



Rzeczpospolita
Polska

Sfinansowane przez
Unię Europejską
NextGenerationEU



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

„Koncepcja systemu małej retencji – rozwiązania dla Powiatu Nakielskiego”

Bydgoszcz, grudzień 2025 r.

Zamawiający:

Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie

Wykonawca – Konsorcjum, w składzie:

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

z siedzibą w Falentach:

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

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

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

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

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego (UKW) w Bydgoszczy:

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

dr Dawid Szatten, *UKW*

dr Monika Szymańska-Walkiewicz, *UKW*

mgr inż. Marta Brzezińska, *UKW*

SPIS TREŚCI

I. Części opisowa

1. Wprowadzenie i cel opracowania.....	5
1.1. Charakterystyka celu koncepcji: poprawa bilansu wodnego, zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych, przeciwdziałanie skutkom suszy i powodzi.	5
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.....	6
1.3. Podstawy prawne, dokumenty strategiczne i wytyczne planistyczne (m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna UE, prawo wodne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego).....	9
2. Charakterystyka obszaru.....	11
2.1. Położenie geograficzne, ukształtowanie terenu, podział na zlewnie i mikrozwlewnie.	11
2.2. Warunki klimatyczne i hydrologiczne (opady, temperatura, ewapotranspiracja, przepływy w ciekach).....	12
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	17
2.4. Diagnoza aktualnych problemów wodnych (susze rolnicze, podtopienia, erozja gleb, obniżenie poziomu wód gruntowych).....	19
3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.....	20
3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych	20
3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych	22
3.3. Wskazanie obszarów szczególnie narażonych na deficyt wody lub szkody powodziowe.....	29
4. Koncepcja systemu małej retencji.....	35
4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmacnianie usług ekosystemowych, ochrona przed suszą i powodzią.....	35
4.2. Ocena potrzeb rozwoju melioracji w powiecie według wybranych wskaźników.	36
5. Proponowane środki i rozwiązania.	40
5.1. Budowa i renowacja małych zbiorników retencyjnych (stawy, oczka wodne).41	
5.2. Tworzenie zastawek, jazów, progów i drobnych obiektów hydrotechnicznych spowalniających spływ wody.	41
5.3. Renaturyzacja cieków (meandrowanie, przywracanie terenów zalewowych). 42	
5.4. Zagospodarowanie terenów bagiennych, mokradeł i obszarów podmokłych celem zwiększenia retencji glebowej.	43

5.5.	Mała retencja leśna (rowy melioracyjne zamykane zastawkami, retencja w mokradłach leśnych).	47
5.6.	Działania agroekologiczne zwiększające retencję w rolnictwie (pasy roślinności, mulczowanie, poprawa struktury gleby).	53
6.	Analiza wariantów i dobór optymalnych rozwiązań (dwa obiekty na terenie powiatu).	60
6.1.	Przygotowanie wariantów rozwiązań w zależności od uwarunkowań terenowych i ekonomicznych.....	60
6.2.	Ocena efektywności poszczególnych rozwiązań na podstawie symulacji hydrologicznych (zmiany przepływów, retencja).	61
6.3.	Analiza kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych oraz korzyści społeczno-ekonomicznych (poprawa warunków rolniczych, zmniejszenie strat powodziowych, poprawa jakości środowiska).....	62
6.4.	Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.	74
6.4.1.	Koncepcja hydrologiczna zwiększenia retencji poprzez podpiętrzenie wód w rowie leśnym w oddziale 221 Leśnictwa Drzewianowo.....	75
6.4.2.	Koncepcja hydrologiczna usprawnienia retencjonowania wody na trwałych użytkach zielonych we wsi Samostrzel.....	84
7.	Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.	96
7.1.	Etapowanie prac (krótko-, średnio- i długoterminowe działania).....	96
7.2.	Propozycje koordynacji między jednostkami samorządowymi, zarządcami wód, rolnikami, leśnikami, społecznościami lokalnymi.	98
7.3.	Wskazanie możliwych źródeł finansowania (środki własne samorządu, fundusze unijne, dotacje krajowe, partnerstwa publiczno-prywatne).	101
8.	Wnioski i rekomendacje końcowe	112
8.1.	Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji	112
8.2.	Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych.....	113
8.3.	Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań na inne obszary	113
9.	Literatura	115
II. Część graficzna		
1.	Mapy przeglądowe obszaru powiatu.....	117
2.	Mapy koncepcyjne rozwiązań.....	118
3.	Rysunki schematyczne i przekroje.....	118
4.	Legendy i opisy map.....	119

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.

Celem koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie nakielskim jest poprawa bilansu wodnego w skali lokalnej poprzez zwiększenie zdolności retencyjnych krajobrazu oraz racjonalne gospodarowanie wodami opadowymi i roztopowymi, zgodnie z kierunkami wskazanymi w Powiatowym Planie Wodnym oraz Planie przeciwdziałania skutkom suszy. Koncepcja stanowi odpowiedź na narastające problemy hydrologiczne związane z deficytem wody w okresach wegetacyjnych, znaczną zmiennością warunków odpływu oraz rosnącą częstotliwością zjawisk ekstremalnych, w tym susz i intensywnych opadów.

Poprawa bilansu wodnego w powiecie nakielskim zakłada ograniczenie szybkiego odpływu wód z obszaru zlewni, charakterystycznego dla terenów doliny Noteci oraz obszarów rolniczych wyposażonych w rozbudowane systemy melioracyjne o funkcji głównie odwadniającej. Koncepcja dąży do zwiększenia ilości wody zatrzymywanej w krajobrazie poprzez spowalnianie odpływu, wydłużenie czasu obiegu wody oraz poprawę infiltracji i zasilania wód gruntowych, co ma kluczowe znaczenie dla stabilizacji warunków wodnych i rolniczych na obszarze powiatu.

Zwiększenie retencji wód opadowych i roztopowych realizowane jest poprzez rozwój systemu małej retencji, obejmującego zarówno działania przyrodnicze, jak i techniczne. Obejmują one m.in. wykorzystanie potencjału retencyjnego doliny Noteci i jej dopływów, ochronę i odtwarzanie terenów podmokłych, rozwój niewielkich zbiorników wodnych i obszarów okresowo zalewowych, a także modernizację urządzeń melioracyjnych w kierunku umożliwiającym regulację odpływu i czasowe piętrzenie wód. Istotne znaczenie mają również działania zwiększające retencję glebową i lokalną infiltrację wód opadowych.

Ważnym celem koncepcji jest przeciwdziałanie skutkom suszy, w szczególności suszy rolniczej i hydrologicznej, poprzez poprawę dostępności wody w krajobrazie, stabilizację poziomu wód gruntowych oraz ograniczenie spadków uwilgotnienia gleb. Zatrzymywanie wody w zlewniach i mikrozwlewniach sprzyja utrzymaniu produktywności użytków rolnych oraz poprawie funkcjonowania ekosystemów zależnych od wody.

Równocześnie system małej retencji pełni istotną funkcję ochronną w okresach nadmiaru wody. Spowalnianie odpływu oraz zwiększenie pojemności retencyjnej dolin rzecznych i obniżeń terenowych przyczynia się do ograniczenia ryzyka lokalnych podtopień i szkód powodziowych, szczególnie na obszarach doliny Noteci i w rejonach intensywnie użytkowanych rolniczo.

Realizacja celów koncepcji systemu małej retencji wodnej w powiecie nakielskim przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa wodnego, zwiększenia odporności obszaru na skutki zmian klimatu oraz racjonalnego i zrównoważonego wykorzystania zasobów wodnych. Jednocześnie działania te będą wspierać ochronę środowiska przyrodniczego, stabilizację warunków produkcji rolnej oraz realizację celów adaptacyjnych określonych w dokumentach krajowych i regionalnych.

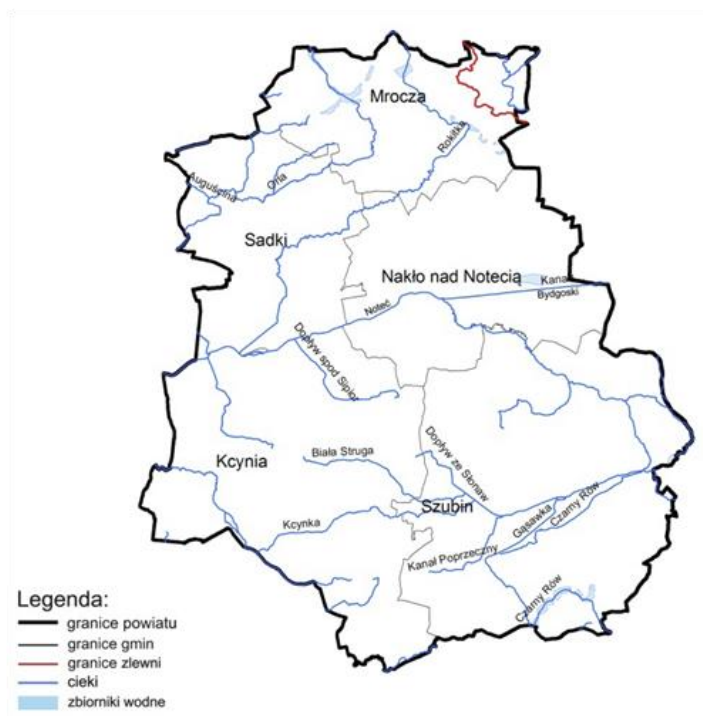
1.2. Zakres terytorialny: obszar całego powiatu, z uwzględnieniem podziału na gminy i charakterystykę hydrograficzną.

Powiat nakielski mieści się w zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego. Jego powierzchnia wynosi 1120,48 km², co stanowi 6,2% powierzchni województwa. W skład powiatu nakielskiego wchodzi gminy: Kcynia, Mrocza, Nakło nad Notecią, Sadki i Szubin. Powiat sąsiaduje z powiatami: bydgoskim, sępoleńskim i żnińskim.



Ryc. 1.2.1. Podział administracyjny powiatu nakielskiego

Ponad 95% powierzchni powiatu nakielskiego znajduje się w dorzeczu Odry. Przez jego teren przebiega dział wodny I-rzędu. Główną rzeką należącą do dorzecza Odry jest Noteć i jest ona największą rzeką powiatu. Jest rzeką żeglowną i posiada rozbudowaną infrastrukturę hydrotechniczną (m.in. jazy, śluzy). Najważniejsze ciekі uchodzące do Noteci to Gąsawka, Łobżonka (tylko końcowy odcinek) i Rokitka. Przez teren powiatu przepływa rzeka Krówka (Tonińska Struga), która jest dopływem Brdy i należy do dorzecza Wisły. Na opisywanym terenie znajduje się Kanał Bydgoski, który przecina dział wodny I rzędu i łączy systemy wodne Wisły i Odry.



Ryc. 1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu nakielskiego

Na terenie powiatu nakielskiego znajduje się stosunkowo niewielka liczba jezior. Większa część powiatu cechuje się niskimi wartościami jeziorności. Najczęściej nie przekracza ona 1%. Tylko w północnej (Pojezierze Południowokrajenskie) i południowej części (Pojezierze Chodzieskie) wynosi ona od 1 do 2%. Największymi jeziorami powiatu są jezioro Witosławskie (148,1 ha pow.), jezioro Wieleckie (52,9 ha pow.) oraz jezioro Rościmińskie Duże (43,7 ha pow.). Największe jeziora powiatu są zbiornikami przepływowymi. Na obszarze powiatu zlokalizowane są liczne sztuczne zbiorniki wodne. Są one zlokalizowane głównie w dolinie Noteci. Część z nich pełni funkcje hodowlane.

Na terenie powiatu znajdują się liczne torfowiska, które zostały w różnym stopniu przekształcone na skutek działalności gospodarczej człowieka. Wszystkie z nich zostały zaklasyfikowane jako torfowiska niskie. Znaczna ich część po osuszeniu pełni funkcję trwałych użytków zielonych. Największa ich liczba znajduje się w dolinie Noteci, której dno było w przeszłości terenem silnie zabagnionym. Następnie znaczna część dna doliny została objęta pracami melioracyjnymi. Niewielkie powierzchnie mokradeł zlokalizowane są również w dolinach rzek Rokitki i Orli. Znaczne powierzchnie osuszonych mokradeł znajdują się w dolinie rzeki Gąsawki.

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 Nakielskiego – 2021–2030, KPODR w Minikowie.** Dokument koncentruje się na zwiększeniu retencji w gminach Kcynia i Sadki, gdzie występują problemy z odpływem wód opadowych oraz intensywne użytkowanie rolnicze. Wskazuje na potrzebę budowy zbiorników wodnych i modernizacji systemów odwodnieniowych w obszarach o niskiej retencyjności.
- **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 nakielskim.
- **Lokalne Partnerstwa Wodne – stan obecny i perspektywy – 2023, KPODR Minikowo.** Opracowanie opisuje działania LPW w powiecie nakielskim, 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.

Pod względem fizycznogeograficznym obszar powiatu znajduje się na pograniczu dwóch dużych makroregionów: w części północnej Pojezierza Południowopomorskiego, w części południowej Pojezierza Wielkopolskiego. Centralną część powiatu przecina natomiast szeroka dolina będąca częścią Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (Kondracki, 2013).

W ujęciu historyczno-geograficznym północna część powiatu należy do regionu Krajna, natomiast południowa do regionu Pałuki. Powiat nakielski stanowi strefę przejściową pomiędzy krajobrazem pojeziernym Pomorza a nizinami Wielkopolski.

Rzeźba terenu powiatu nakielskiego została ukształtowana głównie w okresie plejstocenu w wyniku działalności lądolodu skandynawskiego oraz procesów fluwioglacjalnych. Dominują tu formy typowe dla krajobrazu młodoglacjalnego, takie jak wysoczyzny morenowe, pradoliny oraz równiny sandrowe (Starkel, 1999). Najważniejszym elementem rzeźby terenu jest dolina rzeki Noteć, stanowiąca fragment pradoliny Toruńsk-Eberswaldzkiej. Dolina ta charakteryzuje się szerokim, płaskim dnem oraz niewielkimi spadkami terenu.

Północną część powiatu zajmuje wysoczyzna morenowa związana z Pojezierzem Krajeńskim. Teren ten jest lekko falisty, zbudowany głównie z glin zwałowych, piasków i żwirów pochodzenia lodowcowego. W krajobrazie występują również rynny polodowcowe i niewielkie zagłębienia wytopiskowe. Południowa część powiatu ma charakter wysoczyzny morenowej należącej do Pojezierza Wielkopolskiego. Występują tu łagodnie faliste formy terenu oraz liczne obniżenia związane z działalnością wód roztopowych. Wysokości bezwzględne na terenie powiatu nie są duże i wynoszą średnio od około 60–70 m n.p.m. w dolinie Noteci do około 100–120 m n.p.m. na wysoczyznach morenowych⁴. Niewielkie zróżnicowanie wysokościowe powoduje, że rzeźba terenu ma charakter łagodny i sprzyja rozwojowi rolnictwa.

W strukturze hydrograficznej powiatu można wyróżnić kilka podstawowych jednostek zlewniowych. Największą część powiatu i zarazem główny system odwadniający stanowi zlewnia rzeki Noteć. Północną część powiatu obejmuje zlewnia Łobżonki, która odprowadza wody z obszaru Pojezierza Krajeńskiego. Części południowo-zachodnie obejmuje zlewnia Rokitki. Lokalne systemy hydrograficzne tworzą zlewnie drobnych dopływów Noteci. Na poziomie szczegółowym sieć hydrograficzna powiatu składa się z licznych mikrozlewni, tworzonych przez niewielkie ciekły, rowy melioracyjne oraz lokalne systemy odwadniające tereny rolnicze. Szczególnie gęsta sieć mikrozlewni występuje w obrębie doliny Noteci, gdzie od XIX wieku prowadzona była regulacja stosunków wodnych w celu osuszania terenów podmokłych i przystosowania ich do użytkowania rolniczego.

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

Powiat Nakielski leży w północno-wschodniej części regionu klimatycznego zwanego Środkowowielkopolskim, który rozciąga się od Warty po Wisłę. Klimat zachodniej części powiatu jest kształtowany głównie przez masy powietrza polarno-

morskiego napływające z kierunków zachodnich i północno-zachodnich, co powoduje dużą zmienność warunków pogodowych. Reprezentatywne dane klimatyczne dla zachodniej części Powiatu Nakielskiego pochodzą ze stacji meteorologicznej IMGW-PIB w Pile, a dla pozostałego obszaru 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.

Według danych z Piły średnia wieloletnia roczna suma opadów wynosiła 550 mm, wartość maksimum wynosiło 778 mm, minimum 302 mm. W okresie wegetacyjnym (IV-IX) powyższe statystyki wynosiły: 328 mm, 528 mm, 139 mm. Najbardziej wilgotnymi miesiącami były lipiec – średnia suma opadów wynosiła 73 mm oraz sierpień – 66 mm, a najbardziej suchymi kwiecień – 28 mm i luty – 29 mm. Opady w Pile w sezonie IV-IX stanowiły 60% opadów rocznych.

W Bydgoszczy średnia roczna suma opadów wynosiła 524 mm i zmieniała się w zakresie od 692 mm do 357 mm. W okresie wegetacyjnym zanotowano: średnia 394 mm, maksimum 586 mm, minimum 246 mm; opady w sezonie IV-IX stanowiły 75% opadów rocznych. Najbardziej wilgotnymi miesiącami były lipiec – średnia suma opadów wynosiła 80 mm i sierpień – 56 mm, a najbardziej suchymi były luty – 27 mm i kwiecień – 28 mm.

Średnia różnica sum opadów rocznych między Piłą i Bydgoszczą w wieloleciu wynosiła 26 mm i zmieniała się od -180 mm do 209 mm, przy czym większe i mniejsze opady w Pile w stosunku do Bydgoszczy rozłożyły się prawie po równo.

W okresach wegetacyjnych (IV-IX) średnia różnica sum opadów między Piłą i Bydgoszczą wynosiła -196 mm i w wieloleciu zmieniała się od -334 mm do 187 mm. W 11 sezonach wegetacyjnych na stacji meteorologicznej w Pile notowano większe sumy opadów niż w Bydgoszczy, a w 19 sezonach było odwrotnie. Przebieg zmienności opadów rocznych i w okresie wegetacyjnym przedstawiono na rys. 2.2.1.

Analiza przebiegu temperatury powietrza wykazała, że średnia roczna temperatura w Pile wynosiła 8,8°C, minimalna 6,5°C, maksymalna 10,4°C. W okresie wegetacyjnym w zanotowano odpowiednio: średnia temperatura 15,7°C, minimalna 13,8°C, maksymalna 18,2°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.

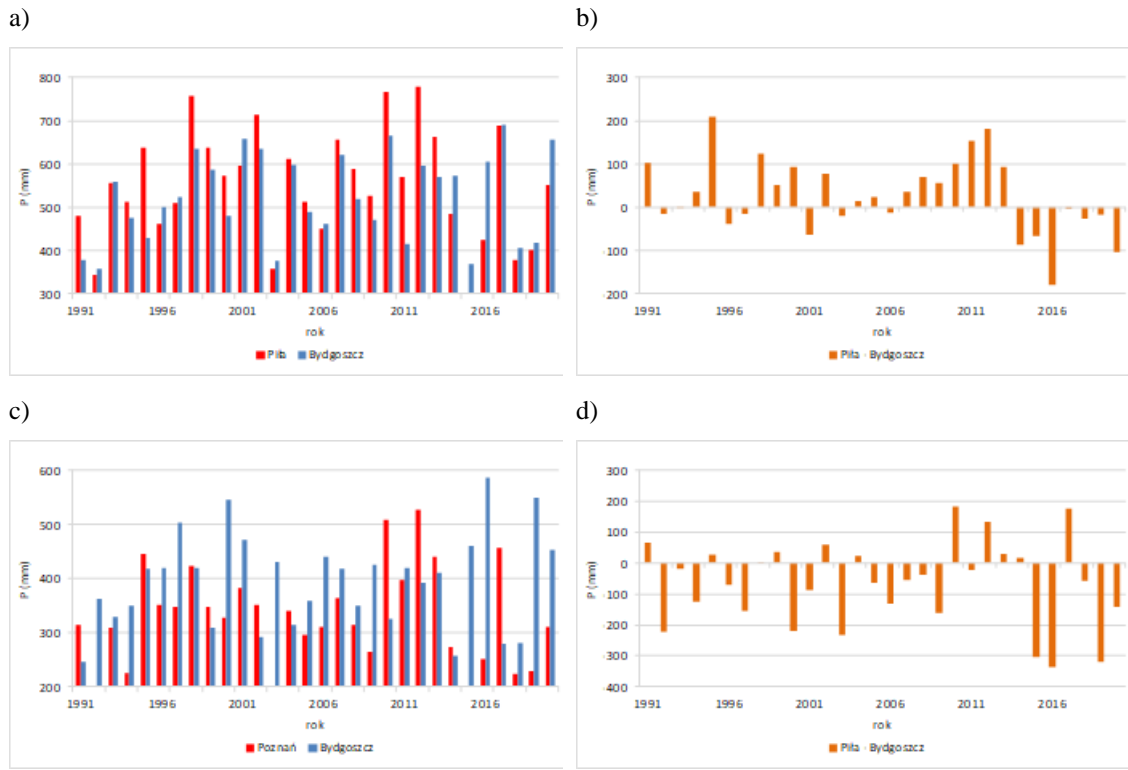
Najzimniejsze miesiące w Pile to styczeń (-0,4°C) i luty (0,5°C), a najcieplejsze to lipiec (19,5°C) oraz sierpień (19,1°C). Analogicznie w Bydgoszczy zanotowano

następujące statystyki: najzimniejsze miesiące to styczeń ($-0,2^{\circ}\text{C}$) i luty ($0,1^{\circ}\text{C}$), a najcieplejsze lipiec ($19,8^{\circ}\text{C}$) i sierpień ($19,3^{\circ}\text{C}$). W przebiegu rocznym, w Pile zawsze notowano niższą temperaturę niż w Bydgoszczy Średnia różnica wynosiła $-0,8^{\circ}\text{C}$ i zmieniała się w zakresie od $-0,3^{\circ}\text{C}$ do $-1,2^{\circ}\text{C}$. W okresie wegetacyjnym w Pile średnia temperatura wynosiła $15,7^{\circ}\text{C}$, minimalna $13,8^{\circ}\text{C}$, maksymalna $18,2^{\circ}\text{C}$. W Bydgoszczy w tym samym wieloleciu zanotowano następujące wartości: średnia temperatura $14,8^{\circ}\text{C}$, minimalna $13,5^{\circ}\text{C}$, maksymalna $17,2^{\circ}\text{C}$. W tym przypadku wyższą wartość temperatury zanotowano w Pile. Średnia różnica wynosiła $0,6^{\circ}\text{C}$ i zmieniała się od $0,0^{\circ}\text{C}$ do $1,5^{\circ}\text{C}$. Przebieg temperatury w Pile i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020 przedstawiono na rys. 2.2.2.

