



Rzeczpospolita  
Polska

Sfinansowane przez  
Unię Europejską  
NextGenerationEU



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

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Tucholskiego”

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

<b>1. Wprowadzenie i cel opracowania.....</b>	<b>1</b>
1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi. ....	1
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną. ....	2
1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego). ....	5
<b>2. Charakterystyka obszaru.....</b>	<b>7</b>
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozlewnie. ....	7
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach). ....	9
2.3. Charakterystyka gleb, użytkowania gruntów i pokrycia terenu (lasy, użytki rolne, tereny zurbanizowane Występowanie wód powierzchniowych (rzeki, potoki, jeziora, stawy, bagna, mokradła) oraz ich stan ekologiczny .....	14
2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych). ....	15
<b>3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego. ....</b>	<b>16</b>
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych. ....	16
3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych .....	17
3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe .....	25
<b>4. Koncepcja systemu małej retencji.....</b>	<b>31</b>
4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią. ....	31

4.2.	Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie według wybranych wskaźników.	
		32
<b>5.</b>	<b>Proponowane środki i rozwiązania.....</b>	<b>36</b>
5.1.	Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).	38
5.2.	Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.....	38
5.3.	Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych)..	39
5.4.	Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej. ....	40
5.5.	Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych). ....	44
5.6.	Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby). ....	51
	<b>Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej.....</b>	<b>56</b>
	<b>Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej (agromelioracje).....</b>	<b>57</b>
<b>6.</b>	<b>Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).....</b>	<b>59</b>
6.1.	Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.....	59
6.2.	Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja). ....	60
6.3.	Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).....	61
6.4.	Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia. ....	74
<b>7.</b>	<b>Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne. ....</b>	<b>101</b>
7.1.	Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).....	101
7.2.	Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi. ....	103

7.3. Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne). .....	106
<b>8. Wnioski i rekomendacje końcowe .....</b>	<b>116</b>
8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów .....	116
8.2. Rekomendacje strategiczne i operacyjne .....	117
8.3. Kierunki dalszych analiz i rozszerzenia działań .....	117
<b>9. Literatura .....</b>	<b>118</b>
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.

Koncepcja systemu małej retencji wodnej w powiecie tucholskim stanowi odpowiedź na specyficzne uwarunkowania przyrodnicze Borów Tucholskich oraz na problemy wodne wskazywane w Lokalne Partnerstwa Wodne (LPW) oraz liczne opracowania dotyczące gospodarki wodnej na obszarze woj. kujawsko-pomorskiego. Obserwuje się wzrost wrażliwości obszaru powiatu na skutki zmian klimatu, w tym częstsze i dłuższe okresy bezopadowe, obniżanie się poziomu wód gruntowych, a także występowanie gwałtownych opadów powodujących lokalne podtopienia i erozję gleb.

Powiat tucholski charakteryzuje się bardzo dużym udziałem lasów, rozległymi obszarami sandrowymi o wysokiej przepuszczalności gleb oraz znacznym udziałem obszarów chronionych, w tym parków krajobrazowych i rezerwatów przyrody. Pomimo relatywnie dużej liczby rzek, jezior i obszarów podmokłych, naturalna zdolność retencyjna krajobrazu jest ograniczana przez szybki odpływ infiltracyjny wód w glebach piaszczystych oraz historyczne przekształcenia hydrologiczne, w tym melioracje leśne i rolne. Skutkuje to obniżaniem się zwierciadła wód gruntowych, przesuszaniem siedlisk leśnych i torfowisk oraz wzrostem zagrożenia suszą hydrologiczną i ekologiczną.

Głównym celem koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie tucholskim jest poprawa bilansu wodnego poprzez zatrzymywanie wody jak najbliżej miejsca jej opadu, wydłużenie czasu jej retencji w krajobrazie oraz stabilizację warunków wodnych ekosystemów leśnych, wodnych i mokradłowych. Szczególny nacisk kładzie się na przeciwdziałanie skutkom suszy, ochronę zasobów wód podziemnych oraz zwiększenie odporności lasów i obszarów cennych przyrodniczo na zmiany klimatu.

System małej retencji w powiecie tucholskim opiera się na zintegrowanym podejściu, łączącym działania przyrodnicze, krajobrazowe i techniczne, z poszanowaniem funkcji ochronnych obszarów leśnych i przyrodniczych. Obejmuje on m.in. renaturyzację cieków i dolin rzecznych, ochronę i odtwarzanie mokradeł, torfowisk i starorzeczy, tworzenie i odtwarzanie niewielkich zbiorników wodnych oraz oczek śródleśnych, a także budowę i modernizację prostych urządzeń piętrzących w rowach leśnych i ciekach.

Istotnym elementem koncepcji jest modernizacja i dostosowanie istniejących systemów melioracyjnych, zwłaszcza na terenach leśnych, w kierunku melioracji zrównoważonej, umożliwiającej czasowe piętrzenie wód i ograniczenie ich odpływu w okresach suchych. Działania te sprzyjają stabilizacji poziomu wód gruntowych, poprawie warunków siedliskowych oraz ograniczeniu ryzyka pożarowego w lasach.

Koncepcja zakłada również działania ukierunkowane na ograniczenie skutków intensywnych opadów, w tym spowalnianie odpływu wód w górnych odcinkach zlewni, zwiększenie pojemności retencyjnej naturalnych obniżen terenu oraz poprawę zdolności infiltracyjnych gleb. Działania te przyczyniają się do zmniejszenia ryzyka lokalnych podtopień, erozji gleb i degradacji koryt cieków.

Realizacja koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie tucholskim powinna mieć charakter etapowy i być prowadzona w ścisłym powiązaniu z analizą zlewni i mikrozwlewni, z uwzględnieniem funkcji przyrodniczych, leśnych i turystycznych obszaru. Wdrożenie zaproponowanych działań przyczyni się do poprawy bilansu wodnego, zwiększenia odporności ekosystemów na skutki zmian klimatu, ochrony zasobów wodnych oraz zachowania wysokich walorów przyrodniczych powiatu tucholskiego.

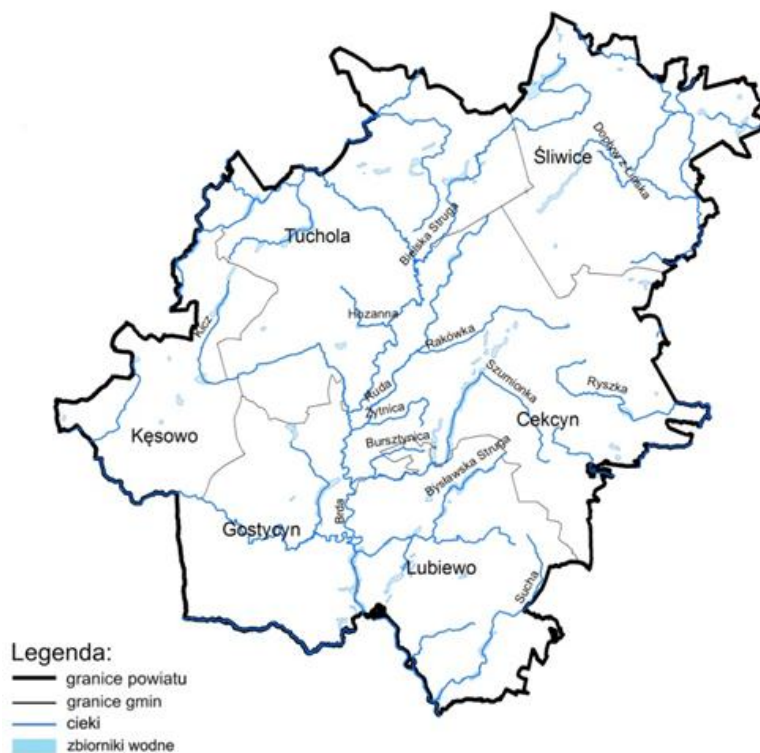
## **1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.**

Powiat tucholski mieści się w północno-zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego. Powierzchnia powiatu wynosi 1075,27 km<sup>2</sup>, co stanowi 6,0% powierzchni województwa. W skład powiatu tucholskiego wchodzi gminy: Cekcyn, Gostycyn, Kęsowo, Lubiewo, Śliwice i Tuchola. Powiat tucholski sąsiaduje z powiatami: bydgoskim, sępoleńskim oraz świeckim.



Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu tucholskiego

Powiat tucholski znajduje się w dorzeczu Wisły. Obszar powiatu należy do zlewni rzek Brdy i Wdy. Obie rzeki są lewobrzeźnymi dopływami Wisły. Największymi ciekami powiatu są Brda i Prusina. Rzeka Brda posiada bogatą sieć dopływów na obszarze powiatu. Jest ona największym dopływem Wisły w jej dolnym odcinku. Średni przepływ Brdy na posterunku wodowskazowym Tuchola obliczony na podstawie średnich rocznych przepływów wynosi  $19,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .



Ryc. 1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu tucholskiego

Powiat tucholski wyróżnia się najwyższymi w województwie wartościami średniego odpływu jednostkowego w ciągu roku. Wartości te zawierają się w przedziale od około  $6,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (wschodnia część powiatu) do ponad  $7,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (zachodnia część powiatu).

Cała powierzchnia powiatu należy do makroregionu Pojezierze Południowopomorskie. Jeziorność na obszarze powiatu wykazuje dość znaczne zróżnicowanie. Wynosi od 0,1% do blisko 3%. Największe wartości jeziorności osiąga w południowej, południowo-zachodniej i zachodniej części powiatu. Liczba jezior na obszarze powiatu przekracza 80, z czego większość największych zbiorników to jeziora rynnowe. Największą powierzchnię w powiecie posiada jezioro Cekcyńskie Wielkie (131 ha powierzchni). Do jezior o znacznej powierzchni należą również m.in.: Stobno, Ślepe, Bysławskie i Szpitalne. Znaczną część jezior powiatu stanowią jeziora przepływowe. Na obszarze powiatu, w tym na obszarze Tucholskiego Parku Krajobrazowego znajdują się dość liczne ekosystemy torfowiskowe. Torfowiska te powstały wokół stopniowo zarastających mis jeziornych (ok. 80% wszystkich torfowisk) oraz w dolinach rzecznych. Zdecydowaną większość stanowią torfowiska niskie.

### **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 Tucholskiego – 2022–2030, KPODR w Minikowie.** Dokument opracowany pod koniec 2021 roku wciąż obowiązuje i stanowi podstawę działań związanych z retencją wodną w powiecie tucholskim. W szczególności uwzględniono gminy Kęsowo i Gostycyn, gdzie ze względu na duży udział terenów leśnych i rolniczych oraz problemy z odpływem wód opadowych konieczne jest wdrożenie rozwiązań retencyjnych. Plan zakłada budowę zbiorników wodnych oraz modernizację lokalnych systemów odwodnieniowych, mających na celu poprawę gospodarowania wodą w tych obszarach.
- **Powiatowe Plany Wodne – rola i znaczenie – 2021, KPODR Minikowo.** Publikacja podkreśla znaczenie lokalnych planów wodnych w zarządzaniu zasobami wodnymi. Wskazuje na konieczność zintegrowanego podejścia do retencji i gospodarowania wodą w powiecie tucholskim.
- **Lokalne Partnerstwa Wodne – stan obecny i perspektywy – 2023, KPODR Minikowo**  
Opracowanie opisuje działania LPW w powiecie tucholskim, ze szczególnym uwzględnieniem współpracy między gminami wiejskimi. Wskazuje na ich rolę w inicjowaniu projektów retencyjnych i wspieraniu edukacji lokalnych interesariuszy.

## **2. Charakterystyka obszaru.**

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

Powiat tucholski położony jest w północnej części województwa kujawsko-pomorskiego i stanowi centralną część Borów Tucholskich, jednego z największych kompleksów leśnych w Polsce. Od północy graniczy z powiatami chojnickim i człuchowskim (woj. pomorskie), od wschodu z powiatem świeckim, od południa z powiatem bydgoskim, a od zachodu z powiatem sępoleńskim. Położenie powiatu w

obrębnie rozległego obszaru leśnego, o stosunkowo niskiej gęstości zaludnienia i wysokich walorach przyrodniczych, w istotny sposób determinuje jego warunki hydrologiczne oraz sposób użytkowania wód.

Pod względem fizycznogeograficznym powiat tucholski leży w obrębnie Pojezierza Południowopomorskiego, głównie w mezoregionie Borów Tucholskich, z fragmentami Pojezierza Krajeńskiego na zachodzie. Rzeźba terenu ma charakter niziny polodowcowej, ukształtowanej w wyniku działalności lądolodu skandynawskiego. Dominują tu rozległe równiny sandrowe, lokalnie urozmaicone niewysokimi formami morenowymi, pagórkami oraz obniżeniami.

Znaczną część powiatu zajmują gleby lekkie i bardzo lekkie, głównie piaszczyste, o wysokiej przepuszczalności i ograniczonej zdolności retencyjnej. W obniżeniach terenu oraz w dolinach rzek i cieków występują gleby organiczne i mineralno-organiczne, związane z torfowiskami, łąkami i terenami podmokłymi. Ukształtowanie terenu oraz budowa geologiczna sprzyjają szybkiemu odpływowi infiltracyjnemu wód opadowych do wód podziemnych, przy jednoczesnej wrażliwości krajobrazu na długotrwałe okresy bezopadowe.

Powiat tucholski leży w całości w dorzeczu Wisły. Główną osią hydrograficzną jest rzeka Brda, przepływająca przez centralną i południową część powiatu, stanowiąca jeden z najważniejszych prawobrzeżnych dopływów Wisły.

Podział na zlewnie i mikrozlewnie w powiecie tucholskim ma charakter naturalny i jest ściśle powiązany z ukształtowaniem terenu oraz układem sandrów i obniżeń polodowcowych. Mikrozlewnie obejmują niewielkie cieki leśne, rowy melioracyjne, zagłębienia bezodpływowe oraz zespoły jezior i mokradeł, które pełnią istotną rolę w lokalnym obiegu wody. W wielu przypadkach są to obszary o dużym potencjale retencyjnym, kluczowe dla stabilizacji stosunków wodnych, ochrony ekosystemów leśnych i ograniczania skutków suszy.

Specyfika położenia geograficznego, rzeźby terenu oraz układu zlewni i mikrozlewni sprawia, że powiat tucholski posiada duży potencjał dla rozwoju systemów małej retencji, opartych głównie na rozwiązaniach przyrodniczych i krajobrazowych, dostosowanych do warunków Borów Tucholskich

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

Warunki klimatyczne w Powiecie Tucholskim nie są jednakowe na całym obszarze. Można wyróżnić dwie podstrefy klimatyczne, chociaż w obu regionach masy powietrza polarno-morskiego głównie napływają z kierunków zachodnich i północno-zachodnich. Zróżnicowanie warunków klimatycznych jest spowodowane przede wszystkim rodzajem pokrycia terenu. I tak w północnej i środkowej części powiatu dominują rozległe obszary leśne i liczne jeziora, natomiast w południowej części udział lasów jest mniejszy, natomiast obszar ma charakter rolniczy. W pierwszym przypadku bardziej reprezentatywne są dane klimatyczne pochodzące ze stacji meteorologicznej IMGW-PIB w Chojnicach, leżącej na północ od tego powiatu. W drugim przypadku dane pochodzą ze stacji meteorologicznej ITP-PIB w Bydgoszczy.

Analizę danych opadowych i termicznych opracowano dla referencyjnego i zalecanego przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) wielolecia 1991-2020. Stwierdzono, że w badanym wieloleciu średnia roczna suma opadów w Chojnicach wynosiła 612 mm, przy czym maksymalna suma roczna opadów miała wartość 835 mm, a minimalna 433 mm. Dla okresu wegetacyjnego (IV-IX) powyższe statystyki wynoszą: 362 mm, 571 mm, 178 mm. Najbardziej wilgotnymi miesiącami były lipiec oraz sierpień (średnia suma opadów wynosiła 81 mm i 72 mm), a najbardziej suchymi kwiecień - 30 mm oraz luty - 31 mm. Opady w sezonie IV-IX stanowiły 59% opadów rocznych.

W tych samych latach w Bydgoszczy średnia roczna suma opadów wynosiła 524 mm i zmieniała się w zakresie od 692 mm do 357 mm; w okresie wegetacyjnym średnia suma opadów wynosiła 394 mm, przy czym opady charakteryzowały się dużą zmiennością: od 246 mm do 586 mm. Opady w sezonie IV-X stanowiły 75% opadów rocznych. Najbardziej wilgotnymi miesiącami były lipiec - średnia suma opadów wynosiła 80 mm i czerwiec - 56 mm, a najbardziej suchymi, podobnie jak w Chojnicach: luty - 27 mm i kwiecień - 28 mm.

W większości lat na stacji meteorologicznej w północnej i środkowej części Powiatu Tucholskiego notowano większe sumy rocznych opadów niż części południowej, natomiast w okresach wegetacyjnych lat z mniejszymi lub większymi opadami było po równo. Przebieg zmienności opadów rocznych i w okresie wegetacyjnym przedstawiono na rys. 2.2.1.

Analiza warunków termicznych wykazała, że średnia roczna temperatura w Chojnicach wynosiła 8,1°C, minimalna 5,9°C, maksymalna 9,5°C. W okresie

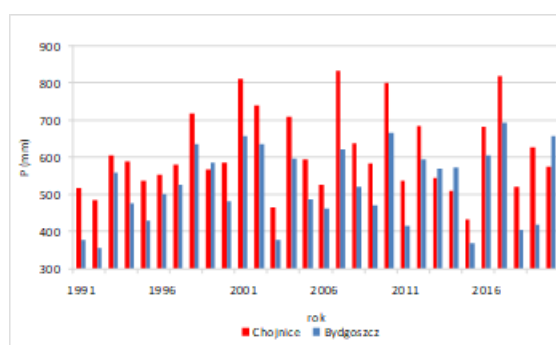
wegetacyjnym w zanotowano odpowiednio: średnia temperatura 14,2°C, minimalna 12,7°C, maksymalna 16,4°C. W tym samym wieloleciu w Bydgoszczy średnia roczna temperatura powietrza wynosiła 9,4°C. W najcieplejszym roku zanotowano 10,7°C, a w najchłodniejszym 7,3°C. Najzimniejsze miesiące w Chojnicach to styczeń (-1,1°C) i luty (-0,1°C); najcieplejsze to lipiec (19,3°C) oraz sierpień (18,9°C). Analogicznie w Bydgoszczy zanotowano następujące statystyki: najzimniejsze miesiące to styczeń (-0,2°C) i luty (0,1°C), a najcieplejsze lipiec (19,8°C) i sierpień (19,3°C). W okresie wegetacyjnym w Chojnicach średnia temperatura wynosiła 14,2°C, minimalna 12,7°C, maksymalna 16,4°C. W Bydgoszczy zanotowano następujące wartości: średnia temperatura 14,8°C, minimalna 13,5°C, maksymalna 17,2°C. W przebiegu rocznym, jak i w okresach wegetacyjnych w Chojnicach zawsze notowano niższą temperaturę niż w Bydgoszczy przy czym średnia różnica w okresie rocznym wynosiła 0,8 C i zmieniała się w zakresie od 0,5 °C do 1,1°C, a w sezonach wegetacyjnych (IV-IX) średnia różnica wynosiła 0,6°C i zmieniała się od 0,3°C do 0,9°C. Powyższe różnice temperatury powodują, że w północnej części Powiatu Tucholskiego, bliższej rejonu Chojnic, zima najczęściej trwa dłużej, później rozpoczyna się okres wegetacji i ta część powiatu jest bardziej podatna na wiosenne przymrozki w stosunku do południowych rejonów województwa kujawsko-pomorskiego. Przebieg temperatury w Chojnicach i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020 przedstawiono na rys. 2.2.2.

W badanym wieloleciu ewapotranspiracja ETo wyznaczona metodą Penmana-Monteitha w okresie wegetacyjnym w Chojnicach miała średnią wartość 535 mm i zmieniała się od 460 mm do 601 mm. Średni niedobór opadów w stosunku do ewapotranspiracji wyrażony wskaźnikiem KBW wynosił -173 mm i charakteryzował się dużą zmiennością. W najbardziej niekorzystnym roku (intensywna susza rolnicza) deficyt opadów wyniósł -393 mm, zaś w latach wilgotnych i chłodnych suma opadów była większa od klimatycznego bilansu wodnego, maksymalnie o 83 mm. W Bydgoszczy średnia wartość ewapotranspiracji ETo wynosiła 527 mm i tylko w kilku latach była większa od tej wartości. Wartość minimalna wynosiła 464 mm, maksymalna 642 mm. Wartości KBW dla Bydgoszczy miały następujące statystyki: wartość średnia: -212 mm; minimum: -419 mm; maksimum: -5 mm. Zmienność wartości obu parametrów w sezonach wegetacyjnych w wieloleciu 1991-2020 pokazano na rys. 2.2.3.

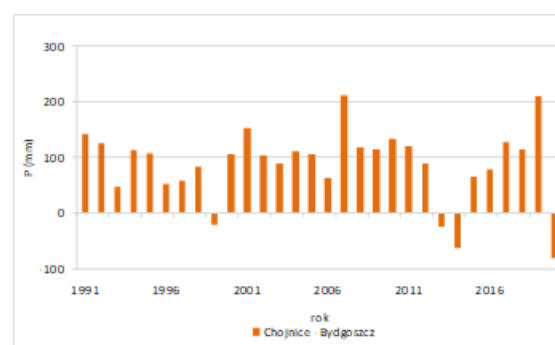
Porównując dane IMGW z wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 stwierdzono w Powiecie Tucholskim wzrost temperatury na całym obszarze, przy czym był on największy na północy powiatu, a w miarę przesuwania się na południe stawał się

mniejszy. Podobny rozkład przestrzenny dotyczy wzrostu opadów. Jednocześnie pogorszyły się warunki dla rolnictwa spowodowane wyraźnym wzrostem ewapotranspiracji, co spowodowało zwiększenie się deficytu wody, a w konsekwencji następowało szybsze wyczerpywanie się źródeł wody niezbędnej do prowadzenia gospodarki rolniczej i zwiększające się zagrożenie suszą rolniczą. Choć bardziej niekorzystne warunki klimatyczne pojawiły się na północy i w centrum regionu to zagrożenie suszą rolniczą w tych regionach jest spowalniane w związku z dużym zalesieniem i istnieniem licznych zbiorników wodnych. Na południu regionu, którego krajobraz jest typowo rolniczy wzrost temperatury, przy jednoczesnym słabym wzroście opadów, może przy zachowaniu obecnych trendów, powodować w najbliższej przyszłości jeszcze częstsze okresy suszy meteorologicznej, zwiększone parowanie i stwarzać większe zagrożenie suszą rolniczą.

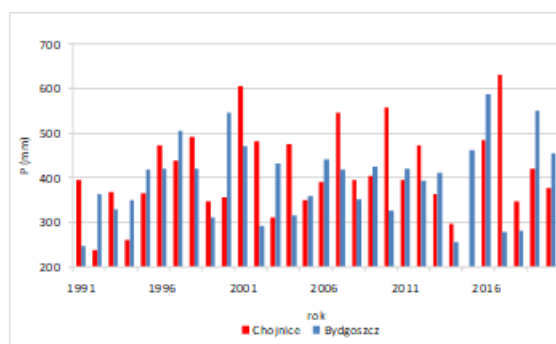
a)



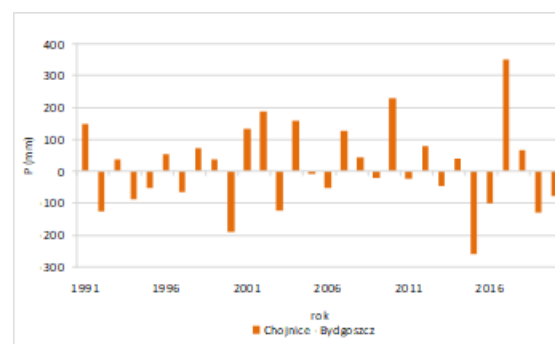
b)



c)

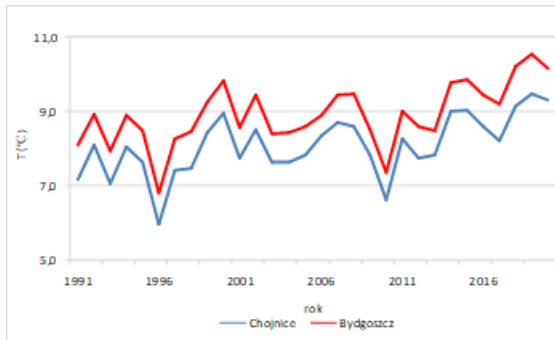


d)

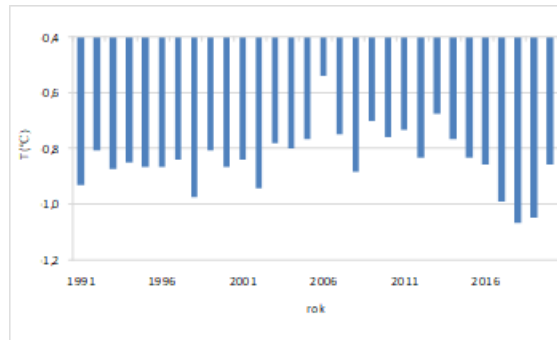


Rys. 2.2.1. Przebieg opadów w Chojnicach i Bydgoszczy: a) – roczne sumy opadów atmosferycznych, b) – różnice rocznych sum w wieloleciu 1991-2020, c) sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym, d) – różnice sum opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB.

