo małe wartości odpływu jednostkowego wpływają dwa główne czynniki kształtujące bilans wodny tego obszaru. Pierwszym z nich są sumy opadów atmosferycznych. Średnia roczna suma opadów na terenie powiatu należy do najniższych w kraju. Drugim są warunki termiczne panujące w powiecie. Region w którym znajduje się powiat należy do najcieplejszych w kraju, co determinuje jedne z najwyższych wartości parowania terenowego (ewapotranspiracji) w kraju.

Na terenie powiatu obserwuje się okresowy brak przepływu wody lub bardzo małe przepływy w górnych odcinkach mniejszych cieków (np. w okresie późnej wiosny i lata). Problem ten jest szczególnie zauważalny w latach klasyfikowanych jako suche.

Na terenie powiatu przeważają obszary których jeziorność zawiera się w przedziale 1-2%. Południowa część powiatu wyróżnia się mniejszym udziałem jezior w ogólnej powierzchni (jeziorność <0,5%). W obrębie powiatu wrocławskiego zlokalizowanych jest blisko 40 jezior, których sumaryczna powierzchnia przekracza 1500 ha. Na obszarze powiatu znajdują się wiele naturalnych zbiorników wodnych, których część charakteryzuje się istotnymi walorami przyrodniczymi oraz mających znaczenie dla turystyki. Największymi jeziorami powiatu jest jez. Rakutowskie (powierzchnia ok. 300 ha), jezioro Modzerowskie-Długie (pow. 231 ha) oraz jez. Borzymowskie (pow. 195 ha).

W granicach powiatu zlokalizowane są dość liczne ekosystemy torfowiskowe, które zostały w różnym stopniu przekształcone na skutek działalności gospodarczej człowieka. Są to torfowiska zaliczane do niskich, czyli zasilanych wodami gruntowymi i powierzchniowymi. Najlicniejszą grupę stanowią torfowiska o małej powierzchni. Większość tych torfowisk występuje w południowej (dolinki cieków, lokalne obniżenia) i północnej części powiatu (dolina Wisły i doliny jej bezpośrednich dopływów). Największy zwarty kompleks ekosystemów podmokłych znajduje się we wschodniej części powiatu (otoczenie Jeziora Rakutowskiego) i objęty jest ochroną (obszar Natura 2000).

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 Włocławskiego – 2022–2030, KPODR w Minikowie**. Dokument opracowany pod koniec 2021 roku nadal obowiązuje i wyznacza kierunki działań w zakresie retencji wodnej na terenie powiatu włocławskiego. W szczególności uwzględniono gminy Boniewo i Izbica Kujawska, które ze względu na niedobory wody oraz intensywne użytkowanie gleb lekkich wymagają wsparcia inwestycyjnego. Plan przewiduje budowę

zbiorników wodnych oraz modernizację systemów melioracyjnych w obszarach rolniczych, mających na celu poprawę lokalnego bilansu wodnego.

– **Powiatowe Plany Wodne – rola i znaczenie – 2021, KPODR Minikowo.**

Publikacja podkreśla znaczenie lokalnych planów wodnych w przeciwdziałaniu skutkom suszy. Wskazuje na potrzebę dostosowania działań retencyjnych do warunków hydrologicznych i struktury użytkowania gruntów w powiecie wrocławskim.

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

Opracowanie opisuje funkcjonowanie LPW w powiecie wrocławskim, ze szczególnym uwzględnieniem aktywności gmin wiejskich. Zwraca uwagę na rolę partnerstw w inicjowaniu projektów retencyjnych i wspieraniu lokalnej współpracy między rolnikami, samorządami i spółkami wodnymi.

2. Charakterystyka obszaru.

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

Powiat wrocławski położony jest w południowo-wschodniej części województwa kujawsko-pomorskiego, w strefie przejściowej między Kujawami a doliną środkowej Wisły. Od wschodu graniczy z województwem mazowieckim, a od południa z województwem łódzkim. Centralne i północne obszary powiatu pozostają pod silnym wpływem doliny Wisły, natomiast pozostała część obejmuje wysoczyzny kujawskie o typowo rolniczym charakterze.

Ukształtowanie terenu powiatu wrocławskiego jest przeważnie nizinne.. Najniżej położone obszary związane są z doliną Wisły, gdzie występują terasy zalewowe i nadzalewowe, starorzecza oraz obniżenia terenu okresowo podtapiane. Poza doliną Wisły dominują łagodnie faliste wysoczyzny morenowe Kujaw, rozcięte dolinami mniejszych rzek i cieków. Różnice wysokości są umiarkowane, jednak lokalne spadki terenu sprzyjają szybkiemu spływowi powierzchniowemu wód opadowych, szczególnie na obszarach intensywnie użytkowanych rolniczo. Znaczna część powierzchni powiatu zajęta jest przez grunty orne, przy stosunkowo niewielkim udziale lasów i naturalnych terenów retencyjnych.

Pod względem hydrograficznym powiat włocławski w całości położony jest w dorzeczu Wisły. Główną osią systemu hydrologicznego jest rzeka Wisła, która odgrywa kluczową rolę w odprowadzaniu wód powierzchniowych oraz kształtowaniu warunków wodnych w północnej części powiatu. Do Wisły uchodzi szereg mniejszych rzek i cieków, tworzących lokalne zlewnie o znaczeniu rolniczym i przyrodniczym.

W granicach powiatu wyróżnia się zlewnie i mikrozlewnie rzek takich jak Zgłowiączka, Lubieńka oraz liczne mniejsze cieki i rowy melioracyjne. Zlewnia Zgłowiączki obejmuje znaczną część obszarów rolniczych i charakteryzuje się silnym przekształceniem antropogenicznym, wynikającym z intensywnej melioracji i regulacji cieków. Mikrozlewnie tych cieków pełnią istotną rolę w lokalnym bilansie wodnym, decydując o odpływie wód opadowych, zasilaniu wód gruntowych oraz występowaniu lokalnych podtopień lub deficytów wody.

Układ zlewni i mikrozlewni w powiecie włocławskim jest silnie uzależniony od ukształtowania terenu i sposobu użytkowania gruntów. Przewaga systemów odwadniających powoduje skrócenie czasu retencji wody w krajobrazie, co zwiększa podatność powiatu na susze rolnicze oraz lokalne podtopienia. Z tego względu zlewnie i mikrozlewnie stanowią kluczowy poziom planowania i wdrażania działań z zakresu małej retencji wodnej oraz zrównoważonej gospodarki wodnej w powiecie włocławskim.

Jednolite części wód rzecznych objęte monitoringiem jakości wody na terenie powiatu włocławskiego charakteryzują się zróżnicowanym stanem ekologicznym. Przeważają jednolite części wód rzecznych o umiarkowanym stanie ekologicznym (m.in. rz. Zgłowiączka, rz. Rakutówka na odcinku do Olszewi, rz. Niwka) oraz o słabym stanie ekologicznym (m.in. rz. Lubieńka na odcinku do Rakutówki, rz. Chodeczka na odcinku do jez. Borzymowskiego). Zły stan ekologiczny mają krótsze odcinki cieków (m.in. rz. Rakutówki od Olszewa do jej ujścia, rz. Kocieniec). Jednolite części wód jeziornych objęte monitoringiem na terenie powiatu odznaczają się głównie umiarkowanym (np. jez. Wikaryskie) oraz złym stanem ekologicznym (np. jez. Borzymowskie). Jedynym jeziorem na terenie powiatu, którego stan ekologiczny określono jako dobry jest jezioro Goreńskie.

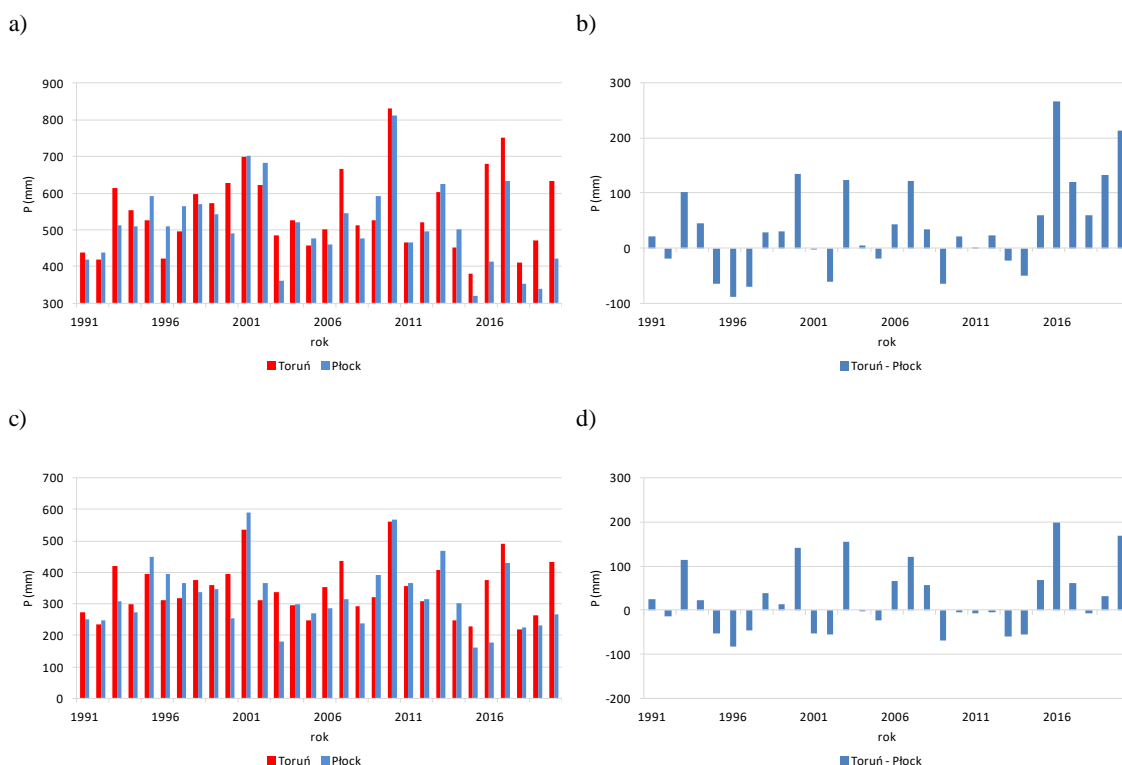
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).

Klimat Powiatu Włocławskiego, który leży na obszarze Kujaw, jest uwarunkowany napływem mas powietrza z kierunków zachodnich i południowych. Stąd

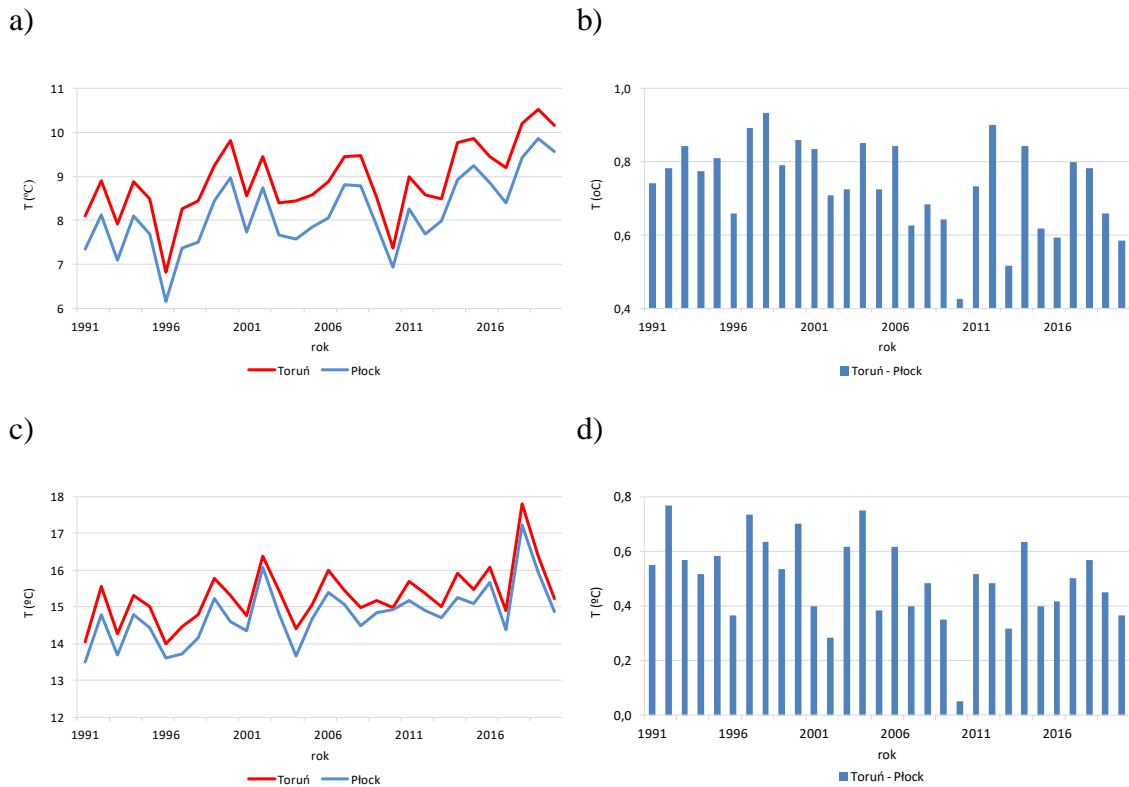
północna i środkowa część powiatu ma klimat zbliżony do klimatu Powiatu Toruńskiego i dla tych obszarów przyjęto jako bardziej reprezentatywne dane klimatyczne pochodzące ze stacji meteorologicznej IMGW-PIB w Toruniu. Natomiast warunki klimatyczne w południowej części powiatu są bardziej zbliżone do panujących w Powiecie Płockim, stąd do analizy wykorzystano dane klimatyczne pochodzące ze stacji meteorologicznej IMGW-PIB w Płocku.

Różnice w przebiegu opadów wynikające ze zmienności klimatycznej powodowały, że w latach 1991-2020 średnia roczna suma opadów w Toruniu wynosiła 549 mm, a w Płocku 511 mm, średnia różnica tych sum w wieloleciu wynosiła (37 mm), przy czym największą różnicę wynoszącą 266 mm zanotowano w 2016 r. kiedy w Toruniu zanotowano 680 mm, a w Płocku 414 mm, a w, zaś najmniejszą w 2011 r. kiedy suma opadów w Toruniu była większa tylko o 1 mm.

Maksimum sum opadów Toruniu wynosiło 832 mm (2010), w Płocku miało wartość 811 mm (2010),), minimum w Toruniu wynosiło 379 mm (2015), w Płocku 319 mm w tym samym roku. Zmienność opadów rocznych na obu stacjach i wynikające z tych przebiegów różnice przedstawiono na rys. 2.2.1.



Rys. 2.2.1. Przebieg opadów w Toruniu i Płocku: a) roczne sumy opadów atmosferycznych, b) różnice rocznych sum w wieloleciu 1991-2020. Źródło: ITP-Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB.



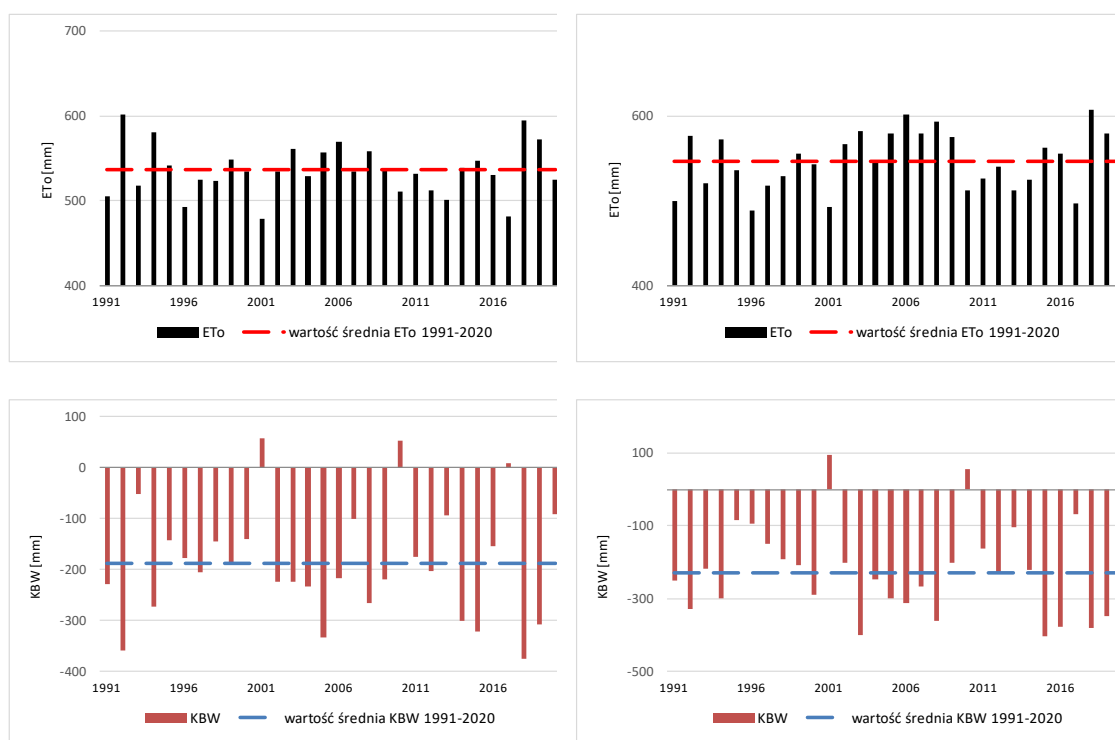
Rys. 2.2.2. Przebieg temperatury w Toruniu i Płocku w wieloleciu 1991-2020: a) średnia roczna temperatura, b) różnice temperatury w okresie wegetacyjnym (IV-IX). Źródło: ITP-Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB

Analiza przebiegu temperatury powietrza na obu stacjach wykazała, że średnia roczna temperatura w Toruniu wynosiła $8,9^{\circ}\text{C}$, minimalna $6,8^{\circ}\text{C}$ (1996), maksymalna $10,5^{\circ}\text{C}$ (2019). Analogicznie dla w Płocku wartości te wynosiły odpowiednio: średnia roczna $8,7^{\circ}\text{C}$, minimalna $6,6^{\circ}\text{C}$ (1996), maksymalna $10,3^{\circ}\text{C}$ (2019).

Mimo różnic w przebiegu opadów i temperatury na obu stacjach, dwóch podstawowych czynników wpływających na wartość ewapotranspiracji E_{To} i klimatycznego bilansu wodnego KBW, zarówno w przebiegu rocznym i w okresie wegetacyjnym nie stwierdzono istotnych różnic w przebiegu wartości tych obu parametrów (rys. 4). Podstawowe statystyki E_{To} i KBW przedstawiono w tabeli 2.2.1.

Toruń

Płock



Rys. 2.2.3. Przebieg ETo i KBW (mm) w Toruniu i Płocku w wieloleciu 1991-2020.

Źródło: ITP-Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB

Tab. 2.2.1. Statystyki ETo i KBW w latach 1991-2020.

Wartość (mm)/ parametr	Toruń		Płock	
	ETo	KBW	ETo	KBW
Średnia	536	-187	547	-228
Min.	479 (2001)	-375 (2018)	488 (1996)	-402 (2015)
Max.	602 (1992)	57 (2001)	608 (2018)	97 (2001)

Źródło. ITP-Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB

Porównując dane z wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 zaznaczył się wyraźny wzrost temperatury na całym obszarze Powiatu Włocławskiego i bardzo mały wzrost opadów. Tym samym pogorszyły się warunki dla rolnictwa spowodowane wyraźnym wzrostem ewapotranspiracji i pogłębił się deficyt wody, co skutkuje szybszym wyczerpywaniem z gleby i lokalnych źródeł wody się wody niezbędnej do prowadzenia gospodarki rolniczej. W wyniku zmian klimatycznych Powiat Włocławski stał się

bardziej wrażliwy na powstawanie suszy rolniczej, zwłaszcza w okresach często pokrywających się z okresami suszy meteorologicznej.

Największym natężeniem przepływu na terenie powiatu cechuje się rzeka Wisła. Przepływ średni Wisły, obliczony na podstawie średnich rocznych przepływów w posterunku wodowskazowym Włocławek, wynosi około $900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

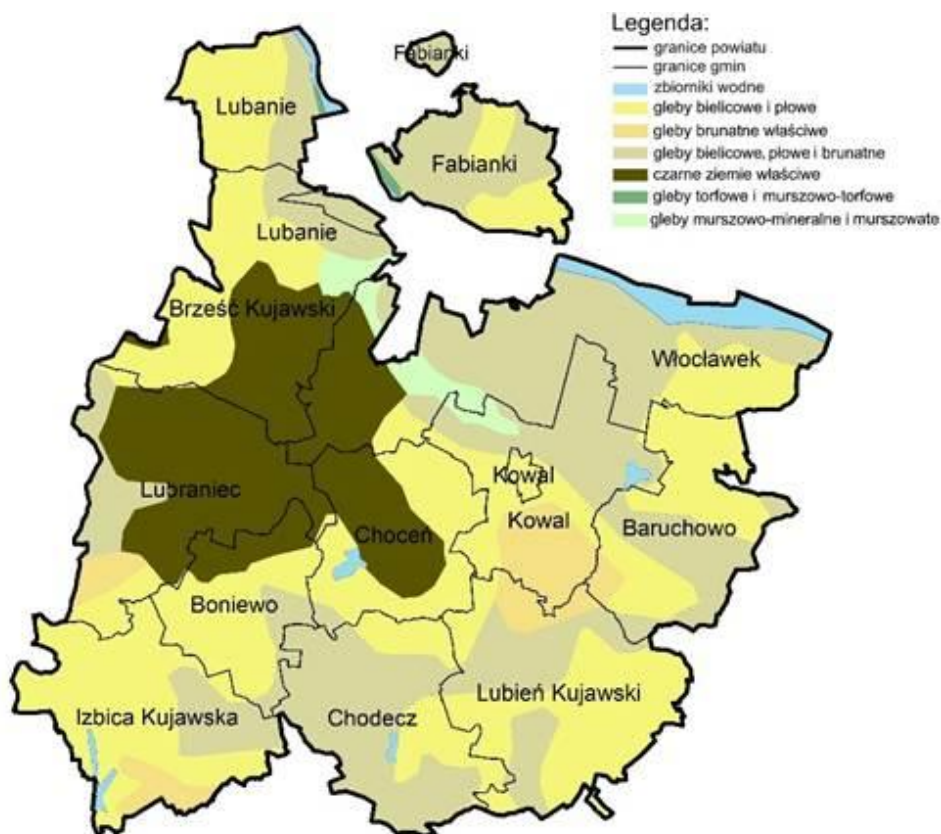
Przeciętny przepływ największego dopływu Wisły na terenie powiatu – rzeki Zgłowiączki (posterunek wodowskazowy zlokalizowany powyżej ujścia do Wisły) wynosi $3,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Obszar powiatu cechuje się jednymi z najniższych wartości średniego rocznego odpływu jednostkowego w Polsce. Jest to obszar o bardzo małej zasobności w wody powierzchniowe. W przeważającej części powiatu średni odpływ jednostkowy w ciągu roku nie przekracza $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Tylko w północnej części powiatu jest nieznacznie większy od $3,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Na bardzo małe wartości odpływu jednostkowego wpływają dwa główne czynniki kształtujące bilans wodny tego obszaru. Pierwszym z nich są sumy opadów atmosferycznych. Średnia roczna suma opadów na terenie powiatu należy do najniższych w kraju. Drugim są warunki termiczne panujące w powiecie. Region w którym znajduje się powiat należy do najcieplejszych w kraju, co determinuje jedne z najwyższych wartości parowania terenowego (ewapotranspiracji) w kraju.