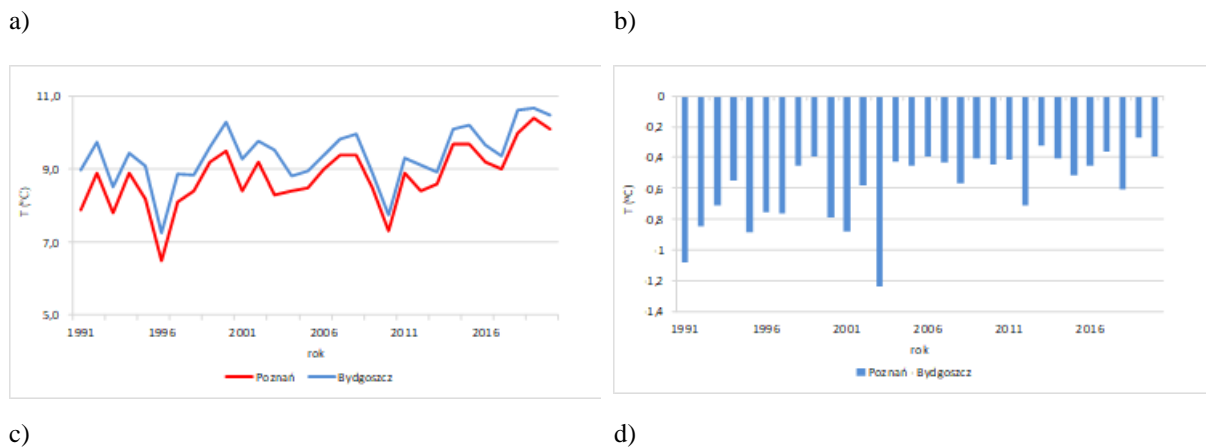
W badanym wieloleciu ewapotranspiracja ETo wyznaczona metodą Penmana-Monteitha w okresie wegetacyjnym w Pile miała średnią wartość 532 mm i zmieniała się od 478 mm do 635 mm. Średni niedobór opadów w stosunku do ewapotranspiracji wyrażony wskaźnikiem KBW wynosił -211 mm i też charakteryzował się dużą zmiennością, od -513 do -11 mm. Analogicznie w Bydgoszczy średnia wartość ewapotranspiracji ETo wynosiła 527 mm (min. 464 mm, maks. 642 mm). W badanym wieloleciu wartości KBW zmieniały się od -400 mm do -5 mm; wartość średnia KBW wynosiła -212 mm. Przebieg zmienności wartości ETo i KBW w sezonach wegetacyjnych pokazano na rys. 3.

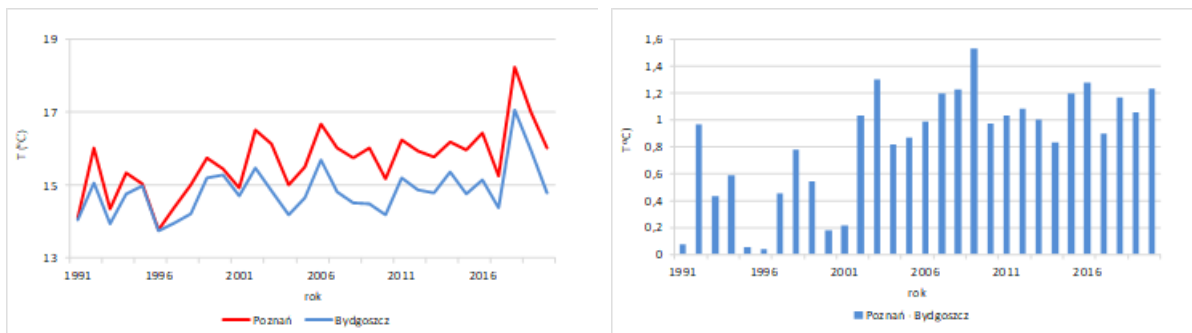
Porównując dane z wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 pozyskane z IMGW-PIB oraz z ITP Oddział Bydgoszcz widać wyraźny trend wzrostu temperatury i niewielki przyrost opadów. Chociaż nieznacznie wzrosła też średnia wielkość ewapotranspiracji, to jednocześnie pogłębił się deficyt opadów. Początek niekorzystnych zmian w klimacie rozpoczął się na przełomie lat 70. i 80. ubiegłego wieku i trwa do obecnych czasów. Susze meteorologiczne pojawiają się praktycznie w każdej porze roku, chociaż jest ich najwięcej w okresie wczesnej wiosny i pod koniec lata, czyli w okresach istotnych dla rolnictwa. Wzrost temperatury przyspiesza początek okresu wegetacyjnego, który coraz częściej zaczyna się na przełomie lutego i marca. Jednocześnie ten okres wydłuża się do 220-230 dni. Przy zachowaniu powyższych trendów można oczekiwać, że w kolejnych latach w Powiecie Nakielskim nastąpi pogorszenie warunków dla rolnictwa poprzez szybsze wyczerpywanie się źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, a to będzie skutkować większą podatnością na zagrożenie suszą rolniczą. Powyższy scenariusz dotyczy nie tylko upraw polowych, ale także warzywniczych, sadów, jak również

obszarów trwałych użytków zielonych, których w powiecie jest stosunkowo dużo w porównaniu z innymi powiatami.



Rys. 2.2.1. Przebieg opadów w Pile 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-PIB Oddział w Bydgoszczy na podstawie danych IMGW-PIB.*

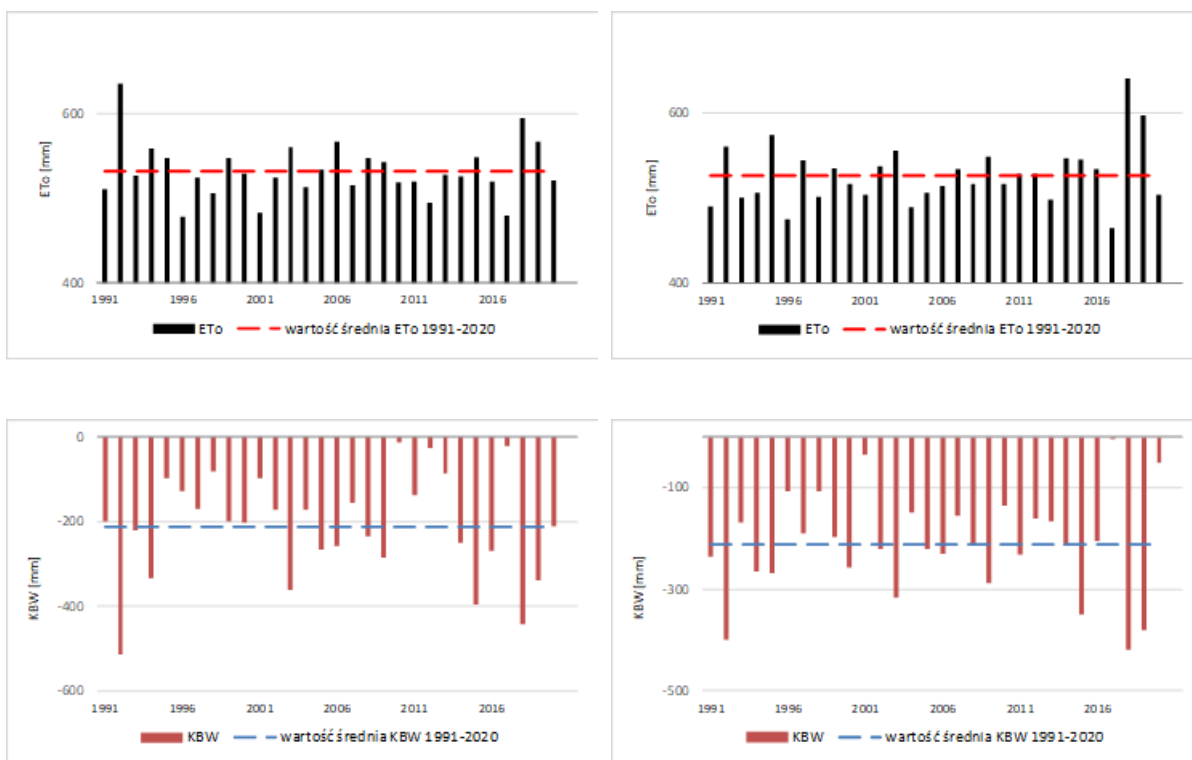




Rys. 2.2.2. Przebieg temperatury w Pile i Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) w przebiegu rocznym, b) różnice średniej rocznej temperatury, c) w okresie wegetacyjnym, d) różnice średniej temperatury w okresie wegetacyjnym. *źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy na podstawie danych IMGW-PIB.*

Piła

Bydgoszcz



Rys. 2.2.3. Przebieg ETo (mm) i KBW (mm) w Pile i Bydgoszczy w sezonach wegetacyjnych w wieloleciu 1991-2020. *źródło: ITP-PIB Oddział w Bydgoszczy na podstawie danych IMGW-PIB.*

Porównując dane z wielolecia 1971-2000 i 1991-2020 pozyskane z IMGW-PIB oraz z ITP-PIB Oddział Bydgoszcz widać wyraźny trend wzrostu temperatury i niewielki przyrost opadów. Choć nieznacznie wzrosła też średnia wielkość ewapotranspiracji, to jednocześnie pogłębił się deficyt opadów. Początek niekorzystnych zmian w klimacie

rozpoczął się na przełomie lat 70. i 80. ubiegłego wieku i trwa do obecnych czasów. Susze meteorologiczne pojawiają się praktycznie w każdej porze roku, chociaż jest ich najwięcej w okresie wczesnej wiosny i pod koniec lata, czyli w okresach istotnych dla rolnictwa. Wzrost temperatury przyspiesza początek okresu wegetacyjnego, który coraz częściej zaczyna się na przełomie lutego i marca. Jednocześnie ten okres wydłuża się do 220-230 dni. Przy zachowaniu powyższych trendów można oczekiwać w kolejnych latach w Powiecie Nakielskim pogorszenia się warunków dla rolnictwa poprzez szybsze wyczerpywanie się źródeł wody niezbędnej do gospodarki rolniczej, a to będzie skutkować większą podatnością na zagrożenie suszą rolniczą. Powyższy scenariusz dotyczy nie tylko upraw polowych, ale także warzywniczych, sadów, jak również obszarów trwałych użytków zielonych, których w powiecie jest stosunkowo dużo w porównaniu z innymi powiatami.

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

Na obszarze powiatu nakielskiego dominują gleby mineralne, które utworzyły się z utworów pochodzenia polodowcowego. Największy udział w powierzchni powiatu mają gleby płowe, gleby brunatne oraz gleby pobagiennie – torfowe i murszowo-torfowe. W powiecie nakielskim występują największe zwarte powierzchnie gleb pobagiennych w całym województwie. Na jego terenie spotyka się również gleby bardzo silnie przekształcone na skutek odwodnienia terenu, są to gleby murszowo-mineralne i murszowate. Niewielkie powierzchnie na obszarze powiatu zajmują gleby bielcowe oraz gleby słabo wykształcone.



Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu nakielskiego

Na obszarze powiatu przeważają gleby IV i III klasy bonitacyjnej. Gleby mineralne o najwyższej przydatności rolniczej występują głównie w południowo-zachodniej części powiatu oraz w szerokim pasie przylegającym od północy do doliny Noteci. Wytworzyły się głównie z utworów gliniastych. Gleby mineralne niższych klas, wytworzone przeważnie z utworów piaszczystych występują głównie w północnej i południowo-wschodniej części powiatu. Duże powierzchnie słabszych gleb pokrywają kompleksy leśne (np. zlokalizowane na południe od doliny Noteci). Na glebach organicznych (pobagiennych), które zapewniają dobry podsiąk wody, znajdują się rozległe kompleksy trwałych użytków zielonych.

Według klasyfikacji IUNG na obszarze powiatu przeważają gleby podatne i średnio-podatne na suszę.

Powiat charakteryzuje się dość przeciętnym udziałem użytków rolnych w jego ogólnej powierzchni. Zajmują one 66% powierzchni powiatu. Udział lasów w powierzchni powiatu wynosi 23%. Niecałe 11% zajmują pozostałe grunty (m.in. nieużytki, tereny zabudowane). Największy udział wśród gruntów użytkowanych rolniczo mają grunty orne – 79%. Trwałe użytki zielone (łąki i pastwiska) zajmują aż

20% gruntów użytkowanych rolniczo. Udział sadów w całkowitej powierzchni użytków rolnych jest nieznacznie poniżej 1%.

Jednolite części wód rzecznych objęte monitoringiem jakości wody na terenie powiatu nakielskiego cechują się zróżnicowanym stanem ekologicznym. Złym stanem ekologicznym charakteryzuje się Biała Struga i Kcynka. Rzeka Rokitka i fragment Noteci w pobliżu ujścia Rokitki cechują się słabym stanem ekologicznym. Najlepszy na terenie powiatu, umiarkowany potencjał ekologiczny posiadają wody Noteci na większości jej długości oraz wody Kanału Noteckiego. Jednolite części wód jeziornych objęte monitoringiem na terenie powiatu odznaczają się głównie umiarkowanym potencjałem ekologicznym (jez. Żędowskie, jez. Witosławskie, jez. Gąbińskie).

Średni przepływ Noteci na odcinku zlokalizowanym na terenie powiatu wynosi około $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Średni przepływ rzeki Łobżonki w końcowym jej odcinku jest równy $2,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Średni przepływ Gąsawki w jej końcowym odcinku szacowany jest na około $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Powiat nakielski charakteryzuje się dość znacznymi różnicami wartości średniego odpływu jednostkowego w roku. Wartości średniego odpływu jednostkowego w ciągu roku są najniższe w południowej części powiatu, gdzie nie przekraczają $3,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. W pobliżu jego północnej granicy są najwyższe, bliskie $6,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

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

Powiat nakielski położony w dorzeczu Noteci i częściowo doliny Wisły znajduje się pod narastającą presją hydrologiczną, wynikającą zarówno z uwarunkowań naturalnych, jak i długotrwałych przekształceń systemów wodnych oraz zmian klimatu. Zgodnie z zapisami Powiatowego Planu Wodnego oraz Planu przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS), kluczowym wyzwaniem dla powiatu jest pogarszający się bilans wodny, przejawiający się zarówno niedoborem wody w okresach wegetacyjnych, jak i lokalnymi zagrożeniami związanymi z jej nadmiarem.

Najistotniejszym problemem powiatu nakielskiego jest nasilająca się susza rolnicza, szczególnie dotycząca obszary intensywnie użytkowane rolniczo. Nieregularny rozkład opadów, wzrost temperatury powietrza oraz rosnąca ewapotranspiracja prowadzą do deficytu wilgoci w glebie. Zjawisko to szczególnie uwidacznia się na glebach mineralnych o ograniczonej zdolności retencyjnej. Istniejące systemy melioracyjne, projektowane głównie w celu odwadniania terenów rolniczych, przyczyniają się do

szybkiego spływu wód opadowych i roztopowych, ograniczając ich wykorzystanie w okresach niedoboru.

Konsekwencją długotrwałych niedoborów wody jest obniżanie poziomu wód gruntowych, co skutkuje pogorszeniem warunków wodnych gleb, zmniejszeniem produktywności rolnictwa oraz osłabieniem ekosystemów zależnych od wody. Szybki odpływ powierzchniowy w połączeniu z ograniczoną retencją naturalną prowadzi do deficytów zasilania wód gruntowych, a w efekcie do degradacji terenów wilgotnych i zaniku siedlisk przyrodniczych.

Pomimo dominującego problemu niedoboru wody, w powiecie nakielskim występują również lokalne zagrożenia związane z nadmiarem wody, zwłaszcza podczas intensywnych opadów i roztopów. Nagłe spływy powierzchniowe prowadzą do okresowych podtopień, szczególnie w dolinach rzecznych Noteci i jej dopływów, na terenach o ograniczonej przepustowości rowów melioracyjnych oraz w obniżeniach terenowych.

Dodatkowym problemem jest erozja gleb, nasilająca się w wyniku gwałtownych opadów następujących po długich okresach suszy. Spływ powierzchniowy powoduje degradację warstwy próchnicznej, zamulanie cieków i urządzeń melioracyjnych oraz dalsze ograniczanie zdolności retencyjnej lokalnych zlewni.

Problemy wodne powiatu nakielskiego mają charakter systemowy i wzajemnie powiązane. Zgodnie z kierunkami wskazanymi w Powiatowym Planie Wodnym oraz PPSS, kluczowym wyzwaniem jest zmiana dotychczasowego modelu gospodarowania wodami poprzez zwiększenie lokalnej retencji, modernizację systemów melioracyjnych w kierunku funkcji retencyjnych oraz wdrażanie działań opartych na procesach naturalnych. Realizacja tych działań jest niezbędna dla poprawy bilansu wodnego, ograniczenia skutków suszy i podtopień oraz zwiększenia odporności powiatu nakielskiego na postępujące

3. Analiza warunków hydrologicznych i bilansu wodnego.

3.1. Identyfikacja kluczowych cieków i zbiorników wodnych

Powiat nakielski cechuje stosunkowo bogata sieć hydrograficzna, na którą składają się w zdecydowanej większości rzeki dorzecza Odry (Warty), a jedynie północno-wschodni fragment powiatu należy do dorzecza Wisły (zlewnia Zbiornika

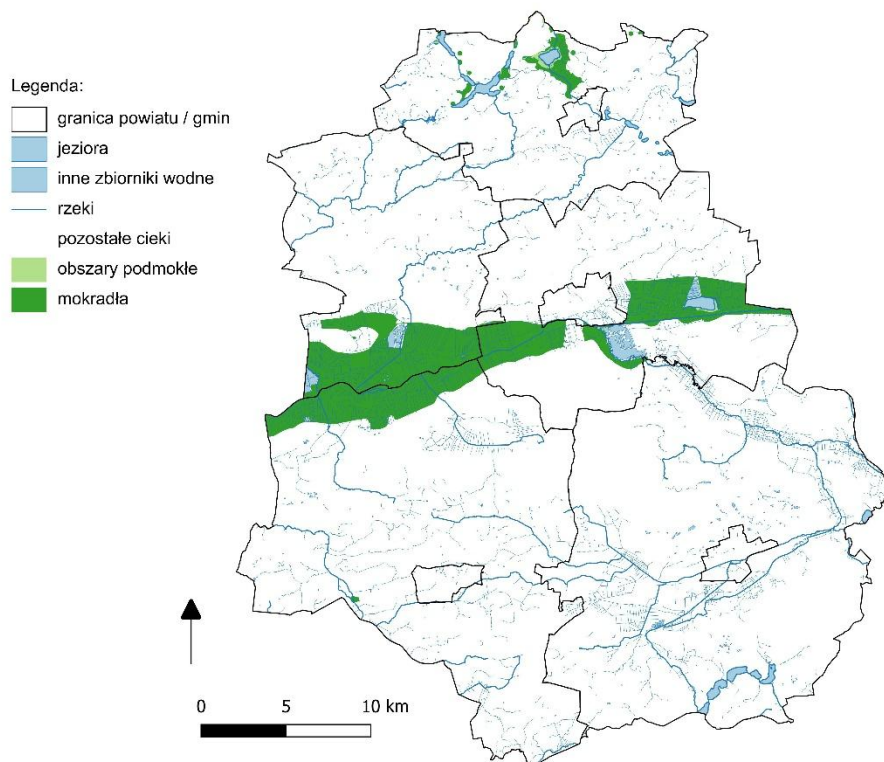
Koronowskiego). Przez powiat przebiega wododział I rzędu, oddzielający ww. dwa dorzecza.