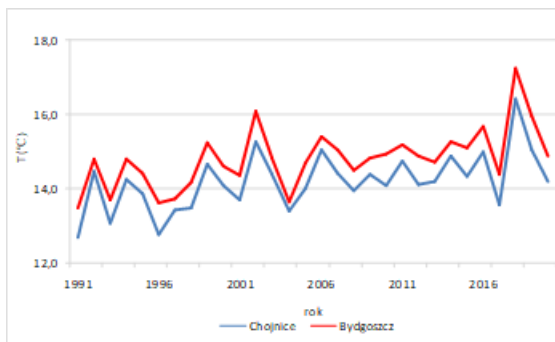
a)



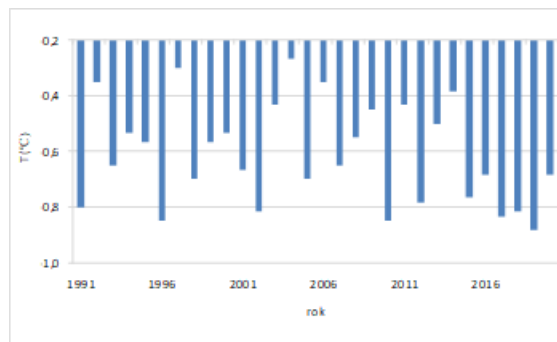
b)



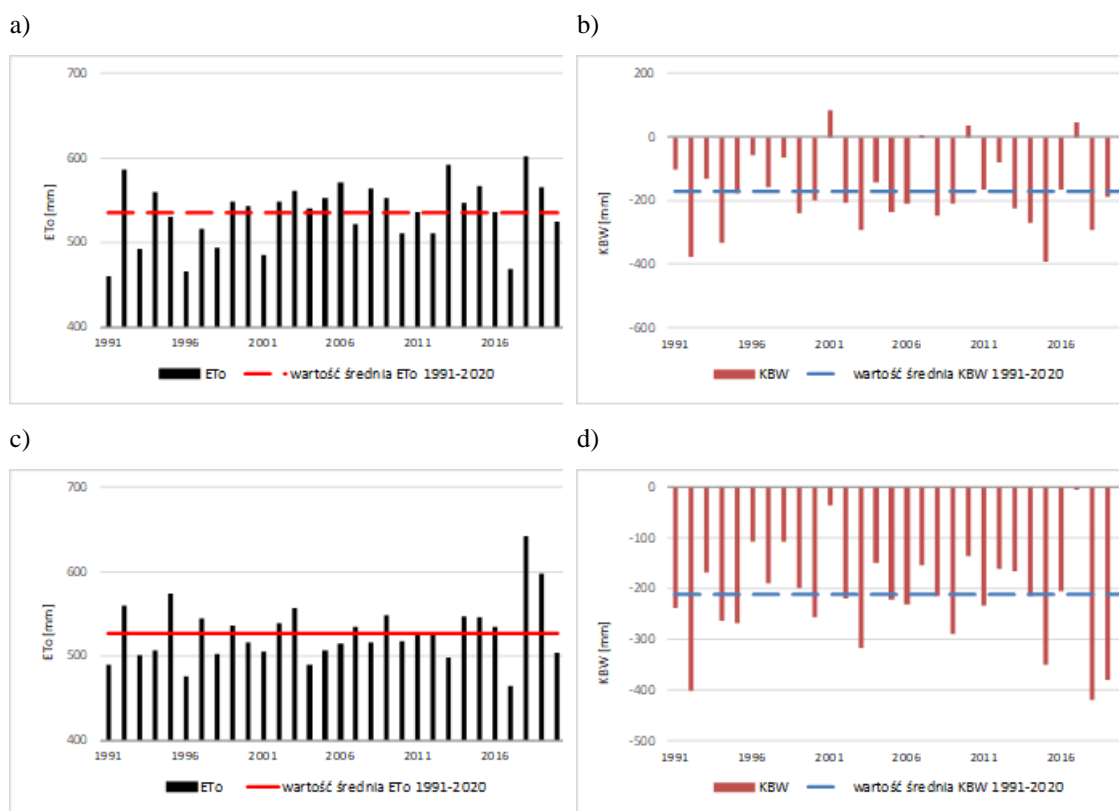
c)



d)



Rys. 2.2.2. Przebieg temperatury w Chojnicach i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) – w przebiegu rocznym, b) – różnice średniej rocznej temperatury, c) w okresie wegetacyjnym, d) – różnice średniej temperatury w okresie wegetacyjnym. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz na podstawie danych IMGW-PIB.

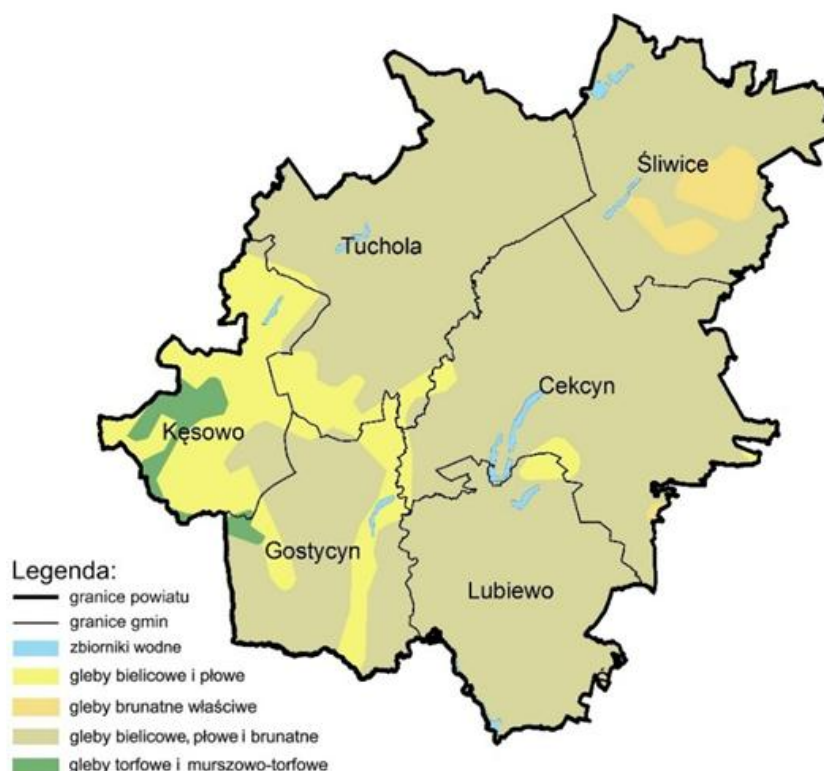


Rys. 3. Przebieg ETo (mm) i KBW (mm) w sezonach wegetacyjnych w wieloleciu 1991-2020: a) i b) – w Chojnicach, c) i d) – w Bydgoszczy. Źródło: ITP Oddział Bydgoszcz.

Porównując dane IMGW z wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 stwierdzono w Powiecie Tucholskim wzrost temperatury na całym obszarze, przy czym był on największy na północy powiatu, a w miarę przesuwania się na południe stawał się mniejszy. Podobny rozkład przestrzenny dotyczy wzrostu opadów. Jednocześnie pogorszyły się warunki dla rolnictwa spowodowane wyraźnym wzrostem ewapotranspiracji, co spowodowało zwiększenie się deficytu wody, a w konsekwencji następowało szybsze wyczerpywanie się źródeł wody niezbędnej do prowadzenia gospodarki rolniczej i zwiększające się zagrożenie suszą rolniczą. Chociaż bardziej niekorzystne warunki klimatyczne pojawiły się na północy i w centrum regionu to zagrożenie suszą rolniczą w tych regionach jest spowalniane w związku z dużym zalesieniem i istnieniem licznych zbiorników wodnych. Na południu regionu, którego krajobraz jest typowo rolniczy wzrost temperatury, przy jednoczesnym słabym wzroście opadów, może przy zachowaniu obecnych trendów, powodować w najbliższej przyszłości jeszcze częstsze okresy suszy meteorologicznej, zwiększone parowanie i stwarzać większe zagrożenie suszą rolniczą.

### 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

Większość pokrywy glebowej powiatu wytworzyło się z osadów polodowcowych. Największą powierzchnię zajmują gleby bielcowe, płowe i brunatne. Na terenie powiatu występują również niewielkie powierzchnie gleb organicznych (torfowych i murszowo-torfowych). Występują one głównie w dolinach rzecznych i w lokalnych obniżeniach pochodzenia wytopiskowego. Na obszarze powiatu dominują gleby o małej przydatności rolniczej. Są to głównie gleby podatne i bardzo podatne na suszę. Gleby o najniższej rolniczej przydatności występują na terenie gminy Cekcyn oraz Śliwice. Wytworzyły się one na podłożu piaszczystym. Obszary o glebach najuboższych są w większości porośnięte przez lasy. Gleby o wyższej przydatności rolniczej znajdują się w gminach: Gostycyn Kęsowo, Lubiewo i Tuchola. Zostały one wykształcone głównie z piasków gliniastych i glin lekkich.



Ryc.2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu tucholskiego

Udział powierzchni użytków rolnych w całkowitej powierzchni powiatu jest najniższy w województwie kujawsko pomorskim (41% jego powierzchni). Powiat cechuje się największą lesistością w województwie i wysoką w skali kraju. Udział lasów w ogólnej powierzchni powiatu wynosi 49%. Wśród użytków rolnych największy udział mają grunty orne – 84% powierzchni. Trwałe użytki zielone zajmują niewiele blisko 16% powierzchni użytkowanych rolniczo. Najmniejszy udział w powierzchni tych użytków mają sady - poniżej 1%.

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

Powiat tucholski, zlokalizowany w obrębie Borów Tucholskich, charakteryzuje się specyficznymi warunkami hydrologicznymi, które w ostatnich latach ulegają wyraźnemu pogorszeniu pod wpływem zmian klimatu oraz historycznych przekształceń stosunków wodnych. Głównym wyzwaniem dla powiatu jest narastająca nierównowaga bilansu wodnego, przejawiająca się jednoczesnym występowaniem deficytów wody oraz lokalnych zagrożeń związanych z jej nadmiarem.

Jednym z istotnych problemów powiatu tucholskiego jest coraz częściej występująca susza hydrologiczna i rolnicza. Długotrwałe okresy bezopadowe, wzrost temperatury powietrza oraz zwiększona ewapotranspiracja prowadzą do systematycznego obniżania się wilgotności gleb oraz ograniczenia dostępności wody dla rolnictwa i ekosystemów leśnych. Problem ten jest szczególnie widoczny na obszarach sandrowych, gdzie dominują gleby lekkie i bardzo lekkie o wysokiej przepuszczalności, sprzyjające szybkiemu odpływowi infiltracyjnemu. Skutkiem jest pogarszanie warunków siedliskowych, spadek produktywności użytków rolnych oraz zwiększone zagrożenie pożarowe w lasach.

Zjawiskom suszy towarzyszy systematyczne obniżanie się poziomu wód gruntowych. Ograniczone zasilanie infiltracyjne, przyspieszony odpływ wód powierzchniowych oraz funkcjonowanie systemów melioracyjnych o charakterze głównie odwadniającym prowadzą do przesuszania gleb organicznych, torfowisk i obszarów podmokłych. Proces ten skutkuje degradacją cennych ekosystemów zależnych od wody, zmniejszeniem retencji krajobrazowej oraz dalszym pogłębianiem deficytu wodnego.

Pomimo dominującego problemu niedoboru wody, na obszarze powiatu tucholskiego występują również lokalne zagrożenia związane z nadmiarem wód opadowych. Intensywne, krótkotrwałe opady, coraz częściej obserwowane w sezonie letnim, powodują gwałtowny spływ powierzchniowy i okresowe podtopienia. Zjawiska te występują głównie w dolinach rzek i cieków, w obniżeniach terenu oraz w rejonach o ograniczonej przepustowości koryt i rowów melioracyjnych. Lokalnie dochodzi do zalewania użytków rolnych, dróg oraz infrastruktury technicznej.

Istotnym problemem towarzyszącym zaburzeniom bilansu wodnego jest erozja gleb, nasilająca się w wyniku gwałtownych opadów następujących po długich okresach suszy. Na terenach o nachylonej rzeźbie oraz na gruntach rolnych pozbawionych trwałej okrywy roślinnej dochodzi do spływu powierzchniowego, zmywania warstwy próchnicznej oraz transportu materiału mineralnego do cieków i zbiorników wodnych. Skutkiem jest pogorszenie jakości gleb, zamulanie koryt i urządzeń melioracyjnych oraz ograniczenie ich zdolności retencyjnych.

Problemy wodne powiatu tucholskiego mają charakter wzajemnie powiązany.. Niezbędne jest zwiększenie małej retencji, renaturyzacja cieków i obszarów podmokłych oraz modernizacja systemów melioracyjnych w kierunku funkcji retencyjnych, co pozwoli ograniczyć skutki suszy, podtopień i erozji oraz poprawić stabilność stosunków wodnych w powiecie tucholskim.

### **3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.**

#### **3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych.**

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

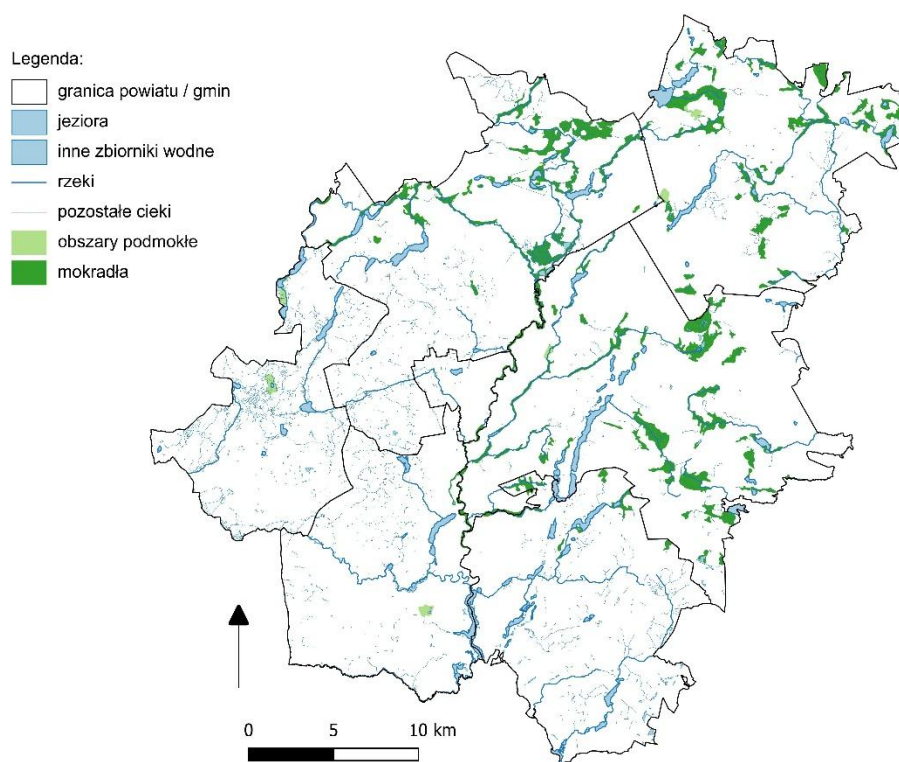
Głównymi ciekami w dorzeczu Wisły, są rzeka Brda – stanowiąca oś regionu, która zbiera wody z mniejszych dopływów, odpowiednio dopływy prawostronne: Raciąska Struga, Hozjanna, Kicz, Kamionka, oraz w profilu podłużnym dopływy lewostronne: Wielki Kanał Brdy, Bielska Struga, Ruda, Szuminonka oraz Bysławska Struga. Do istotnych cieków w ramach powiatu zaliczyć można również Ryszkę, Rów Trutnowski oraz Prusinę – należącą do zlewni Wdy.

Obszar powiatu tucholskiego znajduje się w strefie pojeziernej ostatniego zlodowacenia plejstocénskiego, stąd też znajdują się tu liczne jeziora, do kluczowych

należą (licząc od zachodu): jezioro Śpiewnik, jezioro Stobno (w zlewni Raciąskiej Strugi), jezioro Szpitalne (w zlewni rzeki Kamionka), jeziora Ślepe i Długie (w zlewni Bielskiej Strugi), jezioro Okonińskie (w zlewni rzeki Prusiny) oraz jeziora Cekcyńskie i Drzycimskie (w zlewni rzeki Szumionka). Ponadto w obszarze powiatu znajduje się północna część Zbiornika Koronowskiego.

W obrębie powiatu znajduje się również znaczący odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje w okolicy gmin Śliwice, Tuchola i Cekcyn.

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

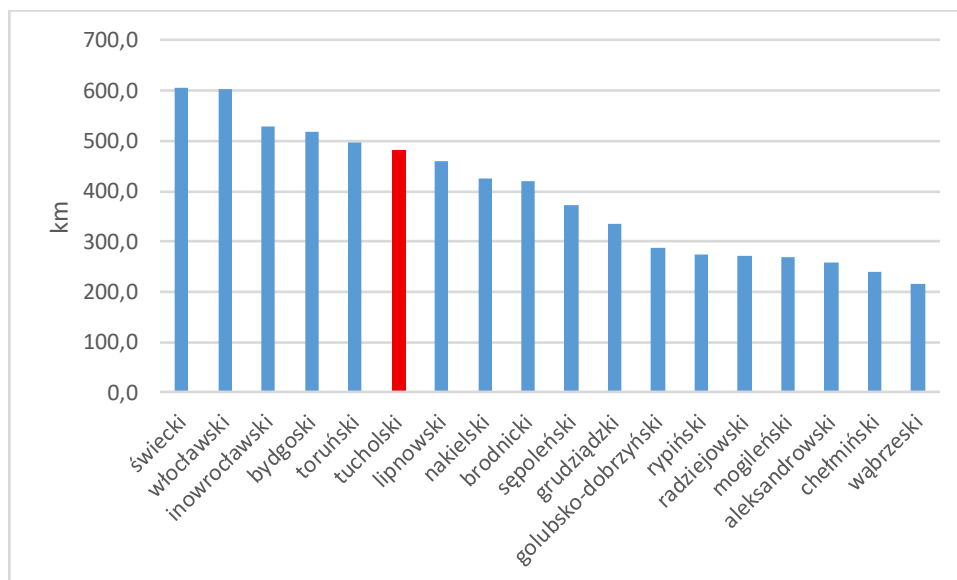


Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu tucholskiego.

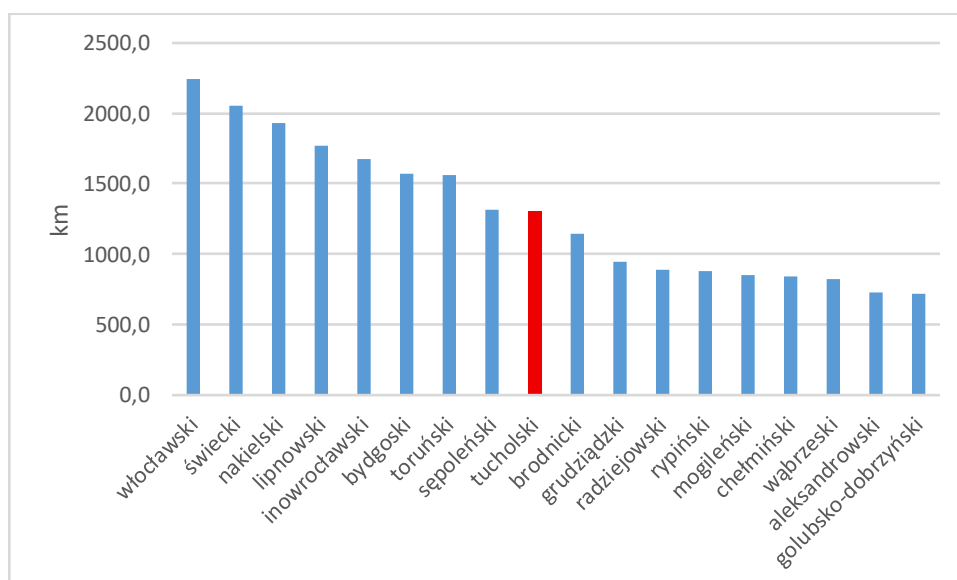
### 3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie tucholskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 480,3 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze,

kanały i rowy, wynosi około 827,7 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 1 308,0 km.

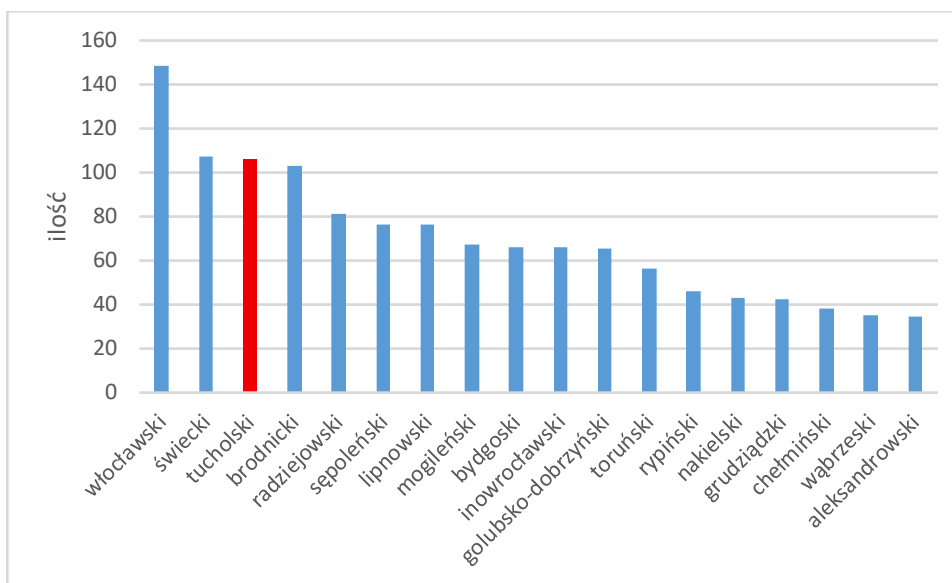


Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie tucholskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

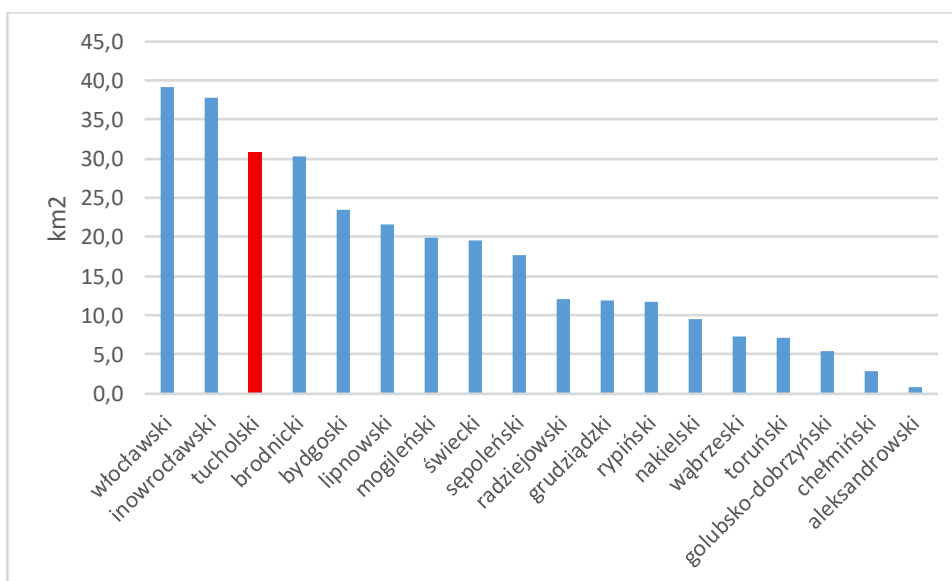


Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie tucholskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

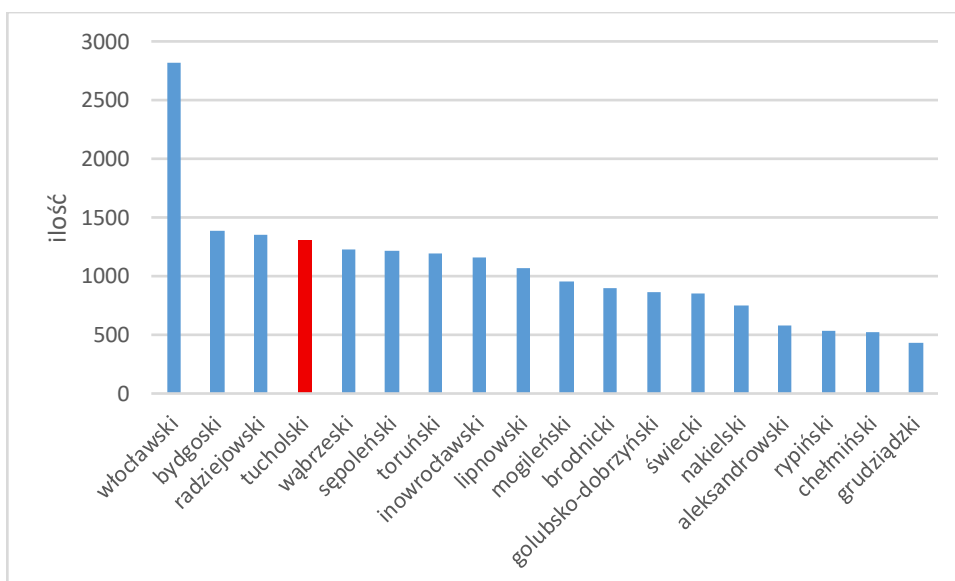
Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 106, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 879,8 m<sup>2</sup> do 9 545 464,0 m<sup>2</sup>, przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 30,8 km<sup>2</sup>. Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 1 304, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 148,8 m<sup>2</sup> do 112 008,9 m<sup>2</sup>, przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 3,9 km<sup>2</sup>.



