



KRAJOWY
PLAN
ODBUDOWY



Rzeczpospolita
Polska

Sfinansowane przez
Unię Europejską
NextGenerationEU



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

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Toruńskiego”

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. inż. Michał Habel, *UKW*

dr Dawid Szatten, *UKW*

dr Monika Szymańska-Walkiewicz, *UKW*

mgr inż. Marta Brzezińska, *UKW*

SPIS TREŚCI

I. Części opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.....	1
1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi.	1
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.....	2
1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego).....	3
2. Charakterystyka obszaru.....	6
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozwlewnie.....	6
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).....	6
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	10
2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych).....	12
3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.....	13
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.....	13
3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych	14
3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe	21
4. Koncepcja systemu małej retencji.....	27
4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią.....	27
4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie według wybranych wskaźników.	29
5. Proponowane środki i rozwiązania.....	33
5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).34	
5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.....	35
5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych)..	35
5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej.....	36
5.5. Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych).....	40
5.6. Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby).....	47
6. Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).....	56
6.1. Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.....	56

6.2.	Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).....	57
6.3.	Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).	58
6.4.	Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.	70
7.	Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.	105
7.1.	Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).	105
7.2.	Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.	107
7.3.	Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).....	110
8.	Wnioski i rekomendacje końcowe.....	120
8.1.	Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji	120
8.2.	Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych	121
8.3.	Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań.....	122
9.	Literatura.....	123
II. Część graficzna		
1.Mapy przeglądowe obszaru powiatu.		
2.Mapy koncepcyjne rozwiązań.		
3.Rysunki schematyczne i przekroje.		
4.Legendy i opisy map.		

I. Część opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.

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

Potrzeba opracowania koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie toruńskim wynika jednoznacznie z zapisów Powiatowego Planu Wodnego oraz innych dokumentów strategicznych i planistycznych odnoszących się do gospodarki wodnej, ochrony środowiska i adaptacji do zmian klimatu. Dokumenty te wskazują na narastające problemy związane z deficytem wody w okresach wegetacyjnych, znaczną zmiennością warunków hydrologicznych oraz wzrostem częstotliwości zjawisk ekstremalnych, w tym susz, gwałtownych opadów i lokalnych podtopień.

Powiat toruński charakteryzuje się zróżnicowanymi warunkami przyrodniczymi, obejmującymi m.in. obszary Kotliny Toruńskiej, Pojezierza Chełmińskiego oraz doliny Wisły i jej dopływów. Jednocześnie jest to obszar o wysokim udziale gruntów rolnych oraz intensywnie użytkowanych terenów zurbanizowanych w strefie oddziaływania miasta Torunia. Uwarunkowania te, w połączeniu z historycznym przekształceniem stosunków wodnych oraz rozbudowaną siecią urządzeń melioracyjnych o charakterze głównie odwadniającym, powodują szybki odpływ wód opadowych i roztopowych poza obszar zlewni lokalnych, co negatywnie wpływa na bilans wodny i zasilanie wód gruntowych.

Głównym celem koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie toruńskim jest poprawa bilansu wodnego w skali lokalnej, poprzez zwiększenie zdolności retencyjnych krajobrazu oraz ograniczenie niekorzystnych skutków nadmiernego odpływu powierzchniowego. Cel ten może być realizowany poprzez zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, zarówno w formach naturalnych, jak i technicznych, a także poprzez regulację odpływu wód w obrębie cieków i systemów melioracyjnych.

Istotnym elementem koncepcji jest przeciwdziałanie skutkom suszy, w szczególności suszy rolniczej i hydrologicznej, poprzez poprawę warunków wilgotnościowych gleb, stabilizację poziomu wód gruntowych oraz wydłużenie okresu dostępności wody w krajobrazie. Równocześnie system małej retencji ma na celu ograniczenie ryzyka lokalnych podtopień i szkód powodziowych, poprzez spowalnianie

odpływu wód w zlewniach, zwiększenie pojemności retencyjnej dolin cieków oraz lepsze wykorzystanie istniejącej infrastruktury wodno-melioracyjnej.

Koncepcja zakłada wdrażanie działań opartych zarówno na rozwiązaniach przyrodniczych i krajobrazowych, jak i na elementach infrastruktury małej retencji, takich jak niewielkie zbiorniki wodne, oczka wodne, zastawki, progi piętrzące, obiekty retencyjno-infiltracyjne oraz rozwiązania zwiększające retencję glebową. Szczególny nacisk położony jest na działania realizowane w skali zlewni i mikrozwlewni, umożliwiające lokalne zatrzymywanie wody i poprawę funkcjonowania ekosystemów.

Opracowanie i wdrożenie spójnej koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie toruńskim stanowi istotny element adaptacji do zmian klimatu oraz racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi. Realizacja założonych celów przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa wodnego, stabilizacji warunków produkcji rolnej, ochrony środowiska przyrodniczego oraz zwiększenia odporności obszaru powiatu na skutki ekstremalnych zjawisk hydrologicznych.

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

Powiat toruński położony jest w centralnej części województwa kujawsko-pomorskiego. Powierzchnia powiatu wynosi 1229,71 km², co stanowi 6,8% powierzchni województwa. W skład powiatu toruńskiego wchodzi gminy: Chełmża, Czernikowo, Lubicz, Łubianka, Łysomice, Obrowo, Wielka Nieszawka oraz Zławieś Wielka. W powiecie toruńskim znajduje się łącznie 131 sołectw. Powiat sąsiaduje powiatami: bydgoskim, chełmińskim, wąbrzeskim, golubsko – dobrzyńskim, lipnowskim oraz inowrocławskim.



Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu toruńskiego

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 Toruńskiego – 2022–2030, KPODR w Minikowie**
Dokument przygotowany pod koniec 2021 roku wciąż obowiązuje i stanowi punkt odniesienia dla działań retencyjnych prowadzonych na terenie powiatu toruńskiego. W jego treści szczególnie wyróżniono gminy Obrowo i Czernikowo, które ze względu na niedobory wody oraz intensywne użytkowanie gleb lekkich wymagają pilnych działań. Plan zakłada rozwój infrastruktury retencyjnej poprzez budowę zbiorników wodnych oraz modernizację systemów melioracyjnych, mających na celu poprawę gospodarowania wodą na obszarach rolniczych.
- **Powiatowe Plany Wodne – rola i znaczenie – 2021, KPODR Minikowo**. Publikacja podkreśla znaczenie lokalnych planów wodnych w przeciwdziałaniu skutkom suszy. Wskazuje na potrzebę dostosowania działań retencyjnych do warunków hydrologicznych i struktury użytkowania gruntów w powiecie toruńskim.

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

Opracowanie opisuje funkcjonowanie LPW w powiecie toruńskim, 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 toruński znajduje się w województwie kujawsko-pomorskim, w centralnej części Polski, otaczając miasto Toruń, które jest od niego administracyjnie oddzielone. Leży w dorzeczu Wisły, obejmując obszary leżące w części Kujaw i Pomorza.

Teren powiatu jest przeważnie równinny, z delikatnymi wzniesieniami i dolinami rzecznyymi. Dominują niziny morenowe i sandrowe, z licznymi lasami i polami uprawnymi. Dolina Wisły oraz mniejsze doliny rzeczne tworzą charakterystyczny krajobraz o różnorodnej rzeźbie terenu.

Powiat toruński znajduje się głównie w zlewni Wisły, jednej z największych rzek Polski. Drobniejsze rzeki i strumienie odprowadzają wody bezpośrednio do Wisły.

W obrębie powiatu wyróżnia się mikrozlewnie mniejszych dopływów Wisły, np. Drwęcy i jej dopływów, Strugi Toruńskiej oraz mniejszych cieków płynących bezpośrednio do Wisły.

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

Powiat Toruński leży w strefie regionu klimatycznego nazywanego jako Chełmińsko-Toruński (Woś, 1996). Swoim obszarem obejmuje on 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 (Bąk, Maszewski, 2012; Bartczak i in., 2024).

Opracowanie wykonano na podstawie danych meteorologicznych pochodzących ze stacji meteorologicznej IMGW-PIB Toruń Wrzosey dla wielolecia referencyjnego

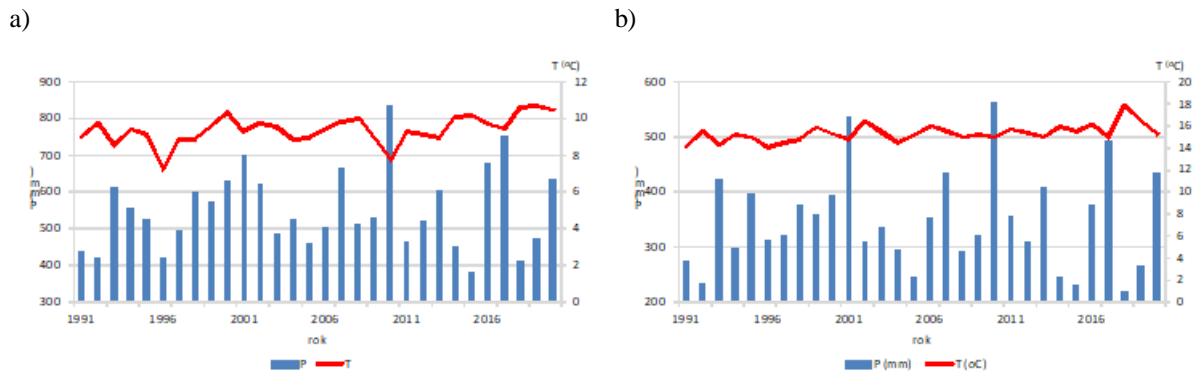
1991-2020. Stwierdzono, że średnia wieloletnia suma rocznych opadów wynosiła 549 mm, a miesiącach okresu wegetacyjnego (IV-IX) - 347 mm. Na tle wszystkich powiatów województwa kujawsko-pomorskiego powyższa suma w skali rocznej mieści się w przedziale 530 – 560 mm, a w okresie wegetacji poniżej 360 mm. W tym drugim przypadku Powiat Toruński należy do powiatów najbardziej suchych i opady charakteryzują się dużą zmiennością. Skutkiem takiego rozkładu opadów są częste okresy suszy lub niewielkich opadów zwłaszcza w okresach wczesnowiosennych i późnoletnich. Natomiast na miesiące letnie (czerwiec-sierpień) przypadają największe sumy opadów.

Średnia roczna temperatura powietrza zanotowana w Toruniu wynosiła 9,4°C. W najcieplejszym roku zanotowano 10,7°C, w najchłodniejszym 7,3°C. Najzimniejszym miesiącem był styczeń - (-1,1°C), a najcieplejszym lipiec – 19,3°C. Maksimum absolutne średniej temperatury miesięcznej w wieloleciu wynosiło 23,0 °C, minimum - (-8,1 °C). W okresie wegetacyjnym powyższe statystyki średniej temperatury miały następujące wartości: 15,3°C; 17,8°C i 14,0°C. Powyższe wartości temperatury klasyfikują powiat w okresach rocznych jako średnio ciepły, a w okresach wegetacji jako jeden z najcieplejszych w województwie kujawsko-pomorskim. Przebieg sum opadów atmosferycznych i średniej temperatury powietrza w Toruniu przedstawiono na ryc. 2.2.1.

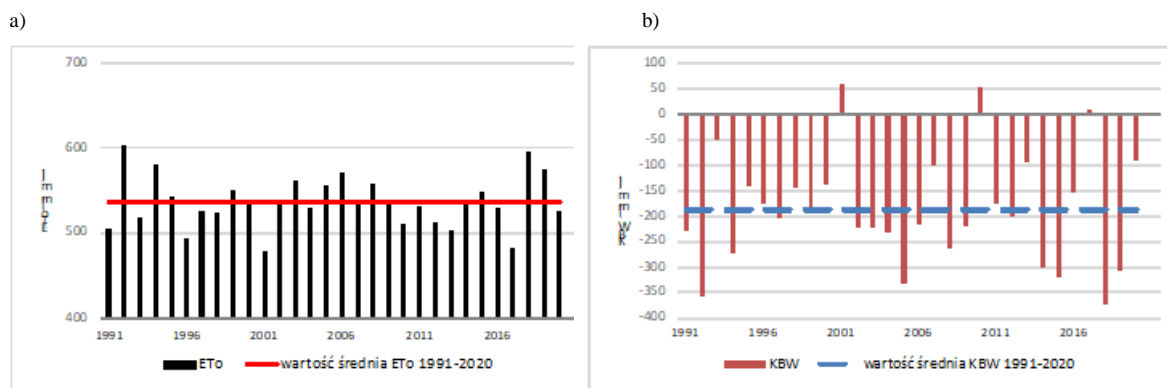
Wielkość ewapotranspiracji wskaźnikowej ETo w kolejnych sezonach wegetacyjnych w badanym wieloleciu wyznaczono metodą Penmana-Monteitha. Analiza danych wykazała, że średnia wartość ETo wynosiła 536 mm, wartość minimalna 479 mm a maksymalna 602 mm. Jednocześnie średni niedobór opadów w stosunku do ewapotranspiracji ETo wyrażony wskaźnikiem KBW wynosił -187 mm. W przebiegu wskaźnika KBW w wieloleciu stwierdzono dwa przypadki nadmiaru opadów nad ewapotranspiracją, przy czym wynosił 57 mm W pozostałych latach występował deficyt opadów, który w ekstremalnie suchym roku wynosił -375 mm. Zmienność ETo i wskaźnika KBW w wieloleciu przedstawiono na ryc. 2.2.2.

Z obserwacji zmian klimatu w wieloleciach 1971-2000 i 1991-2020 na podstawie danych pozyskanych z IMGW-PIB widać wyraźny trend wzrostu średniej rocznej temperatury i niewielki wzrost średnich opadów rocznych. Wzrosła też wielkość ewapotranspiracji, co spowodowało pogłębienie się deficyt opadów. Przy zachowaniu powyższych trendów można oczekiwać w najbliższych latach w Powiecie Toruńskim pogorszenia się warunków dla rolnictwa spowodowane szybszym wyczerpywaniem wszelkich źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, zwłaszcza w okresach suszy

meteorologicznej. Zagrożenie jest tym większe, że w powiecie dominuje krajobraz rolniczy, gdzie jest brak większych zbiorników wodnych i kompleksów leśnych, a głównym źródłem wody dla rolnictwa są opady. Ponadto susza rolnicza będzie najszybciej pojawiała się tam, 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.



Ryc. 2.2.1. Przebieg sum opadów atmosferycznych i średniej temperatury powietrza w Toruniu w wieloleciu 1991-2020: a) w przebiegu rocznym; b) w okresie wegetacyjnym (IV-IX). Źródło: ITP-PIB Oddział Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB



Rys. 2. Charakterystyki sezonu wegetacyjnego (IV-X) w Toruniu w wieloleciu 1991-2020: a) sumy ewapotranspiracji wskaźnikowej ETo (mm); b) wartości klimatycznego bilansu wodnego (KBW) (mm). Źródło: ITP-PIB Oddział Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB

Z obserwacji zmian klimatu w wieloleciach 1971-2000 i 1991-2020 na podstawie danych pozyskanych z IMGW-PIB widać wyraźny trend wzrostu średniej rocznej

temperatury i niewielki wzrost średnich opadów rocznych. Wzrosła też wielkość ewapotranspiracji, co spowodowało pogłębienie się deficyt opadów. Przy zachowaniu powyższych trendów można oczekiwać w najbliższych latach w Powiecie Toruńskim pogorszenia się warunków dla rolnictwa spowodowane szybszym wyczerpywaniem wszelkich źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, zwłaszcza w okresach suszy meteorologicznej. Zagrożenie jest tym większe, że w powiecie dominuje krajobraz rolniczy, gdzie jest brak większych zbiorników wodnych i kompleksów leśnych, a głównym źródłem wody dla rolnictwa są opady. Ponadto susza rolnicza będzie najszybciej pojawiała się tam, 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.

Powiat toruński znajduje się w dorzeczu Wisły i charakteryzuje się bogatą siecią hydrograficzną. Główne dopływy Wisły mające ujście na terenie powiatu to: Struga Mień, Drwęca, Struga Toruńska, Kanał Górny i Struga Zielona.



Ryc. 2.2.1. Sieć hydrograficzna powiatu toruńskiego

Największym natężeniem przepływu cechuje się Wisła. Jej średni przepływ obliczony na podstawie średnich rocznych przepływów w posterunku wodowskazowym

Toruń wynosi $940 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Przeciętny przepływ największego dopływu Wisły na terenie powiatu – rzeki Drwęcy (w jej dolnym odcinku) wynosi $29,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Obszar powiatu cechuje się stosunkowo dużym zróżnicowaniem średniego odpływu jednostkowego w ciągu roku. Wynosi on od około $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (południowa część powiatu) do ponad $5,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (północna część powiatu).

Powiat Toruński wyróżnia się najmniejszą jeziornością w województwie Kujawsko-Pomorskim. Środkowa, zachodnia i częściowo południowa część powiatu charakteryzuje się bardzo małym udziałem jezior w ogólnej powierzchni (jeziorność $<0,1\%$) i pewne ich fragmenty mogą być traktowane jako tzw. „pustki jeziorne”. Jeziorność pozostałej części powiatu na ogół nie przekracza 1%. Wyjątek stanowi północna część powiatu, gdzie jeziorność wynosi od 1% do 2% (mezoregion - Pojezierze Chełmińskie). Największą powierzchnię w powiecie posiada zlokalizowane w północnej części powiatu jezioro Chełmżyńskie (286 ha powierzchni). Wśród pozostałych największych jezior powiatu można wymienić: Grodno, Osiek, Dzikowo, Kamionki, Steklin, Zacisze i Kijaszkowo.

Na obszarze powiatu znajdują się niezbyt liczne torfowiska. Są to w zdecydowanej większości torfowiska niskie. Zlokalizowane są głównie na obszarze Kotliny Toruńskiej. Spotyka się je również w pobliżu północnych granic powiatu.

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

Obszar powiatu pokryty jest głównie glebami wytworzonymi z utworów polodowcowych. Największą powierzchnię w omawianym powiecie pokrywają gleby płowe, biellicowe i brunatne, zajmują one łącznie ponad 75% jego powierzchni. Występują one głównie na obszarach wysoczyznowych. W dolinie Wisły, w obrębie terasy zalewowej występują zwarte powierzchnie gleb aluwialnych - mad. Na pograniczu gmin Chełmża, Łysomice i Lubicz znajdują się niewielkie powierzchnie gleb o bardzo wysokiej wartości rolniczej – czarnych ziem właściwych.



Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu toruńskiego

W użytkowaniu rolniczym znajdują się grunty na których występują głównie gleby brunatne, (które zajmują ponad 40% powierzchni użytków rolnych powiatu), gleby płowe i bielice (około 20 %) oraz czarne ziemie właściwe i zdegradowane - poniżej 20 %. Wyżej wymienione typy gleb pokrywają łącznie ponad 80% powierzchni użytków rolnych. W południowej połowie powiatu przeważają gleby o bardzo małych zdolnościach retencyjnych i bardzo małej przydatności rolniczej, które zostały wytworzone z utworów piaszczystych. W tej części powiatu przeważają obszary zalesione (Puszcza Bydgoska). W północnej części powiatu dominują gleby o większym potencjale produkcyjnym powstałe z glin lekkich oraz glin średnich.

Największy udział w powierzchni powiatu mają użytki rolne – 57%. Udział obszarów leśnych jest dość znaczny i wynosi blisko 34% jego powierzchni. Pozostałe grunty, w tym tereny zurbanizowane i nieużytki mają łącznie 9% udziału. Wśród gruntów użytkowanych rolniczo największy udział mają grunty orne - około 89%. Trwałe użytki zielone (łąki i pastwiska) zajmują około 11% powierzchni użytkowanych rolniczo. Podobnie jak w pozostałych powiatach województwa kujawsko-pomorskiego, najmniejszy udział w powierzchni użytków rolnych mają sady – mniej niż 1%.

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

Powiat toruński położony jest w dorzeczu Wisły, na obszarze o umiarkowanej presji hydrologicznej, wynikającej zarówno z naturalnych uwarunkowań regionu, jak i wieloletnich przekształceń systemów wodnych oraz postępujących zmian klimatycznych. Zgodnie z ustaleniami Powiatowego Planu Wodnego oraz Planu przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS), głównym wyzwaniem jest nierównowaga w bilansie wodnym, przejawiająca się zarówno okresowym deficytem, jak i nadmiarem wód.

Najważniejszym problemem powiatu toruńskiego jest nasilająca się susza rolnicza i hydrogeologiczna, szczególnie widoczna w okresach wegetacyjnych. Niedobory opadów, ich nierównomierny rozkład oraz wzrost temperatury powietrza powodują zwiększoną ewapotranspirację i spadek wilgotności glebowej. Zjawisko to w największym stopniu dotyka obszarów intensywnie użytkowanych rolniczo, położonych na glebach mineralnych o ograniczonej zdolności retencyjnej. Funkcjonujące systemy melioracyjne, pierwotnie projektowane głównie w celu odwadniania gruntów, sprzyjają szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych, ograniczając ich retencję w okresach niedoboru.

Długotrwały deficyt opadów oraz niewielka retencja krajobrazowa prowadzą do obniżania się poziomu wód gruntowych. Spadek zwierciadła wód podziemnych skutkuje pogorszeniem warunków wodnych gleb, zanikiem terenów wilgotnych oraz wzrostem podatności ekosystemów i użytków rolnych na stres wodny.

Pomimo dominującego problemu niedoboru wody, na terenie powiatu toruńskiego występują również lokalne zagrożenia związane z nadmiarem wód. Intensywne, krótkotrwałe opady powodują gwałtowny spływ powierzchniowy i okresowe podtopienia, szczególnie w dolinach Wisły, Drwęcy i mniejszych cieków oraz w miejscach o niewystarczającej przepustowości systemów odwadniających.

Dodatkowym problemem jest erozja gleb, nasilająca się w wyniku połączenia długich okresów suszy i gwałtownych opadów. Spływ powierzchniowy prowadzi do degradacji warstwy próchnicznej, zamulania cieków i rowów melioracyjnych oraz dalszego ograniczenia zdolności retencyjnych zlewni.

Problemy wodne powiatu toruńskiego mają charakter systemowy i wzajemnie powiązany. Kluczowym wyzwaniem jest przekształcenie dotychczasowego modelu gospodarowania wodami poprzez zwiększenie lokalnej retencji, modernizację systemów melioracyjnych w kierunku funkcji retencyjnych oraz wdrażanie rozwiązań opartych na

procesach naturalnych, co pozwoli poprawić bilans wodny i zwiększyć odporność powiatu na skutki zmian klimatycznych.

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.

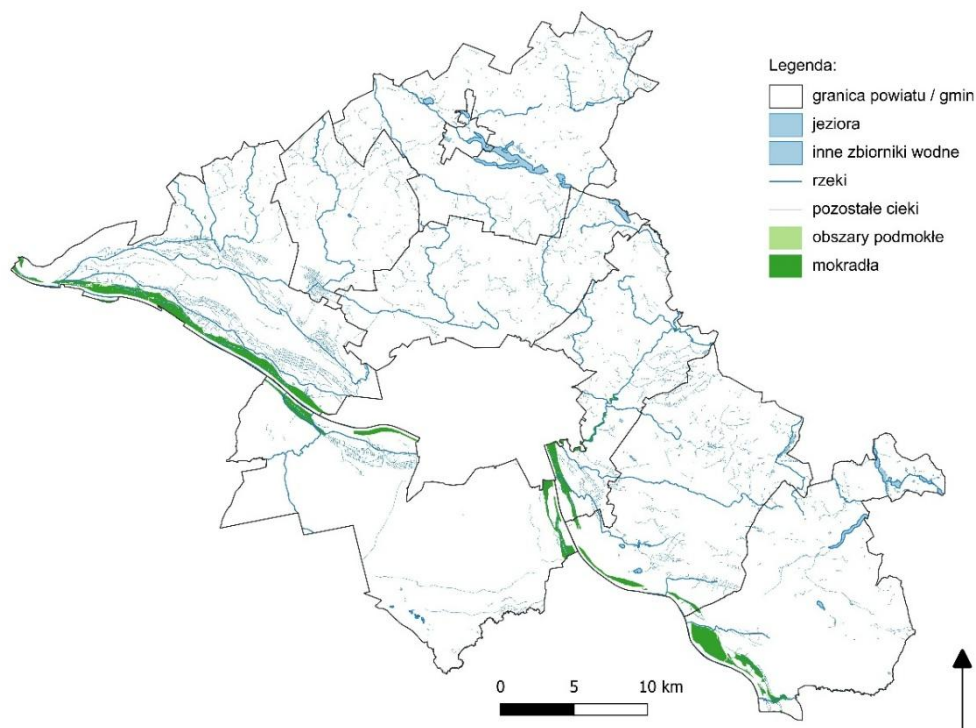
Powiat toruński cechuje stosunkowo bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się rzeki dorzecza Wisły.

Głównymi ciekami w dorzeczu Wisły, są fragment rzeki Wisły od Nieszawy (na południu) do Otorowa (na zachodzie) z wyłączeniem odcinka wewnątrz granic administracyjnych Miasta Torunia oraz jej dopływy. Największy, rzeka Drwęca wraz z Dopływem z Dobrzejewic, Dopływem spod Lelitowa, Strugą Rychnowską, Dopływem z Brzena oraz Strugą Lubicką. Kolejnymi rzekami w zlewni Wisły są: niewielki fragment Lubianki, krótki odcinek ujściowy rzeki Mień, Struga Młyńska, Jordan, niewielki fragment Tażyny, Struga Łysomicka z Kanałem Górnym i Dolnym, Fryba oraz Kanał Nieszawski z Kanałem Zielona Struga.

W obszarze powiatu toruńskiego znajdują się nieliczne jeziora, do kluczowych należą: jeziora Kamionkowskie, Grodzieńskie, Chełmżyńskie, Grzywna i Głuchowskie, wszystkie zlokalizowane w jego północnej części.