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

Na obszarze powiatu znajdują się głównie gleby mineralne wytworzone z utworów polodowcowych. Największe powierzchnie zajmują gleby płowe, bielcowe i brunatne, zajmują one ponad 70% jego powierzchni. Na obszarze powiatu występują również czarne ziemie właściwe (od regionu występowania zwane kujawskimi). Są to gleby o dużym potencjale produkcyjnym, szczególnie wartościowe z punktu widzenia produkcji rolniczej. Czarne ziemie występują głównie na obszarze gmin: Brześć Kujawski, Lubraniec i Chocień. Wyżej wymienione typy gleb mineralnych występują głównie na obszarach wysoczyznowych. W dolinach niektórych rzek spotyka się również gleby pobagiennie. Wśród nich można wymienić gleby murszowo-mineralne i murszowate (większe powierzchnie w Dolinie Rakutówki) oraz torfowe i murszowo-

torfowe (niewielkie powierzchnie – głównie w Dolinie Wisły). Na terenie powiatu przeważają gleby podatne i średnio podatne na suszę (wg klasyfikacji IUNG).



Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu włocławskiego

Powiat włocławski jest obszarem intensywnej produkcji rolniczej i charakteryzuje się znacznym udziałem użytków rolnych w jego ogólnej powierzchni. Wynosi on aż 70%. Lasy zajmują około 19% powierzchni powiatu. Pozostałe kategorie gruntów (nieużytki, tereny zurbanizowane) zajmują około 11% jego powierzchni. Największy udział w powierzchni użytków wykorzystywanych przez rolnictwo mają grunty orne (89%). Trwałe użytki zielone (łąki i pastwiska) mają stosunkowo mały udział i zajmują około 9% ich powierzchni. Najmniejszy udział w powierzchni użytków rolnych powiatu mają sady – 2%.

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

Powiat włocławski należy do obszarów województwa kujawsko-pomorskiego szczególnie narażonych na zaburzenia bilansu wodnego, co zostało jednoznacznie wskazane w Planie przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS). Uwarunkowania naturalne Kujaw, wysoki udział użytków rolnych (70%), niewielka lesistość (18%) oraz wieloletnie przekształcenia hydrologiczne powodują, że problemy wodne mają tu charakter systemowy i nasilają się w warunkach postępujących zmian klimatu.

Powiat jest silnie narażony na suszę, która występuje regularnie w okresach wegetacyjnych. Susza rolnicza ma charakter ekstremalny w całym obszarze, a susza atmosferyczna w największym stopniu dotyka północ i południowy zachód. Zagrożenie suszą łączną w wielu miejscach osiąga poziom ekstremalny, co oznacza pilną potrzebę rozwoju małej retencji.

Niska suma opadów, ich nierównomierny rozkład w czasie oraz wzrost temperatur powietrza prowadzą do zwiększonej ewapotranspiracji i deficytu wilgoci glebowej. Zjawisko to szczególnie dotyka obszary intensywnie użytkowane rolniczo, zdominowane przez gleby mineralne o ograniczonej pojemności wodnej. Funkcjonujące systemy melioracyjne, zaprojektowane głównie w celu odwadniania gruntów, sprzyjają szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych, ograniczając ich zatrzymanie i wykorzystanie w okresach niedoboru.

Konsekwencją długotrwałych deficytów opadów oraz ograniczonej retencji krajobrazowej jest obniżanie się poziomu wód gruntowych. Zmniejszone zasilanie infiltracyjne oraz przyspieszony odpływ powierzchniowy prowadzą do pogorszenia warunków wodnych gleb, zaniku terenów wilgotnych oraz spadku dostępności wody dla rolnictwa i ekosystemów zależnych od wód gruntowych. Problem ten jest szczególnie widoczny na wysoczyznach kujawskich, oddalonych od doliny Wisły.

Pomimo dominującego problemu niedoboru wody, na obszarze powiatu włocławskiego występują również lokalne zagrożenia podtopieniami, głównie na obszarach wzdłuż Wisły (w obrębie i poniżej Zbiornika Włocławek) oraz w zlewni Zgłowiączki i jej dopływów.

Intensywne, krótkotrwałe opady powodują gwałtowny spływ powierzchniowy, zwłaszcza w dolinach cieków, w obniżeniach terenu oraz w strefach o niewystarczającej przepustowości urządzeń melioracyjnych. Szczególne zagrożenia występują w północnej części powiatu, w obszarze oddziaływania doliny Wisły oraz jej dopływów, gdzie

kumulacja wód opadowych i wysoki stan rzek mogą prowadzić do okresowych podtopień gruntów rolnych i infrastruktury.

Istotnym problemem towarzyszącym zaburzeniom obiegu wody jest erozja gleb, nasilająca się w wyniku gwałtownych opadów następujących po długich okresach suszy. Spływ powierzchniowy prowadzi do degradacji warstwy próchnicznej, zamulania rowów melioracyjnych i cieków oraz dalszego obniżania zdolności retencyjnych zlewni. Procesy te pogarszają jakość gleb i zwiększają podatność obszarów rolniczych na kolejne epizody suszy.

Problemy wodne powiatu wrocławskiego są ze sobą ściśle powiązane i wymagają zintegrowanego podejścia.

Kluczowym wyzwaniem jest zmiana dotychczasowego modelu gospodarowania wodami, z odwadniającego na model dwukierunkowy (odwadniająco-nawadniający) z możliwością zatrzymywania wody w krajobrazie, zwiększaniu lokalnej retencji oraz poprawie funkcjonowania zlewni i mikrozlewni. Działania te są niezbędne dla poprawy bilansu wodnego, zwiększenia odporności powiatu na skutki zmian klimatu oraz stabilizacji warunków produkcji rolnej i funkcjonowania środowiska przyrodniczego.

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.

Powiat wrocławski cechuje stosunkowo bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się w przeważającej części rzeki dorzecza Wisły oraz dorzecza Odry w południowo-zachodniej części powiatu. Przez powiat przebiega wododział I rzędu, oddzielający ww. dwa dorzecza, w kierunku NW-SE.

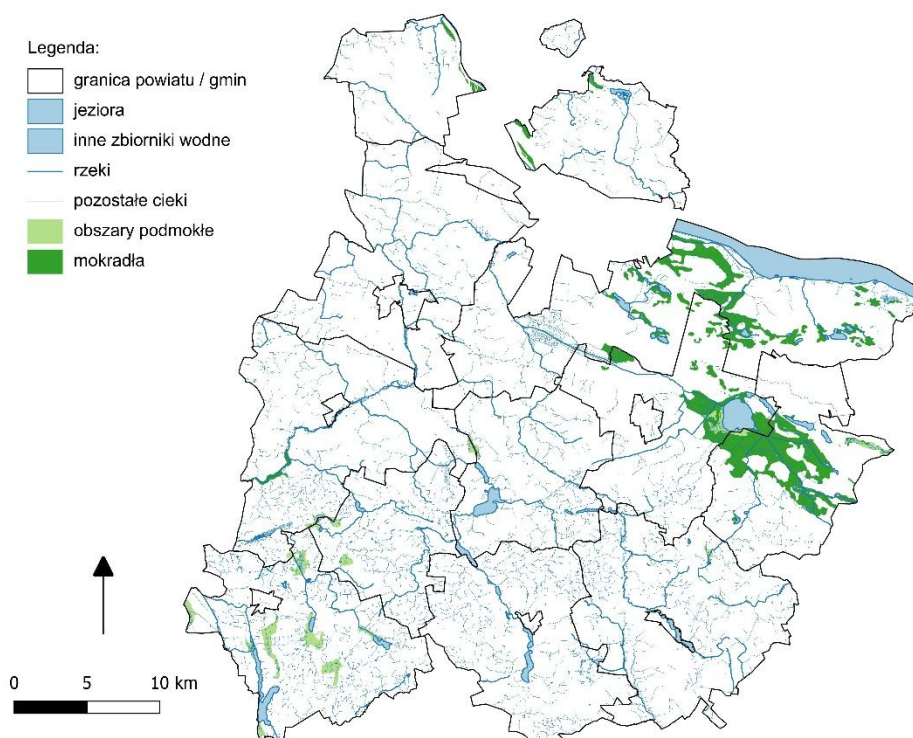
Głównymi ciekami w dorzeczu Wisły, są Wisła na odcinku od Zbiornika Włocławek do Bobrownik. Mniejszymi ciekami w zlewni Wisły są: Zgłowiączka wraz z mniejszymi dopływami, w tym Chodeczką i Lubieńką oraz Zuzanka, Chełmiczka i Ola.

Natomiast głównym ciekim w dorzeczu Odry jest Noteć.

W obszarze powiatu wrocławskiego znajdują się nieliczne jeziora, do kluczowych należą: jeziora Kromszewskie, Chodeckie, Szczytnowskie, Borzymowskie, Krukowskie, Krzewent, Rakutowskie, Wierzchoń, Brzózka, Gościąż i Mielec, Telążna, Wikaryjskie oraz Radyszyńskie (w zlewni rzeki Zgłowiączki) i jezioro Długie (w zlewni rzeki Noteci).

W obrębie powiatu znajduje się również znaczący odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje w okolicy zlewni Rakutówki (i samego jeziora Rakutowskiego), okolic Zbiornika Włocławek oraz górnych części zlewni Zgłowiączki i Noteci.

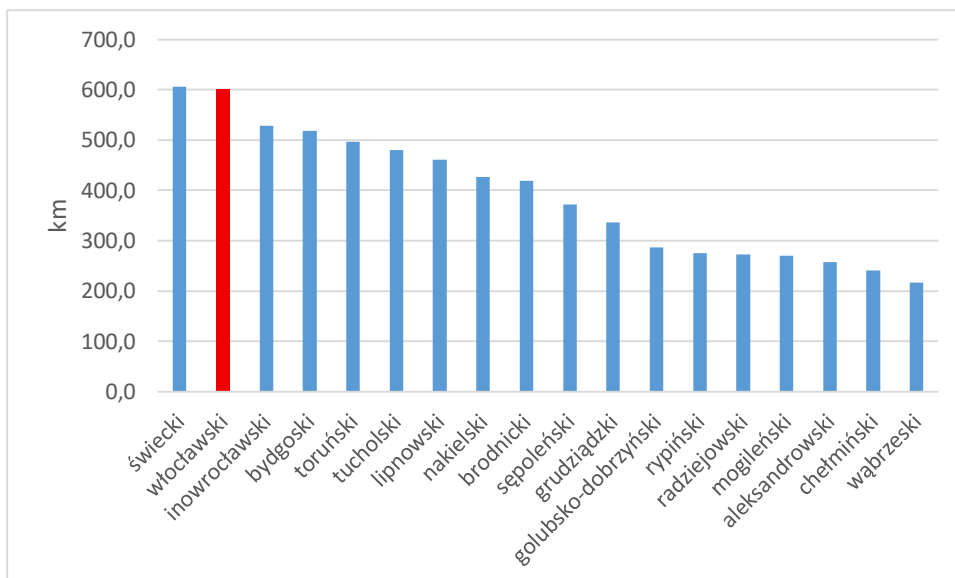
Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.



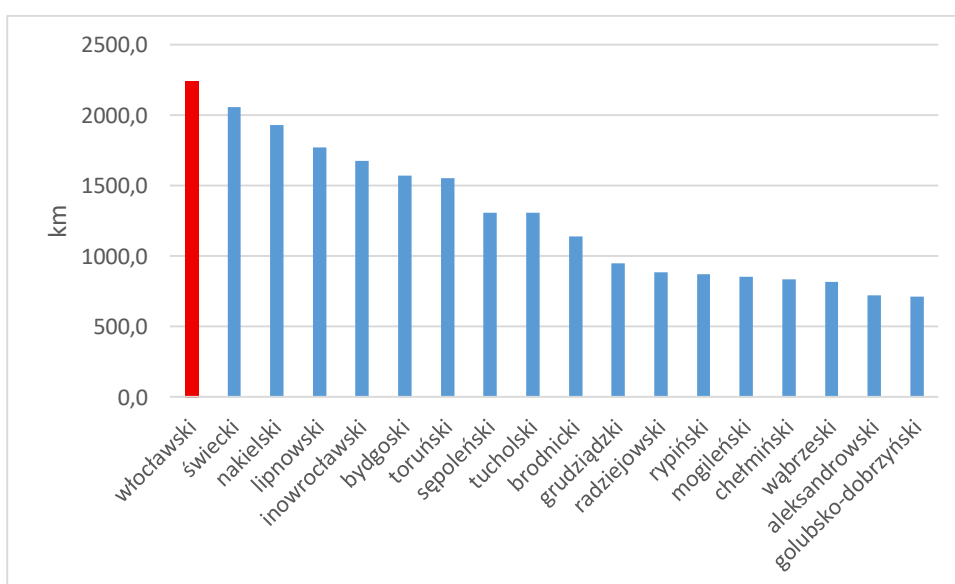
Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu włocławskiego.

3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie włocławskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 602,9 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze, kanały i rowy, wynosi około 1 643,2 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 2 246,1 km.



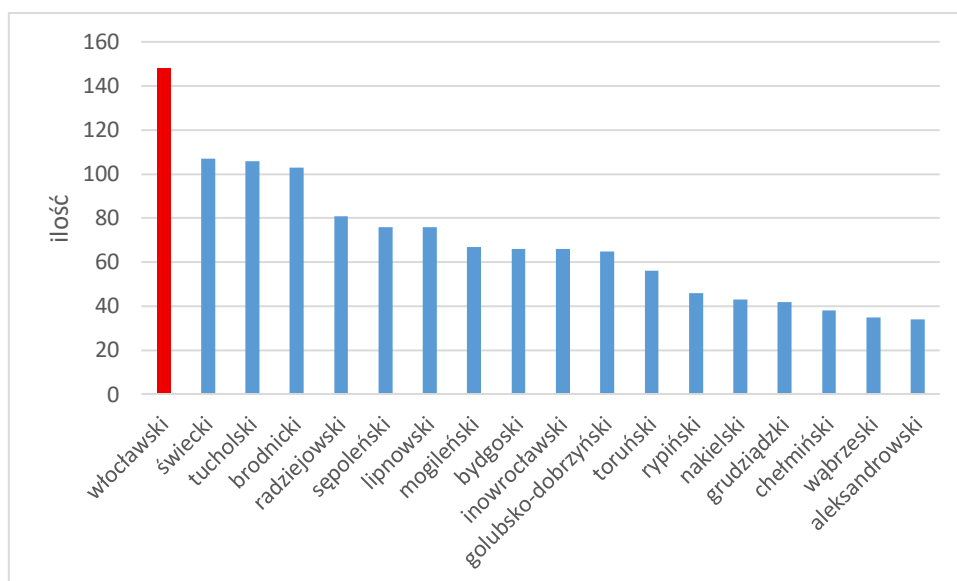
Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).



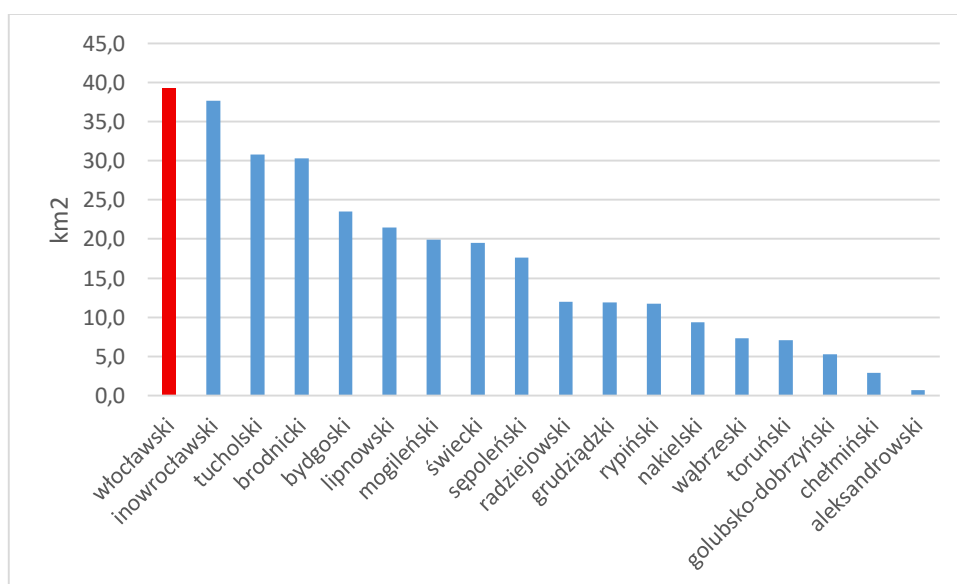
Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 148, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 226,2 m² do 20 735 246,810 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 39,2 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 2 826,

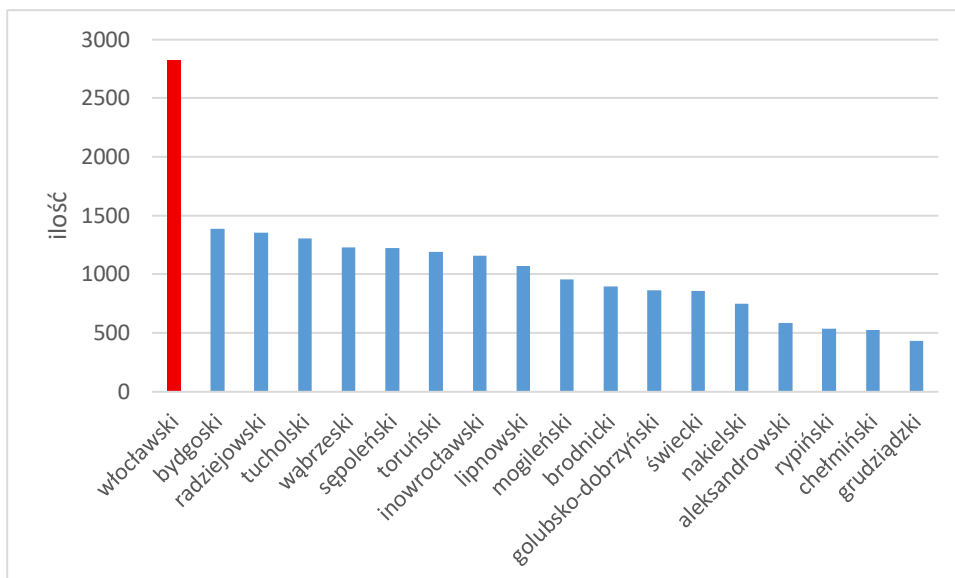
ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 178,1 m² do 312 536,2 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 8,4 km².



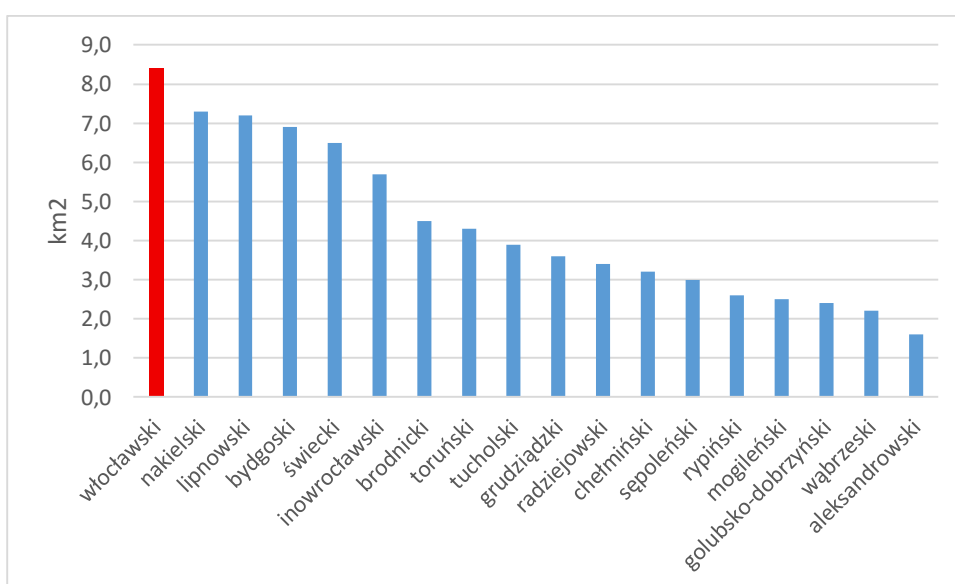
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).



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

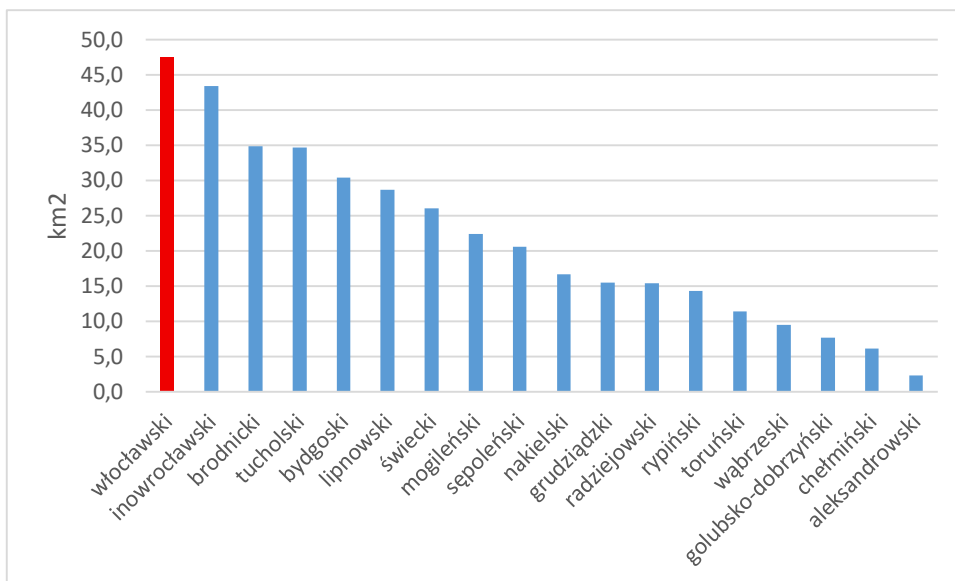


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

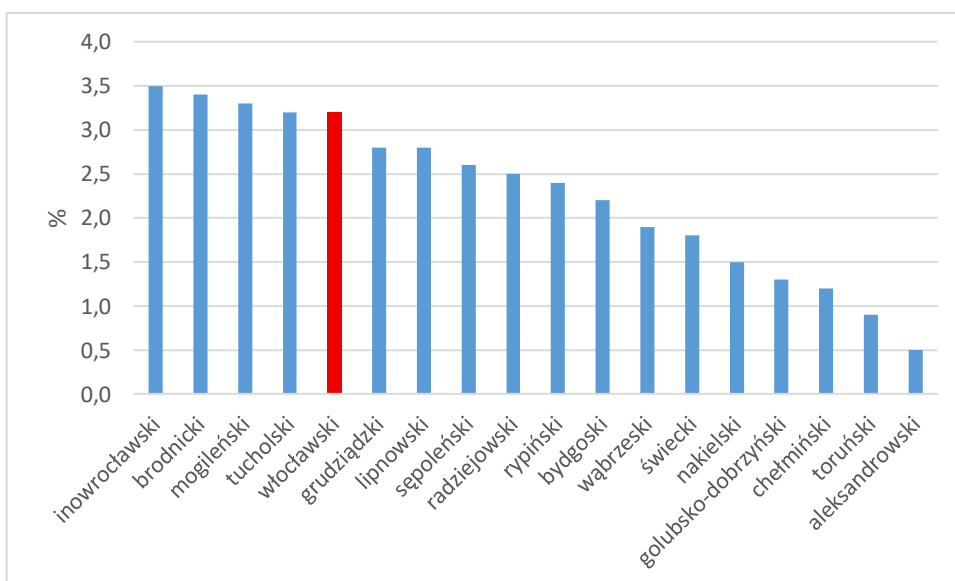


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu włocławskiego wynosi 47,6 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu włocławskiego na poziomie 1 474 km², jeziorność wynosi około 3,23%.