Głównymi ciekami w dorzeczu Odry, są Noteć – stanowiąca oś hydrograficzną powiatu, oraz jej dopływy (zgodnie z biegiem rzeki): Gąsawka, Rokitka oraz Łobżonka z Orlą. W obrębie powiatu znajduje się również Kanał Bydgoski, wraz z odcinkami Górnego Kanału Noteci – zasilającymi ww. sztuczną część wód powierzchniowych. Natomiast głównym ciekim w dorzeczu Wisły jest Krówka – dopływ Zbiornika Koronowskiego. Poza tym w obrębie powiatu jest wiele mniejszych cieków – uchodzących do Noteci.

W obszarze powiatu nakielskiego znajdują się nieliczne jeziora, do kluczowych należą: jeziora systemu rzeczno-jeziornego w południowej części powiatu w zlewni Gąsawki (Gąbińskie, Skrzyńka, Wąsoskie, Żędowskie i częściowo Sobiejuskie), oraz jeziora w północnej części powiatu w zlewniach Rokitki (jezioro Wiele) i Orli (Rościmińskie Duże, Rościmińskie Małe, Witosławskie). W obrębie zlewni rzeki Krówki (dorzecze Wisły) znajduje się jedno jezioro – Dwierznowskie.

W obrębie powiatu znajduje się również znaczący odsetek obszarów podmokłych (bagna, torfowiska oraz mokradła), główna ich koncentracja występuje w dnie Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, obecnie doliny prowadzącej wody rzeki Noteci. Jest to obszar skoncentrowany w środkowej części powiatu. Niewielkie obszary podmokłe znajdują się również w północnej części powiatu – w zlewni rzeki Orli i Rokitki.

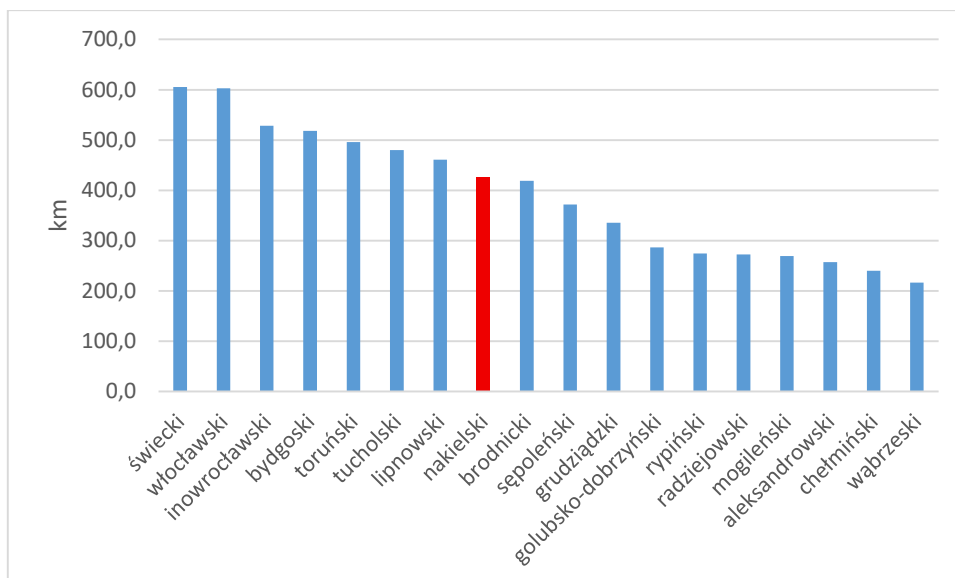
Szczegółowy rozkład przestrzenny cieków, jezior, zbiorników wodnych, bagien, torfowisk oraz mokradeł przedstawia rycina 3.1.1.



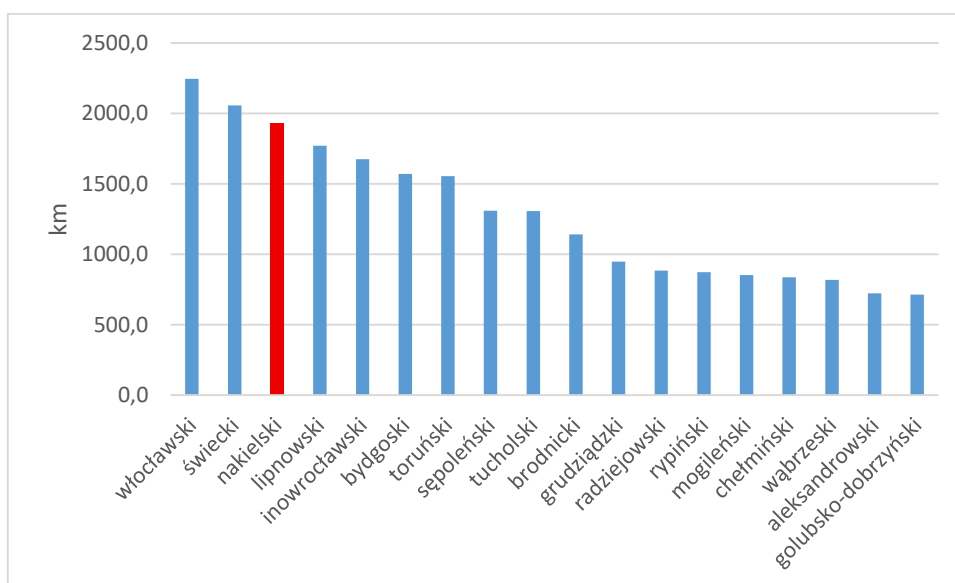
Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu nakielskiego.

3.2. Analiza danych hydrometrycznych i hydrologicznych

Dane hydrometryczne cieków leżących w powiecie nakielskim wykazują, iż łączna długość cieków – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki główne, wynosi około 426,4 km, natomiast łączna długość cieków pozostałych – klasyfikowanych w Mapie Podziału Hydrograficznego Polski jako rzeki mniejsze, kanały i rowy, jest znacząca w skali ogółu i wynosi około 1 504,9 km. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych liniowych w obrębie powiatu wynosi około 1 931,3 km.

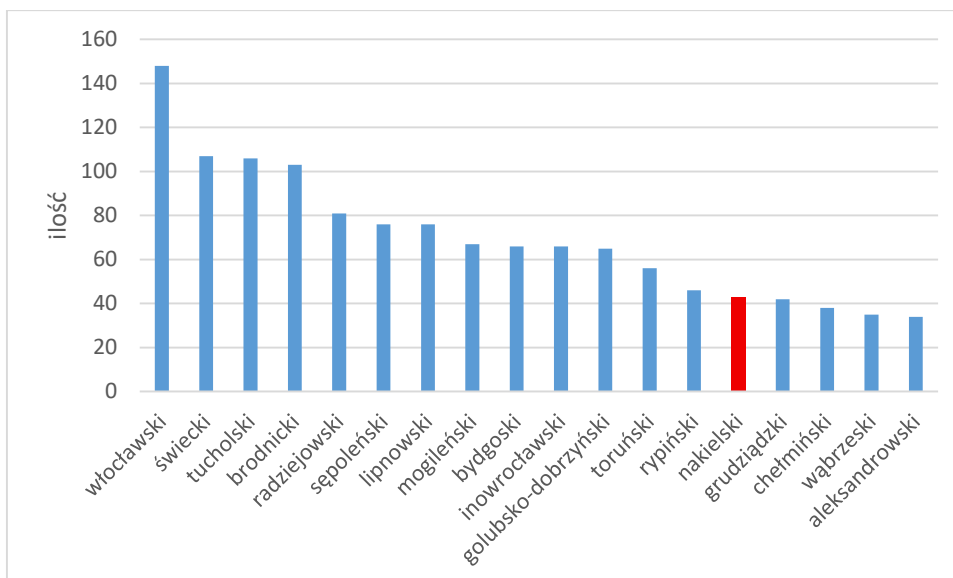


Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

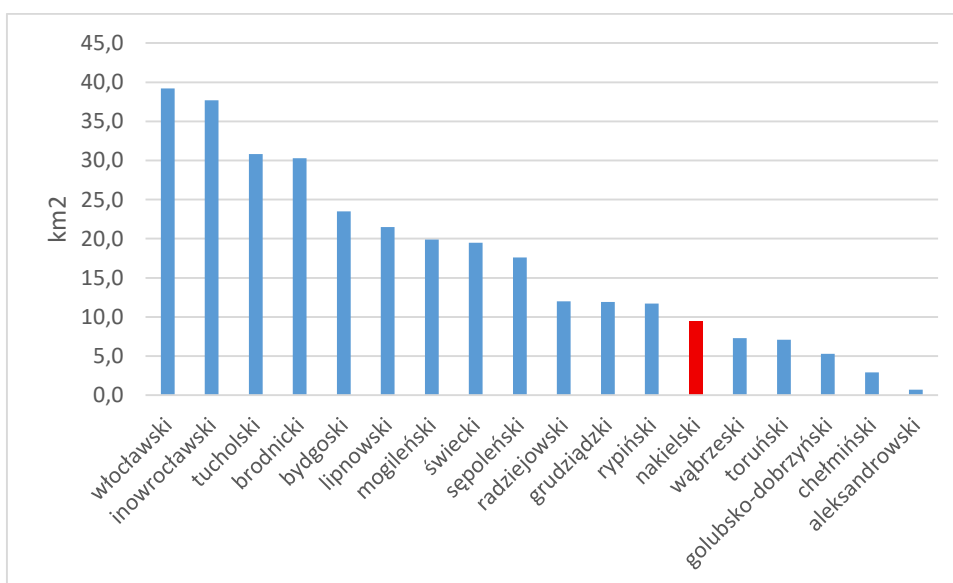


Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

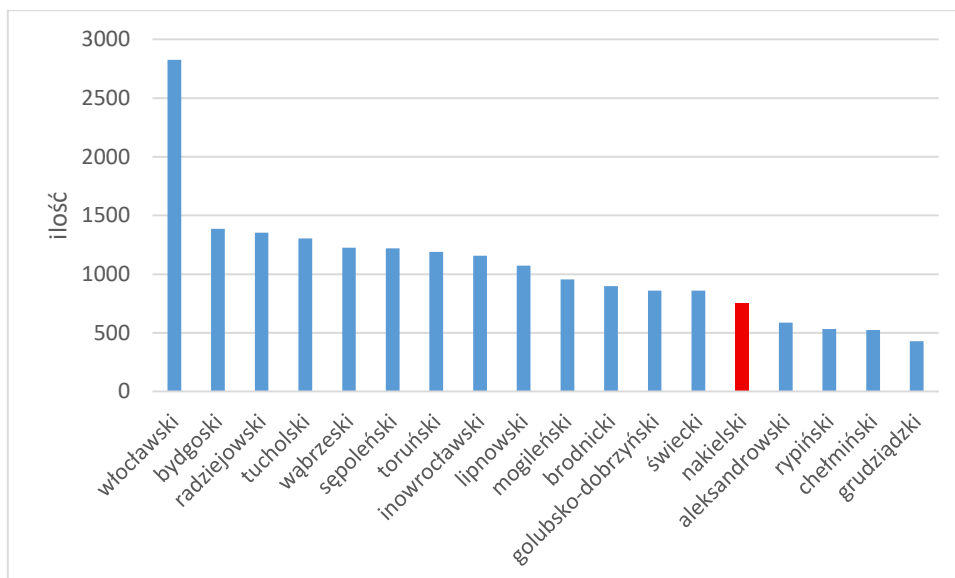
Bazując na ww. źródle, ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako jeziora wynosi 43, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 1204,1 m² do 1 289 826,3 m², przy sumarycznej powierzchni jezior wynoszącej około 9,4 km². Natomiast ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne wynosi 751, ich powierzchnia oscyluje w zakresie od 143,4 m² do 1 086 357,9 m², przy sumarycznej powierzchni zbiorników wodnych wynoszącej około 7,3 km².



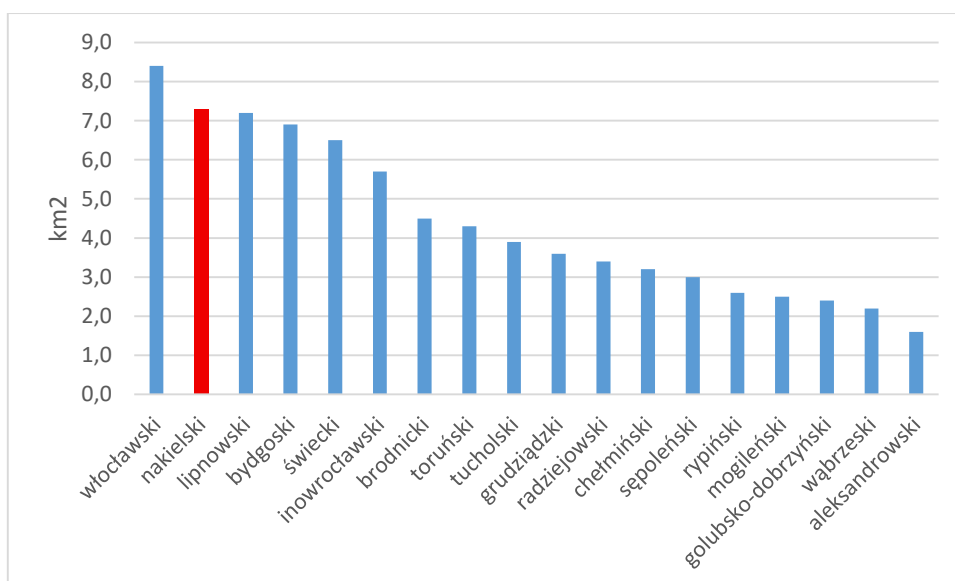
Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).



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

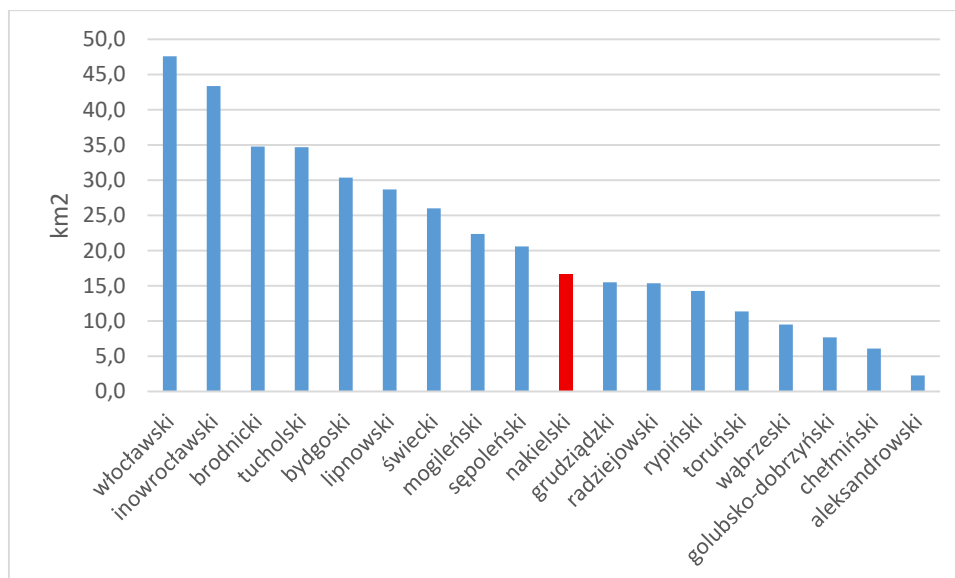


Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

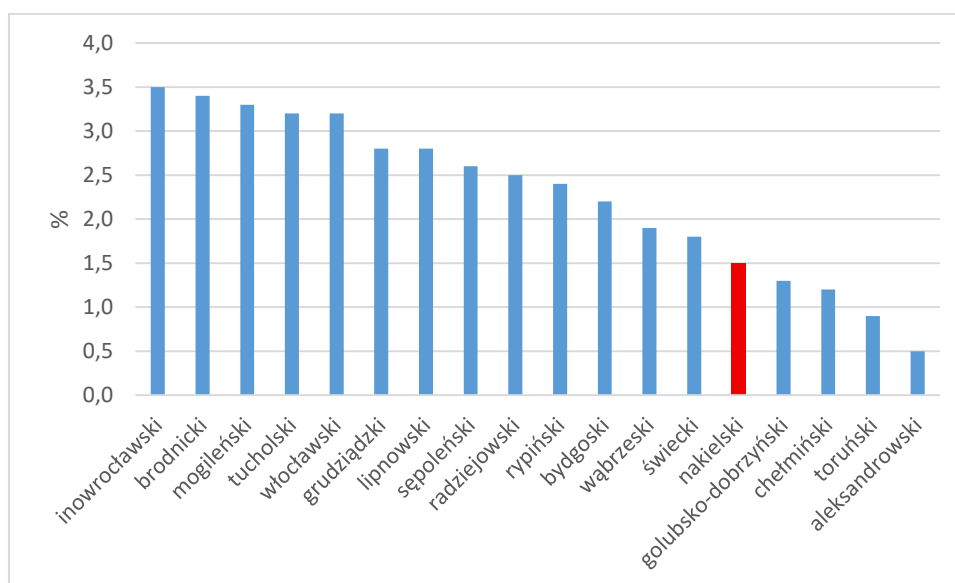


Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w obrębie powiatu nakielskiego wynosi 16,7 km². Uwzględniając powierzchnię powiatu nakielskiego na poziomie 1120 km², jeziorność wynosi zaledwie około 1,5%.



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



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

Wszystkie główne ciekii występujące w obrębie powiatu nakielskiego cechują się naturalną zmiennością koryta w profilu podłużnym, uzależnioną od spadku koryta oraz właściwości fizycznogeograficznych zlewni (m.in. budowy geologicznej, utworów powierzchniowych, pokrycia terenu, itd.) oraz wpływu działalności człowieka, na danym odcinku prowadzenia wód.

Rzeka Noteć, w obrębie powiatu nakielskiego, należy do jej górnego fragmentu biegu. Wpływa w obrębie powiatu w okolicy Annowa i wypływa w okolicy Mieczkowa.

Na całym tym fragmencie jest rzeką skanalizowaną – stopniami wodnymi wraz z śluzami żeglugowymi. W związku z powyższym reżim rzeczny w tym fragmencie jest w pełni przekształcony. W odcinku do Nakła n. Notecią płynie w węższej naturalnej dolinie w kierunku północny, od Nakła n. Notecią płynie w dnie szerokiej formy dolinnej – Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej w kierunku zachodnim. Jest to główna, największa oś hydrograficzna powiatu – zbierająca wody z większości dopływów w obrębie powiatu nakielskiego. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Noteć po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 5 064,8 km², wykraczając znacznie poza granicę województwa kujawsko-pomorskiego.

W obrębie powiatu nakielskiego rzeka Gąsawka prowadzi wody w końcowym, dolnym biegu – od rynny jezior Żędowskie – Wąsoskie – Sobiejuskie po ujście do Noteci w okolicy Rynarzewa. W większości fragmentów płynie w obszarach użytkowanych rolniczo, w szerokiej dolinie rzecznej. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Gąsawka po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 554,93 km², z czego większa część należy do powiatu żnińskiego.

Rokitka bierze swoje źródła powyżej jeziora Wiele, początkowo płynie w systemie rzeczno-jeziornym, przepływając przez jeziora Mroteckie i Ostrowo. Poniżej ich, skręca w kierunku południowo-zachodnim i płynie w kierunku Ostrówca, gdzie uchodzi do Noteci. W większości płynie po terenach pokrytych gruntami ornymi. Łączna powierzchnia zlewni rzeki Rokitka po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 428,96 km², z czego górna część zlewni należy do powiatu sępoleńskiego.

Orla jest systemem rzeczno-jeziornym biorącym źródła powyżej jeziora Rościmińskiego Dużego. W górnej części Orla przepływa przez szereg jezior (już wspomniane – Rościmińskie Duże, oraz Rościmińskie Małe, Więcborskie), następnie skręcając w kierunku zachodnim zbiera wody kilku mniejszych dopływów i uchodzi do Łobżonki w okolicy Rudej (granica z województwem wielkopolskim). Łączna powierzchnia zlewni rzeki Orla po punkt graniczny w obszarze powiatu wynosi około 120,21 km².