W obrębie powiatu znajduje się również znaczący odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje głównie w dnie doliny Wisły – w całym jej przebiegu w obrębie powiatu.

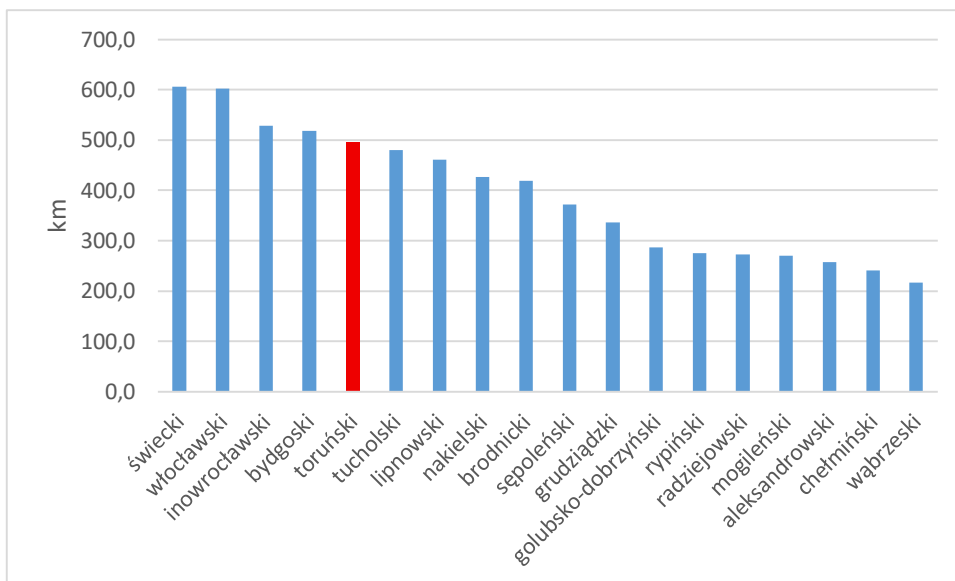
Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.



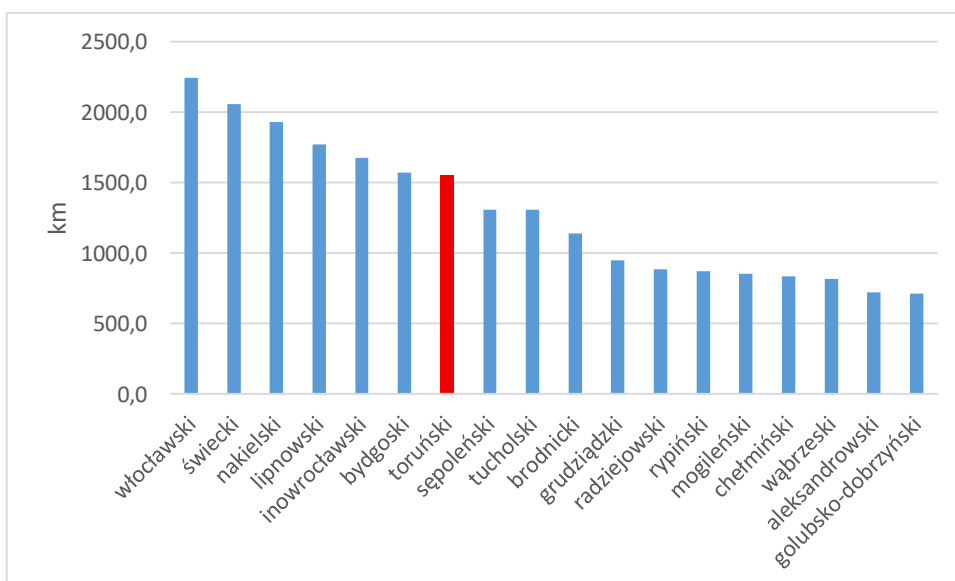
Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu toruńskiego.

3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie toruńskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 496,2 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze, kanały i rowy, wynosi około 1 060,2 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 1 556,4 km.



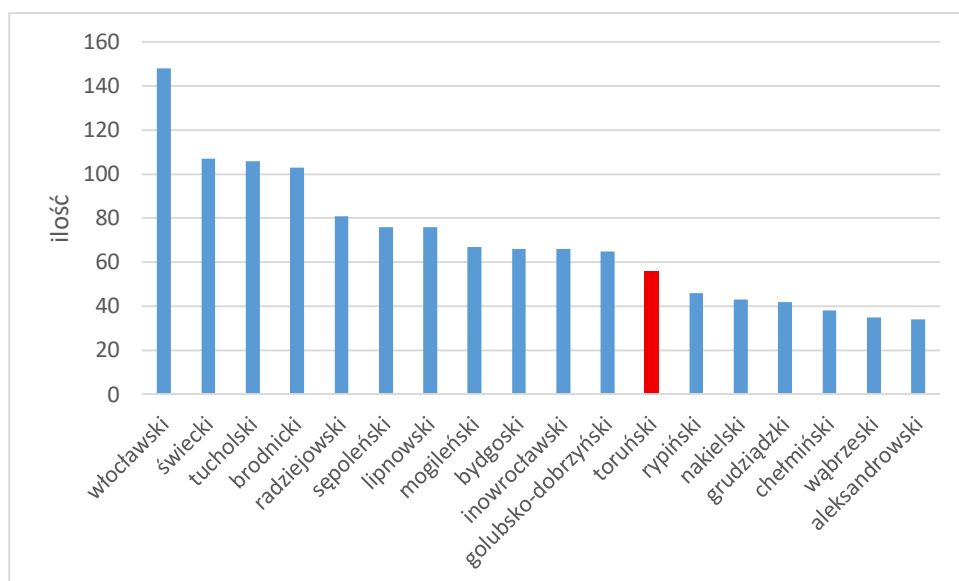
Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



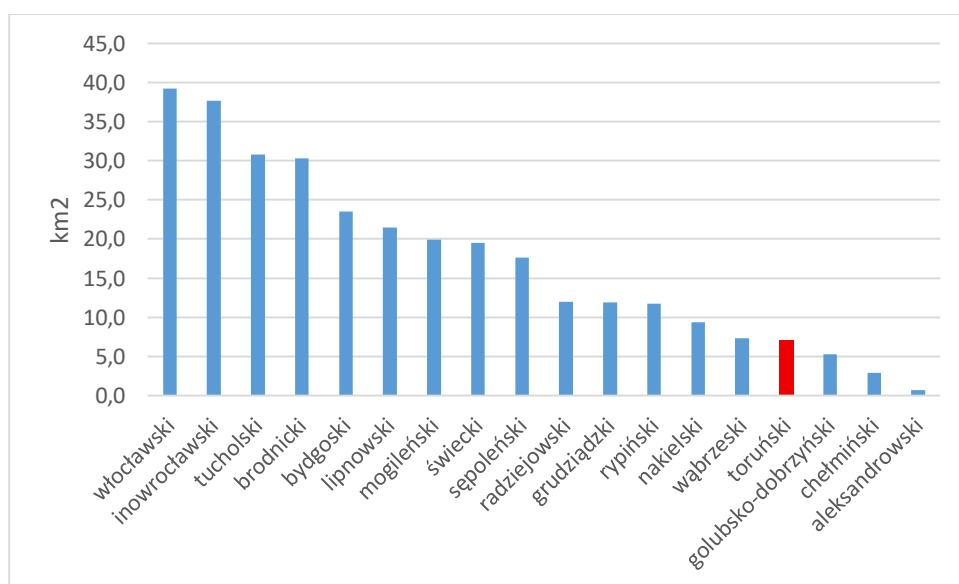
Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 56, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 648,8 m² do 2 864 270,3 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 7,1 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 1 191,

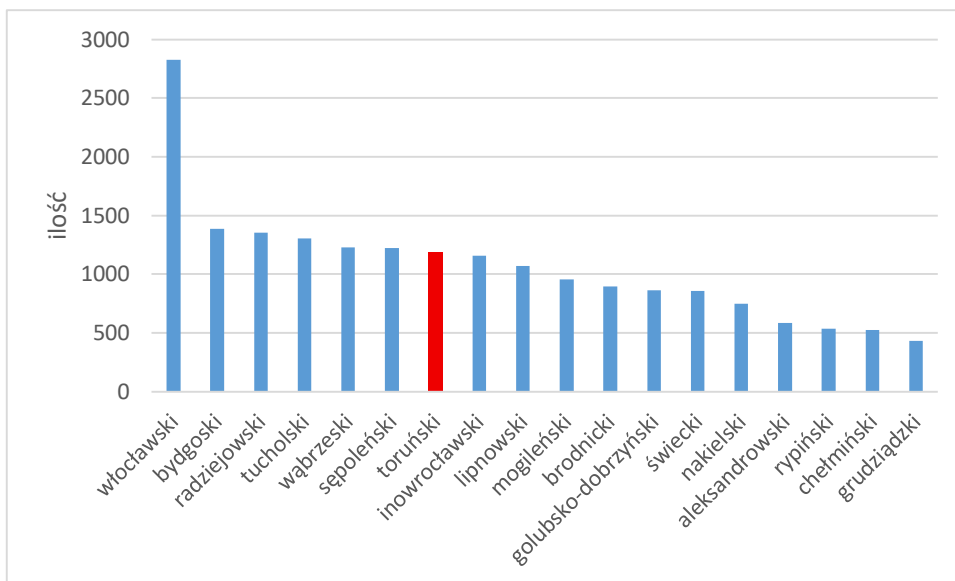
ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 236,3 m² do 177 486,2 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 4,3 km².



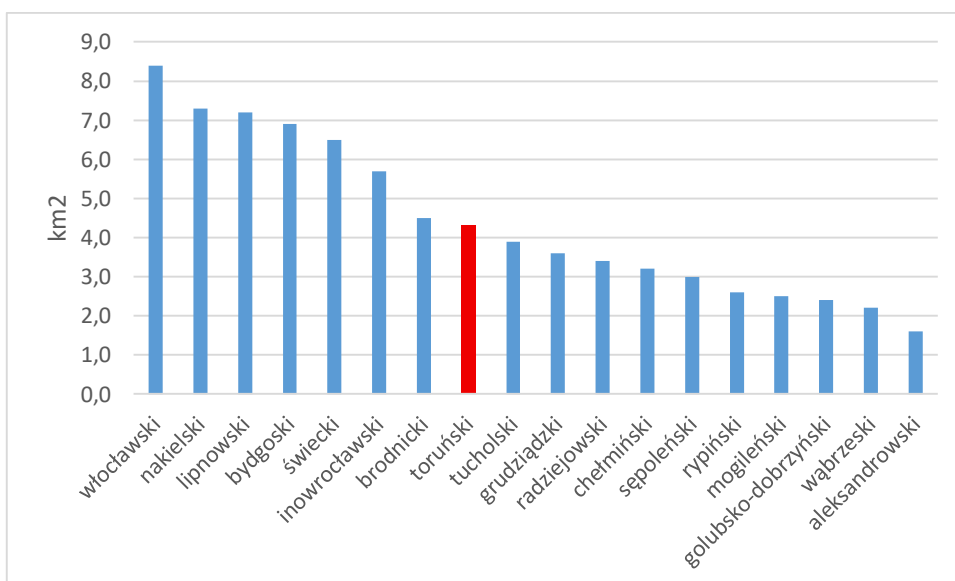
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



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

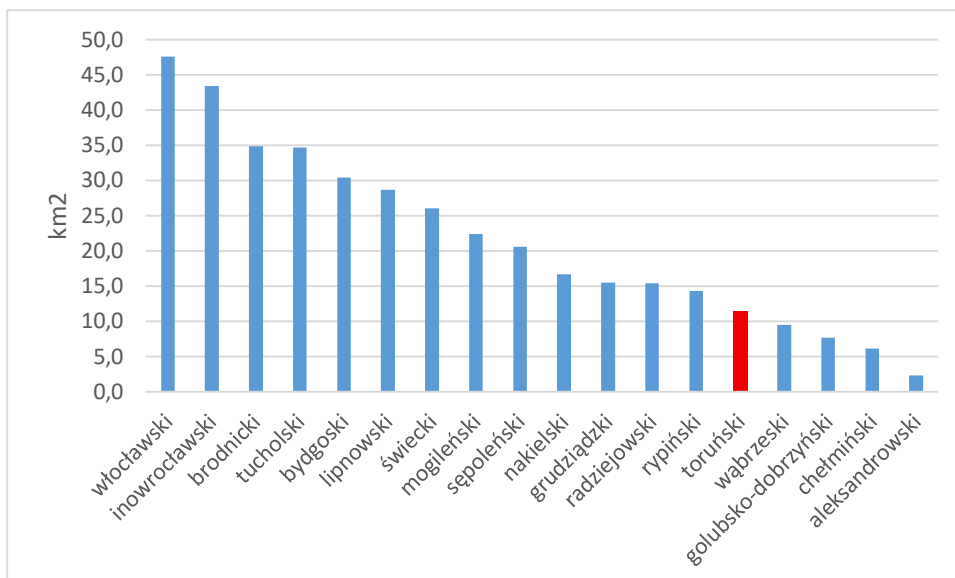


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

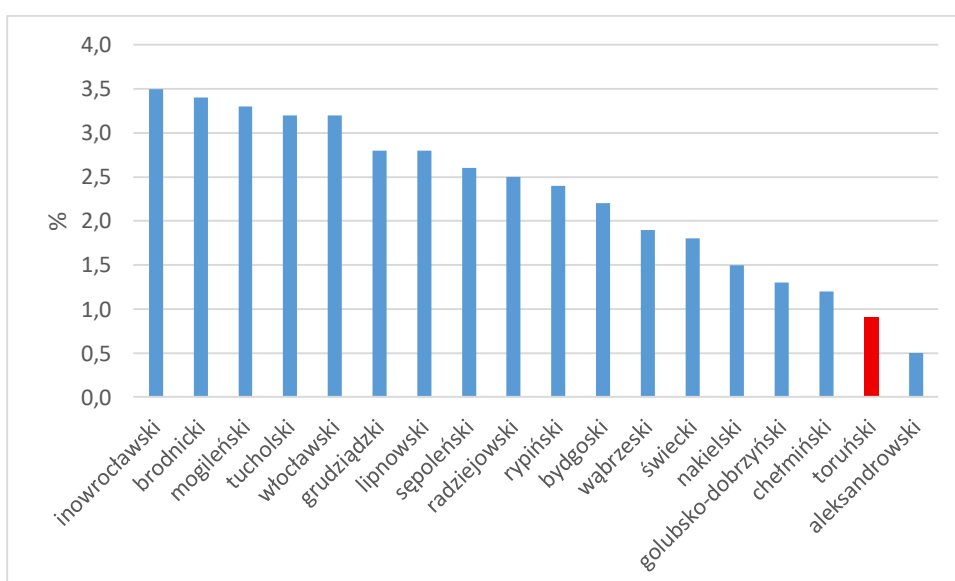


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu toruńskiego wynosi 11,4 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu toruńskiego na poziomie 1229,7 km², jeziorność wynosi około 0,93%.



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



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

Wszystkie główne ciekі występujące w obrębie powiatu toruńskiego 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 toruńskiego znajduje się odcinek rzeki Wisły od Nieszawy (na południu) do Otorowa (na zachodzie) z wyłączeniem odcinka wewnątrz granic administracyjnych Miasta Torunia. Jest to dolny odcinek biegu rzeki, który znajduje się pod wpływem oddziaływania stopnia wodnego we Włocławku. Cechą charakterystyczną jest morfometria doliny Wisły, gdzie na przemian występują odcinki węższe oraz baseny, np. toruński. Koryto rzeczne jak i sama dolina na analizowanym odcinku jest silnie przekształcona wskutek działalności człowieka.

Rzeka Drwęca w powiecie toruńskim prowadzi wody na odcinku od okolic Elgiszewa (na północy) do ujścia do Wisły (okolice M. Torunia). W górnym odcinku zlewnia posiada leśny charakter, następnie zmienia się na rolniczy, z dużym odsetkiem terenów zalesionych w bezpośrednim sąsiedztwie koryta. W swoim biegu w obrębie powiatu zbiera wody mniejszych dopływów, w tym: Dopływu z Dobrzejewic, Dopływu spod Lelitowa, Strugi Rychnowskiej, Dopływu z Brzena oraz Strugi Lubickiej. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Drwęcy po punkt ujścia do Wisły w obszarze powiatu wynosi około 5,553,5 km², z czego większość znajduje się w powiatach brodnickim i rypińskim oraz województwie warmińsko-mazurskim.

W obrębie powiatu toruńskiego położony jest niewielki fragment rzeki Lubianki – w jego wschodniej części, obejmujący odcinek od okolic Piotrkowa do Trutowa.

Również w obrębie powiatu znajduje się krótki odcinek - ujściowy rzeki Mień, od Brzeźna do ujścia do Wisły w okolicy Nieszawy. Jest to fragment rzeki o zlewni zdominowanej przez tereny leśne.

Struga Młyńska, prawobrzeżny dopływ Wisły, bierze swoje źródła w okolicy Dzikowa, uchodząc do Wisły w okolicy Torunia. Zlewnia posiada mieszany charakter użytkowania, z przewagą lasów. Łączna powierzchnia zlewni Strugi Młyńskiej po punkt ujścia do Wisły w obszarze powiatu wynosi około 36,2 km².

Jordan, prawobrzeżny dopływ Wisły, uchodzący w granicach M. Toruń, a posiadający źródła w okolicach Czernikówka. Górna część zlewni cechuje się rolniczym charakterem, środkowa przepływa przez rozległy kompleks leśny, a ujściowy fragment charakteryzuje się dużą presją ze strony zabudowy. Łączna powierzchnia zlewni Jordan po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 32,6 km².

Niewielki fragment Tażyny, stanowi odcinek graniczny powiatu toruńskiego w części południowej. Wpływa ona w zasięg powiatu w okolicy Brzezki, a uchodzi do Wisły w okolicy Otłoczyna. Zlewnie w obrębie powiatu posiada leśny charakter – w górnej części, oraz rolniczy – w dolnej. Łączna powierzchnia zlewni Tażyny po ujście do

Wisły w obszarze powiatu wynosi około 507,4 km², natomiast w obrębie powiatu toruńskiego znajduje się tylko jej niewielka część.

Struga Łysomicka wraz z Kanałem Górnym i Dolnym, tworzą rozległą powierzchniowo zlewnię w obrębie powiatu toruńskiego, w jego zachodniej części. Struga Łysomicka bierze swoje źródła w okolicy Łysomic, płynąc z początku w obszarze użytkowanym rolniczo, wpływa na niższe tarasy doliny Wisły, zmieniając charakter zlewni na leśną. W swoim ciągu zbiera wody kolejnych dopływów, o zlewniach użytkowanych rolniczo, tj. Dopływu spod Kowroza, Dopływu z Przeczna, uchodząc do Kanału Górnego w okolicy Złej Wsi Małej. Następnie Kanał Górny, zbiera wody Dopływu z Siemionia wraz z kilkoma drobniejszymi dopływami, uchodząc do Wisły w okolicy Solca Kujawskiego. Tuż przed ujściem zbiera on jeszcze wody Dolnego Kanału, którego zlewnia obejmuje tereny położone najbliżej koryta Wisły. Łączna powierzchnia zlewni Strugi Łysomickiej z systemem Kanału Górnego i Dolnego, po ujście do Wisły w obszarze powiatu wynosi około 387,1 km².

W obrębie powiatu toruńskiego znajduje się górny odcinek Fryby, wraz z systemem jezior Chełmżyńskie – Grzywna. Źródła Fryby położone są w okolicy Zęgwirt, całą zlewnię – wraz z jeziorami Chełmżyńskim i Grzywną, cechuje typowo rolniczy charakter. Fryba opuszcza granice powiatu toruńskiego w okolicy Parowy Falęckiej. Łączna powierzchnia zlewni Fryby, po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 47,7 km², a dopływ z jeziora Chełmżyńskiego po punkt graniczny powiatu wynosi 76,3 km².

Jezioro Kamionkowskie jest zbiornikiem bezodpływowym. Posiada powierzchnię 71,4 ha i objętość 5354,3 tys. m³. W niewielkiej powierzchniowo zlewni całkowitej przeważają lasy, które ciągną się wąskim pasem wzdłuż brzegów jeziora. Głębokość maksymalna oraz średnia jeziora wynoszą odpowiednio 15,0 i 7,5 m. Na południowym krańcu jeziora położony jest duży ośrodek rekreacyjny, odwiedzany licznie przez mieszkańców Torunia.

Jeziora Grzywna i Chełmżyńskie położone są w długiej rynnie chełmżyńskiej. W przeszłości stanowiły jeden zbiornik wodny. Obecnie jeziora łączą się wąskim przesmykiem. Powierzchnia jeziora Grzywna wynosi 28,6 ha a jeziora Chełmżyńskiego 271,1 ha. Konfiguracja dna jeziora Grzywna jest monotonna. Posiada pojemność 890,0 tys. m³ i głębokość maksymalną około 8,6 m. Jezioro Chełmżyńskie natomiast charakteryzuje się krętą linią brzegową i nieco silniejszym urozmaiceniem ukształtowania dna. Objętość jeziora jest zdecydowanie większa i wynosi 16 452 tys. m³,

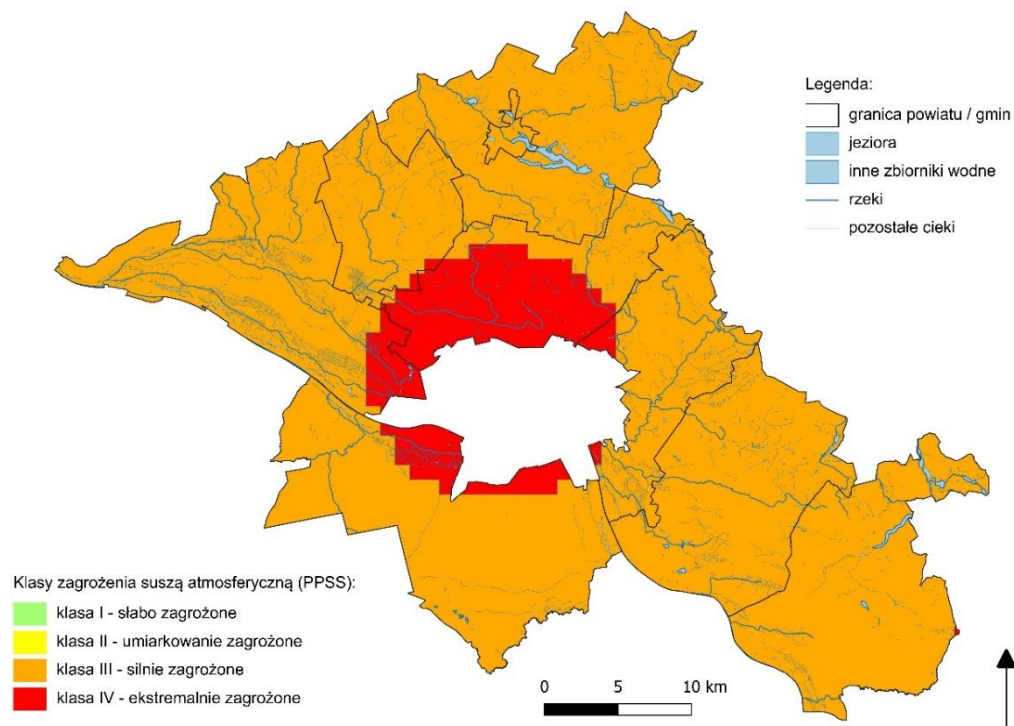
a jego głębokość maksymalna wynosi 27,1 m. Zlewnie całkowite jezior obejmują w większości obszar wysoczyzny morenowej oraz niewielki fragment sandru chełmyńskiego. Powierzchnie zlewni całkowitej jezior Grzywna i Chełmyńskiego wynoszą odpowiednio 3,8 i 35,5 km². W strukturze użytkowania ziemi przeważają grunty wykorzystywane rolniczo. Lasy porastają piaszczyste tereny sandrowe. Zachodnie fragmenty zlewni to zabudowa miejska Chełmy. Jeziora Grzywna i Chełmyńskie przez wielolecia podlegały silnej antropopresji, głównie związanej z działalnością powstałej w 1882 r. dużej cukrowni zlokalizowanej w Chełmy.

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

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

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

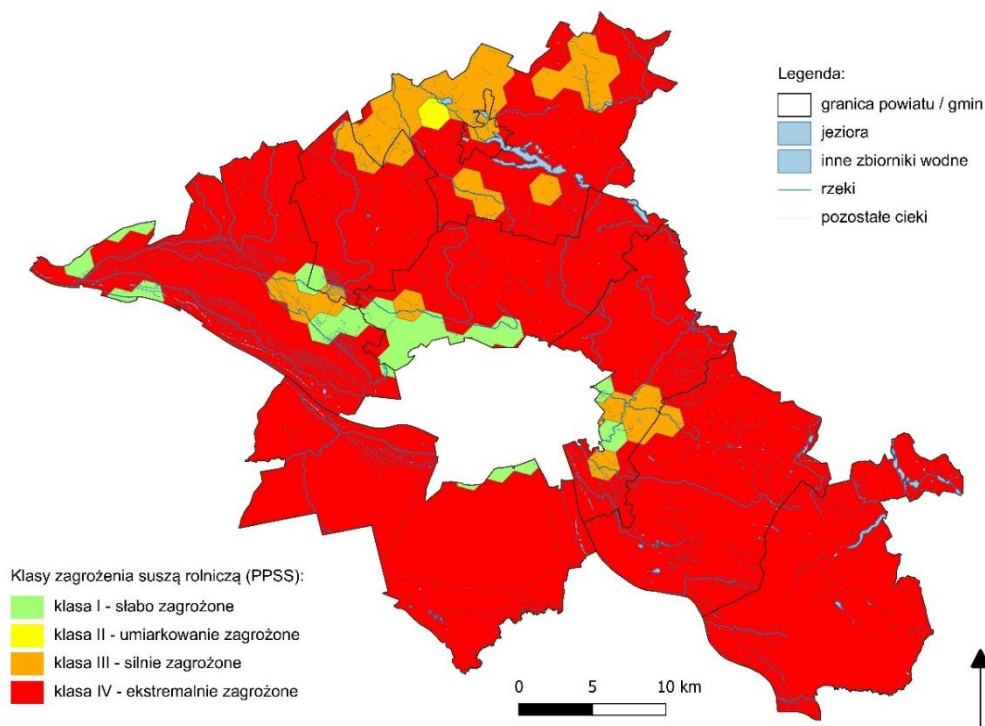
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu toruńskiego wskazuje, że wokół ośrodka miejskiego (Torunia) występują obszary ekstremalnie zagrożone (klasa IV), natomiast pozostały obszar powiatu charakteryzuje również niekorzystna (III klasa) oznaczająca silne zagrożenie suszą atmosferyczną (rycina 3.3.1).



