



Rzeczpospolita
Polska

Sfinansowane przez
Unię Europejską
NextGenerationEU



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

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Chełmińskiego”

Bydgoszcz, grudzień 2025 r.

Zamawiający:

Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie

Wykonawca – Konsorcjum, w składzie:

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

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

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

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

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

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego (UKW) w Bydgoszczy:

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

dr Dawid Szatten, *UKW*

dr Monika Szymańska-Walkiewicz, *UKW*

mgr inż. Marta Brzezińska, *UKW*

SPIS TREŚCI

I. Części opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.....	5
1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi.	5
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.	6
1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego).	7
2. Charakterystyka obszaru.....	10
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozlewnie.	10
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).	11
2.3. Charakterystyka gleb, użytkowania gruntów i pokrycia terenu (lasy, użytki rolne, tereny zurbanizowane Występowanie wód powierzchniowych (rzeki, potoki, jeziora, stawy, bagna, mokradła) oraz ich stan ekologiczny	15
2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych).	17
3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.	18
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.	18
3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych	19
3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe.....	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 według 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).	50
6.	Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).....	58
6.1.	Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.....	58
6.2.	Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).	59
6.3.	Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).....	60
6.4.	Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.	71
7.	Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.	87
7.1.	Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).....	87
7.2.	Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.	90
7.3.	Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).....	93
8.	Wnioski i rekomendacje końcowe	103
8.1.	Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji	103
8.2.	Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych.....	104
8.3.	Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań	105
9.	Literatura.....	106
II. Część graficzna		
1.	Mapy przeglądowe obszaru powiatu.....	108
2.	Mapy koncepcyjne rozwiązań.....	109
3.	Rysunki schematyczne i przekroje.....	109
4.	Legendy i opisy map.....	111

I. Część opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.

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

Potrzeba opracowania koncepcji systemu małej retencji wodnej na obszarze działania Lokalnego Partnerstwa Wodnego (LPW) Powiatu Chełmińskiego jest jednoznacznie wskazywana w obowiązujących dokumentach planistycznych i strategicznych, zarówno na poziomie powiatowym, jak i gminnym. W szczególności wynika ona z zapisów Powiatowego Planu Wodnego oraz dokumentów planowania przestrzennego, które podkreślają konieczność poprawy bilansu wodnego i zwiększenia odporności obszaru na skutki zmienności klimatycznej.

Zgodnie z ustaleniami tych dokumentów, powiat chełmiński znajduje się na obszarze o rosnącej podatności na występowanie susz rolniczych i hydrologicznych, przy jednoczesnym nasileniu zjawisk ekstremalnych, takich jak intensywne opady i lokalne podtopienia. Nierównomierny rozkład opadów w ciągu roku, skracanie okresów zasilania gleb i wód gruntowych oraz wzrost ewapotranspiracji prowadzą do pogorszenia warunków wilgotnościowych gleb, obniżenia ich potencjału produkcyjnego oraz zwiększenia presji na zasoby wodne.

Uwarunkowania przyrodnicze i hydrologiczne powiatu chełmińskiego, obejmujące dominację gruntów rolnych, znaczny udział gleb o ograniczonej pojemności wodnej oraz przekształcenia dolin cieków i terenów podmokłych, wpływają na ograniczoną naturalną zdolność retencyjną krajobrazu. Funkcjonujące systemy melioracyjne, zaprojektowane głównie w celu odwadniania gruntów, sprzyjają szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych poza obszar zlewni, co w konsekwencji prowadzi do pogłębiania deficytów wodnych w okresach wegetacyjnych. Dodatkowym czynnikiem pogarszającym bilans wodny jest niedostatecznie rozwinięta i w wielu miejscach zdekapitalizowana infrastruktura retencyjna, obejmująca niewielką liczbę zbiorników wodnych, ograniczone możliwości piętrzenia wody w rowach i ciekach oraz brak systemowych rozwiązań umożliwiających regulację odpływu. W efekcie wody opadowe i roztopowe nie są w wystarczającym stopniu zatrzymywane w krajobrazie, co zwiększa podatność powiatu zarówno na skutki suszy, jak i na lokalne zagrożenia powodziowe.

Uwarunkowania te jednoznacznie wskazują na konieczność wdrażania skoordynowanych działań ukierunkowanych na lokalne zatrzymywanie wód opadowych i roztopowych oraz efektywność ich odpływu. Koncepcja systemu małej retencji wodnej w powiecie chełmińskim stanowi odpowiedź na te potrzeby, a jej głównym celem jest poprawa bilansu wodnego poprzez zwiększenie zdolności magazynowania wody w skali lokalnej, zarówno w środowisku przyrodniczym, jak i w infrastrukturze technicznej.

Realizacja celu koncepcji powinna opierać się na połączeniu rozwiązań przyrodniczych, krajobrazowych i technicznych, w tym w szczególności na ochronie i odtwarzaniu terenów podmokłych, dolin cieków i małych zbiorników wodnych, rozwoju systemów małej retencji, modernizacji urządzeń wodno-melioracyjnych oraz wdrażaniu rozwiązań ograniczających szybki spływ powierzchniowy. Istotnym elementem będzie również poprawa zdolności retencyjnych gleb oraz rozwój retencji śródpolnej na obszarach użytkowanych rolniczo.

Koncepcja systemu małej retencji wodnej powinna obejmować w szczególności:

- analizę zasobów wodnych i bilansu wodnego w skali powiatu,
- identyfikację obszarów i obiektów o największym potencjale retencyjnym,
- ocenę możliwości retencionowania wód powierzchniowych i gruntowych,
- propozycje działań infrastrukturalnych i przyrodniczych,
- ocenę spodziewanych efektów hydrologicznych, środowiskowych i rolniczych,
- analizę ekonomiczną planowanych działań i inwestycji.

Opracowanie spójnej, etapowej koncepcji systemu małej retencji wodnej umożliwi racjonalne i skoordynowane planowanie działań retencyjnych w skali całego powiatu chełmińskiego. Zwiększenie zdolności magazynowania wód przyczyni się do ograniczenia skutków suszy i powodzi, poprawy bilansu wodnego, stabilizacji warunków produkcji rolnej oraz ochrony środowiska przyrodniczego. Jednocześnie współpraca podmiotów zrzeszonych w ramach LPW stworzy podstawy do skutecznego wdrażania działań oraz pozyskiwania środków finansowych z programów krajowych i unijnych.

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

Powiat chełmiński położony jest w centralnej części województwa kujawsko-pomorskiego. Powierzchnia powiatu wynosi 526,97 km², co stanowi około 2,9% powierzchni województwa. Siedzibą powiatu jest miasto Chełmno. W skład

powiatu chełmińskiego wchodzi gminy: Chełmno (gmina miejska), Chełmno (gmina wiejska), Kijewo Królewskie, Lisewo, Papowo Biskupie, Stolno oraz Unisław.

Powiat graniczy z powiatami: chełmińskim, chełmińskim, świeckim, grudziądzkim oraz wąbrzeski



Rys. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu chełmińskiego

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 Chełmińskiego – 2021–2030, KPODR w Minikowie.**
Dokument wskazuje na potrzebę zwiększenia retencji w gminach Unisław i Lisewo, gdzie występują problemy z odpływem wód opadowych i intensywnym użytkowaniem gleb lekkich. Zwraca uwagę na konieczność modernizacji systemów melioracyjnych oraz poprawy infiltracji wód w terenach rolniczych
- **Powiatowe Plany Wodne – rola i znaczenie – 2021, KPODR Minikowo**
Podkreślają znaczenie planowania działań wodnych na poziomie powiatu.

Zwracają uwagę na rolę retencji i współpracy między samorządami a użytkownikami wód.

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

Opracowanie opisuje funkcjonowanie LPW w powiecie chełmińskim, 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 chełmiński położony jest w północnej części województwa kujawsko-pomorskiego. Obszar powiatu stanowi ważny element regionalnego układu hydrograficznego, zlokalizowany w dorzeczu dolnej Wisły, która wyznacza jego wschodnią i północno-wschodnią granicę.

Pod względem fizycznogeograficznym powiat chełmiński obejmuje fragment Pojezierza Chełmińskiego oraz przyległe części Doliny Dolnej Wisły. Rzeźba terenu ma charakter zróżnicowany i ukształtowana jest głównie w wyniku procesów glacialnych i fluwioglacialnych. Dominują wysoczyzny morenowe o falistej i miejscami pagórkowatej powierzchni, poprzecinane dolinami rzecznyymi, obniżeniami bezodpływowymi oraz rynnami polodowcowymi. Znaczne deniwelacje terenu, zwłaszcza w strefie krawędzi doliny Wisły, sprzyjają intensywnemu spływowi powierzchniowemu oraz procesom erozyjnym.

Hydrograficznie powiat chełmiński niemal w całości należy do zlewni Wisły. Odpływ wód powierzchniowych odbywa się bezpośrednio do Wisły lub pośrednio poprzez sieć jej dopływów, w tym mniejszych rzek i cieków o charakterze lokalnym. Do istotnych elementów sieci hydrograficznej należą m.in. Browina, Trynka, Kanał Główny oraz liczne rowy melioracyjne, odprowadzające wody z terenów rolniczych.

Obszar powiatu podzielony jest na szereg mikrozlewni, odpowiadających lokalnym układom odpływu wód powierzchniowych. Mikrozlewnie te charakteryzują się niewielką powierzchnią, krótkim czasem koncentracji odpływu oraz znaczną wrażliwością na intensywne opady i szybkie zmiany warunków hydrologicznych.

W wielu przypadkach ich funkcjonowanie jest silnie uzależnione od stanu urządzeń melioracyjnych oraz możliwości lokalnej retencji wód opadowych i roztopowych.

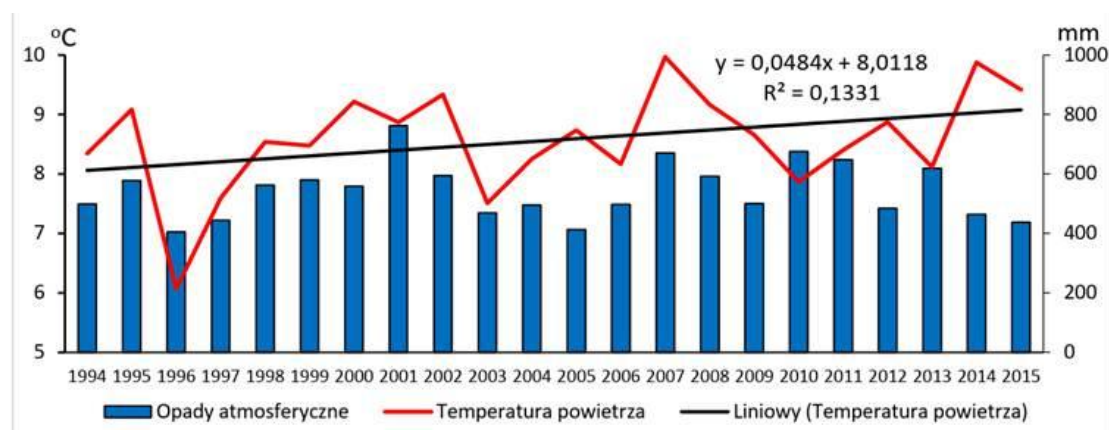
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).

Powiat chełmiński leży w strefie regionu klimatycznego zwanego jako chełmińsko-toruński (Woś, 1996), stąd jego klimat jest podobny do klimatu w powiecie chełmińskim. Region swoim obszarem obejmuje Kotlinę Toruńską oraz część Pojezierza Chełmińskiego. O klimacie najczęściej decydują masy powietrza polarno-morskiego napływające z kierunków zachodnich, które powodują częste zmiany pogody na tym obszarze. Okresy bardziej stabilnej pogody zapewniają masy powietrza kontynentalnego i rzadziej powietrza arktycznego.

W związku z lokalizacją na terenie powiatu chełmińskiego, na rolniczym obszarze zlewni Strugi Toruńskiej, stacji badawczej w Koniczynie, działającej w sieci Państwowego Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (Stacja ZMŚP, Pojezierze Chełmińskie; ($\varphi=18^{\circ}05'N$, $\lambda=18^{\circ}42'E$, $h=84$ m n.p.m.) do opisu warunków klimatycznych wykorzystano opracowanie wykonane na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu (Kejna, 2015). Według autora w Koniczynie w latach 1994-2015 średnia wieloletnia suma roczna opadu atmosferycznego wyniosła 543 mm, a w poszczególnych latach zmieniała się od 405 mm do 762 mm. Średnia wieloletnia temperatura miała wartość 8,6°C. Stwierdzono wyraźny wzrost temperatury powietrza w analizowanym okresie wynoszący prawie 0,5°C/10 lat, co miało wpływ na terminy pojawienia się termicznych pór roku i wydłużanie się okresu wegetacyjnego. I tak przedwiośnie rozpoczynało się przeciętnie 21 lutego, wiosna 24 marca, lato 1 czerwca, jesień 9 września, przedzima 10 listopada, a zima od 16 grudnia. Najdłuższą porą roku było lato (102 dni), okres wegetacyjny trwał 230 dni.

W dłuższym wieloleciu 1991-2020, na podstawie danych pozyskanych ze stacji IMGW-PIB w Toruniu, odległej o około 40 km, statystyki opadowe były następujące: średnia wieloletnia roczna suma opadów - 549 mm, minimum – 379 mm, maksimum 832 mm. Odnośnie temperatury powietrza wieloletnia średnia roczna temperatura wynosiła 8,9°C, minimalna 6,8°C, maksymalna 10,5°C.

Na rys. 2.2.1 przedstawiono przebieg średniej temperatury powietrza i rocznych sum opadów atmosferycznych (lata hydrologiczne) w Koniczynie w okresie 1994-2015.



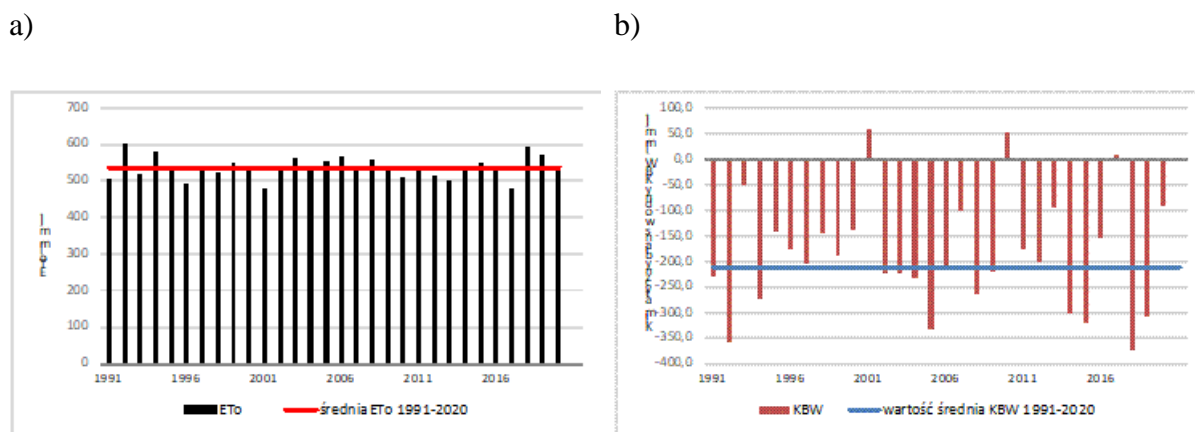
Ryc. 2.2.1. Przebieg średniej temperatury powietrza i sum opadów atmosferycznych (lata hydrologiczne) w Koniczynie w okresie 1994-2015; *źródło: Kejna (2015).*

Powiat chełmiński jest powiatem rolniczym, gdzie w krajobrazie jest niewiele lasów, stąd duża otwartość terenu sprzyja promieniowaniu słonecznemu w środowisku. W latach 2011-2013 zarejestrowano średnio $3822,9 \text{ MJm}^{-2}$, natomiast średnie usłonecznienie wyniosło 1638,2 godzin. Dane z Torunia pozwoliły na obliczenia wielkości ewapotranspiracji wskaźnikowej ET_0 , które wyznaczono metodą Penmana-Monteitha w kolejnych sezonach wegetacyjnych (IV-IX) w wieloleciu 1991-2020. Stwierdzono, że średnia wartość ET_0 wynosiła 536 mm i zmieniała się w zakresie od 479 mm do 602 mm (rys. 3a). W przebiegu klimatycznego bilansu wodnego (KBW), który jest różnicą pomiędzy opadami i ET_0 wartość średnia wieloletnia wynosiła -187 mm i zmieniała się w zakresie od -375 mm do 57 mm. Przebieg wartości ET_0 i wskaźnika KBW przedstawiono na rys. 2.2.2.

Porównując zmiany klimatu w Toruniu w wieloleciach 1971-2000 i 1991-2020 widać wyraźny trend wzrostu średniej rocznej temperatury i niewielki wzrost średnich opadów rocznych. Wynikiem tych zmian jest podatność na występowanie okresów suszy meteorologicznej w rejonie Pojezierza Chełmińskiego. Badania nad oceną zagrożenia tym rodzajem suszy w wieloleciu 1951-2010 w oparciu o wartości wskaźnika standaryzowanego opadu SPI (Standardized Precipitation Index) pokazały, że susze pojawiały się w 73 okresach we wszystkich miesiącach roku. Łącznie trwały one 186 miesięcy, czyli przez 26% miesięcy badanego wielolecia. Najczęściej były to susze

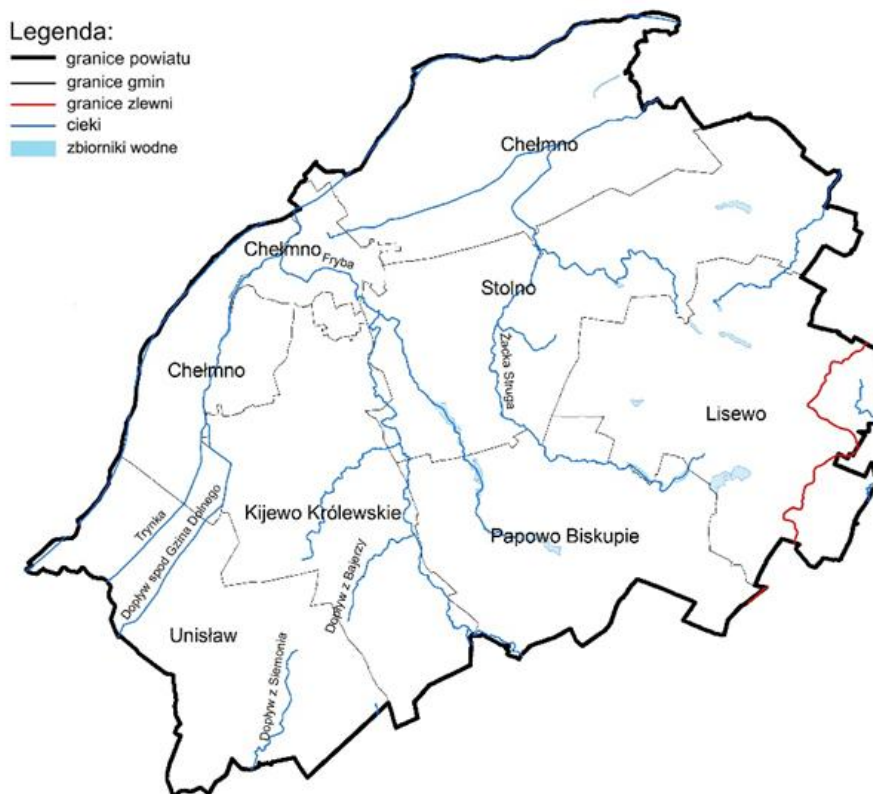
jednomiesięczne (28), oraz dwu- i trzymiesięczne (po 13 razy). Przeciętny okres suszy trwał 2,5 miesiąca, a najdłuższy – 10 miesięcy (Bąk i in., 2012).

W latach 2000-2020 zanotowano też wzrost ET_0 , co spowodowało pogłębienie się deficytu opadów. Przy zachowaniu powyższych trendów można oczekiwać w najbliższych latach w powiecie chełmińskim pogorszenia się warunków dla rolnictwa spowodowane szybszym wyczerpywaniem wszelkich źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, zwłaszcza w okresach suszy meteorologicznej. Zagrożenie jest tym większe ponieważ głównym źródłem wody dla rolnictwa na tym terenie są opady. Susza rolnicza będzie najszybciej pojawiała się w tych miejscach, gdzie dominują gleby o małej zdolności do retencjonowania wody. Powyższy scenariusz dotyczy nie tylko upraw polowych, ale także warzywniczych, sadów i obszarów trwałych użytków zielonych.



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

Największe natężenie przepływu w granicach powiatu cechuje rzeka Wisła. Średni roczny przepływ Wisły w rejonie Torunia, który obejmuje także odcinek graniczący z powiatem chełmińskim, wynosi około $970 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Mniejsze ciekі, takie jak Fryba, osiągają przepływy rzędu $1\text{--}2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, natomiast lokalne strugi i rowy melioracyjne charakteryzują się przepływami poniżej $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co wskazuje na ich znaczenie głównie w skali lokalnej.