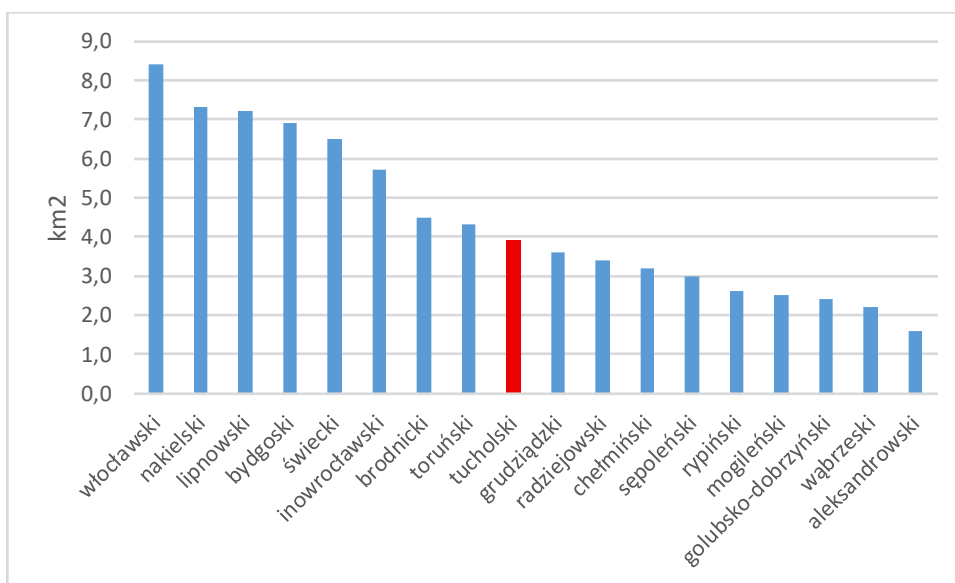
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie tucholskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



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

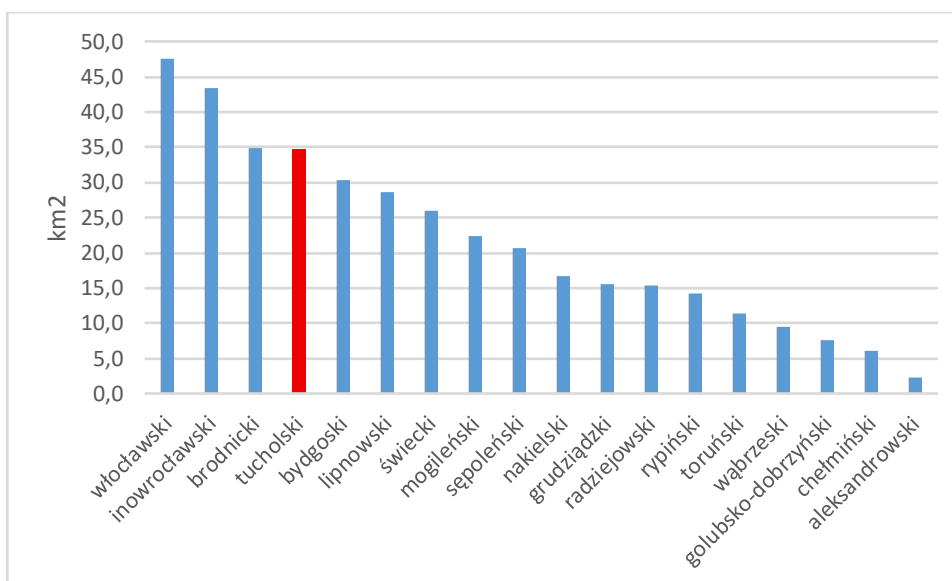


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie tucholskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

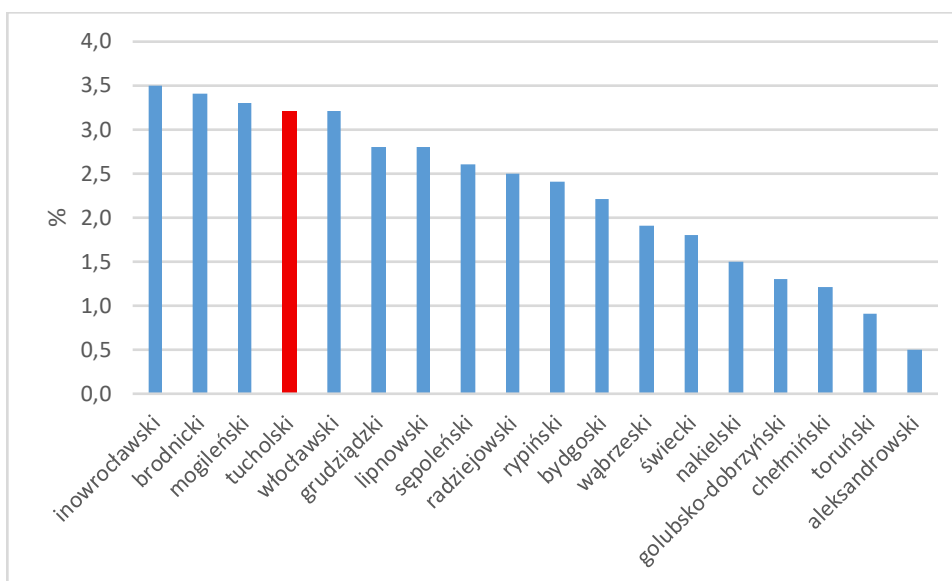


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie tucholskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu tucholskiego wynosi 34,7 km<sup>2</sup>. Uwzględniając powierzchnię powiatu tucholskiego na poziomie 1 075 km<sup>2</sup>, jeziorność wynosi około 3,2%.



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



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

Wszystkie główne ciekі występujące w obrębie powiatu tucholskiego cechują się naturalną zmiennością koryta w profilu podłużnym, uzależnioną od spadku koryta oraz właściwości fizycznogeograficznych zlewni (itd. budowy geologicznej, utworów

powierzchniowych, pokrycia terenu, itd.) oraz wpływu działalności człowieka, na danym odcinku prowadzenia wód.

W obrębie powiatu tucholskiego znajduje się odcinek Brdy stanowiący granicę pomiędzy jego biegiem środkowym i dolnym, z granicą w cofce Zbiornika Koronowskiego powyżej miejscowości Piła. Rzeka Brda o łącznej powierzchni zlewni wynoszącej 4 661 km<sup>2</sup>, w obrębie powiatu płynie w szerokiej dolinie stanowiącej sandr Brdy, stanowiąc główną oś hydrograficzną powiatu. Dno doliny w przeważającej części pokryte jest lasami, a rzeka zbiera wody z wszystkich głównych dopływów znajdujących się w obrębie powiatu. W dolnej części zlewni cząstkowej wody Brdy znajdują się pod wpływem cofki Zbiornika Koronowskiego, natomiast w górnej części zlewni cząstkowej znajdują się pod wpływem najstarszego zbiornika retencyjnego na Brdzie – Mylof. Z punktu widzenia zasobów wodnych wód płynących – rzeka Brda stanowi główne ich źródło, natomiast jest to zasób o charakterze tranzytowym, zbierającym wody głównych dopływów.

Raciąska Struga posiada zlewnię całkowitą o powierzchni 232,89 km<sup>2</sup> po punkt graniczny w obszarze powiatu, większość jej znajduje się w województwie pomorskim, natomiast ujściowy odcinek obejmuje teren powiatu tucholskiego. Rzeka wpływa w granice administracyjne w okolicy Grochowa, w pierw prowadzi wody przez obszar użytkowany rolniczo, a po przepłynięciu przez jezioro Raciąskie, płynie głównie przez obszary leśne, uchodząc do Brdy w okolicy Nadolnej Karczmy.

Kamionka w obrębie powiatu tucholskiego obejmuje końcowy fragment zlewni, wpływa w zasięg administracyjny w obrębie Adamkowa i uchodzi do Brdy (górnej części Zbiornika Koronowskiego) w Nogawicy. Początkowy fragment obejmuje głównie obszary rolnicze, a dolny odpowiada zlewni o charakterze leśnym. Zlewnia całkowita Kamionki posiada powierzchnię 473,90 km<sup>2</sup> po punkt graniczny w obszarze powiatu, z czego większość obejmuje tereny powiatu tucholskiego, a górna (północna) część w obszarze województwa pomorskiego.

Bielska Struga jest kolejnym ciekim o charakterze rzeczno-jeziornym, typowym dla obszaru powiatu tucholskiego. Bierze swój początek w okolicy m. Krąg, gdzie przepływa przez dwa jeziora (Długie i Ślepe) następnie prowadzi wody w dolinie o dużej powierzchni mokradeł i obszarów podmokłych, przepływając przez kolejne jezioro – Białe, uchodzi do Brdy w okolicy Zielonych Łąk. Łączna powierzchnia zlewni Bielskiej Strugi po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 82,52 km<sup>2</sup>, obejmując niemal w całości zasięg powiatu tucholskiego.

Szumionka posiada źródło w okolicy Karpat, następnie w górnej części zlewni przepływa przez obszary użytkowane rolniczo by zasilić jezioro Cekcyńskie, Drzycimskie oraz Gwiazda. W dolnym biegu przepływa przez obszary leśne, uchodząc w okolicy Piły do rzeki Brdy. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Szumionki po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 55,29 km<sup>2</sup>, obejmując w całości zasięg powiatu tucholskiego

Prusina przepływa przez północno-wschodni fragment powiatu, rzeka należy do zlewni Wdy. W obszarze zlewni cząstkowej przepływa przez tereny rolniczo-leśne na fragmencie od okolicy Byłyczka do Zazdrości. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Prusina po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 151,01 km<sup>2</sup>, obejmując większą część w obrębie powiatu tucholskiego.

W obrębie powiatu znajduje się budowla hydrotechniczna - Wielki Kanał Brdy na odcinku od Fojutowa do Zielonki. Wybudowana w I połowie XIX wieku, w celu nawodnienia łąk czerskich leżących w Borach Tucholskich. Długość kanału wynosi 21 km, a głębokość około 1 m.

Jezioro Stobno położone jest w zlewni Raciąskiej Strugi. Posiada powierzchnię 89,2 ha oraz objętość całkowitą na poziomie 6 799,3 tys. m<sup>3</sup>. Głębokość maksymalna wynosi około 20,2 m, natomiast głębokość średnia wynosi około 7,6 m. Powierzchnia zlewni całkowitej jeziora wynosi 27,6 km<sup>2</sup>, a całkowity czas wymiany wody w jeziorze wynosi około 1 roku. Od strony południowej misa jeziora zasilana jest dwoma niewielkimi dopływami.

Zlewnia całkowita jeziora Szpitalnego położona jest w ujściowym odcinku Kamionki, uchodzącej prawobrzeżnie do Brdy. Powierzchnia jeziora wynosi 66,4 ha, a pojemność całkowita 5 008,7 tys. m<sup>3</sup>. Jezioro Szpitalne jest jeziorem śródleśnym o pochodzeniu rynnowym o maksymalnej głębokości około 19,6 m. Pomimo braku dopływów wód ciekami, całkowita wymiana wody w jeziorze odbywa się w ciągu 2 lat. Świadczy to o intensywnym zasilaniu podziemnym rynny jeziora. Na wąskim przesmyku pomiędzy doliną Brdy a misą jeziora stwierdzone zostały sprzyjające warunki geologiczne do podziemnego zasilania jeziora od strony rzeki.

Jeziora Okrągłe i Długie położone są w obrębie Borów Tucholskich, mezoregionu wchodzącego w skład makroregionu Pojezierzy Południowobałtyckich. Oba jeziora znajdują się na szlaku odwodnienia górnego biegu Bielskiej Strugi, nazywanej lokalnie na tym odcinku Zwierzynką. Ich misy zajmują zagłębienia wytopiskowe ukształtowane w powierzchni sandru tucholskiego, wchodzącego w skład systemu sandrowego Borów

Tucholskich. Powierzchnia zwierciadła wody wynosi 64,0 ha w przypadku jeziora Długiego i 107,3 ha w przypadku jeziora Okrągłego. Zwierzynka wpływa do jeziora Długiego na północy a wypływa z jeziora Okrągłego na wschód i dalej biegnie do jeziora Białego. Zlewnia całkowita jeziora Okrągłego ma powierzchnię 14,3 km<sup>2</sup> i zawiera o połowę mniejszą zlewnię całkowitą jeziora Długiego. Głębokość maksymalna misy jeziora Okrągłego sięga 8,2 m a jeziora Długiego 9,3 m, przy średnich głębokościach odpowiednio 2,0 m i 3,6 m. Stosunek długości efektywnej do szerokości efektywnej w jeziorze Długim wynosi 3,30 a w jeziorze Okrągłym 1,01. Łącznie w obu misach zmagazynowanych jest 4562,6 tys. m<sup>3</sup> wody, przy czym 2216,5 tys. m<sup>3</sup> w jeziorze Okrągłym a 2346,1 tys. m<sup>3</sup> w Długim.

Jezioro Okonińskie położone jest w Borach Tucholskich w granicach Tucholskiego Parku Krajobrazowego w długiej i wąskiej rynnie powstałej w wyniku działania erozyjnego wód podlodowcowych. Jezioro ma długość 6050 m przy szerokości maksymalnej 340 m. Powierzchnia zwierciadła wody wynosi 106,5 ha, natomiast głębokość maksymalna osiąga 24,5 m. W misie jeziornej wyróżnić można serię głęboczków oddzielonych podwodnymi progami. Północna, wyraźnie wyodrębniona część jeziora z głównym basenem łączy się wąskim przesmykiem. Otoczenie rynny jeziornej to równina sandrowa porośnięta zbiorowiskami borowymi, a spotykane zatorfione zagłębienia zajęte są przez kompleksy łąk. Z jeziorem związana jest sieć okresowych rowów odwadniających przyległe obszary podmokłe.

Jezioro Cekcyńskie Wielkie i jezioro Drzycimskie położone są w środkowym biegu rzeki Szumionki. Zlewnia całkowita jezior obejmuje znaczną część zlewni Szumionki w jej górnym i środkowym biegu. Oba opisywane jeziora położone są jedno po drugim w rynnie glacialnej o przebiegu N-S. Rynna ta przecina fragment Wysoczyzny Świeckiej, która stanowi w tym miejscu wyspę pośród otaczających ją powierzchni sandru Borów Tucholskich. Zlewnię całkowitą rzeki Szumionki, której powierzchnia wynosi 61,5 km<sup>2</sup>. Jezioro Cekcyńskie posiada powierzchnię 121 ha oraz pojemność całkowitą na poziomie 9960,8 tys. m<sup>3</sup>, przy głębokości maksymalnej około 27,5 m. Natomiast jezioro Drzycimskie posiada powierzchnię 38,7 ha i objętość na poziomie 3810,1 tys m<sup>3</sup>. Głębokość maksymalna wynosi około 25,0 m.

Jezioro Śpiewnik to największe jezioro zlokalizowane na ciągu Strugi Raciąskiej. Znajduje się na terenie Tucholskiego PK. Jego dopływy stanowią odpływ z jez. Wysockiego i jez. Suszek. Odpływ skierowany jest do jez. Rudnica. Jezioro

Śpiewnik jest otoczone lasami, stanowiącymi 92,3 % powierzchni jego zlewni. Udział gruntów ornych nie przekracza 7,7 %.

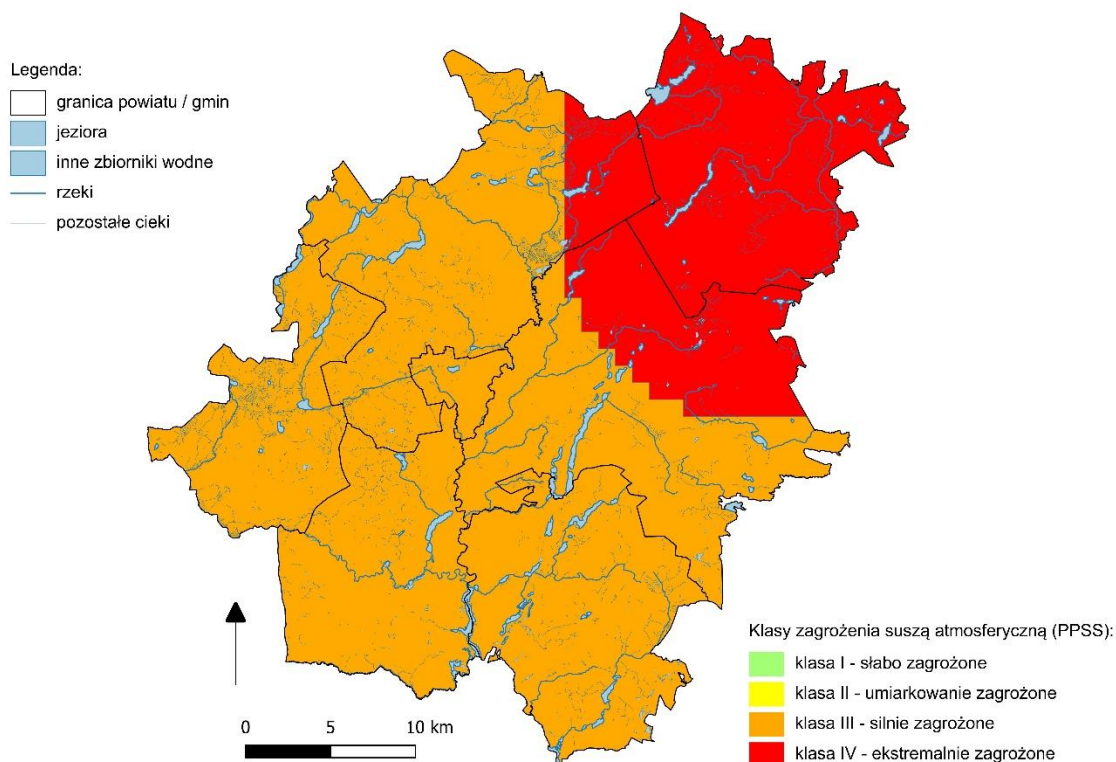
W obszar powiatu tucholskiego wchodzi również północna część Zbiornika Koronowskiego, wraz z odcinkiem cofki na rzece Brdzie. Zbiornik powstał w 1961 roku w wyniku spiętrzenia wód w okolicy miejscowości Pieczyska charakteryzuje bardzo zróżnicowany charakter morfometryczny. Część zbiornika wchodząca w skład powiatu posiada fluwialny charakter, gdzie w części od Piły Młyn do Nogawicy mamy do czynienia z typową podpiętrzoną rzeką ze spowolnionym przepływem. Natomiast od Nogawicy do rozlewisk północnych Zbiornika (granicy powiatu) mamy do czynienia z zalaną częścią doliny Brdy, gdzie w starym korycie Brdy głębokości maksymalne dochodzą do kilku metrów, a na pozostałej części zbiornika – rozlewiskach, zazwyczaj mamy do czynienia z pływami i szuwarami lub podpiętrzonymi jeziorami, które funkcjonowały samodzielnie przed powstaniem zbiornika (np. Krzywe Kolano).

W obrębie powiatu tucholskiego sieć punktów wodowskazowych IMGW jest uboga, co uniemożliwia szczegółową charakterystykę warunków przepływu głównych cieków. Według usytuowania wodowskazów znajduje się jeden punkt pomiarowo kontrolny na rzece Brda w Tucholi. Dla wodowskazu zostały wyznaczone stany charakterystyczne wód, tj. stan ostrzegawczy 140 cm, stan alarmowy 190 cm. Absolutne minimum wynosiło 53 cm (1957-07-14), a absolutne maksimum 298 cm (1947-02-11).

### **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.

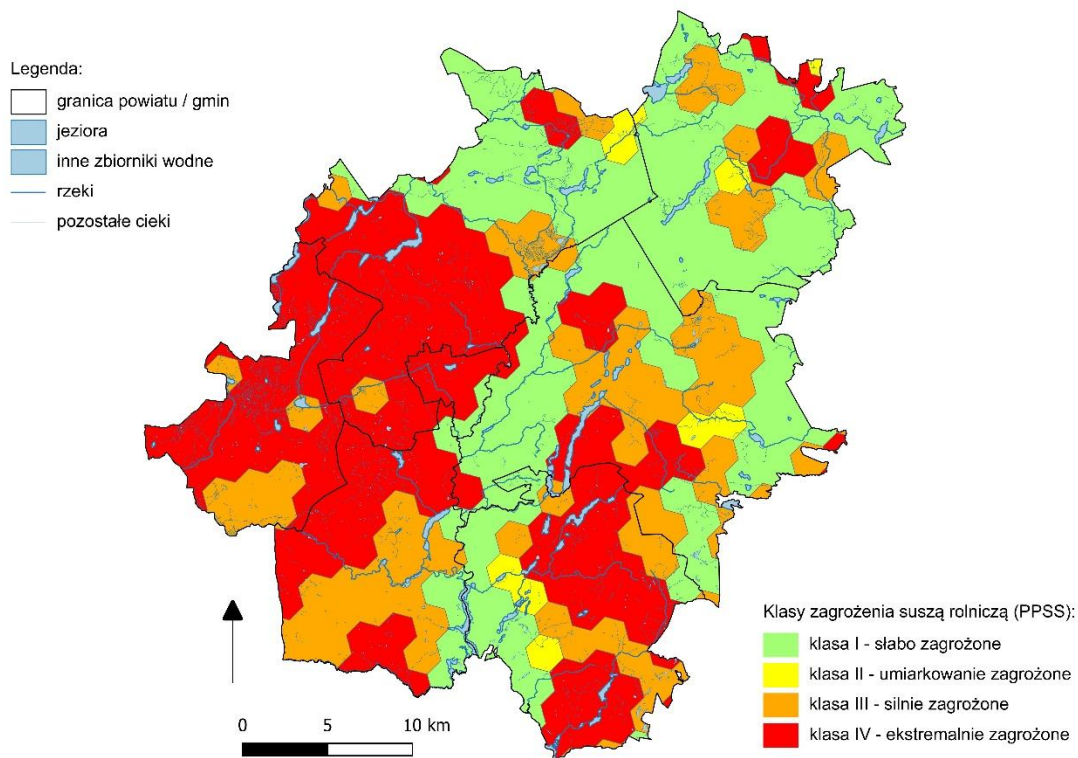
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu tucholskiego wskazuje, że jego północno-zachodnie fragmenty są ekstremalnie zagrożone (klasa IV), natomiast na pozostałym obszarze mamy silne zagrożenie suszą atmosferyczną (klasa III) (rycina 3.3.1).