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

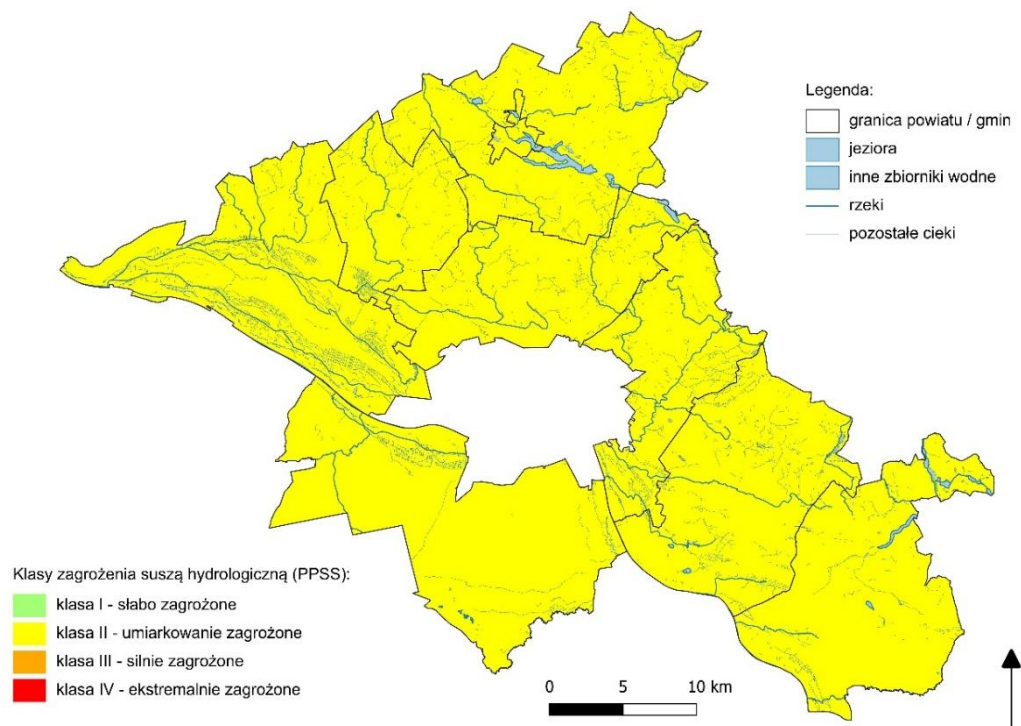
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu toruńskiego wskazuje, że w przeważającej części występuje ekstremalne zagrożenie (klasa IV), jedynie w północnych fragmentach zagrożenie suszą jest nieco mniejsze – silne (klasa III). W izolowanych, drobnych częściach powiatu – okolice doliny Wisły mamy do czynienia ze słabym zagrożeniem suszą (klasa I) (rycina 3.3.2).



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

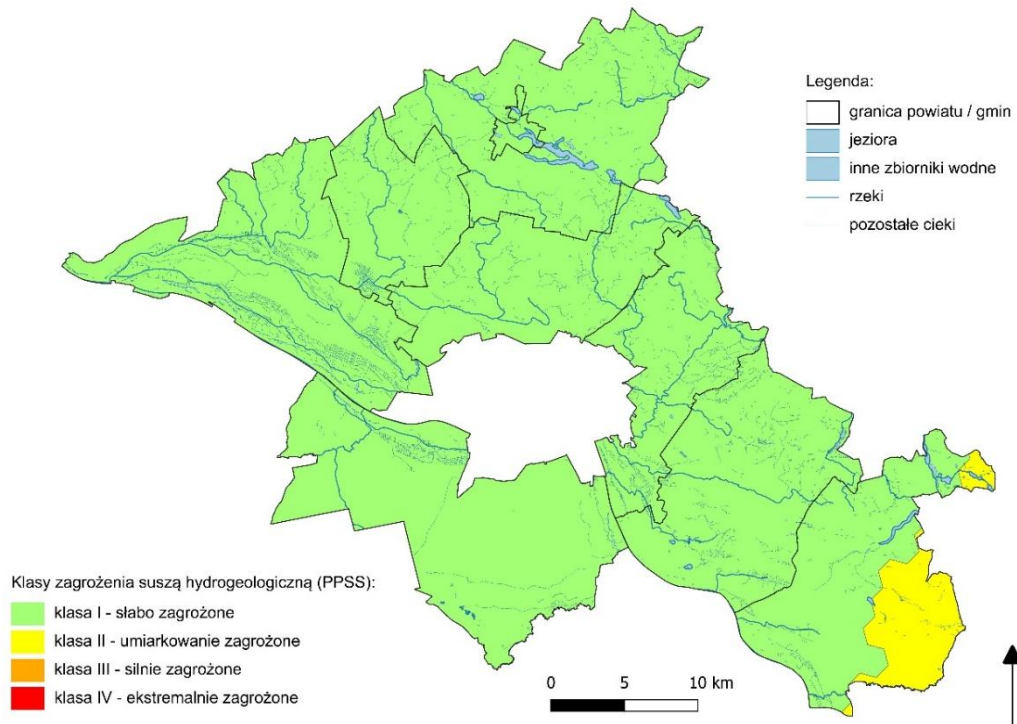
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu toruńskiego wskazuje, że dla całego obszaru charakterystyczne jest umiarkowane zagrożenie (klasa II) (rycina 3.3.3).



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

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

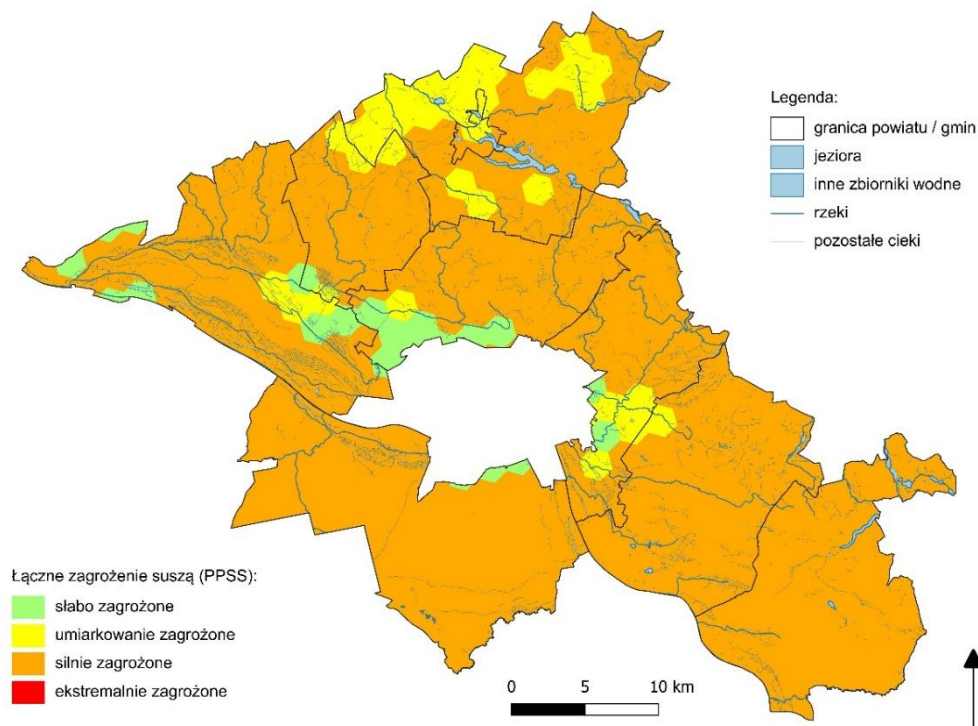
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu toruńskiego wskazuje, że dla przeważającej części charakterystyczne jest zagrożenie słabe (klasa I), jedynie we wschodnich krańcach powiatu toruńskiego zagrożenie suszą wzrasta do umiarkowanego (klasa II) (rycina 3.3.4).



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

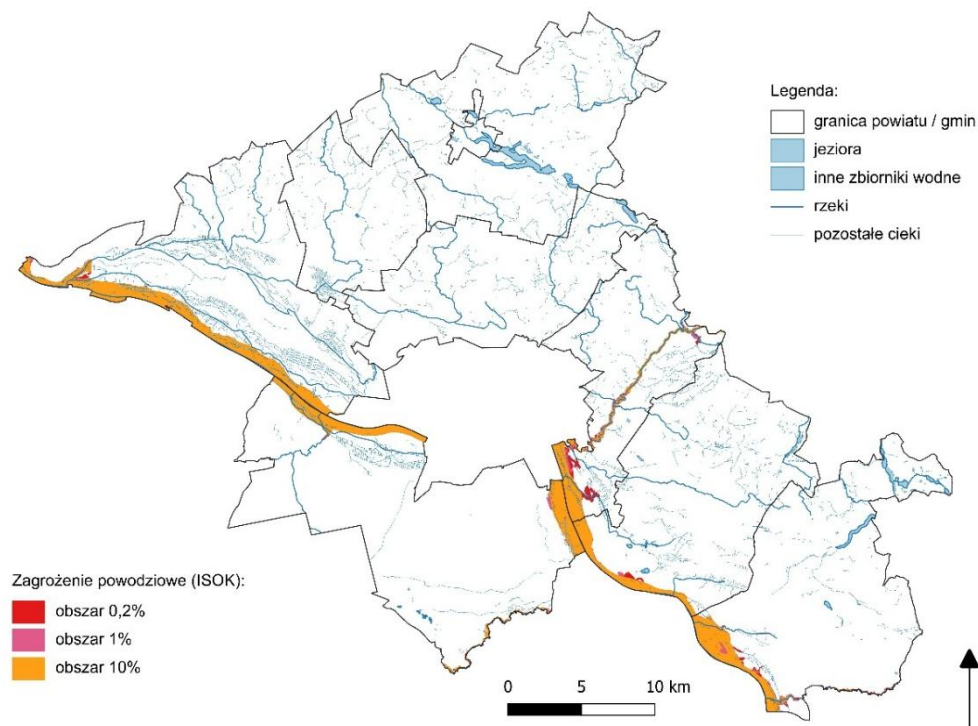
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu toruńskiego wskazuje, że w przeważającej części występuje silne zagrożenie (kolor pomarańczowy), jedynie w północnych fragmentach powiatu zagrożenie suszą jest nieco niższe – umiarkowane (kolor żółty). W izolowanych, drobnych częściach powiatu – okolice doliny Wisły mamy do czynienia z obszarami o słabym zagrożeniu suszą (kolor zielony) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu toruńskiego zaznaczają się w wybranych fragmentach rzeki Wisły – w największym zakresie przestrzennym oraz rzek Drwęcy i Tążyny, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznoego w zagłębieniach terenowych w najbliższym sąsiedztwie koryta (rycina 3.3.6).



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

4. Koncepcja systemu małej retencji.

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

Koncepcja systemu małej retencji wodnej w powiecie toruńskim 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 w dokumentach strategicznych i planistycznych, jako kluczowe wyzwania dla zrównoważonego rozwoju powiatu.

Obszar powiatu toruńskiego charakteryzuje się dominacją gruntów rolnych, ograniczonym udziałem lasów oraz niewielką liczbą naturalnych zbiorników wodnych, co przekłada się na ograniczoną naturalną zdolność retencyjną krajobrazu. Funkcjonujące systemy melioracyjne, projektowane przede wszystkim w celu odwadniania terenów rolniczych, sprzyjają szybkiemu odpływowi wód opadowych i roztopowych, ograniczając ich infiltrację i magazynowanie w zlewniach i mikrozlewniach. W efekcie

powiat toruński 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 toruńskim opiera się na zintegrowanym podejściu, łączącym działania przyrodnicze, krajobrazowe i techniczne. Obejmuje on m.in. ochronę i odtwarzanie terenów podmokłych, dolin cieków i naturalnych obniżen terenu, 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 melioracji zrównoważonej, umożliwiającej regulację odpływu i czasowe piętrzenie wód. Działania te mają na celu zwiększenie dostępności wody w okresach niedoboru, ograniczenie gwałtownego spływu powierzchniowego, zmniejszenie ryzyka erozji gleb oraz lokalnych podtopień.

Koncepcja systemu małej retencji wodnej dla powiatu toruńskiego zakłada realizację działań etapowo i skoordynowanie 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 toruńskiego 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 klimatycznego bilansu wodnego	Potrzeba rozwoju melioracji
< -250	skrajnie niedoborowy	nawadniających - bardzo duża
[-250; -200)	silnie niedoborowy	nawadniających - duża
[-200; -150)	umiarkowanie niedoborowy	nawadniających - umiarkowana
[-150; -100)	lekko niedoborowy	nawadniających - mała
[-100; 100]	zrównoważony	brak
>100	nadmiarowy	odwadniających

źródło: Kaca, 2015.

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

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

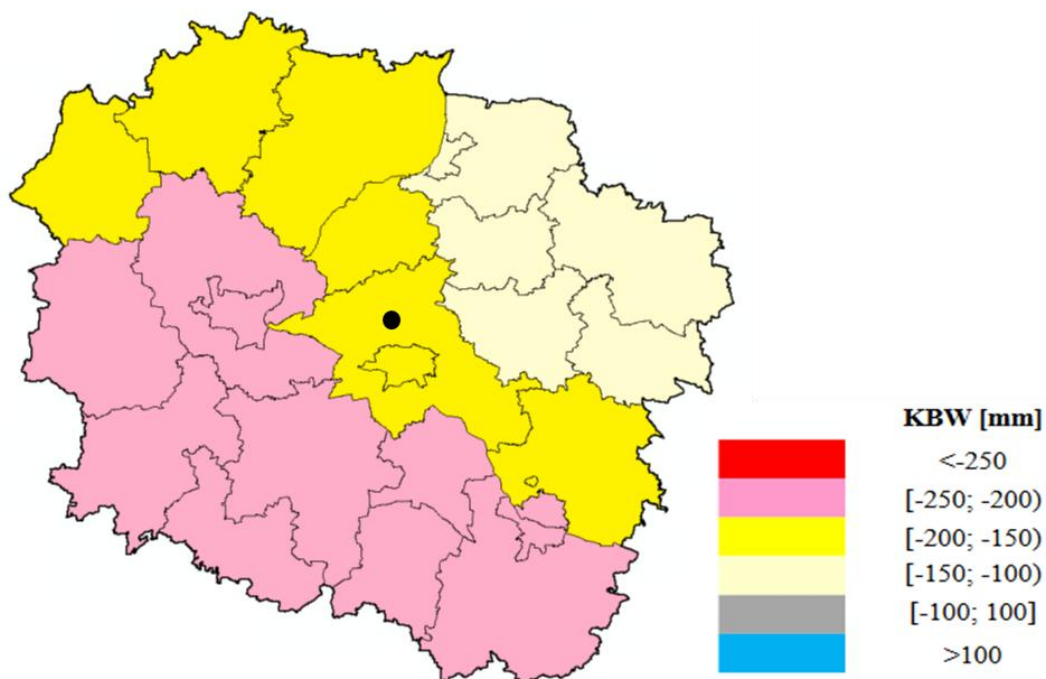
źródło: Kaca, 2015.

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

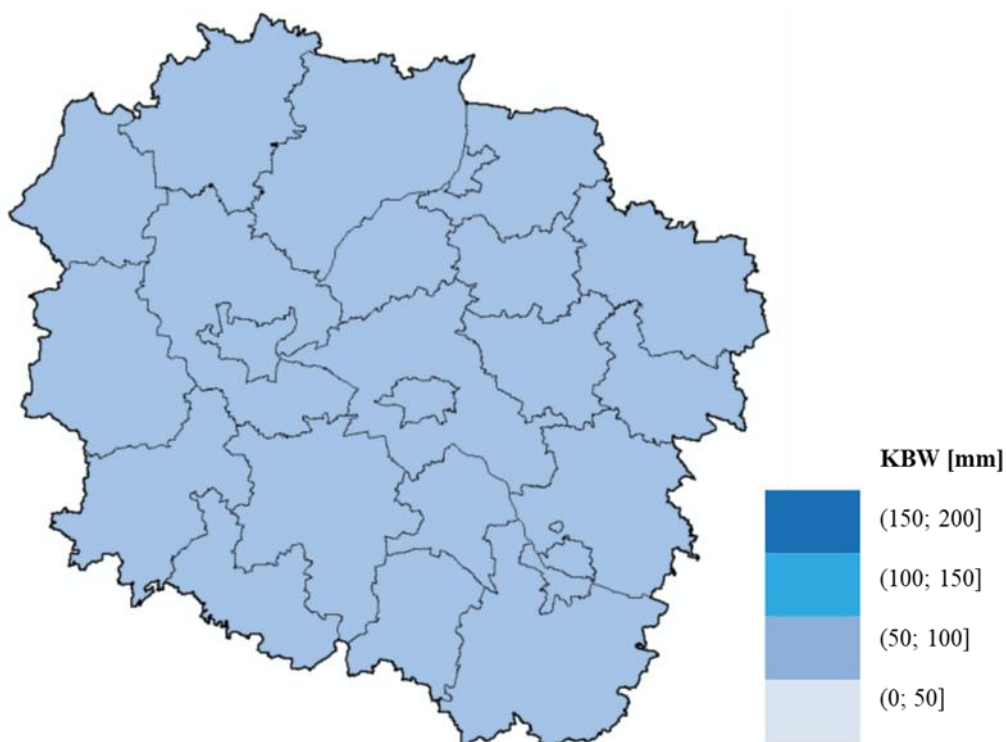
KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
<-50	skrajnie niedoborowy	nawadniających bardzo duża
[-50; -30)	silnie niedoborowy	nawadniających duża
[-30; -10)	lekko niedoborowy	nawadniających umiarkowana
[-10; 10]	zrównoważony	nawadniających mała
[10; 30)	silnie niedoborowy	brak
>30	nadmiarowy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

źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

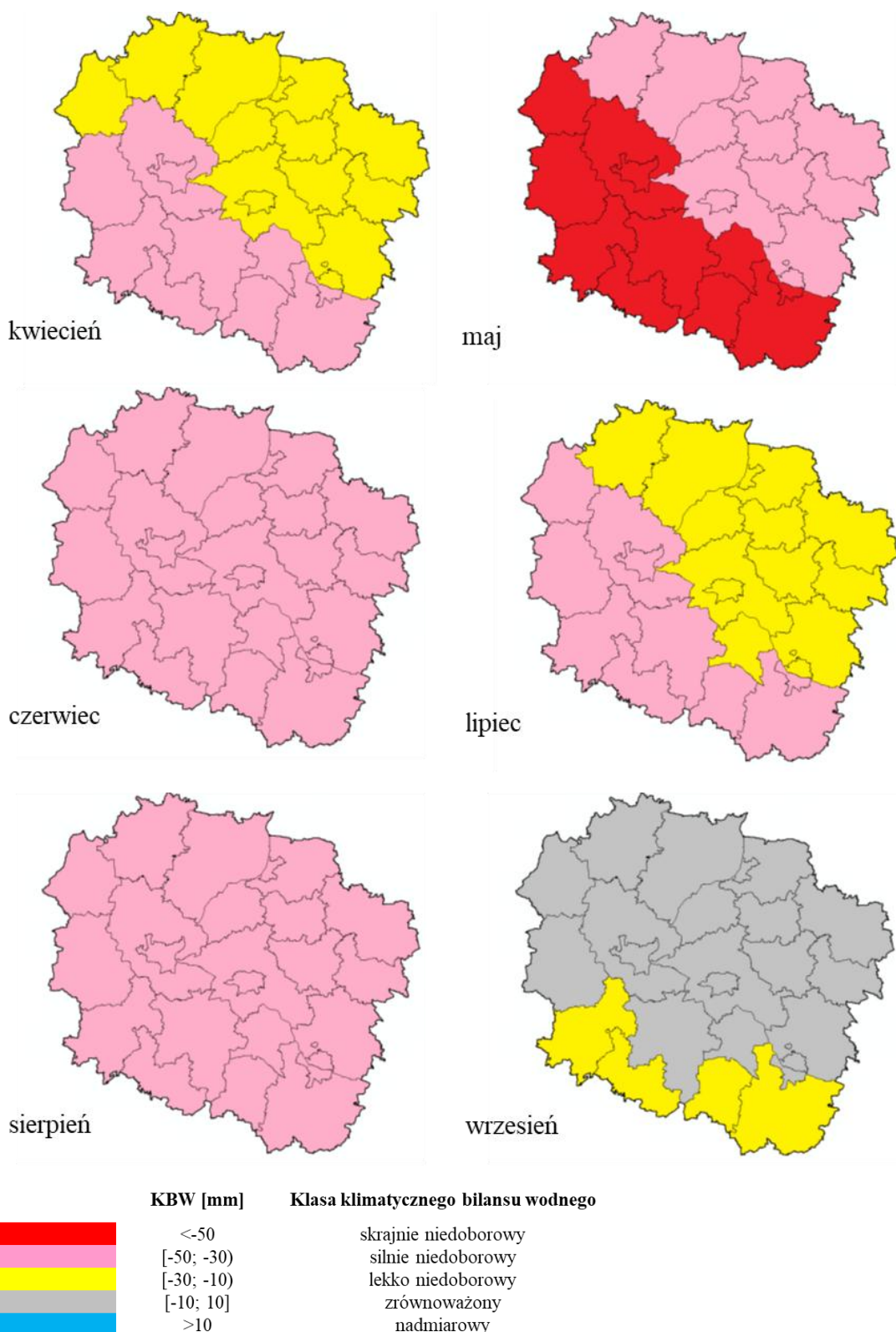
Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu chełmińskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -150 do -200 mm). Oznacza to, że w trakcie sezonu występuje średnio umiarkowany deficyt opadów w stosunku do parowania, co przekłada się na umiarkowane potrzeby stosowania nawadniania. Małe potrzeby 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:

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

Efekty środowiskowe:

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

5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł 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 mokradeł.

Renaturyzacja terenów podmokłych (ponowne uwodnienie zdegradowanych bagien i torfowisk) to przywracanie naturalnych procesów wodnych poprzez stopniowe podnoszenie poziomu wody, zamknięcie lub ograniczenie odpływu wody rowami (likwidacja systemów odwadniających – zasypywanie rowów melioracyjnych, drenów) czy przywrócenie starorzeczy. Jest to rozwiązanie naturalne, oparte na przyrodzie.

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

Efekty działań:

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

2) Odtwarzanie i ochrona gleb organicznych (torfowisk).

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

Efekty środowiskowe:

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

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

Metoda polega na stosowaniu upraw dopasowanych do wilgotnych gleb (np. trzcina, pałka, sitowia, mech torfowiec, olsza czarna, łąki podmokłe) zamiast tradycyjnych upraw rolnych, które wymagają zdrenowania gleb. Rozwiązanie to sprzyja zatrzymywaniu wody oraz składników 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 (stałe lub okresowo nawodnionych), z łąkami użytkowymi sezonowo lub pozostawionymi naturalnie, co sprzyja zatrzymywaniu wody w profilu gleby.

Korzyści:

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

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

Celem jest spowolnienie odpływu i wydłużenie czasu przebywania wody w glebie. Jednym z najprostszych i jednocześnie skutecznych rozwiązań zwiększających retencję wody na obszarach podmokłych jest stosowanie niewielkich, rozproszonych (punktowych) elementów hydrotechnicznych (zastawki, progi, stopnie, przetamowania oraz mikrozbiorniki) lokalizowanych w obrębie rowów, cieków i 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. łągi, olsy) mają też różne zdolności retencyjne,
- **gospodarka leśna nastawiona na retencję** – poprzez utrzymywanie i tworzenie siedlisk hydrogenicznych (wodnych i podmokłych). Dostosowanie gospodarki leśnej do warunków wodnych, np. unikanie nadmiernej melioracji (odwodnienia) i dążenie do naturalizacji siedlisk.

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

wody w krajobrazie. Dawne systemy melioracyjne były często projektowane wyłącznie do szybkiego odprowadzania nadmiaru wody (odwadniania). Obecnie są one adaptowane do pełnienia funkcji dwukierunkowej (nawadniająco-odwadniającej), co jest istotne w kontekście narastających problemów z suszą. Zastawki (często z ruchomymi elementami takimi jak szandory lub stawidła) to małe budowle hydrotechniczne umieszczone w korytach rowów melioracyjnych lub cieków wodnych. Zastawki pozwalają na podniesienie lustra wody w rowie melioracyjnym. W ten sposób woda jest celowo magazynowana w korycie cieku. Automatycznie następuje również podnoszenie poziomu wód gruntowych, gdyż zatrzymana w rowie woda stopniowo 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.