Rys. 2.2.3. Sieć hydrograficzna powiatu Chełmińskiego

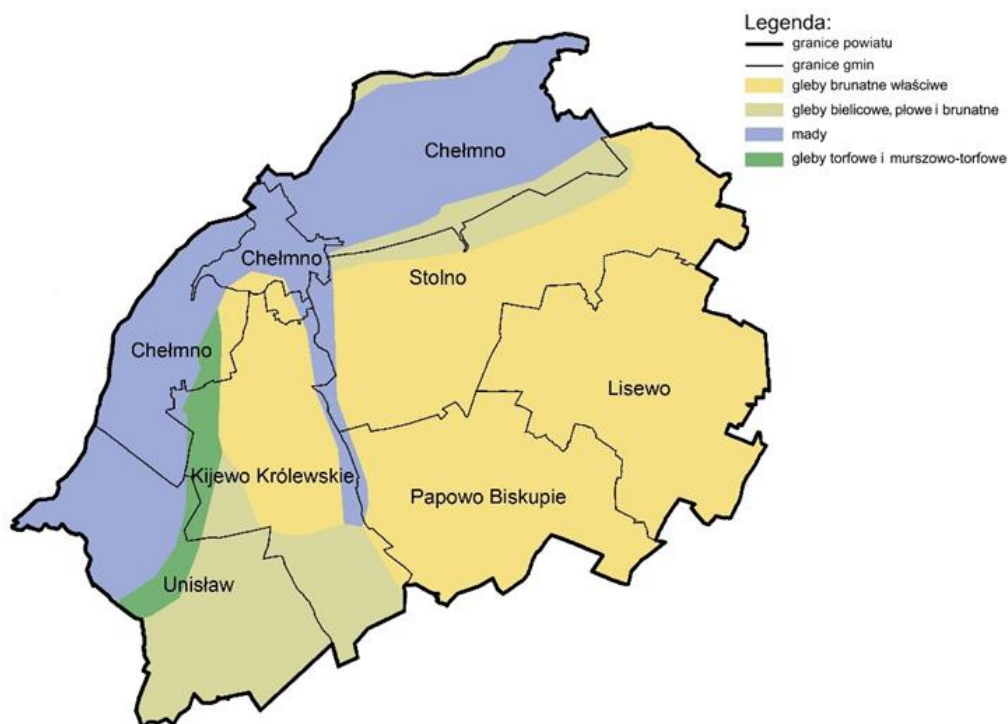
Powiat chełmiński cechuje się umiarkowanymi wartościami średniego rocznego odpływu jednostkowego. W większości obszaru wartości te mieszczą się w granicach $2,5\text{--}3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, a w dolinie Wisły są nieco wyższe. Na bilans wodny wpływają przede wszystkim czynniki klimatyczne oraz lokalne warunki środowiskowe. Region ten należy do obszarów centralnej części województwa kujawsko-pomorskiego, gdzie warunki pogodowe sprzyjają umiarkowanemu zasilaniu wodami powierzchniowymi. Jednocześnie specyficzne uwarunkowania klimatyczne powodują stosunkowo wysokie straty wodne w bilansie hydrologicznym, co ogranicza dostępność zasobów wodnych i wpływa na poziom odpływu jednostkowego.

Na terenie powiatu znajduje się Pojezierze Chełmińskie, które jest wysoczyzną morenową położoną pomiędzy dolinami trzech rzek: Drwęcy, Osy i Wisły. W północnej części znajdują się pagórki moren czołowych, uszeregowane w trzy pasma: północno-, środkowo- i południowowąbrzeskie. Na terenie ziemi chełmińskiej można znaleźć dziesiątki wzgórz i pagórków morenowych (okolice Wąbrzeźna i Radzyna), kemów (okolice Golubia), wałów ozów (okolice Golubia i Chełmży) i głębokich rynien polodowcowych wypełnionych w dużej części przez wody jezior (Pojezierze

Brodnickie). Wysokości wysoczyzny nad poziomem morza na ogół nie przekraczają 120 m, najwyższe wzniesienie na północny wschód od Wąbrzeźna osiąga wysokość 134 m (Woś, 1996). Najwyższe wzniesienie na ziemi chełmińskiej znajduje się w jego północno-wschodniej części w obrębie Garbu Lubawskiego (pow. 270 m n.p.m.). Najniżej położone miejsce znajduje się w dolinie Wisły w rejonie Wałcza (ok. 14 m n.p.m.). Na Pojezierzu występuje ok. 100 jezior, lecz są to akweny niezbyt duże. Największe są: Jezioro Chełmżyńskie (ok. 3 km², głęb. 27 m), Wieczno I (ok. 1,5 km²) i Wieczno II (ok. 2 km², głęb. 4 m), powstałe z podziału jednego zbiornika wodnego. Jest to region słabo zalesiony (7,2% terenów) i zurbanizowany (4,7%), przeważają pola uprawne (84,9%). W krajobrazie rolniczym dominują brunatnoziemy na glinach zwałowych lekkich, częściowo również ciężkich oraz bielicoziemy na piaskach sandrowych.

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

W powiecie chełmińskim dominują gleby o wysokiej przydatności rolnej, przede wszystkim kompleks pszenno-dobry, uzupełniany przez kompleks pszenno-bardzo dobry oraz żytni bardzo dobry. Najczęściej spotykane typy gleb to mady rzeczne, brunatne, płowe i bielcowe, których rozmieszczenie zależy od ukształtowania terenu. Na wysoczyznach morenowych występują gleby brunatne oraz pyłowe, rozwinięte na glinach zwałowych i piaskach gliniastych. Dolina Wisły charakteryzuje się przewagą gleb madowych na terasach zalewowych, a na wyższych poziomach pojawiają się gleby piaszczyste. W pradolinie Wisły obecne są także torfowe i murszowo-torfowe, natomiast w zagłębieniach bezodpływowych wykształciły się żyzne czarne ziemie.



Rys. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu chełmińskiego

Powiat chełmiński należy do obszarów o intensywnym wykorzystaniu rolniczym. Użytki rolne zajmują około 84,9% powierzchni powiatu, co świadczy o dominacji funkcji produkcyjnej. Lasy obejmują około 7,2% powierzchni, a pozostałe tereny – w tym obszary zabudowane i komunikacyjne – stanowią około 4,7%, przy czym niewielką część (ok. 3,2%) zajmują inne grunty, w tym wody i nieużytki. W strukturze użytków rolnych największy udział mają grunty orne (ok. 85–87%), trwałe użytki zielone zajmują około 10%, natomiast sady – około 2–3%.

Powiat chełmiński położony jest w obrębie Pojezierza Chełmińskiego i Doliny Fordońskiej. Oś hydrograficzną regionu stanowi Wisła wraz z dopływami, m.in. rzeką Browiną (Frybą) oraz Kanałem Starogrodzkim, zwanym Papówką lub Trynką. Papówka ma długość około 20 km, natomiast Fryba – prawobrzeżny jej dopływ – liczy blisko 40 km i swój początek bierze w okolicach Grzywny, gdzie dawny zbiornik wodny przekształcił się w trzęsawisko.

Na terenie powiatu chełmińskiego znajduje się 37 jezior o powierzchni przekraczającej 1 ha, zajmujących łącznie 348,2 ha. Największym akwenem jest Jezioro Kornatowskie o powierzchni 48,6 ha. Oprócz jezior istotną rolę odgrywają obszary podmokłe – mokradła, bagna i torfowiska. W dolinie Wisły występują one głównie na terasach zalewowych, natomiast na wysoczyznach pojawiają się w rynnach

polodowcowych i zagłębieniach wytopiskowych. Mimo obecności tych form wodnych jeziorność powiatu jest stosunkowo niewielka, a zbiorniki pełnią przede wszystkim funkcje lokalne i przyrodnicze.

Stan ekologiczny wód w skali całego powiatu oceniany jest jako umiarkowany – Wisła na tym odcinku utrzymuje stabilne parametry hydrologiczne i stosunkowo dobrą jakość, jednak mniejsze cieki są znacznie bardziej podatne na presję rolniczą, spływy powierzchniowe oraz lokalne źródła zanieczyszczeń. W szczególności Fryba, na odcinku od dopływu z Bajerzy do ujścia, charakteryzuje się słabym stanem ekologicznym, co wskazuje na ograniczoną zdolność samooczyszczania i wyraźny wpływ działalności człowieka w zlewni. Jeszcze bardziej niekorzystnie przedstawia się sytuacja na rzece Trynce, która została oceniona jako woda o złym potencjale ekologicznym. Oznacza to istotne przekształcenia hydromorfologiczne oraz trwałe obciążenia jakościowe, utrudniające osiągnięcie dobrego stanu wód.

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

Powiat chełmiński położony jest na obszarze narastającej presji hydrologicznej, wynikającej z uwarunkowań naturalnych regionu dolnej Wisły, wieloletnich przekształceń systemów wodnych oraz postępujących zmian klimatu. Zgodnie z ustaleniami Powiatowego Planu Wodnego oraz Planu przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS), kluczowym wyzwaniem jest pogarszający się bilans wodny, przejawiający się zarówno deficytem zasobów wodnych, jak i okresowymi zagrożeniami związanymi z ich nadmiarem.

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

Konsekwencją długotrwałego deficytu opadów oraz ograniczonej retencji krajobrazowej jest obniżanie się poziomu wód gruntowych. Zmniejszone zasilanie infiltracyjne i przyspieszony odpływ powierzchniowy prowadzą do pogorszenia warunków wodnych gleb, zaniku terenów wilgotnych oraz wzrostu podatności użytków rolnych i ekosystemów na stres wodny.

Pomimo dominującego problemu niedoboru wody, na obszarze powiatu chełmińskiego występują również lokalne zagrożenia związane z nadmiarem wód opadowych. Intensywne, krótkotrwałe opady powodują gwałtowny spływ powierzchniowy i okresowe podtopienia, szczególnie w obniżeniach terenu, dolinach cieków oraz w rejonach o niewystarczającej przepustowości systemów odwadniających, w tym w strefach oddziaływania doliny Wisły i jej dopływów.

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

Problemy wodne powiatu chełmińskiego mają charakter systemowy i wzajemnie powiązany. Zgodnie z kierunkami wskazanymi w PPSS oraz Powiatowym Planie Wodnym, kluczowym wyzwaniem jest zmiana dotychczasowego modelu gospodarowania wodami poprzez zwiększenie lokalnej retencji, modernizację systemów melioracyjnych w kierunku ich funkcji retencyjnych oraz wdrażanie rozwiązań opartych na procesach naturalnych, co pozwoli poprawić bilans wodny i zwiększyć odporność powiatu na skutki zmian klimatu.

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

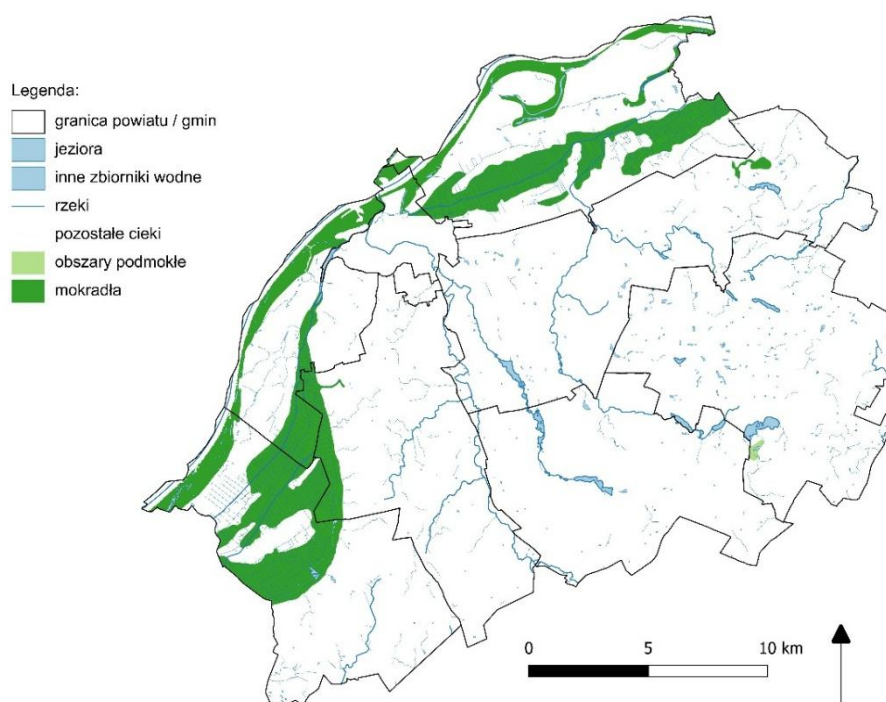
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.

Powiat chełmiński cechuje stosunkowo bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się rzeki dorzecza Wisły. Głównymi ciekami w dorzeczu Wisły, jest Wisła na odcinku od Kozielca do Sosnówki oraz jej dopływy: Fryba z Trynką, Kanał Główny ze Strugą Żaki oraz Młynówka. W obszarze powiatu chełmińskiego znajdują się nieliczne jeziora, do kluczowych należą: jeziora Starogrodzkie Północne i Południowe (w zlewni rzeki Trynki), jeziora Papowskie, Jeleniec i Czyste (w zlewni rzeki Fryby) oraz jeziora

Kornatowskie, Młyńskie, Bartlewskie, Pniewite (w zlewni Strugi Żaki) oraz jeziora Robakowskie i Nidzkie.

W obrębie powiatu znajduje się również znaczący odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje dnie doliny Wisły, najniżej położonego obszaru w obrębie powiatu.

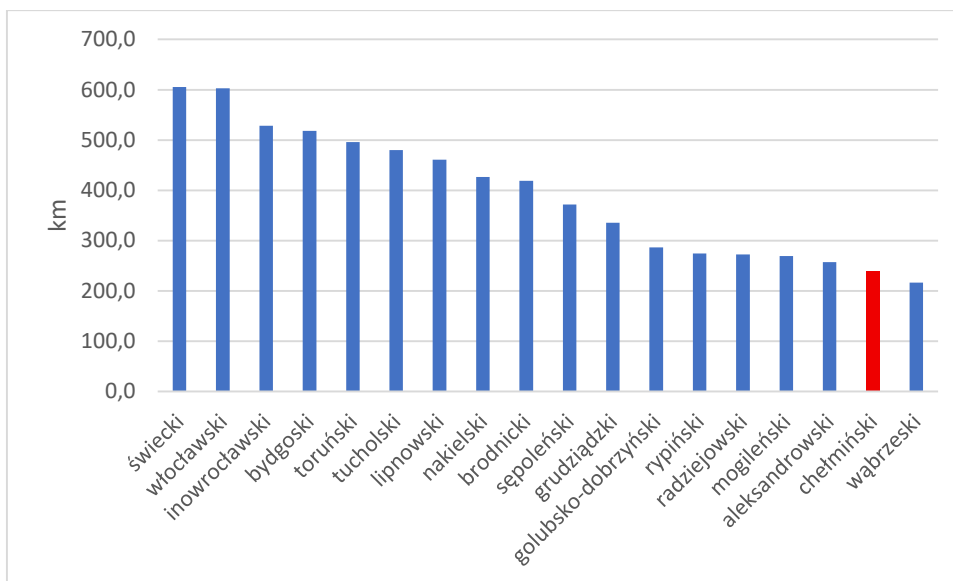
Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.



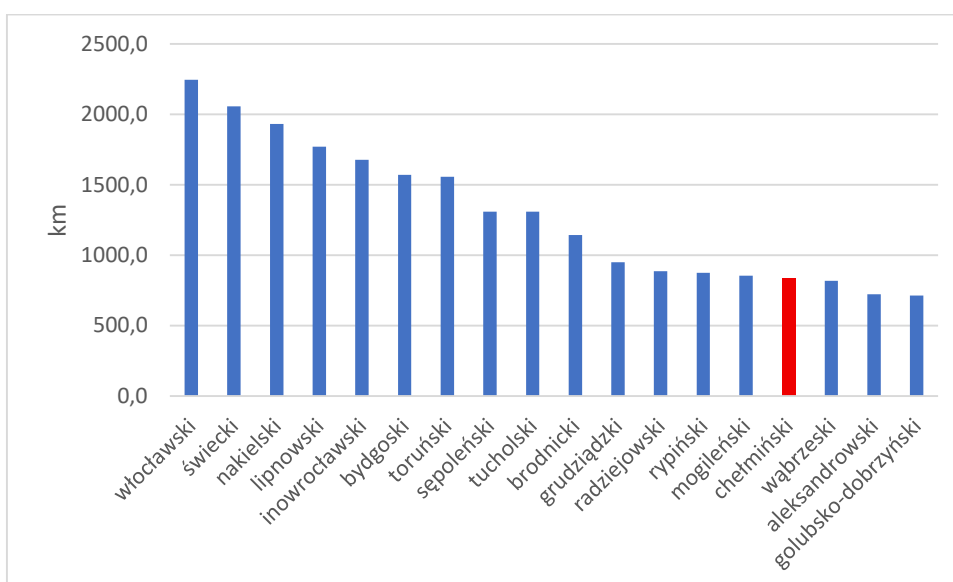
Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu chełmińskiego.

3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie chełmińskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 240,2 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze, kanały i rowy, wynosi około 596,4 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 836,6 km.

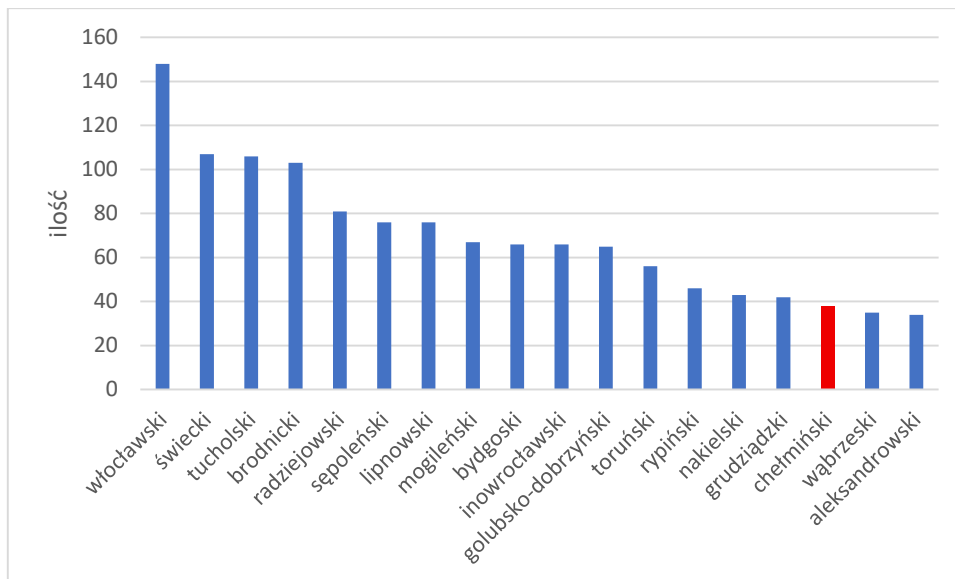


Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie chełmińskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

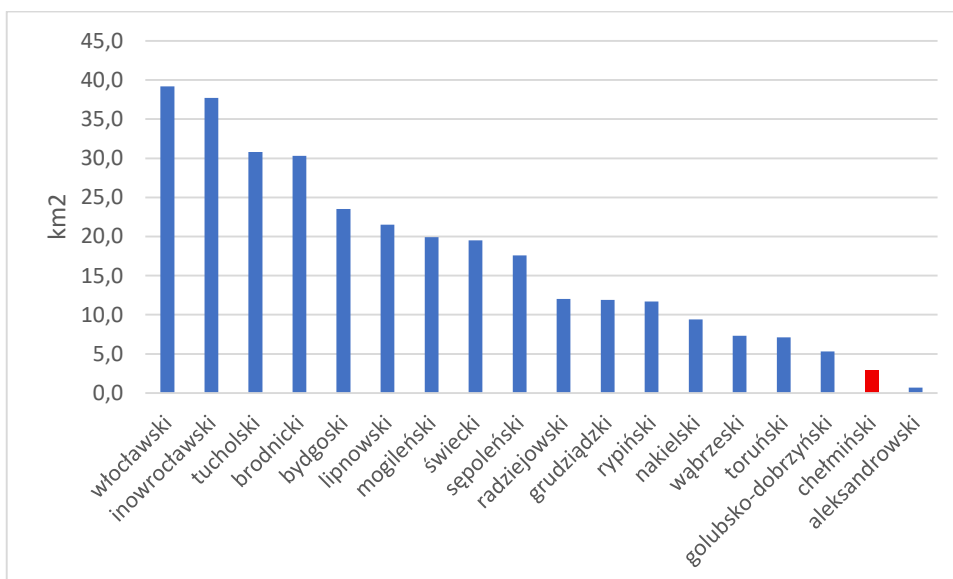


Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie chełmińskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).

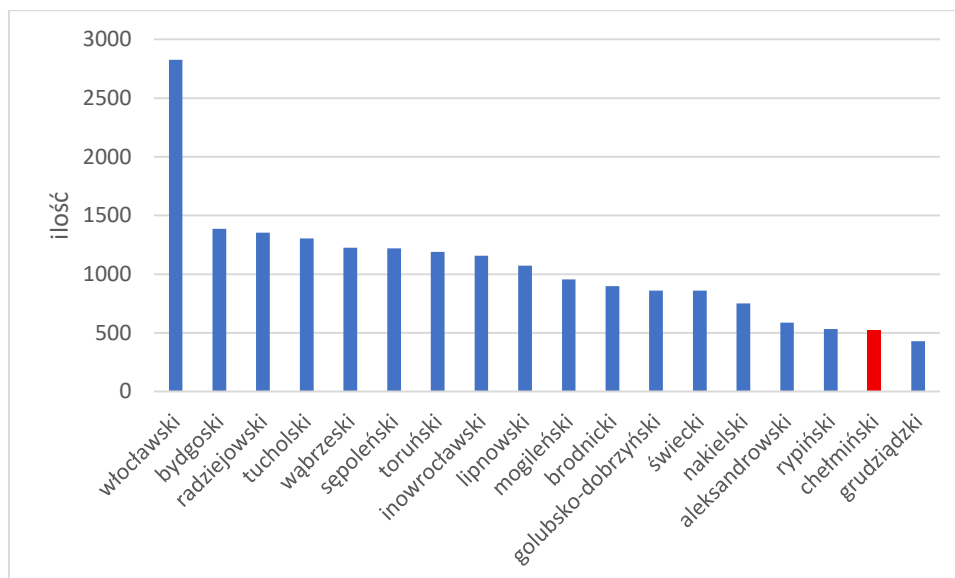
Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 38, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 1 204,6 m² do 559 020,9 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 2,9 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 525, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 504,3 m² do 209 477,2 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 3,2 km².