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



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

Wszystkie główne ciekі występujące w obrębie powiatu włocławskiego 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 wrocławskiego rzeka Wisła płynie na odcinku od Zbiornika Włocławek (Skoki Duże) do Bobrownik (na północnym-zachodzie powiatu), z wyłączeniem fragmentu należącego terytorialnie do Miasta Włocławek. W obrębie powiatu rzeka Wisła obejmuje część misy Zbiornika Włocławek – do około 2,8 km powyżej zapory we Włocławku. Wisła, od wypłynięcia z zasięgu terytorialnego Miasta Włocławek do okolic Bobrownik, płynie w korycie zmagającym się z procesami erozji poniżej stopnia wodnego Włocławek.

Zgłowiączka w obszar powiatu wrocławskiego wpływa w okolicy Dębów Janiszewskich. Jest to fragment ciek, poniżej jeziora Głuszyńskiego (należącego terytorialnie do powiatu radziejowskiego). Cała zlewnia Zgłowiączki, poza ujściowym fragmentem charakteryzuje się dominacją terenów rolnych nad lasami. Jeden zwarty kompleks leśny, występuje w okolicy Włocławka – fragmentu ujściowego Zgłowiączki. W ciągu swojego biegu, Zgłowiączka przyjmuje wody z wielu dopływów, również odwadniających tereny o dominacji użytkowania rolniczego w zlewni. Należą do nich przede wszystkim sub-zlewnie Chodeczki i Lubieńki. Zlewnia Chodeczki odwadnia obszar około 212 km², obejmując również odcinki rzeczno-jeziorne. Zlewnia Lubieńki natomiast odwadnia obszar około 436 km², obejmując również jezioro Rakutowskie i jego okolice. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Zgłowiączki, wraz z dopływami po punkt graniczny w obszarze powiatu wrocławskiego wynosi 1 482,7 km².

Zuzanka wraz z Rudą stanowią niewielkie powierzchniowo zlewnie, odwadniające obszary na południe od Zbiornika Włocławek. Zuzanka posiada zlewnię, gdzie dominują grunty orne, natomiast zlewnia rzeki Rudej to głównie lasy. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Zuzanka po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi 59,5 km², a rzeki Rudej po ujście do Zbiornika Włocławek około 15,5 km².

Chełmiczka w obrębie powiatu wrocławskiego obejmuje dolny fragment zlewni, wpływając z jeziora Chełmickiego w północnej części, uchodząc do Wisły w okolicy Włocławka. Zlewnia w tym fragmencie posiada typowo rolniczy charakter. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Chełmiczki po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 140,3 km²., z czego zdecydowana większość zlewni obejmuje zasięg powiatu lipnowskiego.

Ola wraz z Dopływem z Brzezia odwadnia skrajny północno-zachodni fragment powiatu wrocławskiego. Górny fragment zlewni posiada charakter rolniczy, natomiast wpływając w dolinę Wisły, tereny otaczające zmieniają charakter na zwarty kompleks

leśny. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Oli po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi 60,0 km².

Skrajny, południowo-zachodni fragment powiatu wrocławskiego należy do dorzecza Odry, a ciekim odwadniającym te tereny jest Noteć w swoim górnym biegu. Jest to zlewnia o typowo rolniczym charakterze, gdzie źródła Noteci znajdują się w okolicy Szczecin, następnie rzeka wypływa z granic administracyjnych powiatu wrocławskiego w kierunku południowym, by ponownie wpłynąć w jego granice w okolicy Modzerowa. Noteć przepływa tu przez dwa jeziora: Modzerowskie i Długie, by ponownie opuścić granice powiatu w okolicy Grochowisk. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Oli po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi 168,2 km².

Jezioro Chodeckie położone jest w bezpośrednim sąsiedztwie miasta Chodecz. Północny i północno-wschodni fragment linii brzegowej zbiornika graniczy z zabudowaniami tej miejscowości. Jezioro ma nerkowato wydłużony kształt, z południa na północ. Powierzchnia zwierciadła wody wynosi 40,3 ha, głębokość maksymalna osiąga 20,5 m, a średnia 5,5 m. Wcinający się od zachodu półwysep dzieli misę jeziorną na dwie wyraźnie zróżnicowane części. Fragment południowy posiada odrębny charakter morfometryczny. Stoki misy jeziornej stromo opadają ku największemu zagłębieniu. W części północnej, gdzie głębokość dochodzi do 9,6 m, stoki misy jeziornej są łagodne. Linia brzegowa jest przeciętnie rozwinięta. Bezpośrednią zlewnię jeziora stanowią: w około 50% las porastający wąskim pasem brzegi zbiornika, w około 25% - łąki i pastwiska oraz w około 25% osiedla ludzkie. Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora wynosi 35,3 km².

Jezioro Szczytnowskie położone jest na pograniczu trzech gmin: Chodecz, Chocień i Boniewo. Powierzchnia zwierciadła wody wynosi 67,7 ha, zaś głębokość maksymalna 18,6 m, a średnia 9,2 m. Pomimo dość znacznej głębokości maksymalnej, jezioro posiada łagodną konfigurację dna. Linia brzegowa jest przeciętnie rozwinięta. Objętość wód jeziora wynosi 6226,9 tys. m³. Zagospodarowanie ziemi w zlewni bezpośredniej jeziora stanowią w około 70% pola uprawne, a w 30% nieużytki zielone. Powierzchnia zlewni całkowitej wynosi 82,2 km².

Jezioro Borzymowskie ma powierzchnię zwierciadła wody wynoszącą 175,0 ha, przy objętości 7358,6 tys.m³. Maksymalna głębokość osiąga 10,5 m, a średnia 4,2 m. Wcinający się od wschodu półwysep dzieli jezioro na dwie części. Bezpośrednią zlewnię jeziora stanowią w 85% grunty orne, pozostałe 15% zajmują osiedla. Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora wynosi 153,4 km².

Jeziro Krukowskie leży poniżej Jeziora Borzymowskiego. Jest ono ostatnim zbiornikiem w "rynne chodeckiej". Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora wynosi 167,4 km². Obszar ten stanowi najdalej na zachód wysunięty fragment Pojezierza Kujawskiego. W strukturze użytkowania ziemi w zlewni całkowitej dominują grunty orne. W zlewni bezpośredniej zajmują one 100% powierzchni. Jezioro nie jest odbiornikiem punktowych źródeł zanieczyszczeń. Jego powierzchnia wynosi 42,6 ha, a objętość 1406,7 tys. m³. Jest to płytki zbiornik o maksymalnej głębokości 5,6 m i średniej 3,3 m i słabo rozwiniętej linii brzegowej.

Jeziro Rakutowskie to zbiornik o genezie zastoiskowej, o płytkim, mulistym dnie w znacznym stopniu porośniętym ramienicami. Posiada powierzchnię około 300,5 ha i objętość 3228,5 tys. m³. Położone jest wśród bagien i podmokłych łąk. Teren wokół jeziora poprzecinany jest siecią rowów melioracyjnych. Głównym dopływem jest rzeka Rakutówka. Zlewnia całkowita jeziora ma powierzchnię 88,4 km². Jezioro zasilane jest głównie wodami gruntowymi. Wahania poziomu wód gruntowych w poszczególnych latach, powodują zmianę powierzchni jeziora o 60 - 70 ha. Głębokość maksymalna i średnia jeziora wynosi odpowiednio około 2,8 i około 1,1 m. Jezioro otoczone jest szerokim pasem trzcin, stąd powierzchnia samego zwierciadła wody wynosi około 180 ha. Jezioro wraz z przyległymi, okresowo zalewanymi łąkami turzycowymi jest ważną ostoją ptaków. Znajdują one tu doskonałe warunki do żerowania i odpoczynku podczas wiosenno-jesiennych wędrówek, a także bezpieczne miejsca lęgowe. Dlatego też w tym miejscu został utworzony rezerwat wodno-faunistyczny „Jeziro Rakutowskie”. Graniczy on z rezerwatem leśnym o nazwie „Olszyny Rakutowskie”, gdzie ochronie podlega fitocenoza olsów i łągów jesionowo-olszowych. Obydwa rezerваты są równocześnie strefami ciszy.

Zespół jezior „Na Jazach” tworzą cztery zbiorniki: Wierzchoń, Brzózka, Gościąż i Mielec. Ciekim odwadniającym wymienione jeziora jest rzeka Ruda. Położone są one w środku kompleksu leśnego, z daleka od dużych aglomeracji miejskich i nie posiadają żadnych źródeł zanieczyszczeń.

Największe w tym kompleksie jezioro Gościąż ma owalny kształt z dużą zatoką, zlokalizowaną w części północnej, oddzieloną od reszty jeziora przewężeniem. W ukształtowaniu dna jeziora można wyróżnić dwa elementy: misę o stokach łagodnych do głębokości 6 m oraz dwa wcięte w nią, przegrodzone progiem głęboczki. Jeden z nich położony w zachodniej części jeziora ma stoki łagodne, drugi, o bardzo stromych stokach, zlokalizowany jest w centralnej części jeziora. Misa jeziora Gościąż jest uformowana w

piaskach i żwirach piaszczystych plejstocenu oraz w iłach plioceńskich, a nawet w utworach mioceńskich. Miąższość osadów dennych zbudowanych z gytii siarczkowo-węglanowej dochodzi do 15,8 m. Osady wykazują unikalną w skali światowej laminację, co pozwala na ustalenie chronologii ich powstawania. Roślinność wynurzona zajmuje powierzchnię ok. 6,5 ha i jest to głównie trzcina pospolita, pałka wąskolistna oraz tatarak. Roślinność zanurzona zajmuje ok. 8,0 ha powierzchni dna jeziora i ciągnie się szerokim pasem wzdłuż linii brzegowej, a także porasta zaciszną zatokę położoną w północnej części jeziora. W jej skład wchodzi: moczarka kanadyjska, rdestnica, rogatek, mech wodny. Pozostałe trzy jeziora to zbiorniki o niewielkiej powierzchni oraz małej głębokości. Pierwsze na cieku Rudy - jezioro Wierzchoń ma kształt owalny z niewielką zatoką w południowej części. Jego misa jest uformowana w piaszczystych osadach plejstocenu. Wypełnia ją osad o miąższości 12,5 m. Jest nim gytia węglanowa. Powierzchnia dna w całości pokryta jest roślinnością. Najmniejsze z jezior całego zespołu - jezioro Brzózka ma kształt okrągły. Misa jeziora o pierwotnej głębokości 12,9 m jest wcięta w piaszczyste i żwirowo-piaszczyste osady plejstocenu. Dno wysłane gytia węglanową osiąga miąższość 11,5 m. Powierzchnia dna jest w całości zarośnięta. Ostatnim zbiornikiem jest jezioro Mielec. Jego pierwotna głębokość oceniana jest na ponad 14 m. Osad jeziorny ma miąższość 12,5 m. Dno porośnięte jest w znacznej części roślinnością, wśród której występuje osoka aloesowata. Wszystkie wymienione jeziora oraz otaczający je obszar wraz z naturalnymi bagnami, cisami i łęgami o różnorodnych siedliskach, położone są na terenie Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego. Obszar ten w 2001 roku rozporządzeniem Wojewody Kujawsko-Pomorskiego uznany został za geomorfologiczny rezerwat przyrody pod nazwą „Gościąż”.

Jezioro Wikaryjskie, jest największym zbiornikiem spośród jezior w zlewni Strugi Rybnica. Misa jeziorna o powierzchni około 50,9 ha jest pochodzenia rynnowego. W jezioro wcina się półwysep zwany „Ostrowem”. Objętość jeziora wynosi 1529,8 tys. m³. Głębokość maksymalna i średnia wynoszą odpowiednio 10,5 oraz 3,0 m. Od południa zasilane jest przez Strugę Rybnicką, ponownie prowadzącą wodę poniżej jeziora Widoń. Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora wynosi 7,2 km². Jezioro Wikaryjskie podlega silnej presji turystycznej. Jest miejscem wypoczynku mieszkańców Włocławka i okolic. Na zachodnim brzegu jeziora zlokalizowany jest duży kompleks wypoczynkowy. Jezioro Wikaryjskie znajduje się w zasięgu oddziaływania leja depresyjnego ujęcia wód gruntowych we Włocławku, których eksploatacja przyczyniła się do obniżenia lustra wody o 1,5 m i zaniku odpływu wód Strugi Rybnickiej.

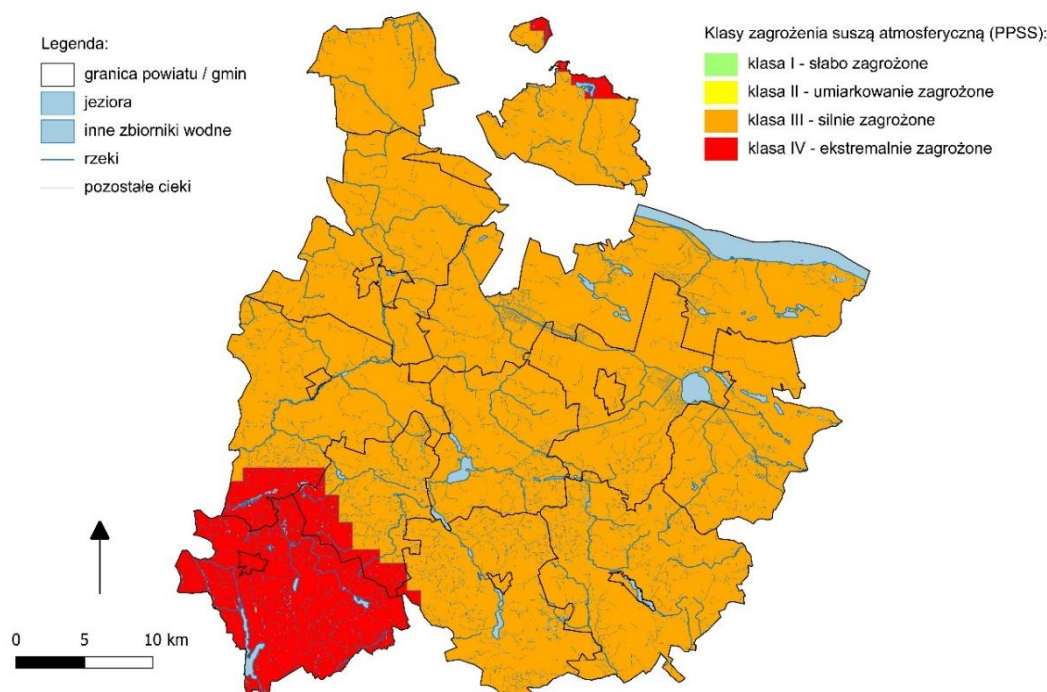
Jezioro Radyszyńskie posiada powierzchnię 31,1 ha i objętość 1456,0 tys. m³. Głębokość maksymalna jeziora wynosi 10,9 m, a średnia 4,7 m. Powierzchnia zlewni całkowitej, w której dominują kompleksy leśne, wynosi 34,9 km².

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

3.2. 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.

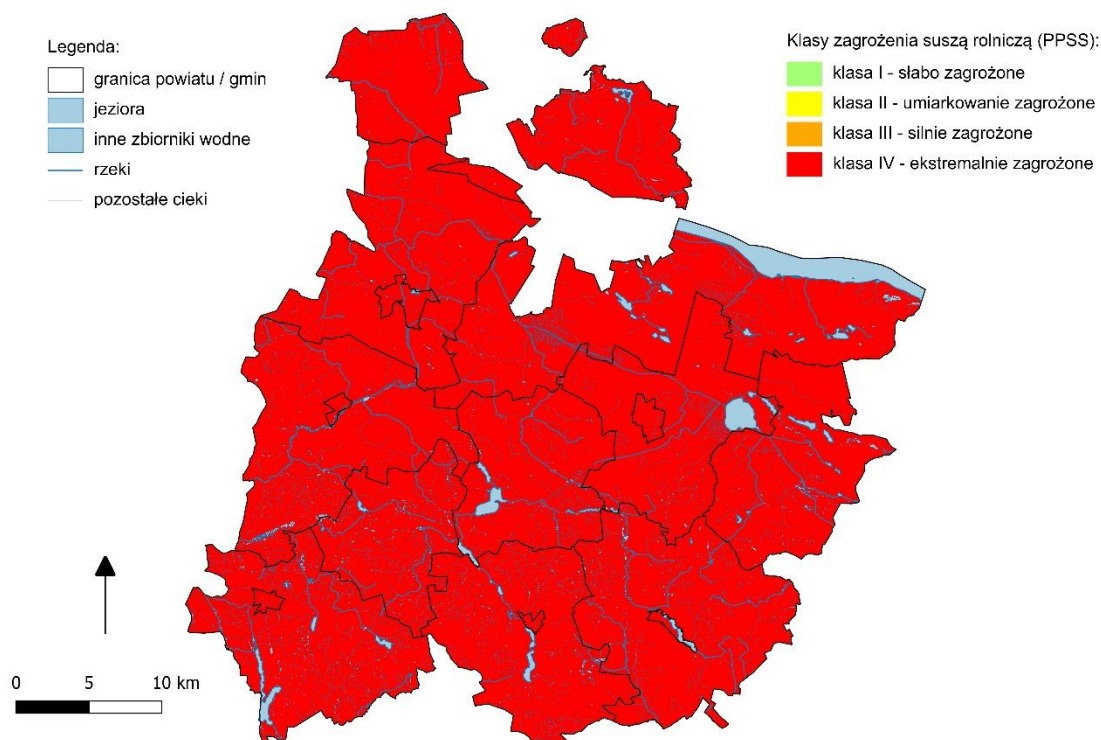
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu włocławskiego wskazuje, że jego południowo-zachodnie oraz północne fragmenty odpowiadają zagrożeniu ekstremalnemu (klasa IV), natomiast na pozostałym obszarze powiatu zagrożenie suszą jest silne (klasa III) (rycina 3.3.1).



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

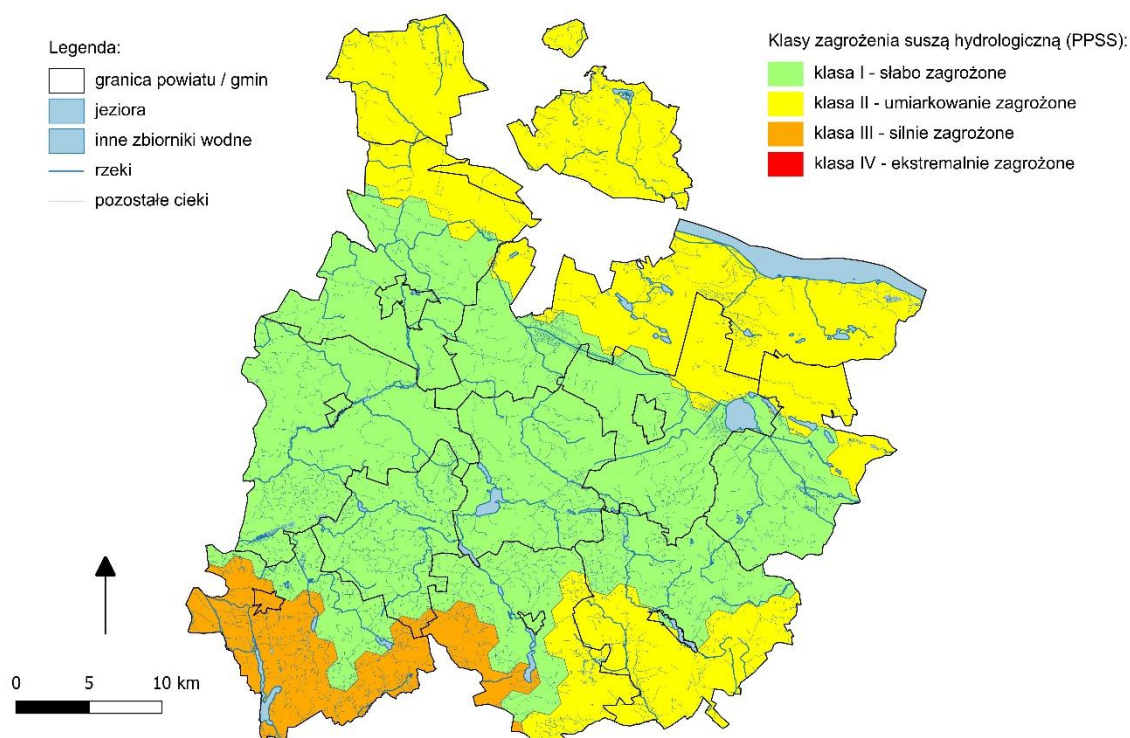
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu wrocławskiego wskazuje, że w całym obszarze występuje ekstremalne zagrożenie (klasa IV) (rycina 3.3.2).



Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu wrocławskiego, 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 wrocławskiego wskazuje, że obszar zlewni Noteci (południowa część powiatu) odpowiada silnemu zagrożeniu suszą (klasa III). Obszar doliny Wisły – na północy powiatu, oraz częściowo na południowym wschodzie powiatu – charakteryzuje się zagrożeniem umiarkowanym (klasa II), natomiast pozostała część odpowiada słabemu zagrożeniu suszą (klasa I) (rycina 3.3.3).

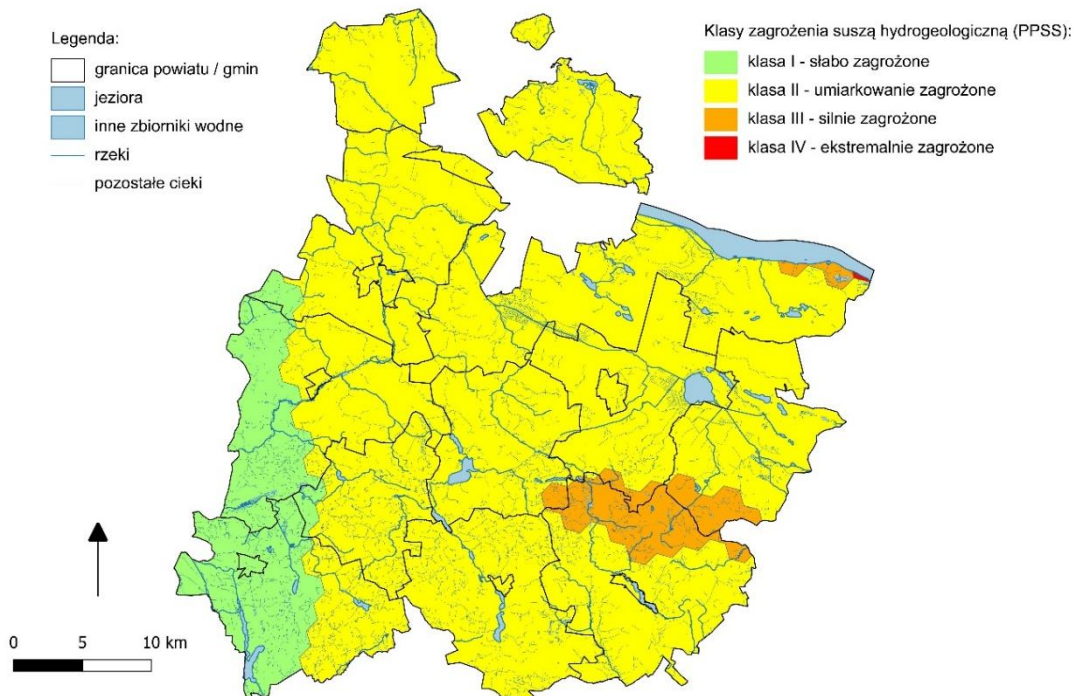


Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu wrocławskiego, zgodnie z PPSS.