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

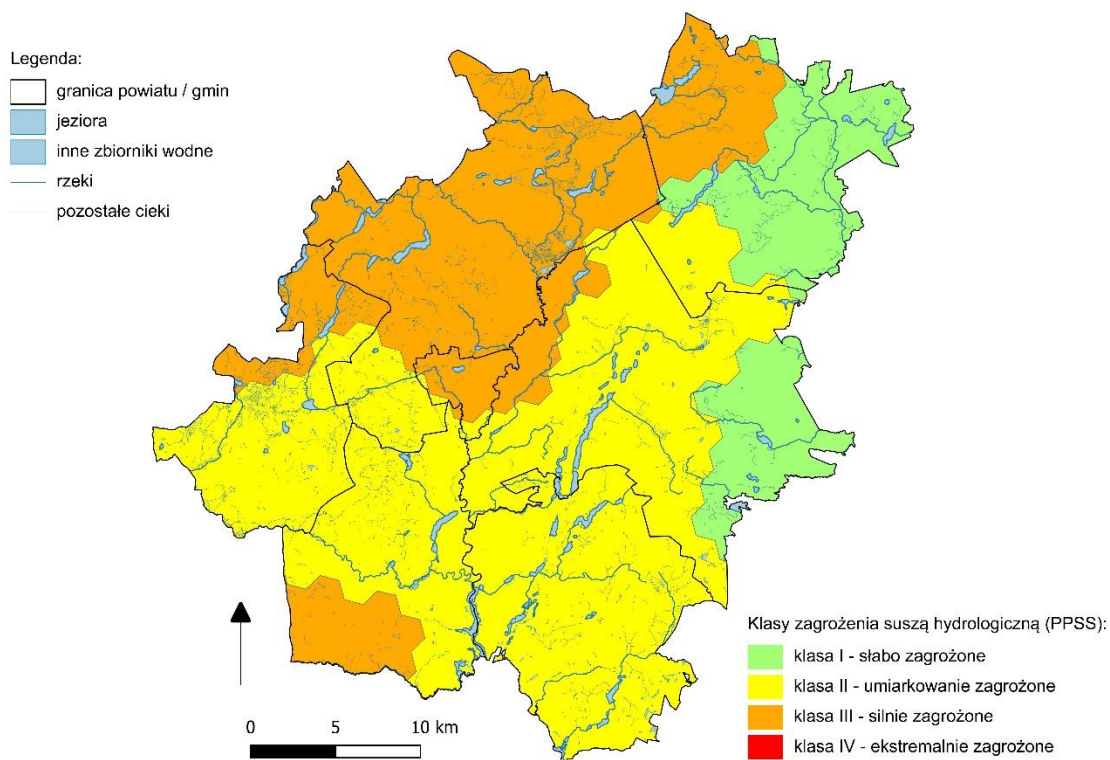
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu tucholskiego wskazuje, że w zachodniej i południowo-wschodniej występuje ekstremalne zagrożenie suszą rolniczą (klasa IV), wyspowo na obszarze całego powiatu występuje zagrożenie silne (klasa III). Natomiast obszar sandru Brdy powiązany jest z I klasą zagrożenia suszą rolniczą (rycina 3.3.2).



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

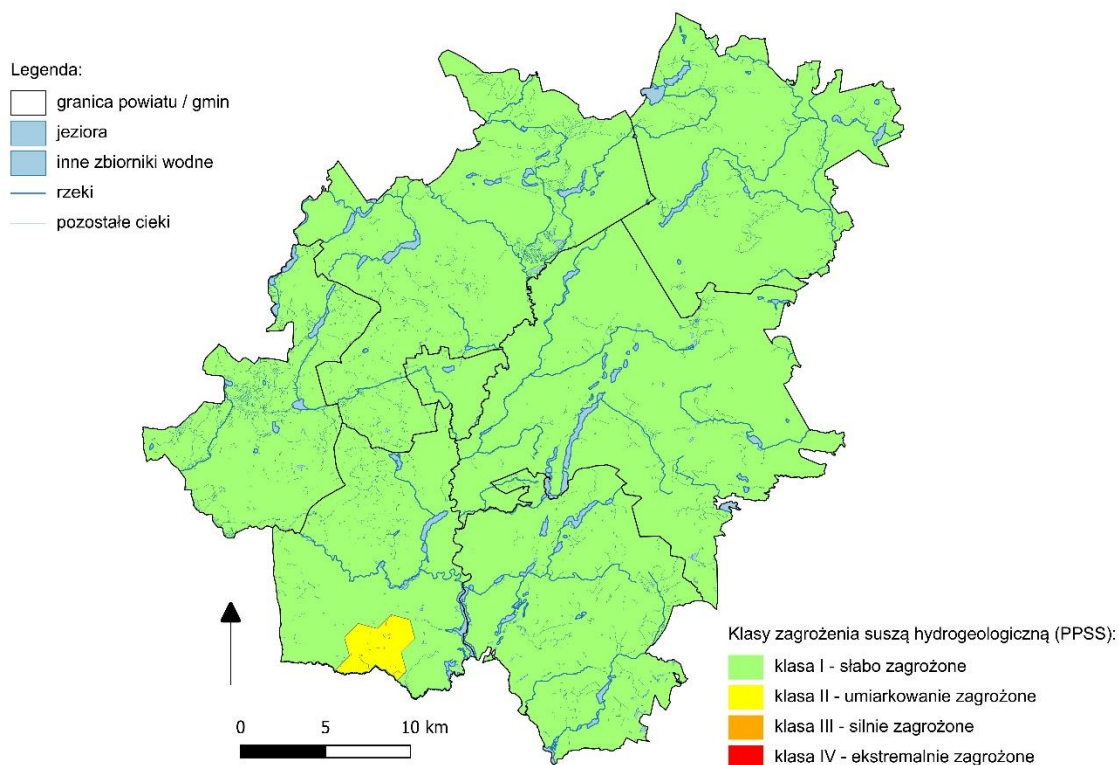
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu tucholskiego wskazuje, że w przeważającej części występuje silne (klasa III) lub umiarkowane (klasa II) zagrożenie, jedynie fragmentarycznie we wschodniej części powiatu zagrożenie suszą hydrologiczną jest słabe (I klasa) (rycina 3.3.3).



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

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

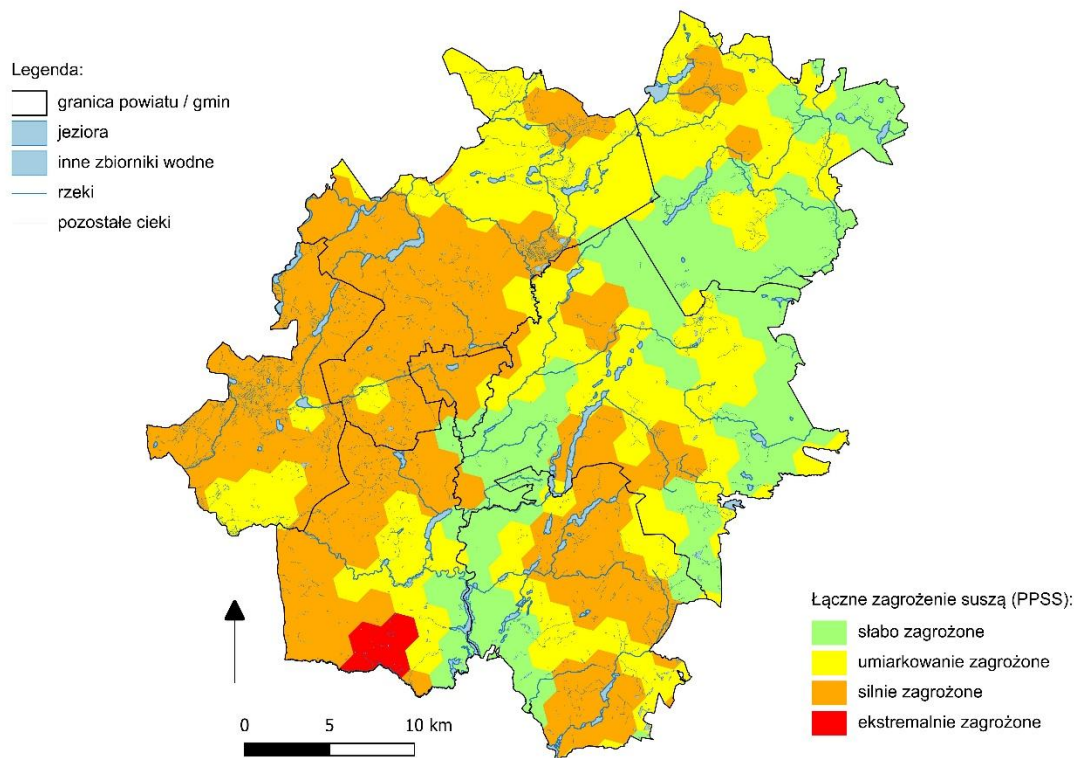
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu tucholskiego wskazuje, że jedynie drobny fragment południowo-zachodniej części powiatu charakteryzuje umiarkowane zagrożenie (klasa II), pozostały obszar jest słabo zagrożony (klasa I) (rycina 3.3.4).



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

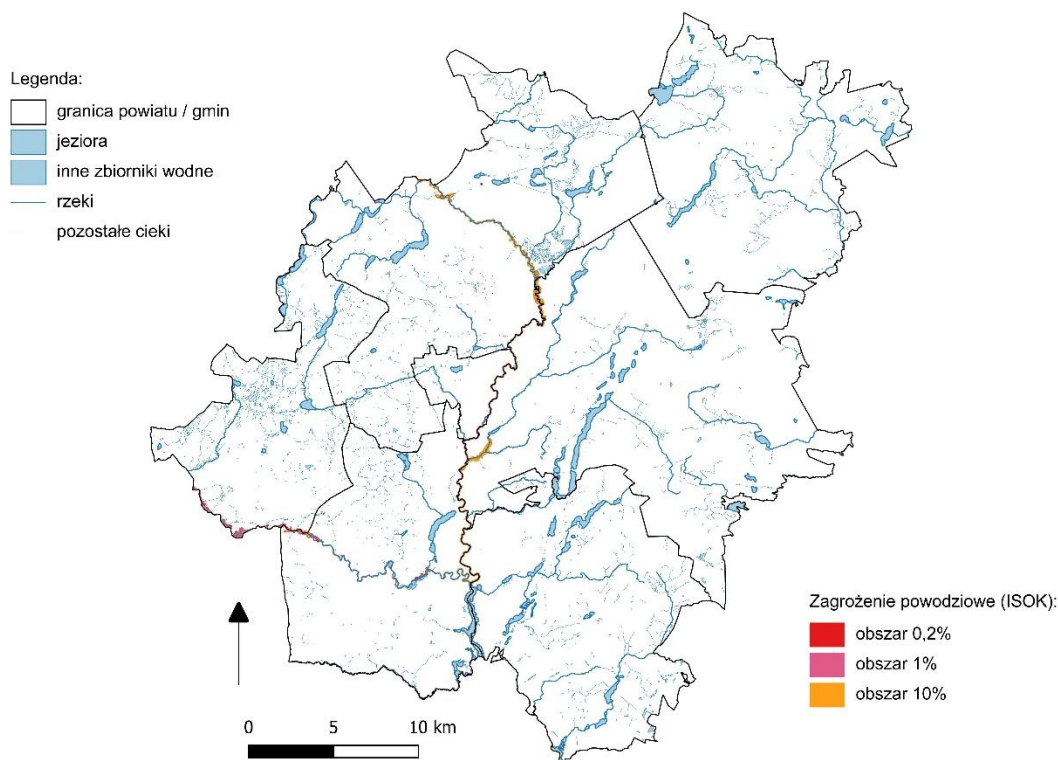
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu tucholskiego wskazuje, że jedynie drobny fragment w południowo-zachodniej części reprezentuje ekstremalne zagrożenie (kolor czerwony). Przeważająca część powiatu odpowiada silnemu (kolor pomarańczowy) i umiarkowanemu (kolor żółty) zagrożeniu suszą, a jedynie dolna część zlewni cząstkowej Brdy (w granicy sandru) oraz wschodnia część powiatu (w zakresie wysoczyzny) odpowiada obszarowi o słabym zagrożeniu suszą (kolor zielony) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu tucholskiego zaznaczają się w wybranych fragmentach rzeki Kamionki oraz w całym odcinku Brdy, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznoego w zagłębieniach terenowych w najbliższym sąsiedztwie koryta (rycina 3.3.6). W przypadku rzeki Brdy – dodatkowo zagrożenie powodziowe odzwierciedla możliwe presje ze strony funkcjonującej zabudowy hydrotechnicznej (Zbiornika Myłof – znajdującego się powyżej oraz Zbiornika Koronowskiego – położonego w południowej części powiatu).



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

## 4. Koncepcja systemu małej retencji.

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

W ostatnich latach na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego obserwuje się wyraźne zmiany warunków klimatycznych, przejawiające się zwiększoną częstotliwością występowania zjawisk ekstremalnych, takich jak susze, gwałtowne opady czy lokalne podtopienia. Analizy powiatowych planów wodnych oraz dostępne dane hydrologiczne i meteorologiczne potwierdzają narastające problemy związane z deficytem zasobów wodnych w okresach wegetacyjnych oraz nadmiernym dopływem wód w sezonie zimowym i wczesnowiosennym. W wielu powiatach województwa stale pogłębia się zjawisko nierównomiernego rozkładu opadów, co przekłada się na pogorszenie bilansu wodnego gleb oraz obniżenie ich potencjału produkcyjnego.

Zmieniające się warunki pogodowe, w połączeniu z wysokim udziałem gruntów rolnych i ograniczoną retencją naturalną, powodują konieczność systemowego podejścia do gospodarowania wodą. Plany wodne coraz częściej wskazują na konieczność

wdrażania działań służących zatrzymywaniu wody w krajobrazie oraz racjonalizacji jej odpływu. Mała retencja, intensywne procesy infiltracji oraz starzenie się istniejącej infrastruktury melioracyjnej dodatkowo potęgują ryzyko susz glebowych oraz lokalnych zalewów.

W związku z powyższym koncepcja działań ukierunkowanych na poprawę bilansu wodnego stanowi odpowiedź na aktualne potrzeby środowiskowe i gospodarcze regionu. Jej głównym celem jest zwiększenie możliwości zatrzymywania i wykorzystania wód opadowych i roztopowych, ograniczenie strat związanych z odpływem powierzchniowym oraz stworzenie warunków umożliwiających łagodzenie skutków suszy oraz podtopień. Planowane działania obejmują m.in. rozwój systemów retencji, modernizację i utrzymanie urządzeń wodno-melioracyjnych, regulację odpływu wód oraz poprawę zdolności retencyjnych gleb i obiektów infrastrukturalnych.

Realizacja tych założeń ma kluczowe znaczenie dla utrzymania stabilności środowiskowej, poprawy efektywności produkcji rolnej oraz minimalizacji zagrożeń wynikających ze zmienności klimatu. Program stanowi również element wspierający lokalną adaptację powiatów do zmian klimatycznych, pozwalając na racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi w perspektywie długoterminowej.

Głównymi celami i priorytetowymi kierunkami systemu małej retencji w powiecie powinno być:

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

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

Ocenę zapotrzebowania na rozwój melioracji wykonano w oparciu o sumy klimatycznego bilansu wodnego KBW w latach 1970-2004. Wskaźnik pozwala identyfikować obszary z niedoborem lub nadmiarem wody, a tym samym określać potrzeby stosowania melioracji nawadniających bądź odwadniających. Ujemne wartości

bilansu w miesiącu bądź okresie wegetacyjnym informują o niedoborach wody i wskazują na zasadność stosowania nawadniania, natomiast wartości dodatnie – zarówno w sezonie letnim, jak i zwłaszcza po zimie – sygnalizują potencjalny nadmiar wody i potrzebę jej odprowadzania. Klasyfikację KBW przedstawiono oddzielnie dla okresu wegetacyjnego (tab. 4.2.1; ryc. 4.2.1) oraz zimowego (tab. 4.2.2; ryc. 4.2.2) oraz okresów miesięcznych (tab. 4.2.3; ryc. 4.2.3).

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

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

źródło: Kaca, 2015.

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

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

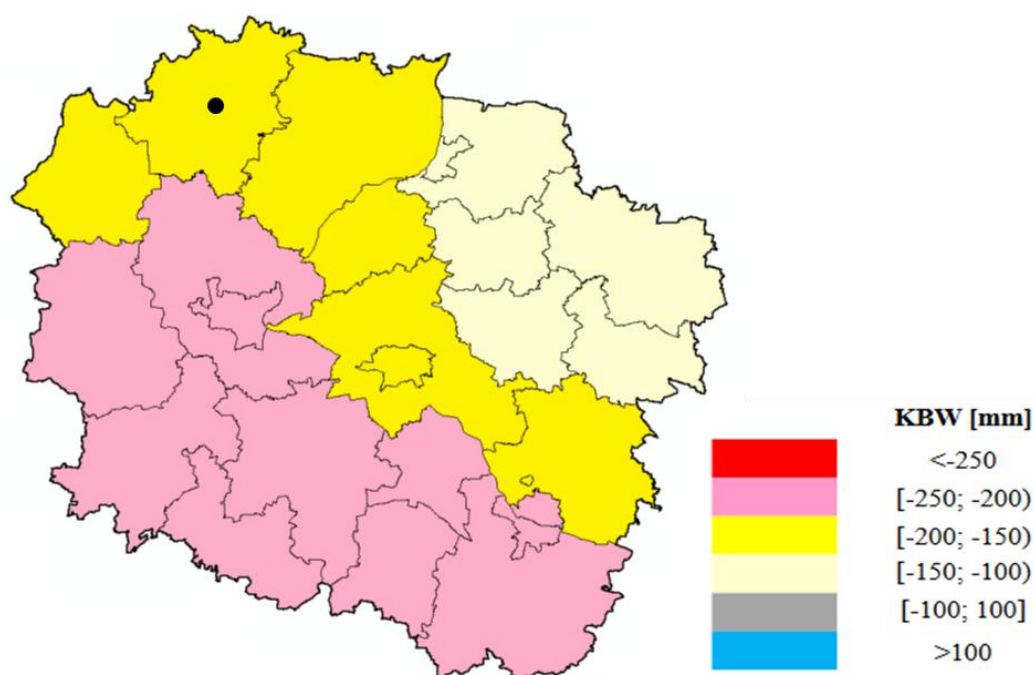
źródło: Kaca, 2015.

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

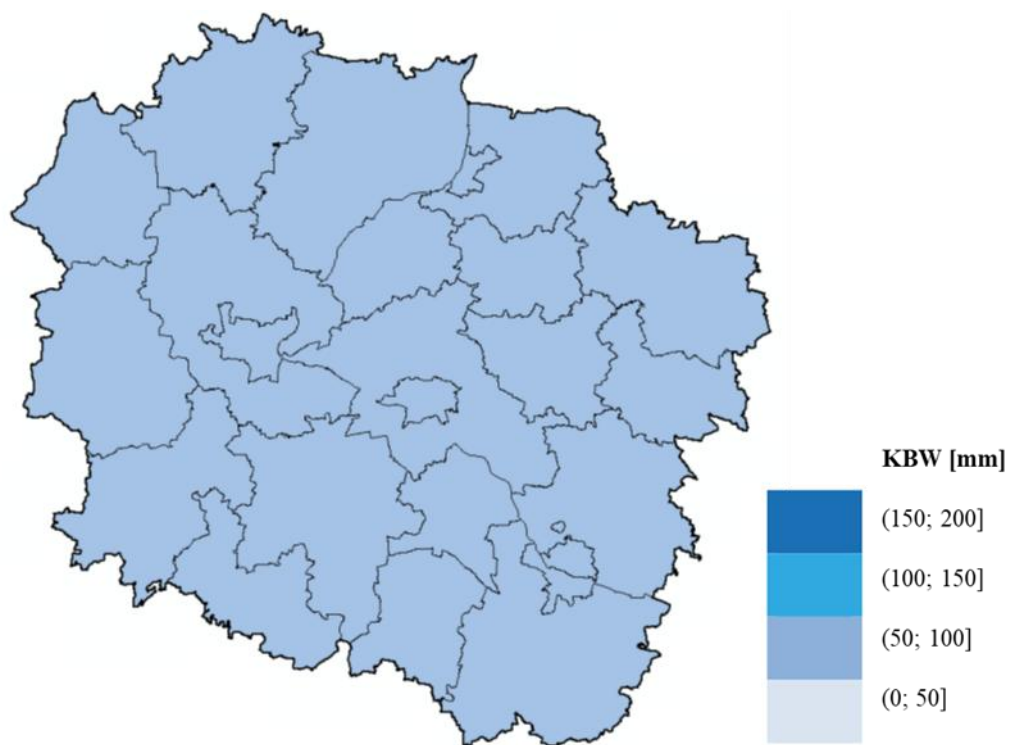
KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
<-50	skrajnie niedoborowy	nawadniających bardzo duża
[-50; -30)	silnie niedoborowy	nawadniających duża
[-30; -10)	lekko niedoborowy	nawadniających umiarkowana
[-10; 10]	zrównoważony	nawadniających mała
[50; 30)	silnie niedoborowy	brak
>10	nadmiarowy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

źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

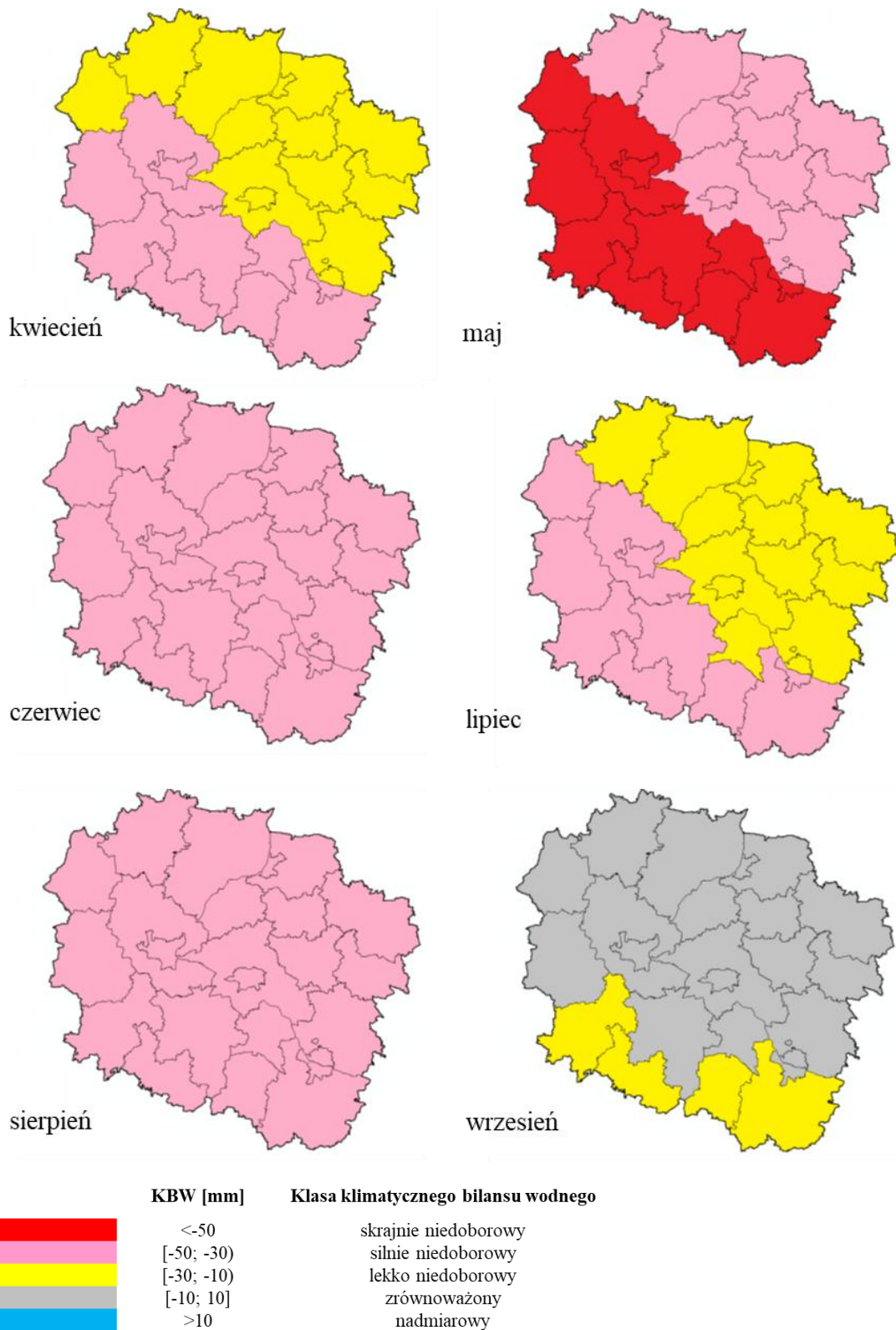
Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu tucholskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -150 do -200 mm). W trakcie sezonu występuje średnio umiarkowany niedobór opadów w stosunku do parowania, co przekłada się na umiarkowane potrzeby stosowania nawodnień. Małe potrzeby odnotowuje się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



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



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



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

## 5. Proponowane środki i rozwiązania.

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

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

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Proponowane działania:

- 1) Odtwarzanie i renaturyzacja mokradel.