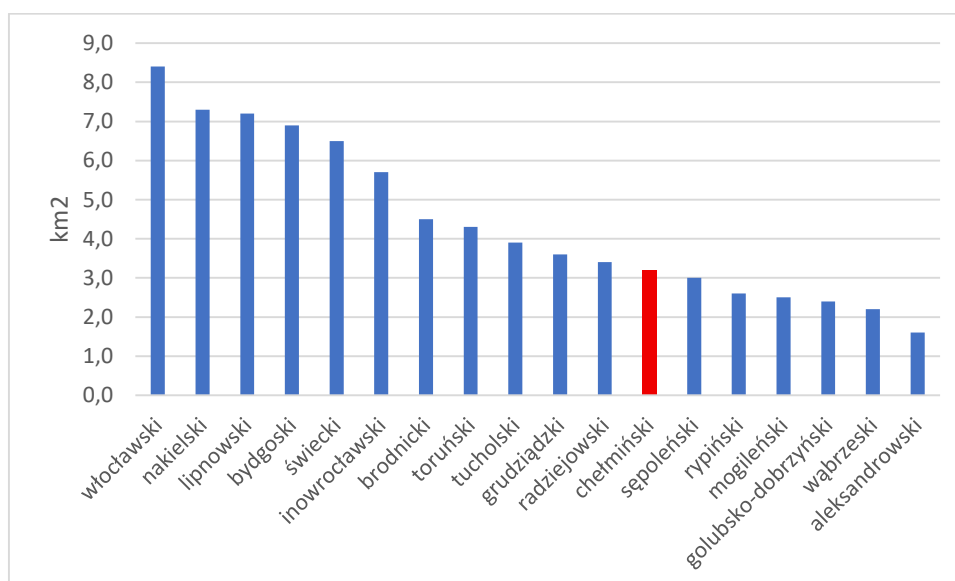
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie chełmińskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



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

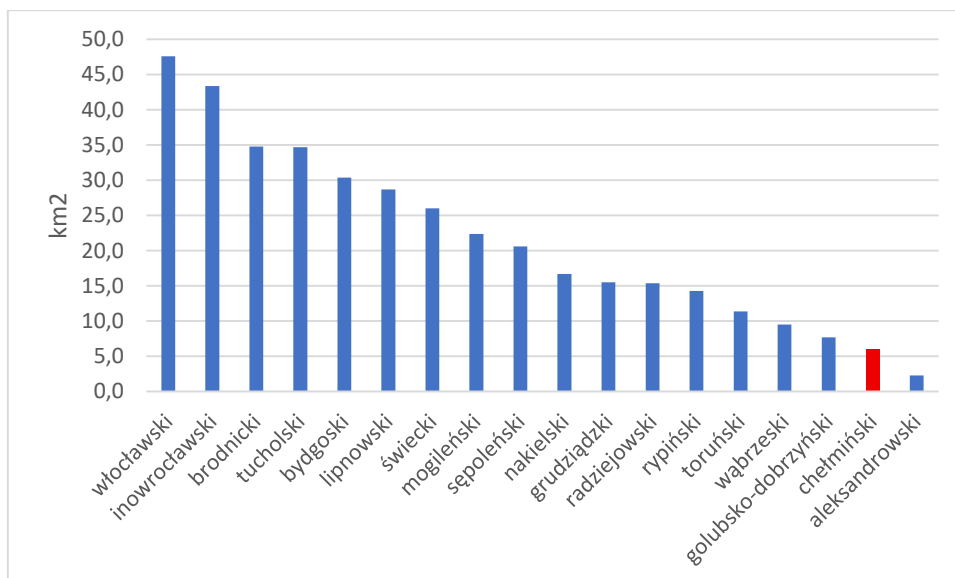


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie chełmińskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

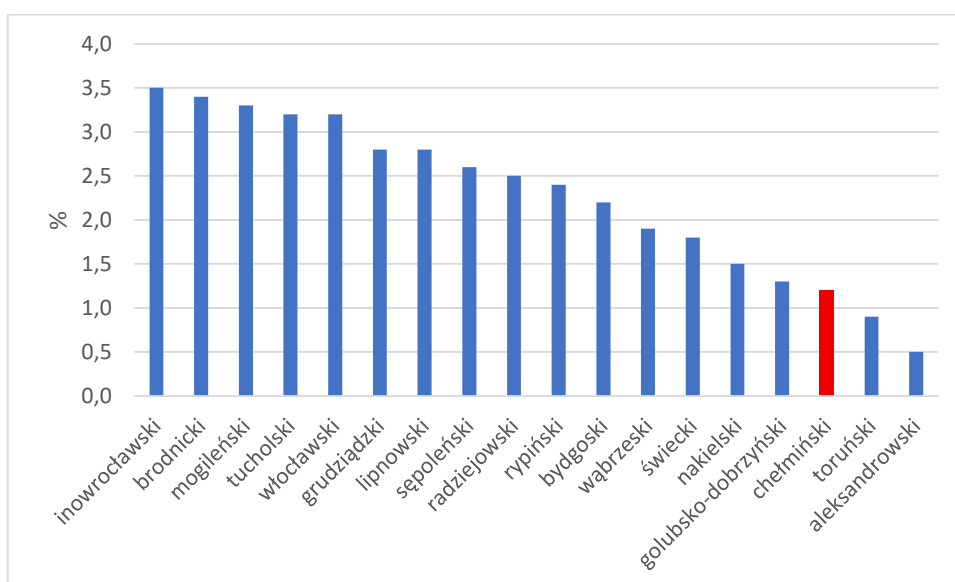


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie chełmińskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu chełmińskiego wynosi 6,1 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu chełmińskiego na poziomie 527,62 km², jeziorność wynosi około 1,16%.



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



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

Wszystkie główne ciekі występujące w obrębie powiatu chełmińskiego 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 chełmińskiego rzeka Wisła prowadzi wody na odcinku od Kozielca (na południowym-zachodzie) do Sosnówki (na północnym-wschodzie). W całym analizowanym fragmencie rzeka Wisła płynie w kierunku północno-

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

Rzeka Fryba bierze swój początek w okolicy Chełmży, wpływając w obszar administracyjny powiatu chełmińskiego w okolicy Trzebacza Królewskiego. Prowadzi wody w zlewni o użytkowanym rolniczo charakterze w przeważającym stopniu. Zbiera w profilu podłużnym wody z kilku mniejszych dopływów: Dopływu z Chełmży, Dopływu z Bajerzy, Dopływu spod Kijowa Szlacheckiego oraz wody z Dopływu z jeziora Papowskiego oraz w końcowym biegu – Trynki. Uchodzi do Wisły w okolicy Chełmna. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Fryba po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 243,9 km².

Trynka wraz z Dopływem spod Gzina Dolnego, dopływ Fryby, prowadzi wody w dnie doliny Wisły. Jej źródła położone są w okolicy Czarze, uchodzi do Fryby w jej ujściowym odcinku w okolicach Chełmna. Jest to zlewnia o typowo rolniczym charakterze, w obszarze której znajdują się dwa jeziora przepływowe – Starogrodzkie Północne i Południowe. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Kamionki po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 130,0 km².

Kanał Główny (nazywany również Kanałem Starogrodzkim) jest odbiornikiem wód z Żackiej Strugi. Większość powierzchni ich zlewni użytkowana jest rolniczo, jedynie niewielki fragment – związany ze strefą krawędziową doliny Wisły, porośnięty jest lasem. W biegu Żackiej Strugi i jej mniejszych dopływów – znajdują się nieliczne jeziora przepływowe, m.in. Bartlewskie czy Młyńskie. Łączna powierzchnia zlewni Żackiej Strugi (do połączenia z Kanałem Głównym) po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 134 km². Natomiast łączna powierzchnia zlewni Kanału Głównego po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 176 km².

Jeziora Starogrodzkie Południowe i Starogrodzkie Północne położone są u zboczy Wysoczyzny Chełmińskiej. Powierzchnia jeziora Starogrodzkiego Południowego wynosi 8,8 ha, a jego objętość to 149,6 tys. m³. Natomiast Powierzchnia jeziora Starogrodzkiego Północnego wynosi 18,5 ha, a jego objętość to 494,5 tys. m³. Są to starorzecza, będące szczątkami dawnych ramion Wisły, odciętych dopiero w czasie budowy wałów przeciwpowodziowych. Główny kanał odwadniający obszar Basenu Unisławskiego, zwany Papówką przepływał przez Jeziora Starogrodzkie i uchodził do Fryby poprzez służę wałową. W celu efektywniejszego odwadniania Basenu Unisławskiego na

przełomie lat 70. i 80. XX w. przekopano tzw. Kanał Roboczy, odprowadzający wody z Jeziora Starogrodzkiego Południowego bezpośrednio do Wisły. Jednocześnie pomiędzy jeziorami Starogrodzkimi wybudowano zastawkę. Pełne jej zamknięcie powoduje znaczne ograniczenie powierzchni zlewni całkowitej Jeziora Starogrodzkiego Północnego i zmniejsza wielokrotnie wymianę wody. Natomiast w Jeziorze Starogrodzkim Południowym średni czas retencji wody wynosi ok. 5 dni. Jest to zatem jezioro typu reolimnicznego. Głębokość maksymalna jezior starogrodzkich południowego i północnego wynosi odpowiednio 4,7 i 5,2 m. W zlewni całkowitej Jeziora Starogrodzkiego Południowego, obejmującej część Wysoczyzny Chełmińskiej i Basen Unisławski, pocięty siecią rowów melioracyjnych, przeważają grunty rolne. Jej powierzchnia wynosi 112,0 km². W niewielkiej powierzchniowo zlewni Jeziora Starogrodzkiego Północnego w strukturze użytkowania ziemi znaczny udział posiadają lasy porastające zbocze wysoczyzny.

Zlewnia całkowita Jeziora Czystego jest fragmentem rozległej równiny morenowej zbudowanej z różnoziarnistych glin zwałowych, na których wykształciły się urodzajne gleby brunatne i płowe. Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora wynosi 22,5 km². Warunki środowiskowe panujące w otoczeniu jeziora sprzyjały rozwojowi rolnictwa. W strukturze użytkowania ziemi zdecydowanie dominują grunty orne. Jezioro Czyste jest zbiornikiem pochodzenia rynnowego. Jego powierzchnia wynosi 36,1 ha, a objętość wód to 1422,7 tys. m³.

Głębokość maksymalna i średnia wynoszą odpowiednio 11,1 i 3,9 m. Konfiguracja dna jest jednak monotonna, natomiast linia brzegowa urozmaicona. Południowa część jeziora, gdzie występują wyspy i duży półwysep silnie zarasta.

Jezioro Kornatowskie położone jest w zlewni Strugi Żaki, prawobocznego dopływu Kanału Głównego. Jego powierzchnia wynosi 48,6 ha, a objętość to 647,0 tys. m³. Zlewnia całkowita, o powierzchni 24,5 km², obejmuje swym zasięgiem fragment równiny morenowej, zbudowanej z różnoziarnistych glin zwałowych, na których wykształciły się przede wszystkim gleby brunatne. Warunki środowiskowe panujące w otoczeniu jeziora sprzyjały rozwojowi rolnictwa, dlatego też w strukturze użytkowania ziemi przeważają grunty orne, a obszary leśne nie występują. Jezioro Kornatowskie jest zbiornikiem płytkim o urozmaiconej linii brzegowej, gdzie głębokość maksymalna i średnia wynoszą odpowiednio 3,2 i 1,3 m.

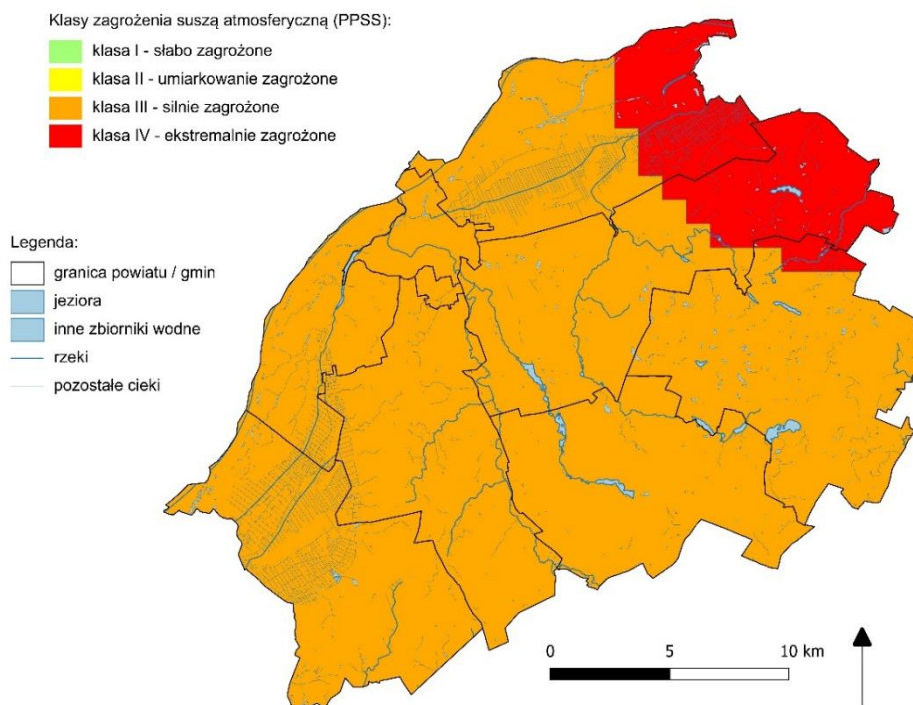
W obrębie powiatu chełmińskiego sieć punktów wodowskazowych IMGW jest uboga, co uniemożliwia szczegółową charakterystykę warunków przepływu głównych

cieków. Według usytuowania wodowskazów znajduje się jeden punkt pomiarowo kontrolny na rzece Wisła w Chełmnie. Określono dla niego stan ostrzegawczy (510 cm) i stan alarmowy (630 cm). Absolutne minimum to 112 cm (04-12-1896), a absolutne maksimum to 958 cm (11-03-1946).

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

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

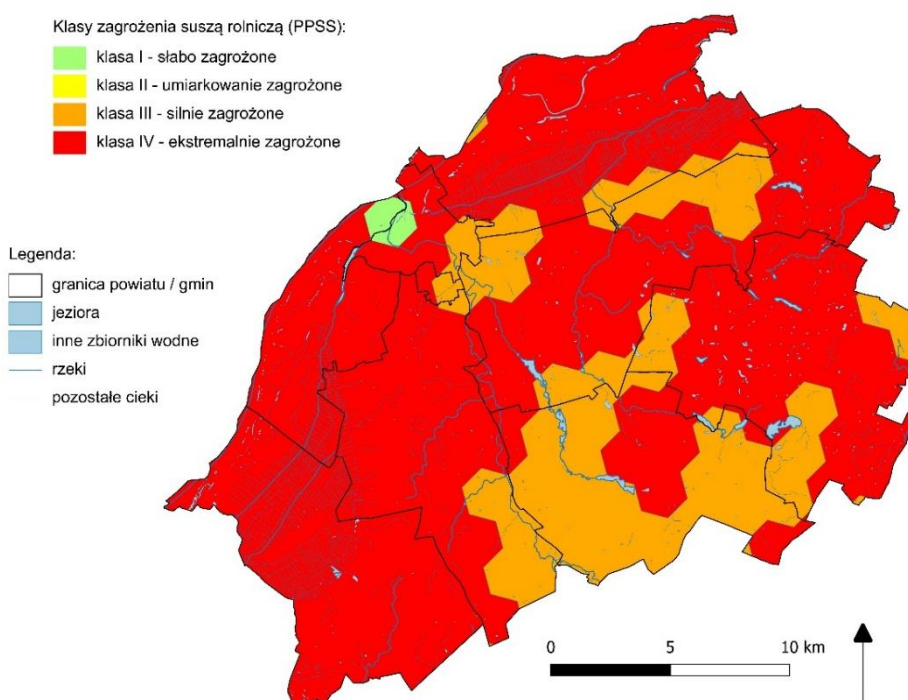
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu chełmińskiego wskazuje, że jego północno-wschodni fragment odpowiada ekstremalnemu zagrożeniu (klasa IV), a pozostały obszar – równie niekorzystnemu, zagrożeniu silnemu (klasa III) (rycina 3.3.1).



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

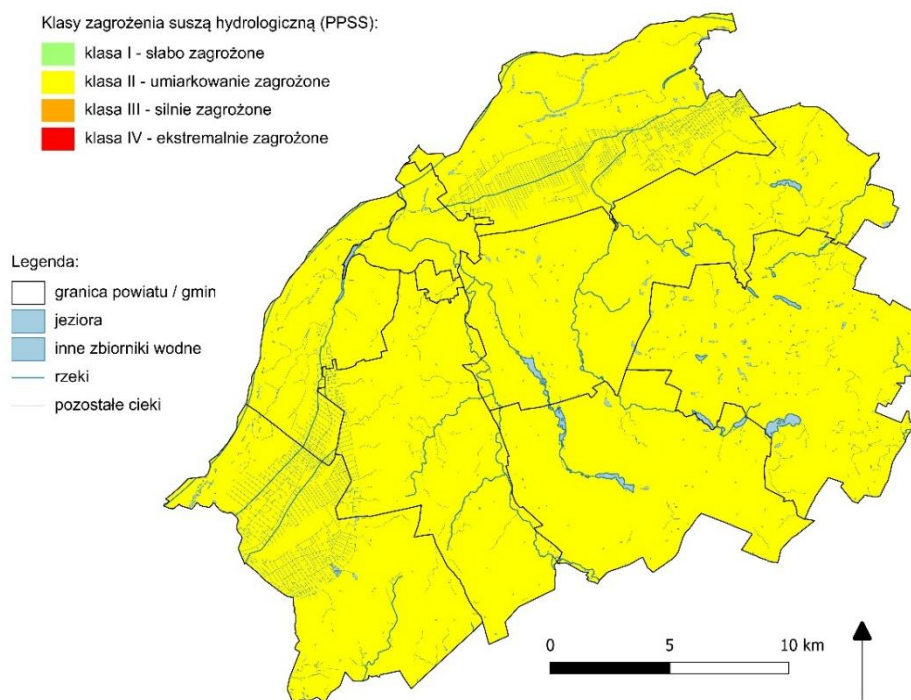
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu chełmińskiego wskazuje, że w przeważającej części występuje silne (III klasa) lub ekstremalne (IV klasa) zagrożenie, jedynie w okolicy Chełmna (w dnie doliny Wisły) odnotowano zagrożenie słabe (klasa I) (rycina 3.3.2).



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

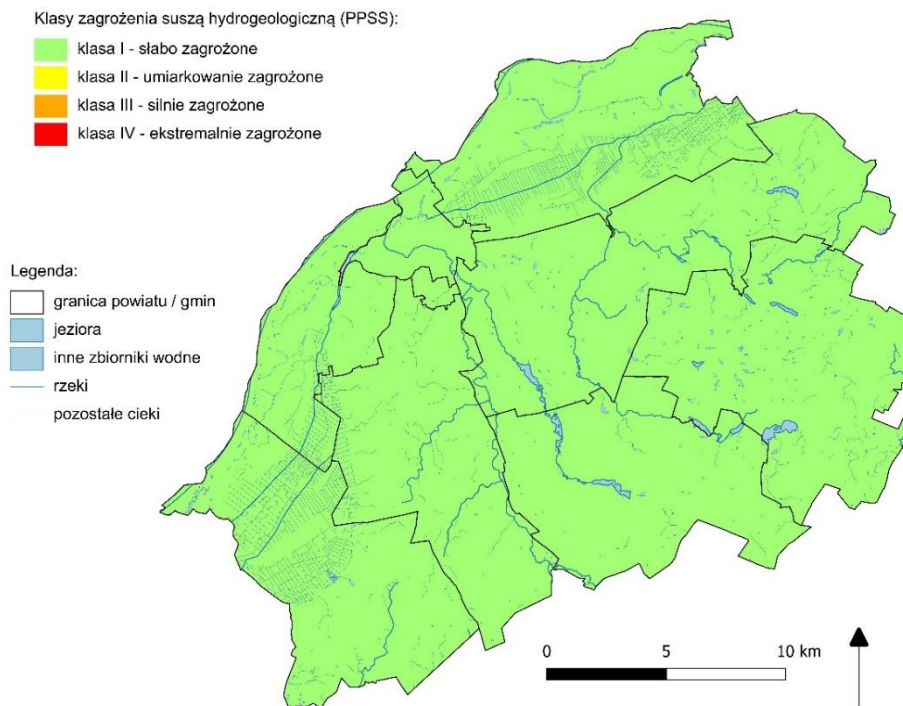
Susza hydrologiczna to okres obniżonych zasobów wód powierzchniowych w stosunku do sytuacji przeciętnej w wieloleciu. Susza hydrologiczna jest z reguły kolejnym etapem pogłębiającej się suszy atmosferycznej i rolniczej, ale może również ujawnić się i przebiegać po zakończeniu okresu bezopadowego. Jej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

Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu chełmińskiego wskazuje, że cały obszar powiatu odpowiada zagrożeniu umiarkowanemu (klasa II) (rycina 3.3.3).