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

Retencja leśna

W powiecie toruńskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują aż 436,5 km² (35,5 %) 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 Chełmicki (2001)	Pokrywa mchów o masie 1 kg może przyjąć na powierzchni 1 m ² około 5 kg wody (około 5 mm opadu)
Osuch i Węglarczyk; cyt. za Chełmicki (2001)	Badania ściółki leśnej wykazały, że – przy założeniu średniej miąższości ściółki, wynoszącej 4,3 mm – jej maksymalna retencja wynosi prawie 12 mm wody (po osiągnięciu wypełnienia retencji maksymalnej, woda opadowa przestaje być przez ściółkę zatrzymywana)
Musierowicz; cyt. za Chełmicki (2001)	W glebę leśną – spulchnioną zarówno przez organizmy glebowe, jak i system korzeniowy drzew – może wsiąknąć około 75% wody w stosunku do masy gleby w stanie suchym
Figuła (cyt. za Chełmicki 2001)	Stosunek przepływu minimalnego do maksymalnego w zlewni silnie zalesionej (60%) i słabo zalesionej (20%) wynosi odpowiednio 1:155 i 1:410
Liberadzki i Szafranski (cyt. za: Przybyła i in. 2015)	W zalesionej w 15 % zlewni ciekę Potaszka średnie odpływy jednostkowe były czterokrotnie wyższe niż w zlewni ciekę Hutka zalesionego w 89 %. Ponadto odpływy ze zlewni ciekę Hutka nie zanikają nawet przy dużych niedoborach opadów w okresie wegetacyjnym, co wpływa korzystnie na uwilgotnienie gleb przyległych siedlisk leśnych i zachowanie życia biologicznego w samym ciekę
Murat-Błażejewska i Kujawa; Kanlerz i in. (cyt. za: Przybyła i in. 2015)	Na przykładzie zlewni Małej Wełny wykazano, że poziom zwierciadła wody gruntowej w glebach leśnych jest znacznie wyższy niż w glebie uprawnej, a amplituda wahań stanów wód

	gruntowych w lesie jest 1,5-krotnie mniejsza niż w gruntach 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 Chelmiński 2001)	Warstwa gleb leśnych (o miąższości 1 m) jest w stanie zmagazynować 2300m ³ na obszarze 1 ha*

Na terenach leśnych województwa kujawsko-pomorskiego – w tym powiatu toruńskiego – tak, jak na obszarze prawie całej Polski, występują niedobory wody wynikające z niekorzystnych bilansów wodnych. Może to w konsekwencji doprowadzić do degradacji niektórych siedlisk leśnych, w tym – szczególnie cennych dla utrzymania bioróżnorodności (leśnych siedlisk mokradłowych). Temu niekorzystnemu zjawisku próbuje się przeciwdziałać m.in. poprzez tzw. programy małej retencji. Działania te mają spowodować wydłużenie drogi i czasu obiegu wody w zlewniach z jednoczesnym zapewnieniem samooczyszczania się wód. (tab. 5.5.2).

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

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

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

Tabela 5.6.5. 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 biomase, prawidłowe nawożenie naturalne (stosowanie obornika i kompostu);
- **agromelioracje** – zabiegi mające na celu polepszenie warunków glebowych oraz usprawnienie odprowadzenia wilgoci z gleby poprzez wykonanie orek głębokich i głębokiego spulchniania, zmieniając stan zagęszczenia, wywierają bezpośredni wpływ na zdolności retencyjne warstwy spulchnionej, a poprzez zmianę przepuszczalności i właściwości mechanicznych mogą wpływać na warunki odnawiania retencji glebowej i jej dostępność dla roślin;
 - **minimalna i bezorkowa uprawa gleby (tzw. rolnictwo konserwujące)**. Poprzez te zabiegi ogranicza się przemieszczanie i mieszanie gleb, co pozwala zachować resztki poźniwne na powierzchni (mulcz). Zmniejsza to ewaporację, chroni glebę przed erozją oraz pozwala zachować stabilne, ciągłe pory, które zwiększają infiltrację (prześląkanie) wody. Lżejsza uprawa (spulchnianie a nie głęboka orka) zapobiega nadmiernemu natlenieniu i przyspieszonemu rozkładowi materii organicznej;
 - **uprawa poplonów i międzyplonów (okrywa gruntowa)**. Dzięki tym zabiegom utrzymujemy glebę pokrytą roślinnością przez większą część roku, co ogranicza parowanie z powierzchni gruntu (ewaporację), chroni przed erozją (głównie na glebach lżejszych) oraz finalnie wzbogaca glebę w materię organiczną.

2) **Retencja w krajobrazie i ochrona przed spływem powierzchniowym.**

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

- **zabiegi przeciwerozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia spływ powierzchniowy i zwiększa wsiąkanie wody w głąb profilu glebowego, uprawy wstępowe, polegające na przemiennym wysiewie różnych gatunków roślin w pasy;
- **odtworzenie elementów krajobrazowych (mikroretencja)** – obejmuje odtwarzanie i utrzymanie śródpolnych oczek wodnych, mokradeł i rowów melioracyjnych z możliwością piętrzenia, co pozwala na zwiększenie retencji powierzchniowej. Działania te obejmują również tworzenie i utrzymywanie zadrzewień śródpolnych, zakrzaczeń i stref buforowych (zadarnione pasy gruntu) na obrzeżach pól lub wzdłuż cieków wodnych. Roślinność ta spowalnia spływ, chroni przed erozją i poprawia mikroklimat;

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

3) Dobór roślin i płodozmian. Głównym zadaniem tych działań jest takie planowanie upraw aby zminimalizować zapotrzebowanie na wodę oraz poprawić jej wykorzystanie w skali pola. Do najważniejszych działań zaliczamy:

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

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

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

Tab. 5.6.1. Potencjalna możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez zabiegi agromelioracyjne (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)	6 000 000 m³	18 000 000 m³	30 000 000 m³

w powiecie toruńskim (przy założeniu, że areal GO = 60 000 ha)			
---	--	--	--

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

Wyszczególnienie	Zwiększenie zawartości próchnicy o 1 % w warstwie gleby*	
	0-100 cm	0-25 cm
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	34 mm	8,5 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	340 m ³ · ha ⁻¹	85 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	6 800 m ³	1 700 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie toruńskim (przy założeniu, że areal GO = 60 000 ha)	20 400 000 m³	5 100 000 m³

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

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

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

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

- 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 toruńskim (przy założeniu, że areal GO = 60 000 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 6 000 000 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 toruńskiego

Powiat toruński, leżący w województwie kujawsko-pomorskim, charakteryzuje się małą średnią wieloletnią sumą opadów atmosferycznych, wynoszącą 535 mm rocznie. W półroczu letnim (IV-IX) suma opadów wynosi 342 mm. Na obszarze powiatu występuje ujemny Klimatyczny bilans wodny KBW. W przyjętym okresie referencyjnym (1966–1995, ze względu na wartości dostępne w podziale na miesiące) KBW wyniósł średnio -163 mm.

Prognozy Zmian Klimatycznych: KBW ma tendencję do pogarszania się. W dekadach 2061–2100 wartość KBW spadnie poniżej -200 mm, osiągając wartości od -206 mm do -231 mm (w zależności od scenariusza zmian klimatu). Wskazuje to na dużą potencjalną potrzebę rozwoju melioracji nawadniających w perspektywie lat 2061–2100.

Uwarunkowania siedliskowe: powiat toruński zajmuje powierzchnię 1229,7 km².

1. Użytki rolne (UR): stanowią 56% powierzchni powiatu.
2. Grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione: lesistość jest wysoka i wynosi 35,5% powierzchni.
3. Charakterystyka Gleb: gleby brunatne dominują (45% UR), następnie pseudobielice i bielice (ok. 21%), oraz czarne ziemie (ok. 18%) – razem 84% UR. Gleby w powiecie mają średnią wartość użytkowo-rolniczą (klasy od IVa do IVb). Najsłabsze gleby (żytni słaby i najsłabszy kompleks) zajmują łącznie

około 23% gruntów ornych. Dominujący kompleks gruntów ornych (29%) to pszenicy dobry (klasa IIIa i IIIb), wytworzony z glin lub pyłów zwykłych, należący do najlepszych gleb w powiecie.

Rolnictwo w powiecie jest przodujące w województwie, z dominacją zbóż (głównie pszenicy), zwłaszcza w północnej części, gdzie grunty orne stanowią ponad 90% użytków rolnych.

Kluczowe priorytety działania:

1. Maksymalizacja retencji glebowej: poprawa pojemności wodnej i struktury gleb, zwłaszcza na glebach lekkich (których w Polsce jest ponad 60%).
2. Wykorzystanie dużego potencjału leśnego: wzmacnianie retencji biernej i małej retencji technicznej (35,5% powierzchni).
3. Zapobieganie zagęszczeniom: konieczność agromelioracji na żyznych glebach brunatnych i czarnych ziemiach (podatnych na zagęszczenie).

Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej (agromelioracja)

Dla powiatu toruńskiego, z ujemnym KBW i znacznym areałem gruntów ornych (szacowany na 60 000 ha), kluczowe są działania poprawiające retencję i ograniczające parowanie.

A. Zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej (próchnicy)

Próchnica jest najważniejsza dla zdolności gleby do zatrzymywania wody, a w glebach piaszczystych to właśnie ona odpowiada za retencjonowanie wody. Próchnica wiąże około 5 razy więcej wody w stosunku do swojej masy.

Metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Zwiększanie zawartości próchnicy	Właściwe następstwo roślin (płodozmian) (unikanie monokultur), nawożenie organiczne (obornik, komposty, pofermenty), oraz regulowanie odczynu gleb.	Wzrost zawartości próchnicy w glebie o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 ton wody na hektar. Dla GO powiatu (60 000 ha), wzrost próchnicy o 1% w warstwie 0–25 cm daje 5 100 000 m ³ dodatkowej retencji.
Płodozmian wzbogacający GO	Zwiększanie udziału roślin bobowatych (motylkowych) oraz międzyplonów przyorywanych na nawóz zielony, ponieważ wzbogacają glebę w substancję organiczną.	Rośliny bobowate dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu poprawiają strukturę gleby i właściwości wodno-powietrzne.

Uprawa międzyplonów i mulczowanie	Utrzymywanie okrywy roślinnej (międzyplony) lub resztek poźniwnych (mulczu) na powierzchni, co ogranicza parowanie wody (ewaporację).	Mulcz chroni glebę przed erozją wietrzną i wodną, oraz poprawia infiltrację wody.
--	---	---

B. Konserwująca uprawa roli i agromelioracja mechaniczna

Charakterystyka i metoda działania	Opis	Potencjał retencyjny
Uprawa konserwująca	Systemy bezorkowe (bezpłużne), w tym uprawa pasowa (strip-till), które pozostawiają min. 30% resztek poźniwnych na powierzchni jako mulcz.	Ogranicza straty wody przez parowanie, zachowuje strukturę gleby, zapobiega erozji i sprzyja sekwestracji węgla.
Głęboszowanie (agromelioracja)	Mechaniczne spulchnienie zagęszczonej warstwy podornej (podeszwy płużnej) w celu poprawy infiltracji wody i umożliwienia głębszego uкорzenia się roślin.	Zwiększa retencję użyteczną o 30–50 mm (300–500 m ³ ha ⁻¹). Potencjał dla GO powiatu (60 000 ha) wynosi od 18 000 000 m ³ do 30 000 000 m ³ wody. Zabieg ten należy wykonywać, gdy gleba jest sucha, aby ją pokruszyć.
Dodatki mineralne	Aplikacja zmielonych bazaltów lub bentonitu (skała ilasta o wyjątkowo wysokiej pojemności wodnej). Krzem zawarty w bazaltach zwiększa odporność roślin na niedobory wody.	Dawka 30 t·ha ⁻¹ bentonitu podnosi pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m ³ /ha). Potencjał dla GO powiatu to 6 000 000 m ³ dodatkowej retencji.
Wapnowanie	Regulowanie odczynu gleby w celu tworzenia trwałej struktury gruzełkowej.	Poprawia zdolność retencyjną gleby, co jest podstawą dla wszystkich innych działań poprawiających właściwości wodne.

C. Dobór roślin

Właściwy dobór roślin sprzyja oszczędnej gospodarce wodnej.

- Preferowanie ozimin: odmiany ozime (pszenica, rzepak) są mniej wrażliwe na suszę wiosenną i lepiej wykorzystują zapasy wody zgromadzone w okresie jesienno-zimowym. Można stosować też zboża przewódkowe wysiewane późną jesienią (np. pszenica jara: Arabella, Mandaryna; żyto jare: Bojko).
- Rośliny C4 (efektywność wodna): Należy zwiększać areały upraw roślin o typie fotosyntezy C4 (np. proso, sorgo, kukurydza), które zużywają tylko 200–400 l wody na 1 kg suchej masy, w porównaniu do pszenicy (500–600 l/kg).
- Nawożenie optymalizujące: Odpowiednie zaopatrzenie w fosfor (P) (rozwój systemu korzeniowego) oraz potas (K) (regulacja aparatów szparkowych) umożliwi mniejsze zużycie wody na jednostkę plonu.

Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Grunty leśne i zadrzewione zajmują 35,5% powierzchni powiatu toruńskiego, pełniąc bardzo ważną rolę w retencji.

Działanie	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe	Miejsca potencjalnej lokalizacji
Retencja leśna bierna	Ochrona ściółki leśnej i utrzymanie struktury gleby leśnej.	Ściółka leśna może przyjąć maksymalnie prawie 12 mm wody. Gleby leśne (1 m miąższości) mogą zmagazynować 230 0 m ³ /ha wody.	Na całym obszarze leśnym (35,5% powierzchni).
Mała retencja techniczna	Budowa budowli piętrzących na ciekach (zastawki, progi, stopnie). Renaturyzacja cieków i obszarów podmokłych.	Podnoszenie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych. Zwiększenie zasobów wód gruntowych o ok. 1 mld m ³ w skali kraju za każde 10 cm podniesienia na TUZ. Zatrzymanie murszenia torfu	Rowy melioracyjne i ciek wodne. Powiat Toruński ma małe naturalne zasoby wód powierzchniowych (średni odpływ jednostkowy 3,8 dm ³ ·s ⁻¹ ·km ⁻²).

		(torfowiska magazynują ok. 35 mld m ³ wody w skali kraju).	
Zadrzewienia i pasy wiatrochronne	Tworzenie pasów wiatrochronnych i żywopłotów orientowanych prostopadle do kierunku dominujących wiatrów.	Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola poprzez ograniczenie prędkości wiatru, co jest kluczowe w warunkach suszy. Łagodzenie ekstremalnych warunków klimatycznych.	Na otwartych polach uprawnych (56% powierzchni).
Pasy buforowe (ekotony)	Strefy roślinne zakładane wzdłuż cieków wodnych.	Wychwytywanie nadmiaru biogenów (azotu i fosforu) z pól oraz spowalnianie spływu powierzchniowego.	Wzdłuż rzek, kanałów, rowów melioracyjnych.

Dla powiatu toruńskiego, z prognozowanym KBW do -231 mm (duża potrzeba nawadniania) i wysokim udziałem GO (60 000 ha), najważniejsze jest maksymalne zwiększenie retencji glebowej oraz wykorzystanie potencjału leśnego do magazynowania wody.

1. Agromelioracja mechaniczna (głęboszowanie): ma największy potencjał ilościowy do zwiększenia retencji użytecznej (do 30 000 000 m³ wody w GO). Jest to szczególnie ważne na żyznych, ale podatnych na zagęszczenie glebach brunatnych i czarnych ziemiach, które dominują w powiecie.
2. Gospodarka materią organiczną i uprawa konserwująca: wzrost próchnicy jest kluczowy dla budowy struktury gruzełkowej i retencji, a uprawa konserwująca (mulczowanie) jest niezbędna do ograniczenia bezproduktywnej ewaporacji. Potencjał retencji z 1% wzrostu próchnicy glebowej to 5 100 000 m³.
3. Retencja leśna i techniczna: ze względu na dużą lesistość (35,5%) i małe naturalne zasoby wód powierzchniowych, należy priorytetowo inwestować w małą retencję techniczną (np. zastawki piętrzące) oraz pasy wiatrochronne w celu redukcji ewapotranspiracji w krajobrazie rolniczym.

Ograniczenia: w warunkach drastycznego niedoboru wody ($KBW < -200$ mm) jedynym w pełni skutecznym sposobem ograniczania jej braku jest wprowadzanie nowoczesnych systemów nawodnieniowych.

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

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

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

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

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

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyodrębniono dwie inwestycje związane z budową lub odbudową obiektów technicznych w miejscach o największym potencjale retencyjnym na obszarach wiejskich. Dla każdej z inwestycji określono warunki techniczne, oparte głównie na budowie i renowacji małych zbiorników retencyjnych, zastosowaniu obiektów piętrzących w ciekach i rowach melioracyjnych, mikroretencja

śródpolna, spowalnianie odpływu w rowach, renaturyzacja niewielkich cieków oraz odbudowa naturalnych zdolności retencyjnych gleb. Działania techniczne charakteryzować się mają wysoką skutecznością lokalną, szczególnie w zakresie magazynowania wody i stabilizacji przepływów, umożliwiając 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 Szoega 2002);
- Struktura zasiewu i wielkość plonów jest taka sama jak średnia dla obszaru całego kraju z lat 2020–2023, zaś ceny skupu plonów – takie jak w 2024 r. (GUS 2024).
- Urządzenia melioracji szczegółowych eliminują straty spowodowane podtopieniami gruntów ornyczych 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 Łabędzkim (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 toruńskiego.

Inwestycja I – Zwiększenie retencji wody w otoczeniu naturalnego zagłębienia dolinnego

Celem opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej stabilizacji poziomu wód powierzchniowych w naturalnym obniżeniu dolinnym w rejonie miejscowości Nowa Chełmża (działka nr 45/2), poprzez piętrzenie wód ciekę Miałkusz i zwiększenie zdolności retencyjnych obszaru.

Projekt ma charakter małej retencji krajobrazowej i stanowi element lokalnych działań adaptacyjnych do zmian klimatu w gminie Chełmża, w tym:

- ograniczenie odpływu wód powierzchniowych z terenów rolnych,
- retencjonowanie wody w naturalnym zagłębieniu dolinnym,
- poprawa zasilania wód gruntowych,

- stworzenie korzystnych warunków siedliskowych dla roślinności łąkowej i wodno-błotnej.

Cel:

- Zaprojektowanie grobli: 30 m, Szerokość korony: 2,0 m; Nachylenie skarp: 1:3

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. zwiększenia retencji wody w otoczeniu naturalnego zagłębienia dolinnego

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Grobli: 30 m, Szerokość korony: 2,0 m; Nachylenie skarp: 1:3	34 000
2.	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	5 000
Suma		39 000*

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

Analiza inwestycji I: Zwiększenie retencji wody w otoczeniu naturalnego zagłębienia dolinnego

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 budowy grobli i piętrzenia wód ciekłu Miałkusz w naturalnym obniżeniu dolinnym, w celu stabilizacji poziomu wód powierzchniowych.

Tab. 6.3.3. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	34 000	Budowa grobli (poz. 1).

OPEX	5 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 2).
-------------	-------------	--

2. Roczne korzyści B_t

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

Tab. 6.3.4. 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 – 5 000 PLN/rok = 36 000 PLN/rok

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{34\,000\text{ PLN}}{36\,000\text{ PLN/rok}} \approx 0,94\text{ roku}$$

Kapitał zwraca się w mniej niż rok.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.5. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość	Komentarz
	(SDR): $r = 5,26\%$	

PV kosztów	108 200 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	498 800 PLN	NPV > 0 Projekt jest wysoce efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	5,61	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty ponad pięciokrotnie.
IRR	105,7%	IRR > 5,26% SDR. Inwestycja jest ekstremalnie rentowna.

Inwestycja II – Koncepcja hydrologiczna budowy zbiornika retencyjnego w Czernikowie

Celem opracowania jest przedstawienie:

Celem opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej budowy zbiornika retencyjnego w miejscowości Czernikowo, którego głównym zadaniem jest:

- ograniczenie lokalnych podtopień w północnej części Czernikowa (obrzeża miejscowości),
- zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych w zlewni,
- poprawa bezpieczeństwa przeciwpowodziowego na obszarze zurbanizowanym,
- stworzenie siedlisk wodno-błotnych i strefy buforowej, sprzyjającej bioróżnorodności.

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

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1	Wykopanie 9 900 m ³ mas ziemnych,	297 000
2	Profilowanie skarp w nachyleniu 1:4,	20 000

3	Wykonanie strefy płytkowodnej i litoralu,	15 000
4	Odtworzenie odpływu przez rów i przepust	20 000
5	Umocnienie wlotu i wylotu (kamień łamany, humusowanie).	15 000
6	Wykonanie nasadzeń hydrofitowych w strefie litoralu	15 000
7	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	20 000
Suma		402 000*

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

Analiza inwestycji II - Budowa zbiornika retencyjnego w Czernikowie

Inwestycja dotyczy budowy nowego, dużego zbiornika retencyjnego, w tym wykopania mas ziemnych, profilowania skarp i wykonania strefy litoralu. Głównym zadaniem jest ograniczenie podtopień w obszarze zurbanizowanym.

1. Koszty (CAPEX i OPEX)

Tab. 6.3.7. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	382 000	Suma pozycji 1-6. Dominuje: wykopanie mas ziemnych (297 000 PLN).
OPEX	20 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 7).

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 – 20 000 PLN/rok = 21 000 PLN/rok

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{382\,000\ \text{PLN}}{21\,000\ \text{PLN/rok}} \approx 18,19\ \text{roku}$$

Długi okres zwrotu – ponad 18 lat.

3. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.9. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	678 800 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	-71 800 PLN	NPV < 0 Projekt nie jest efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	0,89	B/C < 1 Korzyści pokrywają blisko 90% zdyskontowanych kosztów.
IRR	4,4%	IRR < 5,26% SDR Inwestycja nie jest efektywna ekonomicznie.

Wnioski i rekomendacje

Inwestycja I (Nowa Chełmża) jest wyjątkowo efektywna ekonomicznie. Niezwykle niski CAPEX i niski OPEX sprawiają, że jest to najbardziej pożądanym projektem pod względem alokacji środków publicznych. Natomiast inwestycja II (Czernikowo) nie jest efektywna ekonomicznie. Wysoki koszt robót ziemnych przekracza zdyskontowaną wartość korzyści społecznych. Rekomenduje się priorytetową i natychmiastową realizację inwestycji I (Nowa Chełmża). Realizacja Inwestycji II jest nieuzasadniona ekonomicznie i powinna być warunkowana uzyskaniem znacznego dofinansowania (pokrywającego minimum 12% CAPEX) lub rewizją kosztorysu.

Tab. 6.3.10. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

Wskaźnik	Inwestycja I (Nowa Chełmża)	Inwestycja II (Czernikowo)	Komentarz
CAPEX (PLN)	34 000 PLN	382 000 PLN	I jest ponad 11-krotnie tańsza inwestycyjnie.
NPV (SDR): $r = 5,26\%$	498 800 PLN	-71 800 PLN	I jest wysoce efektywna; II jest nieefektywna.
B/C Ratio	5,61	0,89	I jest ekstremalnie efektywna (najlepsza alokacja kapitału).
IRR	105,7%	4,4%	I jest ekstremalnie rentowna; IRR w II jest poniżej SDR.

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

1. Kompleksowa modernizacja urządzeń melioracji na obszarze powiatu.
2. Zatrzymanie wody w rzekach – retencja korytowa.
3. Budowa lub odtworzenie zbiorników retencyjnych na polach w naturalnych
4. zagłębieniach terenu i na rowach (zbiorniki do 1ha).
5. Budowa dużych zbiorników retencyjnych (powyżej 1 ha) - tam gdzie są sprzyjające
6. naturalne warunki przyrodnicze.
7. Regulacja Strugi Toruńskiej i rzeki Fryba oraz rowów o dużych zlewniach (rowów
8. zbiorczych).
9. Zatrzymanie wody na rzekach - retencja korytowa.
10. Inwestycje wspierające pobór wód opadowych (powierzchniowych) do nawodnień rolniczych.

Analiza dwóch priorytetowych inwestycji wodno-melioracyjnych dowiodła, iż Inwestycja I (Nowa Chełmża) jest wysoce efektywna ekonomicznie ekonomicznie i uzasadnione jest jej finansowanie ze środków publicznych.

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 toruńskim powinna stanowić pomoc w podjęciu decyzji o ich wykonaniu.

6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.

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

6.4.1. Zwiększenie retencji wody w otoczeniu naturalnego zagłębienia dolinnego

6.4.1.1. Wprowadzenie i cel działań

Celem działań jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej stabilizacji poziomu wód powierzchniowych w naturalnym obniżeniu dolinnym w rejonie miejscowości Nowa Chełmża (działka nr 45/2), poprzez piętrzenie wód ciekę Miałkusz i zwiększenie zdolności retencyjnych obszaru.

Projekt ma charakter małej retencji krajobrazowej i stanowi element lokalnych działań adaptacyjnych do zmian klimatu w gminie Chełmża, w tym:

- ograniczenie odpływu wód powierzchniowych z terenów rolnych,
- retencjonowanie wody w naturalnym zagłębieniu dolinnym,
- poprawa zasilania wód gruntowych,
- stworzenie korzystnych warunków siedliskowych dla roślinności łąkowej i wodno-błotnej.

6.4.1.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Projektowany obiekt zlokalizowany jest na działce nr 45/2 w obrębie Nowa Chełmża (gmina Chełmża, powiat toruński), w zlewni ciekę Miałkusz – dopływu Kanału Miałkusz (identyfikator hydrograficzny MPHP50: 29382).

Zgodnie z Mapą Hydrograficzną Polski i danymi BDOT, odcinek ciek ma charakter naturalny, o szerokości poniżej 1,5 m, długości całkowitej 15 218,87 m, i stanowi ciek III rzędu.

Otoczenie ciek tworzą użytki zielone i grunty rolnicze, a samo dno doliny oznaczone jest jako „nieużytek” – obszar podmokły o stałej wilgotności, miejscami z odsłoniętymi studzienkami drenarskimi.

W świetle przepisów Prawa wodnego (art. 219) konieczne jest ustalenie charakteru wód – czy ciek stanowi wody płynące – w odrębnym postępowaniu wodnoprawnym.



Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja projektowanego obiektu na cieku o nazwie Miałkusz.