W obrębie powiatu nakielskiego znajduje się fragment sztucznej jednolitej części wód - Kanał Bydgoski, na odcinku od Niedoli do połączenia z Notecią w okolicy Nakła n. Notecią. Jest to kanał płynący prostolinijnie, stworzony pod koniec XVIII wieku, obecnie użytkowany rekreacyjnie – w mniejszej części do uprawiania żeglugi śródlądowej.

Jeziro Wąsoskie posiada powierzchnię 58 ha i objętość całkowitą na poziomie 7009,0 tys. m³. Jezioro położone jest w północnej części rynny żnińskiej, u jej wylotu do Kotliny Toruńskiej. Linia brzegowa jeziora jest wyrównana. Wąska strefa litoralu przechodzi w stromo nachylony stok opadający ku głęboczkowi, znajdującemu się w środkowej części jeziora. Maksymalna głębokość jeziora wynosi 25,3 m, przy średniej głębokości 12,0 m. Główny dopływ jeziora prowadzi wody z Jeziora Gąbińskiego. W bezpośrednim sąsiedztwie jeziora położone są zabudowania wsi Wąsosz. W zlewni całkowitej o powierzchni około 37,5 km², w strukturze użytkowania ziemi przeważają grunty rolne.

Jeziro Wieleckie jest bardzo płytkim, zarastającym zbiornikiem o charakterze stawu naturalnego. Jego powierzchnia wynosi 52,9 ha a objętość wód zaledwie 247,3 tys. m³. Głębokość maksymalna wynosi 1,1 m, a średnia jedynie 0,4 m. Przez jezioro przepływa rzeka Rokitka. W strukturze użytkowaniu ziemi zlewni jeziora przeważają pola uprawne. Powierzchnia zlewni całkowitej wynosi około 49,5 km².

Jeziro Rościmińskie Duże jest jeziorem typu rynnowego, przez które przepływa Orla, lewobrzeżny dopływ Łobzonki. Misa jeziora charakteryzuje się stromo nachylonymi stokami oraz występowaniem jednego rozległego głęboczka. Średnia głębokość jeziora wynosi 9,4 m, przy maksymalnej głębokości wynoszącej około 23,6 m. W misie jeziornej znajduje się około 4462,0 tys. m³ wody. W zlewni jeziora o powierzchni około 210,7 km² przeważają pola uprawne. Jezioro Rościmińskie Małe również położone jest w rynnie polodowcowej. Linia brzegowa jeziora jest mało urozmaicona, a konfiguracja dna monotonna, z głęboczkiem znajdującym się w centralnej części zbiornika. Powierzchnia jeziora Rościmińskiego Małego wynosi 24,4 ha, przy objętości wód 774,5 tys. m³. Przez jezioro przepływa rzeka Orla. W strukturze użytkowania ziemi zlewni bezpośrednio dominują grunty orne. Posiada ona powierzchnię około 218,1 km².

Jeziro Witosławskie posiada powierzchnię 148,1 ha. Jezioro posiada silnie rozwiniętą linię brzegową, o współczynniku k na poziomie 2,38. Wody badanego jeziora znajdują się w innej rynnie polodowcowej niż poprzednie zbiorniki wodne. Przebiega ona w kierunku NE-SW krzyżując się z doliną rzeki Orli. Długość misy jeziora Witosławskiego wynosi 3,6 km. Jezioro posiada pięć wyraźnie oddzielonych plos. Maksymalna głębokość (19,2 m) znajduje się w plosie w centralnej części misy jeziornej. Głębokość średnia wynosi 6,9 m, co oznacza że jezioro zaliczane jest do przeciętnie głębokich. Prawie cała linia brzegowa jeziora Witosławskiego porośnięta jest roślinnością

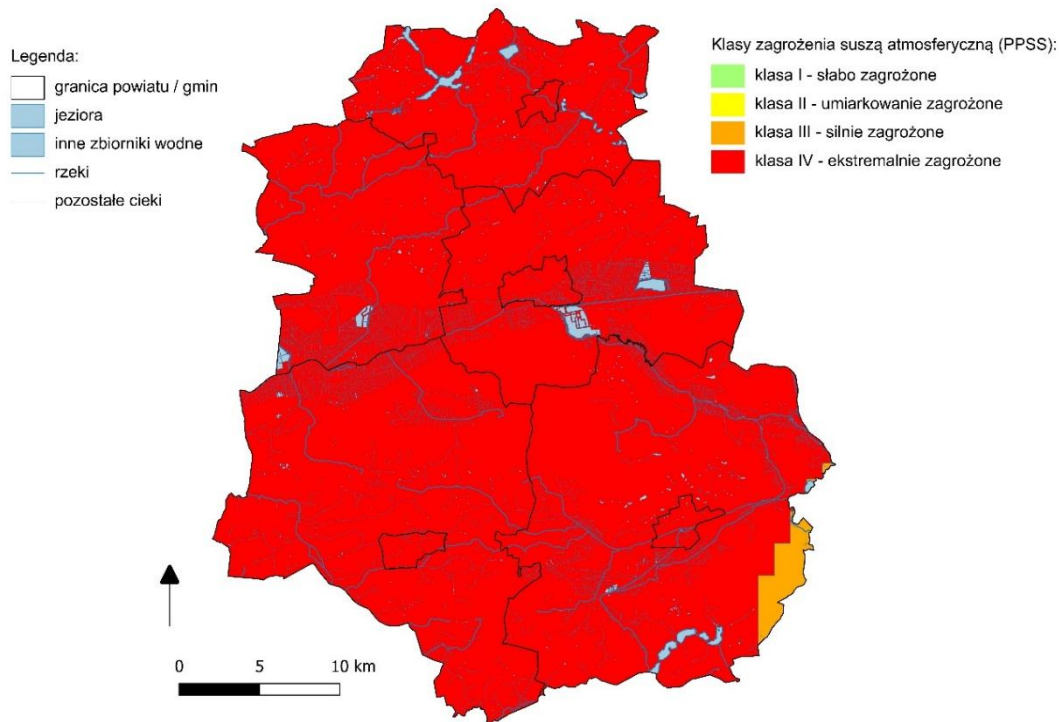
wodną. Jezioro Witosławskie posiada zlewnię bezpośrednią o rozmiarach 6,42 km², a całkowitą (w biegu rzeki Orli) o powierzchni 230,2 km².

W obrębie powiatu nakielskiego 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 Noteć (w odcinku skanalizowanym) w miejscowości Nakło nad Notecią, dla którego stan ostrzegawczy wynosi 320 cm, a stan alarmowy 360 cm. Absolutne minimum to 172 cm (09.01.1954), a absolutne maksimum wynosi 425 cm (17.07.1980, 18.07.1980).

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.

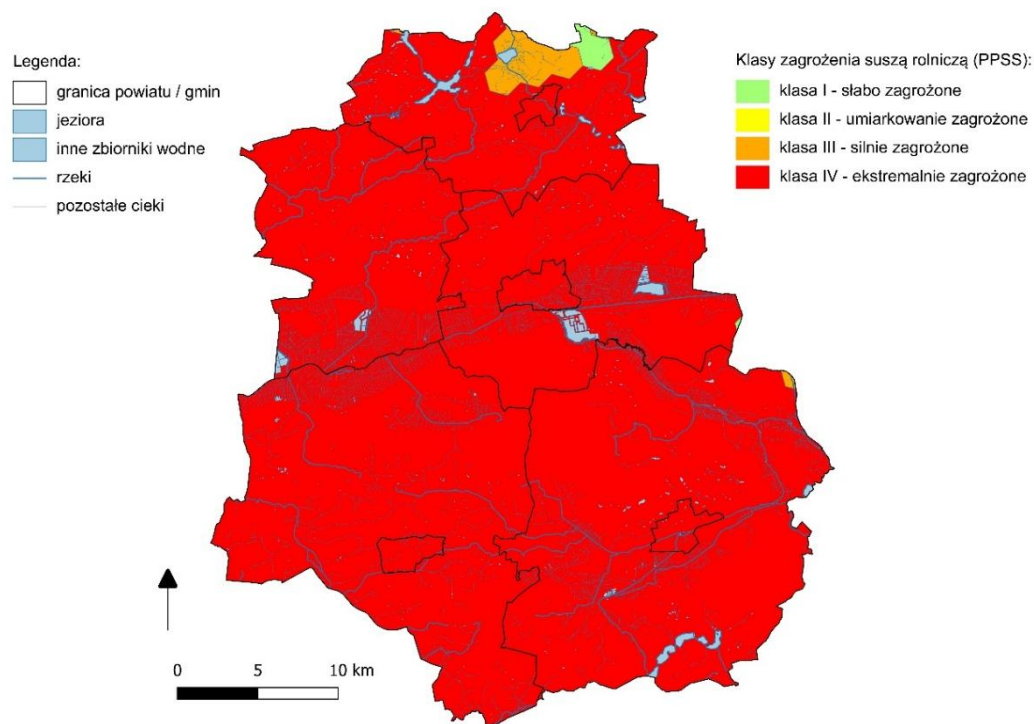
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą atmosferyczną w obrębie powiatu nakielskiego wskazuje, niemal cały jego obszar odpowiada ekstremalnemu zagrożeniu (klasa IV), jedynie fragment południowo-wschodni cechuje silne zagrożenie (klasa III) (rycina 3.3.1). Są to wyjątkowo niekorzystne warunki, wynikające z usytuowania powiatu nakielskiego w skali makro.



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

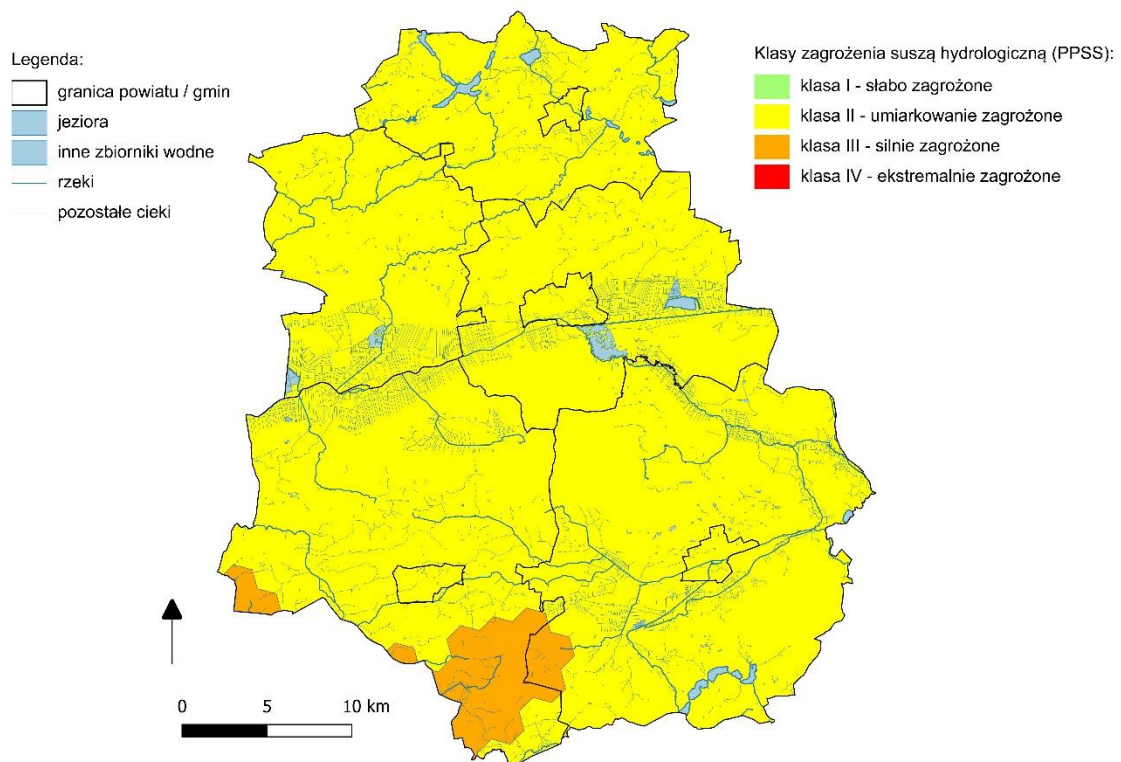
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą rolniczą w obrębie powiatu nakielskiego jest równie niekorzystny i wskazuje, że w przeważającej części występuje ekstremalne zagrożenie (klasa IV). Drobne fragmenty powiatu – w części północnej odpowiadają wyspowo silnemu (klasa III) oraz słabemu (I klasa) zagrożeniu suszą (rycina 3.3.2).



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

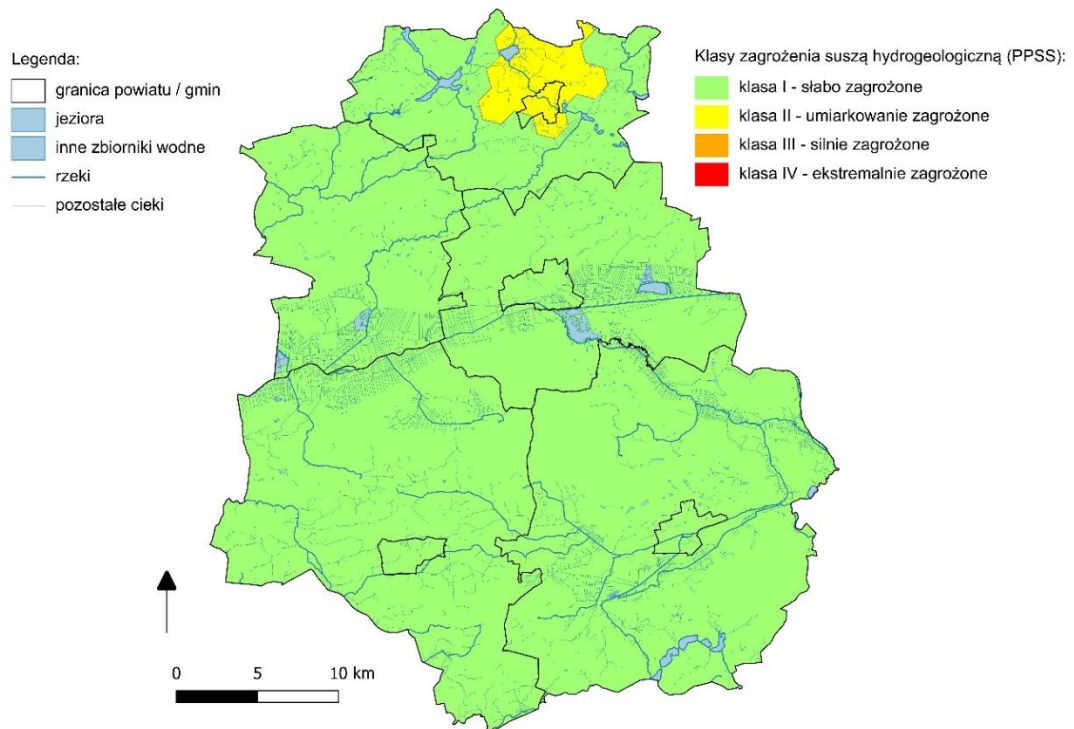
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrologiczną w obrębie powiatu nakielskiego wskazuje, że na przeważającej części obszaru występuje zagrożenie umiarkowane (II klasa), jedynie w części południowej – fragmentarycznie zagrożenie silne (klasa III) (rycina 3.3.3).



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

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

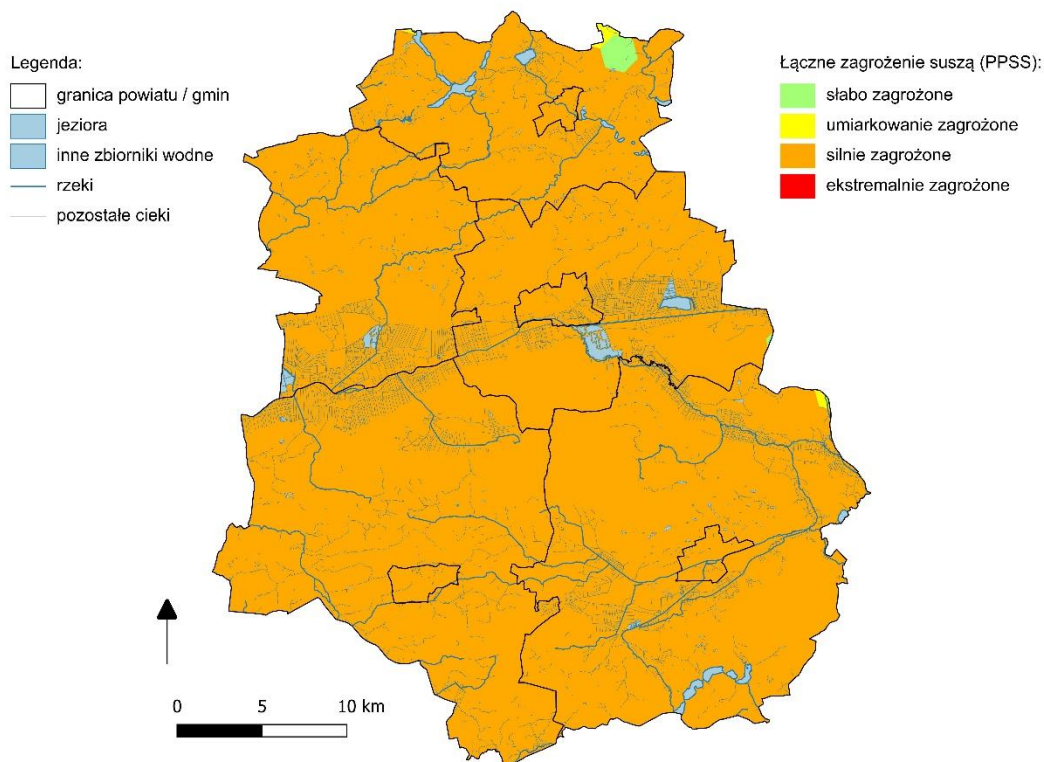
Rozkład przestrzenny zagrożenia suszą hydrogeologiczną w obrębie powiatu nakielskiego wskazuje, że jedynie fragment górnej części zlewni rzeki Rokitka odpowiada umiarkowanemu zagrożeniu (klasa II), pozostały fragment powiatu charakteryzuje słabe zagrożenie (klasa I) (rycina 3.3.4).



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

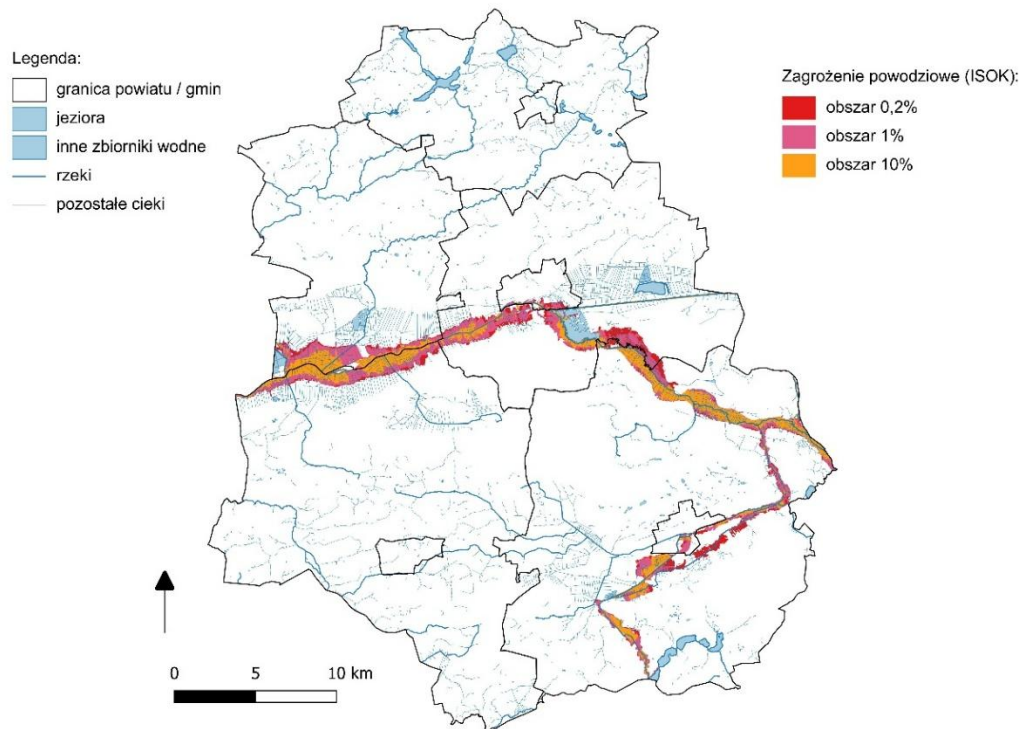
Ocenę łącznego zagrożenia wszystkimi wymienionymi powyżej typami suszy uzyskano w PPSS przez zsumowanie wyników zagrożenia uzyskanych kolejno dla suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej.