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

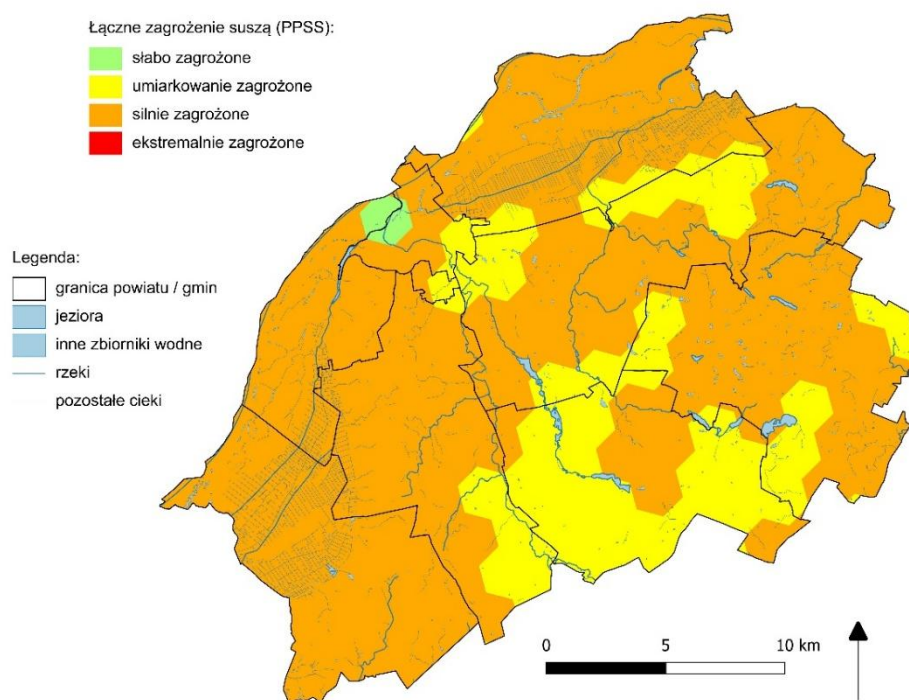
Susza hydrogeologiczna, zgodnie z definicją wskazaną w PPSS, oznacza obniżenie zwierciadła wód podziemnych poniżej stanów ostrzegawczych. Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu chełmińskiego wskazuje, że cały obszar powiatu odpowiada zagrożeniu słabemu (klasa I) (rycina 3.3.4).



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

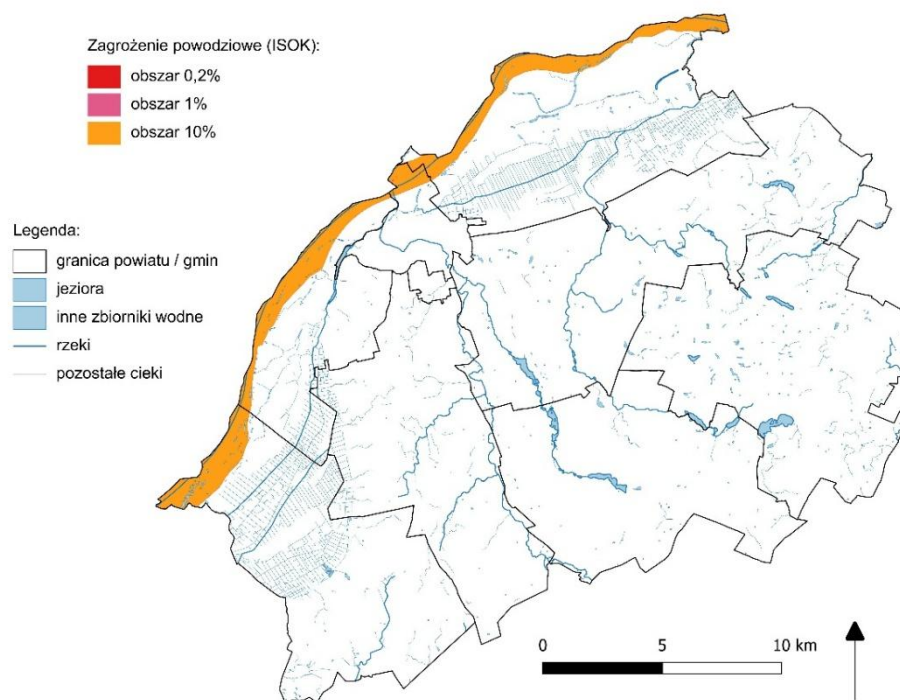
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu chełmińskiego wskazuje, że jedynie w niewielkim obszarze okolic Chełmna odpowiada słabemu zagrożeniu (kolor zielony), na pozostałym obszarze odpowiada zagrożeniu umiarkowanemu – wyspowo (kolor żółty) bądź silnemu (kolor pomarańczowy) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu chełmińskiego zaznaczają się w wybranych fragmentach doliny rzeki Wisły, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznej 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 chełmińskiego, zgodnie z ISOK.

4. Koncepcja systemu małej retencji.

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

Koncepcja systemu małej retencji wodnej w powiecie chełmińskim stanowi odpowiedź na narastające problemy związane z deficytem zasobów wodnych, pogarszającym się bilansem wodnym oraz rosnącą częstotliwością zjawisk ekstremalnych, takich jak susze rolnicze, intensywne opady i lokalne podtopienia. Uwarunkowania te zostały jednoznacznie wskazane w Powiatowym Planie Wodnym oraz innych dokumentach strategicznych i planistycznych, jako kluczowe wyzwania dla zrównoważonego rozwoju powiatu.

Obszar powiatu chełmińskiego charakteryzuje się dominacją gruntów rolnych, ograniczonym udziałem lasów oraz niewielką liczbą naturalnych zbiorników wodnych, co przekłada się na niską naturalną zdolność retencyjną krajobrazu. Funkcjonujące systemy melioracyjne, projektowane głównie w celu odwadniania terenów rolniczych, sprzyjają szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych, ograniczając ich

infiltrację i magazynowanie w zlewniach oraz mikrozlewniach. W efekcie powiat jest szczególnie podatny na deficyty wodne w okresach wegetacyjnych oraz na lokalne zagrożenia podtopieniami podczas intensywnych opadów.

Celem koncepcji systemu małej retencji wodnej jest poprawa bilansu wodnego powiatu poprzez zwiększenie zdolności magazynowania i racjonalnego gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi w skali lokalnej. Koncepcja zakłada odejście od modelu szybkiego odprowadzania wód na rzecz ich zatrzymywania w krajobrazie, zarówno w środowisku przyrodniczym, jak i w infrastrukturze technicznej, z uwzględnieniem uwarunkowań hydrologicznych, przyrodniczych i użytkowania terenu.

System małej retencji w powiecie chełmińskim opiera się na zintegrowanym podejściu, łączącym działania przyrodnicze, krajobrazowe i techniczne. Obejmuje on m.in. ochronę i odtwarzanie terenów podmokłych, dolin cieków i obniżen terenowych, rozwój niewielkich zbiorników wodnych i oczek śródpolnych, budowę oraz modernizację urządzeń piętrzących w rowach i ciekach, a także wdrażanie rozwiązań sprzyjających zwiększeniu retencji glebowej i infiltracji wód opadowych.

Istotnym elementem koncepcji jest modernizacja istniejących systemów melioracyjnych w kierunku tzw. melioracji zrównoważonej, umożliwiającej regulację odpływu i czasowe piętrzenie wód. Działania te mają na celu nie tylko zwiększenie dostępności wody w okresach niedoboru, lecz także ograniczenie gwałtownego spływu powierzchniowego i zmniejszenie ryzyka erozji gleb oraz lokalnych podtopień.

Koncepcja systemu małej retencji wodnej dla powiatu chełmińskiego zakłada realizację działań w sposób etapowy i skoordynowany, w oparciu o analizę zasobów wodnych, identyfikację obszarów o największym potencjale retencyjnym oraz ocenę spodziewanych efektów hydrologicznych, środowiskowych i rolniczych. Szczególny nacisk kładzie się na działania realizowane w skali zlewni i mikrozlewni, pozwalające na dostosowanie rozwiązań do lokalnych uwarunkowań.

Realizacja koncepcji przyczyni się do poprawy bilansu wodnego, zwiększenia odporności powiatu chełmińskiego na skutki zmian klimatu oraz stabilizacji warunków prowadzenia produkcji rolnej. Jednocześnie działania te będą wspierać ochronę zasobów wodnych, poprawę stanu ekosystemów zależnych od wody oraz realizację celów adaptacyjnych i środowiskowych określonych w dokumentach krajowych i regionalnych.

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

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

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

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

źródło: Kaca, 2015.

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

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

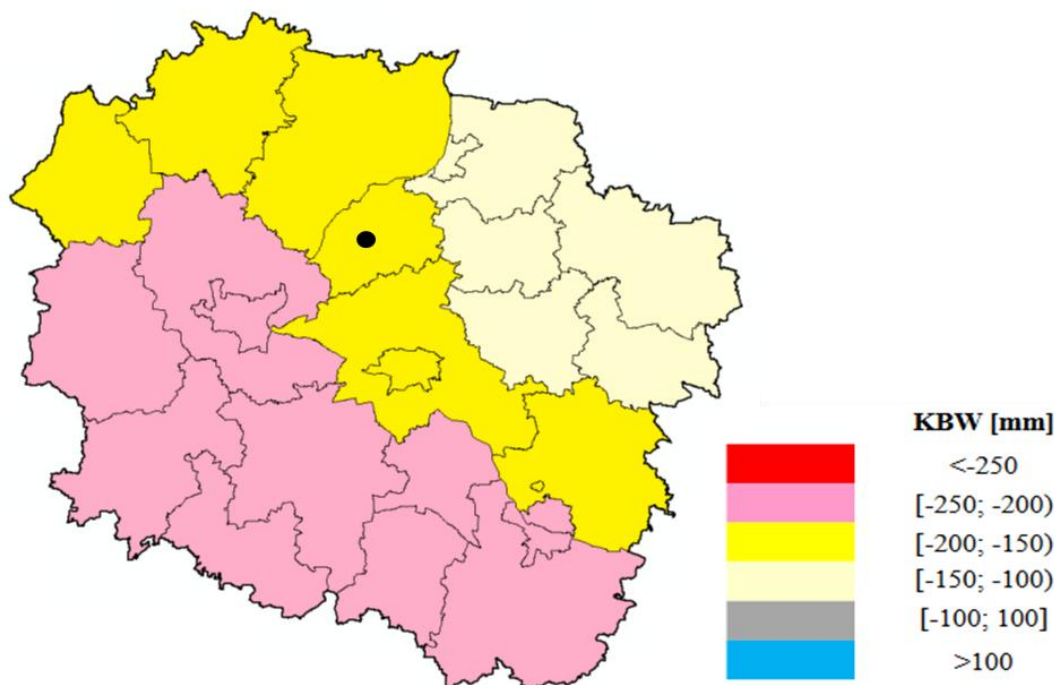
źródło: Kaca, 2015.

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

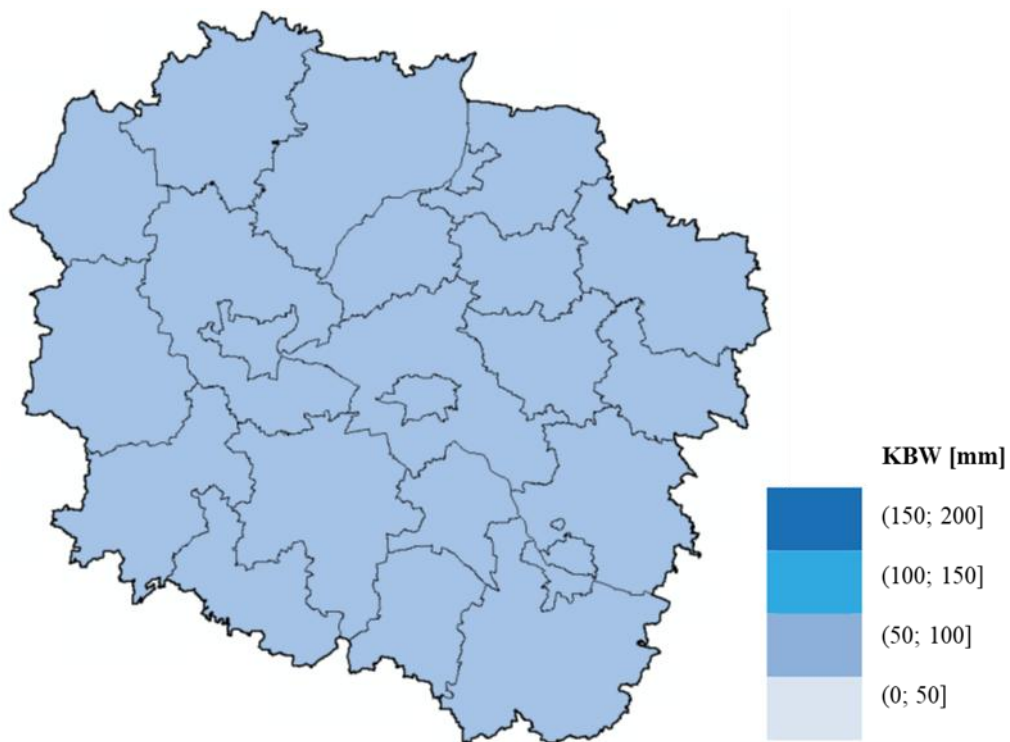
KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
<-50	skrajnie niedoborowy	nawadniających bardzo duża
[-50; -30)	silnie niedoborowy	nawadniających duża
[-30; -10)	lekko niedoborowy	nawadniających umiarkowana
[-10; 10]	zrównoważony	nawadniających mała
[50; -30)	silnie niedoborowy	brak
>10	nadmiarowy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

źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

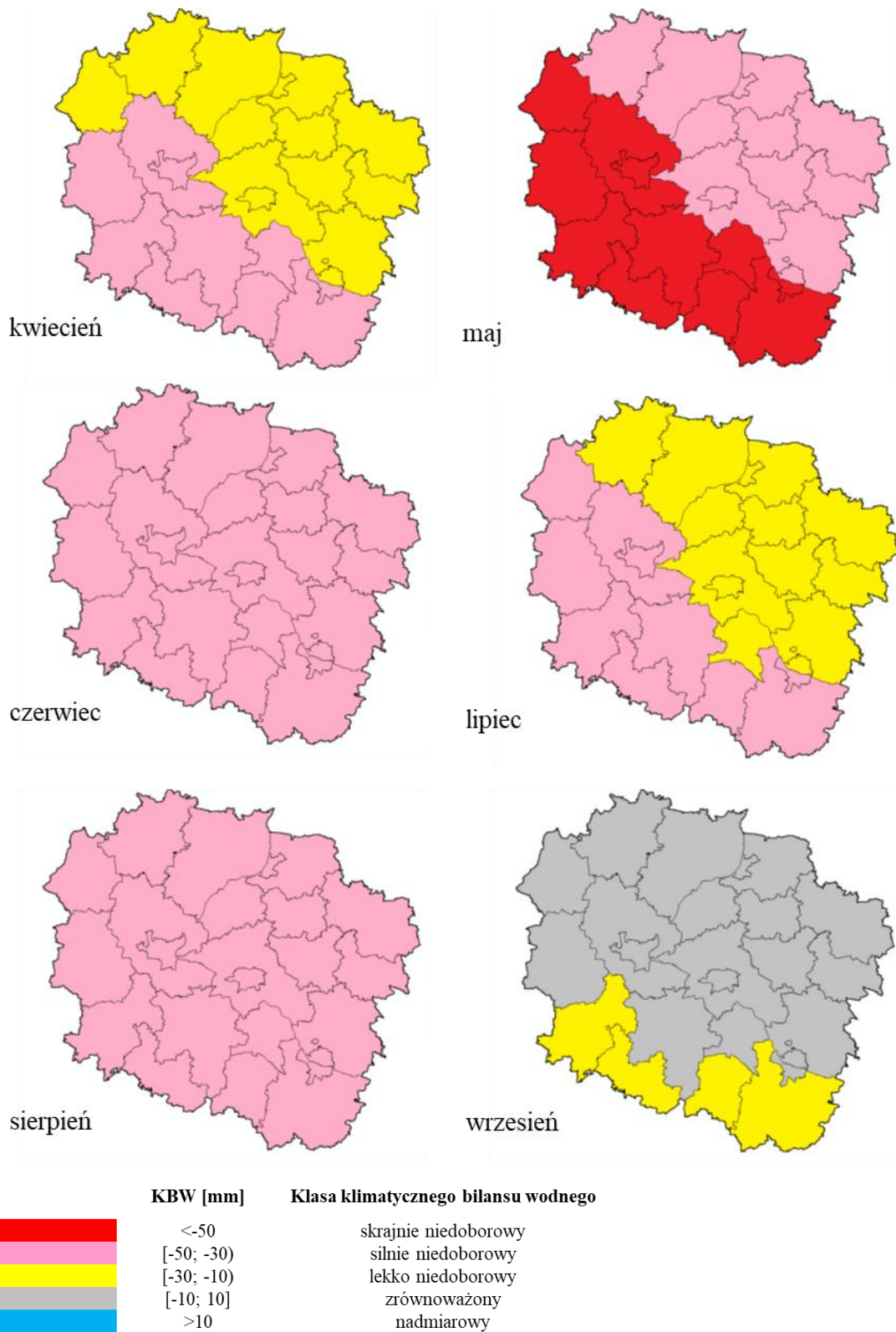
Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu chełmińskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -150 do -200 mm). Oznacza to, że w trakcie sezonu występuje średnio umiarkowany deficyt opadów w stosunku do parowania, co przekłada się na umiarkowane potrzeby stosowania nawadniania. Małe potrzeby odnotowuje się na początku wegetacji. Największe niedobory opadu występują w okresie maj-czerwiec oraz sierpień (tab. 4.2.4.) i wówczas odnotowuje się duże potrzeby stosowania melioracji nawadniających w powiecie.



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



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



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

5. Proponowane środki i rozwiązania.

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

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

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Przykładowe działania:

- Wytuczanie 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 hydrogeniczných,
- 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 biogennych, a także sekwestracji węgla w glebach mokradłowych przy jednoczesnym zachowaniu potencjału produkcyjnego umożliwiającego pozyskiwanie biomasy z siedlisk o wysokim stopniu uwodnienia (analogicznie do funkcji realizowanych w tradycyjnych systemach rolniczych).

Ten rodzaj użytkowania obejmuje także ekstensywne użytkowanie terenów podmokłych (stale lub okresowo nawodnionych), z łąkami użytkowanymi 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 obniżeń 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 hydrogeniczných (wodnych i podmokłych). Dostosowanie gospodarki leśnej do warunków wodnych, np. unikanie nadmiernej melioracji (odwodnienia) i dążenie do naturalizacji siedlisk.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Ochronę wód powierzchniowych poprzez:

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

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

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

Linieowe 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 chełmińskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują 38,16 km² tj. 7,2 % powierzchni powiatu i pełnią bardzo ważną rolę. Lasy wpływają pozytywnie na wielkość alimentacji wód opadowych (a przez to na zasoby wodne) – zwiększają bowiem infiltrację, przyczyniając się przez to do przeniesienia części powierzchniowej fazy odpływu wód opadowych w kierunku odpływu pokrywowego i podziemnego. Ważną rolę odgrywa tu znaczna retencyjność ściółki i gleb leśnych (tab. 5.5.1).

Tab. 5.5.1. Retencja leśna

Autor	Przykłady retencji leśnej
Michalik; (cyt. za Chelmski, 2001)	Pokrywa mchów o masie 1 kg może przyjąć na powierzchni 1 m ² około 5 kg wody (około 5 mm opadu)
Osuch i Węglarczyk; (cyt. za Chelmski, 2001)	Badania ściółki leśnej wykazały, że – przy założeniu średniej miąższości ściółki, wynoszącej 4,3 mm – jej maksymalna retencja wynosi prawie 12 mm wody (po osiągnięciu wypełnienia retencji maksymalnej, woda opadowa przestaje być przez ściółkę zatrzymywana)
Musierowicz (cyt. za Chelmski, 2001)	W glebę leśną – spulchnioną zarówno przez organizmy glebowe, jak i system korzeniowy drzew – może wsiąknąć około 75% wody w stosunku do masy gleby w stanie suchym
Figuła (cyt. za Chelmski, 2001)	Stosunek przepływu minimalnego do maksymalnego w zlewni silnie zalesionej (60%) i słabo zalesionej (20%) wynosi odpowiednio 1:155 i 1:410
Liberadzki i Szafranski (cyt. za Przybyła i in., 2015)	W zalesionej w 15 % zlewni ciekłu Potaszka średnie odpływy jednostkowe były czterokrotnie wyższe niż w zlewni ciekłu Hutka zalesionego w 89 %. Ponadto odpływy ze zlewni ciekłu 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 ciekłu
Murat-Błażejewska i Kujawa; Kancelerz i in. (cyt. za Przybyła i in., 2015)	Na przykładzie zlewni Małej Wełny wykazano, że poziom zwierciadła wody gruntowej w glebach leśnych jest znacznie wyższy niż w glebie uprawnej, a amplituda wahań stanów wód gruntowych w lesie jest 1,5-krotnie mniejsza niż w gruntach ornych
Koc i Solarski (cyt. za Przybyła i in., 2015)	Odnotowano korzystny wpływ zlewni nieużytkowanej rolniczo w porównaniu ze zlewnią rolniczą na obniżenie odpływu jednostkowego i wielkości fali kulminacyjnej w przypadku wystąpienia deszczy nawalnych. Las trzykrotnie zmniejszał amplitudę odpływu i lepiej retencjonował wodę pochodzącą z topnienia śniegu i ulewnych deszczy
Fabijanowski i Jaworski (cyt. za Chelmski, 2001)	Warstwa gleb leśnych (o miąższości 1 m) jest w stanie zmagazynować 2300 m ³ na obszarze 1 ha*

Na terenach leśnych województwa kujawsko-pomorskiego – w tym powiatu chełmińskiego – 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

próbuję się przeciwdziałać m.in. poprzez tzw. programy małej retencji. Działania te mają spowodować wydłużenie drogi i czasu obiegu wody w zlewniach z jednoczesnym zapewnieniem samooczyszczania się wód. (tab. 5.5.2).