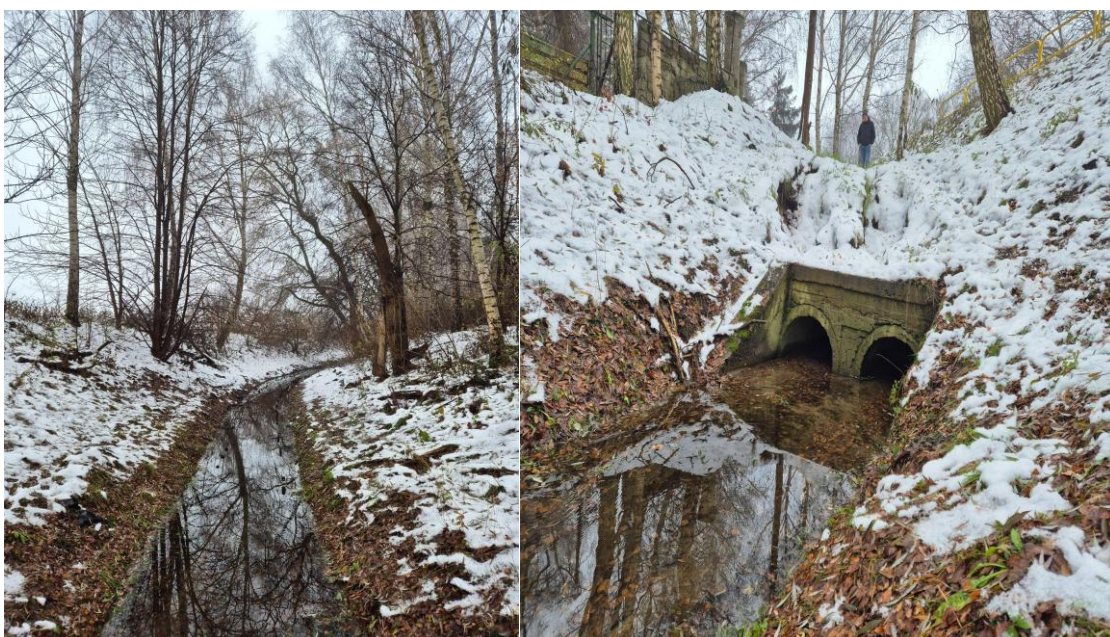
Fot. 6.4.1.1. Obniżenie terenu śródpolne wypełnione wodą – dz. nr 45/2 w obrębie Nowa Chełmża. Widoczne studzienki drenarskie (źródło: google maps street view)



Fot. 6.4.1.2. Śródpolne obniżenie terenu w biegu cieku – dz. nr 45/2 w obrębie Nowa Chełmża. (źródło: google maps street view)



Fot. 6.4.1.3. Ciek w okolicy przepustu powyżej planowanej inwestycji (spiętrzony przez bobry).



Fot. 6.4.1.4. Ciek i przepust poniżej planowanej inwestycji.



Fot. 6.4.1.5. Niewielki zbiornik zlokalizowany w okolicy planowanej zastawki (nie połączony z ciekim).

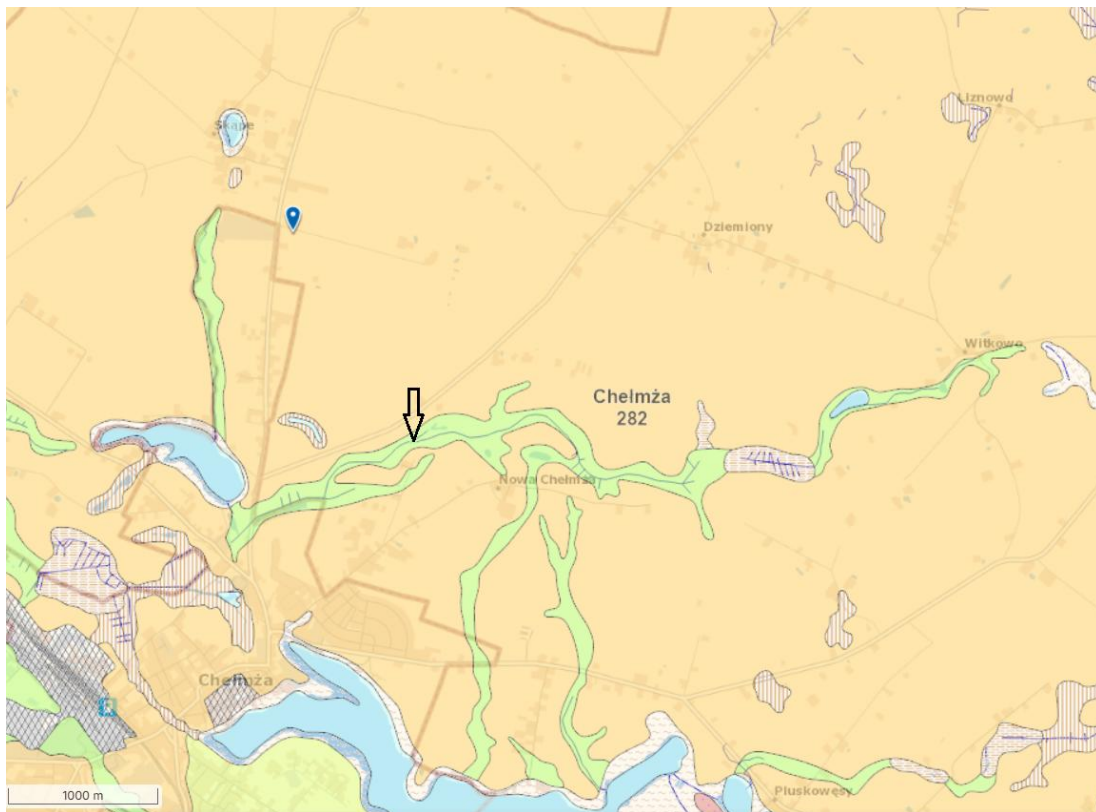
Zgodnie z baza danych obiektów topograficznych ciek stanowi rów melioracyjny zwykły w klasyfikacji gruntów oznaczona jako “w” na działce 45/2. Otoczenie rowu w dnie doliny oznaczono jako łąki i pastwiska, podmokłości jako nieużytek. Nie wydzielono działki stanowiącej wody płynące. Wymagane jest ustalenie charakteru wód ciek w postępowaniu zgodnie z art. 219 ustawy Prawo Wodne.

6.4.1.3. Warunki geologiczne i hydrologiczne

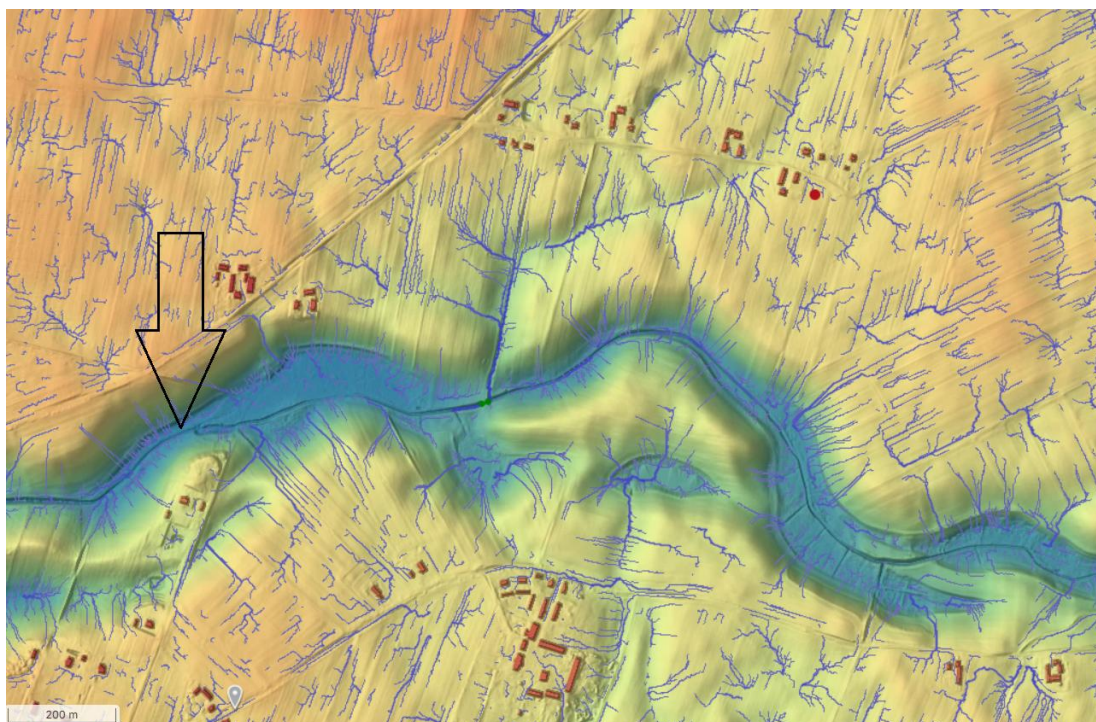
Budowa geologiczna

Zgodnie z *Szczegółową Mapą Geologiczną Polski* (arkusz Chełmża, 1:50 000), obniżenie dolinne wypełnione jest osadami holoceniowymi fluwialnymi i aluwialnymi, leżącymi na glinach zwałowych zlodowacenia północnopolskiego.

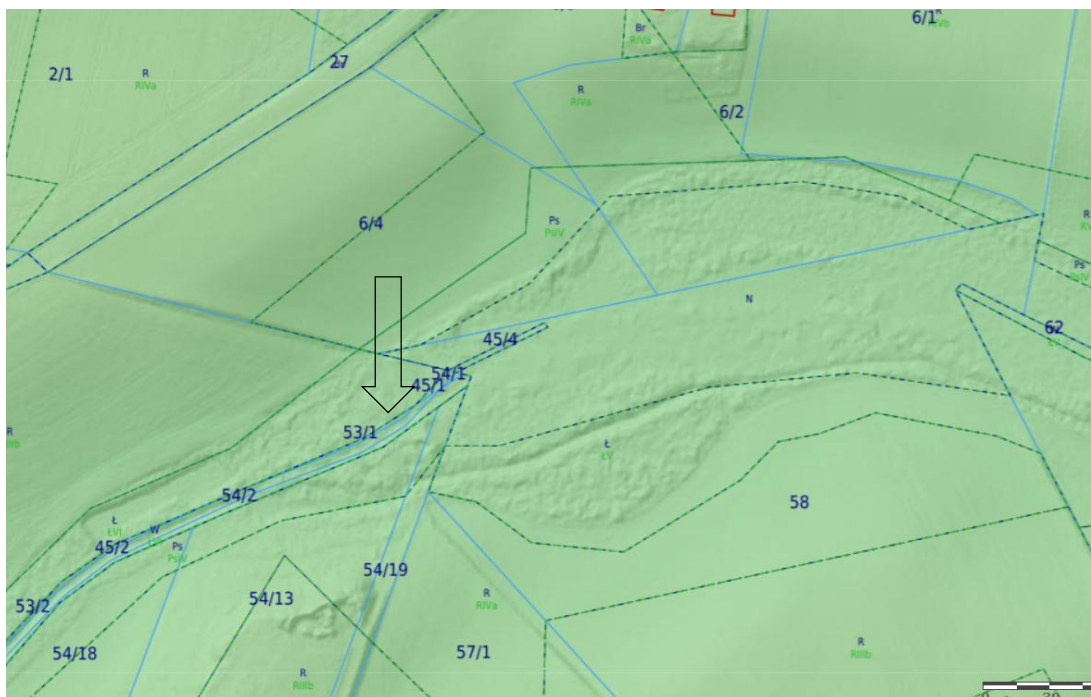
Warunki gruntowe są sprzyjające dla utrzymania retencji – występują grunty o małej przepuszczalności i znacznym stopniu uwilgocenia.



Ryc. 6.4.1.2. Budowa geologiczna. SMGP 1:50 000 arkusz Chełmża.



Ryc. 6.4.1.3. Lokalizacja planowanej budowli na tle numerycznego modelu terenu wraz z siecią głównych ścieżek spływu wód opadowych.



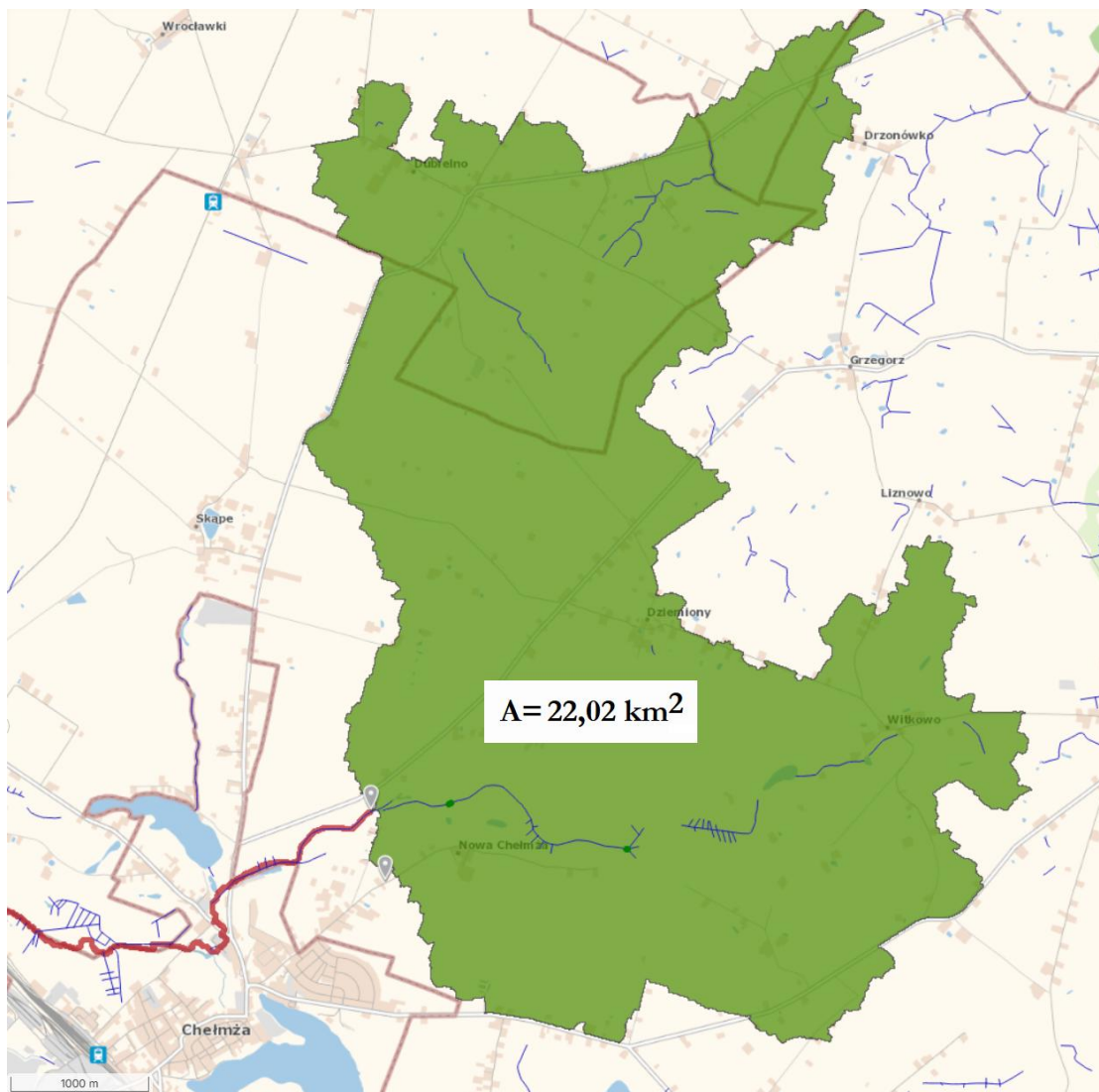
Ryc. 6.4.1.4. Lokalizacja planowanej budowli na tle mapy ewidencyjnej waz z rzeźbą terenu

Charakterystyka hydrologiczna

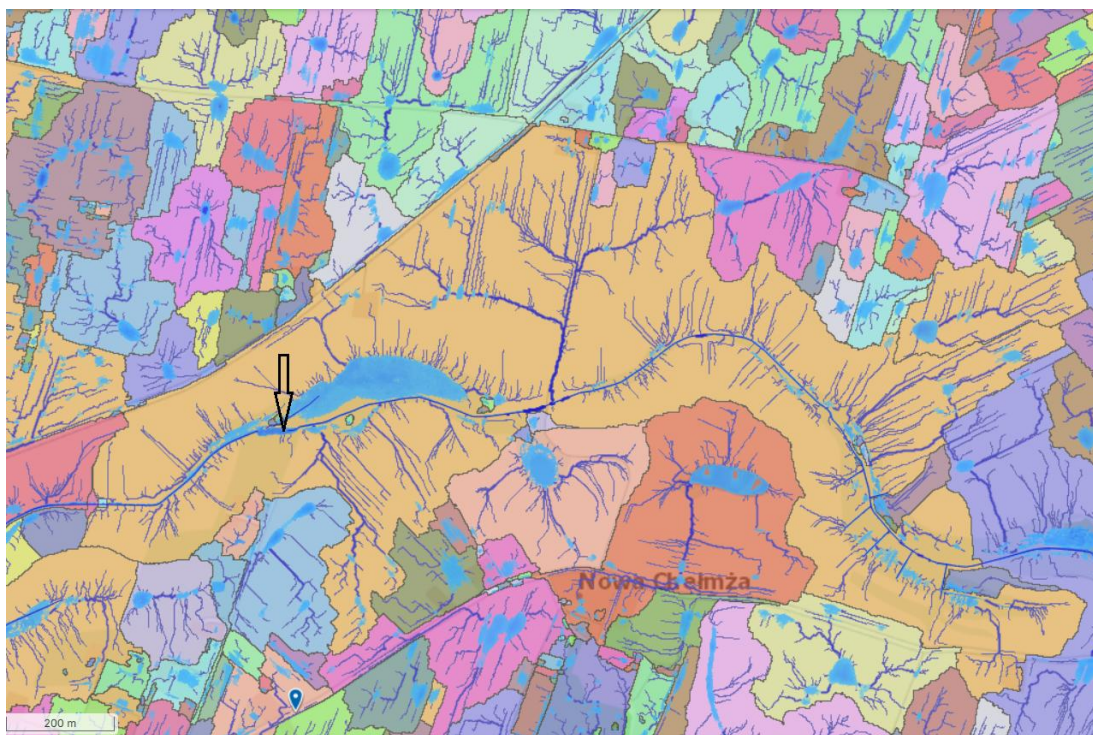
Obniżenie dolinne stanowi lokalny zbiornik retencyjny gromadzący wody z obszaru zlewni o powierzchni 22,02 km². Przy opadzie 20 mm dopływ powierzchniowy wynosi około 349 273 m³.

Analizy modelowe wskazują, że:

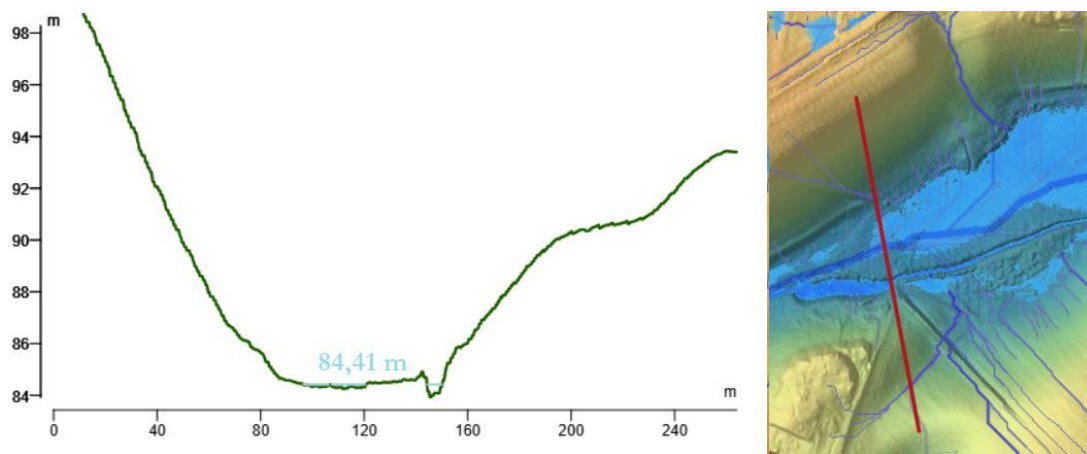
- rzędna poziomu wody w obniżeniu dolinnym przy opadzie 20 mm wynosi 84,99 m n.p.m.,
- rzędna przy opadzie 10 mm: 84,61 m n.p.m.,
- rzędna przy opadzie 5 mm: 84,41 m n.p.m.



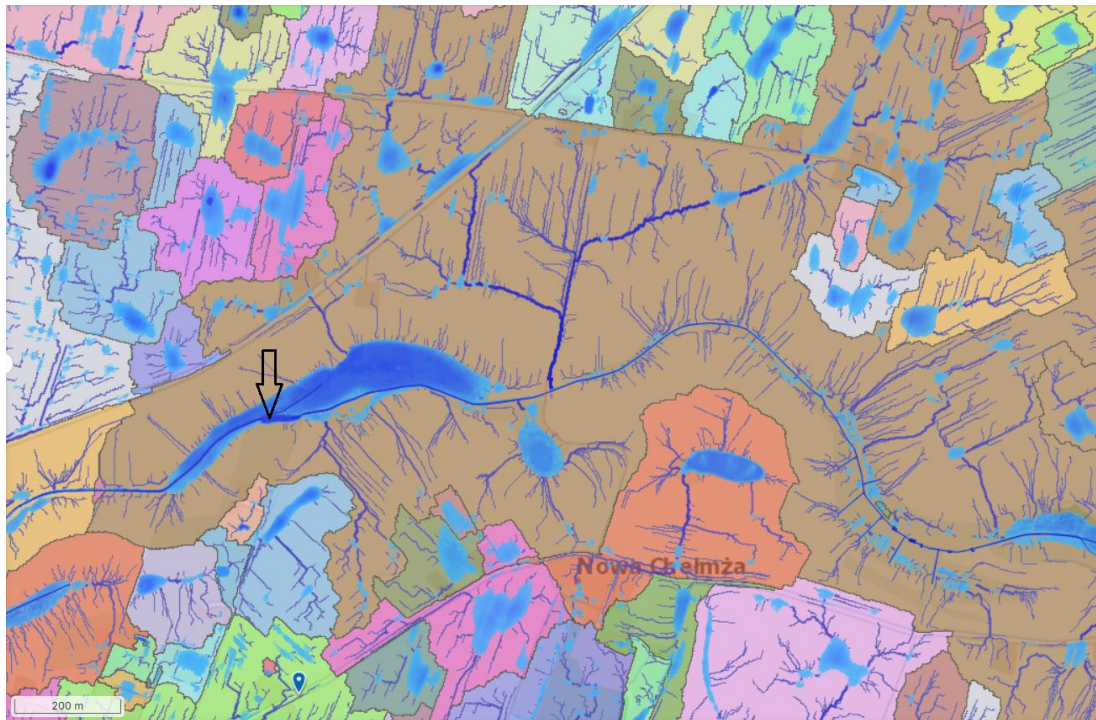
Ryc. 6.4.1.5. Zasięg zlewni drenującej wodę do profilu projektowanej budowli wodnej. Powierzchnia 22,02 km². Przy opadzie 20 mm możliwy spływ wód w ilości 349,272.88 m³.



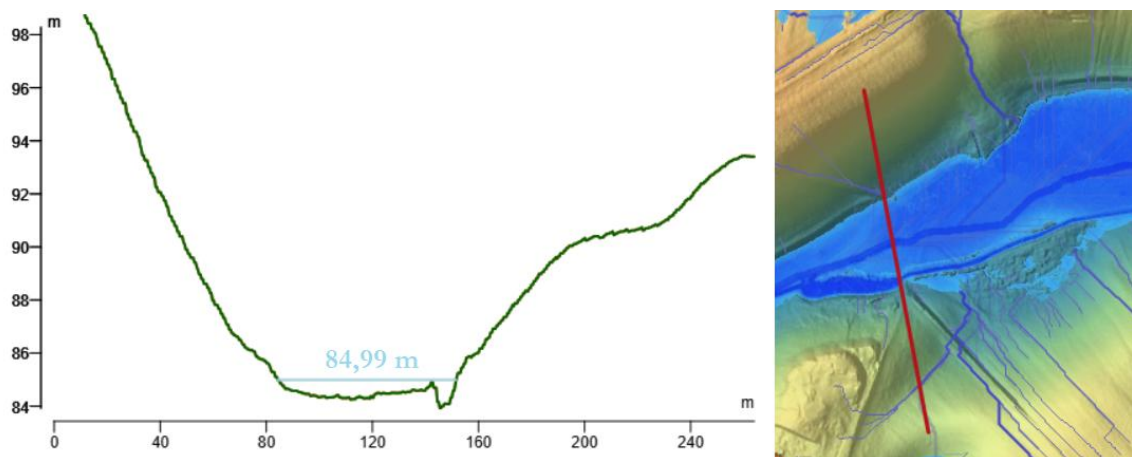
Ryc. 6.4.1.6. Mapa sieci drenażu wód wraz z podziałem na zlewnie cząstkowe przy opadzie 5 mm.