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

Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu wrocławskiego jest silnie zróżnicowany, wskazuje, że fragmentarycznie wzdłuż południowego brzegu Zbiornika Wrocławskiego odpowiada zagrożeniu ekstremalnemu (klasa IV) lub silnemu (klasa III). Silne zagrożenie jest również charakterystyczne dla górnych części zlewni Rakutówki i Lubieńki (klasa III). Skrajne zachodnie fragmenty

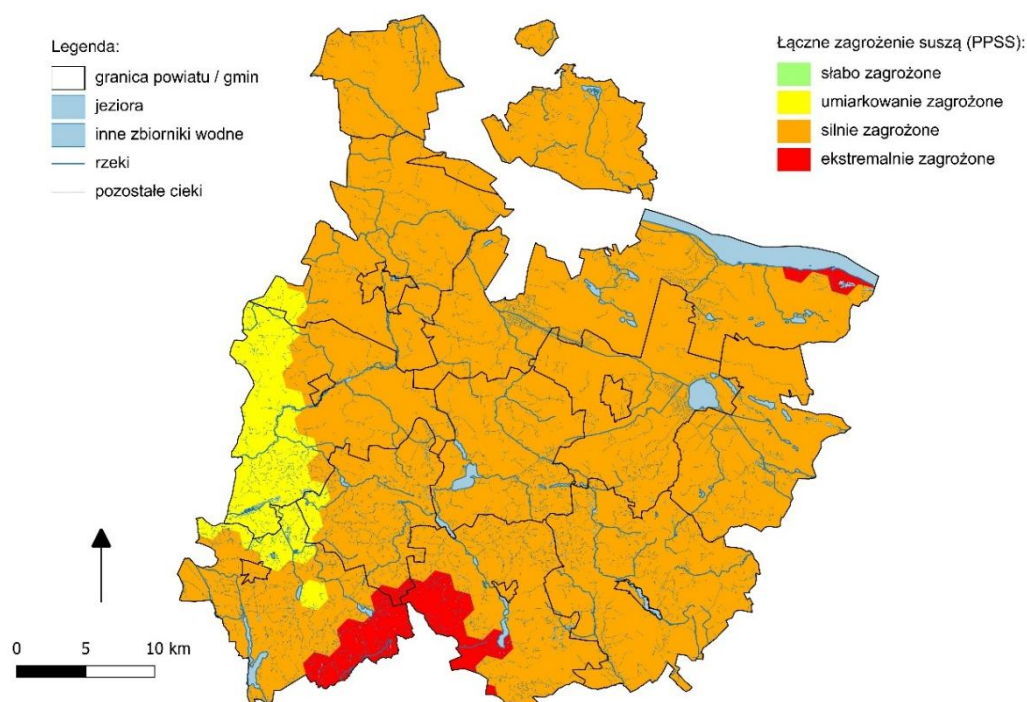
odpowiadają zagrożeniu słabemu (klasa I), natomiast pozostały obszar powiatu – charakteryzuje zagrożenie umiarkowane (klasa II) (rycina 3.3.4).



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

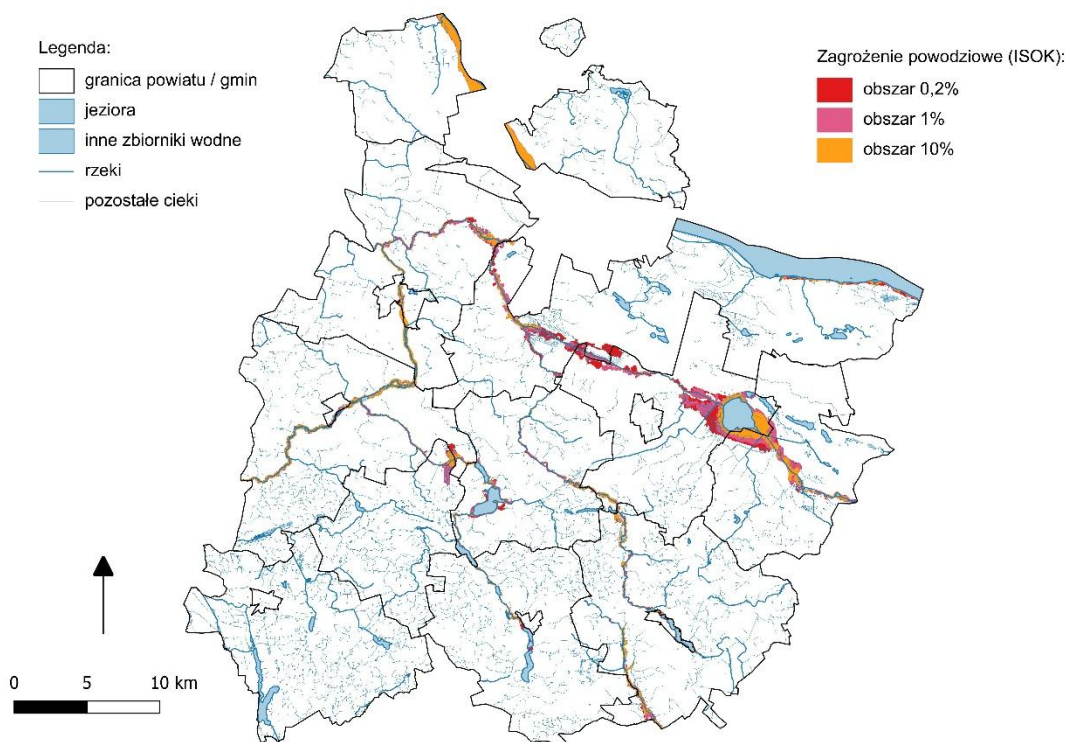
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu włocławskiego wskazuje, że bezpośrednie fragmenty zlewni bezpośredniej Zbiornika Włocławek (przy południowym brzegu) oraz górna część zlewni Noteci – odpowiadają zagrożeniu ekstremalnemu suszą (kolor czerwony). Zachodnia część powiatu, w obszarze zlewni Zgłowiączki, odpowiada zagrożeniu umiarkowanemu (kolor żółty), natomiast pozostały obszar odpowiada zagrożeniu silnemu (kolor pomarańczowy) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu włocławskiego zaznaczają się w wybranych fragmentach rzeki Wisły (zarówno w obrębie Zbiornika Włocławek jak i poniżej niego), Zgłowiączki wraz z dopływami: Chodeczką, Lubieńką, Rakutówką, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznego 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 włocławskiego, 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. Planowanie małej retencji 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 klimatycznego bilansu wodnego	Potrzeba rozwoju melioracji
< -250	skrajnie niedoborowy	nawadniających - bardzo duża
[-250; -200)	silnie niedoborowy	nawadniających - duża
[-200; -150)	umiarkowanie niedoborowy	nawadniających - umiarkowana
[-150; -100)	lekko niedoborowy	nawadniających - mała
[-100; 100]	zrównoważony	brak
>100	nadmiarowy	odwadniających

źródło: Kaca, 2015.

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

KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
(150; 200]	skrajnie nadmiarowy	odwadniających bardzo duża
(100; 150]	silnie nadmiarowy	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.

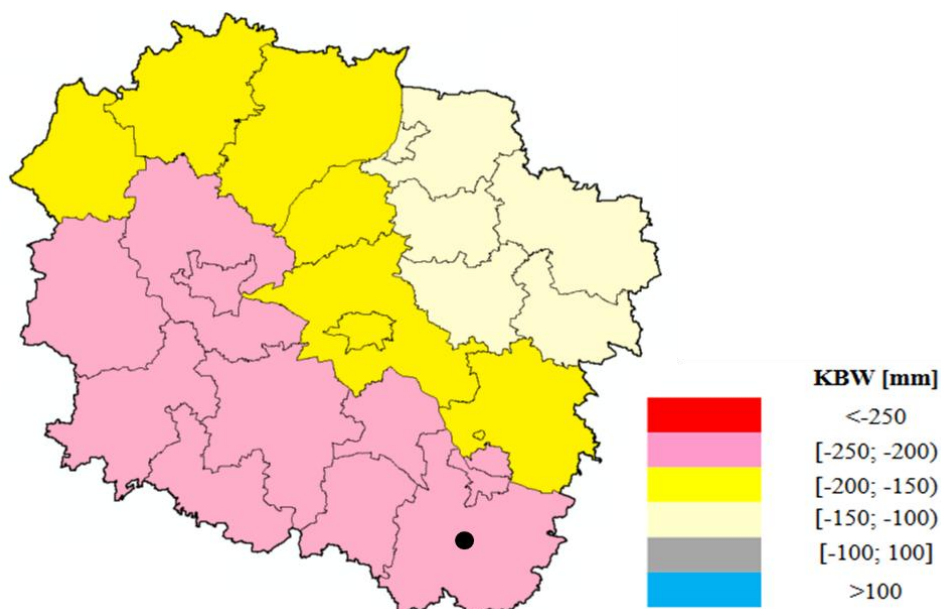
Powiat włocławski charakteryzuje się jednym z najniższych w Polsce poziomów opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym przy jednocześnie wysokiej ewapotranspiracji potencjalnej co przekłada się na często występujący ujemny KBW. Ujemne wartości KBW oznaczają, że zapotrzebowanie roślin na wodę przewyższa ilość wody dostarczanej przez opady, co prowadzi do deficytów wilgoci w glebie i zwiększa ryzyko suszy rolniczej. W takich warunkach melioracje wodne nie powinny być wyłącznie systemami odwadniającym, lecz stanowić element zintegrowanej gospodarki wodnej, umożliwiającej zarówno odprowadzanie nadmiaru wody w okresach intensywnych opadów, jak i jej zatrzymywanie oraz racjonalne wykorzystanie w okresach suszy.

W powiecie włocławskim wiele istniejących urządzeń melioracyjnych zostało zaprojektowanych w innych realiach klimatycznych i obecnie nie spełnia w pełni funkcji regulacyjnych, co obniża ich skuteczność.

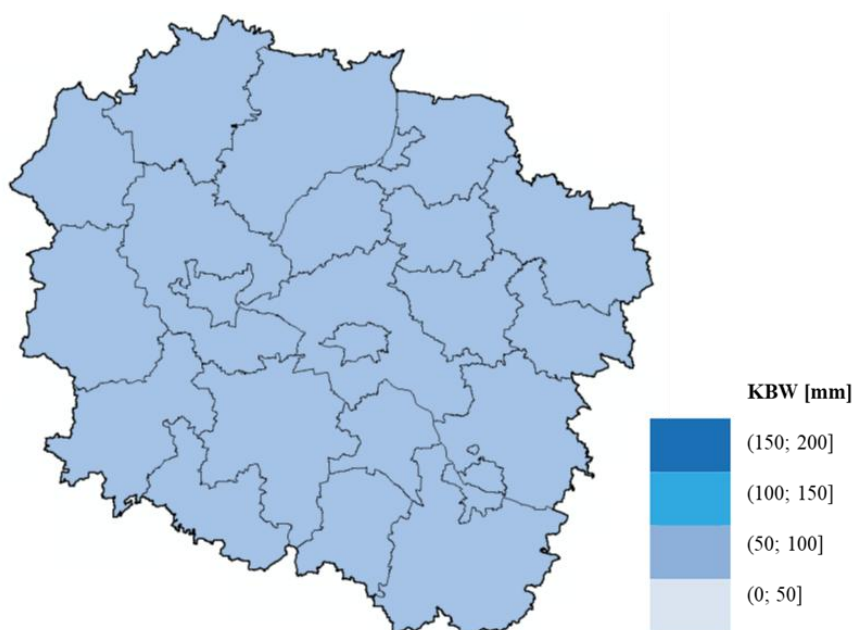
Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu włocławskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -200 do -250 mm). Przez cały sezon występuje silny deficyt opadów. Ten stan notuje się także w poszczególnych miesiącach wegetacyjnych, gdzie niedobór opadów w stosunku do parowania jest silny a nawet skrajny (maj). Takie warunki powodują, że na obszarze powiatu mamy duże i bardzo duże potrzeby stosowania nawodnień w uprawie roślin (tab. 4.2.4.).

W świetle ujemnego KBW potrzeba rozwoju i modernizacji melioracji wodnych w powiecie włocławskim jest wysoka. Działania te powinny koncentrować się na

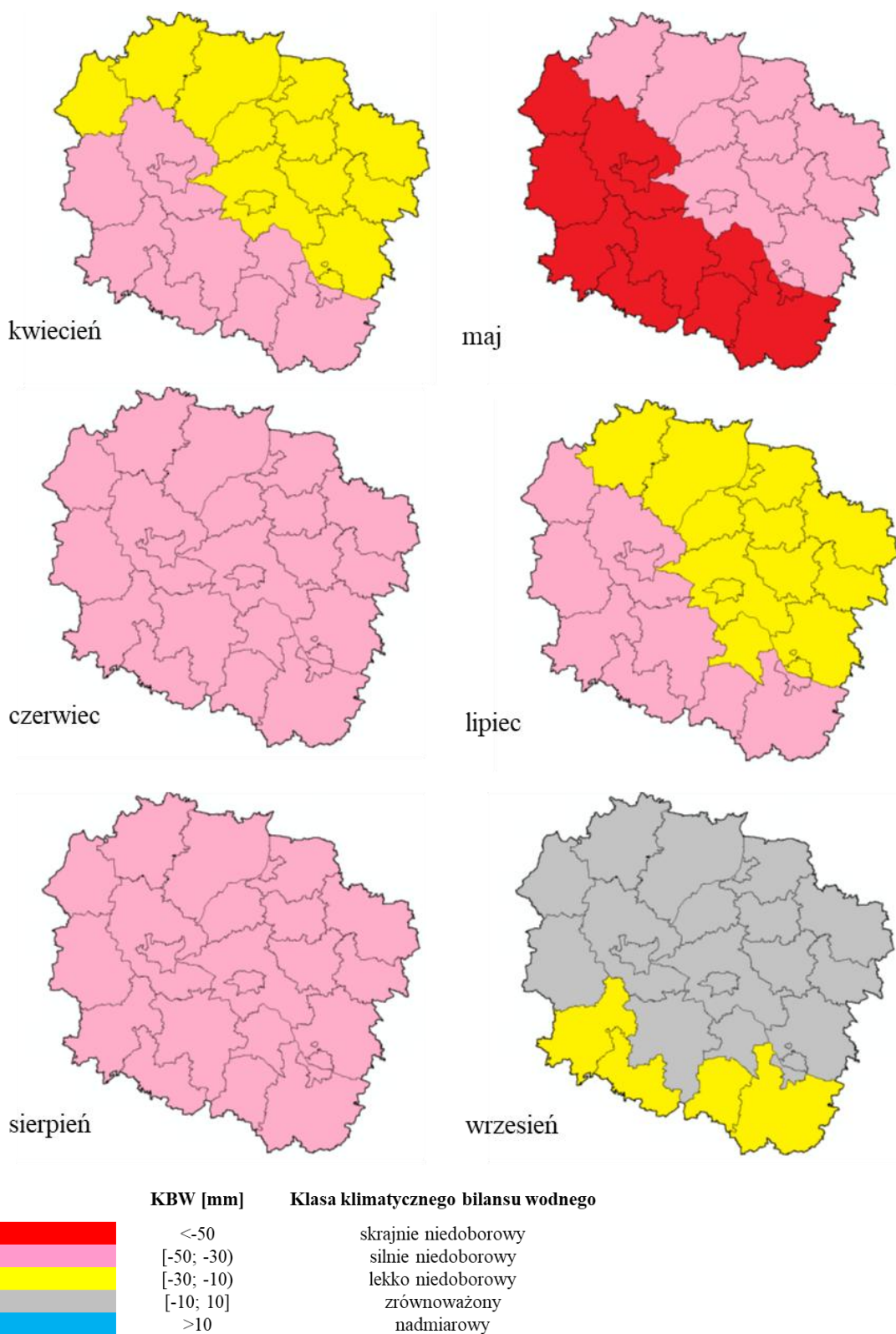
poprawie retencji glebowej i powierzchniowej, modernizacji systemów melioracyjnych umożliwiających piętrzenie wody oraz dostosowaniu infrastruktury do zmieniających się warunków klimatycznych.



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



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



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

5. Proponowane środki i rozwiązania.

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

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

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Proponowane działania:

- 1) Odtwarzanie i renaturyzacja mokradel.

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

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

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

Efekty działań:

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

2) Odtwarzanie i ochrona gleb organicznych (torfowisk).

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

Efekty środowiskowe:

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

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

Metoda polega na stosowaniu upraw dopasowanych do wilgotnych gleb (np. trzcina, pałka, sitowia, mech torfowiec, olsza czarna, łąki podmokłe) zamiast tradycyjnych upraw rolnych, które wymagają zdrenowania gleb. Rozwiązanie to sprzyja zatrzymywaniu wody oraz składników biogenych, a także sekwestracji węgla w glebach mokradłowych przy jednoczesnym zachowaniu potencjału produkcyjnego umożliwiającego pozyskiwanie biomasy z siedlisk o wysokim stopniu uwodnienia (analogicznie do funkcji realizowanych w tradycyjnych systemach rolniczych).

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

Korzyści:

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

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

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

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

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

Efekty środowiskowe:

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

5) Odtwarzanie terenów zalewowych i dolin rzecznych

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Rozwiązania techniczne (budowlane).

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

- **budowa bądź odbudowa zbiorników wodnych** – wyróżniamy tu głównie małe zbiorniki retencyjne (bezodpływowe, odpływowe, boczne, suche poldery zalewowe), których zadaniem jest magazynowanie wód opadowych i roztopowych, ochrona przeciwpożarowa oraz podnoszenie poziomu wód gruntowych,
- **budowle piętrzące na ciekach** – głównie zastawki, progi, stopnie, przepusty piętrzące, przepusto-zastawki (często wykonane z naturalnych materiałów jak drewno czy kamień). Ich zadaniem jest spowolnienie i/lub podpiętrzenie wody

w rowach i ciekach, zamieniając szybki spływ powierzchniowy na spowolniony odpływ gruntowy,

- **neutralizacja skutków spływu powierzchniowego** – obejmująca działania na drogach leśnych i szlakach zrywkowych (np. brody, przepusty, drenaże pod drogami) mające na celu ukierunkowanie i opóźnienie spływu wody oraz zapobieganie erozji wodnej,
- **renaturyzacja cieków i obszarów podmokłych** – poprzez odbudowę naturalnego kształtu cieków (np. meandryzacja, budowa bystrzy dla migracji ryb), likwidacja zbędnych rowów melioracyjnych, zatykanie drenów. Dzięki tym zabiegom może prowadzić do odtworzenia zdegradowanych torfowisk, mokradeł i terenów zalewowych.

2. Rozwiązania nietechniczne (przyrodnicze i gospodarcze)

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

- **retencja glebowa i ściółkowa** – ściółka leśna i gleba stanowią naturalny, bardzo efektywny "magazyn" wody (tzw. retencja bierna). Zabiegi skupiają się na jej ochronie przed zniszczeniem oraz na utrzymaniu odpowiedniej struktury gleby (np. właściwa uprawa gleby), co zwiększa jej zdolność do wsiąkania i zatrzymywania wody,
- **kształtowanie struktury szaty roślinnej** – poprzez wprowadzaną różnorodność gatunkową i wiekową drzewostanu (zwłaszcza obecność drzew liściastych) oraz prawidłowe rozmieszczenie pokrywy roślinnej. Lasy o zróżnicowanej strukturze lepiej zatrzymują wodę, ponieważ korony drzew przechwytyją (intercepcja) i spowalniają opad. Różne typy lasów (np. łęgi, olsy) mają też różne zdolności retencyjne,
- **gospodarka leśna nastawiona na retencję** – poprzez utrzymywanie i tworzenie siedlisk hydrogenicznych (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 infiltrowuje do otaczającego gruntu, co prowadzi do podniesienia poziomu wód gruntowych na sąsiadujących terenach rolnych, leśnych lub przyrodniczych (np. torfowiskach lub łąkach). Woda jest dłużej dostępna dla roślin w okresie suszy i może być wykorzystana do nawadniania podsiąkowego. Dzięki zastawkom możemy również kontrolować ilość odpływającej wody. Pozwalają one na gromadzenie jej w okresach nadmiaru (np. wiosenne roztopy, deszcze nawalne) i stopniowe uwalnianie w okresach niedoboru (niżówki). Zastawki są przykładem małej retencji technicznej, która, w połączeniu z działaniami w zakresie retencji glebowej (np. zwiększanie próchnicy) i retencji naturalnej (np. zachowanie oczek wodnych), tworzy kompleksowy system zarządzania wodą.

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

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

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

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

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

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

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

1. Ochronę wód powierzchniowych poprzez:

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

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

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

Liniove 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 włocławskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują zaledwie 18 % powierzchni powiatu, lecz pełnią bardzo ważną rolę. Lasy wpływają pozytywnie na wielkość alimentacji wód opadowych (a przez to na zasoby wodne) – zwiększają bowiem infiltrację, przyczyniając się przez to do przeniesienia części powierzchniowej fazy odpływu wód opadowych w kierunku odpływu pokrywowego i podziemnego. Ważną rolę odgrywa tu znaczna retencyjność ściółki i gleb leśnych (tab. 5.5.1).

Tab. 5.5.1. Retencja leśna

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

	gruntowych w lesie jest 1,5-krotnie mniejsza niż w gruntach ornyc
Koc i SolarSKI (cyt. za: Przybyła i in. 2015)	Odnutowano 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 Chelmicki 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 włocławskiego, 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 Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy – KPOB, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy

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

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

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

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

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

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

h_s – miąższość pokrywy śnieżnej [cm].

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

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

*- przyjęta przeciętna powierzchnia gospodarstwa w województwie kujawsko-pomorskim

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

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

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

- **zwiększanie zawartości próchnicy (materii organicznej)** – próchnica działa jak gąbka – wzrost jej zawartości w glebie o 1% może zatrzymać dodatkowo od 90

do 150 t H₂O/ha. Możemy poprawić zawartość próchnicy poprzez m.in. przyorywanie słomy (mulczowanie), uprawa poplonów i międzyplonów o dużej biomase, prawidłowe nawożenie naturalne (stosowanie obornika i kompostu);

- **agromelioracje** – zabiegi mające na celu polepszenie warunków glebowych oraz usprawnienie odprowadzenia wilgoci z gleby poprzez wykonanie orek głębokich i głębokiego spulchniania, zmieniając stan zagęszczenia, wywierają bezpośredni wpływ na zdolności retencyjne warstwy spulchnionej, a poprzez zmianę przepuszczalności i właściwości mechanicznych mogą wpływać na warunki odnawiania retencji glebowej i jej dostępność dla roślin;
- **minimalna i bezorkowa uprawa gleby (tzw. rolnictwo konserwujące)**. Poprzez te zabiegi ogranicza się przemieszczanie i mieszanie gleb, co pozwala zachować resztki poźniwne na powierzchni (mulcz). Zmniejsza to ewaporację, chroni glebę przed erozją oraz pozwala zachować stabilne, ciągłe pory, które zwiększają infiltrację (prześlakanie) 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 sływem powierzchniowym.