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

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

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

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

Tab. 5.5.3. 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 g·cm⁻³. Gęstość pokrywy śnieżnej może być w zakresie od 0,07 (przy temperaturze powietrza podczas opadu śniegu poniżej -10°C) do 0,20 g·cm⁻³ (temperatura powyżej +2°C).
- Obliczamy zapas wody w pokrywie śnieżnej ze wzoru:

$$h = 10 \cdot r_s \cdot h_s$$
 gdzie: h – punktowy zapas wody w pokrywie śnieżnej [mm]
 r_s – gęstość śniegu [g·cm⁻³]
 h_s – miąższość pokrywy śnieżnej [cm].

$$h = 10 \cdot 36 \cdot 0,12 = 43,2 \text{ (mm)}$$
- Obliczamy zapas wody w pokrywie śnieżnej na obszarze gospodarstwa (V) jako iloczyn punktowego zapasu wody (h) i obszaru gospodarstwa (A) [A = 17 ha = 170 000 m²; h = 43,2 mm = 4,32 cm = 0,0432 m]. V = h (m) · A (m²) = 0,0432 m · 170 000 m² = 7 374 m³

*- 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 biomasy, prawidłowe nawożenie naturalne (stosowanie obornika i kompostu);
- **agromelioracje** – zabiegi mające na celu polepszenie warunków glebowych oraz usprawnienie odprowadzenia wilgoci z gleby poprzez wykonanie orki głębokich i głębokiego spulchniania, zmieniając stan zagęszczenia, wywierają bezpośredni wpływ na zdolności retencyjne warstwy spulchnionej, a poprzez zmianę przepuszczalności i właściwości mechanicznych mogą wpływać na warunki odnawiania retencji glebowej i jej dostępność dla roślin;
- **minimalna i bezorkowa uprawa gleby (tzw. rolnictwo konserwujące).** Poprzez te zabiegi ogranicza się przemieszczanie i mieszanie gleb, co pozwala zachować resztki poźniwne na powierzchni (mulcz). Zmniejsza to ewaporację, chroni glebę przed erozją oraz pozwala zachować stabilne, ciągłe pory, które zwiększają infiltrację (przeziąkanie) 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 splywem powierzchniowym. Działania te mają na celu spowolnienie odpływu wody z pól oraz jej gromadzenie w naturalnych bądź sztucznych zbiornikach retencyjnych. Głównie obejmują:

- **zabiegi przeciwoerozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia spływ powierzchniowy i zwiększa wsiąkanie wody w głąb profilu glebowego, uprawy wstęgowe, polegające na przemiennym wysiewie różnych gatunków roślin w pasy;

- **odtworzenie elementów krajobrazowych (mikroretencja)** – obejmuje odtwarzanie i utrzymanie śródpolnych oczek wodnych, mokradeł i rowów melioracyjnych z możliwością piętrzenia, co pozwala na zwiększenie retencji powierzchniowej. Działania te obejmują również tworzenie i utrzymywanie zadrzewień śródpolnych, 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 płodozmiianu** 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 chełmińskim 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 chełmińskim (przy założeniu, że areal GO = 44 730 ha)	4 473 000 m³	13 419 000 m³	22 365 000 m³

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

Wyszczególnienie	Zwiększenie zawartości próchnicy o 1 % w warstwie gleby*	
	0-100 cm	0-25 cm
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	34 mm	8,5 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	340 m ³ · ha ⁻¹	85 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	6 800 m ³	1 700 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie chełmińskim (przy założeniu, że areal GO = 44 730 ha)	15 208 200 m³	3 802 050 m³

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

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

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

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

- 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 chełmińskim (przy założeniu, że areal GO = 44 730 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 4 473 000 m³.**

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

Podsumowanie i rekomendacje praktyczne w odniesieniu do lokalnych warunków powiatu chełmińskiego

Uwarunkowania środowiskowe i priorytety

Powiat chełmiński leży w regionie o niskich opadach atmosferycznych, ze średnią roczną sumą opadów wynoszącą 532 mm. Okres letni (IV-IX) charakteryzuje się opadem rzędu 330 mm. W powiecie występuje ujemny klimatyczny bilans wodny (KBW), który dla okresu referencyjnego wynosił średnio -163 mm. W świetle prognoz, deficyt ten będzie się pogłębiał, osiągając nawet -198 mm pod koniec stulecia. Wskazuje to na umiarkowaną, ale konieczną, potrzebę rozwoju melioracji nawadniających.

Uwarunkowania siedliskowe: powiat chełmiński charakteryzuje się bardzo wysokim udziałem gruntów rolnych (84,9%), z czego większość stanowią grunty orne (44 730 ha). Udział gruntów leśnych jest niski i wynosi jedynie 7,2%. Przyjmując ogólnopolski trend (ponad 60% gleb lekkich), a także w związku z intensywną uprawą, gleby w regionie są podatne na degradację, utratę struktury, i niską zdolność retencjonowania wody.

Kluczowe działania: wobec wysokiego udziału gruntów ornych i ujemnego KBW, działania muszą być skoncentrowane na:

1. Maksymalizacji retencji glebowej: wzrost zawartości próchnicy, która jest kluczowa na glebach lekkich i średnich.
2. Agromelioracji mechanicznej: likwidacja zagęszczeń, co jest niezbędne dla poprawy infiltracji wody i rozwoju korzeni.
3. Ograniczeniu strat wody: wdrożenie uprawy konserwującej i zadrzewień śródpolnych, minimalizujących ewapotranspirację.

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 próchnicy

Próchnica jest podstawowym wskaźnikiem żyzności i kluczowym elementem retencyjnym, ponieważ wiąże około 5 razy więcej wody w stosunku do swojej masy.

Metoda działania	Opis	Przykłady roślin do płodozmianu	Kiedy stosować dla największych efektów
Gospodarka materia organiczną	Właściwe następstwo roślin (płodozmian) zapewniające dodatni bilans próchnicy. Regularne nawożenie organiczne (obornik, komposty, pofermenty).	Wzbogacające: wieloletnie rośliny pastewne (bobowate i ich mieszanki z trawami), rośliny strączkowe, międzyplony przyorywane na nawóz zielony.	Regularnie, w celu długotrwałej stabilizacji gleby.
Uprawa międzyplonów i poplonów	Utrzymywanie okrywy roślinnej na powierzchni gleby przez większość roku w celu ograniczenia parowania (ewaporacji).	Fitosanitarne/strukturotwórcze: gorczyca biała, gryka, facelia, seradela, łubin.	Natychmiast po żniwach, aby przerwać podsiąk kapilarny i ograniczyć parowanie.

Korzyści ilościowe i efekty ekologiczne:

- Wielkość retencji próchnicy: wzrost zawartości próchnicy w glebie o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 ton wody na hektar.
- Dla powiatu chełmińskiego: w gruntach ornych (44 730 ha), wzrost próchnicy o 1% w warstwie 0-25 cm może zwiększyć retencję o 3 802 050 m³.
- Sekwestracja węgla (CO₂): wzrost próchnicy przyczynia się do ograniczenia strat materii organicznej oraz wzrostu sekwestracji węgla organicznego w glebie.

2) Konserwująca uprawa roli i zabiegi doglebowe

Metoda działania	Opis	Kiedy stosować dla największych efektów
Agromelioracyjne zabiegi doglebowe	Głęboszowanie (mechaniczne spulchnienie gleby w warstwie nadmiernie zagęszczonej). Ma to na celu likwidację tzw. podeszwy płuznej, która ogranicza infiltrację wody i rozwój korzeni.	Latem, po żniwach, gdy gleba jest sucha, co pozwala na jej pęknięcie i rozkruszanie. Powtarzać nie częściej niż co 3–5 lat.

Uprawa konserwująca i mulczowanie	Ograniczenie uprawy płużnej, zastępowanie jej narzędziami nieodwracającymi roli (uprawa bezorkowa, pasowa) i utrzymywanie okrywy mulczowej (resztki poźniwne).	Konieczność na glebach piaszczystych, by ograniczyć erozję wietrzną i przyspieszoną mineralizację próchnicy.
Dodatki mineralne	Stosowanie minerałów zwiększających retencję, np. bazaltów (skały wulkaniczne o dużej zdolności zatrzymywania wody i wysokiej zawartości krzemu, co podnosi odporność roślin na suszę), lub bentonitu (skała ilasta o bardzo wysokiej pojemności wodnej).	Bentonit stosować zmieszany z co najmniej 20–30 cm warstwą gleby, aby uniknąć tworzenia warstwy nieprzepuszczalnej.

Korzyści ilościowe z agromelioracji:

- Wielkość retencji (głęboszowanie): Zwiększenie retencji użytecznej o 30–50 mm (300–500 m³ ha⁻¹). Dla próchnicy powiatu chełmińskiego (44 730 ha), przy maksymalnym efekcie, retencja może wynieść 22 365 000 m³.
- Wielkość retencji (bentonit): dawka 30 t·ha⁻¹ bentonitu może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m³/ha). Potencjał dla GO powiatu: 4 473 000 m³.

3) Dobór Roślin

- Preferowanie ozimin: oziminy (np. pszenica, rzepak) są preferowane nad formami jarymi, ponieważ lepiej wykorzystują pozimowe zapasy wody i są mniej wrażliwe na suszę wiosenną. Można stosować odmiany przewódkowe.
- Rośliny C4 (efektywne wodno): Zwiększanie areałów roślin lepiej przystosowanych do niedoborów wody, takich jak proso i sorgo, które zużywają tylko 200–300 l wody na 1 kg suchej masy (w porównaniu do pszenicy 500–600 l).
- Nawożenie optymalizujące: odpowiedni poziom fosforu (P) i potasu (K). Potas reguluje procesy otwierania i zamykania się aparatów szparkowych.

Działania na rzecz Retencji Leśnej i Krajobrazowej. Grunty leśne i zadrzewione stanowią tylko 7,2% pow. powiatu chełmińskiego.

Działanie	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe	Miejsca potencjalnej lokalizacji
Zadrzewienia śródpolne (pasy wiatrochronne)	Tworzenie liniowych nasadzeń drzew i krzewów (np. żywopłoty, śródpolne remizy), orientowanych prostopadle do kierunku dominujących wiatrów.	Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola przez ograniczenie prędkości wiatru, co zwiększa wilgotność gleby w strefie osłoniętej. Redukcja erozji wodnej i wietrznej.	Na obrzeżach dużych pól uprawnych (84,9% pow.).
Mała retencja techniczna	Budowa budowli piętrzących (zastawki, progi, stopnie) na rowach melioracyjnych w celu kontrolowanego zatrzymywania wody i spowalniania jej odpływu.	Podniesienie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych. Ograniczenie murszenia torfowisk, co minimalizuje emisję CO ₂ (sekwestracja węgla). Torfowiska mogą zmagazynować ok. 35 mld m ³ wody w skali kraju.	W rowach melioracyjnych oraz w obszarach naturalnych zagłębień terenu i mokradeł.
Retencja Leśna	Ochrona ściółki leśnej i utrzymanie odpowiedniej struktury gleby leśnej.	Ściółka leśna może zretencjonować maksymalnie prawie 12 mm wody. Warstwa gleb leśnych (o miąższości 1 m) jest w stanie zmagazynować 2300 m ³ /ha.	Na obszarach leśnych i zadrzewionych (7,2% powierzchni powiatu).

Dla powiatu chełmińskiego, charakteryzującego się wysokim odsetkiem gruntów ornych (84,9%) i trwałym ujemnym KBW (-163 mm), kluczowe jest kompleksowe podejście do retencji glebowej i ochrony przed utratą wody.

Działania, które mają największe znaczenie dla powiatu:

1. Gospodarka materią organiczną i konserwująca uprawa roli: zwiększanie próchnicy (potencjał retencji 3,8 mln m³ z 1% wzrostu) jest kluczowe dla zwiększenia retencji i ograniczenia strat wody. Wdrożenie uprawy konserwującej minimalizuje ewaporację i chroni przed erozją.
2. Agromelioracja (głęboszowanie): w przypadku stwierdzenia zagęszczenia (podeszwa płużna), głęboszowanie zwiększa retencję użyteczną o 22,3 mln m³ w gruntach ornych powiatu, co umożliwi roślinom głębsze ukorzenienie i dostęp do wody.

Rekomendacje praktyczne dla lokalnych warunków:

- Praktyki antyerozyjne: należy intensywnie promować zadrzewienia śródpolne (pasy wiatrochronne) na otwartych polach oraz na zboczach, stosować

orkę w poprzek stoków i uprawy wstęgowe, w celu redukcji ewapotranspiracji i spływu powierzchniowego.

- Retencja techniczna: na terenach zmeliorowanych należy modernizować systemy, wprowadzając zastawki, które pozwalają na kontrolowane piętrzenie wody i zwiększenie zasobów dyspozycyjnych wód gruntowych.
- Adaptacja upraw: zwiększenie udziału ozimin i roślin C4 (sorgo, proso) w płodozmianie, a także stosowanie precyzyjnego nawożenia (zwłaszcza potasem), aby racjonalniej gospodarować dostępnymi zasobami wody.

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

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

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

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

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

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyodrębniono dwie inwestycje związane z budową lub odbudową obiektów technicznych w miejscach o największym potencjale retencyjnym na obszarach wiejskich. Dla każdej z inwestycji określono warunki techniczne, oparte głównie na budowie i renowacji małych zbiorników retencyjnych, zastosowaniu obiektów piętrzących w ciekach i rowach melioracyjnych, mikroretencja śródpolna, spowalnianie odpływu w rowach, renaturyzacja niewielkich cieków oraz odbudowa naturalnych zdolności retencyjnych gleb. Działania techniczne charakteryzować się mają wysoką skutecznością lokalną, szczególnie w zakresie magazynowania wody i stabilizacji przepływów, umożliwiającą zarówno szybkie efekty lokalne, jak i długofalową poprawę funkcjonowania systemu wodnego, przy uwzględnieniu realności nakładów inwestycyjnych, możliwości ingerencji w środowisko i własność gruntów dużą elastycznością przestrzenną oraz możliwością realizacji przy aktywnym udziale lokalnych użytkowników gruntów.

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

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

Wyniki symulacji wskazują, że wybrane dwa warianty techniczne prowadzić będą do wyraźnego zwiększenia objętości retencjonowanej wody na obszarze powiatu. Efekty te mają jednak charakter punktowy i w ograniczonym stopniu przekładają się na poprawę bilansu wodnego w skali całych zlewni cząstkowych. Symulacje wskazują, że wybrane

warianty inwestycji redukcją kulminacji odpływu w okresach intensywnych opadów, jak i zwiększenie dostępności wody w okresach wegetacyjnych. Wskaźniki efektywności ekonomicznej, odnoszące koszty inwestycji do uzyskanej objętości retencji, plasują ten wybrane warianty jako najbardziej optymalny z punktu widzenia długoterminowej strategii gospodarowania wodą.

Przeprowadzona ocena potwierdza, że skuteczna poprawa bilansu wodnego w analizowanym powiecie wymaga odejścia od rozwiązań jednowymiarowych na rzecz zintegrowanego systemu retencji. Wyniki symulacji stanowią bezpośrednią podstawę do dalszej priorytetyzacji inwestycji oraz wskazania obszarów, w których wdrażanie działań przyniesie największe korzyści hydrologiczne, środowiskowe i gospodarcze.

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

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

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

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

I. Nakłady inwestycyjne (ang. Capital Expenditures, CAPEX) – koszty związane z nabyciem lub 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 Szoegi 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 chełmińskiego.

Inwestycja I

Odbudowa śródpolnego zbiornika wodnego w Storlusie.

Wprowadzenie i cel opracowania. Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej odbudowy śródpolnego zbiornika wodnego w miejscowości Storlus, na działce nr 39/1, obręb Storlus, gm. Papowo Biskupie.

Projekt stanowi element działań na rzecz zwiększenia małej retencji wodnej, ochrony przeciwpowodziowej oraz poprawy odporności krajobrazu rolniczego na skutki zmian klimatycznych.

Zakres proponowanych działań:

1. Usunięcie roślinności i namulów z misy istniejącego obniżenia z zachowaniem części naturalnych mikrosiedlisk oraz materiału organicznego wspierającego procesy retencyjno-biologiczne.
2. Pogłębienie dna do rzędnej 84,00 m n.p.m., przy zachowaniu naturalnego profilu terenu.
3. Uformowanie skarp o nachyleniu 1:4–1:5 dla zapewnienia stabilności i bezpieczeństwa z zastosowaniem naturalnych materiałów wzmacniających i umożliwiających rozwój roślinności brzegowej.
4. Włączenie dopływu z drenażu znajdującego się na granicy działek 39/1 i 44/10.
5. Rekultywacja biologiczna brzegów, nasadzenia roślin hydrofitowych dobranych pod kątem funkcji filtracyjnych, retencyjnych i stabilizujących, zgodnie z zasadami zielonej infrastruktury.
6. Zachowanie strefy buforowej wokół zbiornika o szerokości min. 10 m, z zakazem uprawy roślin wymagających nawożenia oraz wprowadzenie mozaiki roślinności ekstensywnej ograniczającej spływ biogenów i zwiększającej wartość przyrodniczą

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. odbudowy śródpolnego zbiornika wodnego w Storlusie.

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Usunięcie roślinności i namulów z misy istniejącego obniżenia z zachowaniem części naturalnych mikrosiedlisk oraz materiału organicznego wspierającego procesy retencyjno-biologiczne.	54 000
2.	Pogłębienie dna do rzędnej 84,00 m n.p.m., przy zachowaniu naturalnego profilu terenu.	
3.	Uformowanie skarp o nachyleniu 1:4–1:5 dla zapewnienia stabilności i bezpieczeństwa z zastosowaniem naturalnych materiałów wzmacniających i umożliwiających rozwój roślinności brzegowej.	11 000
4.	Rekultywacja biologiczna brzegów – nasadzenia roślin hydrofitowych dobranych pod kątem funkcji filtracyjnych, retencyjnych i stabilizujących, zgodnie z zasadami zielonej infrastruktury	15 000
	Zachowanie strefy buforowej wokół zbiornika o szerokości min. 10 m	5000
5.	Prace utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń	15 000
	Suma	100 000*

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

Analiza inwestycji I: Odbudowa zbiornika w Storlusie

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 odbudowy śródpolnego zbiornika wodnego, obejmującej usunięcie namulów, pogłębienie dna i rekultywację biologiczną brzegów.

Tab. 6.3.3. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	85 000	Suma pozycji 1,3,4,5. Głównie usunięcie roślinności i namulów (54 000 PLN).
OPEX	15 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 6).

2. Roczne korzyści B_t

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

Tab. 6.3.4. Rodzaje korzyści B_t

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

3. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{85\,000 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 3,27 \text{ roku}$$

Inwestycja oferuje bardzo szybki odzysk kapitału.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.5. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	307 600 PLN	Bieżąca wartość $B_t = CAPEX + \sum_{t=1}^{30} \frac{OPEX}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	299 400 PLN	NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie
B/C Ratio	1,97	B/C > 1 Korzyści prawie dwukrotnie przewyższają koszty
IRR	30,8%	IRR > 5,26% SDR. Inwestycja jest wysoce rentowna ekonomicznie

Inwestycja II

Budowa 10 zastawek na rowie melioracyjnym „Dunaj” w miejscowości Stolno

Wprowadzenie i cel opracowania.

Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej dla budowy 10 zastawek piętrzących wodę na rowie melioracyjnym „Dunaj”, położonym w miejscowości Stolno (gmina Stolno, powiat chełmiński).

Projekt ma charakter retencyjno-renaturyzacyjny i wpisuje się w działania służące adaptacji rolnictwa do zmian klimatu poprzez zwiększenie retencji wód powierzchniowych i gruntowych w krajobrazie rolniczym

Założenia hydrotechniczne:

Projektowana koncepcja zakłada:

1. Zastawki drewniane z zamknięciem szandorowym – 10 szt.
2. Prace remontowe – utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń.

Tab. 6.3.6. Koszty budowa 10 zastawek na rowie melioracyjnym „Dunaj” w miejscowości Stolno

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Zastawki drewniane lub stalowe z zamknięciem szandorowym – 10 szt.	230 000
2.	Prace remontowe – utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń	15 000
Suma		245 000*

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

Analiza inwestycji II: Budowa zastawek na rowie „Dunaj”

Inwestycja dotyczy budowy 10 zastawek drewnianych lub stalowych (szandorowych) na rowie melioracyjnym w celu retencji wód powierzchniowych i gruntowych.