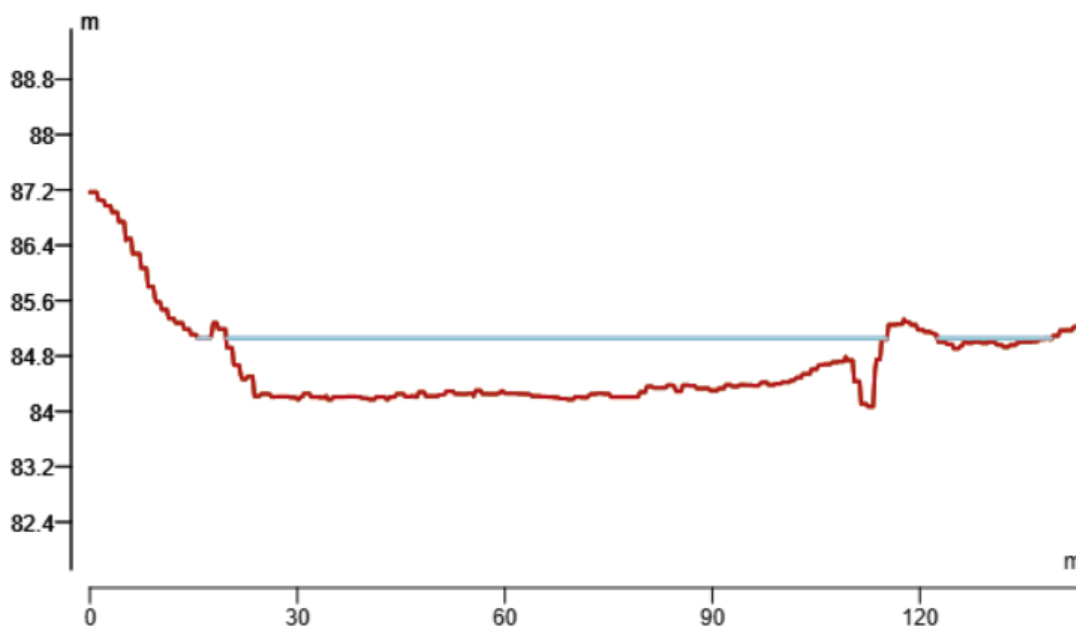
Ryc. 6.4.1.7. Przekrój poprzeczny przez dolinę w rejonie planowanej budowli piętrzącej. Poziom wody przy opadzie 20 mm. Rzędna poziomu wody zgromadzonej w obniżeniu dolinnym, to 84,41 m.



Ryc. 6.4.1.8. Mapa sieci drenażu wód wraz z podziałem na zlewnie cząstkowe przy opadzie 20 mm.



Ryc. 6.4.1.9. Przekrój poprzeczny przez dolinę w rejonie planowanej budowli piętrzącej. Poziom wody przy opadzie 20 mm. Rzędna poziomu wody zgromadzonej w obniżeniu dolinnym, to 84,99 m.



Ryc. 6.4.1.10. Przekrój poprzeczny przez środkową część obniżenia w rejonie planowanej budowli piętrzącej. Poziom wody przy opadzie 20 mm. Rzędna poziomu wody zgromadzonej w obniżeniu dolinnym, to 84,99 m.

6.4.1.4. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

Założenia ogólne

Projekt zakłada piętrzenie wód w cieku Miałkusz poprzez budowę zastawki lub grobli z przepustem, w celu zwiększenia zdolności retencyjnych naturalnego obniżenia dolinnego.

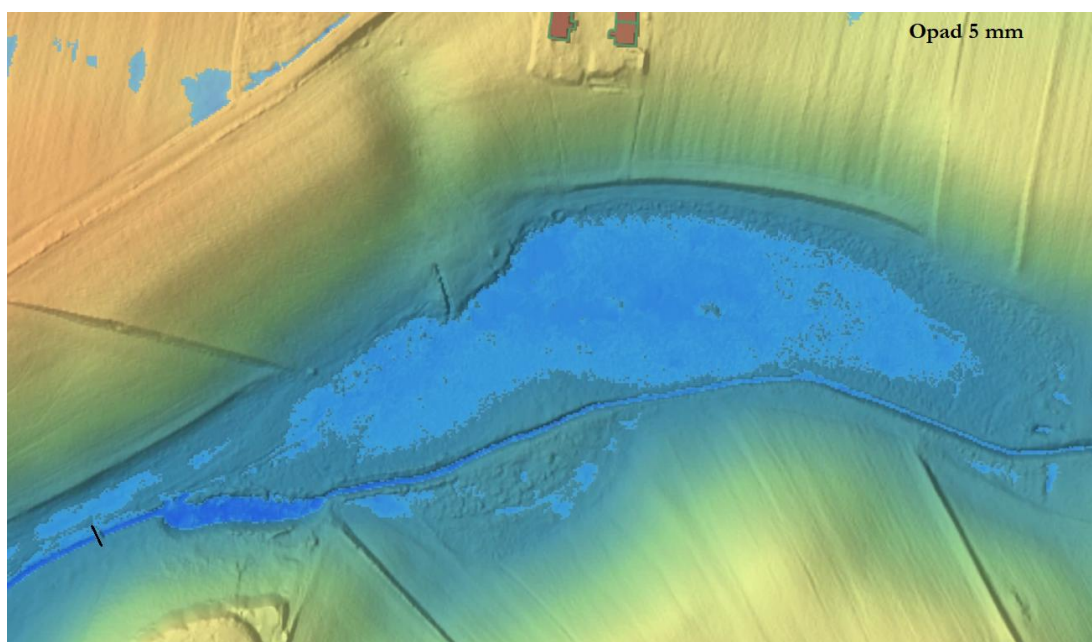
Rozpatrzono dwa warianty rozwiązań:

Wariant	Typ budowli	Rzędna korony [m n.p.m.]	Pojemność retencji czynnej [m ³]	Powierzchnia zalewu [km ²]	Uwagi
I	Zastawka szandorowa	84,60	ok. 7 880 (opad 10 mm)	1,69	prostszy technicznie, niskokosztowy

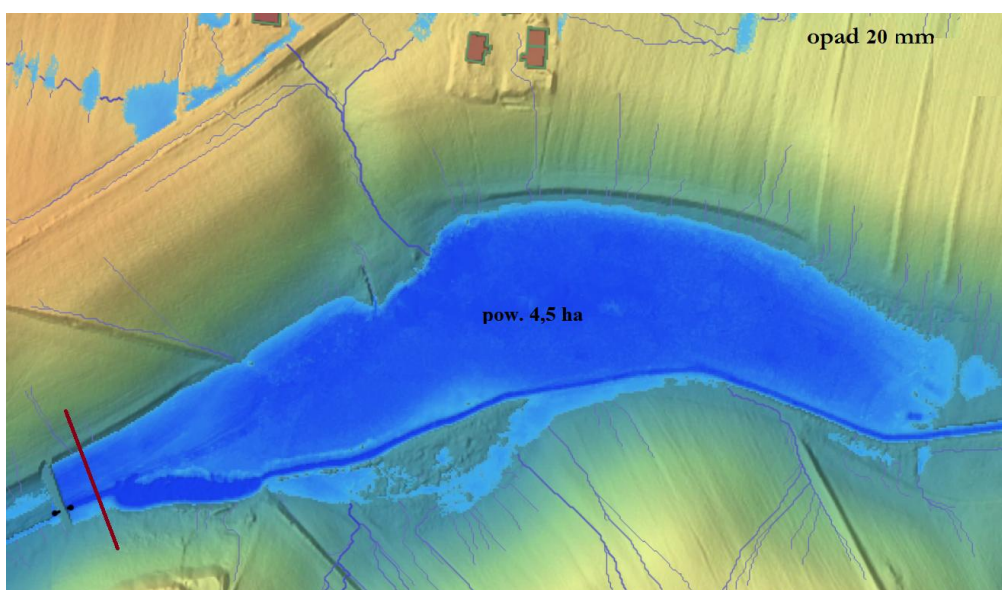
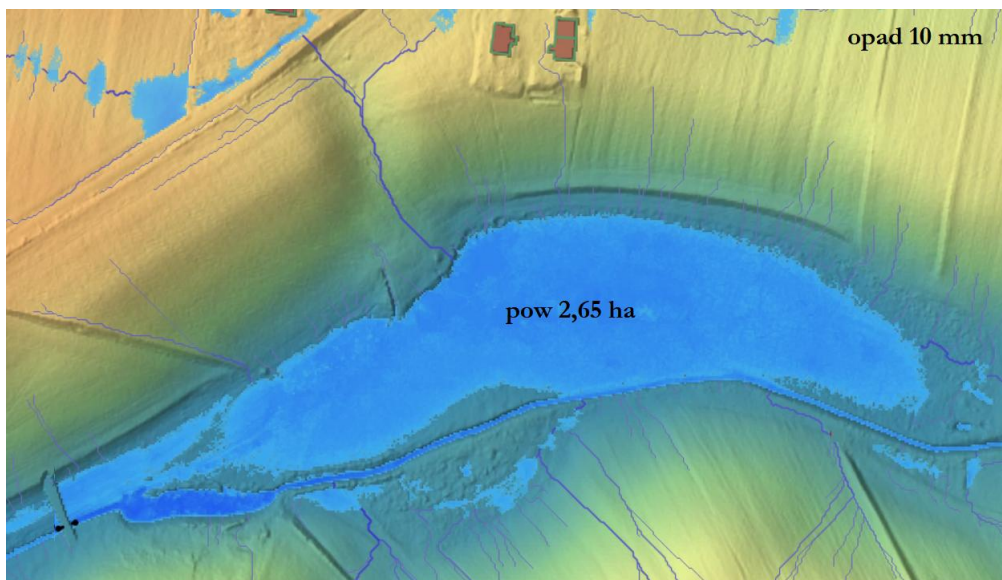
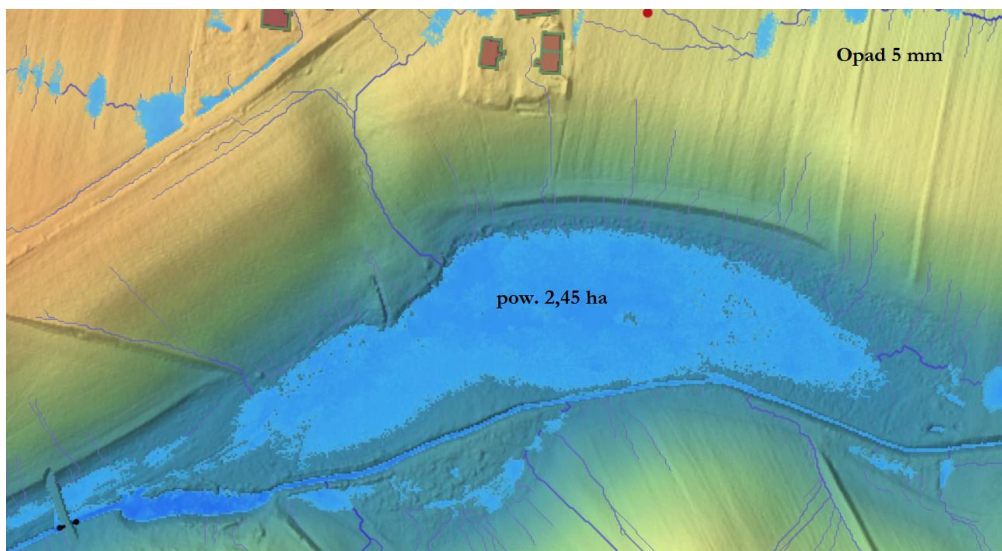
II	Grobla ziemna z przepustem/mni chem	85,20	ok. 16 000 (opad 20 mm)	1,89	zwiększona retencja i trwałość obiektu
----	-------------------------------------	-------	-------------------------	------	--

Parametry projektowanej budowli

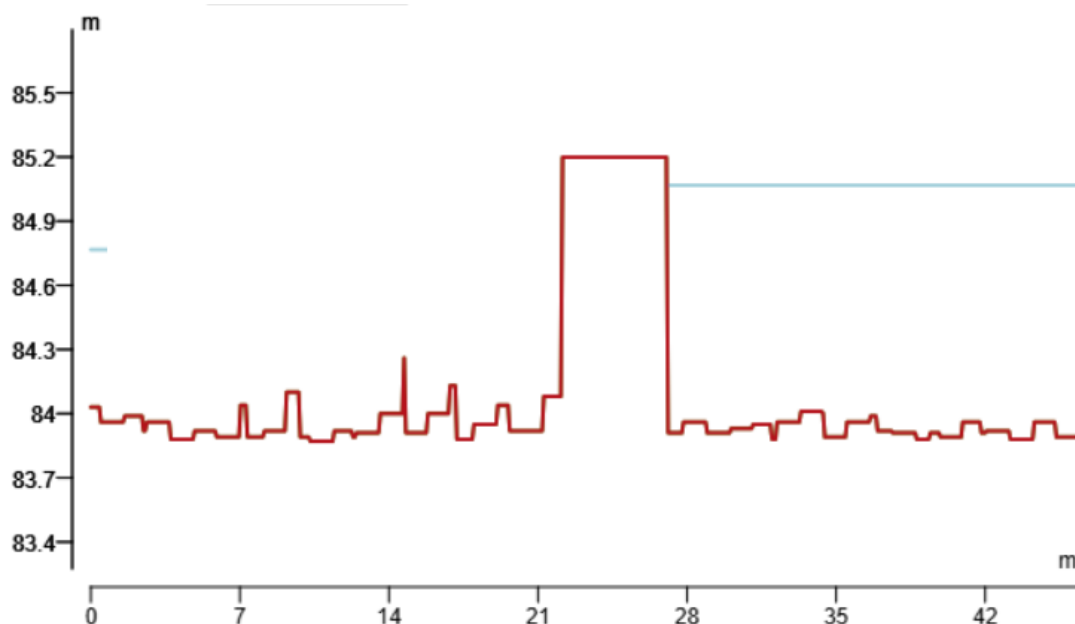
- Długość grobli: 30 m,
- Szerokość korony: 2,0 m,
- Nachylenie skarp: 1:3,
- Rodzaj gruntu: glina zwałowa miejscowa, zagęszczona,
- Przepust: betonowy lub PVC Ø600–800 mm z zastawką szandorową,
- Rzędna korony grobli: 85,20 m n.p.m.,
- Rzędna progu przepustu: 84,60 m n.p.m.



Ryc. 6.4.1.12. Model dla Wariantu 1 - budowa zastawki - korona 84,6 m.



Ryc. 6.4.1.13. Model dla Wariantu 2 - budowa grobli. Zasięg wód i głębokość wody przy opadzie 5 mm, 10 mm i 20 mm..



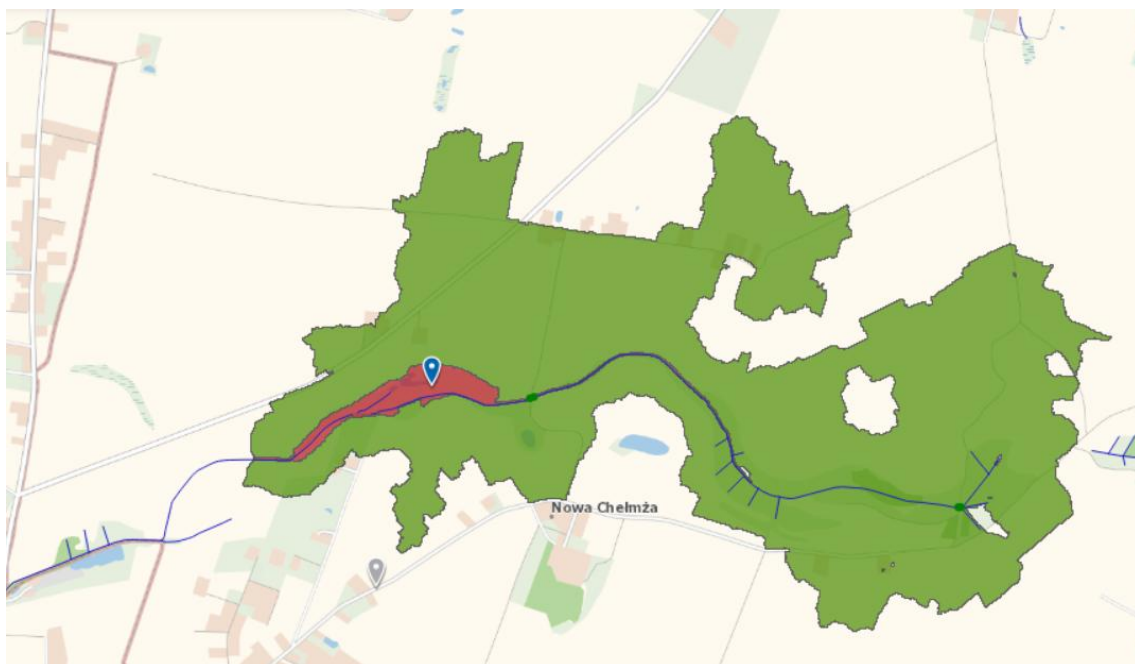
Ryc. 6.4.1.14. Profil poprzeczny przez budowle wodną, rzędna korony 85,2 m

Zasięg oddziaływania piętrzenia

Analiza numerycznego modelu terenu wskazuje, że:

- przy piętrzeniu do 85,00 m n.p.m. zgromadzona objętość wody wynosi ok. 16 000 m³,
- przy piętrzeniu do 84,61 m n.p.m. – ok. 7 880 m³,
- przy piętrzeniu do 84,41 m n.p.m. – ok. 4 880 m³.

Łączna retencja (powierzchniowa + gruntowa) w wariantcie II szacowana jest na 38 624 m³.



Ryc. 6.4.1.11. Zasięg oddziaływania piętrzenia na korzystne retencjonowanie wód w gruncie.

6.4.1.5. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne

- Zwiększenie pojemności retencyjnej doliny do 16 000 m³,
- Zahamowanie odpływu powierzchniowego i erozji w dolinie,
- Stabilizacja poziomu wód gruntowych w otoczeniu (wzrost o 20–40 cm),
- Wydłużenie okresu retencji po opadach i roztopach,
- Zwiększenie infiltracji i lokalnego zasilania wód podziemnych.

Efekty środowiskowe

- Odtworzenie i wzmocnienie siedlisk wodno-błotnych oraz wilgotnych łąk w obrębie naturalnego zagłębienia dolinnego.
- Zwiększenie bioróżnorodności dzięki tworzeniu mozaiki siedlisk sprzyjających gatunkom związanym ze środowiskami wodnymi i podmokłymi.
- Poprawa jakości wód poprzez spowolnienie przepływu, naturalną filtrację i rozwój roślinności hydrofitowej.

- Wzrost wartości krajobrazowych i korzystnych efektów mikroklimatycznych, wynikających z obecności stałej powierzchni wody i roślinności.
- Ograniczenie skutków suszy rolniczej dzięki zwiększeniu retencji i stabilizacji wilgotności gleb w dolinie.

6.4.1.6. Wnioski i rekomendacje

1. Realizacja budowli piętrzącej na cieku Miałkusz jest hydrologicznie uzasadniona i środowiskowo pożądana.
2. Zaleca się ustalenie charakteru wód cieku w postępowaniu zgodnie z art. 219 ustawy Prawo Wodne
3. Zaleca się wybór wariantu II (grobla ziemna z przepustem), zapewniającego większą pojemność retencyjną i lepszą kontrolę przepływu.
4. Wymagane będzie opracowanie operatu wodnoprawnego zgodnie z art. 389 ust. 1 ustawy *Prawo wodne*, w przypadku gdy charakter wód cieku dotyczyć będzie wód płynących w przypadku wariantu I i II. W przypadku ustanowienia charakteru jako wody w rowie wariant I nie będzie wymagał pozwolenia wodnoprawnego.
5. Zaleca się wykonanie monitoringu hydrologicznego – pomiar poziomu piętrzenia, objętości wód i zasięgu cofki.
6. Rekomenduje się realizację inwestycji zwiększającej retencję w otoczeniu naturalnego zagłębienia dolinnego z zastosowaniem rozwiązań bliskich naturze (NBS), poprzez zachowanie i wykorzystanie istniejących form terenowych, ograniczenie prac ziemnych do niezbędnego minimum, kształtowanie skarp i stref brzegowych w sposób sprzyjający infiltracji oraz wprowadzenie roślinności stabilizującej. Takie podejście wzmacnia naturalne procesy retencyjne i samooczyszczania, zwiększa bioróżnorodność oraz zapewnia długotrwałą stabilność ekosystemu przy minimalnej presji technicznej.
7. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Toruniu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
8. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - KIP
 - operatu wodnoprawnego

- projektu biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.
9. Planowane działania wpisują się ramy finansowe:
- przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE
 - uzyskanie rekompensat wynikających z wymogów GAEC 2 w przypadku odtwarzania terenów podmokłych na działkach m.in. 59/1, 58, 18, 45/2 obręb Nowa Chełmża.



Ryc. 6.4.1.12. Zasięg działek objętych normą GAEC 2 według portalu IUNG-PIB (<https://gaec2.iung.pl/> - Portal GAEC2).

Realizacja projektu pozwoli na:

- odtworzenie naturalnej funkcji retencyjnej doliny Miałkusza,
- zwiększenie retencji w otoczeniu doliny cieku
- zabezpieczenie lokalnych ekosystemów przed skutkami suszy,
- zwiększenie odporności krajobrazu rolniczego na ekstremalne zjawiska hydrologiczne.

Projekt stanowi niskonakładowe, prośrodowiskowe rozwiązanie, łączące cele gospodarki wodnej, ochrony środowiska i adaptacji do zmian klimatu.

6.4.2. Koncepcja hydrologiczna budowy zbiornika retencyjnego w Czernikowie

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel opracowania

Celem opracowania jest przygotowanie koncepcji hydrologiczno-technicznej budowy zbiornika retencyjnego w miejscowości Czernikowo, którego głównym zadaniem jest:

- ograniczenie lokalnych podtopień w północnej części Czernikowa (obrzeża miejscowości),
- zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych w zlewni,
- poprawa bezpieczeństwa przeciwpowodziowego na obszarze zurbanizowanym,
- stworzenie siedlisk wodno-błotnych i strefy buforowej, sprzyjającej bioróżnorodności.

Projekt zakłada budowę zbiornika retencyjnego o pojemności 9 900 m³ poprzez wykonanie wykopu ziemnego, uformowanie misy zbiornika i włączenie go do istniejącego systemu odwodnienia wzdłuż działki drogowej nr 53/6.

6.4.2.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

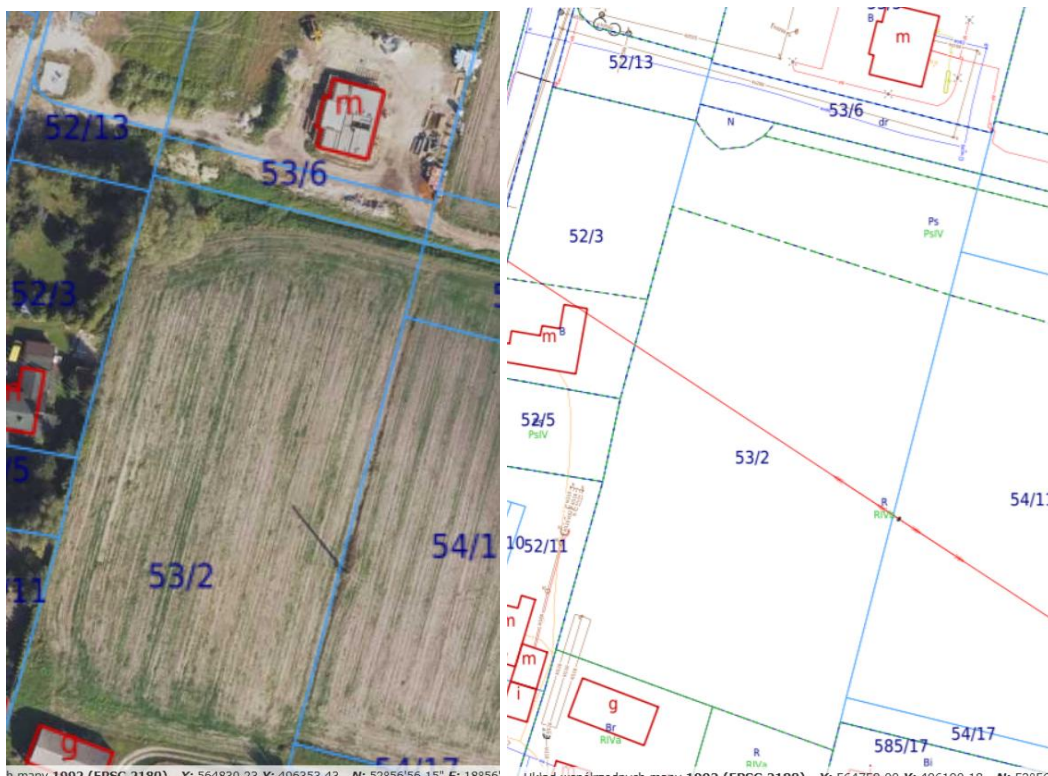
Planowana inwestycja zlokalizowana jest na działkach:

- nr 53/2 – grunt rolny (RIVb/PsIV/N),
- nr 53/6 – działka drogowa z rowem melioracyjnym, obręb Czernikowo, gmina Czernikowo, powiat toruński.

Rów melioracyjny przy działce 53/6 odprowadza wody opadowe z terenów przyległych i po intensywnych opadach doprowadza do podtopień pasa drogowego i posesji przy ul. Akacjowej.