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

- **zabiegi przeciwoerozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia sływ powierzchniowy i zwiększa wsiąkanie wody w głąb profilu glebowego, uprawy wstęgowe, polegające na przemiennym wysiewie różnych gatunków roślin w pasy;
- **odtworzenie elementów krajobrazowych (mikroretencja)** – obejmuje odtwarzanie i utrzymanie śródpolnych oczek wodnych, mokradeł i rowów melioracyjnych z możliwością piętrzenia, co pozwala na zwiększenie retencji powierzchniowej. Działania te obejmują również tworzenie i utrzymywanie zadrzewień śródpolnych, 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 płodozmianu** z udziałem roślin strukturotwórczych o głębokim i silnym systemie korzeniowym np. rośliny bobowate, lucerna, które spulchniają glebę, poprawiają jej strukturę i zdolności wodno-powietrzne;
- **dobór odmian odpornych na suszę** – głównie uprawa gatunków i odmian roślin o mniejszym zapotrzebowaniu na wodę (np. rośliny o typie fotosyntezy C4, jak kukurydza czy sorgo) oraz takich, które lepiej znoszą okresowe niedobory wody;
- **zastępowanie roślin jarych oziminami** – ponieważ rośliny ozime, dzięki wcześniejszemu startowi wegetacji, lepiej wykorzystują zapasy wody zgromadzone po zimie i wczesną wiosną.

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

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

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

Wyszczególnienie	Możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez zabiegi agromelioracyjne		
	niska	średnia	wysoka
Wielkość możliwości zwiększenia retencji			
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	10 mm	30 mm	50 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	100 m ³ · ha ⁻¹	300 m ³ · ha ⁻¹	500 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	2000 m ³	6000 m ³	10 000 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie wrocławskim (przy założeniu, że areal GO = 91 217 ha)	9 121 700 m³	27 365 100 m³	45 608 500 m³

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

Wyszczególnienie	Zwiększenie zawartości próchnicy o 1 % w warstwie gleby*	
	0-100 cm	0-25 cm
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	34 mm	8,5 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	340 m ³ · ha ⁻¹	85 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	6 800 m ³	1 700 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie wrocławskim (przy założeniu, że areal GO = 91 217 ha)	31 013 780 m³	7 753 445 m³

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

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

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

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

- Dla podniesienia pojemności wodnej wierzchniej warstwy gleby o wartość średniej dziennej ewapotranspiracji z okresu lata (np. 3,4 mm), na każdy 1 m² gleby trzeba zastosować 1 kg bentonitu (czyli 10 ton na 1 ha)*.
- Zatem, dawka 30 t·ha⁻¹ może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m³/ha)
- **Dodatkowa ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie wrocławskim (przy założeniu, że areal GO = 91 217 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 9 121 700 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 wrocławskiego.

Powiat wrocławski znajduje się w strefie o dużych niedoborach wód opadowych, co jest charakterystyczne dla centralnej Polski. Średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych wynosi 539 mm. W półroczu letnim (IV-IX) suma opadów wynosi 339 mm, co jest okresem krytycznym dla potrzeb wodnych roślin uprawnych.

Powiat wrocławski charakteryzuje się ujemnym klimatycznym bilansem wodnym (KBW), który w okresie referencyjnym (1966–1995) wynosił średnio -178 mm.

W świetle przewidywanych zmian klimatycznych, KBW będzie się znacząco pogarszał. W dekadzie 2031–2040 KBW osiągnie wartość -203 mm (scenariusz RCP 4.5) lub -201 mm (RCP 8.5), a w dekadzie 2091–2100 może spaść do -231 mm. KBW poniżej -200 mm wskazuje na dużą potrzebę rozwoju melioracji nawadniających. W związku z tym, w latach 2031–2100 potrzeba ta będzie w Powiecie Wrocławskim duża.

Uwarunkowania siedliskowe – w strukturze użytkowania gruntów powiatu wrocławskiego dominują użytki rolne (UR: 83,1% powierzchni).

1. Grunty orne (GO): zajmują 91 217 ha.
2. Grunty leśne i zadrzewione: lesistość jest niska (18% powierzchni powiatu).
3. Charakterystyka gleb: występują gleby brunatnoziemne i bielicoziemne, a także czarne ziemie kujawskie. Gleby brunatne i płowe dominują. Choć gleby cięższe (gliny, łąy) posiadają duże możliwości retencjonowania wody, to niestety w Polsce ponad 60% gleb uprawnych stanowią gleby lekkie i bardzo lekkie, wytworzone z piasków polodowcowych, które są podatne na suszę z powodu małej zdolności retencyjnej i niskiej zawartości próchnicy.
4. Zasoby wodne powierzchniowe: naturalne zasoby wód powierzchniowych są małe, co potwierdza niski średni odpływ jednostkowy wynoszący $3,35 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Kluczowe priorytety działania: W obliczu prognozowanego silnego deficytu wodnego (KBW spadające do -231 mm), małych zasobów wód powierzchniowych i dominacji gruntów ornych (91 217 ha), priorytetem jest poprawa właściwości retencyjnych gleby oraz ograniczanie strat wody (ewaporacji).

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.

Tab. 5.6.5. Metody zwiększania próchnicy w glebie

Metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Gospodarka materiał organiczną	Stosowanie właściwego następstwa roślin (płodozmian) (unikanie monokultur), nawożenie organiczne (obornik, komposty, pofermenty), regulowanie odczynu gleb.	Wzrost zawartości próchnicy o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 t wody /ha. Dla GO powiatu (91 217 ha), wzrost próchnicy o 1% w warstwie 0–25 cm daje 7 753 445 m ³ dodatkowej retencji.
Płodozmian wzbogacający GO	Wprowadzanie roślin bobowatych (motylkowych) i wieloletnich roślin pastewnych, które poprawiają strukturę gleby dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu.	Rośliny okopowe i kukurydza zubażają glebę w materię organiczną i powinny być ograniczane, chyba że pozostawia się resztki poźniwe.
Uprawa międzyplonów i mulczowanie	Utrzymywanie gleby pod okrywami roślinnymi (mulczem), co ogranicza parowanie wody z powierzchni gruntu (ewaporację).	Zmniejsza to spływ powierzchniowy.

2) Konserwująca uprawa roli i agromelioracja

Wysoki udział gruntów ornych (91 217 ha) wymaga optymalizacji uprawy roli, aby zapobiec jej zagęszczeniu i zniszczeniu struktury gruzełkowej.

Tab. 5.6.6. Zabiegi agromelioracyjne

Charakterystyka i metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Głęboszowanie (agromelioracja)	Mechaniczne spulchnienie zagęszczonej warstwy podornej (podeszwy płużnej), co poprawia przepuszczalność i zdolność retencyjną gleby.	Zwiększa retencję użyteczną o 30–50 mm (300–500 m ³ ha ⁻¹). Maksymalny potencjał dla GO powiatu to 45 608 500 m ³ wody. Zalecany na glebach ciężkich, słabo przepuszczalnych.
Uprawa konserwująca	Ograniczenie uprawy płużnej, zastępowanie jej narzędziami nieodwracającymi roli i utrzymywanie mulczu (resztki poźniwne) na powierzchni.	Minimalizuje parowanie wody (ewaporację) oraz spowalnia rozkład próchnicy.
Dodatki mineralne	Stosowanie zmielonych lub zgranulowanych naturalnych skał wulkanicznych (bazaltów) lub bentonitu (skała ilasta o wyjątkowo wysokiej pojemności wodnej).	Krzem w bazaltach podnosi odporność roślin na okresowe niedobory wody. Dawka 30 t·ha ⁻¹ bentonitu podnosi pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m ³ ha ⁻¹). Potencjał dla GO powiatu to 9 121 700 m ³ dodatkowej retencji.

3) Dobór roślin

- Preferowanie ozimin: odmiany ozime (pszenica, rzepak) są preferowane, ponieważ lepiej wykorzystują zapasy wody pozimowej. Można stosować też odmiany przewodkowe zbóż jarych (np. pszenica jara: Arabella, Mandaryna; żyto jare: Bojko) wysiewane późną jesienią.
- Rośliny wodno-efektywne(C4): Należy zwiększać arealy upraw takich jak proso i sorgo (zużycie wody 200–300 l/kg suchej masy) oraz kukurydza (300–400 l/kg). Rośliny te są lepiej przystosowane do wysokich temperatur i niedoborów wody.

- Nawożenie optymalizujące: odpowiednie zaopatrzenie w potas (K) (reguluje aparaty szparkowe) oraz fosfor (P) (stymuluje rozwój systemu korzeniowego) umożliwia mniejsze zużycie wody na jednostkę suchej masy i zwiększa odporność roślin na suszę.

Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Niska lesistość (18%) sprawia, że priorytetem jest retencja krajobrazowa i mała retencja techniczna, wspierająca nieliczne obszary leśne i rolne.

Tab. 5.6.7. Działania retencji leśnej i krajobrazowej

Działanie	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe	Miejsca potencjalnej lokalizacji
Zadrzewienia i pasy wiatrochronne	Tworzenie pasów wiatrochronnych i żywopłotów prostopadłych do dominujących wiatrów.	Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola przez ograniczenie prędkości wiatru. Poprawa lokalnej wilgotności powietrza.	Na otwartych gruntach ornych (dominujących w powiecie).
Mała retencja techniczna	Budowa budowli piętrzących na ciekach (zastawki, progi) w rowach melioracyjnych.	Podniesienie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych. Potencjał: ok. 1 mld m ³ wody w skali kraju za każde 10 cm podniesienia na TUZ.	Rowy melioracyjne i ciek wodne.
Ochrona mokradel/torfowisk	Renaturyzacja cieków, zatykanie drenów, utrzymanie wysokiego poziomu wód gruntowych.	Zapobieganie murszeniu torfu (utlenianiu), co ogranicza emisję CO ₂ (sekwestracja węgla) i chroni zdolność magazynowania wody (torfowiska magazynują ok. 35 miliardów m ³ wody w skali kraju).	Na obszarach podmokłych i w dolinach rzek.

Dla powiatu wrocławskiego, charakteryzującego się ujemnym KBW (-178 mm) z prognozami osiągnięcia dużej potrzeby nawadniania (KBW < -200 mm) oraz dominacją gruntów ornych (91 217 ha), kluczowe są intensywne działania w zakresie retencji glebowej.

Działania o największym potencjale retencyjnym (w gruntach ornych GO = 91 217 ha):

1. Agromelioracja: ma największy potencjał ilościowy do zwiększenia retencji użytecznej. Maksymalny potencjał retencji to 45 608 500 m³ wody. Jest to kluczowe na glebach ciężkich, słabo przepuszczalnych, aby poprawić infiltrację wody.
2. Gospodarka materią organiczną i uprawa konserwująca: wzrost próchnicy jest fundamentem retencji, zwłaszcza na glebach lekkich. Potencjał retencji z 1% wzrostu GO (w warstwie 0–25 cm) to 7 753 445 m³ wody. Należy wdrożyć uprawę konserwującą (mulczowanie), aby minimalizować straty wody przez ewaporację.
3. Retencja krajobrazowa i techniczna: ze względu na małą lesistość, niezbędne jest zakładanie pasów wiatrochronnych oraz wykorzystanie małej retencji technicznej (zastawki) w rowach melioracyjnych, co ma kluczowe znaczenie dla podniesienia poziomu wód gruntowych i ochrony przed parowaniem.

Ograniczenia:

Zabiegi agrotechniczne jedynie częściowo łagodzą skutki suszy w warunkach mniejszego niedoboru wody. W warunkach drastycznego niedoboru wody, jedynym skutecznym sposobem jest wprowadzanie nowoczesnych systemów nawodnieniowych. powiat wrocławski ma prognozowaną dużą potrzebę rozwoju takich systemów w perspektywie długoterminowej.

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 przypowierzchniowej warstwie ziemi – głównie w glebie i podglebiu. Związane są przede wszystkim z rolnictwem, jednak ze względu na rozwój pozarolniczej działalności gospodarczej na obszarach wiejskich ich właściwe funkcjonowanie ma coraz częściej znaczenie dla całej gospodarki (Bukowski i in. 2014).

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

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

I. Nakłady inwestycyjne (ang. Capital Expenditures, CAPEX) – koszty związane z nabyciem lub ulepszeniem 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 Szoegel 2002);

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

2. Inwestycje związane z budową lub remontem budowli piętrzących:

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

Ponadto przyjęto, że realizacja inwestycji będzie generować dodatkowe koszty eksploatacyjne związane z koniecznością utrzymania nowo powstałych urządzeń. Wielkość dodatkowych kosztów eksploatacyjnych, w przypadku wszystkich kategorii inwestycji, określono na podstawie pracy Kacy (2011).

Występowanie znacznych dodatnich efektów w postaci korzyści społecznych (zwiększenia bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, poprawy stosunków powietrzno-

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

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

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

Wybrane priorytetowe inwestycje w LPW powiatu wrocławskiego

Inwestycja I

Przywróceniem funkcji zbiorników retencyjnych w m. Śmiłowice na działce 136/1

Wprowadzenie i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologicznej obejmującej:

- odtworzenie naturalnych form misy stawowej,
- minimalne kształtowanie skarp,
- zachowanie istniejącej roślinności stabilizującej,
- zastosowanie przelewów i progów w formie gabionów lub konstrukcji biologiczno-mineralnych.

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. przywrócenia funkcji zbiorników retencyjnych w m. Śmiłowice

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Odtworzenie naturalnych form misy stawowej,	150 000
2.	Minimalne kształtowanie skarp,	25 000
3.	Zachowanie istniejącej roślinności stabilizującej,	15 000
4.	Zastosowanie przelewów i progów w formie gabionów lub konstrukcji biologiczno-mineralnych	30 000
5.	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	20 000
Suma		240 000*

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

Analiza inwestycji I: Przywrócenie funkcji zbiorników retencyjnych – Śmiłowice

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

Inwestycja dotyczy odtworzenia naturalnych form misy stawowej, minimalnego kształtowania skarp oraz zastosowania przelewów i progów w formie gabionów.

Tab. 6.3.3. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	220 000	Suma pozycji 1, 2 i 3. Głównie: odtworzenie misy stawowej (150 000 PLN) oraz progi/przelewy (30 000 PLN).
OPEX	20 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 4).

1. Roczne korzyści B_t

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

Tab. 6.3.4. Rodzaje korzyści B_t

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

3. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{220\,000\text{ PLN}}{21\,000\text{ PLN/rok}} \approx 10,48\text{ roku}$$

Umiarkowany czas odzysku kapitału, blisko 10,5 roku.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.5. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	516 800 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	90 200 PLN	NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	1,17	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty
IRR	6,9%	IRR > 5,26% SDR. Inwestycja jest rentowna.

Inwestycja II

Budowa zbiornika retencyjnego w m. Boniewo

Celem opracowania jest:

Wykonanie zbiornika retencyjnego z zastosowaniem rozwiązań bliskich naturze (NBS), obejmujących:

1. Ukształtowanie łagodnych skarp,
2. Wykorzystanie naturalnych materiałów do stabilizacji brzegów,
3. Wprowadzenie roślinności hydrofitowej zwiększającej efektywność filtracji,

Tab. 6.3.6. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. budowy zbiornika retencyjnego w Boniewie

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1	Wariant 1 - Budowa zbiornika o pow. 1300 m ² (pojemność użytkowa ok. 1200 m ³) na działce nr 20/9	40 000
2	Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m),	50 000
3	Wariant 3. Budowa zbiornika o powierzchni 1300 m ² na działce 91 obręb Boniewo	40 000
Suma		150 000*

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

Analiza inwestycji II: Budowa zbiornika retencyjnego w Boniewie

Inwestycja oferuje trzy warianty budowy zbiornika. Wybrano wariant 2 jako najbardziej kompleksowy (zbiornik + drenaż), z najwyższym CAPEX, co wymaga najdokładniejszej analizy opłacalności.

1. Koszty (CAPEX i OPEX)

Tab. 6.3.7. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	50 000	Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (poz. 2).
OPEX	20 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 4).

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

2. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{50\,000\ \text{PLN}}{21\,000\ \text{PLN/rok}} \approx 2,38\ \text{roku}$$

Bardzo szybki odzysk kapitału.

3. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.9. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	346 800 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	260 200 PLN	NPV > 0 Projekt jest wysoce efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	1,75	B/C > 1 Korzyści dwukrotnie przewyższają koszty.
IRR	40,9%	IRR > 5,26% SDR Inwestycja jest wysoce rentowna.

Wnioski i rekomendacje

Oba projekty są efektywne ekonomicznie, ale inwestycja II (Boniewo, w wariantcie 2) jest zdecydowanie dominująca. Jej wskaźniki (IRR, PP) wskazują na wyjątkowo wysoką rentowność społeczną i minimalne ryzyko. Jest to wynik bardzo niskiego CAPEX w relacji do stałych korzyści. Inwestycja I (Śmiłowice) jest opłacalna, ale jest bliska progu opłacalności, co czyni ją wrażliwą na wzrost kosztów. Rekomenduje się priorytetową realizację inwestycji II (Boniewo, w wariantcie 2) jako projektu o najwyższej efektywności w powiecie. Realizacja inwestycji I jest uzasadniona, ale powinna nastąpić po zabezpieczeniu funduszy na projekt o wyższym priorytecie.

Tab. 6.3.10. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

Wskaźnik	Inwestycja I (Śmiłowice)	Inwestycja II (Boniewo, Wariant 2)	Komentarz
CAPEX (PLN)	220 000 PLN	50 000 PLN	II jest ponad 4-krotnie tańsza inwestycyjnie.
NPV (SDR): $r = 5,26\%$	20 000 PLN	20 000 PLN	Koszty utrzymania są identyczne.
B/C Ratio	90 200 PLN	260 200 PLN	II generuje znacznie wyższą absolutną wartość dodaną (NPV).
IRR	1,17	1,75	II jest zdecydowanie bardziej efektywna na jednostkę kosztu.

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

1. Rozwój małej retencji na terenie powiatu.
2. Budowa i odbudowa sieci urządzeń melioracyjnych.
3. Budowa jazów i progów podpiętrzających na terenie powiatu (w
4. szczególności gminy: Boniewo, Choceń, Baruchowo, Izbica Kujawska,
5. Lubraniec, Chodecz, Kowal, gmina wiejska Włocławek).
6. Odtworzenie oczek i zadrzewień śródpolnych na terenie powiatu.
7. Ochrona obszarów źródlisk i zadrzewień wokół nich.

Analiza dwóch priorytetowych inwestycji wodno-melioracyjnych dowiodła, iż są to inwestycje efektywne ekonomicznie i uzasadnione jest ich poniesienie ze środków publicznych. Z dużym prawdopodobieństwem można zakładać, że kolejne inwestycje o podobnym charakterze, które są na liście LPW powiatu włocławskiego 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 włocławskim powinna stanowić pomoc w podjęciu decyzji o ich wykonaniu.

6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.

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

6.4.1. Przywrócenie funkcji zbiorników retencyjnych w miejscowości Śmiłowice

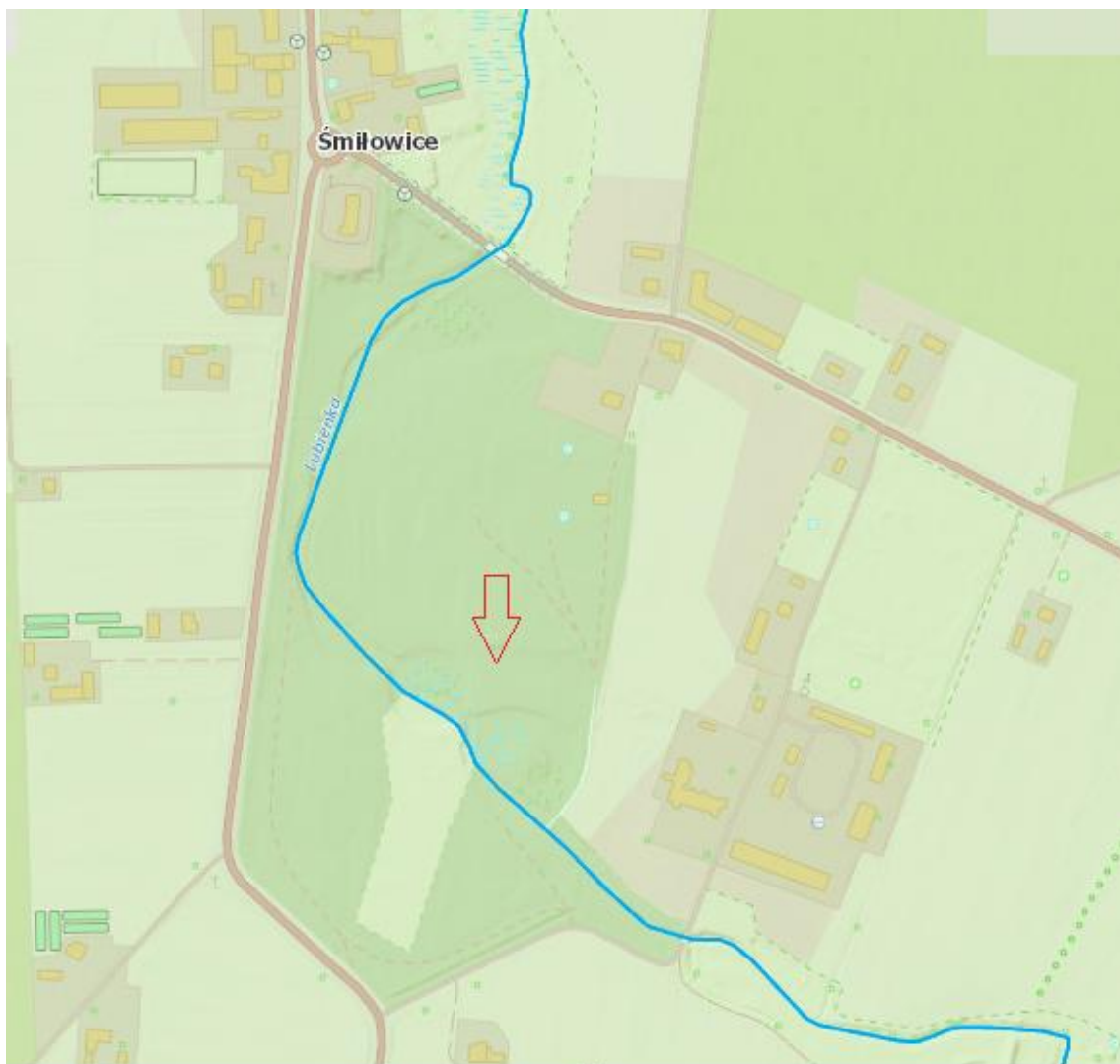
6.4.1.1. Wprowadzenie i cel działań

Niniejsze opracowanie stanowi koncepcję i ekspertyzę hydrologiczną dotyczącą przywrócenia funkcji retencyjnych zdegradowanych zbiorników wodnych zlokalizowanych w dolinie rzeki Lubieńki w miejscowości Śmiłowice, gmina Chocień, powiat włocławski. Celem działań jest odtworzenie zdolności retencyjnych dawnego układu rzeczno-stawowego, poprawa warunków hydrologicznych w dolinie oraz wzmocnienie funkcji przyrodniczych i krajobrazowych tego obszaru. Projekt opiera się na zasadach Nature Based Solutions (NBS), czyli wykorzystaniu i wzmocnieniu naturalnych procesów hydrologicznych oraz biologicznych zamiast klasycznych, twardych rozwiązań inżynierskich. Szczególnym elementem koncepcji jest uwzględnienie obecności bobra europejskiego, którego działalność hydrotechniczna stanowi naturalny mechanizm piętrzenia i retencji wód.

6.4.1.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Obszar opracowania położony jest w miejscowości Śmiłowice, w gminie Chocień, w powiecie włocławskim, w obrębie ewidencyjnym Śmiłowice 1. Teren inwestycji obejmuje fragment dawnego parku przydworskiego oraz odcinek doliny rzeki Lubieńki, w rejonie działki nr 136/1. W przeszłości funkcjonowały tu dwa zbiorniki wodne włączone bezpośrednio w bieg rzeki. Obecnie są one silnie zamulone i porośnięte roślinnością, jednak zachowały czytelne obniżenia terenu i naturalny potencjał do ponownego pełnienia funkcji retencyjnej.