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

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

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

Efekty działań:

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

## 2) Odtwarzanie i ochrona gleb organicznych (torfowisk).

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

Efekty środowiskowe:

- utrzymanie bardzo wysokiej zdolności retencyjnej gleb (75–90% objętości),
- ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> i innych gazów cieplarnianych,
- zachowanie funkcji torfowisk jako długoterminowych magazynów wody,
- poprawa warunków siedliskowych dla gatunków mokradłowych.

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

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

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

Korzyści:

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

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

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

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

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

Efekty środowiskowe:

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

#### 5) Odtwarzanie terenów zalewowych i dolin rzecznych

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

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

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

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

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

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

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

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

### 1. Rozwiązania techniczne (budowlane).

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

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

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

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

## 2. Rozwiązania nietechniczne (przyrodnicze i gospodarcze)

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

- **retencja glebowa i ściółkowa** – ściółka leśna i gleba stanowią naturalny, bardzo efektywny "magazyn" wody (tzw. retencja bierna). Zabiegi skupiają się na jej ochronie przed zniszczeniem oraz na utrzymaniu odpowiedniej struktury gleby (np. właściwa uprawa gleby), co zwiększa jej zdolność do wsiąkania i zatrzymywania wody,
- **kształtowanie struktury szaty roślinnej** – poprzez wprowadzaną różnorodność gatunkową i wiekową drzewostanu (zwłaszcza obecność drzew liściastych) oraz prawidłowe rozmieszczenie pokrywy roślinnej. Lasy o zróżnicowanej strukturze lepiej zatrzymują wodę, ponieważ korony drzew przechwytyją (intercepcja) i spowalniają opad. Różne typy lasów (np. łęgi, olsy) mają też różne zdolności retencyjne,
- **gospodarka leśna nastawiona na retencję** – poprzez utrzymywanie i tworzenie siedlisk hydrogeniczych (wodnych i podmokłych). Dostosowanie gospodarki leśnej do warunków wodnych, np. unikanie nadmiernej melioracji (odwodnienia) i dążenie do naturalizacji siedlisk.

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

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

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

- **sekwestracji węgla** - torfowiska magazynują ogromne ilości węgla. Kiedy są osuszane, torf ulega murszeniu (utlenianiu), co prowadzi do emisji tego węgla do atmosfery w postaci dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), 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 zapyłających 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 tucholskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują aż 534,3 km<sup>2</sup> (49,7 %) 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 <sup>2</sup> 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 Szafrąński (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 Solarcki (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 nawaalnych. Las trzykrotnie zmniejszał amplitudę odpływu i lepiej retencjonował wodę pochodzącą z topnienia śniegu i ulewnych deszczy
Fabijanowski i Jaworski (cyt. za Chelmski 2001)	Warstwa gleb leśnych (o miąższości 1 m) jest w stanie zmagazynować 2300m <sup>3</sup> na obszarze 1 ha*

Na terenach leśnych województwa kujawsko-pomorskiego, w tym powiatu tucholskiego, 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 <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>

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

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

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

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

- Obliczamy zapas wody w pokrywie śnieżnej ze wzoru:

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

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

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

$h_s$  – miąższość pokrywy śnieżnej [cm].

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

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

\*- przyjęta przeciętna powierzchnia gospodarstwa w województwie kujawsko-pomorskim

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

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

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

- **zwiększanie zawartości próchnicy (materii organicznej)** – próchnica działa jak gąbka – wzrost jej zawartości w glebie o 1% może zatrzymać dodatkowo od 90 do 150 t  $\text{H}_2\text{O}/\text{ha}$ . 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 orok 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 przeciwoerozyjne** – obejmujące orkę w poprzek stoków, tarasowanie na terenach nachylonych, co spowalnia spływ powierzchniowy i zwiększa wsiąkanie wody w głąb profilu glebowego, uprawy wstęgowe, polegające na przemiennym wysiewie różnych gatunków roślin w pasy;
- **odtworzenie elementów krajobrazowych (mikroretencja)** – obejmuje odtwarzanie i utrzymanie śródpolnych oczek wodnych, mokradeł i rowów melioracyjnych z możliwością piętrzenia, co pozwala na zwiększenie retencji powierzchniowej. Działania te obejmują również tworzenie i utrzymywanie zadrzewień śródpolnych, zakrzaczeń i stref buforowych (zadarnione pasy gruntu) na obrzeżach pól lub wzdłuż cieków wodnych. Roślinność ta spowalnia spływ, chroni przed erozją i poprawia mikroklimat;
- **racjonalne zarządzanie wodą z melioracji** – zmiana (przebudowa) systemów drenarskich, tak aby mogły pełnić rolę nawadniająco-odwadniająca (regulacja

poziomu wód za pomocą zastawek piętrzących), tak aby umożliwić zatrzymanie wód w okresach suszy.

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

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

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

Wybrane działania agroekologiczne zwiększające retencję glebową w powiecie 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 Cieslińskiego i Miatkowskiego 1996)

Wyszczególnienie	Możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez <b>zabiegi agromelioracyjne</b>		
	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 <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>	300 m <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>	500 m <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>
Ilość wody na 20 ha	2000 m <sup>3</sup>	6000 m <sup>3</sup>	10 000 m <sup>3</sup>
<b>Ilość wody w gruntach ornym (GO) w powiecie tucholskim</b>	<b>3 614 100 m<sup>3</sup></b>	<b>10 842 300 m<sup>3</sup></b>	<b>18 070 500 m<sup>3</sup></b>

(przy założeniu, że areal GO = 36 141 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 <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>	85 m <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>
Ilość wody na 20 ha	6 800 m <sup>3</sup>	1 700 m <sup>3</sup>
<b>Ilość wody w gruntach ornym (GO) w powiecie tucholskim (przy założeniu, że areal GO = 36 141 ha)</b>	<b>12 287 940 m<sup>3</sup></b>	<b>3 071 985 m<sup>3</sup></b>

\*- 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"> <li>• Wzrost porowatości ogólnej z 36 do 48 % powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb o 4 %</li> <li>• Zatem, nawet niewielki wzrost kapilarności może przyczynić się do zwiększenia ilości wody kapilarnej, niekiedy o <b>kilka m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup></b></li> </ul>
---

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dla podniesienia pojemności wodnej wierzchniej warstwy gleby o wartość średniej dziennej ewapotranspiracji z okresu lata (np. 3,4 mm), na każdy 1 m<sup>2</sup> gleby trzeba zastosować 1 kg bentonitu (czyli 10 ton na 1 ha)*.</li> </ul>
---

- Zatem, dawka 30 t·ha<sup>-1</sup> może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m<sup>3</sup>/ha)
- **Dodatkowa ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie tucholskim (przy założeniu, że areal GO = 36 141 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha<sup>-1</sup>) może wynieść 3 614 100 m<sup>3</sup>.**

\*- 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 tucholskiego**

Powiat tucholski leży w strefie o średniej wieloletniej sumie opadów atmosferycznych wynoszącej 552 mm rocznie, z czego 331 mm przypada na półrocze letnie (IV-IX). W zachodniej i centralnej Polsce powszechnie występują niedobory wody.

Klimatyczny bilans wodny (KBW): w powiecie tucholskim występuje ujemny KBW, który w okresie referencyjnym (1966–1995) wyniósł średnio -136 mm. Prognozy przewidują, że w drugiej połowie stulecia (dekady 2071–2100, scenariusz RCP 8.5) KBW może osiągnąć wartość do -168 mm. KBW w zakresie od -150 mm do -200 mm wskazuje na umiarkowaną potrzebę rozwoju melioracji nawadniających w tym okresie. Obecnie (2021–2060) potrzeba ta jest mała.

Uwarunkowania siedliskowe: powiat tucholski ma charakter leśno-rolniczy:

1. Grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione: Zajmują największą powierzchnię w województwie – 49,7% powierzchni powiatu (534,3 km<sup>2</sup>).
2. Użytki rolne (UR): 41% powierzchni powiatu.
3. Grunty orne (GO): Stanowią prawie 82% użytków rolnych, co przekłada się na około 36 141 ha gruntów ornych.
4. Zasoby wodne powierzchniowe: średni odpływ jednostkowy jest przeciętny i wynosi 6 dm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>·km<sup>-2</sup>.

Kluczowe priorytety działania:

1. Maksymalne wykorzystanie potencjału retencji leśnej (niemal 50% powierzchni): lasy mają kluczowe znaczenie dla alimentacji (zasilania) wód opadowych, zwiększając infiltrację i spowalniając odpływ.

2. Poprawa retencji glebowej na gruntach ornym (GO): Ze względu na dominację w Polsce gleb lekkich i bardzo lekkich (ponad 60% gleb uprawnych), kluczowe jest zwiększanie zawartości próchnicy.
3. Wzmacnianie mikroklimatu i ochrona przed parowaniem: Stosowanie pasów wiatrochronnych i zadrzewień, co jest szczególnie ważne w obliczu narastającego deficytu wodnego.

### Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Wysoka lesistość powiatu tucholskiego (49,7%) stawia działania leśne i krajobrazowe na pierwszym miejscu, ponieważ lasy działają jak naturalne zbiorniki retencyjne.

#### A. Retencja leśna (bierna i techniczna)

Działanie/Charakterystyka	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe
<b>Retencja glebowa i ściółkowa (bierna)</b>	Ochrona ściółki leśnej i utrzymanie odpowiedniej struktury gleby leśnej.	Gleba leśna (1 m miąższości) może zmagazynować 2300 m <sup>3</sup> /ha wody. Ściółka leśna może przyjąć maksymalnie prawie 12 mm wody. Spulchniona gleba leśna może wsiąknąć ok. 75% wody w stosunku do masy suchej gleby.
<b>Mała retencja techniczna</b>	Budowa budowli piętrzących na ciekach(zastawki, progi, stopnie) oraz renaturyzacja obszarów podmokłych.	Kontrolowane zatrzymywanie wody w korycie cieku podnosi poziom wód gruntowych na sąsiadujących terenach, co chroni przed suszą i degradacją siedlisk.
<b>Ochrona mokradel/torfowisk</b>	Renaturyzacja zdegradowanych	Sekwestracja węgla (CO <sub>2</sub> ): Zatrzymanie

	torfowisk poprzez zatykanie drenów i piętrzenie,.	murszenia torfu, które prowadzi do emisji CO <sub>2</sub> . Mokradła magazynują znaczące ilości wody (szacunkowo 1667 m <sup>3</sup> /ha rocznie).
--	---	--

## B. Retencja krajobrazowa (zadrzewienia)

Zadrzewienia i pasy wiatrochronne (orientowane prostopadle do kierunku dominujących wiatrów) są kluczowe na otwartych polach uprawnych.

- Pasy wiatrochronne: Redukują prędkość wiatru, co ogranicza parowanie wody z powierzchni gleby i powietrza (ewapotranspirację). Stabilny mikroklimat i wyższa wilgotność gleby w strefie osłoniętej przekładają się na wzrost plonów.
- Pasy buforowe (ekotony): Strefy roślinne zakładane wzdłuż cieków wodnych (rzek, rowów) spowalniają spływ powierzchniowy, wychwytyją nadmiar biogenów (azotu i fosforu) z pól i stabilizują brzegi.

## Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej (agromelioracje)

Dla gruntów ornych (82% UR) najważniejsze jest budowanie retencji glebowej i stosowanie technik rolnictwa konserwującego.

### A. Zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej (próchnicy)

Zwiększenie zawartości próchnicy jest najważniejszym działaniem, zwłaszcza na glebach lekkich, ponieważ próchnica wiąże około 5 razy więcej wody w stosunku do swojej masy.

Metoda Działania	Opis	Potencjał retencyjny (GO 36 141 ha)
Gospodarka GO	Prawidłowy płodozmian (zwiększanie udziału roślin bobowatych, unikanie monokultur), nawożenie organiczne (obornik, komposty, pofermenty),, oraz regulowanie odczynu gleb.	Wzrost zawartości próchnicy o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 t H <sub>2</sub> O/ha. Potencjał dla GO (warstwa 0-25 cm) to 3

		071 985 m <sup>3</sup> dodatkowej retencji.
<b>Mulczowanie i poplony</b>	Utrzymywanie gleby pod okrywami roślinnymi (mulczem), co ogranicza parowanie wody (ewaporację).	Mulcz chroni glebę przed erozją, zwiększa zdolność infiltracyjną gleby.

## B. Konserwująca uprawa roli i agromelioracje

Udział gleb lekkich w Polsce wymaga unikania orki na rzecz uprawy konserwującej, która minimalizuje straty wody i ubytek próchnicy.

- Uprawa konserwująca (bezorkowa): zastępowanie pługa narzędziami nieodwracającymi roli, pozostawianie min. 30% resztek poźniwnych (mulczu). Konserwująca uprawa roli minimalizuje parowanie wody (ewaporację) i sprzyja zwiększeniu wilgotności gleby.
- Głęboszowanie (agromelioracja): mechaniczne spulchnienie zagęszczonej warstwy podornej, co jest zalecane na glebach zwięzłych i słabo przepuszczalnych. Likwidacja zagęszczenia zwiększa pojemność retencji użytecznej dla roślin. Maksymalny potencjał retencji użytecznej wynosi 18 070 500 m<sup>3</sup> wody w GO (przy założeniu 50 mm/ha).
- Dodatki Mineralne: aplikacja bentonitu lub zmielonych bazaltów (skały wulkaniczne), które zwiększają pojemność sorpcyjną. Potencjał retencji (dawka 30 t·ha<sup>-1</sup>) to 3 614 100 m<sup>3</sup> dodatkowej retencji w GO.

## C. Dobór roślin

- Preferowanie ozimin: odmiany ozime są preferowane nad jarymi, ponieważ lepiej wykorzystują zapasy wody pozimowej i są mniej wrażliwe na suszę wiosenną. Można stosować też odmiany przewódkowe (np. pszenica jara: Arabella, Mandaryna; żyto jare: Bojko) wysiewane późną jesienią.
- Rośliny C4: zwiększanie areałów upraw roślin o typie fotosyntezy C4 (np. proso, sorgo, kukurydza), które zużywają tylko 200–400 l wody na 1 kg suchej masy.
- Nawożenie optymalizujące: Optymalne zaopatrzenie w składniki nawozowe, zwłaszcza fosfor (P) (rozwój korzeni) i potas (K) (regulacja aparatów szparkowych), umożliwia mniejsze zużycie wody na jednostkę plonu.

W powiecie tucholskim, z uwagi na ujemny KBW (-136 mm), dużą lesistość (49,7%) oraz przewagę gruntów ornich (36 141 ha GO), priorytety powinny koncentrować się na zarządzaniu wodą w krajobrazie i poprawie retencji glebowej.

1. Retencja leśna i techniczna: Należy priorytetowo inwestować w małą retencję techniczną (zastawki, budowle piętrzące) w rowach i ciekach, aby podnosić poziom wód gruntowych, chronić mokradła (torfowiska) oraz wykorzystać blisko 50% powierzchni leśnej do maksymalnego gromadzenia wody.
2. Agromelioracja: głęboszowanie ma największy potencjał ilościowy do zwiększenia retencji użytecznej w GO (do 18,07 mln m<sup>3</sup> wody).
3. Uprawa konserwująca: Należy wdrożyć uprawę konserwującą (mulczowanie) i zwiększać zawartość próchnicy w glebie, co jest kluczowe dla redukcji parowania i poprawy zdolności retencyjnych gleb lekkich.
4. Zadrzewienia krajobrazowe: Ze względu na otwarty charakter gruntów rolnych, zakładanie pasów wiatrochronnych jest kluczowe dla ograniczenia ewapotranspiracji.

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

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

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

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

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

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

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

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

i potencjalnych korzyści wynikających z konsekwentnej, długofalowej realizacji programu retencyjnego.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

gdzie:

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

$B_t$  – korzyści przedsięwzięcia w okresie  $t$ ;

$C_t$  – koszty przedsięwzięcia w okresie  $t$ ;

$r$  – stopa dyskontowa.

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

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

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

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

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

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

### **1. Inwestycje z kategorii melioracji szczegółowych:**

- Remont i budowa to inwestycje o tym samym charakterze. Zły stan urządzeń wymuszający prace remontowe, był spowodowany brakiem prac konserwatorskich w wystarczającym zakresie, a dotychczasowe koszty eksploatacyjne w przybliżeniu są równe 0. W związku z tym, urządzenia te nie funkcjonowały w odpowiedni sposób, a więc wartość efektów wynikających z ich dotychczasowego istnienia także w przybliżeniu jest równa 0.
- Obszar oddziaływania urządzeń melioracji szczegółowych jest zgodny z danymi udostępnionymi przez MRiRW.
- Efektem wynikającym z nowych inwestycji i remontów jest coroczny przyrost plonów na obszarze objętym oddziaływaniem urządzeń. Wartość tego efektu obliczono zakładając 17% przyrost plonów zbóż, rzepaku i trwałych użytków zielonych oraz 12% wzrost plonów buraków cukrowych i ziemniaków (Manteuffel Szoega 2002);
- Struktura zasiewu i wielkość plonów jest taka sama jak średnia dla obszaru całego kraju z lat 2020–2023, zaś ceny skupu plonów – takie jak w 2024 r. (GUS 2024).
- Urządzenia melioracji szczegółowych eliminują straty spowodowane podtopieniami gruntów ornych w latach mokrych. Średnia wartość szkód spowodowanych podtopieniami została przyjęta na podstawie programów pomocy finansowej Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) dla rolników poszkodowanych przez niekorzystne zjawiska pogodowe (w tym deszcz nawalny lub powódź/podtopienia) i została ona oszacowana średnio na 3000 zł ha<sup>-1</sup> (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 m<sup>3</sup> zretencjonowanej wody (Kowalewski 2003).

- W przypadku budowy (remontu) piętrzenia na istniejących zbiornikach wodnych (jeziora, stawy itp.) wartość korzyści społecznych wynika z ograniczenia strat w produkcji roślinnej wywołanych suszą. Przyjęto za Łabędzkiem (2006) częstotliwość występowania susz na poziomie 22% oraz wartość strat w produkcji roślinnej równą 25% dla ziemiopłodów i 27% w przypadku trwałych użytków zielonych.
- Średnia ilość wody zmagazynowanej dzięki piętrzeniu na ciekach wynosi 10,88 tys. m<sup>3</sup>, zaś na zbiornikach – 317,3 tys. m<sup>3</sup> (GUS 2025).
- Struktura zasiewu, wielkość plonów oraz ceny skupu plonów potrzebne do określenia wartości ograniczonych strat spowodowanych suszami określono w ten sam sposób, jak w przypadku melioracji szczegółowych.

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

Występowanie znacznych dodatnich efektów w postaci korzyści społecznych (zwiększenia bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, poprawy stosunków powietrzno-wodnych w glebie, zwiększenia ilości retencjonowanej wody) uzasadnia jednak wspieranie tego rodzaju projektów ze środków publicznych, które mogą mieć różne źródła. Z obliczonych wartości wskaźników jednoznacznie wynika, że inwestycje wodno-melioracyjne mogą być finansowane ze środków publicznych. Inwestorzy prywatni, którzy w swej działalności gospodarczej dążą do maksymalizacji osiąganego zysku, nie byłoby zainteresowani tego typu przedsięwzięciami z powodu zbyt małej ich efektywności ekonomicznej.

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

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

## **Inwestycja I**

### **Koncepcja ograniczenia podtopień i retencjonowania wód w m. Bagienica**

#### **Wprowadzenie i cel opracowania**

Niniejsza ekspertyza przedstawia analizę hydrologiczną i koncepcję zagospodarowania naturalnego obniżenia terenu w miejscowości Bagienica poprzez budowę zbiornika retencyjnego, mającego na celu:

- zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych,
- ograniczenie podtopień terenów przyległych,
- poprawę bezpieczeństwa hydrologicznego,
- usprawnienie odpływu kontrolowanego do rowu melioracyjnego,
- zwiększenie bioróżnorodności i odtworzenie siedlisk wilgotnych,
- stworzenie systemu przesłonowego, który umożliwi krótkookresowe piętrzenie i powolne odprowadzenie fali wezbraniowej.

<b>Lp.</b>	<b>Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych</b>	<b>Szacunkowy koszt (zł)</b>
1.	Budowa grobli ziemnej z urobku jeziornego: dł. 36 m,	30 000
2.	Budowa zbiornika retencyjnego: 3600 m <sup>3</sup>	108 000
3.	Skarpy, roślinność	50 000
4.	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urzędzeń	15 000
<b>Suma</b>		<b>203 000*</b>

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

## **Analiza inwestycji I: Ograniczenie podtopień i retencjonowanie wód – Bagienica**

### **Założenia:**

Moment przeprowadzenia analizy: grudzień 2025 r.

Horyzont czasowy: 30 lat

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

### **Koszty (CAPEX i OPEX) - C<sub>t</sub>**

Inwestycja dotyczy zagospodarowania naturalnego obniżenia terenu poprzez budowę grobli ziemnej i zbiornika retencyjnego (ok. 3 600 m<sup>3</sup>).

<b>Pozycja</b>	<b>Wartość (PLN)</b>	<b>Szczegóły</b>
<b>CAPEX</b>	188 000	Suma pozycji 1-3. Głównie: budowa zbiornika (108 000 PLN) oraz skarpy/roślinność (50 000 PLN).
<b>OPEX</b>	15 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 4).

### **Roczne korzyści B<sub>t</sub>**

Roczne korzyści (B<sub>t</sub>) monetarne są szacowane na podstawie danych z opisu inwestycji, bazując na obszarze oddziaływania (ok. 30 ha upraw).

<b>Rodzaj korzyści</b>	<b>Obliczenie i założenie</b>	<b>Wartość (PLN)</b>
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
<b>Suma</b>		<b>41 000 PLN/rok</b>

Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{188\,000\text{ PLN}}{26\,000\text{ PLN/rok}} \approx 7,23\text{ roku}$$

Umiarkowany czas odzysku kapitału, ponad 7 lat.

#### Wskaźniki Efektywności Ekonomicznej (CBA)

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
<b>PV kosztów</b>	409 600 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
<b>PV korzyści</b>	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
<b>NPV</b>	197 400 PLN	NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie.
<b>B/C Ratio</b>	1,48	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty
<b>IRR</b>	14,9%	IRR > 5,26% SDR. Inwestycja jest wysoce rentowna.

#### Inwestycja II

**Koncepcja hydrologiczna systemu zrównoważonej retencji wód opadowych dla  
zlewni ronda i ulicy Sępoleńskiej w Gostycynie**

**Celem opracowania jest przedstawienie:**

- optymalnej koncepcji budowy zbiorników retencyjnych,
- wariantów przebudowy systemu odwodnienia,
- analizy hydrologicznej i retencyjnej projektowanych zbiorników,
- kierunków odprowadzenia wód do rzeki Kamionki,
- oceny bezpieczeństwa hydrologicznego i poprawy bioróżnorodności.