Analiza hydrologiczna wykonana w oparciu o model numeryczny terenu (DEM 1 m) wykazała, że:

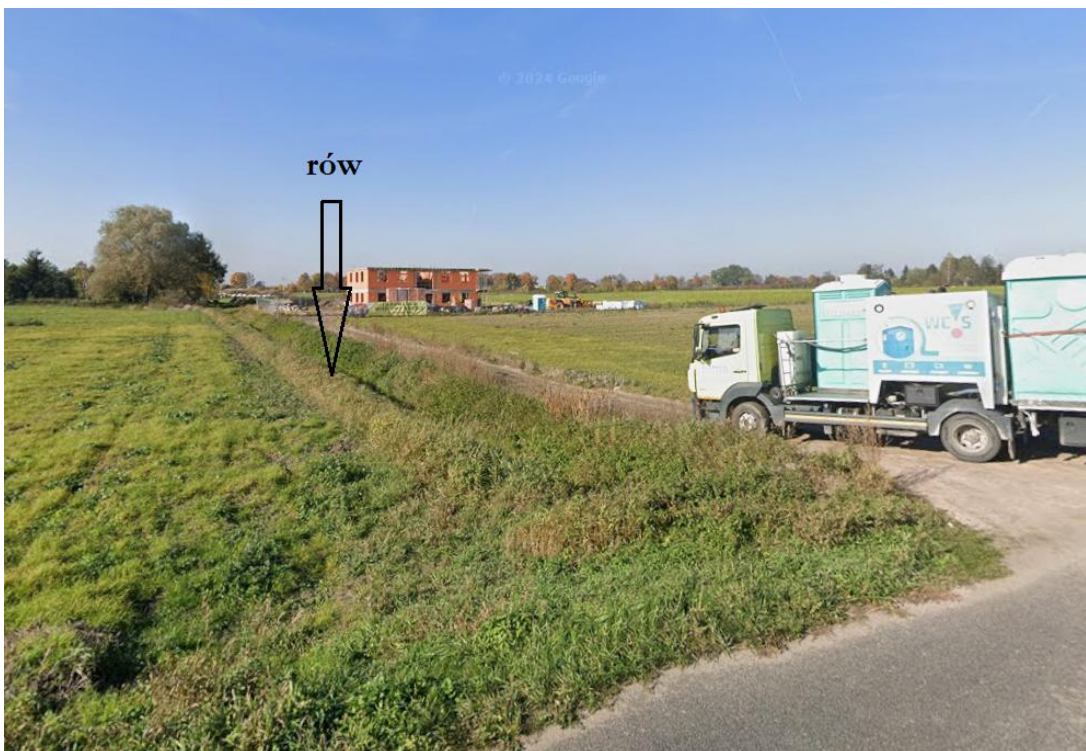
- w przypadku opadu 5 mm/30 min zasięg podtopień obejmuje niewielkie obniżenia przydrożne,
- przy opadzie 20 mm/30 min – woda podchodzi do rzędnej 95,52 m n.p.m.,
- przy opadzie 40 mm/30 min – woda sięga rzędnej 95,80 m n.p.m., obejmując znaczną część działki 53/2 i drogi.



Ryc. 6.4.2.1. Planowana lokalizacja inwestycji na działkach 53/2 (działka rolna RIVb/PsIV/N) i 53/6 (działka drogowa), obręb Czernikowo, Gmina Czernikowo.



Fot. 6.4.2.1. Widok na działkę 53/2 od strony ulicy Akacjowej.



Fot. 6.4.2.2. Widok na działkę drogową nr 53/6 oraz rów przed wlotem do przepustu.



Fot. 6.4.2.3. Widok na działkę nr 53/2, działkę drogową nr 53/6 oraz rów przed wlotem do przepustu.



Fot. 6.4.2.4. Rów powyżej projektowanego zbiornika (fotografia po lewej). Wylot z kanalizacji deszczowej powstającego osiedla (fotografia po prawej).



Fot. 6.4.2.5. Rów powyżej projektowanego zbiornika



Fot. 6.4.2.6 .Rów poniżej projektowanego zbiornika.



Fot. 6.4.2.7. Przepust pod ulicą Akacjową oraz rów poniżej ulicy Akacjowej, gdzie wchodzi w rurociąg.

6.4.2.3. Charakterystyka hydrologiczna i założenia projektowe

Projekt zakłada budowę zbiornika retencyjnego o wymiarach 110 × 45 m i powierzchni 0,49 ha (4 950 m²), który będzie przyjmował wody płynące rowem wzdłuż działki 53/6.

Parametr	Jednostka	Wartość / Rzędna
Powierzchnia zbiornika	m ²	4 950
Głębokość maksymalna	m	1,7
Pojemność całkowita	m ³	9 900
Pojemność czynna (retencyjna)	m ³	3 465
Rzędna dna	m n.p.m.	93,30
Rzędna normalnego poziomu wody (NPP)	m n.p.m.	94,32
Rzędna maksymalnego piętrzenia (MWP)	m n.p.m.	95,00

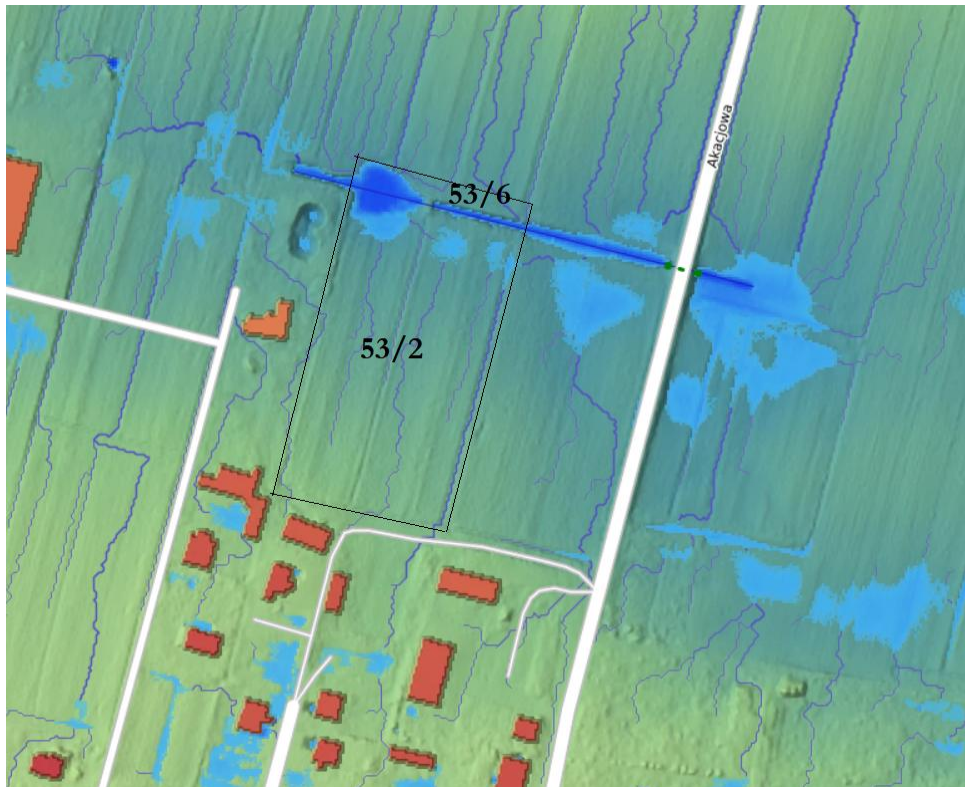
Rzędna wylotu (przepust pod ul. Akacjową)	m n.p.m.	94,32
---	----------	-------

Zbiornik został zaprojektowany tak, aby:

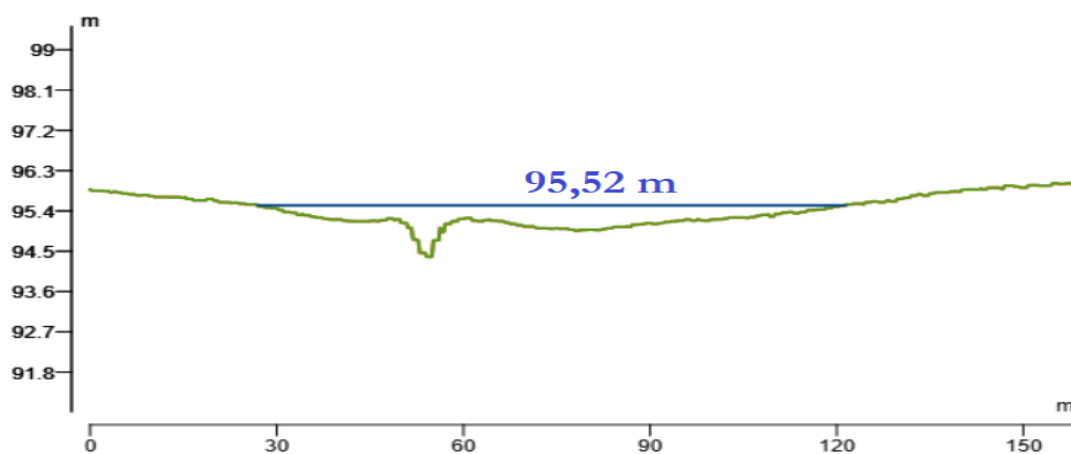
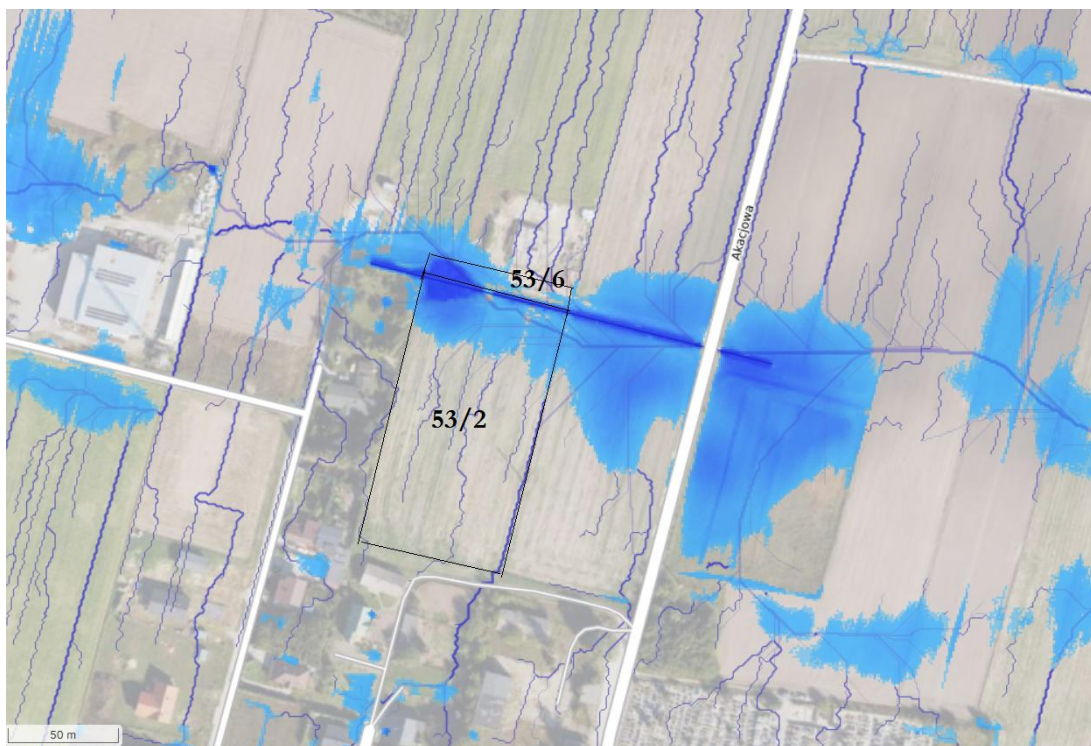
- przyjąć wody z opadu 40 mm/30 min (3 465 m³),
- zredukować zasięg podtopień do poziomu nieprzekraczającego rzędnej 95,0 m n.p.m.,
- utrzymywać wodę w zakresie roboczym 94,3–95,0 m n.p.m. z powolnym odpływem przez istniejący przepust.



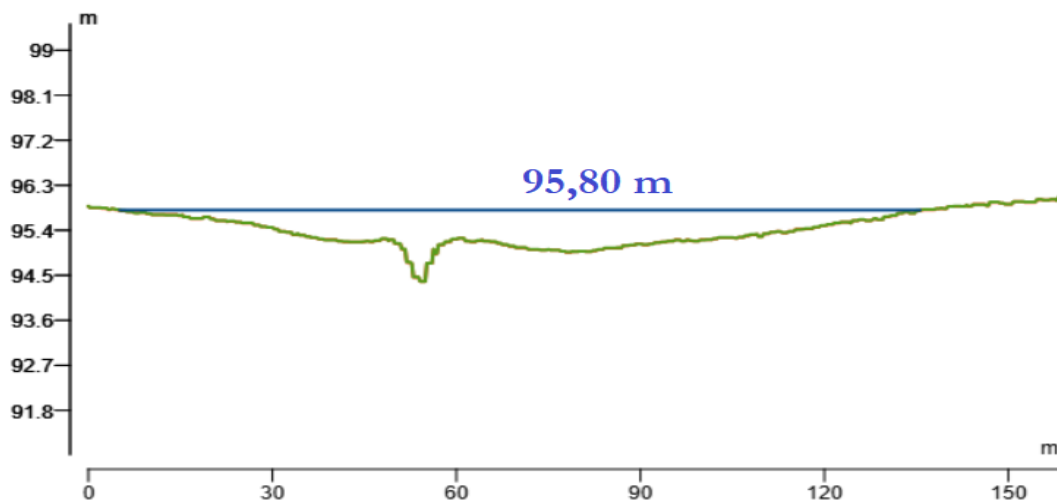
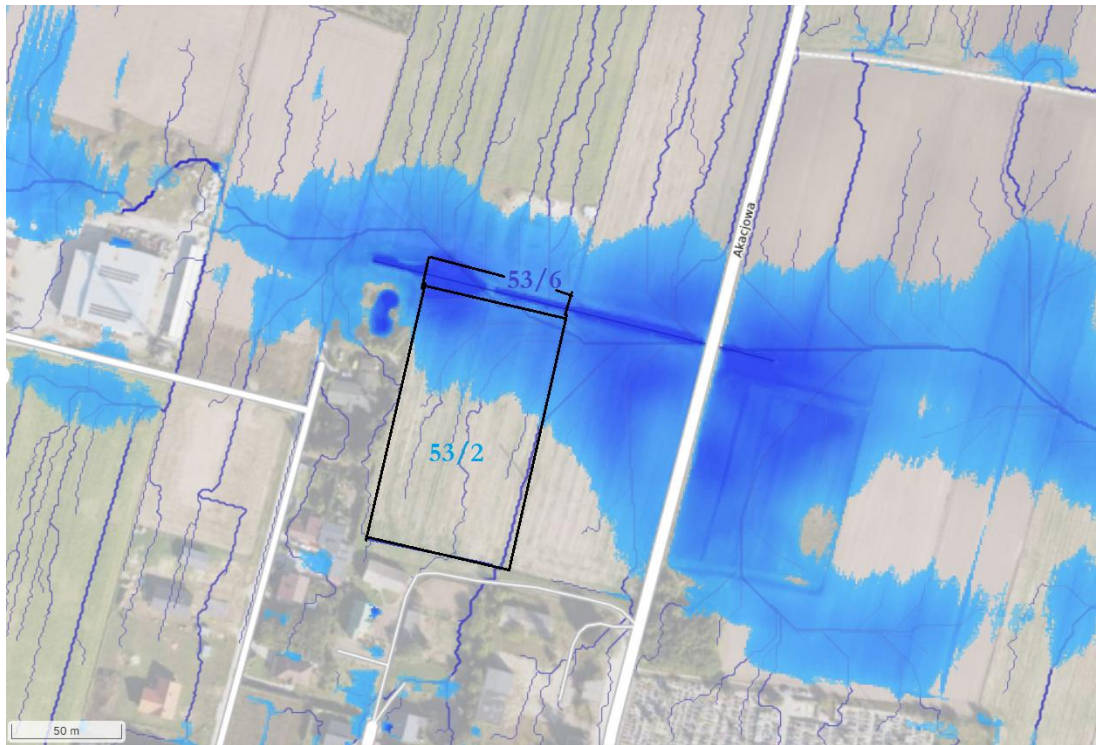
Ryc. 6.4.2.2. Zasięg zlewni drenowanych wód opadowych do profilu rowy melioracyjnej na działce 53/6 i 53/2.



Ryc. 6.4.2.3. Zasięg podtopień po intensywnych opadach deszczu - 5 mm na pół godziny.



Ryc. 6.4.2.4. Stan obecny - mapa zasięgu podtopień po intensywnych opadach deszczu - 20 mm na pół godziny. Na przekroju poprzecznym zaznaczono rzędną 95,52 m do jakiej następują podtopienia na działce 53/2 i 53/6 przy opadzie 20 mm.



Ryc. 6.4.2.5. Stan obecny - mapa zasięgu podtopień po intensywnych opadach deszczu - 40 mm na pół godziny. Na przekroju poprzecznym zaznaczono rzędną 95,8 m do jakiej następują podtopienia na działce 53/2 i 53/6 przy opadzie 40 mm.

Zakres robót ziemnych

W celu uformowania misy zbiornika planuje się:

- wykopanie i wywiezienie 9 900 m³ mas ziemnych,
- profilowanie skarp w nachyleniu 1:4,
- wykonanie strefy płytkowodnej i litoralu,

- odtworzenie odpływu przez rów i przepust pod ul. Akacjową,
- umocnienie wlotu i wylotu (kamień łamany, humusowanie).

Ziemia z wykopu zostanie wywieziona poza teren inwestycji, zgodnie z zasadami gospodarki odpadami (kod 17 05 04 – ziemia i kamienie).

6.4.2.4. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

Zasilanie i odpływ

Zbiornik będzie zasilany wodami:

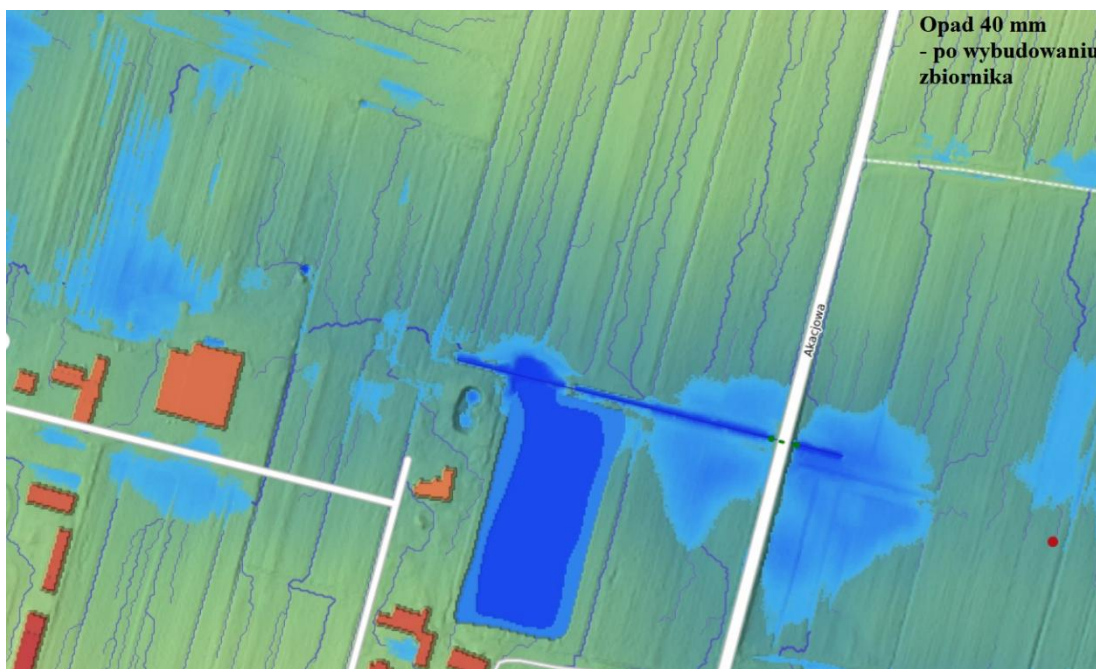
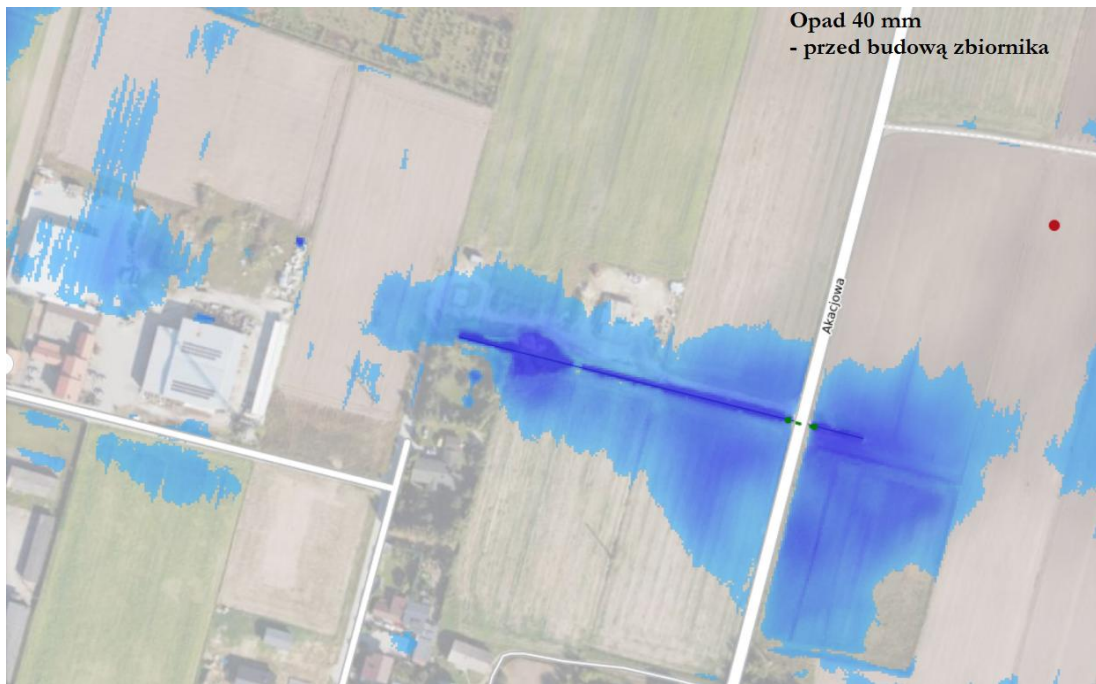
- spływającymi z powierzchni zlewni z ul. Akacjowej i terenów rolnych,
- odcinkiem rowu przy działce 53/6.

Odpływ ze zbiornika nastąpi poprzez istniejący przepust pod ul. Akacjową – regulowany piętrzeniem do rzędnej 94,32 m n.p.m.

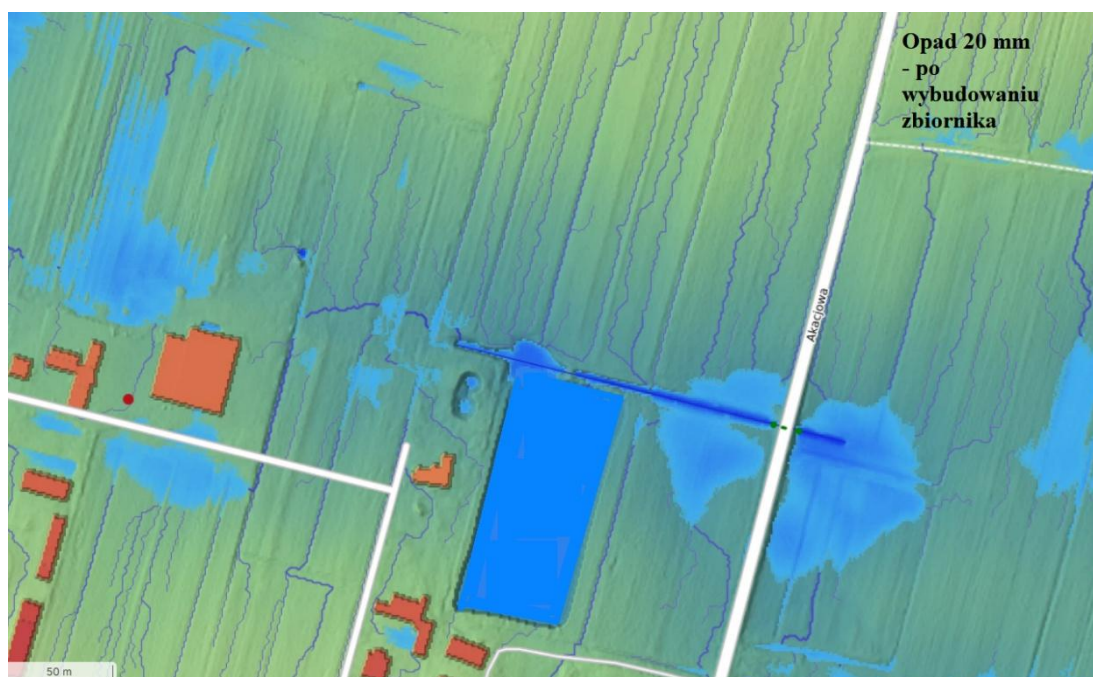
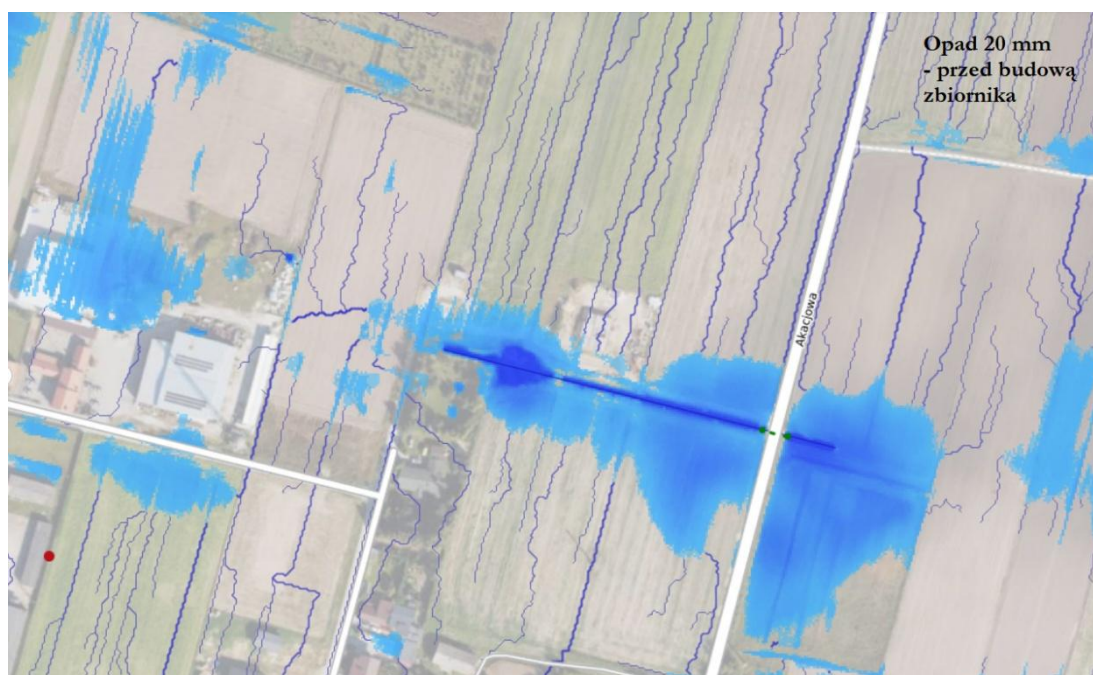
Zbiornik opróżnia się grawitacyjnie po ustaniu opadów, powoli obniżając poziom wody do NPP, zapewniając dłuższą retencję.