Rzeka Lubieńka ma swoje źródła w rejonie Lubienia Kujawskiego, przepływa przez jezioro Lubieńskie, a następnie kieruje się na północ przez szereg miejscowości, m.in. Kłóbkę, Wilkowice, Śmiłowice i Kuźnice, uchodząc dalej w rejonie Nakonowa. Dolina rzeki w Śmiłowicach ma charakter płaski, z licznymi elementami infrastruktury hydrotechnicznej, takimi jak mosty, kładki oraz przepusty drogowe i parkowe.



Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja przedmiotowego obszaru na tle mapy hydrograficznej na podstawie danych Hydroportalu ISOK.

6.4.1.3. Warunki hydrologiczne i infrastruktura wodna

Na analizowanym odcinku rzeki Lubieńki występuje wyraźna mozaika lokalnych piętrzeń i obniżen poziom wody, wynikających zarówno z infrastruktury technicznej, jak i działalności bobrów. W trakcie badań terenowych stwierdzono:

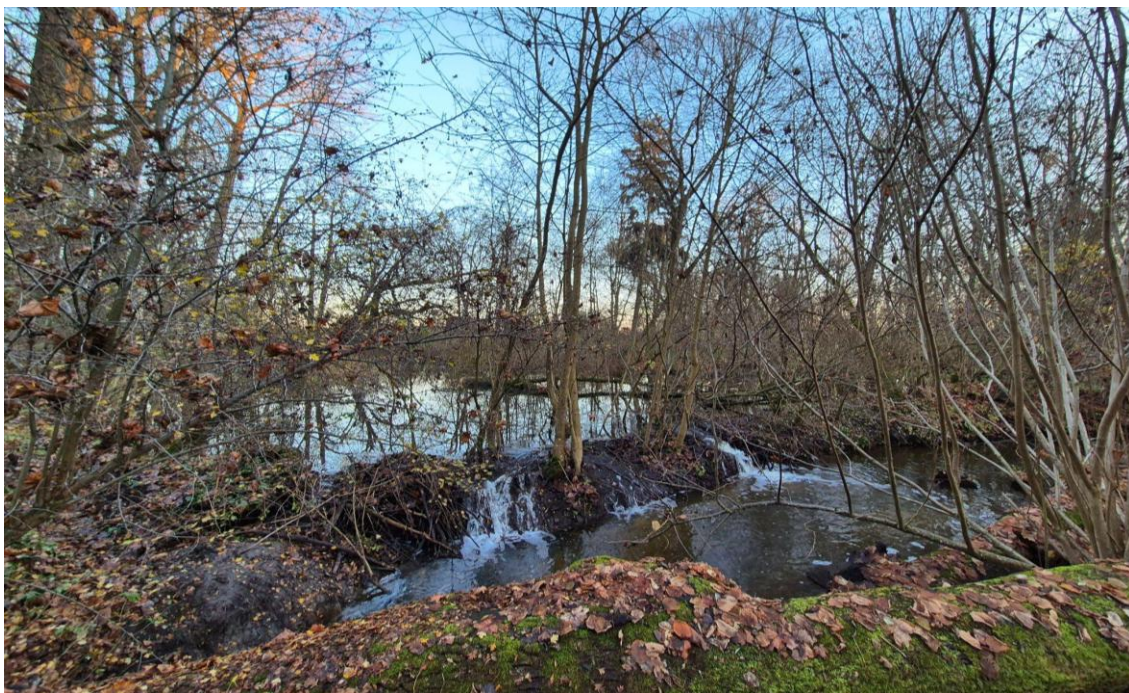
- naturalne spiętrzenie wód powstałe w miejscu dawnych stawów w wyniku działalności bobrów, z lustrem wody na rzędnej ok. 91,6 m n.p.m.,
- lokalne spiętrzenia w korycie rzeki Lubieńki, również związane z aktywnością bobrów,
- zwierciadło wody poniżej mostu na drodze powiatowej 2921C na rzędnej ok. 90,19 m n.p.m.,
- rów przydrożny z przepustem pod drogą 2909C o rzędnej dna 91,68 m n.p.m.,

- przepust pod ścieżką parkową o rzędnej dna 91,26 m n.p.m.,
- lokalne podpiętrzenia wody na rzędnej ok. 91,59 m n.p.m.

Różnice pomiędzy rzędnymi dna przepustów a poziomem zwierciadła wody wskazują na istnienie barier przepływu i progów hydrotechnicznych, które częściowo hamują odpływ, lecz czynią to w sposób przypadkowy i niekontrolowany. Jednocześnie działalność bobrów prowadzi do tworzenia naturalnych progów i rozlewisk, które skutecznie zwiększają lokalną retencję, choć bez stabilnej kontroli poziomu piętrzenia.



Ryc. 6.4.1.2. Rzeka Lubieńka w miejscu planowanej odbudowy (dz. 136/1) - rzędna lustra wody na podpiętrzeniu 91.587 m n.p.m. (52°31'04.6204"N 19°01'00.9718"E).



Fot. 6.4.1.1. Miejsce występowania dawnych stawów w biegu koryta rzeki Lubieńska, ze spiętrzeniem wód powstałym w wyniku działalności bobrów. Lustro wody na podpiętrzeniu na rzędnej ok. 91,6 m n.p.m.; ($52^{\circ}31'04.6204''N$, $19^{\circ}01'00.9718''E$).



Fot. 6.4.1.2. Rzeka Lubieńka - widok na most na drodze powiatowej 2921C oraz widok poniżej mostu. Rzędna lustra wody = 90.188 m n.p.m.



Fot. 6.4.1.3. Koryto rowu przy drodze gminnej nr 2909C; po stronie wschodniej rów łączy się z wodami rzeki Lubieńki w miejscu położonym powyżej planowanej inwestycji, natomiast po stronie zachodniej przebiega przepustem pod drogą nr 2909C; rzędna dna przepustu: 91,681 m n.p.m. (52°31'11.1704"N, 19°00'53.3291"E).



Fot. 6.4.1.4. Przepust pod ścieżką rowerową. Rzędna dna przepustu = 91.258 m n.p.m. (52°31'11.1178"N 19°00'54.1633"E).



Fot. 6.4.1.5. Rzeka Lubieńka na odcinku powyżej planowanej inwestycji - widok na most na drodze gminnej 190792C (52°30'59.6342"N 19°01'08.2192"E) oraz widok na ciek poniżej i powyżej mostu.

6.4.1.4. Zlewnia i odpływ wód

Zlewnia zasilająca dawny staw w biegu Lubieńki ma powierzchnię 5,67 ha. Przy opadzie 20 mm dopływ wynosi ok. 902 m³, natomiast przy opadzie 40 mm – ok. 1878 m³. Wskazuje to na realny potencjał do czasowego magazynowania znacznych ilości wody w obrębie doliny rzecznej.



Ryc. 6.4.1.3. Zlewnia o powierzchni 5,67 ha zasilająca dawny staw w biegu rzeki Lubieńki.

6.4.1.5. Koncepcja przywrócenia funkcji retencyjnych

Koncepcja zakłada przywrócenie funkcji retencyjnych zbiorników wodnych poprzez wykorzystanie istniejących przegłębień doliny, naturalnych spiętrzeń bobrowych oraz lokalnych progów hydrotechnicznych. Zamiast budowy nowych, masywnych budowli hydrotechnicznych przewiduje się zastosowanie rozwiązań miękkich i półnaturalnych, zgodnych z podejściem NBS:

1. Odtworzenie mis dawnych zbiorników poprzez ich częściowe odmulenie, bez pełnej regulacji koryta rzeki.

2. Włączenie naturalnych tam bobrowych do systemu retencji jako elementów stabilizujących poziom wody, przy jednoczesnym zapewnieniu możliwości bezpiecznego przelewu wód wezbraniowych.
3. Zastosowanie niskich, półprzepuszczalnych przegród drewniano-ziemnych lub faszynowych w miejscach dawnych progów, wzorowanych na budowach bobrowych.
4. Ukształtowanie łagodnych skarp i stref litoralu sprzyjających rozwojowi roślinności szuwarowej i bagiennej.
5. Zachowanie ciągłości ekologicznej koryta rzeki oraz możliwości migracji organizmów wodnych.

Celem koncepcji nie jest eliminacja bobrów, lecz współistnienie z ich działalnością i wykorzystanie jej jako naturalnego mechanizmu piętrzenia i retencji wody.

6.4.1.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Realizacja koncepcji przyniesie następujące efekty hydrologiczne:

- zwiększenie retencji powierzchniowej w obrębie doliny rzeki Lubieńki,
- spowolnienie odpływu wód opadowych i roztopowych z obszaru zlewni 5,67 ha,
- stabilizacja poziomu wód gruntowych w sąsiedztwie doliny,
- ograniczenie gwałtowności fal wezbraniowych,
- wydłużenie czasu przebywania wody w systemie rzeczno-stawowym,
- zwiększenie odporności układu hydrologicznego na okresy suszy i intensywne opady.

W efekcie dolina Lubieńki zacznie pełnić funkcję naturalnego polderu retencyjnego o charakterze krajobrazowym.

Efekty środowiskowe mają kluczowe znaczenie w podejściu NBS:

- powstanie mozaiki siedlisk wodnych, wodno-błotnych, szuwarowych i ekotonowych,
- wzmocnienie roli doliny jako ostoji bioróżnorodności,
- poprawa warunków bytowania płazów, ptaków wodnych, bezkręgowców i ryb,
- zachowanie i ochrona siedlisk bobra europejskiego jako gatunku kluczowego dla funkcjonowania ekosystemu,
- poprawa jakości wód dzięki procesom sedymentacji i samooczyszczania,

- wzmocnienie walorów krajobrazowych i rekreacyjnych dawnego parku przydworskiego.

Działania te wpisują się bezpośrednio w ideę renaturyzacji dolin rzecznych i adaptacji do zmian klimatu.

6.4.1.7. Wnioski i rekomendacje

1. Obszar w Śmiłowicach posiada bardzo wysoki potencjał do rozwoju małej retencji w oparciu o rozwiązania oparte na naturze (NBS).
2. Działalność bobrów należy traktować jako element wspierający cele hydrologiczne i środowiskowe, a nie jako zagrożenie.
3. Zaleca się rezygnację z twardych regulacji hydrotechnicznych na rzecz niskich, półnaturalnych przegród i wykorzystania istniejących form terenu.
4. Odtworzenie zbiorników powinno mieć charakter etapowy i adaptacyjny, z bieżącą obserwacją reakcji ekosystemu.
5. Projekt może stanowić modelowy przykład współpracy człowieka z naturalnymi procesami hydrologicznymi i biologicznymi w dolinie rzecznej.

Realizacja koncepcji przywrócenia funkcji retencyjnych w Śmiłowicach, przy pełnym uwzględnieniu obecności bobra i zasad Nature Based Solutions, stworzy trwały, samoregulujący się system retencyjny o wysokiej wartości hydrologicznej, ekologicznej i krajobrazowej.

6.4.2. Budowa zbiornika retencyjnego w miejscowości Boniewo

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel działań

Celem niniejszych działań jest przedstawienie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w miejscowości Boniewo, na terenie gminy Boniewo w powiecie wrocławskim. Opracowanie obejmuje analizę możliwości przechwycenia i retencjonowania wód opadowych oraz ograniczenia zjawiska podtopień występujących w obniżeniu terenu, w szczególności w rejonie obiektów sportowych.

- Celem działań jest:
- ograniczenie stagnacji i podtopień w centralnej części miejscowości,
- przechwycenie odpływu zlewni o powierzchni 0,22 km²,
- poprawa lokalnych stosunków wodnych,
- stworzenie warunków do funkcjonowania niewielkich zbiorników wodnych jako elementów zielono-błękitnej infrastruktury.

6.4.2.2. Lokalizacja inwestycji

Planowana inwestycja zlokalizowana jest w miejscowości Boniewo, w obrębie ewidencyjnym Boniewo, na terenie gminy Boniewo, powiat wrocławski. Analizą objęto działki ewidencyjne nr 18/10 oraz 20/9, o łącznej powierzchni 0,4292 ha.



Ryc. 6.4.2.1. Lokalizacja dz. 18/10 i 20/9 na tle Ortofotomapy.

6.4.2.3. Charakterystyka terenu i warunki wodne

Analizowany obszar charakteryzuje się występowaniem obniżenia terenu, w którym lokalnie obserwowano zaleganie wody, szczególnie na działce nr 18/10. Teren ten pełni funkcję miejsca kumulacji wód opadowych, co skutkuje okresowymi podtopieniami.



Fot. 6.4.2.1. Działka nr 18/10 w miejscowości Boniewo – obniżenie terenu, w którym miejscami obserwowano okresowe zaleganie wody.

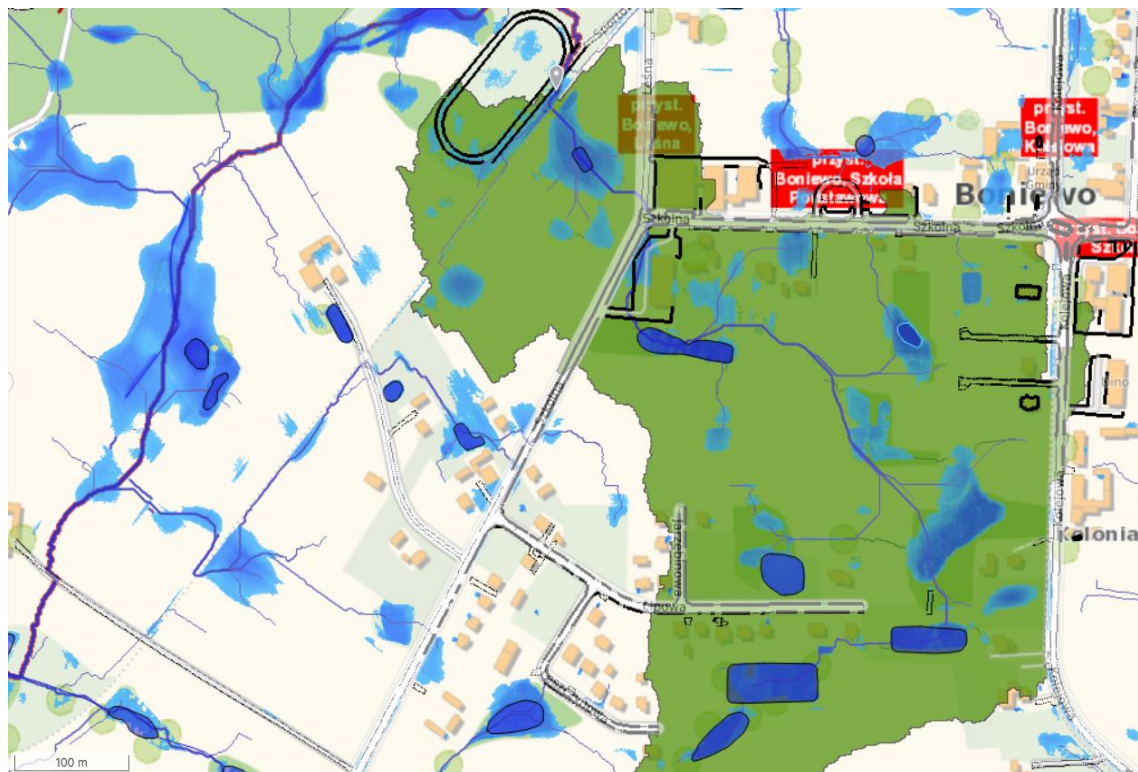


Fot. 6.4.2.2. Działka nr 20/9 w miejscowości Boniewo.

Zasięg zlewni całkowitej odwadniającej analizowany obszar wynosi 0,22 km² (220 000 m²). Zlewnia o powierzchni takiej powierzchni stanowi istotne źródło dopływu wód opadowych, co w połączeniu z ukształtowaniem terenu sprzyja kumulacji wód w centralnej części miejscowości. Układ ten uzasadnia potrzebę zastosowania rozwiązań retencyjnych umożliwiających przejście i czasowe magazynowanie wód opadowych oraz ograniczenie ich niekontrolowanego rozlewania się.

Poniżej przedstawiono zasięgi podtopień dla opadów: 20 mm, 40 mm. Analiza dla opadu o wysokości 20 mm wskazuje na lokalne gromadzenie się wód w naturalnych obniżeniach terenu, w szczególności w rejonie analizowanych działek oraz obiektów sportowych. Podtopienia mają charakter punktowy i koncentrują się w miejscach o ograniczonej drożności odpływu. W przypadku opadu o wysokości 40 mm obserwuje się istotne zwiększenie zasięgu podtopień oraz ich intensywności. Wody opadowe obejmują

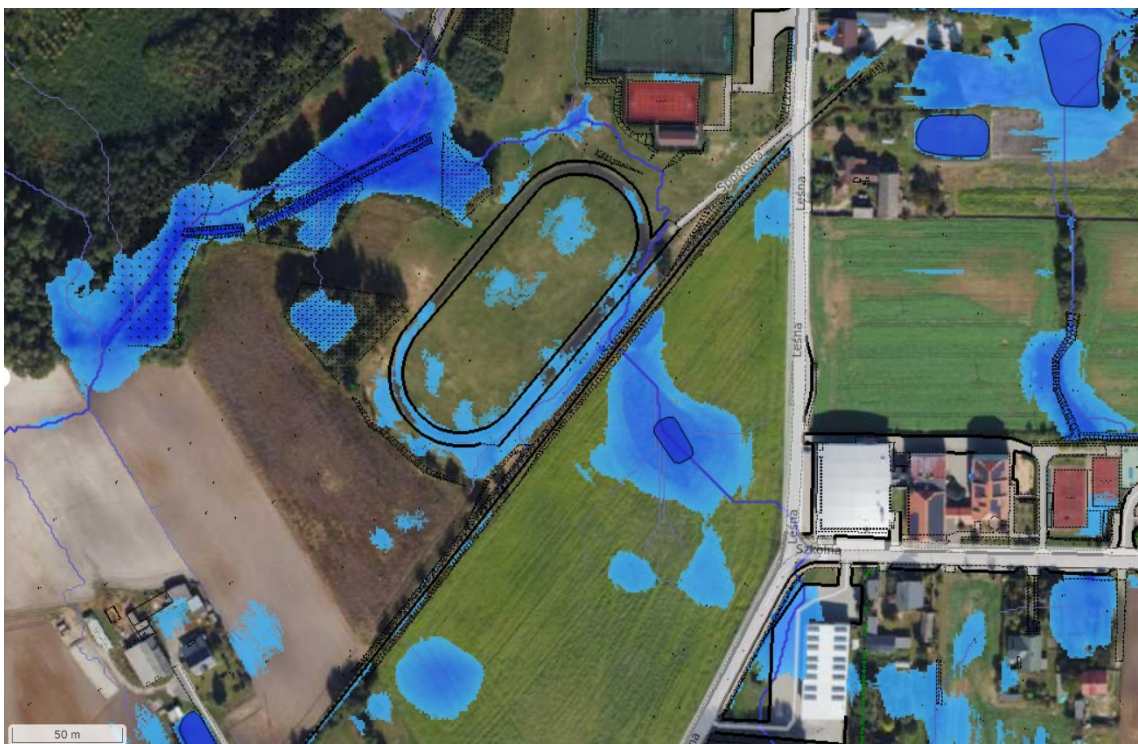
większą powierzchnię obniżeń terenowych i utrzymują się dłużej, co potwierdza niewystarczającą pojemność retencyjną terenu oraz brak skutecznych elementów przechwytyjących i spowalniających odpływ.



Ryc. 6.4.2.2. Zasięg zlewni całkowitej odwadniającej analizowany obszar w miejscowości Boniewo; powierzchnia zlewni 0,22 km² (220 000 m²).



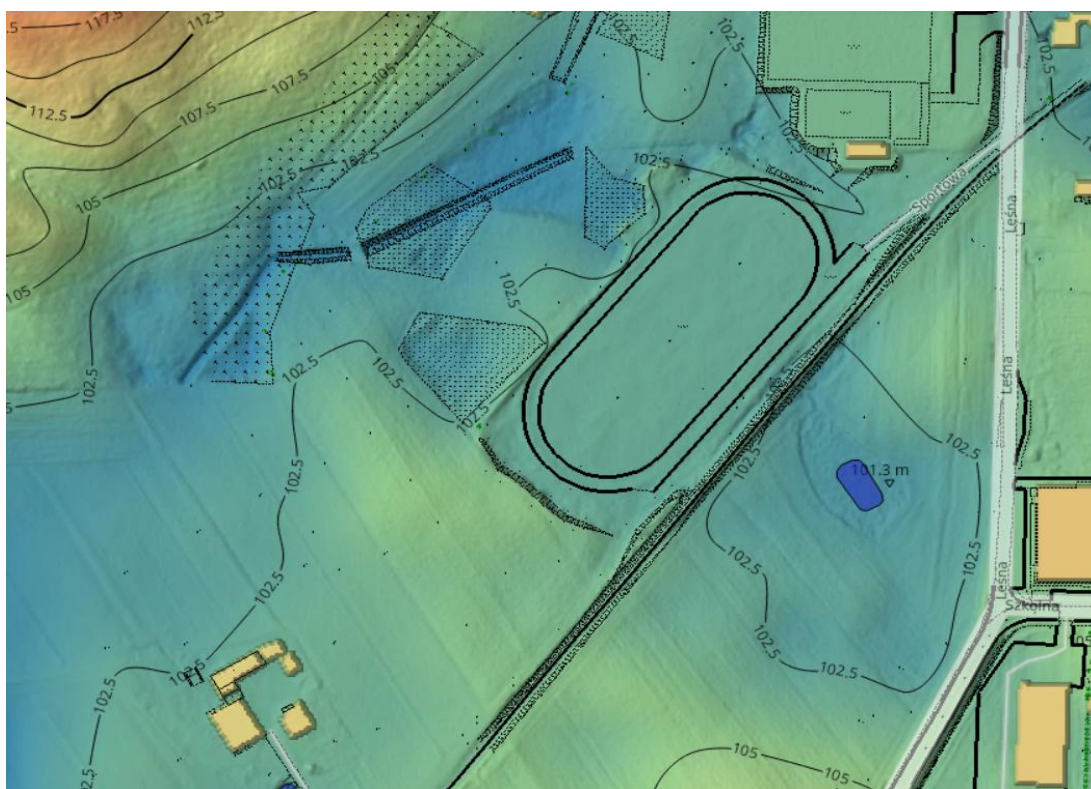
Ryc. 6.4.2.3. Zasięg podtopień w miejscowości Boniewo podczas opadu o wysokości 20 mm.



Ryc. 6.4.2.4. Zasięg podtopień w miejscowości Boniewo podczas opadu o wysokości 40 mm.