Rozkład przestrzenny łącznej oceny zagrożenia suszą w obrębie powiatu nakielskiego wskazuje, że przeważająca część obszaru odpowiada silnemu zagrożeniu (kolor pomarańczowy), jedynie niewielkie fragmenty w granicznej północnej i wschodniej części odpowiadają wyższym klasom zagrożenia – odpowiednio słabej (kolor zielony) i umiarkowanej (kolor żółty) (rycina 3.3.5).



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

Szkody powodziowe, związane z zagrożeniami powodziowymi w obszarze powiatu nakielskiego zaznaczają się w wybranych fragmentach rzeki Noteć, Gąsawka i Kanału Bydgoskiego, związane z podtopieniami spowodowanymi wystąpieniem wód powodziowych z koryta rzecznoego w zagłębieniach terenowych w najbliższym sąsiedztwie koryta (rycina 3.3.6).



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

4. Koncepcja systemu małej retencji.

4.1. Cele strategiczne: poprawa retencji, podniesienie bioróżnorodności, wzmocnienie 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 KBW	Potrzeba rozwoju melioracji
< -250	skrajnie niedoborowy	nawadniających - bardzo duża
[-250; -200)	silnie niedoborowy	nawadniających - duża
[-200; -150)	umiarkowanie niedoborowy	nawadniających - umiarkowana
[-150; -100)	lekko niedoborowy	nawadniających - mała
[-100; 100]	zrównoważony	brak
>100	nadmiarowy	odwadniających

źródło: Kaca, 2015.

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

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

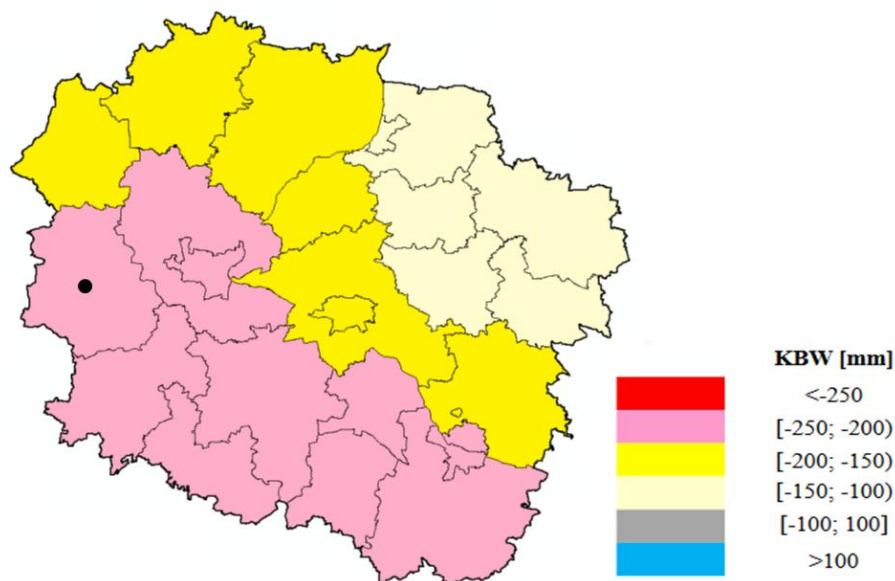
źródło: Kaca, 2015.

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

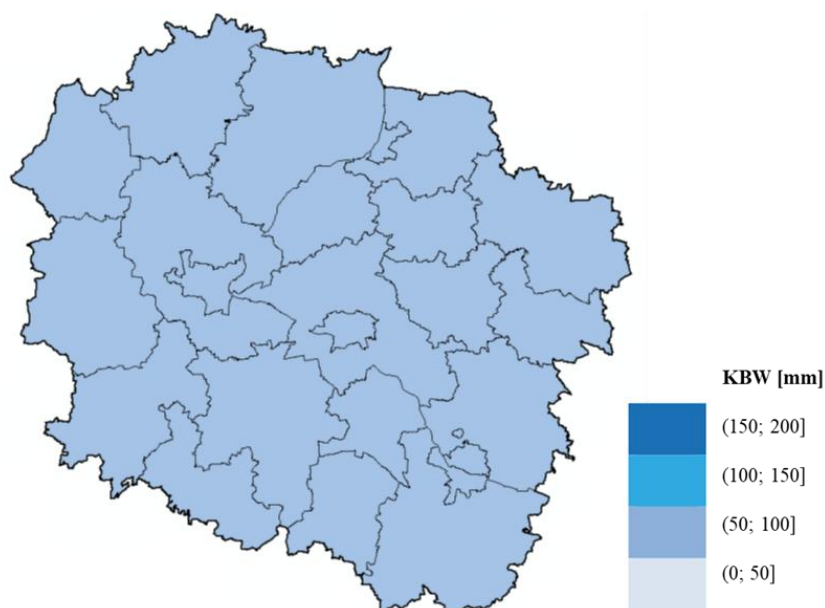
KBW, mm	Klasa KBW	Potencjalna potrzeba rozwoju melioracji
<-50	skrajnie niedoborowy	nawadniających bardzo duża
[-50; -30)	silnie niedoborowy	nawadniających duża
[-30; -10)	lekko niedoborowy	nawadniających umiarkowana
[-10; 10]	zrównoważony	nawadniających mała
[-50; -30)	silnie niedoborowy	brak
>10	nadmiarowy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

źródło: opracowanie własne za Kaca, 2015.

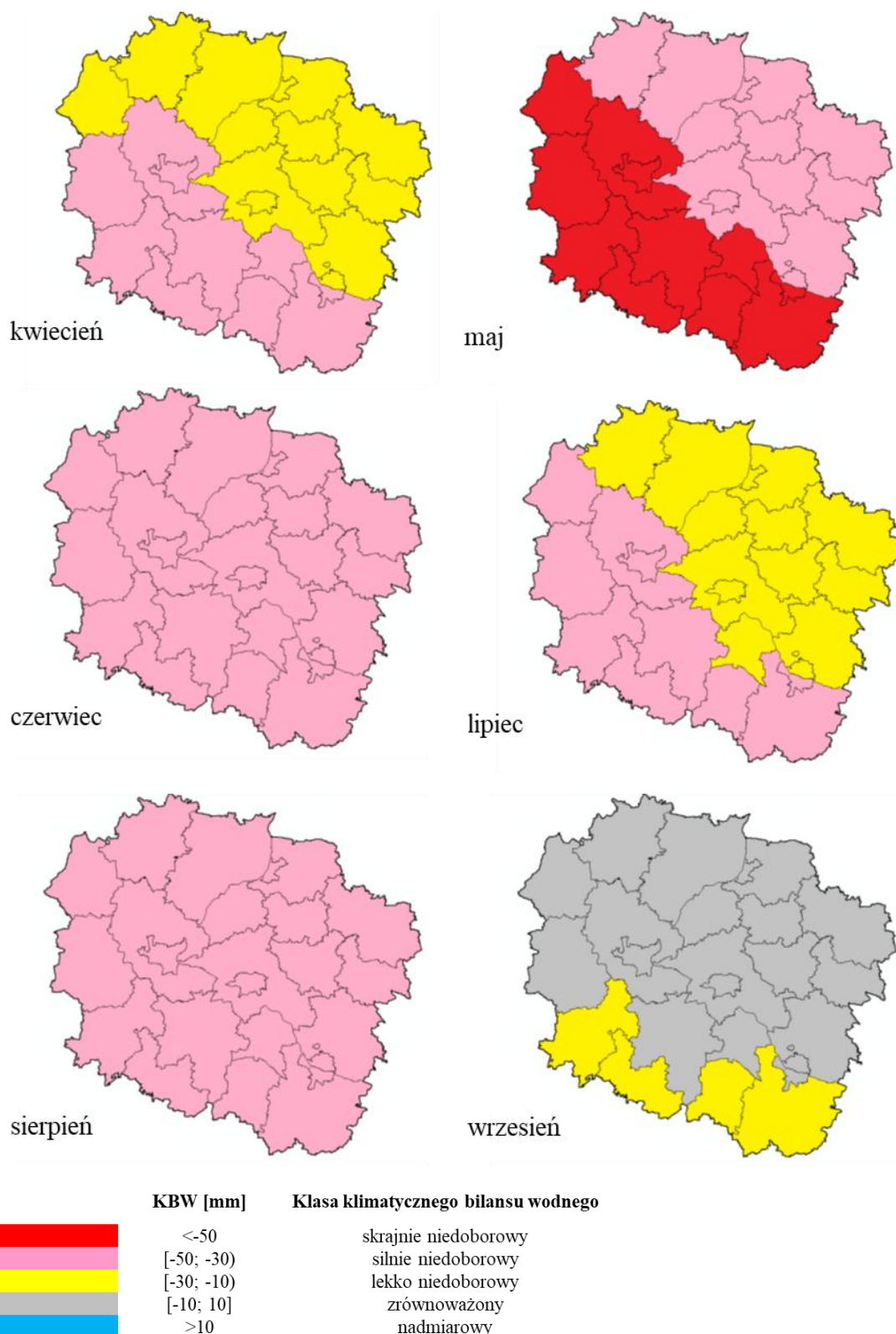
Zgodnie z powyższą klasyfikacją bilans wodny powiatu nakielskiego w okresie wegetacyjnym jest ujemny (od -200 do -250 mm). Przez cały sezon występuje silny deficyt opadów. Ten stan notuje się także w poszczególnych miesiącach wegetacyjnych, gdzie niedobór opadów w stosunku do parowania jest silny a nawet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



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



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



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

5. Proponowane środki i rozwiązania.

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

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

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Przykładowe działania:

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

Proponowane działania:

- 1) Odtwarzanie i renaturyzacja mokradel.

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

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

Efekty działań:

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

2) Odtwarzanie i ochrona gleb organicznych (torfowisk).

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

Efekty środowiskowe:

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

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

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

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

Korzyści:

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

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

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

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

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

Efekty środowiskowe:

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

5) Odtwarzanie terenów zalewowych i dolin rzecznych

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Rozwiązania techniczne (budowlane).

Charakteryzują się bezpośrednią ingerencją inżynierską w ciek wodny lub teren, w celu spiętrzenia, zatrzymania lub kontrolowania 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 (CO₂), przyczyniając się do globalnego ocieplenia. Utrzymanie wysokiego poziomu wody zatrzymuje ten proces,
- **retencji wody** - działają jak "gąbki", zatrzymując duże ilości wody, co jest kluczowe w okresach suszy (zapobiegają szybkiemu odpływowi wody) oraz w czasie intensywnych opadów (zmniejszają ryzyko powodzi),
- **oczyszczaniu wody** - działają jak naturalne filtry, poprawiając jakość wody,
- **zwiększają bioróżnorodność** - są ostoją dla wielu rzadkich i chronionych gatunków roślin i zwierząt, które są ściśle związane z warunkami wodnymi.

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

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

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

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

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

1. Ochrona wód powierzchniowych poprzez:

- ograniczenie 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 rezerwuar dla mokradeł.

Liniowe 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 nakielskim grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione zajmują 263,58 km² (23,5%) powierzchni powiatu i pełnią bardzo ważną rolę. Lasy wpływają pozytywnie na wielkość alimentacji wód opadowych (a przez to na zasoby wodne) – zwiększają bowiem infiltrację, przyczyniając się przez to do przeniesienia części powierzchniowej fazy odpływu wód opadowych w kierunku odpływu pokrywowego i podziemnego. Ważną rolę odgrywa tu znaczna retencyjność ściółki i gleb leśnych (tab. 5.5.1).

Tab. 5.5.1. Retencja leśna

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

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

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

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

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

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

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

- Zakładamy, że cała powierzchnia gruntów ornych w gospodarstwie (np. 17 ha)* pokryta jest warstwą śniegu o miąższości 36 cm i gęstości 0,12 g·cm⁻³. Gęstość pokrywy śnieżnej może być w zakresie od 0,07 (przy temperaturze powietrza podczas opadu śniegu poniżej -10°C) do 0,20 g·cm⁻³ (temperatura powyżej + 2°C).
- Obliczamy zapas wody w pokrywie śnieżnej ze wzoru:
$$h = 10 \cdot r_s \cdot h_s$$
gdzie: h – punktowy zapas wody w pokrywie śnieżnej [mm]
r_s – gęstość śniegu [g·cm⁻³]
h_s – miąższość pokrywy śnieżnej [cm].
$$h = 10 \cdot 36 \cdot 0,12 = 43,2 \text{ (mm)}$$
- Obliczamy zapas wody w pokrywie śnieżnej na obszarze gospodarstwa (V) jako iloczyn punktowego zapasu wody (h) i obszaru gospodarstwa (A) [A = 17 ha = 170 000 m²; h = 43,2 mm = 4,32 cm = 0,0432 m]. $V = h \text{ (m)} \cdot A \text{ (m}^2\text{)} = 0,0432 \text{ m} \cdot 170\,000 \text{ m}^2 = 7\,374 \text{ m}^3$

*- przyjęta przeciętna powierzchnia gospodarstwa w województwie kujawsko-pomorskim

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

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

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

- **zwiększanie zawartości próchnicy (materii organicznej)** – próchnica działa jak gąbka – wzrost jej zawartości w glebie o 1% może zatrzymać dodatkowo od 90 do 150 t H₂O/ha. Możemy poprawić zawartość próchnicy poprzez m.in. przyorywanie słomy (mulczowanie), uprawę poplonów i międzyplonów o dużej biomase, prawidłowe nawożenie naturalne (stosowanie obornika i kompostu);
- **agromelioracje** – zabiegi mające na celu polepszenie warunków glebowych oraz usprawnienie odprowadzenia wilgoci z gleby poprzez wykonanie orek głębokich i głębokiego spulchniania, zmieniając stan zagęszczenia, wywierają bezpośredni wpływ na zdolności retencyjne warstwy spulchnionej, a poprzez zmianę przepuszczalności i właściwości mechanicznych mogą wpływać na warunki odnawiania retencji glebowej i jej dostępność dla roślin;
- **minimalna i bezorkowa uprawa gleby (tzw. rolnictwo konserwujące)**. Poprzez te zabiegi ogranicza się przemieszczanie i mieszanie gleb, co pozwala zachować resztki poźniwne na powierzchni (mulcz). Zmniejsza to ewaporację, chroni glebę przed erozją oraz pozwala zachować stabilne, ciągłe pory, które zwiększają infiltrację (prześlakanie) wody. Lżejsza uprawa (spulchnianie a nie głęboka orka) zapobiega nadmiernemu natlenieniu i przyspieszonemu rozkładowi materii organicznej;
- **uprawa poplonów i międzyplonów (okrywa gruntowa)**. Dzięki tym zabiegom utrzymujemy glebę pokrytą roślinnością przez większą część roku, co ogranicza parowanie z powierzchni gruntu (ewaporację), chroni przed erozją (głównie na glebach lżejszych) oraz finalnie wzbogaca glebę w materię organiczną.

2) Retencja w krajobrazie i ochrona przed spływem powierzchniowym.

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

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

Wszystkie te działania są zbieżne z celami **rolnictwa konserwującego**, które dąży do minimalizacji degradacji gleby i maksymalizacji zasobów wodnych i biologicznych w ekosystemie rolnym. Poniżej przedstawiono wybrane działania agroekologiczne i możliwości zwiększenia retencji glebowej w powiecie nakielskim.

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

Wyszczególnienie	Możliwość zwiększenia retencji glebowej poprzez zabiegi agromelioracyjne		
	niska	średnia	wysoka
Wielkość możliwości zwiększenia retencji			
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	10 mm	30 mm	50 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	100 m ³ · ha ⁻¹	300 m ³ · ha ⁻¹	500 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	2000 m ³	6000 m ³	10 000 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie nakielskim (przy założeniu, że areal GO = 60 334 ha)	6 033 400 m³	18 100 200 m³	30 167 000 m³

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

Wyszczególnienie	Zwiększenie zawartości próchnicy o 1 % w warstwie gleby*	
	0-100 cm	0-25 cm
Warstwa wody (wskaźnik opadu)	34 mm	8,5 mm
Ilość wody na powierzchni 1 ha	340 m ³ · ha ⁻¹	85 m ³ · ha ⁻¹
Ilość wody na 20 ha	6 800 m ³	1 700 m ³
Ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie nakielskim (przy założeniu, że areal GO = 60 334 ha)	20 513 560 m³	5 128 390 m³

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

Tab. 5.6.3. Wzrost porowatości ogólnej powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb; *źródło: wg badań Trybały; cyt. za Chelmiński 2001.*

- Wzrost porowatości ogólnej z 36 do 48 % powoduje wzrost pojemności kapilarnej gleb o 4 %.
- Zatem, nawet niewielki wzrost kapilarności może przyczynić się do zwiększenia ilości wody kapilarnej, niekiedy o **kilka m³ · ha⁻¹**.

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

- Dla podniesienia pojemności wodnej wierzchniej warstwy gleby o wartość średniej dziennej ewapotranspiracji z okresu lata (np. 3,4 mm), na każdy 1 m² gleby trzeba zastosować 1 kg bentonitu (czyli 10 ton na 1 ha)*.
- Zatem, dawka 30 t·ha⁻¹ może podnieść pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m³/ha).
- **Dodatkowa ilość wody w gruntach ornych (GO) w powiecie nakielskim (przy założeniu, że areal GO = 60 334 ha i stosujemy dawkę 30 t·ha⁻¹) może wynieść 6 033 400 m³.**

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

Podsumowanie i rekomendacje praktyczne w odniesieniu do lokalnych warunków powiatu nakielskiego

Powiat nakielski znajduje się w strefie, gdzie roczna suma opadów atmosferycznych wynosi średnio 533 mm (321 mm przypada na półrocze letnie, IV-IX). Region ten, typowy dla zachodniej i centralnej Polski, charakteryzuje się występowaniem ujemnych KBW, co sygnalizuje niedobory wody opadowej.

W okresie referencyjnym KBW dla powiatu nakielskiego wyniósł średnio -177 mm. Prognozy wskazują, że deficyt utrzyma się na wysokim poziomie, osiągając w dekadzie 2091–2100 wartości od -175 mm (RCP 4.5) do -196 mm (RCP 8.5).

Wskazuje to na umiarkowaną (z tendencją do dużej) potencjalną potrzebę rozwoju melioracji nawadniających.

Uwarunkowania siedliskowe - powiat ma charakter rolniczo-leśny, a główne użytkowanie gruntów to użytki rolne (UR): 67,6% powierzchni (75 417 ha), z czego grunty orne (GO) to około 60 334 ha (blisko 80% UR), grunty leśne i zadrzewione: zajmują 23,5% powierzchni (26 358 ha).

Kluczowe priorytety działania:

1. Maksymalizacja retencji glebowej: zwiększanie zawartości materii organicznej i poprawa struktury gleby, co ma fundamentalne znaczenie dla retencji wody w glebach lekkich.
2. Ograniczenie strat wody: minimalizacja bezproduktywnego parowania (ewaporacji) poprzez uprawę konserwującą i zadrzewienia.
3. Wykorzystanie dużego areału leśnego: wzmacnianie retencji biernej i technicznej w lasach (23,5% powierzchni).

Działania na rzecz zwiększenia retencji rolniczej (agromelioracja)

A. Zwiększanie zawartości glebowej materii organicznej (próchnicy)

Próchnica jest kluczowa dla żyzności i zdolności gleby do zatrzymywania wody. Wzrost jej zawartości w glebie o 1% zatrzymuje dodatkowo od 90 do 150 ton wody na hektar.

Metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Płodozmian wzbogacający	Wprowadzanie do zmianowania roślin o dodatnim współczynniku reprodukcji materii organicznej (np. rośliny bobowate, wieloletnie pastewne). Stosowanie nawożenia organicznego (obornik, komposty).	Zwiększenie retencji GO (areal GO 60 334 ha) o 1% w warstwie 0-25 cm daje 5 128 390 m ³ dodatkowej retencji.
Mulczowanie i międzyplony	Utrzymywanie gleby pod okrywą roślinną lub resztkami poźniwnymi (mulczem), co ogranicza parowanie wody (ewaporację).	Mulcz chroni glebę przed erozją wodną i wietrzną, poprawia strukturę i zwiększa infiltrację.

B. Konserwująca uprawa roli i agromelioracje

Wysoki udział gruntów ornych wymaga precyzyjnego zarządzania uprawą, zgodnie z zasadą „zabiegów uprawowych stosuje się tak dużo, jak to jest konieczne, a jednocześnie tak mało, jak to jest możliwe”.