**Wariant I** – Budowa głównego zbiornika retencyjnego na działce 110

Parametry zbiornika:

- powierzchnia:  $100 \times 100$  m,
- głębokość: 2,0 m,
- pojemność maksymalna: ok. 7000 m<sup>3</sup>,
- pojemność retencyjna (warstwa 60 cm): 2100 m<sup>3</sup>,
- możliwość sekwencyjnego przyjmowania fal opadowych,
- łatwość grawitacyjnego odprowadzenia do Kamionki.

**Wariant II** – System dwóch zbiorników + modernizacja kanalizacji deszczowej

Zbiornik Z1 – działka 110

- pojemność retencyjna: 2100 m<sup>3</sup> (jak w wariantcie I)

Zbiornik Z2 – działka 339/12

- wymiary:  $38 \times 40$  m,
- głębokość: 2 m,
- pojemność całkowita: 3100 m<sup>3</sup>,
- pojemność retencyjna (warstwa 60 cm): 900 m<sup>3</sup>.

Zbiornik Z3 – istniejący (839/2)

- pojemność użytkowa: 300 m<sup>3</sup>.

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)

1	Wariant I – Budowa głównego zbiornika retencyjnego na działce 110; 7000 m <sup>3</sup>	210 000
2.	Wariant II – System dwóch zbiorników + modernizacja kanalizacji deszczowej; 3300 m <sup>3</sup>	100 000
3	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	20 000
<b>Suma</b>		<b>330 000*</b>

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

### **Analiza inwestycji II: System zrównoważonej retencji wód opadowych – Gostycyn**

Inwestycja dotyczy przebudowy systemu odwodnienia, z wariantami budowy zbiorników retencyjnych w obszarze miejskim/podmiejskim.

#### **Koszty (CAPEX i OPEX) - C<sub>t</sub>**

Projekt przedstawia dwa warianty inwestycyjne (Wariant I: 210 000 PLN; Wariant II: 100 000 PLN). Dla CBA należy wybrać wariant o największej efektywności ekonomicznej. Wariant II jest tańszy inwestycyjnie, co przy identycznych korzyściach (B<sub>t</sub>) i OPEX, z definicji daje wyższą efektywność.

<b>Pozycja</b>	<b>Wartość (PLN)</b>	<b>Szczegóły</b>
<b>CAPEX</b> Wariant II	100 000	System dwóch zbiorników + modernizacja kanalizacji deszczowej (poz. 2).
<b>OPEX</b>	20 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 3).

#### **Roczne korzyści B<sub>t</sub>**

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.

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
<b>Suma</b>		<b>41 000 PLN/rok</b>

### 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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{100\,000\ \text{PLN}}{21\,000\ \text{PLN/rok}} \approx 4,76\ \text{roku}$$

W miarę szybki odzysk kapitału – w 4 lata i 9 miesięcy.

### Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
<b>PV kosztów</b>	396 800 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
<b>PV korzyści</b>	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
<b>NPV</b>	210 200 PLN	NPV > 0 Projekt jest efektywny ekonomicznie.
<b>B/C Ratio</b>	1,53	B/C > 1 Korzyści przewyższają koszty.

<b>IRR</b>	18,2%	IRR > 5,26% SDR Inwestycja jest wysoce efektywna ekonomicznie.
------------	-------	---

### Wnioski i rekomendacje

Oba projekty są efektywne ekonomicznie i zasługują na wsparcie publiczne. Jednak inwestycja II (Gostycyn, wariant II) jest dominująca w ujęciu porównawczym, oferując wyższą rentowność (IRR) i szybszy zwrot kapitału (PP). Wybór wariantu II jest optymalny. Inwestycja I (Bagienica) jest również bardzo opłacalna, ale jej wyższy CAPEX i dłuższy okres zwrotu czynią ją relatywnie mniej atrakcyjną. Rekomenduje się priorytetową realizację inwestycji II (Gostycyn) w wariantcie II jako najbardziej efektywnej alokacji środków. Inwestycja I również powinna zostać zrealizowana, gdyż jest projektem generującym znaczącą wartość społeczną.

### Ocena opłacalności ekonomicznej - zestawienie

<b>Wskaźnik</b>	<b>Inwestycja I (Bagienica)</b>	<b>Inwestycja II (Gostycyn – wariant II)</b>	<b>Komentarz</b>
<b>CAPEX (PLN)</b>	188 000 PLN	100 000 PLN	Inwestycja II jest tańsza inwestycyjnie.
<b>OPEX (PLN)</b>	15 000 PLN	20 000 PLN	Inwestycja I ma niższy roczny koszt utrzymania.
<b>NPV</b> (SDR): $r = 5,26\%$	197 400 PLN	210 200 PLN	II generuje wyższą absolutną wartość dodaną (NPV).
<b>B/C Ratio</b>	1,48	1,53	II jest bardziej efektywna na jednostkę kosztu.
<b>IRR</b>	14,9%	18,2%	II jest bardziej rentowna.
<b>Prosty okres zwrotu (PP)</b>	7,23 roku	4,76 roku	II oferuje szybszy odzysk kapitału.

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

1. Poprawę warunków rolniczych:

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

2. Zmniejszenie strat powodziowych:

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

3. Poprawa jakości środowiska związana jest głównie z ochroną zasobów wodnych poprzez:

- gromadzenie wody (retencja): budowa zbiorników retencyjnych i poprawa zdolności retencyjnej terenów (np. mokradeł) jest kluczowa w obliczu zmian klimatu. Zgromadzona woda może być wykorzystywana w okresach niedoboru, co jest ważne dla rolnictwa, przemysłu i zaopatrzenia ludności.
- zwiększenie bioróżnorodności, głównie dzięki odbudowie siedlisk: projekty rekultywacyjne i melioracyjne mogą być realizowane w sposób, który przywraca utracone siedliska, sprzyjając bioróżnorodności i tworząc lepsze warunki dla dzikiej fauny i flory np. wartość usług ekosystemowych (poprawa jakości wody, bioróżnorodność, walory krajobrazowe): 15 000 PLN/rok.

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

1. Budowa zastawek piętrzących na rowach melioracyjnych i strugach oraz
2. budowa zbiorników retencyjnych.
3. Renowacja rowów melioracyjnych oraz wymiana części rurociągów i studni.
4. Przebudowa przepustów i mostów drogowych.
5. Modernizacja wału przeciwpowodziowego Grabowo-Świecie.
6. Zwiększenie zdolności retencyjnej jeziora Niewieścín i zlewni Grabowo-Świecie.
7. Udrożnienie koryta rzeki Wdy w obrębie wsi Tleń.

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

Z dużym prawdopodobieństwem można zakładać, że kolejne inwestycje o podobnym charakterze, które są na liście LPW powiatu świeckiego mogą mieć uzasadnienie ekonomiczne do ich przeprowadzenia.

Trzeba jednak koniecznie 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.

#### **6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.**

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

### **6.4.1. Koncepcja ograniczenia podtopień i retencjonowania wód w m. Bagienica**

#### 6.4.1.1. Wprowadzenie i cel opracowania

Niniejsza ekspertyza przedstawia analizę hydrologiczną i koncepcję zagospodarowania naturalnego obniżenia terenu w miejscowości Bagienica poprzez budowę zbiornika retencyjnego, mającego na celu:

- zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych,
- ograniczenie podtopień terenów przyległych,
- poprawę bezpieczeństwa hydrologicznego,
- usprawnienie odpływu kontrolowanego do rowu melioracyjnego,
- zwiększenie bioróżnorodności i odtworzenie siedlisk wilgotnych,
- stworzenie systemu przesłonowego, który umożliwi krótkookresowe piętrzenie i powolne odprowadzenie fali wezbraniowej.

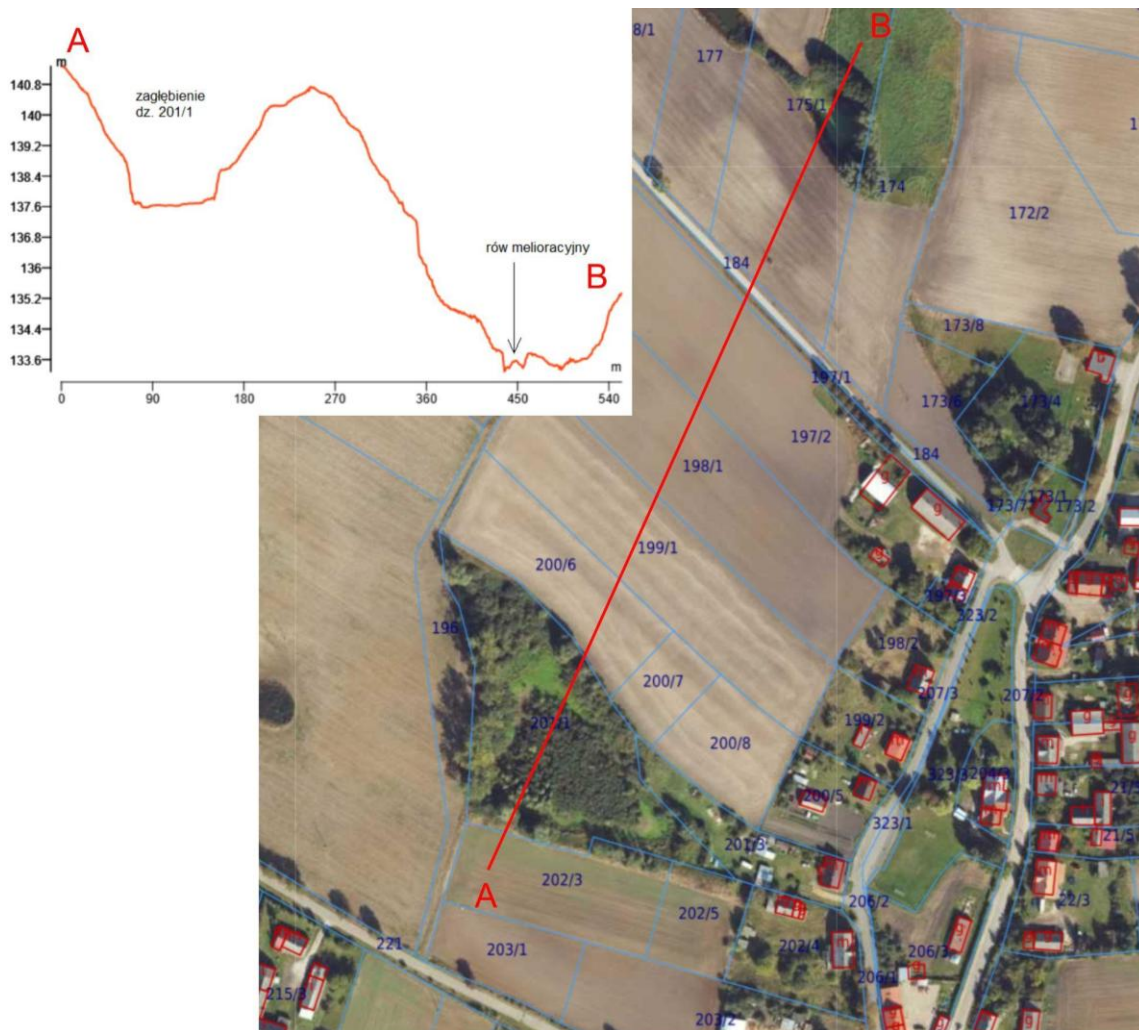
#### 6.4.1.2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Analizowane obniżenie terenu zlokalizowane jest na dwóch działkach ewidencyjnych w miejscowości Bagienica.. Działka nr 201/1 obejmuje główną część misy planowanego zbiornika retencyjnego, natomiast działka nr 201/3 przewidziana jest pod realizację grobli.

- Kluczowe punkty misy zbiornika zostały określone na podstawie pomiarów terenowych: 53°27'09.3486"N, 17°46'52.2602"E (rzędna 137,376 m)
- 53°27'09.5632"N, 17°46'51.6844"E (rzędna 137,076 m)
- 53°27'09.5921"N, 17°46'51.2424"E (rzędna 136,808 m)

Granica wschodnia obniżenia: rzędna 138,022 m n.p.m.

Obniżenie terenu charakteryzuje się powierzchnią wynoszącą około 8 000 m<sup>2</sup> oraz naturalną głębokością rzędu około 1,0 m. Obszar ten jest obecnie silnie zarośnięty, szczególnie po stronie zachodniej, gdzie na skarpach występują duże, wieloletnie drzewa. W centralnej części obniżenia zaobserwowano wyraźne ślady okresowego zalegania wody, co potwierdzają zarówno struktura systemów korzeniowych, jak i obecność roślinności hydrofitowej. Naturalny kierunek odpływu wód z obniżenia jest północno-wschodni i prowadzi w stronę istniejącego rowu melioracyjnego.



Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja naturalnego zagłębienia terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica oraz dz. nr 201/3 na tle ortofotomapy oraz przekrój poprzeczny analizowanego obszaru.



**Fot. 6.4.1.1. Naturalne zagłębienie terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica.**



Fot. 6.4.1.2. Naturalne zagłębienie terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica.



Fot. 6.4.1.3. Widok z dz. nr 201/1, m. Bagienica w kierunku zachodnim.



Fot. 6.4.1.4. Wschodnia granica obniżenia terenu dz. nr 201/1, m. Bagienica przy granicy z prywatną nieruchomością.



Fot. 6.4.1.5. Widok z południowej granicy obniżenia terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica.

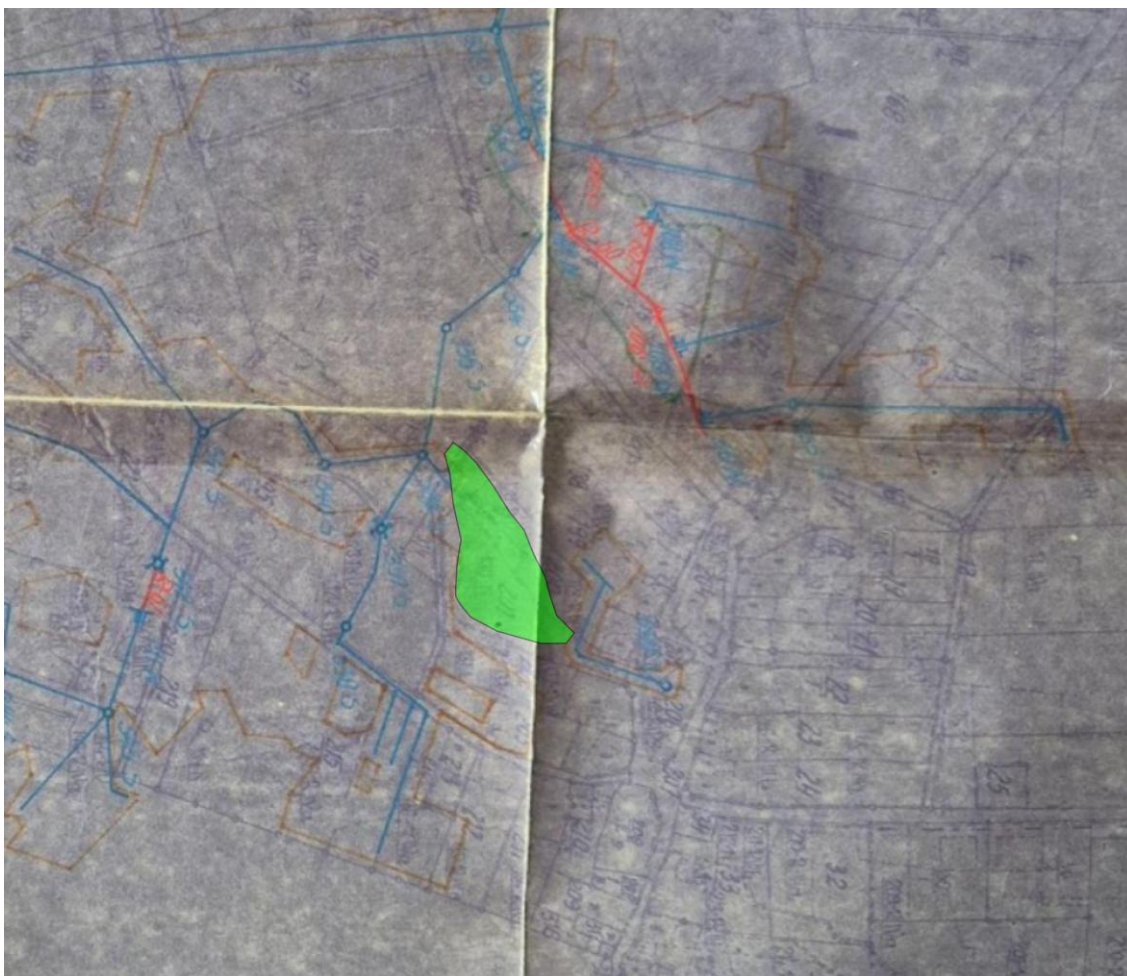


Fot. 6.4.1.6. Widok na północną granicę obniżenia terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica

W bezpośrednim otoczeniu obniżenia terenu nie występują otwarte rowy odwadniające. Zasadnicza część wód dopływających do analizowanego obszaru odprowadzana jest za pośrednictwem podziemnych rurociągów oraz istniejącego systemu drenarskiego. Odprowadzenie wód z obniżenia jest możliwe wyłącznie poprzez kontrolowany wypływ do rowu melioracyjnego zlokalizowanego po stronie północno-wschodniej.



Ryc. 6.4.1.2. Lokalizacja naturalnego obniżenia terenu na tle mapy obszarów zmeliorowanych.



Ryc. 6.4.1.3. Lokalizacja naturalnego obniżenia terenu na tle mapy ewidencji melioracji wodnych.

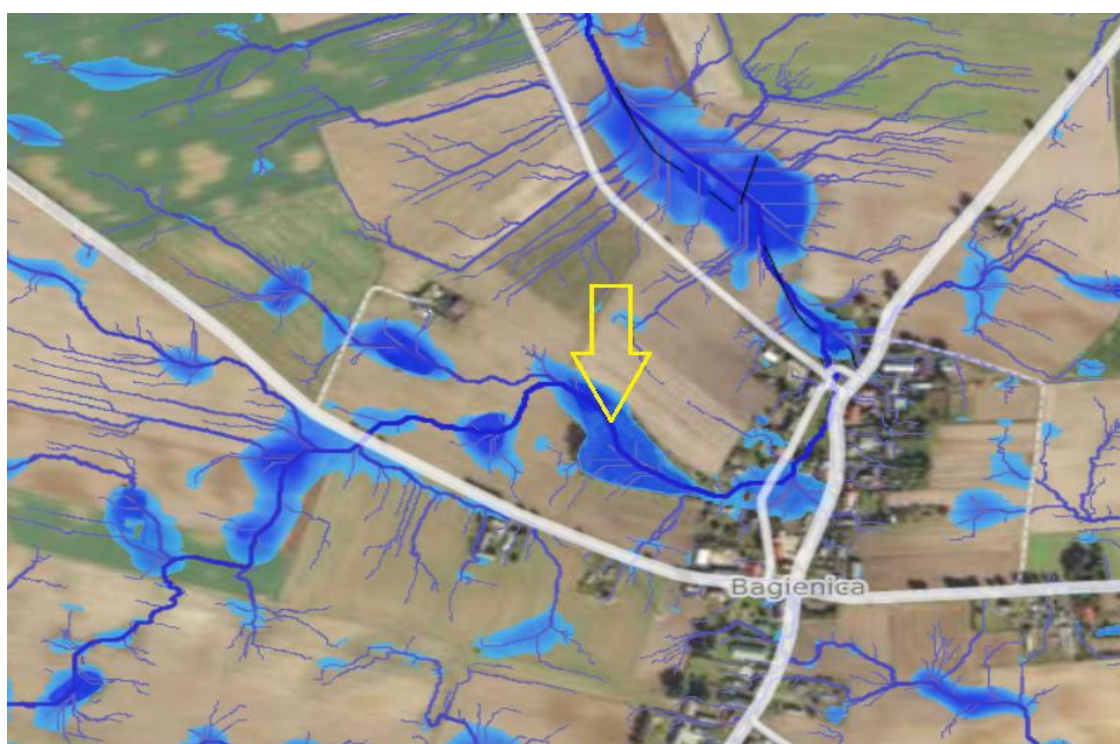
#### 6.4.1.3. Warunki hydrologiczne i zlewnia

Zlewnia całkowita spływu powierzchniowego obejmuje:

- 0,71 km<sup>2</sup> (71 ha) – obszar zdolny dostarczyć wodę do obniżenia terenu,
- przy intensywnym opadzie 40 mm możliwy jest spływ:  
 $0,04 \text{ m} \times 710 \text{ 000 m}^2 = 28 \text{ 400 m}^3$ ,
- wg modelu z pliku fala dopływu w ciągu 1 h może wynieść nawet 7000 m<sup>3</sup> spływu powierzchniowego.



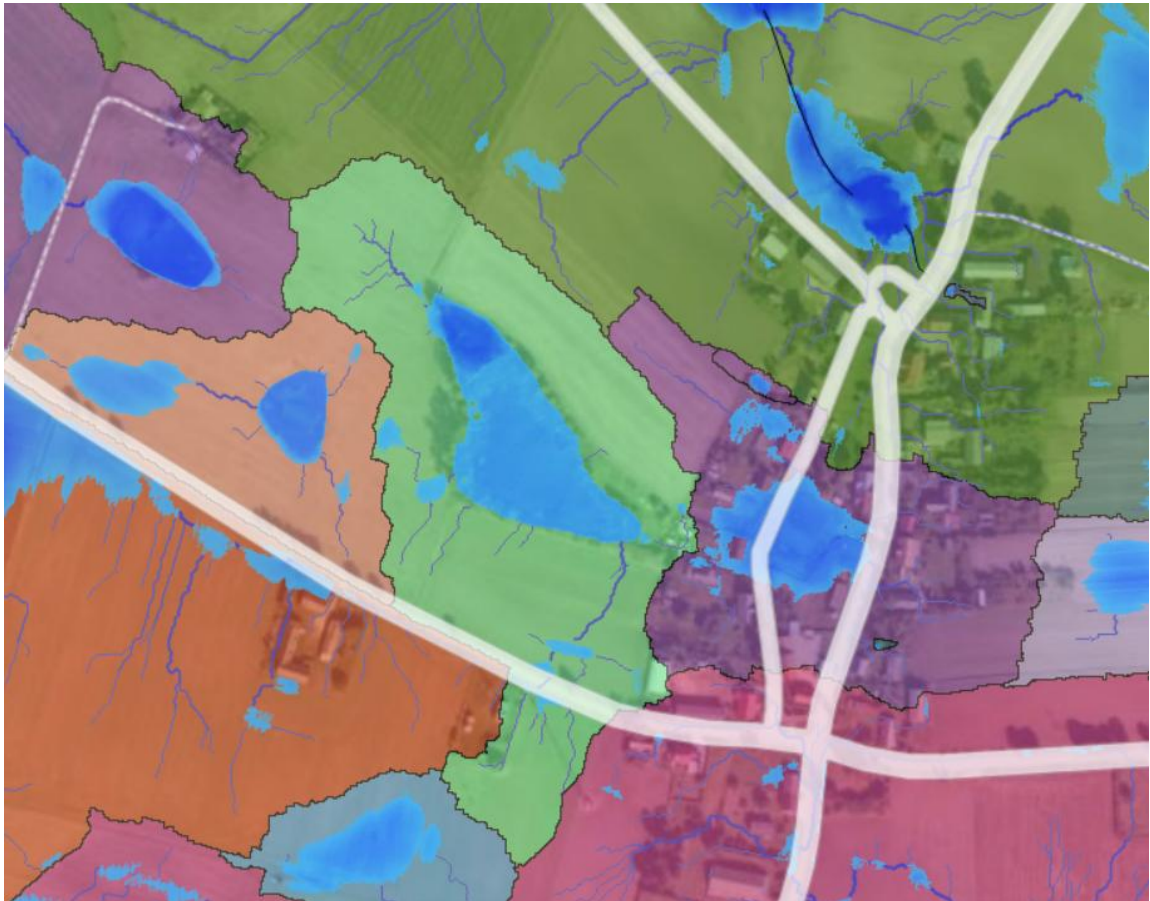
Ryc. 6.4.1.5. Zasięg zlewni całkowitej o pow. 0,71 km<sup>2</sup> wód spływających po powierzchni do profilu analizowanego obniżenia terenu w m. Bagienica.