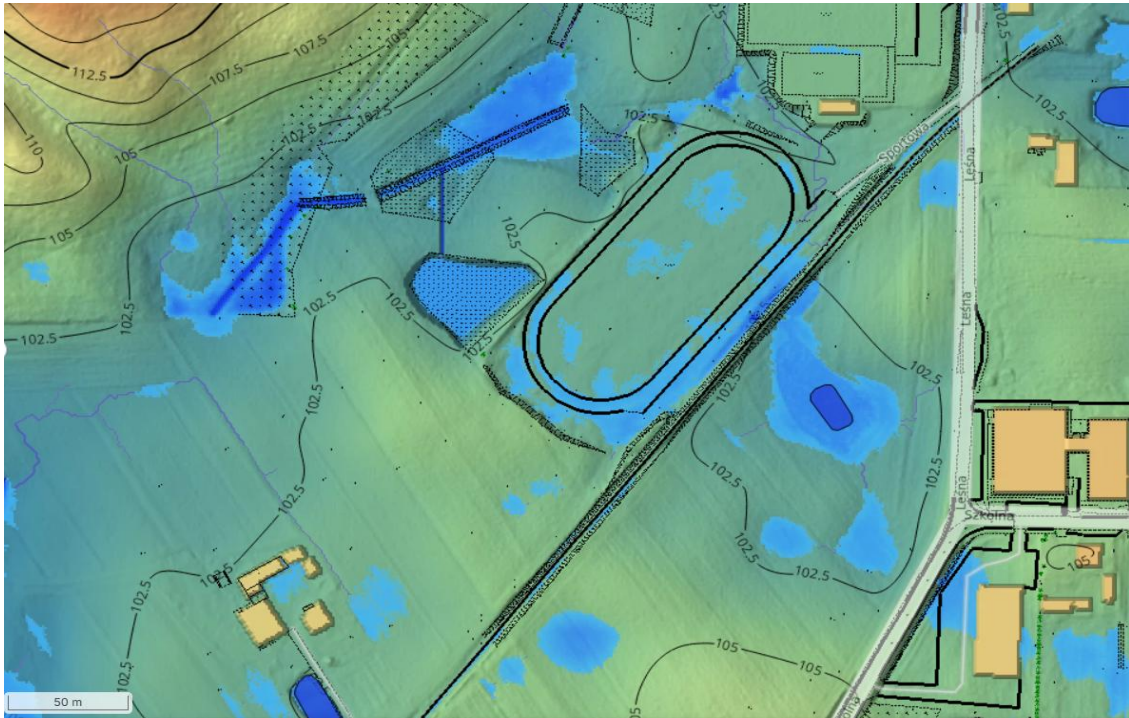
6.4.2.4. Koncepcja budowy zbiornika

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych w miejscowości Boniewo została opracowana w oparciu o analizę rzeźby terenu, zasięgu podtopień oraz symulacje dla czterech różnych wariantów działań technicznych. Poniższe ryciny przedstawiają mapę wysokościową analizowanego obszaru oraz zasięgi podtopień dla opadów o wysokości 20 mm i 40 mm, zarówno w stanie istniejącym, jak i po realizacji poszczególnych wariantów.

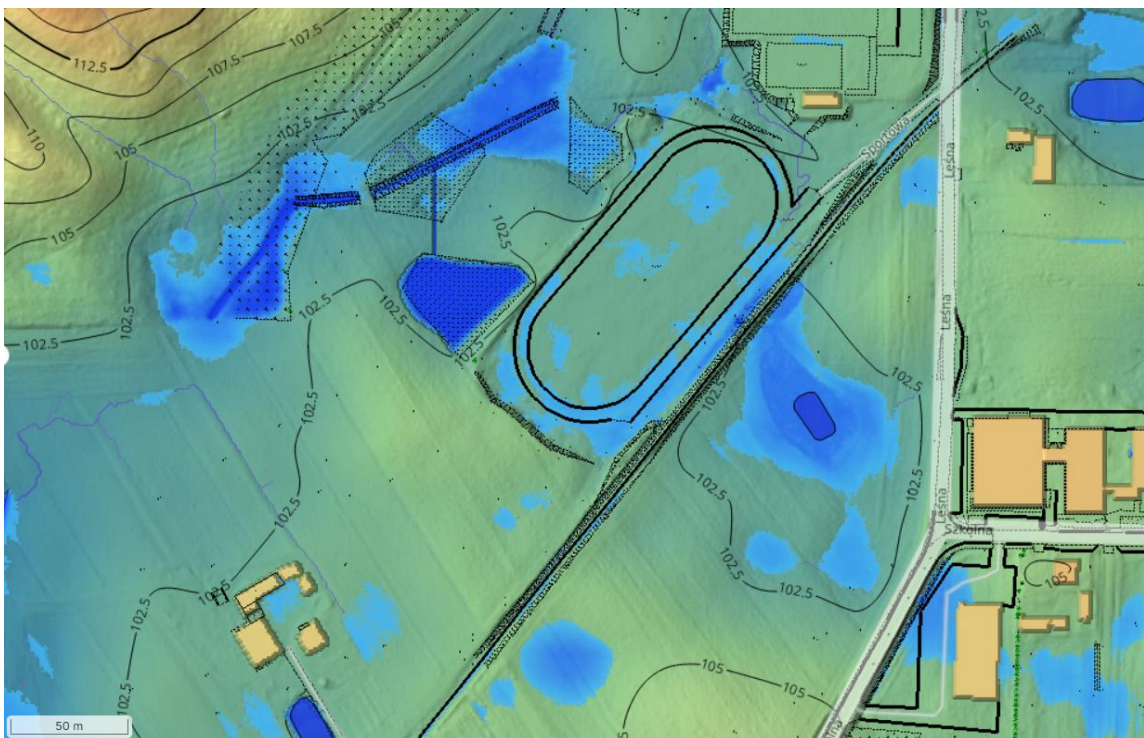


Ryc. 6.4.2.5. Mapa wysokościowa analizowanego terenu

Wariant 1 obejmuje budowę zbiornika retencyjnego o powierzchni około 1300 m² i pojemności użytkowej około 1200 m³ na działce nr 20/9. Proponowany zbiornik zlokalizowany jest w naturalnym obniżeniu terenu.

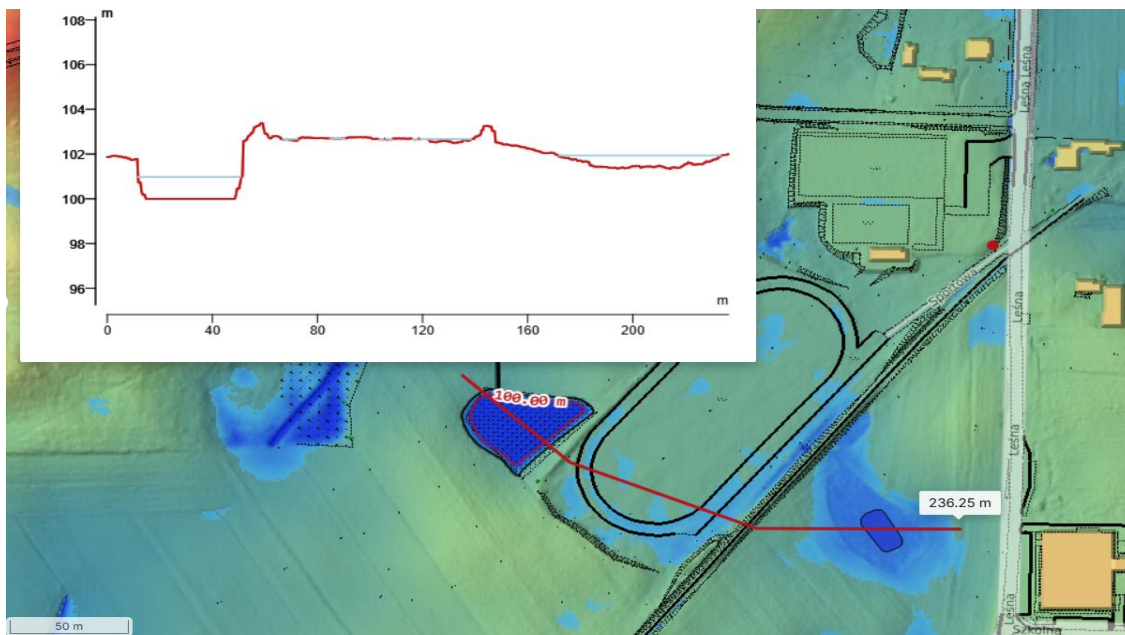


Ryc. 6.4.2.6. Wariant 1. Budowa zbiornika o pow. 1300 m² (pojemność użytkowa ok. 1200 m³) na działce nr 20/9. Zasięg podtopień przy opadzie 20 mm.

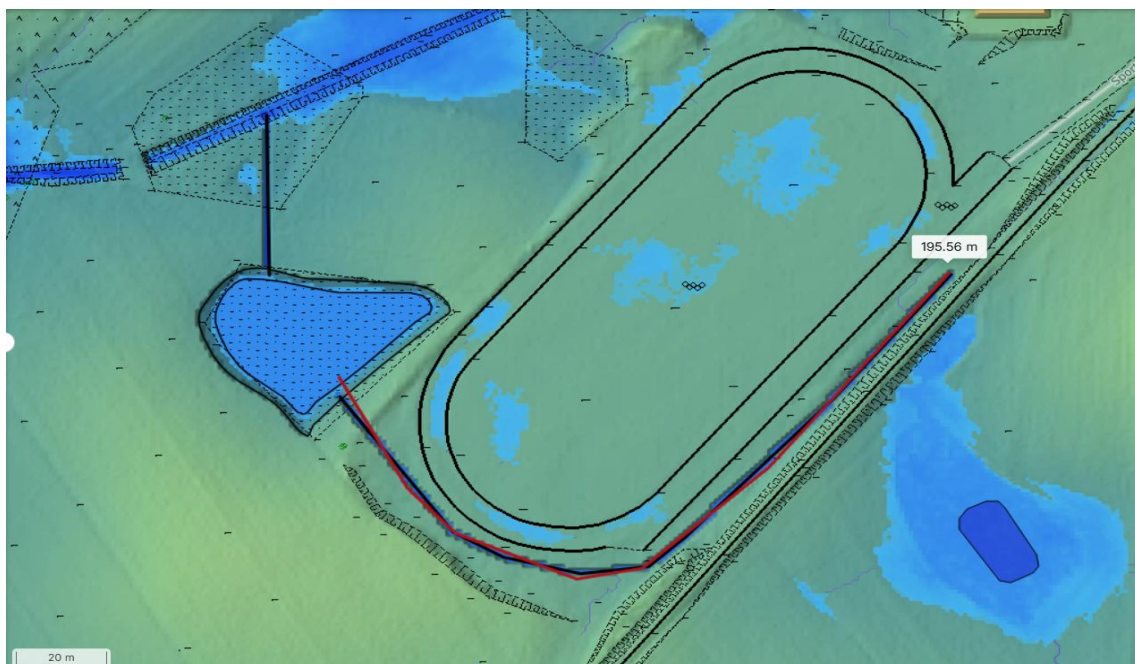


Ryc. 6.4.2.7. Wariant 1. Budowa zbiornika o pow. 1300 m² (pojemność użytkowa ok. 1200 m³) na działce nr 20/9. Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.

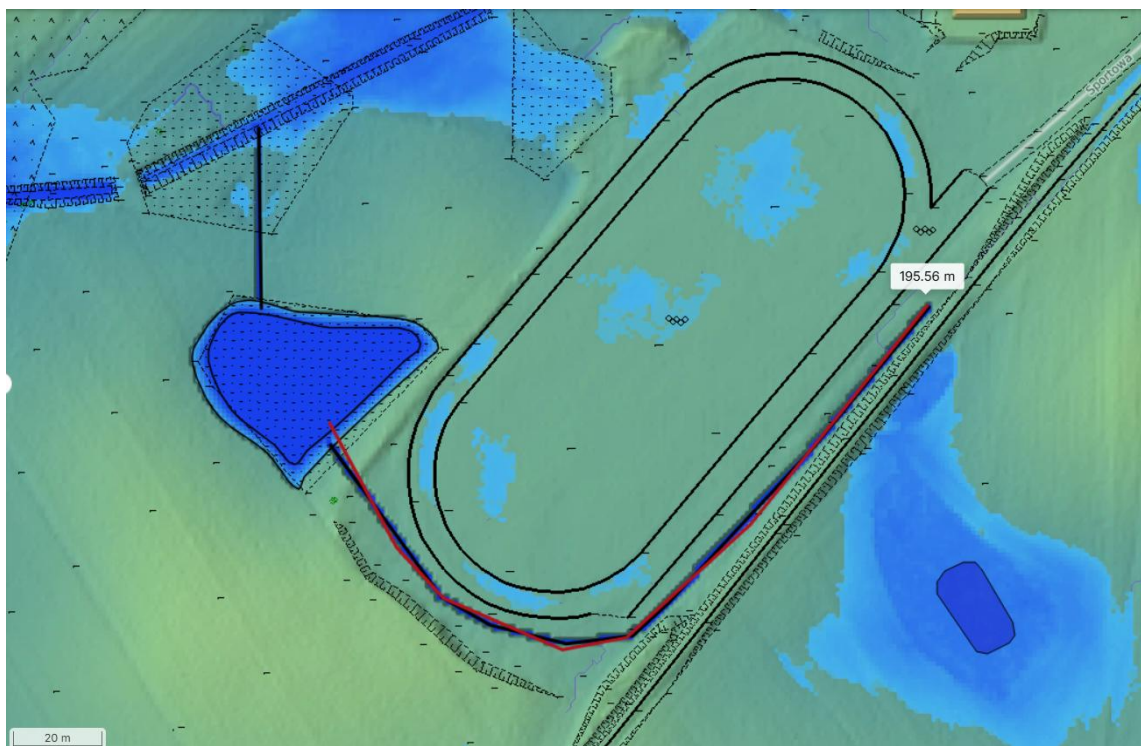
Wariant 2 zakłada się budowę zbiornika retencyjnego oraz wykonanie drenażu terenów problemowych na odcinku 240 m. Poniższe ryciny przedstawiają zasięgi podtopień dla opadów 20 mm i 40 mm przed realizacją prac oraz po ich wykonaniu. Z porównania map wynika zmniejszenie powierzchni zalewanych oraz uporządkowanie kierunków odpływu wód z obszarów problemowych po realizacji drenażu.



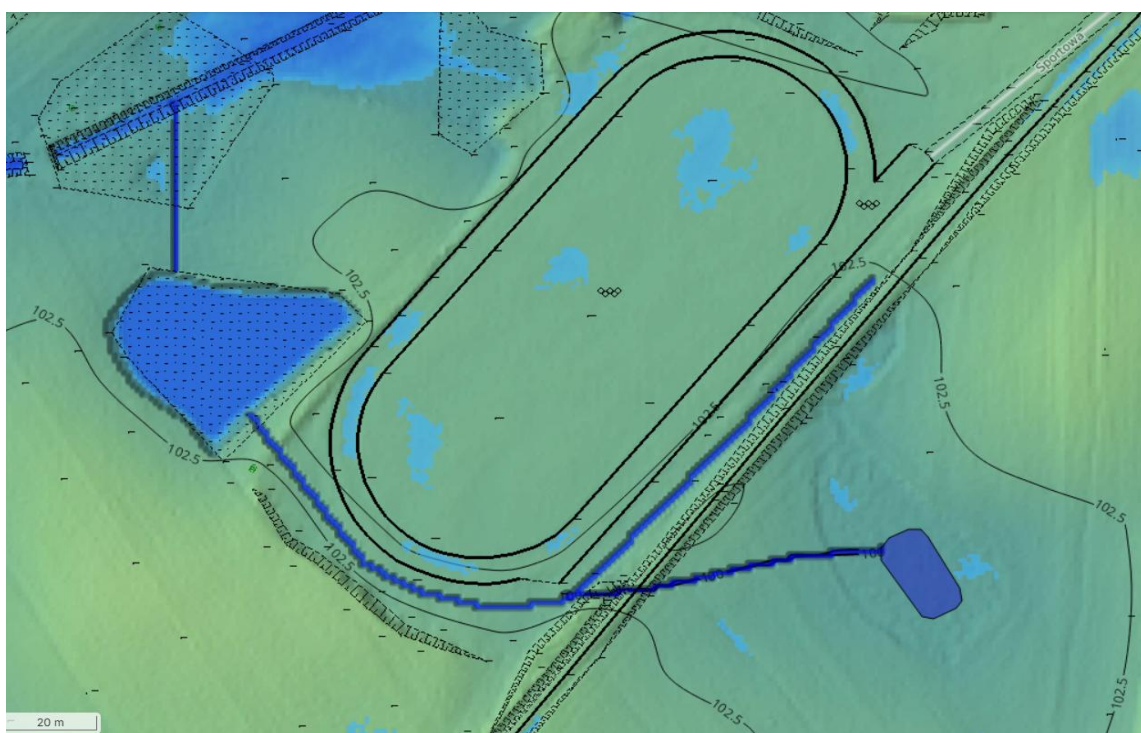
Ryc. 6.4.2.8. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m), sytuacja przy opadzie 40 mm.



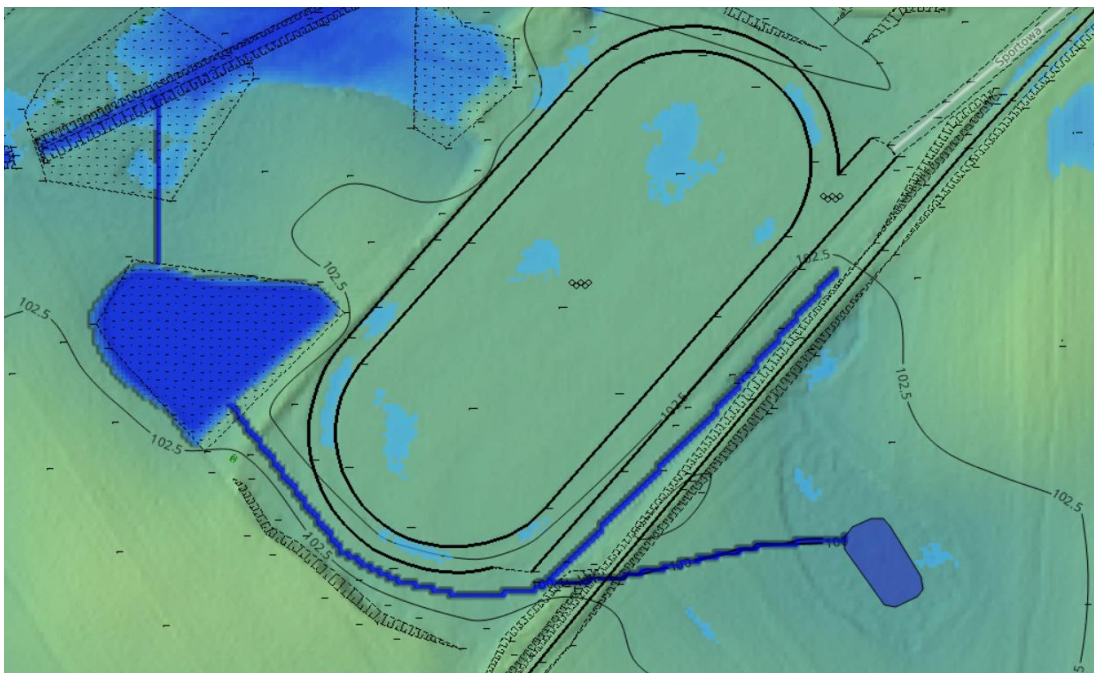
Ryc. 6.4.2.9. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień przy opadzie 20 mm.



Ryc. 6.4.2.10. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.

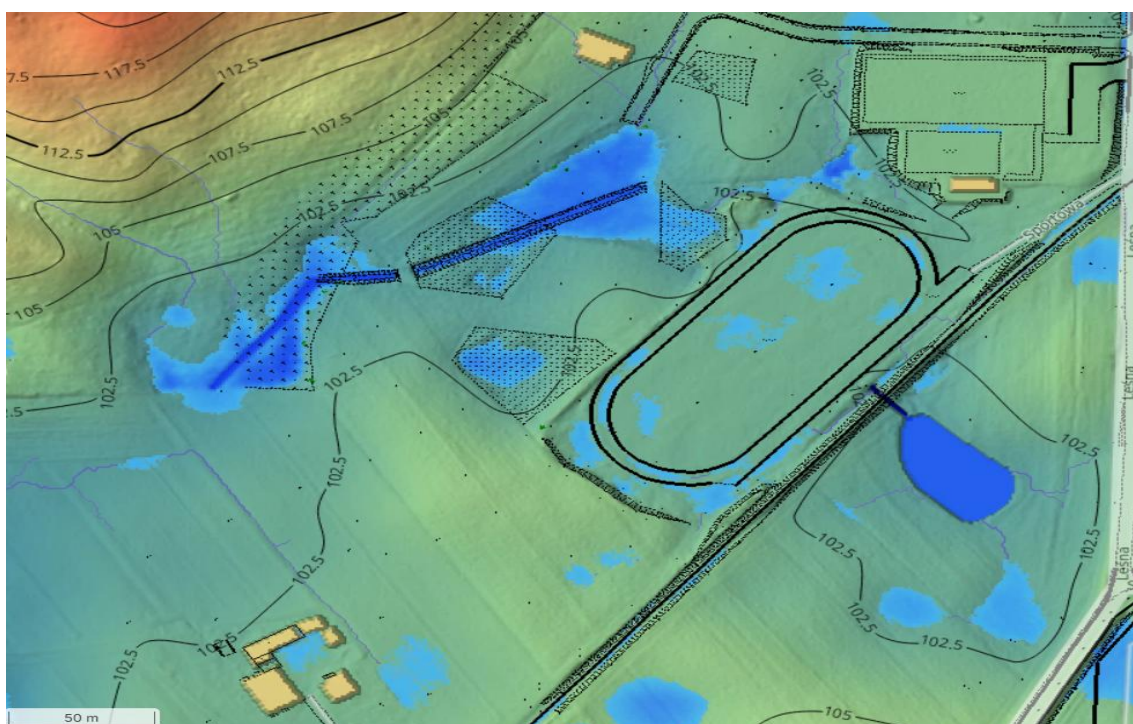


Ryc. 6.4.2.11. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień po realizacji prac przy opadzie 20 mm.

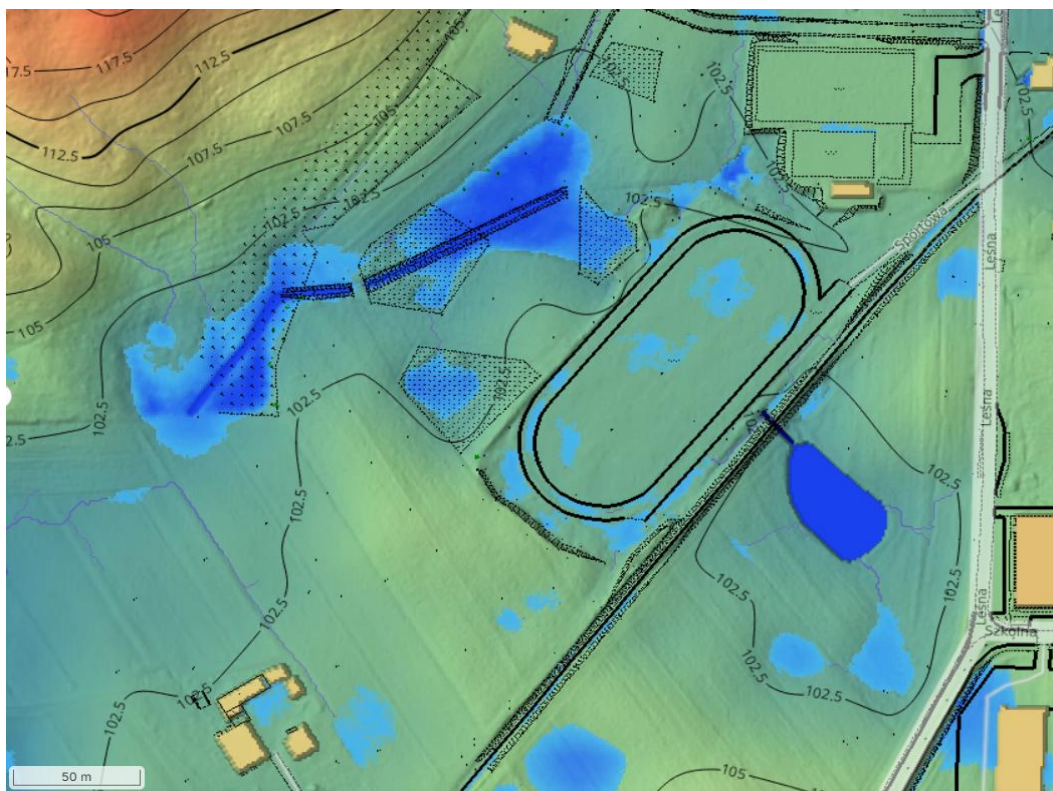


Ryc. 6.4.2.12. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień po realizacji prac przy opadzie 40 mm.