Metoda działania	Opis	Korzyści ilościowe i potencjał
Uprawa konserwująca	System minimalizujący uprawę (bezorkowy, pasowy), zastępujący pług narzędziami nieodwracającymi roli. Utrzymywanie mulczu na powierzchni pola.	Ogranicza straty wody przez parowanie i spływ powierzchniowy, poprawia zdolność infiltracyjną gleby. Wilgotność gleby w uprawie konserwującej jest wyższa niż w uprawie płużnej.
Głęboszowanie (agromelioracja)	Mechaniczne spulchnienie zagęszczonej warstwy podornej (podeszwy płużnej), które ogranicza infiltrację wody i rozwój korzeni.	Zwiększa retencję użyteczną o 30–50 mm (300–500 m ³ ha ⁻¹). Potencjał dla GO powiatu (60 334 ha) wynosi od 18 100 200 m ³ (średnia) do 30 167 000 m ³ (wysoka możliwość).
Dodatki mineralne	Aplikacja bentonitu (skała ilasta o wyjątkowo wysokiej pojemności wodnej) lub bazaltów (zawierających krzem zwiększający odporność roślin na suszę).	Dawka 30 t·ha ⁻¹ bentonitu podnosi pojemność wodną gleby o ok. 10 mm (100 m ³ /ha). Potencjał dla GO powiatu to 6 033 400 m ³ . Należy wymieszać bentonit z warstwą 20–30 cm gleby, aby uniknąć utworzenia nieprzepuszczalnej warstwy.

C. Dobór roślin

- preferowanie ozimin (np. pszenica, rzepak): lepiej wykorzystują zapasy wody zgromadzone w okresie jesienno-zimowym. Można stosować też zboża przewódkowe wysiewane późną jesienią (np. pszenica jara: Arabella, Mandaryna; żyto jare: Bojko).
- Rośliny C4: Należy zwiększać areale upraw roślin lepiej przystosowanych do niedoborów wody i wysokich temperatur (np. proso, sorgo), które zużywają tylko 200–400 l wody na 1 kg suchej masy, w porównaniu do pszenicy (500–600 l).
- Nawożenie optymalne: optymalne zaopatrzenie w składniki odżywcze (zwłaszcza fosfor i potas) umożliwi mniejsze zużycie wody na jednostkę suchej masy.

Działania na rzecz retencji leśnej i krajobrazowej

Grunty leśne i zadrzewione zajmują 23,5% powierzchni powiatu nakielskiego. Lasy te mają dużą zdolność do retencjonowania wody, zwiększając infiltrację wód opadowych i przyczyniając się do przeniesienia odpływu powierzchniowego w kierunku podziemnego.

Działanie	Opis	Korzyści ilościowe i środowiskowe	Miejsca potencjalnej lokalizacji
Mała retencja techniczna	Budowa budowli piętrzących na ciekach (zastawki, progi, stopnie) w celu kontrolowanego zatrzymywania wody w rowach melioracyjnych.	Podniesienie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych. Potencjał zwiększenia zasobów wód gruntowych w skali kraju o około 1 mld m ³ przy podniesieniu poziomu o 10 cm na TUZ.	Rowy melioracyjne i ciek wodne (w lasach i na obszarach rolnych).
Ochrona mokradel/torfowisk	Renaturyzacja cieków, zatykanie drenów, utrzymanie wysokiego poziomu wód gruntowych.	Sekwestracja węgla (CO ₂): Zatrzymanie murszenia torfu, co ogranicza emisję CO ₂ . Torfowiska magazynują ok. 35 miliardów m ³ wody w skali kraju.	Na obszarach leśnych i podmokłych.
Zadrzewienia i pasy wiatrochronne	Tworzenie pasów wiatrochronnych i żywopłotów (z wykle prostopadłe do dominujących wiatrów).	Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola poprzez ograniczenie prędkości wiatru. Łagodzenie ekstremalnych warunków klimatycznych.	Na obrzeżach dużych pól uprawnych (67,6% pow. powiatu).
Retencja leśna bierna	Ochrona ściółki leśnej i utrzymanie spulchnionej struktury gleby leśnej.	Ściółka leśna może przyjąć maksymalnie prawie 12 mm wody. Gleby leśne (1m) magazynują 2300 m ³ ha ⁻¹ .	Na całym obszarze leśnym (23,5% pow.).

Dla powiatu nakielskiego, charakteryzującego się silnie ujemnym KBW (-177 mm), wysokim udziałem gruntów ornych (około 60 334 ha) i znacznym arealem leśnym (23,5%), kluczowe jest kompleksowe podejście do retencji, ze szczególnym uwzględnieniem agromelioracji i ochrony przed parowaniem.

Działania o największym znaczeniu dla powiatu:

1. Agromelioracje (głęboszowanie): ma największy potencjał ilościowy do zwiększenia retencji użytecznej. Potencjał retencji: 18,1 mln m³ – 30,17 mln m³ wody w gruntach ornych. Jest to kluczowe w celu poprawy infiltracji wody i likwidacji ewentualnej podeszwy płuznej.
2. Gospodarka materią organiczną (GO) i uprawa konserwująca: wzrost zawartości próchnicy jest fundamentem retencji na glebach lekkich. Potencjał retencji z 1%

wzrostu zawartości substancji organicznej: 5,13 mln m³. Uprawa konserwująca (mulczowanie) jest niezbędna do minimalizacji ewaporacji.

3. Retencja krajobrazowa i leśna: ze względu na dużą lesistość i duży areał GO, niezbędne jest inwestowanie w małą retencję techniczną (zastawki) oraz pasy wiatrochronne w krajobrazie rolniczym, aby spowolnić odpływ wody i zredukować parowanie.

Ograniczenia: zabiegi agrotechniczne jedynie częściowo łagodzą skutki suszy w warunkach mniejszego niedoboru wody. W przypadku drastycznego deficytu jedynym w pełni skutecznym sposobem jest wprowadzenie nowoczesnych systemów nawodnieniowych. Bariery w stosowaniu uprawy konserwującej to często wysokie koszty początkowe zakupu maszyn oraz brak wiedzy lub przekonania wśród rolników.

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

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

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

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

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

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

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

II. Koszty operacyjne / wydatki inwestycyjne (ang. Operating Expenses, OPEX) – wydatki ponoszone na bieżące funkcjonowanie i utrzymanie firmy, takie jak

wynagrodzenia, czynsze, media (prąd, internet), marketing czy materiały eksploatacyjne, które są księgowane w rachunku zysków i strat w okresie ich poniesienia i nie wpływają na wartość długoterminowych aktywów.

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

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

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

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

gdzie:

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

- B_t – korzyści przedsięwzięcia w okresie t ;
- C_t – koszty przedsięwzięcia w okresie t ;
- r – stopa dyskontowa.

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

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

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

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

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

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

1. Inwestycje z kategorii melioracji szczegółowych:

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

2. Inwestycje związane z budową lub remontem budowli piętrzących:

- W przypadku budowy (remontu) piętrzenia na ciekach efekt społeczny wynika z wyeliminowania kosztów związanych z koniecznością retencjonowania takiej samej ilości wody w dużych zbiornikach, których budowa i eksploatacja jest droższa. Jednostkowa wartość korzyści z tego tytułu w bieżącym poziomie cen wynosi 3,99 zł na każdy m³ zretencjonowanej wody (Kowalewski 2003).
- W przypadku budowy (remontu) piętrzenia na istniejących zbiornikach wodnych (jeziora, stawy itp.) wartość korzyści społecznych wynika z ograniczenia strat w produkcji roślinnej wywołanych suszą. Przyjęto za Łabędzkiem (2006)

częstotliwość występowania susz na poziomie 22% oraz wartość strat w produkcji roślinnej równą 25% dla ziemniaków i 27% w przypadku trwałych użytków zielonych.

- Średnia ilość wody zmagazynowanej dzięki piętrzeniu na ciekach wynosi 10,88 tys. m³, zaś na zbiornikach – 317,3 tys. m³ (GUS 2025).
- Struktura zasiewu, wielkość plonów oraz ceny skupu plonów potrzebne do określenia wartości ograniczonych strat spowodowanych suszami określono w ten sam sposób, jak w przypadku melioracji szczegółowych.

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

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

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

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

Inwestycja I

Koncepcja hydrologiczna zwiększenia retencji poprzez podpiętrzenie wód w rowie leśnym w oddziale 221 Leśnictwa Drzewianowo

Wprowadzenie i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji hydrologiczno-technicznej zwiększenia retencji wodnej w kompleksie leśnym oddział 221 Leśnictwa Drzewianowo, poprzez budowę urządzenia piętrzącego (zastawki lub przepustu z piętrzeniem) na istniejącym rowie melioracyjnym.

Projekt ma charakter adaptacyjny i retencyjny, wpisując się w założenia polityki „Małej Retencji Nizinnej” oraz w Plan Gospodarowania Zasobami Wodnymi Nadleśnictwa Runowo.

Zasadniczym celem jest:

- zwiększenie zdolności retencyjnych terenów leśnych poprzez spowolnienie odpływu,
- ustabilizowanie poziomu wód gruntowych na siedliskach wilgotnych i lasów łągowych,
- zwiększenie odporności kompleksu leśnego na suszę i ekstremalne zjawiska pogodowe,
- ochrona trwałości siedlisk leśnych i retencji glebowej.

Zakres proponowanych działań:

1. Oczyszczenie i udrożnienie odcinka rowu leśnego na długości ok. 30-40 m (usunięcie zatoru ziemnego i zalegających liści).
2. Budowa zastawki lub przepustu piętrzącego z regulacją odpływu na granicy działek 3221/1 i 136/2:
 - korpus betonowy lub stalowy z zamknięciem szandorowym,
 - szerokość hydrauliczna 0,5-0,8 m,
 - wysokość piętrzenia do 0,6 m.
3. Uformowanie lokalnego proggu ziemnego po stronie leśnej, umożliwiającego czasowe spiętrzenie wody na powierzchni 4-5 ha.
4. Renaturyzacja koryta rowu i strefy przybrzeżnej poprzez przywrócenie naturalnych form hydromorfologicznych oraz zastosowanie zabezpieczenia wlotu

kratą ochronną o charakterze biopermeabilnym, zapewniającą ciągłość przepływu i migracji organizmów wodnych.

- Wykonanie pomiaru kontrolnego po piętrzeniu (monitoring rzędnych zwierciadła i zasięgu oddziaływania).

Tab. 6.3.1. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. podpiętrzenia wód w rowie leśnym

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1.	Oczyszczenie i udroźnienie odcinka rowu leśnego na długości ok. 30–40 m (usunięcie zatoru ziemnego i zalegających liści).	5 000
2.	Budowa zastawki lub przepustu piętrzącego z regulacją odpływu na granicy działek 3221/1 i 136/2: - korpus betonowy lub stalowy z zamknięciem szandorowym, - szerokość hydrauliczna 0,5–0,8 m, - wysokość piętrzenia do 0,6 m.	30 000
3.	Uformowanie lokalnego proggu ziemnego po stronie leśnej, umożliwiającego czasowe spiętrzenie wody na powierzchni 4–5 ha	20 000
4.	Rekultywacja rowu i poboczy, zabezpieczenie wlotu kratą ochronną.	50 000
5.	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	15 000
Suma		120 000*

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

Analiza inwestycji I: Zwiększenie retencji w rowie leśnym – Drzewianowo

Założenia:

Moment przeprowadzenia analizy: grudzień 2025 r.

Horyzont czasowy: 30 lat

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

1. Koszty (CAPEX i OPEX) – C_t

Inwestycja dotyczy zwiększenia retencji w kompleksie leśnym poprzez budowę zastawki lub przepustu piętrzącego na istniejącym rowie melioracyjnym.

Tab. 6.3.3. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	105 000	Suma pozycji 1-4. Głównie: budowa zastawki/przepustu (30 000 PLN), rekultywacja rowu (50 000 PLN).
OPEX	15 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 5).

2. Roczne korzyści B_t

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

Tab. 6.3.4. Rodzaje korzyści B_t

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

3. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{105\,000 \text{ PLN}}{26\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 4,04 \text{ roku}$$

Inwestycja oferuje szybki zwrot kapitału – ok. 4 lat.

4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.5. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	326 600 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	280 400 PLN	NPV > 0; Projekt jest efektywny ekonomicznie.
B/C Ratio	1,86	B/C > 1; Korzyści przewyższają koszty.
IRR	26,6%	IRR > 5,26% SDR; Inwestycja jest wysoce rentowna.

Inwestycja II

Odtworzenie pierwotnego poziomu wody naturalnego obniżenia terenu w m. Sędzinek

Wprowadzenie i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie ekspertyzy i koncepcji hydrologiczno-technicznej dotyczącej odbudowy i modernizacji systemu 49 zastawek piętrzących na rowach melioracyjnych w obrębie wsi Samostrzel, w celu zwiększenia zdolności retencyjnych gleb torfowych i utrzymania wysokiego poziomu wody gruntowej.

Projekt ma charakter adaptacyjno-retencyjny, a jego realizacja umożliwi:

- zatrzymanie wody po roztopach i intensywnych opadach w systemie rowów,
- zwiększenie wilgotności gleb trwałych użytków zielonych,
- poprawę produktywności i stabilności rolniczego użytkowania terenu.

Projektowana koncepcja zakłada:

- remont istniejących zastawek betonowych poprzez wymianę elementów metalowych (zasuw i prowadnic), co najmniej 42 szt. do remontu,
- budowę 7 nowych zastawek w miejscach brakujących przegrodzeń,
- czyszczenie i konserwację odcinków rowów w strefach piętrzenia,
- łącznie 49 obiektów piętrzących zlokalizowanych na systemie rowów odwadniających trwałe użytki zielone.

Tab. 6.3.6. Koszty proponowanych działań inwestycyjnych dot. odtworzenia pierwotnego poziomu wody naturalnego obniżenia terenu w m. Sędzinek

Lp.	Zakres proponowanych działań inwestycyjnych i utrzymaniowych	Szacunkowy koszt (zł)
1	Remont istniejących zastawek betonowych poprzez wymianę elementów metalowych (zasuw i prowadnic) - co najmniej 42 szt. do remontu	430 500
2	Budowa 7 nowych zastawek w miejscach brakujących przegródzeń	161 000
3	Czyszczenie i konserwację odcinków rowów w strefach piętrzenia	13 000
4	Zabezpieczenie brzegów: darniowanie i nasadzenia roślinności szuwarowej	25 000
5	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń	20 000
Suma		650 500*

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

Analiza inwestycji II - Odbudowa systemu zastawek – Samostrzel

Inwestycja dotyczy modernizacji i odbudowy systemu 49 zastawek piętrzących na rowach melioracyjnych w celu zwiększenia retencji gleb torfowych.

1. Koszty (CAPEX i OPEX)

Tab. 6.3.7. Koszty CAPEX i OPEX

Pozycja	Wartość (PLN)	Szczegóły
CAPEX	629 500	Suma pozycji 1-4. Dominują: remont istniejących zastawek (430 500 PLN) i budowa nowych (161 000 PLN).
OPEX	20 000 / rok	Prace utrzymaniowe i konserwacja istniejących urządzeń (poz. 6).

Roczne korzyści Bt

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

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

Rodzaj korzyści	Obliczenie i założenie	Wartość (PLN/rok)
Rolnicze (przyrost plonów)	30 ha* 4 000 PLN/ha*5%	6 000
Uniknięte straty powodziowe	Normalizacja (200 000 PLN / 10 lat)	20 000
Usługi ekosystemowe	Poprawa jakości wody, bioróżnorodność, krajobraz	15 000
Suma		41 00

2. Czas zwrotu inwestycji (Payback Period)

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

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

$$\text{Prosty okres zwrotu} = \frac{629\,500 \text{ PLN}}{21\,000 \text{ PLN/rok}} \approx 29,98 \text{ roku}$$

Czas zwrotu równy horyzontowi analizy, co zwiększa ryzyko.

2. Wskaźniki efektywności ekonomicznej (CBA)

Tab. 6.3.9. Wartości wskaźników efektywności ekonomicznej CBA

Wskaźnik	Wartość (SDR): $r = 5,26\%$	Komentarz
PV kosztów	926 300 PLN	Bieżąca wartość $B_t = \text{CAPEX} + \sum_{t=1}^{30} \frac{\text{OPEX}}{(1+0,0526)^t}$
PV korzyści	607 000 PLN	Bieżąca wartość $C_t = \sum_{t=1}^{30} \frac{B_t}{(1+0,0526)^t}$
NPV	-319 300 PLN	NPV < 0 Projekt nie jest efektywny ekonomicznie przy obecnej monetaryzacji.
B/C Ratio	0,65	B/C < 1 Korzyści pokrywają tylko 65% zdyskontowanych kosztów.
IRR	1,7%	IRR < 5,26% SDR Inwestycja nie jest efektywna ekonomicznie.

Wnioski i rekomendacje

Inwestycja I w Drzewianowie jest wysoce efektywna ekonomicznie. Niski CAPEX w połączeniu z generowanymi korzyściami społecznymi czyni ją optymalnym projektem pod kątem alokacji środków, zwłaszcza w zakresie małej retencji nizinnej. Inwestycja II (Samostrzel) nie jest efektywna ekonomicznie, powodem jest bardzo wysoki CAPEX na remont i budowę aż 49 zastawek, który w obecnej formie kosztorysu znacząco przewyższa zdyskontowaną wartość korzyści. Rekomenduje się priorytetową realizację inwestycji I (Drzewianowo). Realizacja inwestycji II powinna zostać wstrzymana do czasu radykalnej rewizji kosztorysu. Inwestycja II może stać się opłacalna jedynie przy znacznym dofinansowaniu zewnętrznym (np. pokrywającym CAPEX) lub udowodnieniu znacznie większego obszaru oddziaływania niż przyjęte 30 ha.

Tab. 6.3.10. Ocena opłacalności ekonomicznej – zestawienie dwóch inwestycji

Wskaźnik	Inwestycja I (Drzewianowo)	Inwestycja II (Samostrzel)	Komentarz
CAPEX (PLN)	105 000 PLN	629 500 PLN	Inwestycja I jest ponad sześciokrotnie tańsza inwestycyjnie.
NPV (SDR): $r = 5,26\%$	280 400 PLN	-319 300 PLN	I jest wysoce efektywna; II jest nieefektywna.
B/C Ratio	1,86	0,65	I jest wysoce efektywna; II jest nieopłacalna.
IRR	26,6%	1,7%	I jest wysoce rentowna; IRR w II jest bardzo niskie.

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

- renowację rowów i urządzeń melioracyjnych,
- odtworzenie i zmodernizowanie zbiorników wodnych,
- odbudowa zastawek i zbiorników wodnych,
- budowa zbiorników retencyjnych,
- zakupy i remonty sprzętu i wyposażenia (koparki, wykaszarki).

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

Trzeba zaznaczyć, iż przeprowadzone analizy ekonomiczne bazują na wstępnych założeniach prac inwestycyjnych i kosztach. W kolejnym kroku rekomenduje się przeprowadzenie tych samych analiz ekonomicznych bazujących na kosztach inwestycyjnych określonych na podstawie projektu technicznego inwestycji.

Aktualnie przedstawiona analiza ekonomiczna dwóch inwestycji w powiecie nakielskim powinna stanowić pomoc w podjęciu decyzji o ich wykonaniu.

6.4. Wytypowanie wariantu rekomendowanego do dalszego wdrożenia.

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

6.4.1. Koncepcja hydrologiczna zwiększenia retencji poprzez podpiętrzenie wód w rowie leśnym w oddziale 221 Leśnictwa Drzewianowo

6.4.1.1. Wprowadzenie i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji hydrologiczno-technicznej zwiększenia retencji wodnej w kompleksie leśnym oddział 221 Leśnictwa Drzewianowo, poprzez budowę urządzenia piętrzącego (zastawki lub przepustu z piętrzeniem) na istniejącym rowie melioracyjnym. Projekt ma charakter adaptacyjny i retencyjny, wpisując się w założenia polityki „Małej Retencji Nizinnej” oraz w Plan Gospodarowania Zasobami Wodnymi Nadleśnictwa Runowo.

Zasadniczym celem jest:

- zwiększenie zdolności retencyjnych terenów leśnych poprzez spowolnienie odpływu,
- ustabilizowanie poziomu wód gruntowych na siedliskach wilgotnych i lasów łągowych,
- zwiększenie odporności kompleksu leśnego na suszę i ekstremalne zjawiska pogodowe,
- ochrona trwałości siedlisk leśnych i retencji glebowej.