1. Koszty (CAPEX i OPEX)

Tab. 6.3.7. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	230 000	Budowa 10 zastawek (poz. 1).
OPEX	15 000 / rok	Prace remontowe – utrzymanie i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 2).

Roczne korzyści B_t

Przyjęto identyczne, ostrożne założenia monetarne co w inwestycji I, ze względu na podobny zakres korzyści środowiskowych i rolniczych (poprawa retencji, zmniejszenie strat powodziowych): 41 000 PLN/rok.

Tab. 6.3.8. Rodzaje korzyści B_t – 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 – 15 000 PLN/rok = 26 000 PLN/rok

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{230\,000 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 8,85 \text{ roku}$$

Umiarkowany czas odzysku kapitału – blisko 9 lat.

3. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.9. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	452 600 PLN	Bieżąca wartość $B_t = CAPEX + \sum_{t=1}^{30} \frac{OPEX}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	154 400 PLN	NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie
B/C Ratio	1,34	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty
IRR	10,2%	IRR > 5,26% SDR Inwestycja jest efektywna ekonomicznie

Wnioski i rekomendacje

Inwestycja I (Storlus) jest najbardziej efektywna ekonomicznie spośród analizowanych wariantów. Charakteryzuje ją najniższy CAPEX i jednocześnie najwyższe wskaźniki rentowności (NPV, B/C, IRR) oraz najszybszy okres zwrotu. Stanowi to optymalną alokację środków. Inwestycja II (Dunaj) jest również efektywna ekonomicznie i uzasadnia wsparcie publiczne. Jej niższe wskaźniki B/C i IRR w porównaniu do inwestycji I sugerują, że powinna być realizowana w drugiej kolejności lub równolegle, w zależności od dostępności funduszy. Warto rozważyć realizację obu projektów, przy czym inwestycja I powinna być traktowana jako priorytet o najwyższej efektywności społecznej.

Tab. 6.3.10. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

Wskaźnik	Inwestycja I (Storlus)	Inwestycja II (Dunaj)	Komentarz
CAPEX (PLN)	85 000 PLN	230 000 PLN	Inwestycja I jest znacznie tańsza inwestycyjnie
NPV (SDR): $r = 5,26\%$	299 400 PLN	154 400 PLN	Oba projekty generują znaczną, dodatnią wartość społeczną. I blisko dwukrotnie większa niż II.
B/C Ratio	1,68	0,8	Inwestycja I w przeciwieństwie do II jest wysoce efektywna.
IRR	21%	3,3%	I zapewnia rentowność > SDR; IRR w II jest poniżej kosztu kapitału.

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

1. Poprawę warunków rolniczych:

- polepszenie zdolności produkcyjnej gleby (+5-15%). Zbiorniki wpływają pozytywnie na okoliczne gleby i rolnictwo w obszarze oddziaływania ~30 ha upraw (retencja lokalna, podwyższenie poziomu wód gruntowych w sezonie wegetacyjnym).
- wartość średniego przychodu rolniczego na 1 ha: 4 000 PLN/rok (przyjęto dla gospodarstw mieszanych).
- przyrost plonów/zmniejszenie strat z powodu suszy: +5%.
- zwiększenie wartości gruntów: grunty z dobrze utrzymanymi urządzeniami melioracyjnymi stają się bardziej atrakcyjne dla rolników i inwestorów, co prowadzi do wzrostu ich wartości rynkowej

2. Zmniejszenie strat powodziowych:

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

3. Poprawa jakości środowiska związana jest głównie z ochrona 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 chełmińskim dalsze działania strategicznego rozwoju oraz działania inwestycyjne powinny dotyczyć głównie prac związanych z powiększaniem retencji wód opadowych poprzez:

1. Budowa zbiorników retencyjnych
2. Remont budowli hydrotechnicznych
3. Odbudowa rowów melioracyjnych,
4. Budowa stacji pomp spełniających funkcje przeciwpowodziowe,
5. Rozbudowa urządzeń retencji korytovej.
6. Odbudowa sieci drenarskich na terenie powiatu.
7. Budowa zastawek stabilizujących poziom jezior (zastawki na odpływach jezior).

Analiza dwóch priorytetowych inwestycji wodno-melioracyjnych dowiodła, iż te inwestycje są 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 chełmińskiego 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 chełmińskim powinna stanowić pomoc w podjęciu decyzji o ich wykonaniu bądź nie.

6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.

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

6.4.1. Odbudowa śródpolnego zbiornika wodnego w m. Stolrus

6.4.1.1. Wprowadzenie i cel działania

Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej odbudowy śródpolnego zbiornika wodnego w miejscowości Stolrus, na działce nr 39/1, obręb Stolrus, gm. Papowo Biskupie. Projekt stanowi element działań na rzecz zwiększenia małej retencji wodnej, ochrony przeciwpowodziowej oraz poprawy odporności krajobrazu rolniczego na skutki zmian klimatycznych.

Główne cele przedsięwzięcia:

- zwiększenie zdolności retencyjnych gleb i mikro-zlewni,
- ochrona przeciwpowodziowa poprzez gromadzenie wód w okresach intensywnych opadów,
- łagodzenie skutków suszy poprzez akumulację wody do późniejszego wykorzystania,
- zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi w krajobrazie rolniczym,
- renaturyzacja zdegradowanego obniżenia terenu.

6.4.1.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Zbiornik zlokalizowany jest w obrębie ewidencyjnym Stolrus, na działce nr 39/1, w centralnej części miejscowości Storlus. Teren ma charakter rolniczy – dominują grunty orne z lokalnymi zaniżeniami terenu i siecią drenarską. Obecnie w miejscu dawnego zbiornika występuje płytkie obniżenie terenu o powierzchni ok. 0,1 ha, całkowicie zarośnięte i zamulone, bez trwałego lustra wody. Wody opadowe z działki 39/1 są odprowadzane powierzchniowo w kierunku działki 38/5, co powoduje brak zatrzymania wód w obrębie obniżenia.



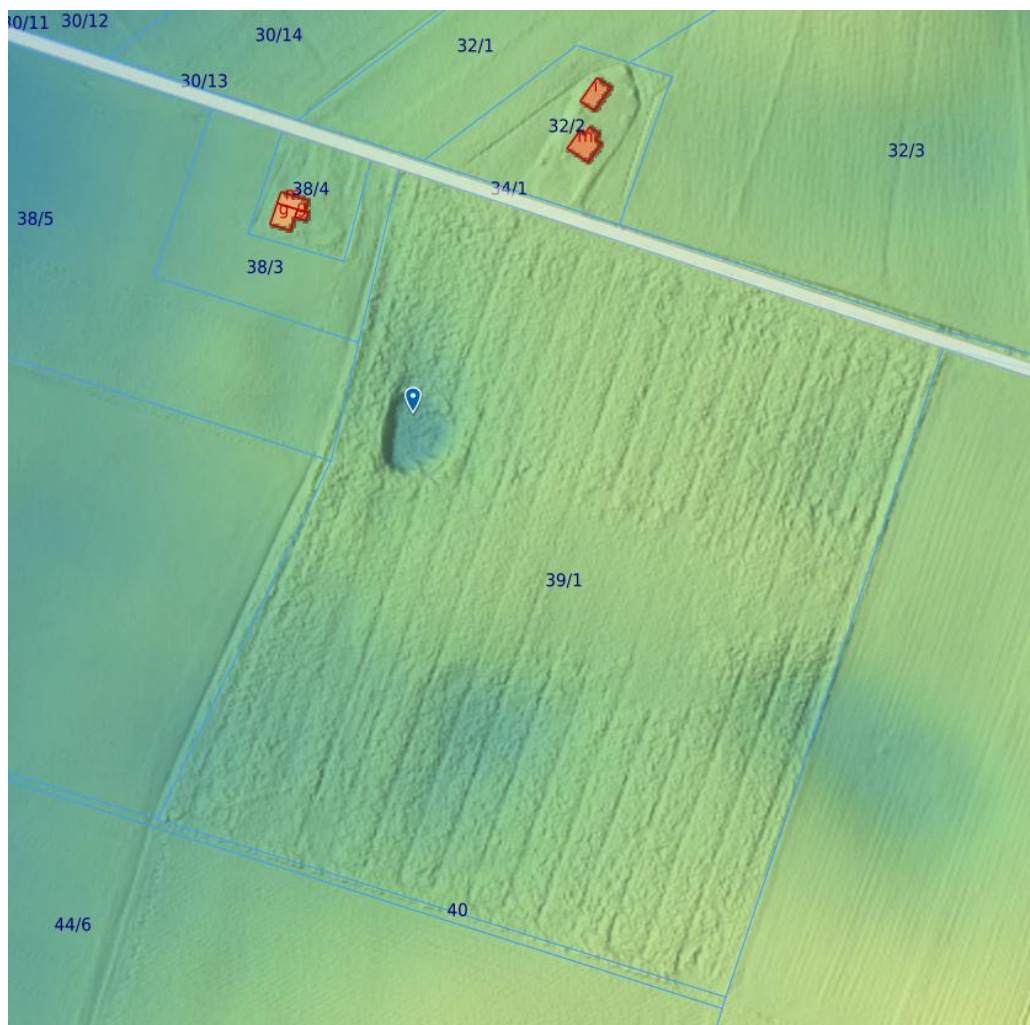
Ryc. 6.4.1.1. Obszar analizy na tle ortofotomapy – dz. 39/1, obręb Stolrus, gm. Papowo Biskupie.



Fot. 6.4.1.1. Obniżenie terenu na działce nr 39/1, widok od strony dz. 34/1 (drogi).



Fot. 6.4.1.2. Czasza zbiornika dz. nr 39/1, obręb Stolrus, gm. Papowo Biskupie.

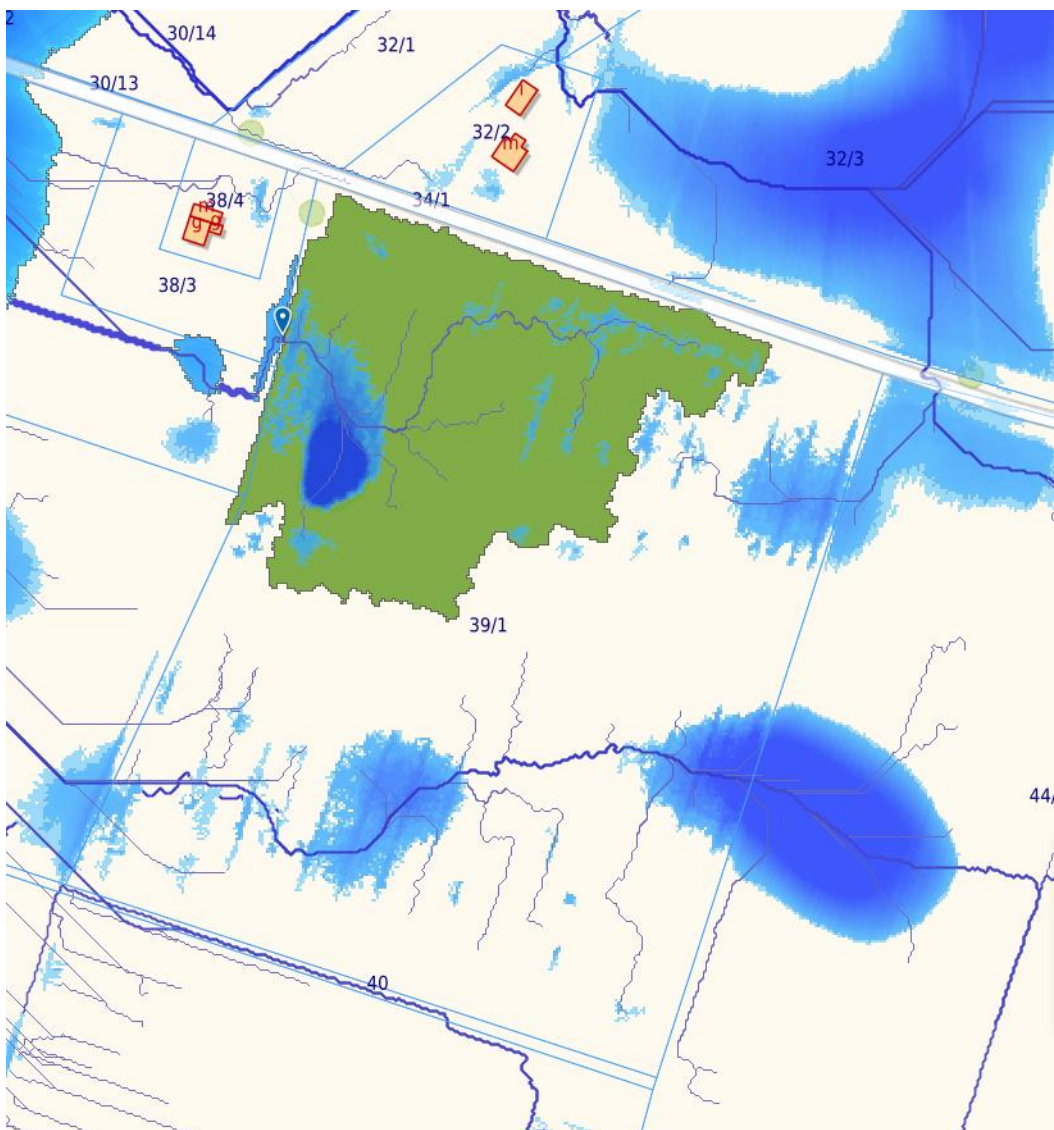


Ryc. 6.4.1.2. Model wysokościowy otoczenia działki 39/1, obręb Stolrus, gm. Papowo Biskupie.

6.4.1.3. Warunki hydrologiczne i zlewniowe

Zlewnia śródpolnego zbiornika obejmuje powierzchnię 1,94 ha. Przy opadzie o wysokości 20 mm/0,5 h, ilość dopływającej wody wynosi jedynie ok. 380 m³, co nie pozwala na efektywne napełnienie miski zbiornika. Z tego względu wskazane jest włączenie wód z istniejącego drenażu i obniżenia terenu położonego na granicy działek 39/1 i 44/10, co zwiększy zasilanie zbiornika i umożliwi utrzymanie stabilnego poziomu wody.

Obniżenie po odbudowie będzie działać jak mikroretencyjny rezerwuuar epizodyczny, gromadzący wodę po większych opadach i okresowo utrzymujący zwierciadło wody.

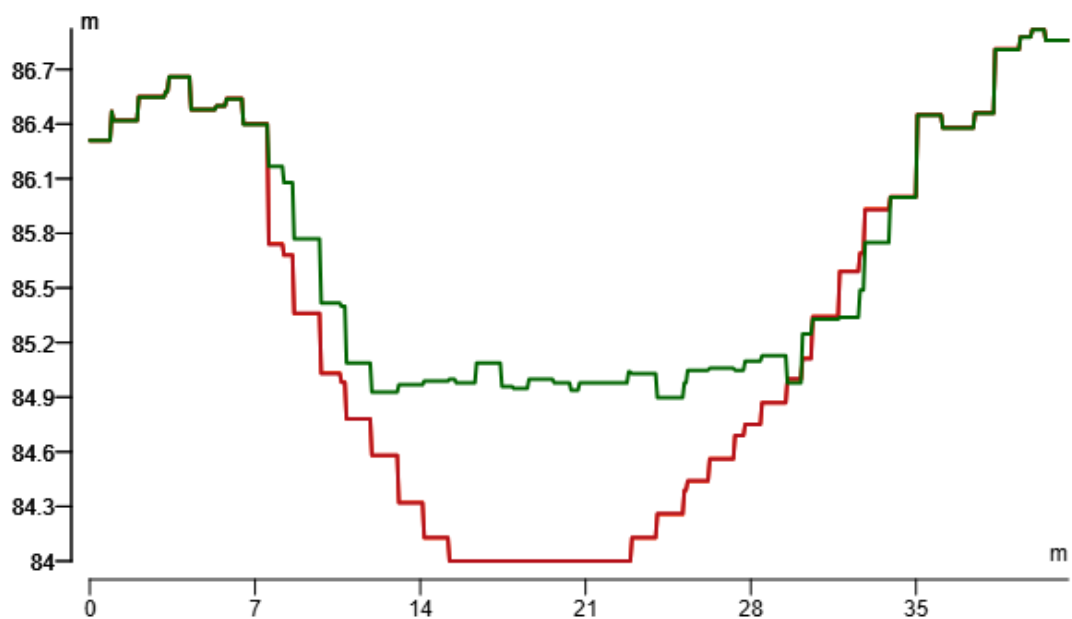


Ryc. 6.4.1.3. Zlewnia zbiornika śródpolnego o powierzchni 1,94 ha oraz sieć drenażu wód powierzchniowych.

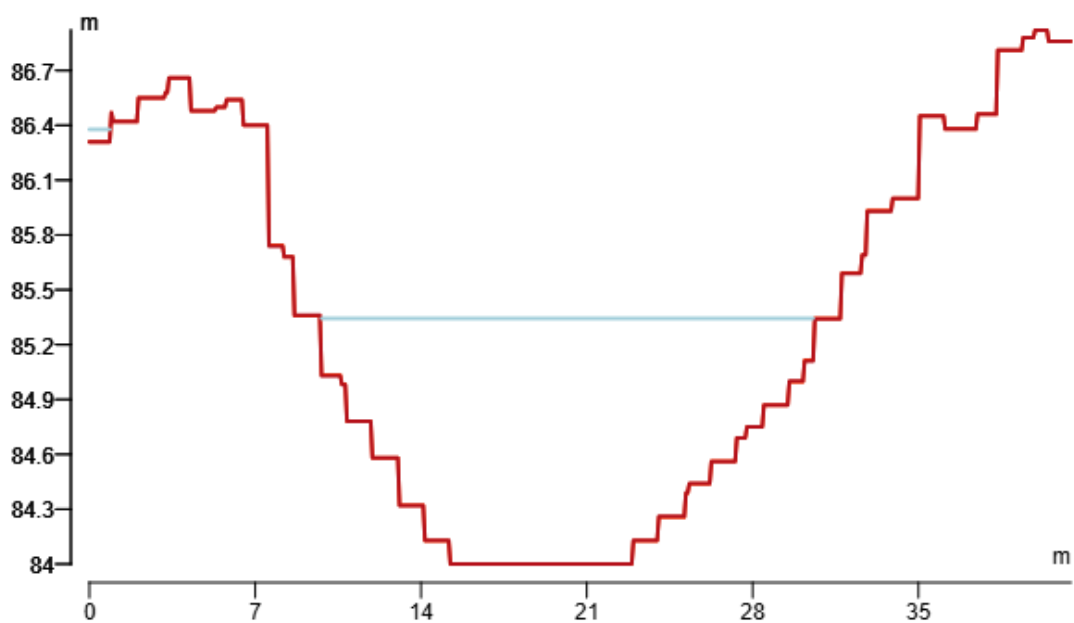
6.4.1.4. Koncepcja techniczna odbudowy zbiornika

Założenia projektowe:

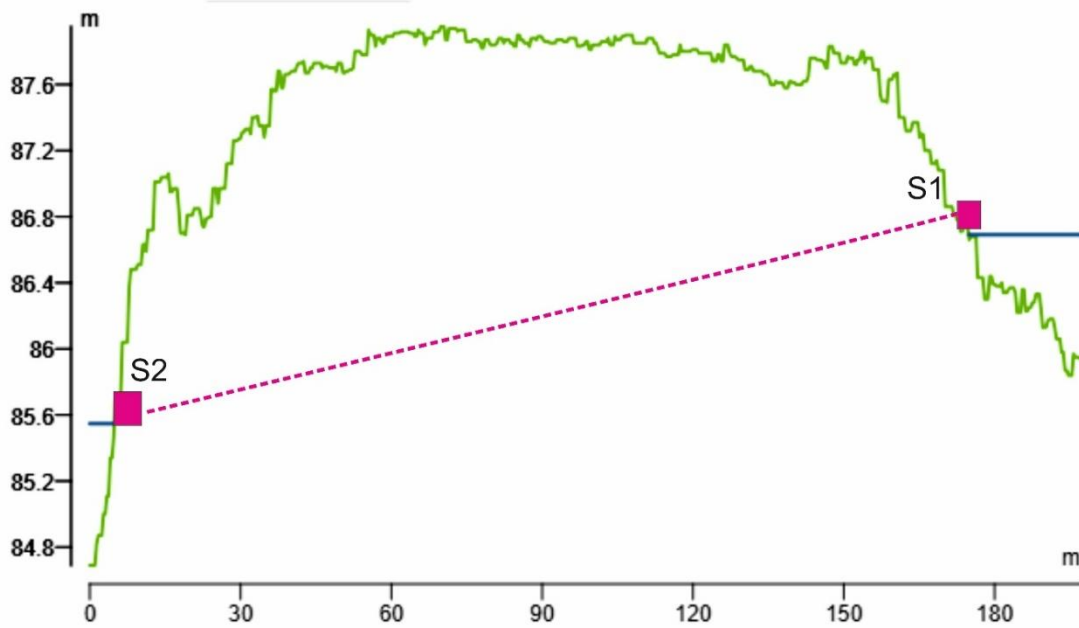
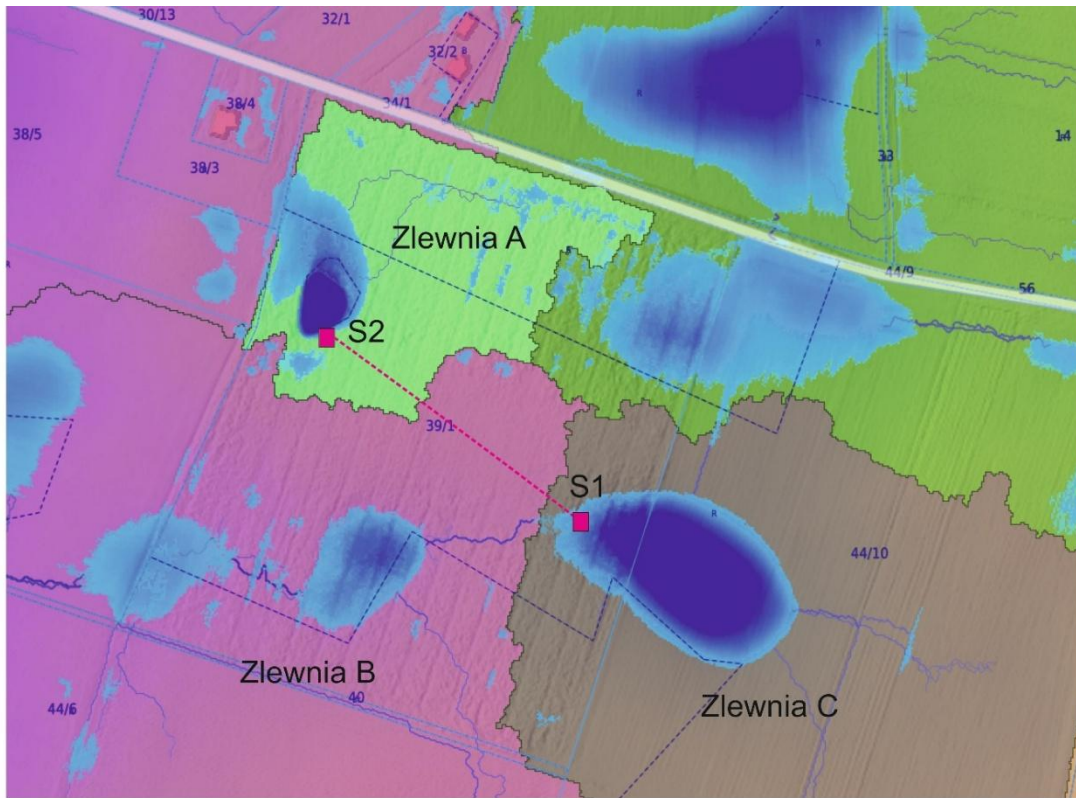
- Powierzchnia zbiornika: ok. 0,10 ha
- Docelowa pojemność: ok. 1 800 m³
- Rzędna dna po pogłębieniu: 84,00 m n.p.m.
- Rzędna maksymalnego piętrzenia: 85,50 m n.p.m.
- Rzędna przelewu awaryjnego: 86,50 m n.p.m.
- Rodzaj zasilania: spływ powierzchniowy i drenażowy z działek 39/1, 44/10 i częściowo 38/5
- Odbiornik nadmiaru wód: rów na działce 38/5



Ryc. 6.4.1.4. Przekrój poprzeczny przez zbiornik - istniejące dno linia koloru zielonego, projektowane dno linia koloru czerwonego.



Ryc. 6.4.1.5. Przekrój poprzeczny przez odbudowany zbiornik wraz z poziomem wody po jednorazowym opadzie 20 mm.



Ryc. 6.4.1.6. Koncepcja przetrzutu wód ze Zlewni C do Zlewni A poprzez budowę dwóch studni i rurociągu grawitacyjnego.

Zakres planowanych prac:

1. Usunięcie roślinności i namulów z misy istniejącego obniżenia z zachowaniem części naturalnych mikrosiedlisk oraz materiału organicznego wspierającego procesy retencyjno-biologiczne.
2. Pogłębienie dna do rzędnej 84,00 m n.p.m., przy zachowaniu naturalnego profilu terenu.
3. Uformowanie skarp o nachyleniu 1:4–1:5 dla zapewnienia stabilności i bezpieczeństwa z zastosowaniem naturalnych materiałów wzmacniających i umożliwiających rozwój roślinności brzegowej.
4. Włączenie dopływu z drenażu znajdującego się na granicy działek 39/1 i 44/10 poprzez budowę dwóch studni oraz rurociągu grawitacyjnego podziemnego o długości 177 m i spadku 6,7 m/km, rzędna wlotu ok. 86,69 m a wylot 85,5 m.
5. Rekultywacja biologiczna brzegów – nasadzenia roślin hydrofitowych dobranych pod kątem funkcji filtracyjnych, retencyjnych i stabilizujących, zgodnie z zasadami zielonej infrastruktury.
6. Zachowanie strefy buforowej wokół zbiornika o szerokości min. 10 m, z zakazem uprawy roślin wymagających nawożenia oraz wprowadzenie mozaiki roślinności ekstensywnej ograniczającej spływ biogenów i zwiększającej wartość przyrodniczą.

6.4.1.5. Efekty hydrologiczne i ekologiczne

Efekty hydrologiczne:

- Odtworzenie funkcji retencyjnej zbiornika o pojemności 1 800 m³,
- Zwiększenie retencji krajobrazowej zlewni rolniczej o ok. 20–25%,
- Ograniczenie spływu powierzchniowego i erozji gleb,
- Umożliwienie gromadzenia wód po opadach nawalnych,
- Redukcja skutków suszy poprzez zatrzymanie wód roztopowych i deszczowych,
- Zwiększenie infiltracji i zasilania wód gruntowych.

Efekty środowiskowe:

- Odtworzenie siedlisk wodno-błotnych typowych dla krajobrazu rolniczego oraz przywrócenie naturalnych procesów ekohydrologicznych związanych z retencją i infiltracją wód.

- Wzrost bioróżnorodności biologicznej (ptaki, płazy, owady wodne) w wyniku odtworzenia mozaiki siedlisk i zwiększenia dostępności zasobów pokarmowych.
- Poprawa mikroklimatu lokalnego (wzrost wilgotności i parowania) oraz łagodzenie ekstremów temperaturowych dzięki obecności zbiornika i roślinności wodnej.
- Zwiększenie estetyki i funkcji przyrodniczych obszaru poprzez wdrożenie rozwiązań bliskich naturze sprzyjających integracji elementów krajobrazu.

6.4.1.6. Wnioski i rekomendacje

1. Odbudowa zbiornika śródpolnego w Storlusie jest hydrologicznie uzasadniona i środowiskowo korzystna. Realizacja przedsięwzięcia wpisuje się w koncepcję małej retencji oraz odbudowy naturalnych usług ekosystemowych.
2. Dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Toruniu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne
3. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - pozwolenia na budowę i warunki zabudowy
4. Działania techniczne należy prowadzić zgodnie z zasadami minimalnej ingerencji w ekosystem oraz z wykorzystaniem rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS), takich jak roślinność filtracyjna, strefy litoralu i naturalna sukcesja roślinności.
5. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE
6. Przewiduje się automatyczne napełnianie zbiornika po opadach oraz samoczynne opróżnianie przy przekroczeniu rzędnej 86,5 m n.p.m..

6.4.2. Budowa 10 zastawek na rowie melioracyjnym „Dunaj” w miejscowości Stolno

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej dla budowy 10 zastawek piętrzących wodę na rowie melioracyjnym „Dunaj”, położonym w miejscowości Stolno (gmina Stolno, powiat chełmiński).

Projekt ma charakter retencyjno-renaturyzacyjny i wpisuje się w działania służące adaptacji rolnictwa do zmian klimatu poprzez zwiększenie retencji wód powierzchniowych i gruntowych w krajobrazie rolniczym.

Główne cele przedsięwzięcia:

- zwiększenie pojemności retencyjnej systemu melioracyjnego,
- spowolnienie odpływu wód z zlewni,
- podniesienie poziomu wód gruntowych na przyległych gruntach,
- poprawa warunków produkcji rolnej i stabilności plonów,
- zwiększenie różnorodności biologicznej i funkcji ekologicznych w dolinie rowu.

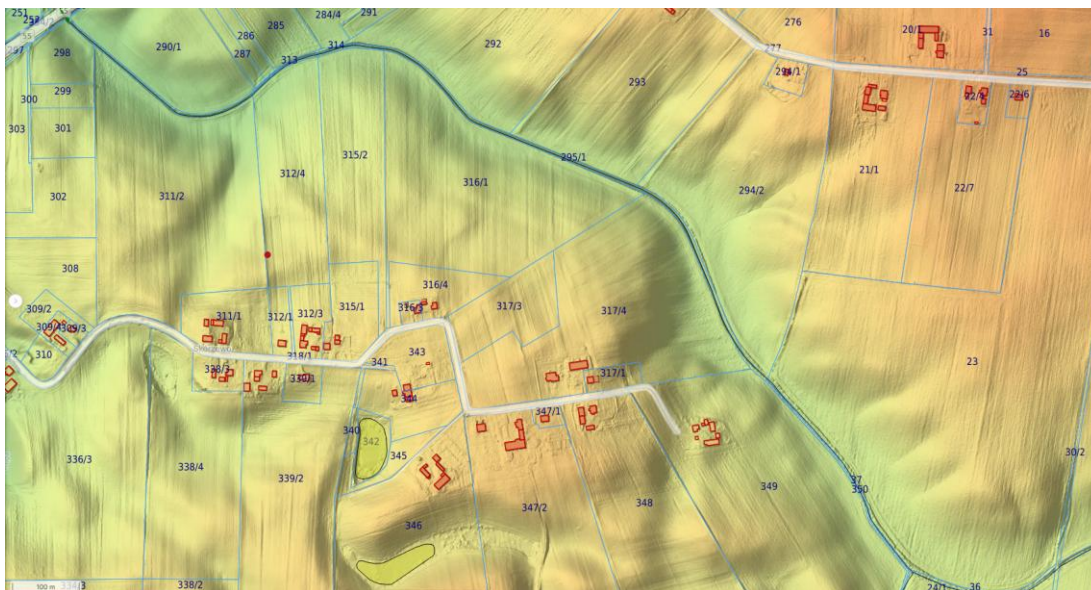
6.4.2.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Planowany do modernizacji rów melioracyjny „Dunaj” ma długość około 2,9 km i stanowi prawy dopływ Strugi Żaki.

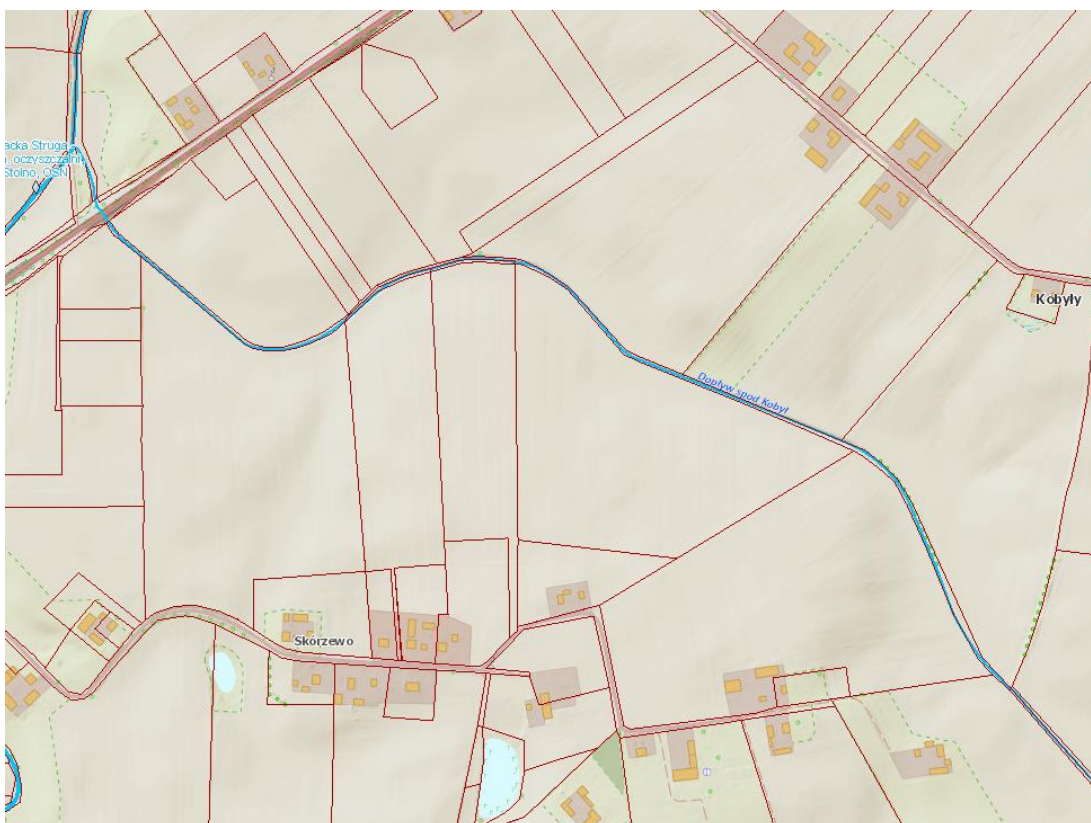
W jego otoczeniu znajduje się około 14 działek rolniczych, a strefa oddziaływania planowanych zastawek obejmie łącznie 120–130 ha gruntów użytkowanych rolniczo.

Wg Mapy Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP) i Hydroportalu ISOK, rów w rejonie działek 295/1 i 350 (obręb Kobyły, gm. Stolno) figuruje jako ciek naturalny o nazwie „Dopływ spod Kobył” (identyfikator MPHP 295222). Na odcinku od źródeł do przecięcia z drogą nr 55 długość cieku wynosi ok. 2980 m, a powierzchnia jego zlewni do tego miejsca to 17,3 km².

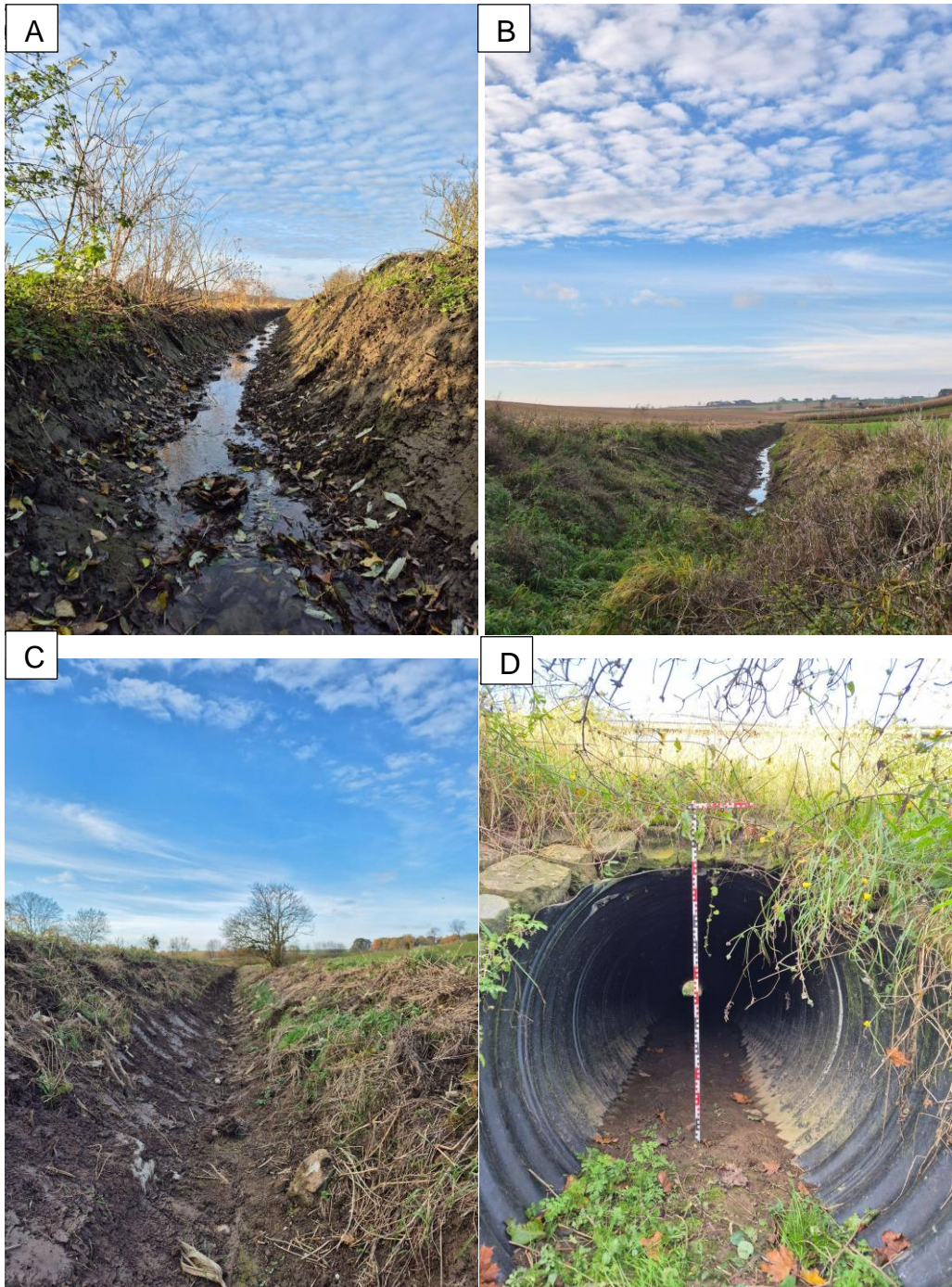
Ciek jest płytko zagłębiony (ok. 0,8 m), prowadzi wody okresowo lub stale, w zależności od warunków opadowych. Wzdłuż rowu przebiega sieć drenażu rolniczego, która odprowadza wody z pól ornych do głównego kanału.



Ryc. 6.4.2.1. Obszar działek nr 295/1 i 350, obręb Kobyły na tle numerycznego modelu terenu



Ryc. 6.4.2.2. Rów na działkach 295/1 i 350, obręb Kobyły według danych na Mapie Podziału Hydrograficznego Polski (MHPH) stanowi wody ciek naturalny o nazwie Dopływ spod Kobyły o identyfikatorze 295222 (źródło: *Hydroportal ISOK*).



Fot. 6.4.2.1. A, B, C – Przebieg rowu w profilu podłużnym; D – Przepust pod drogą dz. nr 55.

6.4.2.3. Uwarunkowania hydrologiczne i środowiskowe

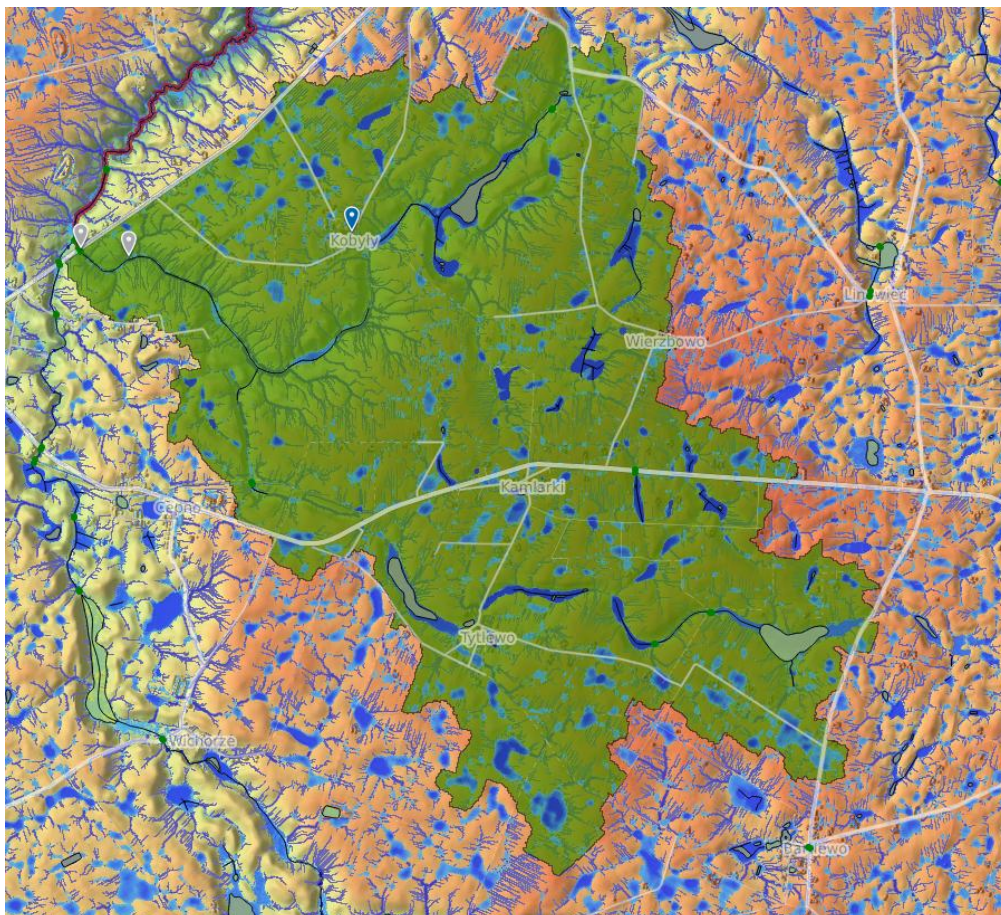
Zlewnia rowu ma charakter rolniczy, z dominacją gleb mineralnych średniozwięzłych, o umiarkowanej przepuszczalności.