Ryc. 6.4.1.4. Lokalizacja obniżenia terenu na tle warunków spływu wód opadowych po powierzchni terenu.

W bezpośredniej zlewni przedmiotowego obniżenia terenu:

- powierzchnia spływu to kilkanaście hektarów,
- dopływ wód odbywa się zmeliorowanymi rurociągami,
- występuje silne uwodnienie po opadach



Ryc. 6.4.1.6. Zasięg zlewni bezpośredniej przedmiotowego obniżenia terenu.

#### 6.4.1.4. Diagnoza problemu hydrologicznego

Najważniejsze problemy:

1. Niskie położenie terenu oraz brak odpływu grawitacyjnego powodują tworzenie się podtopień.
2. Wody z dużej zlewni (71 ha) dopływają gwałtownie, co stwarza ryzyko powodzi błyskawicznych.
3. Obecna pojemność obniżenia (ok. 1200 m<sup>3</sup>) jest zbyt mała, aby przejąć falę odpływu.
4. Korytarz NE jest jedynym kierunkiem odpływu – konieczna jest regulacja i dławienie odpływu.

#### 6.4.1.5. Koncepcja budowy zbiornika retencyjnego

Na podstawie pliku koncepcja zakłada przeprowadzenie prac hydrotechnicznych obejmujących:

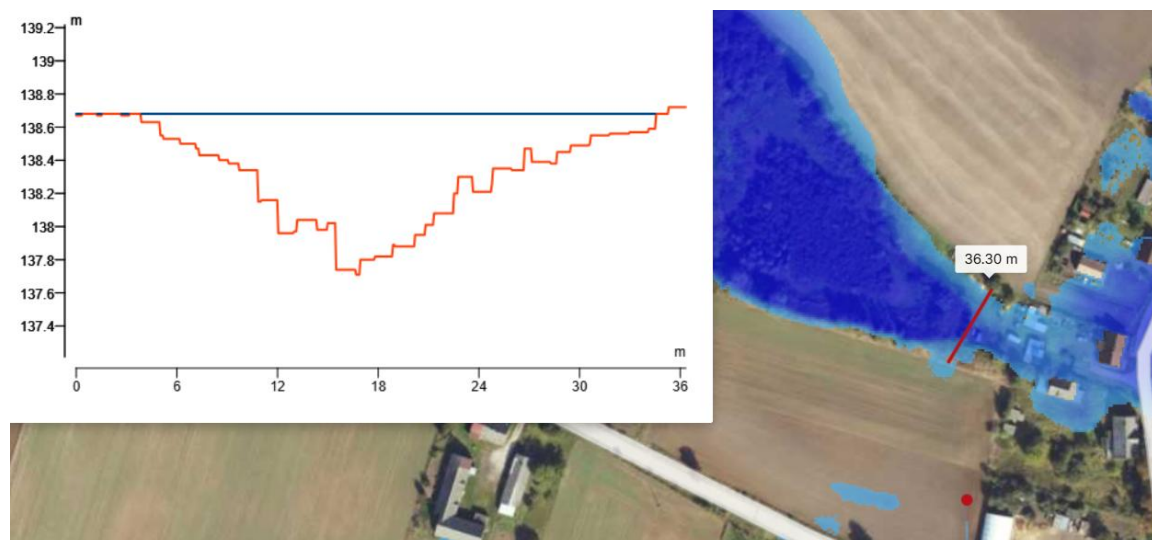
##### a/ Budowę grobli

- lokalizacja: wschodnia część działek 201/1 i 201/3,
- długość: 36 m,
- wysokość korony: 138,7 m n.p.m.,
- konstrukcja: grobla ziemna z urobku wydobytego z misy,
- funkcja: zamknięcie misy od strony wschodniej i umożliwienie spiętrzenia wód.

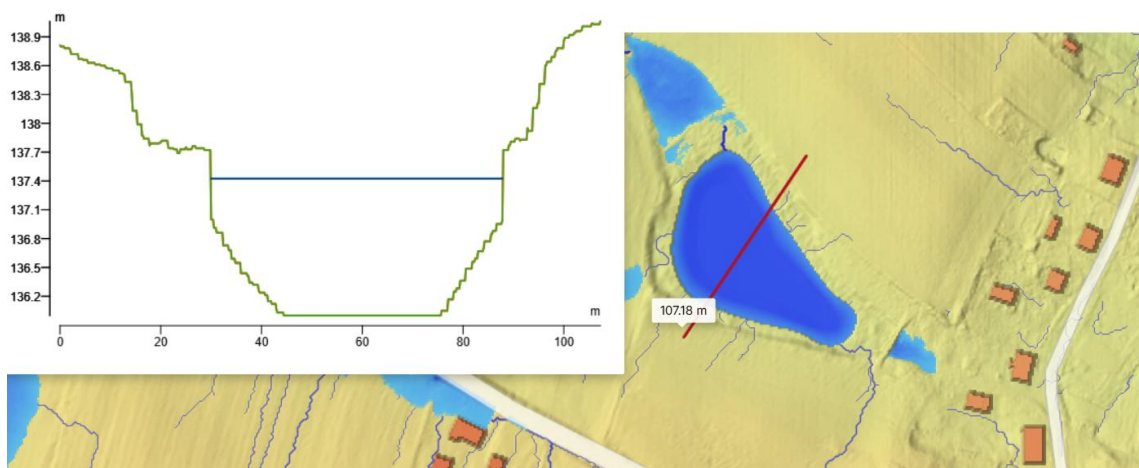
##### b/ Uformowanie misy zbiornika

Projektowany zbiornik:

- powierzchnia: 2400 m<sup>2</sup> (0,24 ha),
- głębokość maksymalna: 2,0 m,
- pojemność: ok. 3600 m<sup>3</sup> (3× większa niż naturalna pojemność 1200 m<sup>3</sup>),
- rzędna dna: ~136,8–137,4 m n.p.m.,
- zbiornik utworzony poprzez przesunięcie i profilowanie ok. 3600 m<sup>3</sup> mas ziemnych w obrębie obniżenia.



**Ryc. 6.4.1.7. Lokalizacja grobli wraz z zasięgiem podtopień przy opadzie o natężeniu 40 mm.**



Ryc. 6.4.1.8. Projektowany zbiornik retencyjny o powierzchni 2400 m<sup>2</sup> (0,24 ha) i głębokości maksymalnej 2,0 m, pojemności około 3600 m<sup>3</sup>. Budowa zbiornika ograniczy wypływ wód i podtapianie terenów w m. Bagienica przy opadach <70 mm.

#### Oddziaływanie zbiornika

- Zbiornik będzie pełnić rolę bufora retencyjnego,
- ograniczy wypływ wód do NE przy opadach <70 mm (co pokrywa zdecydowaną większość zdarzeń),
- poprawi bezpieczeństwo hydrologiczne zabudowy i pól.

#### 6.4.1.6. Wpływ inwestycji na retencję

##### Retencja przed inwestycją:

- Pojemność obniżenia: ~1200 m<sup>3</sup>,
- Brak regulacji odpływu,
- Tworzenie rozlewisk i stagnacji wody.

##### Retencja po inwestycji:

- Pojemność zbiornika - 3600 m<sup>3</sup>
- Wzrost pojemności retencyjnej - +2400 m<sup>3</sup>
- Regulowany odpływ
- Znaczące zmniejszenie podtopień
- Zdolność przejęcia fali 40 mm/h częściowa (bufor)

#### Efekt hydrologiczny

- zbiornik wydłuży czas odpływu wód,
- zbiornik przejmie pierwszą falę wezbraniową,
- zmniejszy obciążenie rowu melioracyjnego NE,
- umożliwi infiltrację wód do gruntu.

#### 6.4.1.7. Efekty środowiskowe

- Odtworzenie siedlisk wodno-błotnych i podmokłych, dzięki zwiększeniu wilgotności i wydłużeniu okresu retencji wody w naturalnym zagłębieniu.
- Powrót roślinności szuwarowej i gatunków typowych dla siedlisk wilgotnych, co przywróci naturalny gradient ekotonowy od wody do terenów suchszych.
- Wzrost bioróżnorodności biologicznej poprzez stworzenie mozaiki siedlisk sprzyjających płazom, ptakom wodnym oraz bezkręgowcom wodnym i ziemnowodnym.
- Poprawa jakości wód dzięki spowolnieniu przepływu, procesom infiltracji i naturalnej filtracji w strefie roślinności brzegowej.
- Zwiększenie retencji biologicznej, co wspiera zasilanie wód gruntowych oraz stabilizuje wilgotność gleb na sąsiednich terenach rolnych.
- Poprawa mikroklimatu lokalnego poprzez ograniczenie przesuszenia, zwiększenie parowania biologicznego i stworzenie lokalnej strefy chłodzenia.
- Wzmocnienie odporności ekosystemu na suszę i opady nawalne, dzięki buforowaniu wody i powolnemu oddawaniu jej do rowu melioracyjnego.
- Pełnienie roli naturalnej strefy buforowej, ograniczającej spływ biogenów i zawiesin z pól do odbiornika wód.

#### 6.4.1.8. Wnioski i rekomendacje

1. Obniżenie terenu w Bagienicy posiada wysoką przydatność hydrologiczną pod budowę zbiornika retencyjnego.
2. Budowa grobli o dł. 36 m i ukształtowanie misy zbiornika o pow. 2400 m<sup>2</sup> zwiększa retencję z 1200 do 3600 m<sup>3</sup>.
3. Efekt retencyjny znacząco ograniczy podtopienia terenów przyległych.

4. Zlewnia 0,71 km<sup>2</sup> generuje szybki spływ – zbiornik zapewnia bezpieczne przejście pierwszej fali opadów.
5. Wody będą odprowadzane kontrolowanie do rowu melioracyjnego NE, co zmniejszy ryzyko powodzi błyskawicznych.
6. Inwestycja istotnie poprawi funkcjonowanie lokalnego ekosystemu, przywracając naturalne siedliska wodno-błotne i zwiększając retencję biologiczną, co przełoży się na wyższą bioróżnorodność oraz stabilniejsze warunki środowiskowe w silnie przesuszonym obszarze.
7. Rekomenduje się realizację projektu z zastosowaniem rozwiązań bliskich naturze (NBS), w tym zachowanie naturalnych form zagłębienia dolinnego, minimalizację zakresu ingerencji ziemnych, wykorzystanie roślinności do stabilizacji skarp oraz kształtowanie zbiornika w sposób wzmacniający infiltrację, retencję i samooczyszczanie. Takie podejście podniesie trwałość obiektu i zmniejszy jego presję na środowisko.
8. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Chojnicach, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
9. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
  - a. plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
  - b. KIP
  - c. zgłoszenia wodnoprawnego
10. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

Budowa zbiornika retencyjnego w Bagienicy to kompleksowe, ekologiczne i hydrologicznie konieczne działanie, które:

- stabilizuje gospodarkę wodną lokalnego systemu,
- redukuje ryzyko podtopień,
- zwiększa retencję o 2400 m<sup>3</sup>,
- wzmacnia odporność obszaru na nawałne opady,
- przywraca naturalne procesy siedliskowe.

Inwestycja stanowi modelowy przykład małej retencji krajobrazowej w obszarach wiejskich.

6.4.2. Koncepcja hydrologiczna systemu zrównoważonej retencji wód opadowych dla zlewni ronda i ulicy Sępoleńskiej w Gostycynie.

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel działań

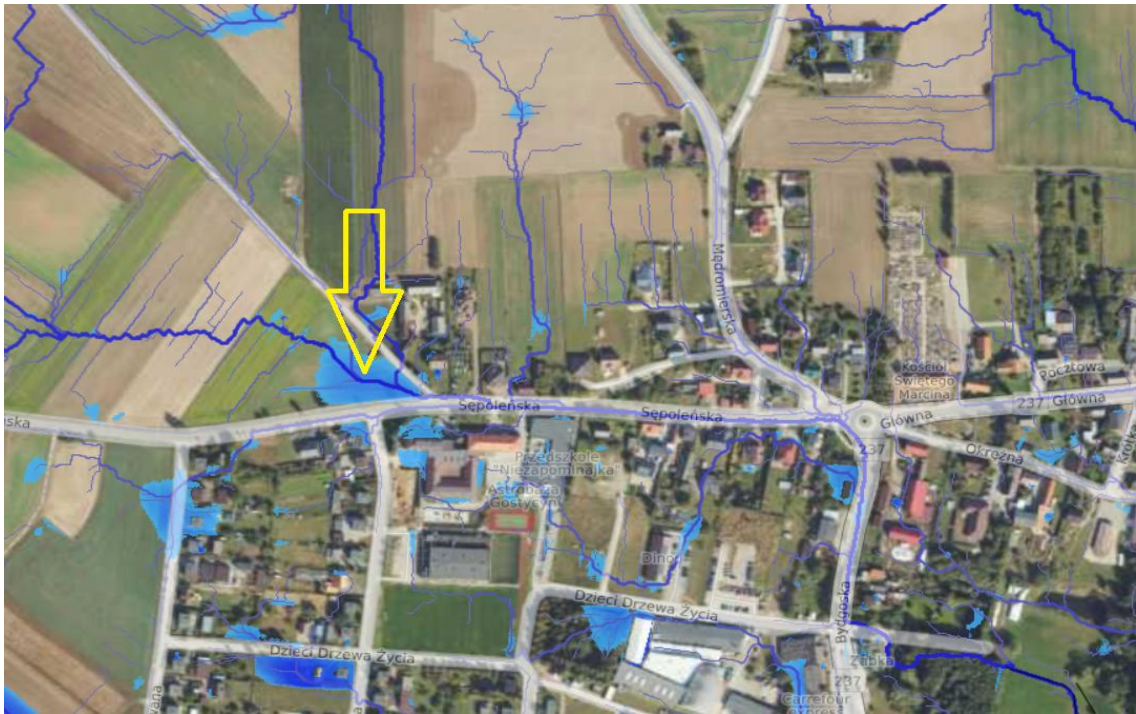
Koncepcja zakłada retencję wód opadowych i roztopowych w centralnej części miejscowości Gostycyn, obejmującą obszar ronda przy ul. Sępoleńskiej oraz drogi gminne wpływające na obciążenie kanalizacji deszczowej.

Na podstawie przeprowadzonej analizy hydrologicznej ustalono, że:

- jezdnia ul. Sępoleńskiej działa jako bariera hydrologiczna,
- wody opadowe kumulują się na prywatnej nieruchomości - działce 110, tworząc okresowe rozlewiska,
- po osiągnięciu rzędnej 117,45 m n.p.m. przelewają się na drogę i spływają w kierunku ronda,
- na rondo spływają wody z zlewni o powierzchni 0,91 km<sup>2</sup>,
- istniejąca infrastruktura (zbiornik podziemny 300 m<sup>3</sup>) jest niewystarczająca – potrzeba min. 7000 m<sup>3</sup> efektywnej retencji.

Celem działań jest przedstawienie:

- optymalnej koncepcji budowy zbiorników retencyjnych,
- wariantów przebudowy systemu odwodnienia,
- analizy hydrologicznej i retencyjnej projektowanych zbiorników,
- kierunków odprowadzenia wód do rzeki Kamionki,
- oceny bezpieczeństwa hydrologicznego i poprawy bioróżnorodności.



Ryc. 6.4.2.1. Proponowana lokalizacja budowy zbiornika retencyjnego działka nr 110, m. Gostycyn. Jezdnia ul. Sempoleńskiej stanowi barierę na drodze spływu wód opadowych.



Fot. 6.4.2.1. Widok na działkę 110, m. Gostycyn, miejsce do zagospodarowania na retencjonowanie wód.



Fot. 6.4.2.2. Przepusty i wloty do kanalizacji deszczowej przy ul Sępoleńskiej, m. Gostycyn.

#### 6.4.2.2. Charakterystyka obszaru i zlewni.

##### Uwarunkowania terenowe

- działka 110 w m. Gostycyn jest naturalną niecką gromadzenia wód,
- rzędna terenu: 117,139 m n.p.m.,
- dno rowu: 116,412 m n.p.m.,
- dno przepustu: 116,561 m n.p.m.,
- dopiero przy 117,45 m n.p.m. następuje przelew powierzchniowy na jezdnię.

Wzdłuż północnej i południowej granicy działki znajdują się rowy otwarte, które mogą pełnić funkcję doprowadzająco–odprowadzającą.

##### Zlewnia ronda w Gostycynie:

Powierzchnia zlewni: 0,91 km<sup>2</sup> (91 ha)

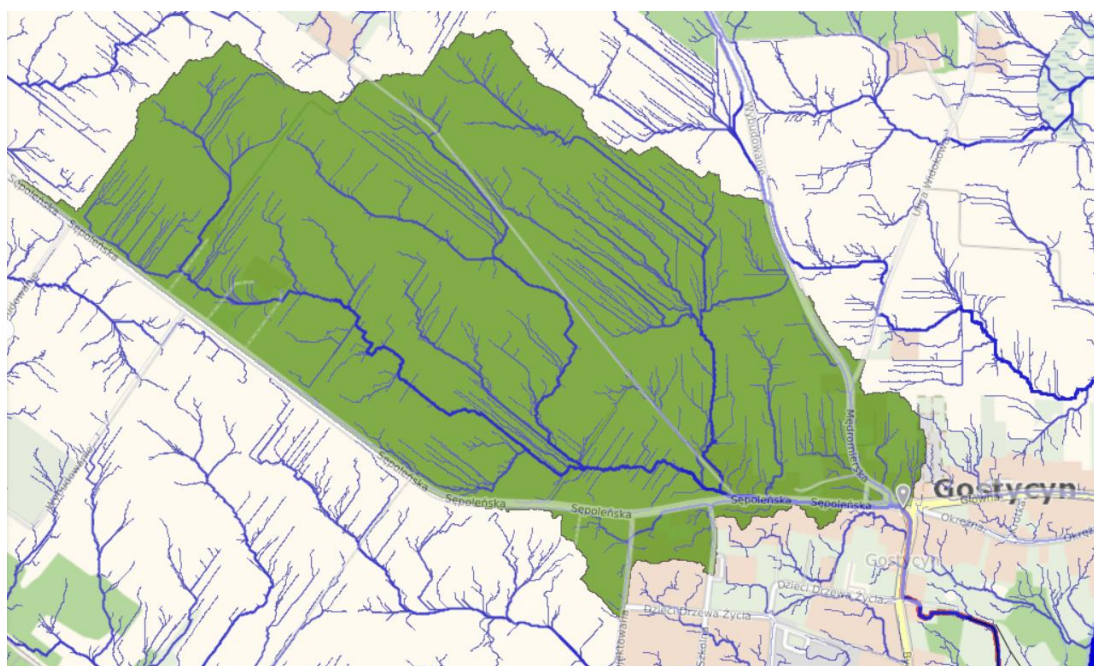
Wody z tej zlewni dopływają do ronda i przeciążają układ odprowadzenia, zwłaszcza przy opadach krótkotrwałych o dużej intensywności.

Istniejące urządzenia retencyjne:

Na działce 839/2 zlokalizowany jest nowy, szczelny zbiornik podziemny:

- pojemność użytkowa: ok. 300 m<sup>3</sup>,
- wykonany w 2024 r.,
- wykorzystywany m.in. do podlewania zieleni.

Z uwagi na pojemność <5% zapotrzebowania retencyjnego nie rozwiązuje problemu opadowego.



**Ryc. 6.4.2.2.** Zlewnia ronda w Gostycynie - na Rondo ciążą wody opadowe ze zlewni o powierzchni 0,91 km<sup>2</sup>.

#### 6.4.2.3. Diagnoza problemu hydrologicznego

Najważniejsze problemy:

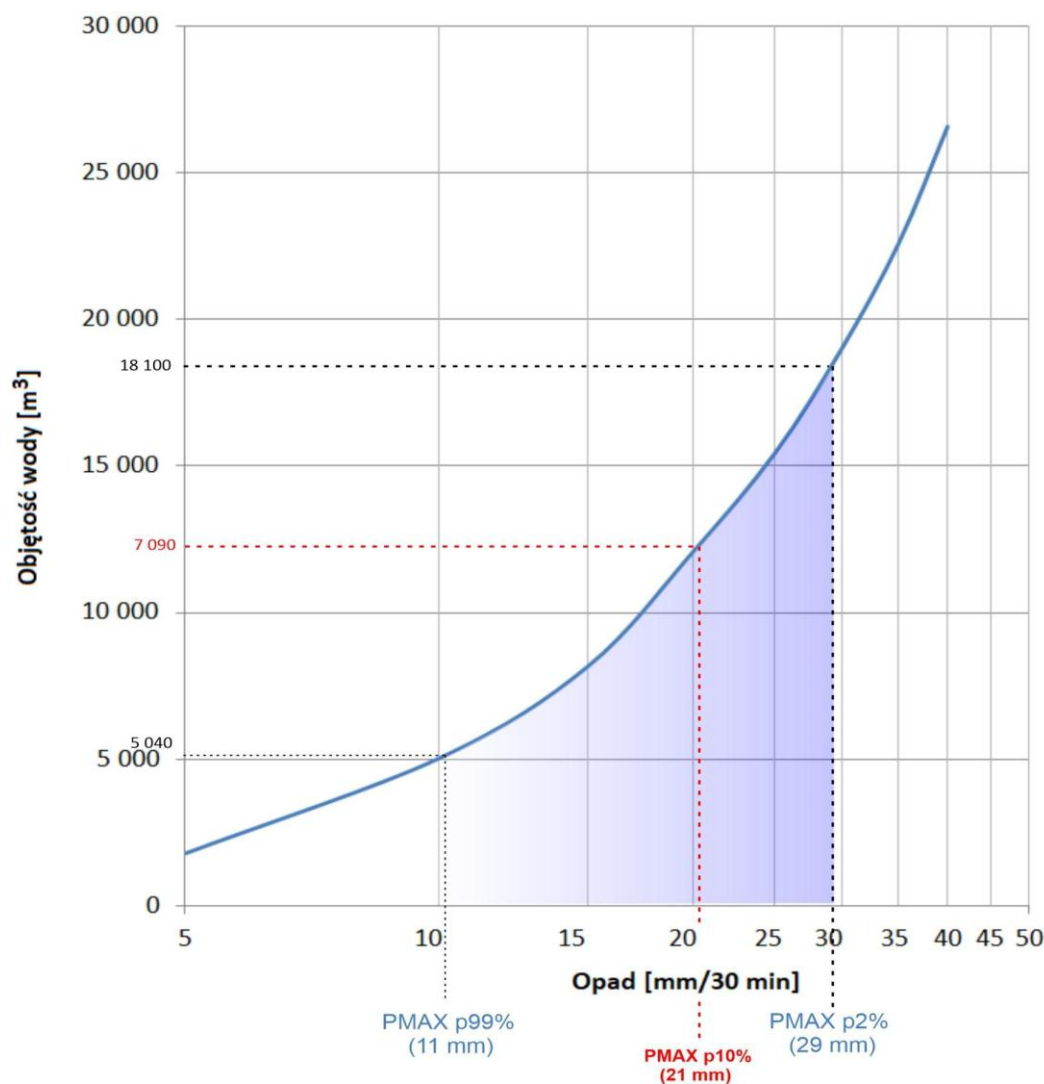
1. Nadmierne obciążenie ronda wodami zlewni 0,91 km<sup>2</sup>,
2. Brak systemu przejścia wód, zanim trafią na jezdnię i rondo,
3. Działka 110 pełni funkcję niekontrolowanego polderu,
4. Istniejący zbiornik 300 m<sup>3</sup> jest niewystarczający wobec wymaganego min. 7000 m<sup>3</sup>,
5. Zagrożenie podtopień dróg i planowanej zabudowy mieszkaniowej.

Wymagana pojemność retencyjna – analiza danych IMGW:

Zgodnie z krzywą zależności opadu maksymalnego P<sub>MAX</sub> od pojemności zbiornika (wartość na podstawie wartości p10% P<sub>MAX</sub> określonej przez IMGW-PIB - <https://klimat.imgw.pl/opady-maksymalne/>):

- wymagana pojemność dla opadów ekstremalnych: 5 000 – 18 000 m<sup>3</sup>,
- optymalna pojemność retencyjna: 7000 m<sup>3</sup>,

co stanowi wartość referencyjną dla projektowania systemu retencji w tym obszarze.