Układ funkcjonalny zbiornika

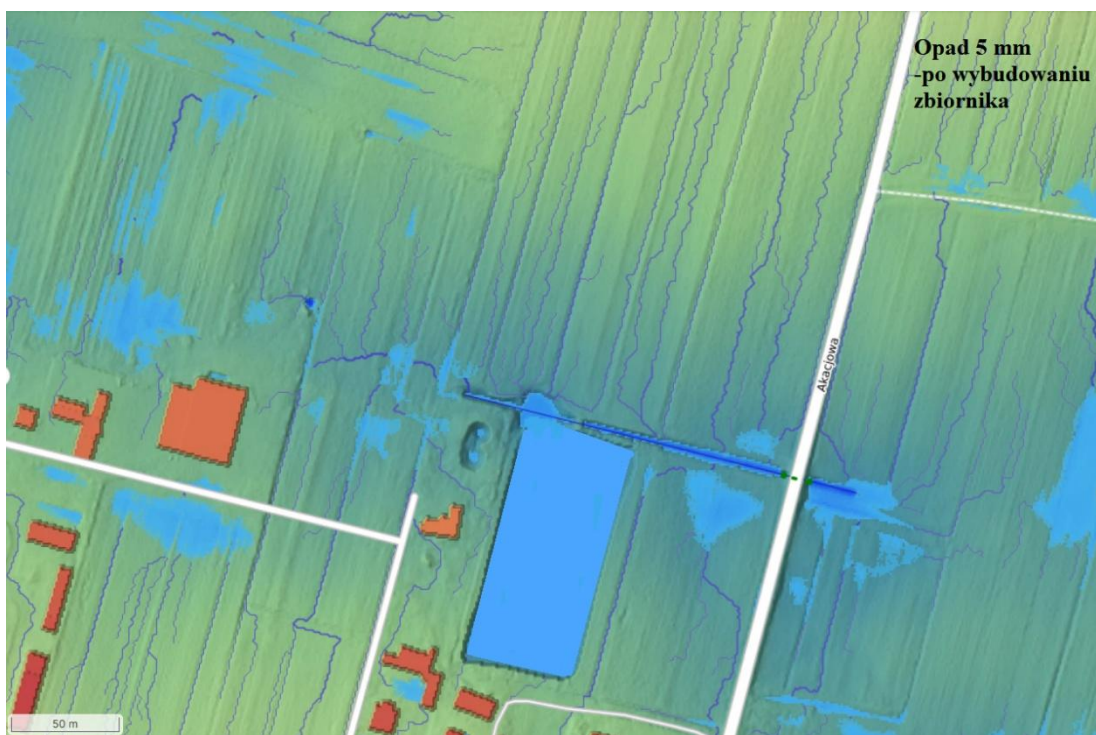
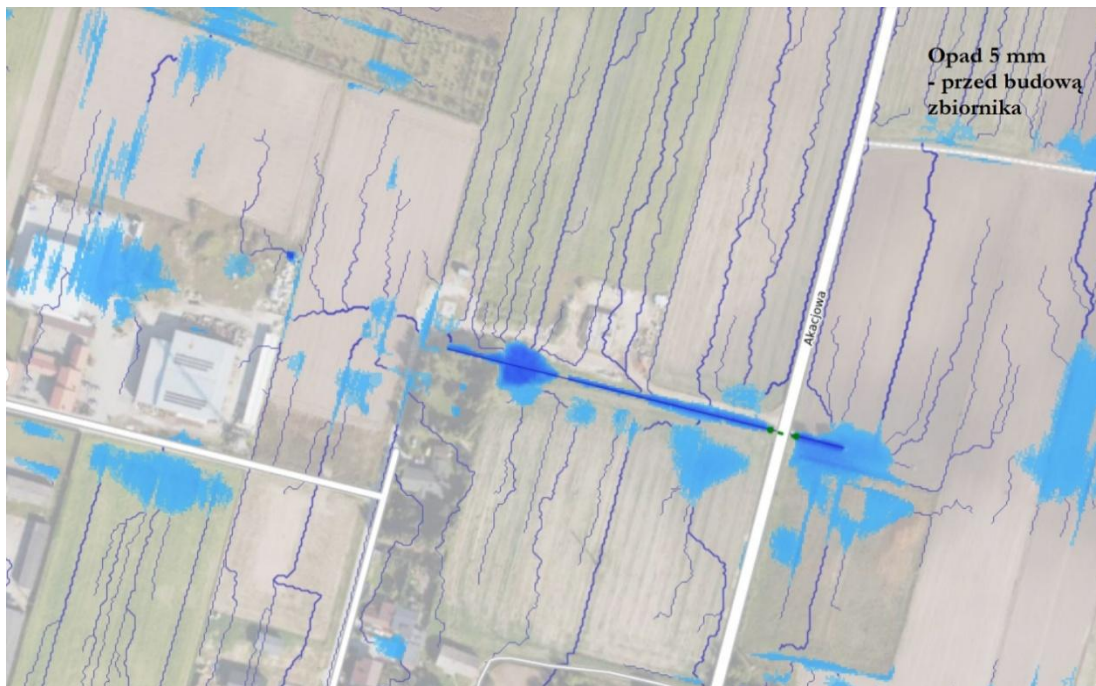
- Strefa litoralna (94,3–94,6 m n.p.m.) – płytkowodne obszary o głębokości 0,2–0,4 m, stanowiące siedlisko dla roślin hydrofitowych.
- Część centralna (94,6–95,0 m n.p.m.) – głębsza, zapewniająca retencję i akumulację osadów.
- Strefa buforowa (nadbrzeżna) – pas zieleni ochronnej o szerokości min. 5 m.



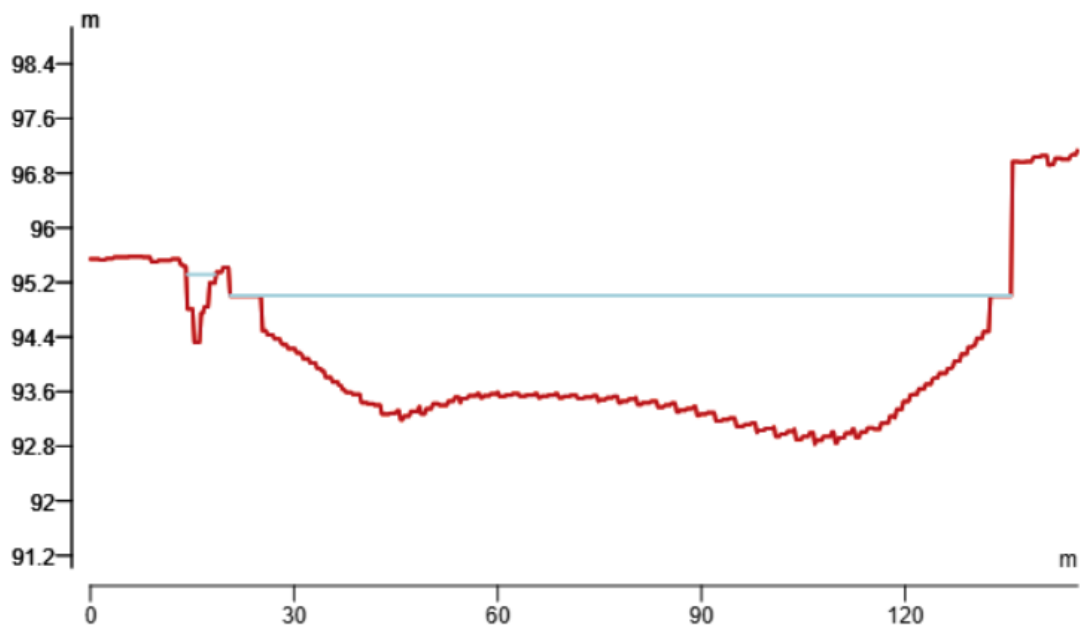
Ryc. 6.4.2.6. Porównanie zmian zasięgu podtopień przed i po wybudowaniu zbiornika – opad 40 mm .



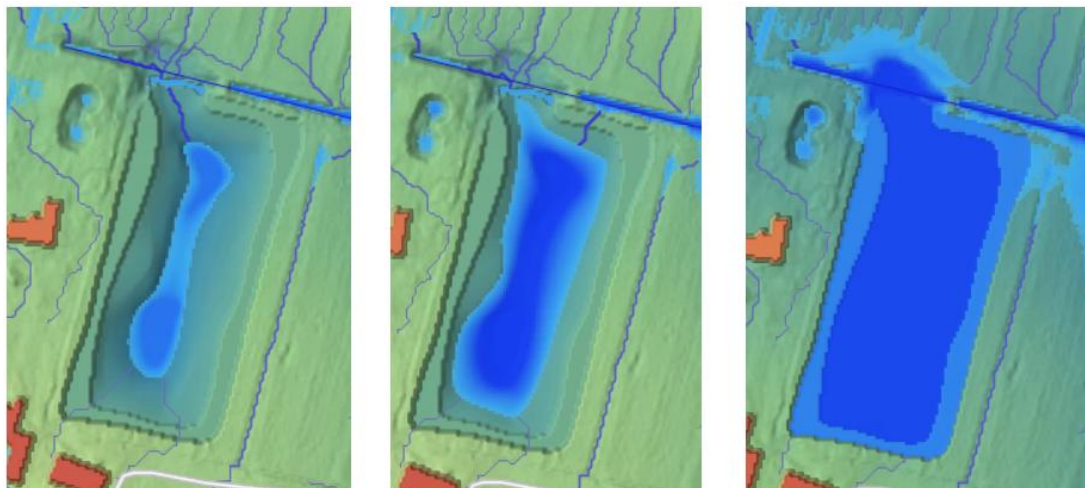
Ryc. 6.4.2.7. Porównanie zmian zasięgu podtopień przed i po wybudowaniu zbiornika – opad 20 mm .



Ryc. 6.4.2.8. Porównanie zmian zasięgu podtopień przed i po wybudowaniu zbiornika – opad 5 mm .



Ryc. 6.4.2.9.Przekrój poprzeczny przez czasę zbiornika wraz z poziomem wody przy opadzie 40 mm.



Ryc. 6.4.2.10.Etapy wypełniania się zbiornika wodą.

6.4.2.5. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne

- Zwiększenie pojemności retencyjnej zlewni o 9 900 m³,
- Redukcja zasięgu podtopień w rejonie drogi i przyległych posesji,
- Ograniczenie prędkości odpływu wód z terenów rolnych,
- Zmniejszenie kulminacji fali odpływowej po intensywnych opadach,
- Poprawa bezpieczeństwa powodziowego obszaru zabudowanego,
- Zwiększenie zdolności infiltracji i zasilania wód gruntowych.

Efekty środowiskowe

- Odtworzenie stref wodno-błotnych i litoralu, sprzyjających rozwojowi naturalnej roślinności szuwarowej oraz stabilizacji strefy brzegowej.
- Poprawa jakości wód powierzchniowych dzięki zwiększonej retencji, spowolnieniu przepływu i naturalnym procesom filtracji.
- Wzrost bioróżnorodności poprzez stworzenie mozaiki siedlisk odpowiednich dla organizmów wodnych i terenów podmokłych.
- Podniesienie walorów krajobrazowych i lokalnego mikroklimatu w wyniku zwiększenia udziału wód otwartych i roślinności hydrofitowej.
- Utworzenie naturalnej strefy buforowej ograniczającej dopływ biogenów i zawiesin do odbiorników wód.

6.4.2.7. Wnioski i rekomendacje

1. Budowa zbiornika na działce 53/2 jest hydrologicznie uzasadniona i środowiskowo korzystna.
2. Zbiornik o pojemności 9 900 m³ skutecznie przejmie wody z opadów do 40 mm/30 min, eliminując zjawisko podtopień.
3. Prace ziemne należy prowadzić z zachowaniem spadków dna i stabilności skarp.
4. Masę ziemną (9 900 m³) należy wywieźć poza teren inwestycji i zagospodarować zgodnie z przepisami o gospodarce odpadami.
5. Z punktu widzenia środowiskowego zbiornik przyczyni się do odtworzenia siedlisk wodno-błotnych, zwiększenia retencji biologicznej oraz poprawy jakości wód dzięki naturalnym procesom filtracji i sedymentacji.

6. Rekomenduje się stosowanie rozwiązań bliskich naturze (NBS), obejmujących minimalizację ingerencji w środowisko, zachowanie naturalnych form terenowych, wykorzystanie roślinności stabilizującej skarpy oraz kształtowanie czaszy zbiornika w sposób wspierający infiltrację, retencję i procesy samooczyszczania.
7. Po realizacji obiektu zaleca się wykonanie:
 - nasadzeń hydrofitowych w strefie litoralu,
 - monitoringu poziomu wody i przepływu,
 - przeglądów technicznych rowu i przepustu (min. raz w roku).
8. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Toruniu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
9. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - KIP
 - operatu wodnoprawnego
 - projektu biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.
2. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

Realizacja projektu budowy zbiornika retencyjnego w Czernikowie umożliwi:

- redukcję ryzyka podtopień w obszarze ulicy Akacjowej,
- zwiększenie pojemności retencyjnej zlewni o 9 900 m³,
- tworzenie siedlisk wodnych i poprawę warunków ekologicznych,
- wzrost bezpieczeństwa powodziowego i odporności krajobrazu na suszę.

Projekt stanowi przykład zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi, łączący cele hydrotechniczne, przyrodnicze i społeczne.

7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.

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

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

Wdrażanie działań retencyjnych etapami pozwala:

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

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

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

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

- a) działania agrotechniczne na polach uprawnych;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dobrze skoordynowane działania inwestycji wodnych prowadzą do:

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

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

Skuteczne wdrażanie działań retencyjnych wymaga konsolidacji podstawowych grup interesariuszy:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fundusze i programy krajowe:

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

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

Nabór: od 01.12.2025 r. do 31.03.2026 r.

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

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

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 70% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 720 mln PLN

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

Nabór: od 30.09.2025 r. do 30.04.2026 r.

Zakres wsparcia:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Podtyp I: Projekty edukacyjne realizowane w szkołach z elementami infrastrukturalnymi - kompleksowe projekty dotyczące podnoszenia świadomości nt. zmian klimatu i adaptacji do nich poprzez wdrażanie działań edukacyjno-informacyjnych równoległe z powiązаныmi działaniami adaptacyjnymi w zakresie zielononiebieskiej infrastruktury.

Nabór: od 29.08.2025 r. do 30.01.2026 r.

Zakres wsparcia:

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

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

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

Pula środków na nabór wniosków: 30 mln PLN

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

Nabór: co roku, do 2027

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

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

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

2) Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych.

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

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

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

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

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

Beneficjenci: rolnicy, spółdzielnie rolników

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

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

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

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

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

Fundusze regionalne

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

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

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

Zakres wsparcia:

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

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

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 100% wartości wydatków kwalifikowanych

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

2. Program Priorytetowy - WFOŚiGW w Toruniu.

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

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

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

- a) Poprawa gospodarki wodno-ściekowej:

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

b) Adaptacja do zmian klimatu:

- realizację zielono-błękitnej infrastruktury na terenach zabudowanych;
- modernizację kanalizacji deszczowej, umożliwiającą lokalną retencję, w tym budowę polderów zalewowych i systemów infiltracji wód deszczowych do gruntu;

c) Edukacja ekologiczna:

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

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

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

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

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

Minimalna kwota pożyczki: 80 tys. PLN.

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

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

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

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

Minimalny okres spłaty pożyczki uzależniony jest od wariantu pożyczki:

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

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

Karencja: nie dłużej niż 36 miesięcy

Udzielenie dofinansowania i umorzenia:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8. Wnioski i rekomendacje końcowe

8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji

1. Powiat toruński należy do obszarów silnie zagrożonych suszą, co wynika z niskiej jeziorności, dominacji krajobrazu rolniczego, dużego udziału gleb lekkich oraz wysokiego deficytu opadów przy rosnącej ewapotranspiracji w sezonie wegetacyjnym.
2. Analizy klimatyczne i wyniki PPSS potwierdzają częste występowanie suszy atmosferycznej i rolniczej na większości obszaru powiatu oraz narastającą presję zmian klimatu, która pogarsza warunki dla rolnictwa i zasobów wodnych.

3. Koncepcja systemu małej retencji wykazała, że rozproszone zbiorniki retencyjne, regulowana melioracja, renaturyzacja dolin oraz ochrona mokradeł mogą znacząco zwiększyć retencję krajobrazową, a działania leśne i agroekologiczne stanowią kluczowe uzupełnienie inwestycji technicznych.
4. Opracowane obiekty pilotażowe – retencja w naturalnym obniżeniu dolinnym w Nowej Chełmży oraz zbiornik retencyjny w Czernikowie – potwierdziły możliwość zwiększenia pojemności retencyjnej, redukcji podtopień oraz poprawy warunków siedliskowych przy umiarkowanych nakładach.

8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych

1. Wskazane jest, aby na poziomie powiatu opracować i wdrożyć własny program retencji wodnej, koordynujący działania gmin, zarządców wód oraz LPW. Program ten powinien obejmować rozwój małej retencji, modernizację systemów melioracyjnych oraz ochronę terenów podmokłych jako istotny element adaptacji do zmian klimatu.
2. Priorytetem powinno być wdrożenie zaprojektowanych inwestycji pilotażowych, które mogą pełnić funkcję demonstracyjną i stanowić podstawę do rozwijania podobnych rozwiązań w innych częściach powiatu.
3. Konieczne jest stopniowe przekształcanie tradycyjnych systemów melioracyjnych w systemy regulowanej retencji poprzez stosowanie zastawek, progów i lokalnych piętrzeń oraz zmianę zasad utrzymania rowów, tak aby pełniły funkcję retencyjną, a nie wyłącznie odwadniającą.
4. Wskazane jest dalsze rozwijanie małej retencji leśnej oraz działań agroekologicznych zwiększających chłonność gleb, takich jak pasy roślinności, międzyplony czy praktyki przeciwoerozyjne, co pozwoli na wzmocnienie retencji glebowej i ograniczenie strat wody.
5. Niezbędne jest zapewnienie spójności działań retencyjnych z planowaniem przestrzennym poprzez rezerwowanie terenów pod retencję, wprowadzanie wymogów dotyczących retencji na nowych terenach zabudowy oraz ochronę przestrzeni dolinnych o wysokim potencjale retencyjnym.
6. Rekomenduje się rozwijanie współpracy instytucjonalnej w ramach LPW oraz wzmocnienie edukacji skierowanej do rolników, mieszkańców i samorządów, aby podnieść świadomość znaczenia retencji w krajobrazie rolniczym i zurbanizowanym.

8.3. Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań

1. Wymagane jest przeprowadzenie szczegółowego modelowania hydrologicznego dla wybranych zlewni rolniczych i zurbanizowanych, z analizą skutków suszy i opadów nawałnych oraz prognozą efektów planowanych inwestycji retencyjnych.
2. Należy opracować mapę potencjału retencyjnego powiatu obejmującą obniżenia terenowe, systemy rowów, obszary o wysokiej podatności na suszę oraz miejsca o największej efektywności retencji powierzchniowej i glebowej.
3. Wskazane jest rozszerzenie monitoringu wodnego i glebowego, w tym obserwacji poziomu wód gruntowych i wypełnienia nowych obiektów retencyjnych, co pozwoli lepiej ocenić efekty ich działania.
4. Kolejnym krokiem powinno być stopniowe wdrażanie podobnych działań pilotażowych w innych gminach, z dostosowaniem rozwiązań do lokalnych warunków glebowych, przestrzennych i klimatycznych, aby stworzyć sieć rozproszonych inwestycji retencyjnych obejmującą cały powiat.

9. Literatura

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

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

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja projektowanego obiektu na cieku o nazwie Miałkusz.

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

1. Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu toruńskiego
2. Ryc.1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu toruńskiego
3. Rys. 2.2.1. Przebieg opadów w Toruniu i Płocku: a) roczne sumy opadów atmosferycznych, b) różnice rocznych sum w wieloleciu 1991-2020.
4. Rys. 2.2.2. Przebieg temperatury w Toruniu i Płocku w wieloleciu 1991-2020: a) średnia roczna temperatura, b) różnice temperatury w okresie wegetacyjnym (IV-IX). Rys. 2.2.3. Przebieg ETo i KBW (mm) w Toruniu i Płocku w wieloleciu 1991-2020.
5. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu toruńskiego.
6. Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
7. Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
8. Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
9. Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
10. Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
11. Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
12. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

13. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie toruńskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu znińskiego).
14. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie toruńskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
15. Ryc. 4.2.2. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie zimowym (październik–marzec) na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
16. Ryc. 4.2.3. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w powiatach woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014.
17. Ryc. 6.4.1.2. Budowa geologiczna. SMGP 1:50 000 arkusz Chełmża.
18. Ryc. 6.4.1.3. Lokalizacja planowanej budowli na tle numerycznego modelu terenu wraz z siecią głównych ścieżek spływu wód opadowych.
19. Ryc. 6.4.1.4. Lokalizacja planowanej budowli na tle mapy ewidencyjnej waz z rzeźbą terenu
20. Ryc. 6.4.1.5. Zasięg zlewni drenującej wodę do profilu projektowanej budowli wodnej. Powierzchnia 22,02 km². Przy opadzie 20 mm możliwy spływ wód w ilości 349,272.88 m³.
21. Ryc. 6.4.1.6. Mapa sieci drenażu wód wraz z podziałem na zlewnie cząstkowe przy opadzie 5 mm.
22. Ryc. 6.4.1.7. Przekrój poprzeczny przez dolinę w rejonie planowanej budowli piętrzącej. Poziom wody przy opadzie 20 mm. Rzędna poziomu wody zgromadzonej w obniżeniu dolinnym, to 84,41 m.
23. Ryc. 6.4.1.8. Mapa sieci drenażu wód wraz z podziałem na zlewnie cząstkowe przy opadzie 20 mm.
24. Ryc. 6.4.1.9. Przekrój poprzeczny przez dolinę w rejonie planowanej budowli piętrzącej. Poziom wody przy opadzie 20 mm. Rzędna poziomu wody zgromadzonej w obniżeniu dolinnym, to 84,99 m.
25. Ryc. 6.4.1.10. Przekrój poprzeczny przez środkową część obniżenia w rejonie planowanej budowli piętrzącej. Poziom wody przy opadzie 20 mm. Rzędna poziomu wody zgromadzonej w obniżeniu dolinnym, to 84,99 m.

26. Ryc. 6.4.1.12. Model dla Wariantu 1 - budowa zastawki - korona 84,6 m.
27. Ryc. 6.4.1.13. Model dla Wariantu 2 - budowa grobli. Zasięg wód i głębokość wody przy opadzie 5 mm, 10 mm i 20 mm..
28. Ryc. 6.4.1.14. Profil poprzeczny przez budowle wodną, rzędna korony 85,2 m
29. Ryc. 6.4.1.11. Zasięg oddziaływania piętrzenia na korzystne retencjonowanie wód w gruncie.
30. Ryc. 6.4.1.12. Zasięg działek objętych normą GAEC 2 według portalu IUNG-PIB (<https://gaec2.iung.pl/> - Portal GAEC2).
31. Ryc. 6.4.2.1. Planowana lokalizacja inwestycji na działkach 53/2 (działka rolna RIVb/PsIV/N) i 53/6 (działka drogowa), obręb Czernikowo, Gmina Czernikowo.
32. Ryc. 6.4.2.2. Zasięg zlewni drenowanych wód opadowych do profilu rowy melioracyjnego na działce 53/6 i 53/2.
33. Ryc. 6.4.2.3. Zasięg podtopień po intensywnych opadach deszczu - 5 mm na pół godziny.
34. Ryc. 6.4.2.4. Stan obecny - mapa zasięgu podtopień po intensywnych opadach deszczu - 20 mm na pół godziny. Na przekroju poprzecznym zaznaczono rzędna 95,52 m do jakiej następują podtopienia na działce 53/2 i 53/6 przy opadzie 20 mm.
35. Ryc. 6.4.2.5. Stan obecny - mapa zasięgu podtopień po intensywnych opadach deszczu - 40 mm na pół godziny. Na przekroju poprzecznym zaznaczono rzędna 95,8 m do jakiej następują podtopienia na działce 53/2 i 53/6 przy opadzie 40 mm.
36. Ryc. 6.4.2.6. Porównanie zmian zasięgu podtopień przed i po wybudowaniu zbiornika – opad 40 mm.
37. Ryc. 6.4.2.7. Porównanie zmian zasięgu podtopień przed i po wybudowaniu zbiornika – opad 20 mm .
38. Ryc. 6.4.2.8. Porównanie zmian zasięgu podtopień przed i po wybudowaniu zbiornika – opad 5 mm .
39. Ryc. 6.4.2.9. Przekrój poprzeczny przez czaszę zbiornika wraz z poziomem wody przy opadzie 40 mm.
40. Ryc. 6.4.2.10. Etapy wypełniania się zbiornika wodą.

4. Legendy i opisy map.

1. ET₀ – ewapotranspiracja potencjalna
2. ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju

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