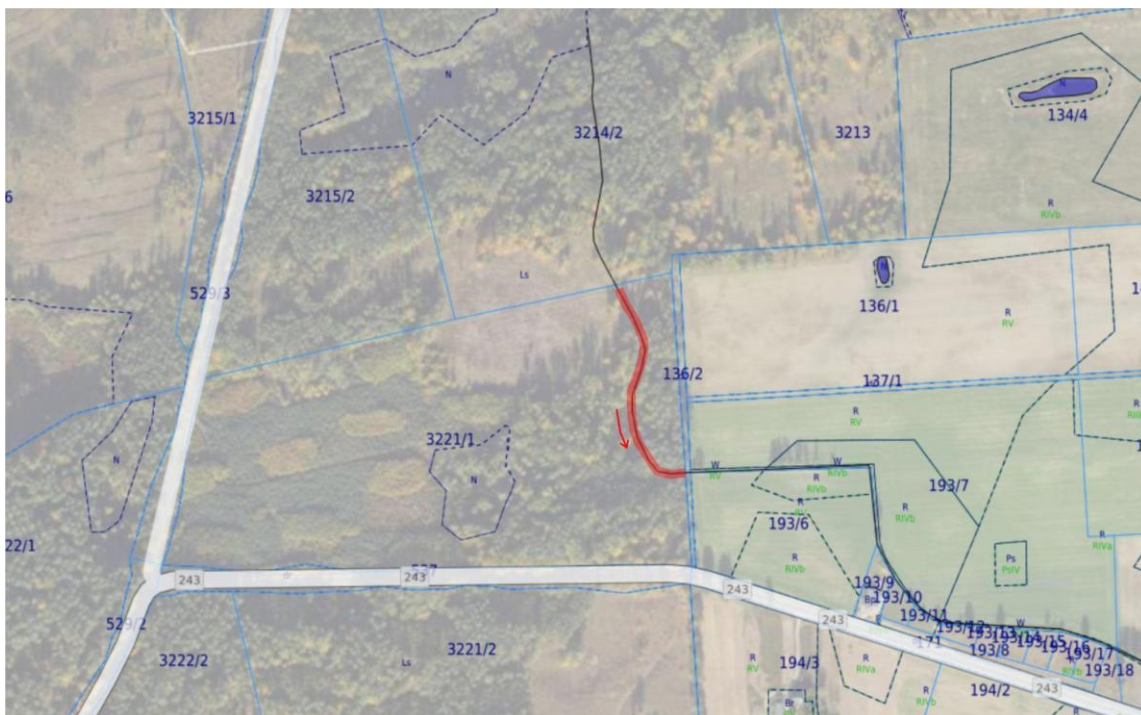
6.4.1.2. Lokalizacja inwestycji

Przedsięwzięcie zlokalizowane jest na działce ewidencyjnej nr 3221/1, obręb Wiele, w granicach kompleksu leśnego Nadleśnictwa Runowo (RDLP Toruń), w oddziale 221 Leśnictwa Drzewianowo.

Urządzenie piętrzące planuje się zlokalizować na granicy gruntów leśnych (dz. 3221/1) i rolnych (dz. 136/2), w miejscu istniejącego przepustu pod drogą gruntową.

Współrzędne (WGS84):

- 53°15'51.0815" N, 17°39'14.4037" E – wlot od strony pola,
- 53°15'51.5013" N, 17°39'14.1708" E – wylot w kierunku lasu.



Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja rowu na dz. nr 3221/1, obręb Wiele.

6.4.1.3. Charakterystyka hydrologiczna zlewni

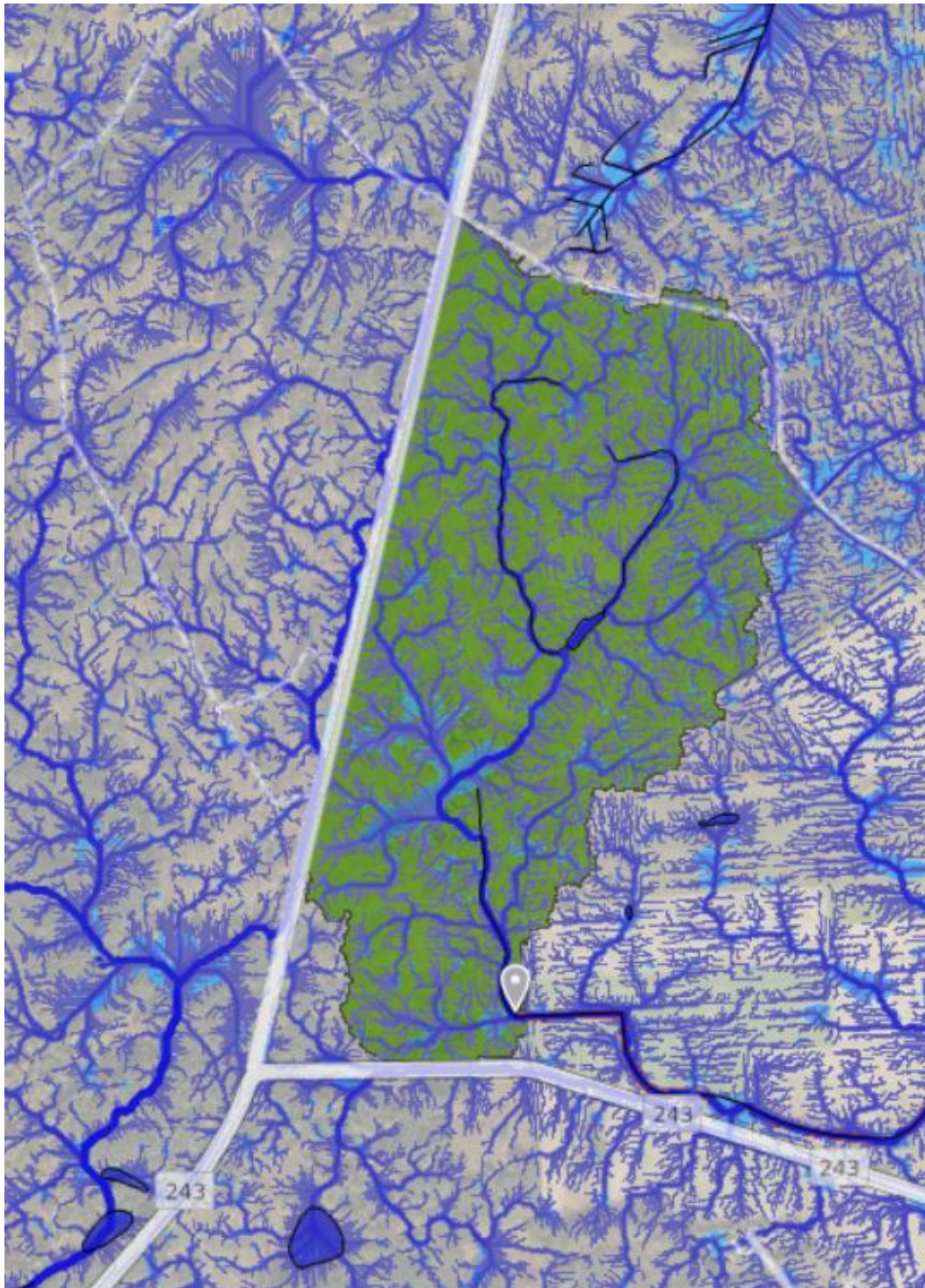
Rów melioracyjny o długości 1733 m drenuje zlewnię o powierzchni 0,86 km² (86 ha). Spadek podłużny rowu wynosi ok. 9‰ (9 m/km), co oznacza korzystne warunki do lokalnego piętrzenia wody i tworzenia mikroretencji.

Na analizowanym odcinku, w obrębie działki 3221/1, wydzielono subzlewnię o powierzchni 4,93 ha, której stosunki wodne mogą zostać poprawione dzięki planowanemu przedsięwzięciu.

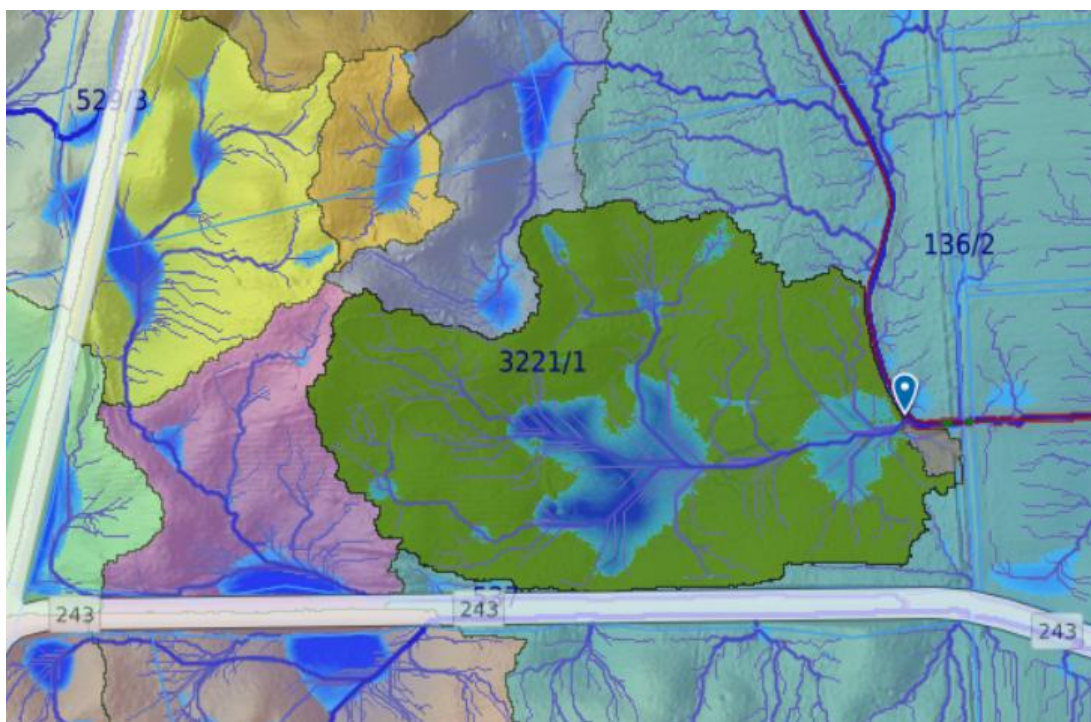
Rzędne wysokościowe przedmiotowego rowu:

- dno przepustu od strony pola: 106,711 m n.p.m.,
- dno przepustu od strony lasu: 106,770 m n.p.m.,
- dno rowu w miejscu zatoru ziemnego: 107,445 m n.p.m.,
- średnia rzędna dna rowu w lesie: 107,177 m n.p.m.

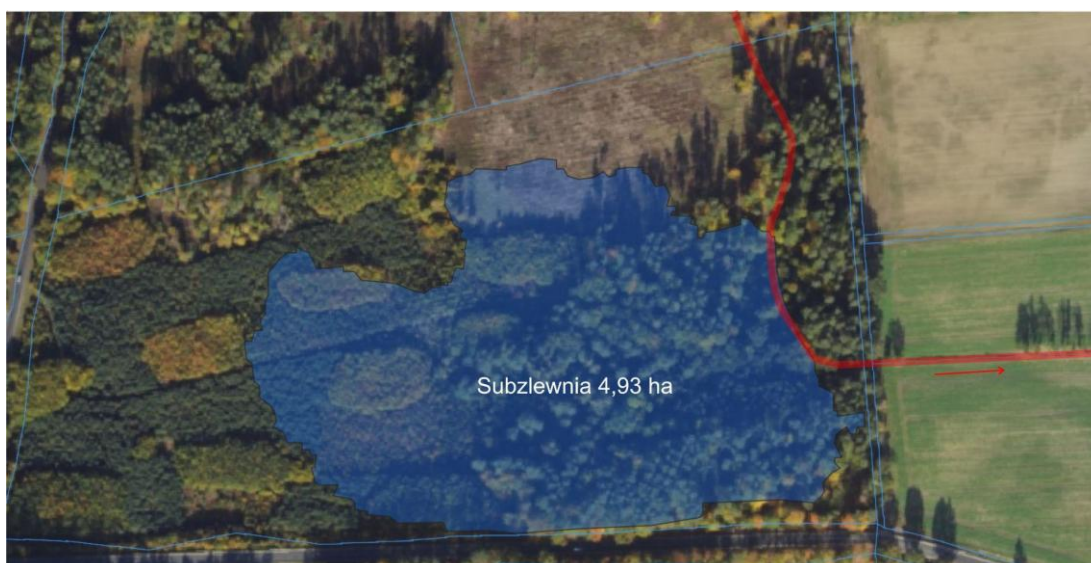
Obecny stan rowu wskazuje na ograniczoną drożność – rów jest częściowo zamulony, zablokowany ziemią i pokryty warstwą liści i gałęzi, co ogranicza przepływ i powoduje stagnację wody po stronie leśnej.



Ryc. 6.4.1.2. Zlewnia rowu do profilu przepustu pod droga gruntową na działce 136/2.



Ryc. 6.4.1.3. Subzlewnia o powierzchni 4,93 ha w obrębie działki 3221/1.



Ryc. 6.4.1.4. Subzlewnia o powierzchni 4,93 ha w obrębie działki 3221/1.

6.4.1.4. Stan istniejący

Rowy melioracyjne w obrębie kompleksu leśnego pełnią funkcję odwadniającą, co w obecnych warunkach klimatycznych prowadzi do nadmiernego odwodnienia gleb torfowych i murszowych.

Obserwuje się:

- znaczny deficyt wodny w okresach wiosennych i letnich,
- zamieranie części runa i drzewostanów wilgociolubnych,
- brak retencji powierzchniowej, mimo korzystnej mikro-rzeźby terenu.

W efekcie zlewnia utraciła zdolność długotrwałego magazynowania wód opadowych, a odpływ następuje zbyt szybko w kierunku terenów rolnych.



Fot. 6.4.1.1. Przepust o średnicy 50 cm od strony pola oraz widok na rów biegnący przez tereny uprawne.



Fot. 6.4.1.2. Przepust o średnicy 50 cm od strony lasu oraz widok na rów po stronie lasu.



Fot. 6.4.1.3. Rów na terenie leśnym, wypełniony liśćmi i częściowo gałęziami.

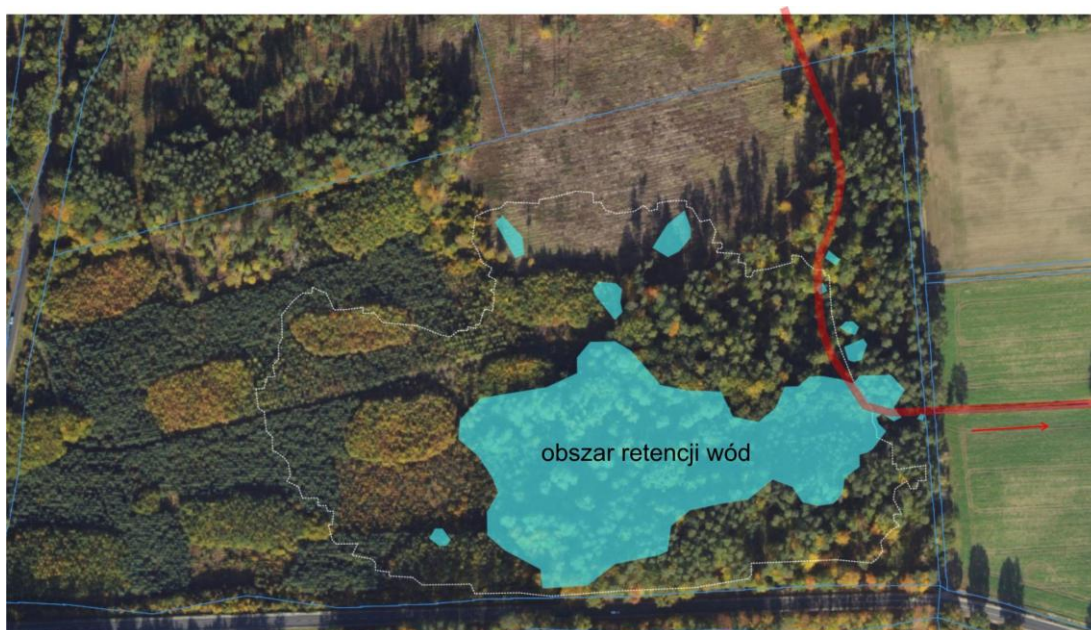
6.4.1.5. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

Zakres planowanych działań

1. Oczyszczenie i udroźnienie odcinka rowu leśnego na długości ok. 30-40 m (usunięcie zatoru ziemnego i zalegających liści, pogłębienie rowu, nadanie spadku dna).
2. Budowa zastawki lub przepustu piętrzącego z regulacją odpływu na granicy działek 3221/1 i 136/2:
 - korpus betonowy lub stalowy z zamknięciem szandorowym,
 - szerokość hydrauliczna 0,5-0,8 m,
 - wysokość piętrzenia do 0,6 m.
3. Uformowanie lokalnego progę ziemnego po stronie leśnej, umożliwiającego czasowe spiętrzenie wody na powierzchni 4-5 ha.
4. Renaturyzacja koryta rowu i strefy przybrzeżnej poprzez przywrócenie naturalnych form hydromorfologicznych oraz zastosowanie zabezpieczenia wlotu kratą ochronną o charakterze biopermeabilnym, zapewniającą ciągłość przepływu i migracji organizmów wodnych.
5. Wykonanie pomiaru kontrolnego po piętrzeniu (monitoring rzędnych zwierciadła i zasięgu oddziaływania).

Tab. 6.4.1.1. Parametry hydrologiczne i retencyjne rowu

Parametr	Jednostka	Wartość
Długość rowu	m	1733
Spadek podłużny	‰	9
Powierzchnia zlewni	km ²	0,86
Powierzchnia subzlewni (las)	ha	4,93
Wysokość piętrzenia (projektowana)	m	0,5-0,6
Szacowana retencja terenowa po piętrzeniu	m ³	od 4000 do 6000
Długość cofki piętrzenia	m	150-200
Typ urządzenia	–	zastawka lub przepust z piętrzeniem



Ryc. 6.4.1.5. Obszar najkorzystniejszego oddziaływania na retencję w gruncie (pow. 1,66 ha) w przypadku realizacji koncepcji.

6.4.1.6. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne:

- Zwiększenie retencji powierzchniowej i glebowej o wartości od 4 do 6 tys. m³,
- Zahamowanie odpływu z terenów leśnych,
- Trwałe podniesienie poziomu wód gruntowych o 20–40 cm w zasięgu 4,9 ha,
- Wydłużenie okresu wilgotności gleb torfowo-murszowych,
- Ograniczenie ryzyka degradacji siedlisk wilgotnych i olsowych.

Efekty środowiskowe:

- Poprawa warunków siedliskowych dla drzewostanów wilgotnych, łągowych i bagiennych poprzez stabilizację stosunków wodnych.
- Wzrost różnorodności biologicznej dzięki tworzeniu zróżnicowanych mikrohabitatów wodnych i przybrzeżnych.
- Zwiększenie odporności ekosystemów leśnych na deficyty wodne i okresy suszy poprzez podniesienie retencji glebowej i mikroklimatu.
- Zwiększona akumulacja biogenów oraz poprawa jakości wód odpływających dzięki naturalnym procesom filtracji i bioremediacji.
- Ograniczenie erozji i zamulania rowu poprzez stabilizację brzegów i redukcję prędkości przepływu.

6.4.1.7. Wnioski i rekomendacje

1. Realizacja przedsięwzięcia w oddziale 221 jest hydrologicznie uzasadniona i środowiskowo korzystna.
2. Należy wykonać zastawkę lub przepust z regulacją odpływu w miejscu istniejącego przepustu na granicy działek 3221/1 i 136/2, z zastosowaniem rozwiązań bliskich naturze (NBS), umożliwiających łagodną regulację przepływu przy minimalnej ingerencji w środowisko.
3. Wskazane jest oczyszczenie i udroźnienie rowu na odcinku min. 40 m powyżej i 20 m poniżej planowanego urządzenia, z zachowaniem naturalnych form hydromorfologicznych oraz biologicznej przepuszczalności cieku.
4. Po piętrzeniu należy przeprowadzić pomiar zasięgu cofki i retencji terenowej, a następnie włączyć obiekt do ewidencji retencji leśnej Nadleśnictwa Runowo.
5. 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.
6. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - KIP
 - zgłoszenia wodnoprawnego
7. Planowane działania wpisują się ramy finansowe przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE

Projekt piętrzenia w oddziale 221 Leśnictwa Drzewianowo jest niskokosztowym i skutecznym rozwiązaniem hydrotechnicznym, które:

- zwiększa retencję o ponad 4 tys. m³,
- poprawia wilgotność siedlisk leśnych,
- wspiera adaptację gospodarki leśnej do zmian klimatu.

Inwestycja ma charakter prośrodowiskowy, adaptacyjny i edukacyjny, wpisując się w strategiczne cele Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe.

6.4.2. Koncepcja hydrologiczna usprawnienia retencjonowania wody na trwałych użytkach zielonych we wsi Samostrzel

6.4.2.1. Wprowadzenie i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przygotowanie ekspertyzy i koncepcji hydrologiczno-technicznej dotyczącej odbudowy i modernizacji systemu 49 zastawek piętrzących na rowach melioracyjnych w obrębie wsi Samostrzel, w celu zwiększenia zdolności retencyjnych gleb torfowych i utrzymania wysokiego poziomu wody gruntowej.

Projekt ma charakter adaptacyjno-retencyjny, a jego realizacja umożliwi:

- zatrzymanie wody po roztopach i intensywnych opadach w systemie rowów,
- zwiększenie wilgotności gleb trwałych użytków zielonych,
- poprawę produktywności i stabilności rolniczego użytkowania terenu.