Ryc. 6.4.2.3. Krzywa zależności opadu do pojemności projektowanego zbiornika/zbiorników retencyjnego (powierzchniowego lub podziemnego) w Gostycynie, zdolnego do retencjonowania opadów ze zlewni o powierzchni 0,91 km<sup>2</sup>.

#### 6.4.2.4. Koncepcja retencji

Wariant I – Budowa głównego zbiornika retencyjnego (Z1) na działce 110

Parametry zbiornika:

- powierzchnia:  $100 \times 100$  m,
- głębokość: 2,0 m,
- pojemność maksymalna: ok. 7000 m<sup>3</sup>,
- pojemność retencyjna (warstwa 60 cm): 2100 m<sup>3</sup>,
- możliwość sekwencyjnego przyjmowania fal opadowych,
- łatwość grawitacyjnego odprowadzenia do Kamionki.

Funkcje hydrologiczne zbiornika:

- przejęcie pierwszej fali opadowej z zlewni 0,91 km<sup>2</sup>,
- ochrona ronda przed zalewaniem,
- infiltracja do gruntu i zasilanie wód podziemnych,
- retencjonowanie krótkotrwałych opadów nawałnych.

Wymogi techniczne:

- wykonanie grobli o wysokości ok. 1,5–2,0 m,
- budowa przepustu z regulacją odpływu (zastawka lub klapa),
- ewentualny wykup działki 110 przez gminę (deklaracja właściciela: zgoda na przygotowanie koncepcji).

Wariant II – System dwóch zbiorników + modernizacja kanalizacji deszczowej

Zbiornik Z1 – działka 110

- pojemność retencyjna: 2100 m<sup>3</sup> (jak w wariantcie I)

Zbiornik Z2 – działka 339/12

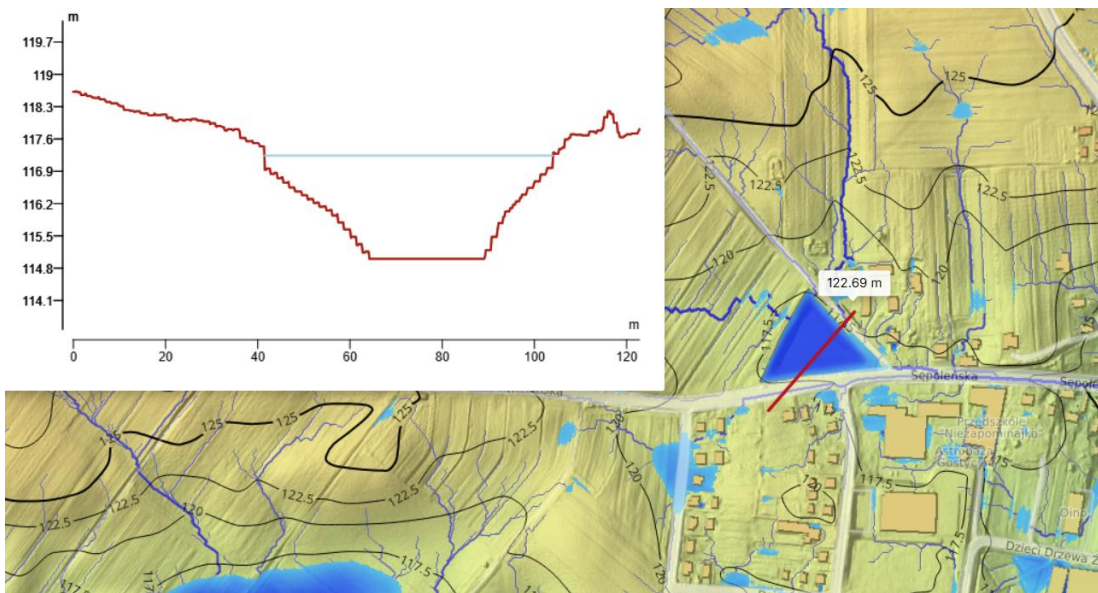
- wymiary:  $38 \times 40$  m,
- głębokość: 2 m,
- pojemność całkowita: 3100 m<sup>3</sup>,
- pojemność retencyjna (warstwa 60 cm): 900 m<sup>3</sup>.

Zbiornik Z3 – istniejący (działka 839/2)

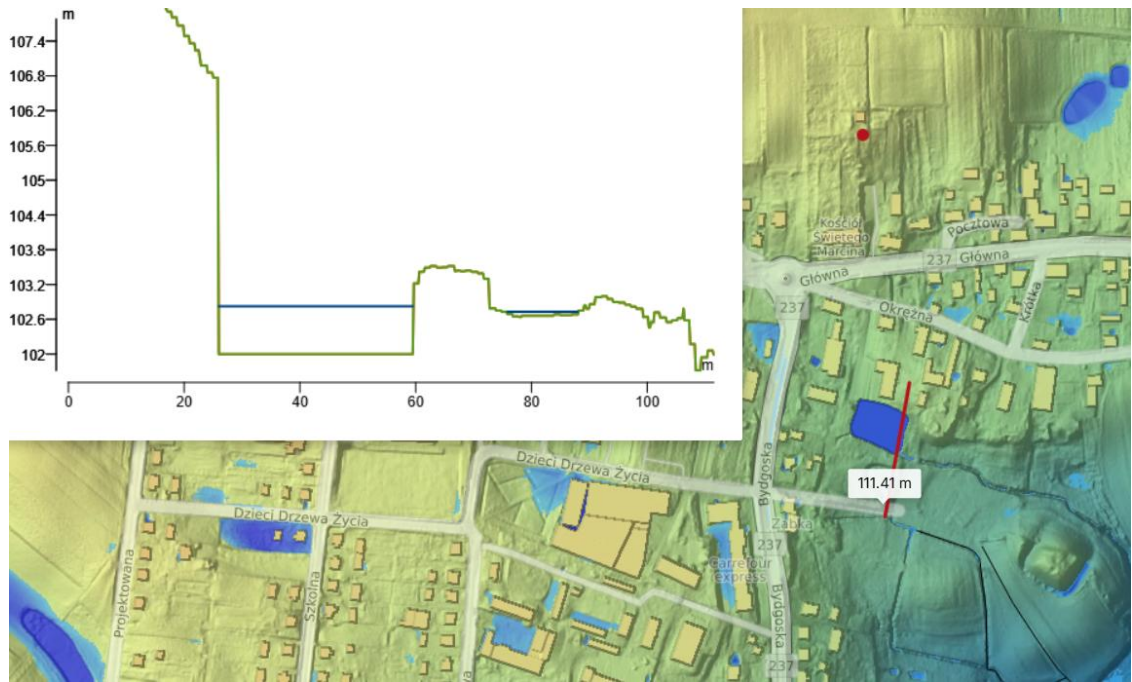
- pojemność użytkowa: 300 m<sup>3</sup>.



Ryc. 6.4.2.4. Koncepcja budowy zbiorników i odprowadzenia wody z nich w kierunku rz. Kamionki.



Ryc. 6.4.2.5. Przekrój poprzeczny przez zbiornik Z1 na działce 110 obręb Gostycyn, o wymiarach 100x100x100 m.



Ryc. 6.4.2.6. Przekrój poprzeczny przez zbiornik Z2 na działce 339/12 obręb Gostycyn, o wymiarach 38x40 m.



Ryc. 6.4.2.7. Projektowane dwa zbiorniki oraz istniejący zbiorniki o łącznej pojemności retencjonowania wody około 3300 m<sup>3</sup> (Z1- 2100 m<sup>3</sup>; Z2 900 m<sup>3</sup>; Z3-300 m<sup>3</sup>).

Łączna pojemność systemu:

Zbiornik	Pojemność retencyjna
Z1 – działka 110	2100 m <sup>3</sup>
Z2 – działka 339/12	900 m <sup>3</sup>
Z3 – działka 839/2	300 m <sup>3</sup>
Suma	3300 m <sup>3</sup>

Pojemność ta jest za mała względem wymaganych 7000 m<sup>3</sup>, jednak stanowi etap pośredni umożliwiający odciążenie ronda o ok. 50% fali opadowej.

Porównanie Wariantu I i Wariantu II:

Kryterium	Wariant I	Wariant II
Pojemność docelowa	2100 m <sup>3</sup>	3300 m <sup>3</sup>
Skuteczność ochrony ronda	średnia	bardzo wysoka
Koszt	niższy	wyższy
Zależność od właścicieli	umiarkowana	wysoka
Wymagane prace ziemne	umiarkowane	duże
Możliwość etapowania	duża	mniejsza
Oddziaływanie ekologiczne	umiarkowane	znaczące

Dla obu wariantów zaleca się:

- odprowadzenie nadmiaru wód do rzeki Kamionki,
- budowę kanalizacji deszczowej DN 300–500 mm,
- wykonanie układu dławienia odpływu (przepust + zastawka),
- analizę przepustowości istniejących rowów w kierunku Kamionki.

#### 6.4.2.5. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

##### Efekty hydrologiczne

- ograniczenie podtopień ronda,
- zmniejszenie przeciążenia kanalizacji deszczowej,
- zwiększenie retencji o 2100–7000 m<sup>3</sup>,
- redukcja spływu powierzchniowego,
- zwiększenie infiltracji i zasilania wód gruntowych.

##### Efekty środowiskowe

- Utworzenie siedlisk wodno-błotnych i stref ekotonowych, sprzyjających naturalnej roślinności i faunie związanej z terenami wilgotnymi.
- Poprawa jakości wód powierzchniowych dzięki naturalnej filtracji, sedymentacji zawieszin oraz ograniczeniu transportu zanieczyszczeń z ulic i terenów zurbanizowanych.
- Regeneracja funkcji glebowych poprzez zwiększenie wilgotności, infiltracji i wspomaganie lokalnego obiegu wody.
- Zwiększenie bioróżnorodności w przestrzeni zurbanizowanej, co ma istotne znaczenie dla jakości życia mieszkańców oraz odporności środowiska na zmiany klimatu.
- Wzmocnienie retencji biologicznej, która pozwala na powolne oddawanie zmagazynowanej wody do gruntu i układów drenażowych.
- Tworzenie naturalnej strefy buforowej przechwytyjącej biogeny i zanieczyszczenia zanim trafią do rzeki Kamionki.
- Wzrost odporności ekosystemu na suszę oraz opady nawałne, co przekłada się na większe bezpieczeństwo hydrologiczne Gostycyna.

#### 6.4.2.6. Wnioski i rekomendacje

1. Działka 110 jest najbardziej kluczowym elementem hydrologicznym w systemie retencji Gostycyna.
2. Najkorzystniejszym wariantem jest Wariant II – zbiorniki o pojemności 3300 m<sup>3</sup>, który w pełni rozwiązuje problem odwodnienia ronda. Koncepcję można rozbudowywać o kolejne zbiorniki.

3. Wariant I jest wariantem etapowym, możliwym do realizacji natychmiast, lecz nie zapewnia pełnej ochrony.
4. Wody należy odprowadzać kierunkowo w stronę rzeki Kamionki, poprzez system kanałów i przepustów.
5. Inwestycja zwiększy bezpieczeństwo powodziowe centrum Gostycyna oraz przyczyni się do poprawy bioróżnorodności.
6. Realizacja systemu retencji na działce 110 oraz zbiorników uzupełniających zapewni odbudowę funkcji ekologicznych w zurbanizowanym fragmencie zlewni, poprawiając jakość środowiska, bioróżnorodność i mikroklimat oraz wzmacniając odporność ekosystemu na skutki zmian klimatu.
7. Rekomenduje się projektowanie i budowę zbiorników z wykorzystaniem rozwiązań bliskich naturze (NBS), obejmujących minimalną ingerencję w istniejące formy terenowe, kształtowanie łagodnych skarp, wprowadzanie roślinności filtrującej oraz tworzenie stref infiltracyjnych. Takie podejście zwiększy efektywność retencji, poprawi jakość wód i umożliwi pełną integrację obiektu z miejskim ekosystemem.
8. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Chojnicach, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
9. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
  - a. plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
  - b. KIP
  - c. operatu wodnoprawnego
  - d. projektu biologicznego umocnienia brzegów oraz koncepcję zatok biocenotycznych.
10. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

## **7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.**

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

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

Wdrażanie działań retencyjnych etapami pozwala:

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

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

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

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

- a) działania agrotechniczne na polach uprawnych;

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

Działania krótkookresowe przynoszą najczęściej efekty w postaci szybkiego 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 m<sup>3</sup> – kilka tys. m<sup>3</sup>), 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).**

1. Wykonać modelowanie hydrologiczno-hydrauliczne dla kluczowych zlewni, uwzględniające scenariusze ekstremalnych opadów.
2. Przeprowadzić szczegółowe analizy glebowe i hydrogeologiczne na terenach podatnych na suszę oraz w torfowiskach.
3. Stworzyć system priorytetyzacji inwestycji retencyjnych w oparciu o kryteria hydrologiczne, przyrodnicze, rolnicze, ekonomiczne i społeczne.
4. Uruchomić monitoring efektów inwestycji (poziomy wód gruntowych, retencja sezonowa, wpływ na podtopienia, stan ekologiczny cieków i jezior).
5. Rozszerzać działania retencyjne w pierwszej kolejności w południowej części powiatu, w strefach zurbanizowanych oraz w zlewniach o dużej dynamice spływu; docelowo integrować działania z sąsiednimi powiatami.

#### **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 odsklepienie 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,
  - Uproszczone systemy uprawy,
  - Wymieszanie słomy z glebą.
- 2) Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych.

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

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

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

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

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

**Beneficjenci:** rolnicy, spółdzielnie rolników

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

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

Ekoschemat obszarowy / praktyka / wariant	Projektowana wysokość stawki - 2025 r.
	[zł/ha]

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

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

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

## **Fundusze regionalne**

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

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

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

#### **Zakres wsparcia:**

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

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

**Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia:** 100% wartości wydatków kwalifikowanych

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

## **2. Program Priorytetowy - WFOŚiGW w Toruniu.**

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

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

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

#### a) Poprawa gospodarki wodno-ściekowej:

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

#### b) Adaptacja do zmian klimatu:

- realizacje zielono-błękitnej infrastruktury na terenach zabudowanych;

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

c) Edukacja ekologiczna:

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

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

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

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

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

**Minimalna kwota pożyczki:** 80 tys. PLN.

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

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

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

**Minimalny okres spłaty pożyczki** uzależniony jest od wariantu pożyczki:

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

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

**Karencja:** nie dłużej niż 36 miesięcy

**Udzielenie dofinansowania i umorzenia:**

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

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

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

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

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

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

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

**Beneficjenci:** osoby fizyczne — właściciele/współwłaściciele / użytkownicy 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

1. Powiat tucholski cechuje się bardzo wysoką lesistością oraz znacznymi zasobami wód powierzchniowych, jednak niska retencja glebowa (gleby lekkie, podatne na przesuszanie) ogranicza odporność krajobrazu — szczególnie w części południowej.
2. Zmiany klimatu (1991–2020) prowadzą do wzrostu temperatury, większej ewapotranspiracji i rosnącego deficytu wodnego, co skutkuje częstszą suszą rolniczą w gminach Gostycyn, Kęsowo i Lubiewo.
3. PPSS wskazuje, że większość powiatu znajduje się w strefach umiarkowanego lub wysokiego zagrożenia suszą, a lokalnie występuje również ryzyko podtopień (Brda, Kamionka, tereny zmeliorowane).
4. Powiat posiada wysoki potencjał retencyjny w ekosystemach leśnych i dolinnych, natomiast w obszarach rolnych występują braki w retencji powierzchniowej oraz niedobór obiektów buforujących.
5. Opracowano dwie kluczowe koncepcje pilotażowe:
  - zbiornik w Bagienicy (zwiększenie retencji z 1200 do 3600 m<sup>3</sup>),

- system retencji w Gostycynie (docelowo ok. 7000 m<sup>3</sup>).
6. Koncepcja wskazuje szeroki zestaw działań: odbudowę zbiorników, rozwój retencji leśnej, renaturyzację cieków, mikroretencję, regulowane piętrzenia oraz działania agroekologiczne.

## **8.2. Rekomendacje strategiczne i operacyjne**

1. Stworzyć powiatowy program retencji wodnej integrujący działania gmin, Lasów Państwowych i Wód Polskich.
2. Przekształcać systemy melioracyjne w układy regulowanej retencji poprzez zastawki, progi i jazy.
3. Pilnie zrealizować inwestycje demonstracyjne: Bagienica, zbiornik w Gostycynie, etapowanie wariantu II.
4. Typować kolejne lokalizacje dla małej retencji, szczególnie w obniżeniach terenowych, systemach rowów i torfowiskach.
5. Wprowadzić obowiązek uwzględniania działań retencyjnych w dokumentach planistycznych gmin.
6. Rozwijać retencję leśną (zamykanie rowów, odbudowa mokradeł, progi i zastawki).
7. Prowadzić edukację rolników i spółek wodnych w zakresie retencji glebowej, ochrony przed erozją i ograniczania spływu powierzchniowego.
8. Utrzymać koordynację w ramach LPW oraz pozyskiwać środki z WFOŚiGW/NFOŚiGW, PROW, KPO i funduszy UE.

## **8.3. Kierunki dalszych analiz i rozszerzenia działań**

1. Wykonać modelowanie hydrologiczno-hydrauliczne dla kluczowych zlewni, uwzględniające scenariusze ekstremalnych opadów.
2. Przeprowadzić szczegółowe analizy glebowe i hydrogeologiczne na terenach podatnych na suszę oraz w torfowiskach.
3. Stworzyć system priorytetyzacji inwestycji retencyjnych w oparciu o kryteria hydrologiczne, przyrodnicze, rolnicze, ekonomiczne i społeczne.
4. Uruchomić monitoring efektów inwestycji (poziomy wód gruntowych, retencja sezonowa, wpływ na podtopienia, stan ekologiczny cieków i jezior).
5. Rozszerzać działania retencyjne w pierwszej kolejności w południowej części powiatu, w strefach zurbanizowanych oraz w zlewniach o dużej dynamice spływu; docelowo integrować działania z sąsiednimi powiatami.

## 9. Literatura

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

14. Komisja Europejska (KE) 2021. Analiza ekonomiczna - Vademecum 2021-2027. Zasady ogólne i zastosowania w sektorach.
15. Kowalewski Z. 2003. Wpływ retencjonowania wód powierzchniowych na bilans wodny małych zlewni rolniczych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 6. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-88763-31-8 ss. 126.
16. Łysoń P., Wawer R. (red.) 2020. Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu. IUNG-PIB, 1-38.
17. Manteuffel Szoega H. 2002. Elementy ekonomiki gospodarowania wodą w rolnictwie. Warszawa. Wydaw. SGGW. ISBN 8-372-44382-3 ss. 228.
18. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 (MPHP10k) – Wody Polskie, format WMS.
19. Mapa zagrożenia powodziowego – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
20. Miler A. 2009. Stan obecny małej retencji wodnej oraz perspektywy jej rozbudowy na przykładowych terenach leśnych w Wielkopolsce. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 4, 231-237.
21. Ortofotomapa standardowa – GUGIK, portal WMS Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy. (PPSS) – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
22. Piechota T. 2021. Jak zatrzymać wodę na polu? Wpływ agrotechniki na gospodarkę wodną. W: Współczesne uwarunkowania i wyzwania gospodarowania wodą w rolniczej przestrzeni produkcyjnej Wielkopolski (Bykowski J. – red.). Wyd. UP Poznań, 37-57.
23. Pociask-Karteczka J. (red.) 2006. Zlewnia – Właściwości i procesy. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego Kraków, 1-295
24. Powiatowy Plan Wodny dla POWIATU BYDGOSKIEGO (Plan rozwoju gospodarki wodą na terenach wiejskich na lata 2022 - 2030). 2021. Lokalne Partnerstwo Wodne Powiatu Włocławskiego, KPODR Minikowo.
25. Przybyła C., Sojka M., Mrozik R., Wróżyński R., Pyszny K. 2015. Metodyczne i praktyczne aspekty planowania małej retencji. Bogucki Wydawnictwo Naukowe Poznań, 1-204.
26. Strona Internetowa: Główny Urząd Statystyczny, Bank danych lokalnych. <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>
27. Strona internetowa: Hydro IMGW-PIB, <https://hydro.imgw.pl>

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

## II. Część graficzna

### 1. Mapy przeglądowe obszaru powiatu.

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

## **2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.**

### **3. Rysunki schematyczne i przekroje.**

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

12. Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja naturalnego zagłębienia terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica oraz dz. nr 201/3 na tle ortofotomapy oraz przekrój poprzeczny analizowanego obszaru.
13. Ryc. 6.4.1.2. Lokalizacja naturalnego obniżenia terenu na tle mapy obszarów zmeliorowanych.
14. Ryc. 6.4.1.3. Lokalizacja naturalnego obniżenia terenu na tle mapy ewidencji melioracji wodnych.
15. Ryc. 6.4.1.4. Lokalizacja obniżenia terenu na tle warunków spływu wód opadowych po powierzchni terenu.
16. Ryc. 6.4.1.5. Zasięg zlewni całkowitej o pow. 0,71 km<sup>2</sup> wód spływających po powierzchni do profilu analizowanego obniżenia terenu w m. Bagienica.
17. Ryc. 6.4.1.6. Zasięg zlewni bezpośredniej przedmiotowego obniżenia terenu.
18. Ryc. 6.4.1.7. Lokalizacja grobli wraz z zasięgiem podtopień przy opadzie o natężeniu 40 mm.
19. Ryc. 6.4.1.8. Projektowany zbiornik retencyjny o powierzchni 2400 m<sup>2</sup> (0,24 ha) i głębokości maksymalnej 2,0 m, pojemności około 3600 m<sup>3</sup>. Budowa zbiornika ograniczy wypływ wód i podtapianie terenów w m. Bagienica przy opadach <70 mm.
20. Fot. 6.4.1.1. Naturalne zagłębienie terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica.
21. Fot. 6.4.1.2. Naturalne zagłębienie terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica.
22. Fot. 6.4.1.3. Widok z dz. nr 201/1, m. Bagienica w kierunku zachodnim.
23. Fot. 6.4.1.4. Wschodnia granica obniżenia terenu dz. nr 201/1, m. Bagienica przy granicy z prywatną nieruchomością.
24. Fot. 6.4.1.5. Widok z południowej granicy obniżenia terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica.
25. Fot. 6.4.1.6. Widok na północną granicę obniżenia terenu - dz. nr 201/1, m. Bagienica
26. Ryc. 6.4.2.1. Proponowana lokalizacja budowy zbiornika retencyjnego działka nr 110, m. Gostycyn. Jezdnia ul. Sempoleńskiej stanowi barierę na drodze spływu wód opadowych.
27. Ryc. 6.4.2.2. Zlewnia ronda w Gostycynie - na Rondo ciążą wody opadowe ze zlewni o powierzchni 0,91 km<sup>2</sup>.
28. Ryc. 6.4.2.3. Krzywa zależności opadu do pojemności projektowanego zbiornika/zbiorników retencyjnego (powierzchniowego lub podziemnego) w Gostycynie, zdolnego do retencjonowania opadowych ze zlewni o powierzchni 0,91 km<sup>2</sup>.
29. Ryc. 6.4.2.4. Koncepcja budowy zbiorników i odprowadzenia wody z nich w kierunku rz. Kamionki.

29. Ryc. 6.4.2.5. Przekrój poprzeczny przez zbiornik Z1 na działce 110 obręb Gostycyn, o wymiarach 100x100x100 m.
30. Ryc. 6.4.2.6. Przekrój poprzeczny przez zbiornik Z2 na działce 339/12 obręb Gostycyn, o wymiarach 38x40 m.
31. Ryc. 6.4.2.7. Projektowane dwa zbiorniki oraz istniejący zbiorniki o łącznej pojemności retencjonowania wody około 3300 m<sup>3</sup> (Z1- 2100 m<sup>3</sup>; Z2 900 m<sup>3</sup>; Z3-300 m<sup>3</sup>).
32. Fot. 6.4.2.1. Widok na działkę 110, m. Gostycyn, miejsce do zagospodarowania na retencjonowanie wód.
33. Fot. 6.4.2.2. Przepusty i wloty do kanalizacji deszczowej przy ul Sępoleńskiej, m. Gostycyn.

#### **4. Legendy i opisy map.**

1. ET<sub>0</sub> – 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