Na terenach przyległych obserwuje się nadmierne odwodnienie i sezonowe obniżenie poziomu wód gruntowych, co negatywnie wpływa na kondycję użytków zielonych i plony roślin uprawnych.

Budowa zastawek umożliwi:

- zwiększenie retencji powierzchniowej i gruntowej,
- utrzymanie wody w systemie melioracyjnym przez dłuższy czas,
- spowolnienie odpływu do Strugi Żaki,
- ograniczenie erozji dennej i bocznej rowu.

W ujęciu hydrologicznym przedsięwzięcie ma charakter zrównoważonego gospodarowania wodą w zlewniach rolniczych, zgodnego z założeniami programu „Mała Retencja Wodna”.



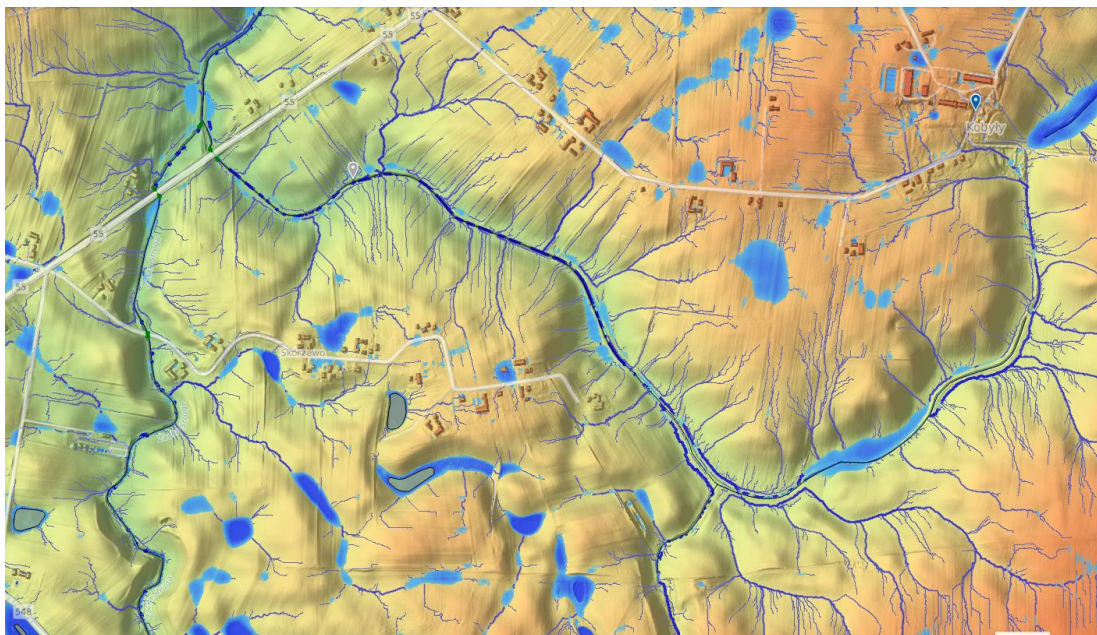
Ryc. 6.4.2.3. Zlewnia ciek do przecięcia z droga nr 55. Powierzchnia drenażu wód opadowych to 17,3 km².

6.4.2.4. Diagnoza istniejącego stanu technicznego

W stanie istniejącym rów:

- prowadzi wody w przekroju o szerokości 0,8–1,2 m i głębokości 0,6–0,8 m,
- wykazuje niewielki spadek podłużny (0,3–0,5‰),
- nie posiada urządzeń regulacyjnych (brak zastawek, progów, progów filtrujących), jedynie przepust pod droga nr 55

Obecny system melioracji odwadniającej doprowadził do nadmiernego spływu wód opadowych, utraty retencji glebowej i degradacji siedlisk wilgotnych.



Ryc. 6.4.2.4. Sieć drenażu wód w otoczeniu analizowanego odcinka cieką na działkach 295/1 i 350

6.4.2.5. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

Założenia ogólne:

- Projekt przewiduje budowę 10 zastawek piętrzących w równych odstępach na odcinku około 2 km rowu.
- Ich rozmieszczenie zostanie uzależnione od morfologii dna i istniejących spadków terenu.
- Każda zastawka pozwoli na piętrzenie wody o wysokości od 0,3 do 1,0 m, w zależności od lokalnych warunków.
- Woda zatrzymywana między przetamowaniami utworzy ciąg małych zbiorników i odcinków o charakterze półtrwałych mokradeł.

Parametry techniczne i rozwiązania konstrukcyjne:

- Typ urządzeń: zastawki drewniane lub stalowe z zamknięciem szandorowym,
- Szerokość rowu w miejscu zabudowy: 1,0–1,2 m,
- Głębokość piętrzenia: do 1,0 m,
- Materiał grobli: ziemia z lokalnego urobku, zabezpieczona geowłókniną i roślinnością,
- Przepustowość awaryjna: rura \varnothing 200–300 mm z klapą zwrotną lub szczeliną przelewową,
- Odstęp pomiędzy zastawkami: ok. 150–200 m (zależnie od spadku dna i lokalnych zagłębień).

6.4.2.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne:

- Zwiększenie retencji rowu o ok. 10–15 tys. m³,
- Podniesienie poziomu wód gruntowych o 20–40 cm na powierzchni 20–30 ha,
- Spowolnienie odpływu i redukcja szczytowych przepływów po opadach,
- Zwiększenie infiltracji wód do gruntu i poprawa bilansu wodnego,
- Redukcja ładunku zawiesiny i biogenów transportowanych do Strugi Żaki.

Efekty środowiskowe:

- Odtworzenie siedlisk podmokłych i łąk wilgotnych poprzez spowolnienie odpływu, zwiększenie retencji gruntowej i przywrócenie naturalnych reżimów wodnych,
- Wzrost bioróżnorodności (ptaki, płazy, roślinność szuwarowa) dzięki poprawie warunków siedliskowych, mozaikowości ekotonów i stabilizacji poziomu wód,
- Poprawa mikroklimatu w strefie dolinnej w wyniku zwiększenia parowania, wilgotności powietrza i ograniczenia ekstremalnych wahań temperatur,
- Tworzenie ciągów ekologicznych i korytarzy migracyjnych dla organizmów wodnych wspieranych przez naturalne elementy retencyjne, niewielkie spiętrzenia i zwiększoną łączność hydrologiczną,
- Zwiększenie estetyki krajobrazu rolniczego i wartości edukacyjno-przyrodniczej oraz promocja rozwiązań opartych na przyrodzie (Nature-Based Solutions), które wzmacniają funkcje ekosystemowe doliny.

6.4.2.7. Wnioski i rekomendacje

1. Projekt budowy zastawek na rowie „Dunaj” (ciek o nazwie „Dopływ spod Kobył” - identyfikator MPHP 295222) jest hydrologicznie uzasadniony i środowiskowo korzystny, w szczególności ze względu na możliwość odtworzenia naturalnych procesów retencyjnych oraz spowolnienia odpływu
2. Ze względu na rozbieżności dokumentach Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie - MPHP należy przeprowadzić procedurę oceny charakteru wód cieków (zgodnie z art. 219 Prawa wodnego), w celu potwierdzenia statusu jako cieków naturalnych (wp) lub jako rowów melioracyjnych (w).
3. Dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Toruniu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne
4. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - projekt biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.
5. Działania techniczne należy prowadzić zgodnie z zasadami minimalnej ingerencji w ekosystem oraz z wykorzystaniem rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS), takich jak roślinność filtracyjna, strefy litoralu i naturalna sukcesja roślinności.
6. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.

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

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

Wdrażanie działań retencyjnych etapami pozwala:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dobrze skoordynowane działania inwestycji wodnych prowadzą do:

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

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

Skuteczne wdrażanie działań retencyjnych wymaga konsolidacji podstawowych grup interesariuszy:

1. **jednostki samorządu terytorialnego (gminy, powiaty)** – odpowiadające za planowanie przestrzenne, rozwój lokalny, drobną infrastrukturę wodną,
2. **zarządcy wód i cieków** – prowadzący działania eksploatacyjne, utrzymaniowe i inwestycyjne,
3. **rolnicy i organizacje rolnicze** – użytkownicy gruntów zależnych od stabilnych warunków wodnych,

4. **leśnicy i jednostki zarządzające lasami** – mające wpływ na retencję terenową i stan cieków leśnych,
5. **społeczności lokalne i organizacje społeczne** – odbiorcy efektów środowiskowych, użytkownicy zasobów przyrodniczych.

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

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

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

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

W całym procesie koordynowania działań nie należy pomijać kwestii edukacji (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 nadzorze prac.

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

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

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

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

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

Fundusze i programy krajowe:

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

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

Nabór: od 01.12.2025 r. do 31.03.2026 r.

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

Beneficjenci: jednostki realizujące zadania związane z gospodarką wodno-ściekową na terenie aglomeracji; jednostki samorządu terytorialnego i ich związki, przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne (w rozumieniu art. 2 pkt 4 ustawy

o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków) oraz spółki wodne (w rozumieniu art. 441 ustawy Prawo wodne) i ich związki

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 70% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 720 mln PLN

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

Nabór: od 30.09.2025 r. do 30.04.2026 r.

Zakres wsparcia:

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

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

- a) budowy, rozbudowy lub remontu sieci kanalizacji deszczowej oraz infrastruktury towarzyszącej, w tym urządzeń wodnych i zieleni (w wyniku realizacji inwestycji musi wzrosnąć powierzchnia obszarów zieleni w projekcie spełniających funkcje ekologiczne, w tym powierzchni biologicznie czynnej), która przyczynia się do odprowadzania, zatrzymania, retencjonowania, wykorzystania wód opadowych lub oczyszczania (w razie potrzeby) wód opadowych, przy czym dla tej infrastruktury preferowane będzie użycie metod naturalnych lub bazujących na naturalnych (rozwiązania

oparte na przyrodzie), w tym wiążących się z zasilaniem wód gruntowych i podziemnych oraz rozwojem zieleni. Metody naturalne lub bazujące na naturalnych to działania, wykorzystujące naturalną zdolność retencji, zagospodarowania, samooczyszczania oraz odprowadzania wód opadowych z danego terenu np. rowy odwadniające, muldy, zbiorniki odparowujące, obsadzone roślinnością stawy sedymentacyjne, obiekty hydrofitowe oczyszczania wód opadowych, ogrody deszczowe, mikromokradła, niecki bioretencyjne i infiltracyjne;

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

- W ramach projektów nie będą finansowane prace pielęgnacyjne takie jak sezonowe koszenie trawników i poboczy dróg, przycinanie żywopłotów, gałęzi, obsadzanie i pielęgnacja istniejących kwietników i rabat kwiatowych, jesienne sprzątanie liści itp.
- Dodatkowo, punktowane będą projekty zakładające rozszczelnienie i odsklepianie terenu, w tym odbetonowanie, w ramach projektów oraz zwiększające ogólny udział zieleni i niebieskiej infrastruktury na obszarach miejskich.
- W ramach działań adaptacyjnych dodatkowo wspierane będą również projekty dotyczące gospodarowania i zarządzania wodą przeznaczoną do spożycia (z wyjątkiem uzdatniania i dystrybucji wody do odbiorców) w zakresie, w jakim wynika to z konieczności dostosowania do ekstremalnych zjawisk pogodowych (adaptacji do zmian klimatu).

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

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

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

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

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

Podtyp I: Projekty edukacyjne realizowane w szkołach z elementami infrastrukturalnymi - kompleksowe projekty dotyczące podnoszenia świadomości nt. zmian klimatu i adaptacji do nich poprzez wdrażanie działań

edukacyjno-informacyjnych równoległe z powiązanimi 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 powiązanimi działaniami adaptacyjnymi w zakresie zielononiebieskiej infrastruktury.

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

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

Pula środków na nabór wniosków: 30 mln PLN

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

Nabór: co roku, do 2027

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

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

– Wymieszanie słomy z glebą.

2) Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych.

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

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

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

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

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

Beneficjenci: rolnicy, spółdzielnie rolników

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

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

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

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

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

Fundusze regionalne

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

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

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

Zakres wsparcia:

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

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

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 100% wartości wydatków kwalifikowanych

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

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

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

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

a) Poprawa gospodarki wodno-ściekowej:

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

b) Adaptacja do zmian klimatu:

- realizacje zielono-błękitnej infrastruktury na terenach zabudowanych;

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

c) Edukacja ekologiczna:

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

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

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

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

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

Minimalna kwota pożyczki: 80 tys. PLN.

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

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

W przypadku przedsięwzięć podlegających przepisom pomocy publicznej, Wojewódzki Fundusz może ustalić na wniosek Wnioskodawcy wyższe oprocentowanie (tzw. rynkowe), nie niższe niż stopa bazowa¹ obowiązująca w dniu zawarcia umowy, powiększone o marżę. Oprocentowanie aktualizowane jest w okresach kwartalnych, na podstawie wysokości stopy redyskonta weksli z ostatniego dnia roboczego poprzedniego kwartału.

Minimalny okres spłaty pożyczki uzależniony jest od wariantu pożyczki:

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

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

Karencja: nie dłużej niż 36 miesięcy

Udzielenie dofinansowania i umorzenia:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8. Wnioski i rekomendacje końcowe

8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji

1. Powiat chełmiński charakteryzuje się silnie rolniczym sposobem użytkowania terenu (ok. 85% użytków rolnych) przy bardzo niskim udziale lasów (ok. 7%), co w połączeniu z przewagą gleb podatnych na przesuszanie oraz niską jeziornością (~1,16%) powoduje wysoką wrażliwość na suszę rolniczą i atmosferyczną. W warunkach intensywnego rolnictwa i dominującego odwodnienia melioracyjnego prowadzi to do pogorszenia bilansu wodnego.
2. Analiza klimatyczna i hydrologiczna (opady 543–549 mm, ETo ok. 536 mm, KBW średnio –187 mm) wskazuje na wyraźny i utrwalony deficyt wodny, nasilający się w sezonach wegetacyjnych. Wyniki PPSS wykazały, że większość obszaru powiatu znajduje się w strefie silnego lub ekstremalnego zagrożenia suszą rolniczą i atmosferyczną, a zagrożenie hydrologiczne jest umiarkowane.
3. Sieć hydrograficzna powiatu, mimo stosunkowo dużej liczby cieków liniowych (ponad 830 km), ma obecnie charakter systemu odwadniającego, a jej potencjał retencyjny jest niewykorzystany. Kluczowe ciekі – Fryba z Trynką, Kanał Główny

z Żacką Strugą, Młynówka oraz ciek Dopływ spod Kobył – pełnią funkcję szybkiego transportu wód opadowych, zamiast stabilizować odpływ i wspierać retencję krajobrazową.

4. Koncepcja systemu małej retencji zakłada przekształcenie melioracji z funkcji odwadniających na retencyjno-regulacyjne poprzez: tworzenie stawów i oczek wodnych, budowę zastawek i progów, renaturyzację cieków, rozwój małej retencji leśnej i odbudowę mokradeł oraz działania agroekologiczne zwiększające retencję glebową.
5. W ramach szczegółowych analiz wytypowano dwa przedsięwzięcia pilotażowe:
 - odbudowę śródpolnego zbiornika wodnego w miejscowości Storlus (gmina Papowo Biskupie) – zwiększającego retencję epizodyczną i ograniczającego spływ powierzchniowy w krajobrazie rolniczym,
 - budowę 10 zastawek piętrzących na rowie melioracyjnym „Dunaj” w miejscowości Stolno, co pozwoli na spowolnienie odpływu, podniesienie poziomu wód gruntowych i odtworzenie fragmentów lokalnych mokradeł.Oba projekty stanowią modelowe przykłady działań rozproszonych, łatwych do powtórzenia w innych mikrozewniach powiatu.

8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych

1. Traktować istniejącą sieć melioracyjną jako system regulowanej retencji, poprzez:
 - instalację zastawek, progów i jazów regulujących odpływ,
 - odchodzenie od praktyki pogłębiania i prostowania rowów,
 - lokalną renaturyzację cieków i odtwarzanie terenów zalewowych.
2. Wskazane jest, aby na poziomie powiatu opracować i wdrożyć własny program retencji wodnej, koordynujący działania gmin, zarządców wód oraz LPW. Program ten powinien obejmować rozwój małej retencji, modernizację systemów melioracyjnych oraz ochronę terenów podmokłych jako istotny element adaptacji do zmian klimatu.
3. W pierwszej kolejności zrealizować inwestycje pilotażowe:
 - odbudowę zbiornika śródpolnego w Storlusie,
 - budowę systemu 10 zastawek na rowie „Dunaj” w miejscowości Stolno.Projekty te powinny zostać uzupełnione o monitoring i ocenę rezultatów hydrologicznych.

4. Sporządzić powiatową inwentaryzację miejsc o wysokim potencjale retencyjnym (rowy, zagłębienia, dawne stawy, doliny cieków, torfowiska, tereny podmokłe), a następnie opracować listę priorytetowych działań dla Lokalnego Partnerstwa Wodnego.
5. Włączyć systematyczne zwiększanie retencji do dokumentów planistycznych gmin, tak aby stało się ono elementem infrastruktury krytycznej wpływającej na bezpieczeństwo wodne.
6. Wzmocnić działania edukacyjne, doradcze i szkoleniowe skierowane do rolników, w szczególności dotyczące: poprawy struktury gleby, stosowania pasów roślinności, gospodarowania wodą glebową oraz ograniczania erozji.
7. Zapewnić stabilną współpracę w ramach Lokalnego Partnerstwa Wodnego Powiatu Chełmińskiego, służącą koordynacji inwestycji, wymianie danych, przygotowaniu wspólnych projektów i pozyskiwaniu środków zewnętrznych.

8.3. Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań

- 1) Wykonać modelowanie hydrologiczne i hydrauliczne w kluczowych zlewniach, obejmujące różne scenariusze opadów, zmian klimatu i użytkowania terenu, w celu oceny efektów proponowanych działań retencyjnych.
- 2) Przeprowadzić pogłębione analizy glebowe i hydrogeologiczne na obszarach szczególnie podatnych na suszę rolniczą, w tym identyfikację miejsc o największej podatności na infiltrację, przesuszenie oraz erozję wodną.
- 3) Po wdrożeniu projektów pilotażowych uruchomić monitoring hydrologiczny, biologiczny i techniczny, obejmujący poziomy wody, sedymentację, zmiany siedlisk oraz funkcjonowanie zastawek. Dane wykorzystać do adaptacyjnego zarządzania systemem melioracyjnym.
- 4) Stopniowo rozszerzać działania retencyjne na kolejne mikrozelewnie, zwłaszcza te o:
 - wysokim zagrożeniu suszą rolniczą,
 - najniższej pojemności retencyjnej gleb,
 - dużej gęstości rowów melioracyjnych możliwych do regulacji.

9. Literatura

1. ARiMR 2024 – Wycena robót wodno-melioracyjnych.
2. Bąk B., Maszewski R. 2012. Typy cyrkulacji atmosfery w regionie bydgosko-chełmińskim 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. Chełmiński 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. Łabędzki L. 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 Chełmińskiego (Plan rozwoju gospodarki wodą na terenach wiejskich na lata 2022 - 2030). 2021. Lokalne Partnerstwo Wodne Powiatu Chełmińskiego, 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 chełmińskiego
2. Ryc. 2.2.4. Sieć hydrograficzna powiatu chełmińskiego
3. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu chełmińskiego
4. Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu chełmińskiego.
5. Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu chełmińskiego, zgodnie z PPSS.
6. Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu chełmińskiego, zgodnie z PPSS.
7. Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu chełmińskiego, zgodnie z PPSS.
8. Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu chełmińskiego, zgodnie z PPSS.
9. Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu chełmińskiego, zgodnie z PPSS.
10. Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu chełmińskiego, zgodnie z ISOK.

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.1.6. Koncepcja przetrzutu wód ze Zlewni C do Zlewni A poprzez budowę dwóch studni i rurociągu grawitacyjnego.

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

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

13. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie chełmińskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
14. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie chełmińskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
15. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie chełmińskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
16. Ryc. 4.2.2. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie zimowym (październik–marzec) na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
17. Ryc. 4.2.3. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w powiatach woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014.
18. Fot. 6.4.1.1. Obniżenie terenu na działce nr 39/1, widok od strony dz. 34/1 (drogi).
19. Fot. 6.4.1.2. Czasza zbiornika dz. nr 39/1, obręb Stolrus, gm. Papowo Biskupie.
20. Ryc. 6.4.1.2. Model wysokościowy otoczenia działki 39/1, obręb Stolrus, gm. Papowo Biskupie.
21. Ryc. 6.4.1.3. Zlewnia zbiornika śródpolnego o powierzchni 1,94 ha oraz sieć drenażu wód powierzchniowych.
22. Ryc. 6.4.1.4. Przekrój poprzeczny przez zbiornik - istniejące dno linia koloru zielonego, projektowane dno linia koloru czerwonego.
23. Ryc. 6.4.1.5. Przekrój poprzeczny przez odbudowany zbiornik wraz z poziomem wody po jednorazowym opadzie 20 mm.
24. Ryc. 6.4.2.2. Rów na działkach 295/1 i 350, obręb Kobyły według danych na Mapie Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP) stanowi wody ciek naturalny o nazwie Dopływ spod Kobył o identyfikatorze 295222 (źródło: Hydroportal ISOK).
25. Ryc. 6.4.2.3. Zlewnia ciek do przecięcia z droga nr 55. Powierzchnia drenażu wód opadowych to 17,3 km².

4. Legendy i opisy map.

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