Wariant 3 przewiduje budowę zbiornika retencyjnego o powierzchni około 1300 m² na działce nr 91 w obrębie Boniewo.



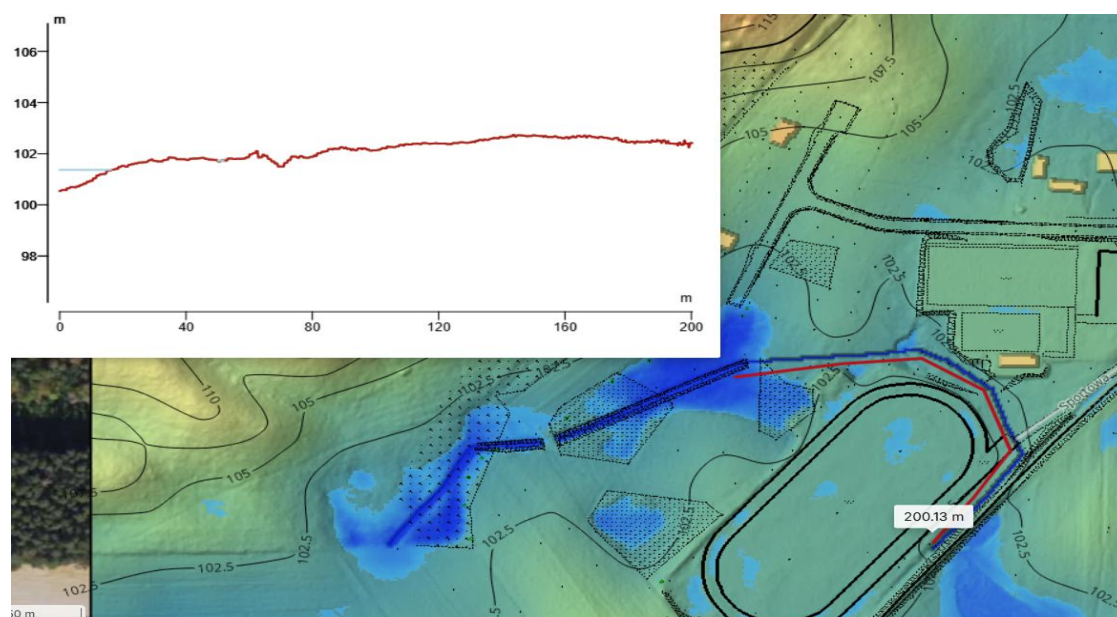
Ryc. 6.4.2.13. Wariant 3. Budowa zbiornika o powierzchni 1300 m² na działce nr 91 obręb Boniewo. Zasięg podtopień przy opadzie 20 mm.



Ryc.

6.4.2.14. Wariant 3. Budowa zbiornika o powierzchni 1300 m² na działce 91 obręb Boniewo. Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.

Wariant 4 obejmuje wykonanie drenażu na odcinku 200 m, bez budowy zbiornika retencyjnego.



Ryc. 6.4.2.15. Wariant 4. Budowa drenażu na odcinku 200 m. Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.

6.4.2.5. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Realizacja zbiornika retencyjnego pozwoli na:

- ograniczenie stagnacji i podtopień w centralnej części miejscowości poprzez przechwycenie odpływu zlewni 0,22 km²,
- zmniejszenie presji na istniejące rowy i system odwodnienia,
- spłaszczenie fali odpływu przy opadach rzędu 20–40 mm,
- ograniczenie erozji powierzchniowej oraz ryzyka degradacji terenów sportowych.

6.4.2.6. Wnioski i rekomendacje

Z przedstawionych danych wynika, że budowa zbiornika retencyjnego w miejscowości Boniewo jest uzasadniona ze względu na występujące podtopienia oraz niewystarczającą skuteczność istniejących rozwiązań odwodnieniowych. Najkorzystniejszym rozwiązaniem wskazanym w podsumowaniu pliku źródłowego jest odprowadzenie wód do projektowanego zbiornika na działce nr 91.

Rekomenduje się realizację zbiornika z zastosowaniem rozwiązań bliskich naturze, obejmujących:

- ukształtowanie łagodnych skarp,
- wykorzystanie naturalnych materiałów do stabilizacji brzegów,
- wprowadzenie roślinności hydrofitowej,
- zachowanie istniejących obniżzeń terenowych,
- ograniczenie robót ziemnych do zakresu koniecznego.

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

Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:

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

7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.

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

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

Wdrażanie działań retencyjnych etapami pozwala:

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

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

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

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

- a) działania agrotechniczne na polach uprawnych;

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

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

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

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

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

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

- a) duże programy renaturyzacji cieków i dolin rzecznych;
- b) odtwarzanie kompleksowych systemów mokradeł na obszarach rolnych;
- c) budowa lub przebudowa rozległych systemów małej retencji w lasach i na terenach rolniczych;

- d) odbudowa naturalnych zbiorników polderowych;
- e) duże, zintegrowane programy przeciwdziałania skutkom suszy na poziomie regionu;
- f) zmiana struktury krajobrazu sprzyjająca retencji (np. zadrzewienia śródpolne, pasy wiatrochronne, korekty użytków zielonych).

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

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

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

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

Dobrze skoordynowane działania inwestycji wodnych prowadzą do:

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

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

Skuteczne wdrażanie działań retencyjnych wymaga konsolidacji podstawowych grup interesariuszy:

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

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

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

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

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

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

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

1. **Utworzenie Lokalnych Partnerstw Wodnych (LPW) lub wzmocnienie istniejących.** Partnerstwo powinno być stałą platformą współpracy na linii powiat–gminy–spółki wodne–rolnicy–leśnicy–Wody Polskie–organizacje pozarządowe. LPW powinno nadzorować listy zadań, wnioski o finansowanie i działania edukacyjne.
2. **Podział ról i odpowiedzialności:**
 - *Powiat*: koordynacja strategiczna, łączenie programów gminnych, pozyskiwanie i alokacja środków na zadania ponadgminne.
 - *Gmina*: bieżące utrzymanie rowów przydrożnych, współpraca ze spółkami wodnymi, lokalne planowanie przestrzenne.
 - *Wody Polskie / RZGW*: zarządzanie głównymi ciekami, zatwierdzanie większych inwestycji, nadzór hydrologiczny.
 - *Spółki wodne / rolnicy*: konserwacja urządzeń melioracyjnych na gruntach rolnych, zgłaszanie awarii, realizacja małych inwestycji retencyjnych.
3. **Standardy dokumentacji i wymiana informacji:** jednolite formularze zgłoszeń zadań do PPW (wzory załączników występują w niektórych PPW), baza zgłoszeń online, katalog inwestycji priorytetowych.
4. **Mechanizmy finansowo-prawne:** model współfinansowania interwencji (np. budżet powiatowy + udział gminy + dotacja wojewódzka/środki zewnętrzne) oraz proste regulacje dot. korzystania z funduszy (umowy o dofinansowanie z jasnymi warunkami).
5. **Harmonogramy przeglądów i raportowania:** cykliczne spotkania operacyjne (np. co kwartał) i strategiczne (np. co rok), raportowanie efektów do Zarządu Powiatu i publikacja raportu dla mieszkańców.

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

- a) Zespoły robocze tematyczne: np. ds. małej retencji, ds. melioracji, ds. komunikacji i edukacji, ds. finansowania.

- b) Platforma danych GIS oraz dostępny rejestr zadań: współdzielona mapa interwencji, harmonogramów i wykonanych prac.
- c) Umowy partnerskie (porozumienia gmin-powiat-spółki): wzory porozumień określające zakres prac, częstotliwość utrzymania, tryb refinansowania.
- d) Program wsparcia technicznego dla spółek wodnych: doradztwo KPODR, powiatu przy przygotowaniu dokumentacji, wniosków o dotacje i nadzorce prac.

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

Realizacja inwestycji związanych z retencjonowaniem wody oraz jej gospodarowaniem niejednokrotnie wymaga znacznych nakładów kosztowych, które przewyższają możliwości finansowe rolników czy budżety jednostek samorządowych. W wielu przypadkach konieczne jest pozyskanie zewnętrznych źródeł finansowego wsparcia zadań inwestycyjnych, programów związanych z małą retencją oraz inwestycjami wodnymi. Odpowiednie wsparcie finansowe stanowi podstawę skutecznej realizacji zaplanowanych działań i usług.

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

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

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

Fundusze i programy krajowe:

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

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

Nabór: od 01.12.2025 r. do 31.03.2026 r.

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

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

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 70% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 720 mln PLN

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

Nabór: od 30.09.2025 r. do 30.04.2026 r.

Zakres wsparcia:

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

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

- a) budowy, rozbudowy lub remontu sieci kanalizacji deszczowej oraz infrastruktury towarzyszącej, w tym urządzeń wodnych i zieleni (w wyniku realizacji inwestycji musi wzrosnąć powierzchnia obszarów zieleni w projekcie spełniających funkcje ekologiczne, w tym powierzchni biologicznie czynnej), która przyczynia się do odprowadzania, zatrzymania, retencjonowania, wykorzystania wód opadowych lub oczyszczania (w razie potrzeby) wód opadowych, przy czym dla tej infrastruktury preferowane będzie użycie metod naturalnych lub bazujących na naturalnych (rozwiązania oparte na przyrodzie), w tym wiążących się z zasilaniem wód gruntowych i podziemnych oraz rozwojem zieleni. Metody naturalne lub bazujące na naturalnych to działania, wykorzystujące naturalną zdolność retencji, zagospodarowania, samooczyszczania oraz odprowadzania wód opadowych z danego terenu np. rowy odwadniające, muldy, zbiorniki odparowujące, obsadzone roślinnością stawy sedymentacyjne, obiekty hydrofitowe oczyszczania wód opadowych, ogrody deszczowe, mikromokradła, niecki bioretencyjne i infiltracyjne;
- b) zazielenienia zbiorników wodnych lub ich renaturyzacji w lokalnych zlewniach miejskich;
- c) budowy, rozbudowy lub remontu zbiorników wód opadowych wraz z infrastrukturą towarzyszącą (w tym m.in. urządzenia podczyszczające i instalacje rozprowadzania zebranej wody);
- d) likwidacji zasklepienia lub uszczelnienia gruntu poprzez stosowanie wzmocnień przepuszczalnych dla wody np.: ażurowych lub żwirowych, jak również poprzez stosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie, w tym zakładających przywrócenie do stanu pierwotnego;
- Zieleń stosowana w projektach powinna składać się z gatunków rodzimych, zaś działania adaptacyjne nie powinny przyczyniać się do spadku różnorodności biologicznej, lecz jej zachowania lub wzrostu.
 - Dopuszczalne jest sfinansowanie również następujących elementów dodatkowych: infrastruktury dla udostępniania zieleni oraz zielono-niebieskiej i niebieskiej infrastruktury (np. ciągi pieszo-rowerowe, stojaki na rowery, ścieżki, ławeczki, kosze na śmieci, infrastruktura oświetleniowa, toalety publiczne, obiekty małej architektury, place zabaw dla dzieci, siłownie plenerowe) oraz niewielkich działań rekultywacyjnych i remediacyjnych terenu znajdującego się w granicach projektu

zieleni lub zielono-niebieskiej i niebieskiej infrastruktury. Wskazany katalog potencjalnych inwestycji nie ma charakteru zamkniętego. Wartość ww. elementów nie może wynieść więcej niż 20 % kosztów kwalifikowalnych projektu. W przypadku, gdy konieczność wykonania dodatkowych elementów wynika z zaleceń konserwatora zabytków wartość tych elementów nie może przekroczyć 25% kosztów kwalifikowalnych projektu.

- W ramach projektów nie będą finansowane prace pielęgnacyjne takie jak sezonowe koszenie trawników i poboczy dróg, przycinanie żywopłotów, gałęzi, obsadzanie i pielęgnacja istniejących kwietników i rabat kwiatowych, jesienne sprzątanie liści itp.
- Dodatkowo, punktowane będą projekty zakładające rozszczelnienie i 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 – Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa**

Nabór: co roku, do 2027

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

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

- Ekstensywne użytkowanie trwałych użytków zielonych (TUZ) z obsadą zwierząt,
- Międzyplony ozime lub wsiewki śródplonowe,
- Wymieszanie obornika na gruntach ornych w terminie 12 godzin od jego aplikacji,
- Stosowanie nawozów naturalnych płynnych innymi metodami niż rozbryzgowo,
- 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 rozbrzygowo	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 określane na podstawie stopy redyskonta weksli, ustalonej przez Radę Polityki Pieniężnej, ogłaszanej obwieszczeniem Prezesa NBP obowiązującej w dniu zawarcia umowy pożyczki. Oprocentowanie pożyczek wynosi:

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

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

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

Minimalny okres spłaty pożyczki uzależniony jest od wariantu pożyczki:

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

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

Karencja: nie dłużej niż 36 miesięcy

Udzielenie dofinansowania i umorzenia:

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

Wartość umorzenia uzależniona jest od okresu spłaty pożyczki i narasta po upływie każdego roku od dnia jej zawarcia o jeden punkt procentowy, począwszy od piątego roku, wg schematu: od 5% do 15% wypłaconej kwoty pożyczki, naliczana wg

schematu: 5 lat – 5%, 6 lat – 6%... 15 lat – 15% - dotyczy pożyczek z opcją umorzenia.

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

Gdy wartość wnioskowanej pożyczki przekracza 5 mln PLN, oprocentowanie pożyczki oraz warunki częściowego jej umorzenia, z wyjątkiem maksymalnej kwoty umorzenia, mogą zostać ustalone przez Zarząd WFOŚiGW w drodze negocjacji z Wnioskodawcą.

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

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

Beneficjenci: osoby fizyczne — właściciele/współwłaściciele / użytkownicy 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 – powiat włocławski

8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji

- Powiat włocławski charakteryzuje się narastającym deficytem wodnym w okresie wegetacyjnym, wynikającym z dużego udziału gruntów ornych, zmian klimatycznych oraz postępującej degradacji dolin rzecznych i obniżen terenowych, które historycznie pełniły funkcje retencyjne.

- Analizy zagrożenia suszą wskazują na wysoką podatność obszarów rolniczych na suszę rolniczą i hydrologiczną, co przekłada się na obniżenie stabilności produkcji rolnej oraz zwiększone ryzyko degradacji gleb.
- Jednocześnie powiat posiada istotny potencjał dla rozwoju małej retencji krajobrazowej, związany z obecnością licznych dolin cieków, dawnych zbiorników stawowych, obniżeń terenowych, mokradeł oraz rozbudowanej, choć zdegradowanej, infrastruktury melioracyjnej.
- Koncepcja zakłada przestawienie funkcjonowania systemu melioracyjnego z dominującej funkcji odwadniającej na funkcję retencyjno-regulacyjną, realizowaną poprzez rozwiązania Nature Based Solutions (NBS):
 - odtwarzanie zbiorników i stawów w dolinach cieków,
 - wykorzystanie naturalnych form piętrzenia (w tym działalności bobrów),
 - budowę niskich, półnaturalnych przegród i progów drewniano-ziemnych,
 - renaturyzację koryt cieków i ochronę mokradeł,
 - rozwój małej retencji leśnej i rolniczej.
- Obiekty takie jak dolina rzeki Lubieńki w Śmiłowicach pokazują, że możliwe jest połączenie funkcji hydrologicznych, przyrodniczych i krajobrazowych w jednym układzie, przy jednoczesnym wykorzystaniu naturalnych procesów retencji, w tym działalności bobra jako „inżyniera ekosystemu”.

8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych

- Opracować i wdrożyć Powiatowy Program Małej Retencji i Adaptacji do Zmian Klimatu dla powiatu wrocławskiego, integrujący politykę wodną, rolną, leśną, ochrony przyrody i planowania przestrzennego.
- Traktować istniejącą infrastrukturę melioracyjną nie jako system wyłącznie odwadniający, lecz jako potencjalny system regulowanej retencji, w którym możliwe jest:
 - instalowanie zastawek,
 - budowa półnaturalnych progów i przegród,
 - okresowe piętrzenie wód w sposób kontrolowany i bezpieczny.
- Realizować inwestycje pilotażowe w dolinach cieków z wykorzystaniem zasad Nature Based Solutions, jako projekty demonstracyjne dla całego powiatu,

pokazujące możliwość współistnienia działań hydrotechnicznych i ochrony przyrody.

- Przeprowadzić szczegółową inwentaryzację:
 - dawnych stawów i zbiorników,
 - obniżeń terenowych i dolin rzecznych,
 - odcinków cieków zdegradowanych regulacją,
 - obszarów aktywności bobrów,i opracować listę lokalizacji priorytetowych dla działań retencyjnych.
- Rozwijać współpracę z rolnikami, spółkami wodnymi i Lasami Państwowymi w kierunku wdrażania rozwiązań NBS, powiązanych z systemem dopłat i programów wsparcia (WPR, NFOŚiGW, WFOŚiGW, środki regionalne i LIFE).
- Wzmocnić komponent edukacyjny – pokazywać, że obecność bobrów i naturalnych rozlewisk może być traktowana jako zasób hydrologiczny, a nie wyłącznie problem techniczny.

8.3. Kierunki pogłębionych analiz i rozszerzenia działań

- Wykonać modelowanie hydrologiczne wybranych zlewni powiatu wrocławskiego w różnych scenariuszach klimatycznych, aby ilościowo ocenić wpływ planowanych działań retencyjnych.
- Uzupełnić analizy o rozpoznanie hydrogeologiczne, pozwalające ocenić wpływ zwiększonej retencji powierzchniowej na poziom wód gruntowych i dostępność wody dla rolnictwa.
- Opracować jednolitą metodykę priorytetyzacji działań małej retencji w skali powiatu, uwzględniającą:
 - kryteria hydrologiczne,
 - przyrodnicze (bioróżnorodność, siedliska chronione),
 - rolnicze,
 - ekonomiczne i społeczne.
- Stopniowo rozszerzać działania z obiektów pilotażowych na kolejne doliny cieków i gminy powiatu, tworząc spójny system zielono-błękitnej infrastruktury.
- Wzmocnić rolę Lokalnego Partnerstwa Wodnego jako platformy koordynacji między samorządami, PGW Wody Polskie, rolnikami, Lasami Państwowymi,

środowiskiem naukowym i organizacjami pozarządowymi, ze szczególnym naciskiem na wdrażanie rozwiązań opartych na naturze (NBS).

9. Literatura

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

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

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

II. Część graficzna

1. Mapy przeglądowe obszaru powiatu.

1. Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu włocławskiego
2. Ryc. 2.2.4. Sieć hydrograficzna powiatu włocławskiego
3. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu włocławskiego
4. Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu włocławskiego.
5. Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu włocławskiego, zgodnie z PPSS.
6. Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu włocławskiego, zgodnie z PPSS.
7. Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu włocławskiego, zgodnie z PPSS.
8. Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu włocławskiego, zgodnie z PPSS.
9. Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu włocławskiego, zgodnie z PPSS.
10. Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu włocławskiego, zgodnie z ISOK.

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja przedmiotowego obszaru na tle mapy hydrograficznej na podstawie danych Hydroportalu ISOK.

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

1. Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu włocławskiego
2. Ryc. 1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu włocławskiego
3. Rys. 2.2.1. Przebieg opadów w Toruniu i Płocku: a) roczne sumy opadów atmosferycznych, b) różnice rocznych sum w wieloleciu 1991-2020.
4. Rys. 2.2.2. Przebieg temperatury w Toruniu i Płocku w wieloleciu 1991-2020: a) średnia roczna temperatura, b) różnice temperatury w okresie wegetacyjnym (IV-IX). Rys. 2.2.3. Przebieg ETo i KBW (mm) w Toruniu i Płocku w wieloleciu 1991-2020.
5. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu włocławskiego
6. Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
7. Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
8. Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
9. Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
10. Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
11. Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

12. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
13. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie włocławskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
14. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie włocławskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
15. 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
16. 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.
17. Ryc. 6.4.1.2. Rzeka Lubieńka w miejscu planowanej odbudowy (dz. 136/1) - rzędna lustra wody na podpiętrzeniu 91.587 m n.p.m. (52°31'04.6204"N 19°01'00.9718"E).
18. Ryc. 6.4.1.3. Zlewnia o powierzchni 5,67 ha zasilająca dawny staw w biegu rzeki Lubieńki.
19. Ryc. 6.4.2.1. Lokalizacja dz. 18/10 i 20/9 na tle Ortofotomapy.
20. Ryc. 6.4.2.2. Zasięg zlewni całkowitej odwadniającej analizowany obszar w miejscowości Boniewo; powierzchnia zlewni 0,22 km² (220 000 m²).
21. Ryc. 6.4.2.3. Zasięg podtopień w miejscowości Boniewo podczas opadu o wysokości 20 mm.
22. Ryc. 6.4.2.4. Zasięg podtopień w miejscowości Boniewo podczas opadu o wysokości 40 mm.
23. Ryc. 6.4.2.5. Mapa wysokościowa analizowanego terenu
24. Ryc. 6.4.2.6. Wariant 1 - Budowa zbiornika o pow. 1300 m² (pojemność użytkowa ok. 1200 m³) na działce nr 20/9. Zasięg podtopień przy opadzie 20 mm.
25. Ryc. 6.4.2.7. Wariant 1 - Budowa zbiornika o pow. 1300 m² (pojemność użytkowa ok. 1200 m³) na działce nr 20/9. Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.

26. Ryc. 6.4.2.8. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m), sytuacja przy opadzie 40 mm.
27. Ryc. 6.4.2.9. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień przy opadzie 20 mm.
28. Ryc. 6.4.2.10. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.
29. Ryc. 6.4.2.11. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień po realizacji prac przy opadzie 20 mm.
30. Ryc. 6.4.2.12. Wariant 2. Budowa zbiornika i zdrenowanie terenów problemowych (drenażu na odcinku 240 m). Zasięg podtopień po realizacji prac przy opadzie 40 mm.
31. Ryc. 6.4.2.13. Wariant 3. Budowa zbiornika o powierzchni 1300 m² na działce nr 91 obręb Boniewo. Zasięg podtopień przy opadzie 20 mm.
32. Ryc. 6.4.2.14. Wariant 3. Budowa zbiornika o powierzchni 1300 m² na działce 91 obręb Boniewo. Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.
33. Ryc. 6.4.2.15. Wariant 4. Budowa drenażu na odcinku 200 m. Zasięg podtopień przy opadzie 40 mm.

4. Legendy i opisy map.

1. ET₀ – ewapotranspiracja potencjalna
2. ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju
3. IMGW-PIB - Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
4. ITP-PIB – Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy
5. IUNG-PIB –
6. KBW – Klimatyczny Bilans Wodny
7. KIP – Karta Informacyjna Przedsięwzięcia
8. LPW – Lokalne Partnerstwa Wodne
9. NBS – (ang. Natural Based Solution), rozwiązania oparte na naturze
10. PG Wody Polskie – Państwowe Gospodarstwo Wody Polskie
11. PPSS – Plany Przeciwdziałania Skutkom Suszy