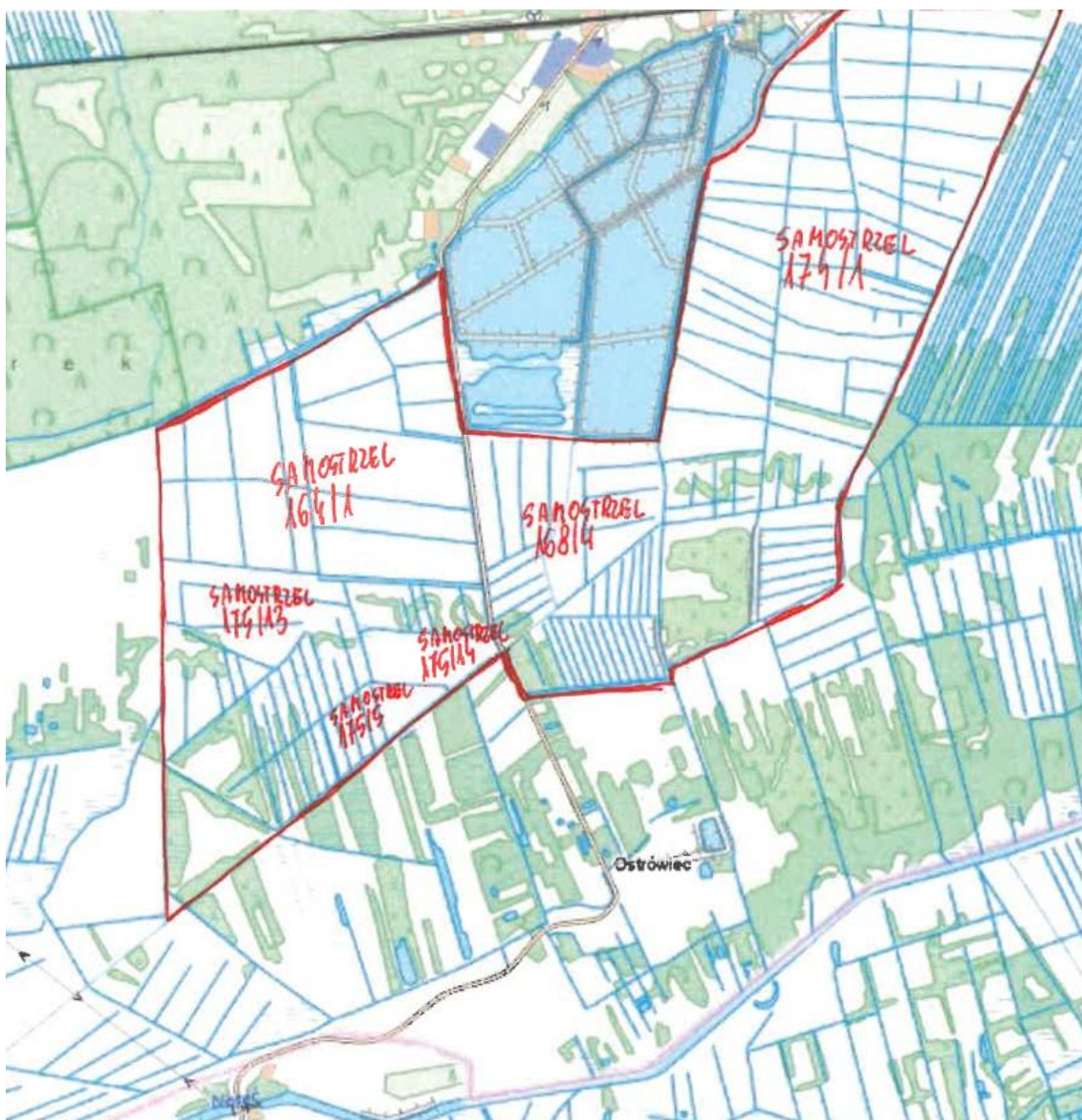
Inwestycja wpisuje się w działania przewidziane w Planie Strategicznym Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) oraz w krajowe programy adaptacji do zmian klimatu i zwiększania małej retencji.

6.4.2.2. Lokalizacja przedsięwzięcia

Obszar planowanego przedsięwzięcia położony jest we wsi Samostrzel, w gminie Sadki, i obejmuje system rowów melioracyjnych zlokalizowanych na działkach:

- 174/1 – właściciel Rolnicza Spółdzielnia Produkcyjna w Sadkach,
- 168/4 – właściciel Przedsiębiorstwo Rolno-Przemysłowe w Dębowie,
- 164/1 – właściciel Stadnina Koni Dobrzyniewo, gospodarstwo w Mrozowie,
- 175/13 i 175/14 – właściciel KOWR, Gospodarstwo Rolne Jacek Karmowski,
- 175/5 - właściciel Parafia Rzymskokatolicka w Sadkach.

Obszar obejmuje około 300 ha trwałych użytków zielonych, położonych w obrębie rozległej niecki torfowej z siecią rowów odprowadzających wody do rzeki Rokitki.

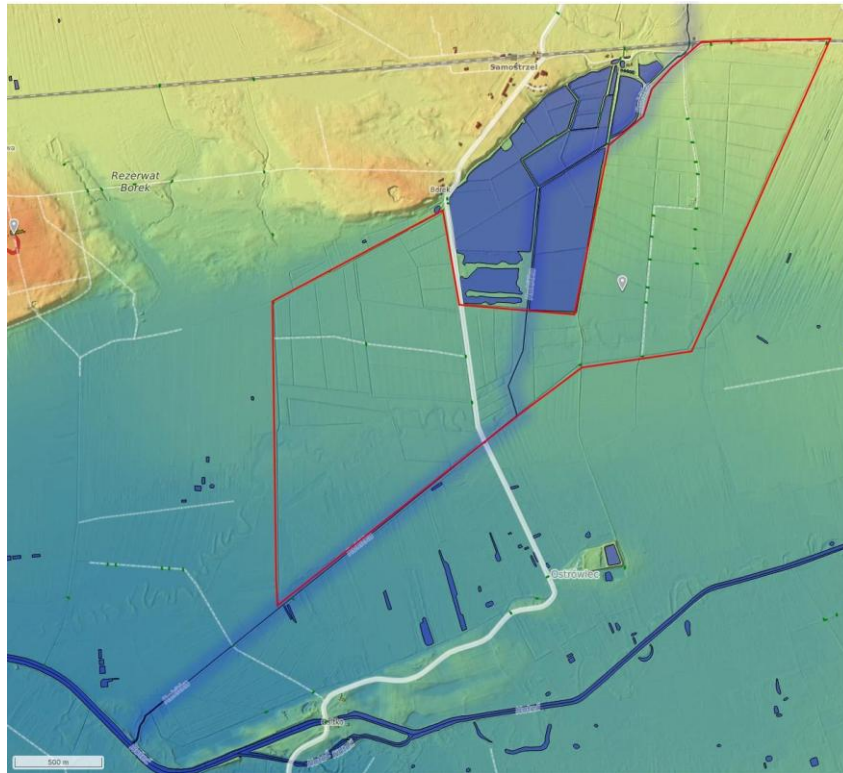


Ryc. 6.4.2.1. Obszar objęty działaniami na tle mapy topograficznej

6.4.2.3. Charakterystyka hydrologiczna i stan istniejący

Teren stanowi rozległy kompleks łąkowy, w którym system rowów melioracyjnych odgrywa kluczową rolę w regulacji stosunków wodnych. Rowy kierują odpływ wód w kierunku południowym – do rzeki Rokitki, a ich przekroje i spadki umożliwiają efektywne piętrzenie na odcinkach między zastawkami.

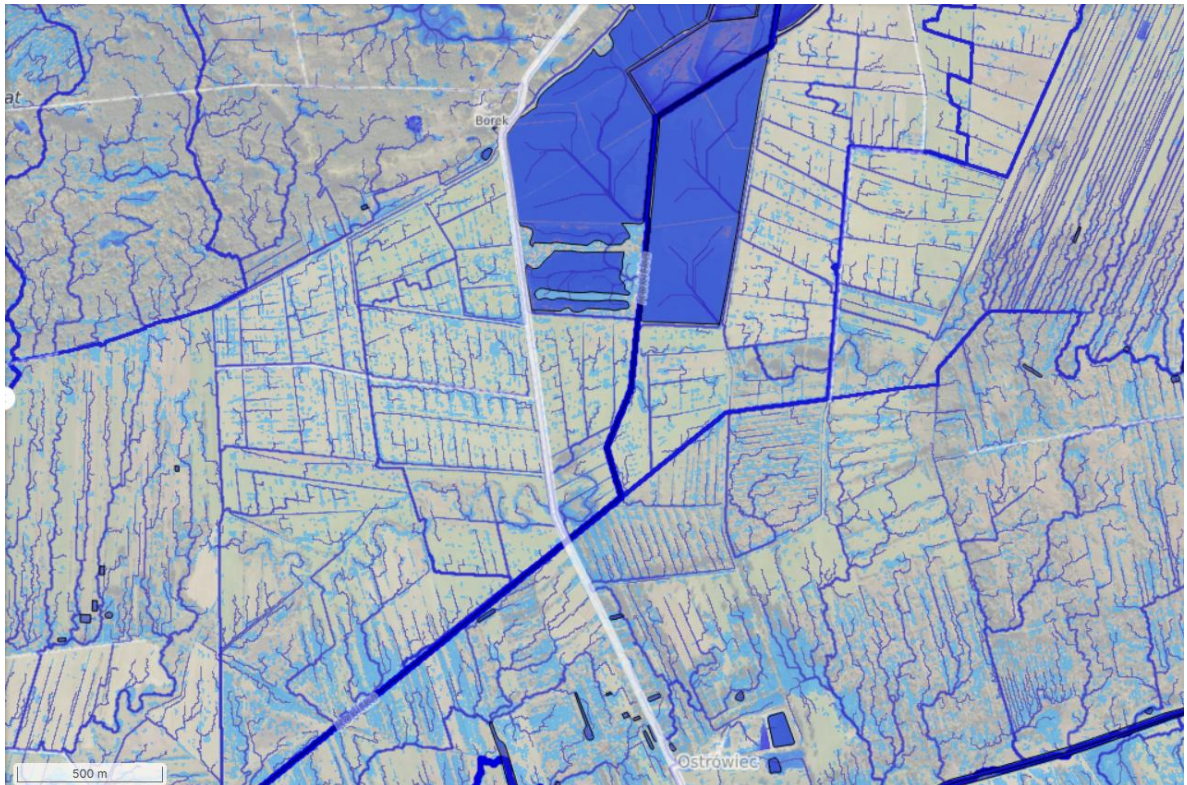
W ramach wizji terenowej (09.11.2025 r.) zidentyfikowano 5 zastawek betonowych, z których tylko jedna jest kompletna i funkcjonuje prawidłowo. Pozostałe są niekompletne, bez zasuw metalowych, lecz betonowe konstrukcje prowadnic pozostają w dobrym stanie technicznym i umożliwiają ich remont i ponowne wykorzystanie.



Ryc. 6.4.2.2. Obszar na tle numerycznego modelu terenu. Osią obszaru jest rzeka Rokitka.



Ryc. 6.4.2.3. Zlewnia powierzchniowa odwadniająca przedmiotowy obszar w kierunku rzeki Rokitki.



Ryc. 6.4.2.4. Sieć drenażu wód powierzchniowych. Rowy stanowią główne linie odwadniania terenu.

Tabela 6.4.2.1. Parametry wybranych zastawek na rowach melioracyjnych w Samostrzelu

Nr	Rzędna dna [m n.p.m.]	Współrzędne (WGS84)	Stan techniczny
1.	56,658	53°07'35.6268"N 17°27'12.7131"E	niekompletna
2.	56,019	53°07'31.9336"N 17°27'12.5486"E	niekompletna
3.	55,665	53°07'28.6199"N 17°27'12.3845"E	niekompletna
4.	52,024	53°06'51.8171"N 17°25'49.1069"E	niekompletna
5.	51,467	53°06'35.1240"N 17°25'53.7068"E	kompletna (piętrzy wodę)

Zastawka nr 5 jest nielicznym sprawnym urządzeniem na tym obszarze – w dniu pomiaru (09.11.2025) odnotowano:

- rzędna dna: 51,467 m n.p.m.,
- rzędna lustra wody: 51,839 m n.p.m.

Stan techniczny rowów:

- przekroje drożne, okresowo czyszczone,

- elementy betonowe zachowane w dobrym stanie,
- lokalne zamulenia i zarastanie roślinnością wodną,
- przepływy niewielkie, typowe dla rowów łąkowych (okresowy przepływ po opadach i roztopach).



Ryc. 6.4.2.5. Zastawki Z1, Z2, Z3 na działce 174/1 obręb Sadki.



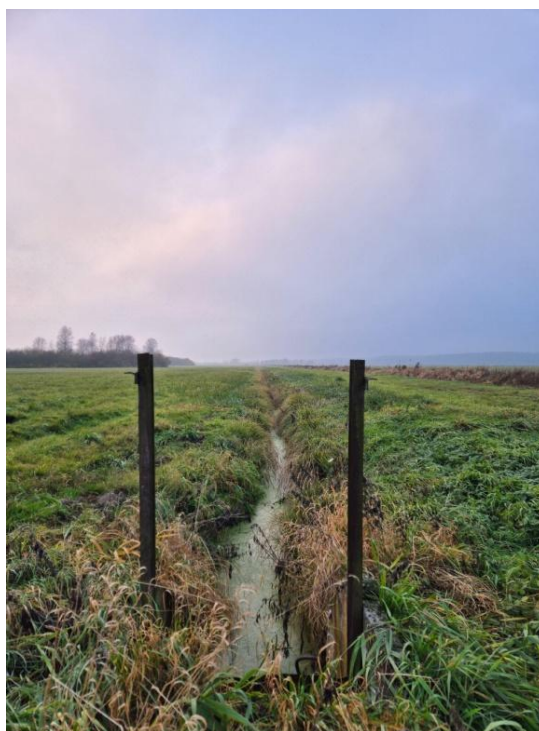
Ryc. 6.4.2.6. Zastawki Z4 i Z5 na działce 164/1, obręb Sadki. Z5 jest kompletna i piętrzy wodę.



Fot. 6.4.2.1. Przykładowe zastawki - większość pozbawiona metalowych zasuw, a tam gdzie one są, to podobno albo bardzo ciężko chodzą albo wcale są nie do ruszenia na działce 174/1.



Fot. 6.4.2.2. Rowy w okolicy niepiętrzących zastawek na działce 174/1.



Fot. 6.4.2.3. Przykładowe zastawki jakie funkcjonowały na rowach, działka 164/1. Zastawka Z5 – jedyna kompletna zastawka pod względem wyposażenia (zdjęcie po prawej).



Fot. 6.4.2.4. Rowy w okolicy funkcjonującej zastawki Z5 na działce 164/1.

6.4.2.4. Koncepcja hydrologiczno-techniczna

Projekt zakłada:

- remont istniejących zastawek betonowych poprzez wymianę elementów metalowych (zasuw i prowadnic) - co najmniej 42 szt. do remontu,
- budowę 7 nowych zastawek w miejscach brakujących przegrodzeń,
- czyszczenie i konserwację odcinków rowów w strefach piętrzenia.

Założenia techniczne:

- Typ urządzeń: zastawki betonowo-stalowe z ręczną regulacją (zasuwy z ocynkowanej stali),
- Wysokość piętrzenia: 0,4-0,8 m,
- Szerokość hydrauliczna rowów: 0,8-1,2 m,
- Zasięg cofki: 50-120 m w zależności od spadku i przekroju,
- Materiał korpusu: beton zbrojony C25/30, zasuwy stalowe z powłoką antykorozyjną,
- Zabezpieczenie brzegów: darniowanie i nasadzenia roślinności szuwarowej.

6.4.2.5. Efekty hydrologiczne i środowiskowe

Efekty hydrologiczne:

- Zwiększenie retencji powierzchniowej i glebowej na obszarze 300 ha trwałych użytków zielonych,
- Zatrzymanie wody po roztopach i opadach w sieci rowów,
- Podniesienie poziomu wód gruntowych o 20-50 cm,
- Zwiększenie zdolności infiltracyjnych torfów i gleb murszowych,
- Ograniczenie odpływu biogenów do rzeki Rokitki,
- Zwiększenie wilgotności gleby w okresach suszy i poprawa produktywności łąk.

Efekty środowiskowe:

- Zahamowanie degradacji siedlisk wilgotnych i bagiennych poprzez stabilizację lokalnych stosunków wodnych.
- Ochrona i utrzymanie różnorodności biologicznej siedlisk łąkowych dzięki ograniczeniu przesuszenia i degradacji gleb.
- Poprawa warunków siedliskowych w strefach wodno-błotnych, wspierająca odbudowę funkcji ekologicznych oraz wzrost bioróżnorodności.

- Poprawa lokalnego mikroklimatu poprzez zwiększoną retencję, redukcję efektu suszy i ograniczenie nadmiernego nagrzewania się powierzchni.
- Utrzymanie kluczowych funkcji ekosystemowych terenów zielonych w krajobrazie rolniczym, w tym retencji, filtracji i stabilizacji obiegu wody.

6.4.2.6. Uwarunkowania organizacyjne i finansowe

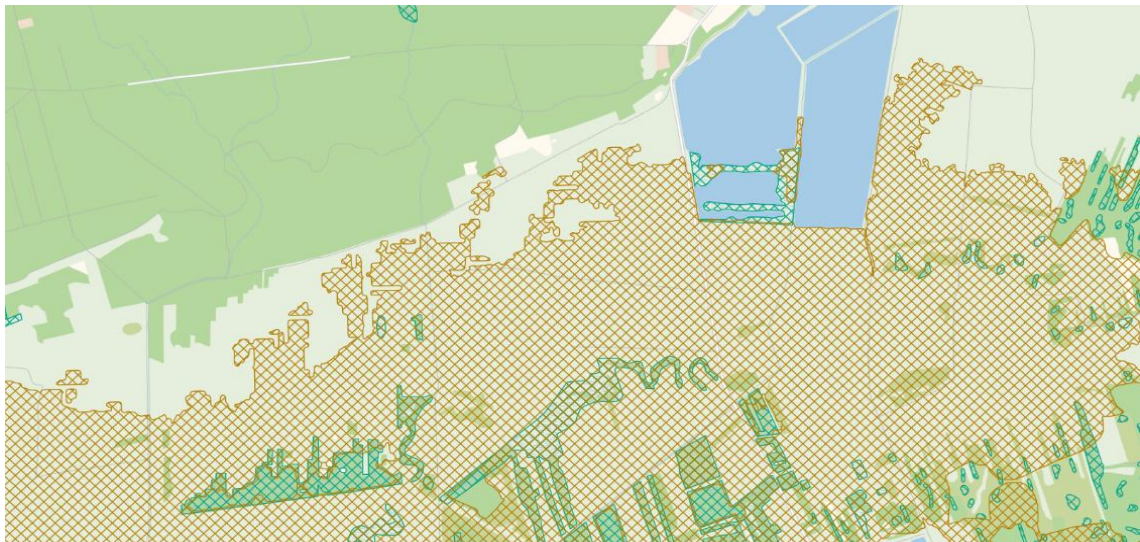
Inwestorami przedsięwzięcia są użytkownicy i właściciele gruntów:

- Rolnicza Spółdzielnia Produkcyjna w Sadkach,
- Przedsiębiorstwo Rolno-Przemysłowe w Dębowie,
- Stadnina Koni Dobrzyniewo – gospodarstwo w Mrozowie,
- KOWR – gospodarstwa rolne,
- Parafia Rzymsko-Katolicka w Sadkach.

6.4.2.7. Wnioski i rekomendacje

1. Remont i budowa zastawek w Samostrzelu są hydrologicznie uzasadnione i technicznie wykonalne, a zastosowanie rozwiązań bliskich naturze (NBS) pozwoli na optymalizację retencji przy minimalnej ingerencji w środowisko.
2. Istniejące konstrukcje betonowe mogą być z powodzeniem wykorzystane po remoncie, bez konieczności budowy nowych obiektów, a ich dostosowanie do standardów NBS może odbywać się poprzez naturalizację, w tym zastosowanie regulowanych, biopermeabilnych szandorów, włączenie roślinności stabilizującej brzegi, użycie naturalnych materiałów ograniczających ingerencję techniczną oraz zapewnienie ciągłości hydrologiczno-ekologicznej przepływu, co pozwala zachować funkcję piętrzenia przy jednoczesnym wsparciu procesów ekologicznych i retencyjnych.
3. Realizacja projektu pozwoli na zwiększenie zdolności retencyjnych systemu rowów o kilka tysięcy m³ wody.
4. Działania te przyczynią się do zwiększenia trwałości siedlisk łąkowych oraz stabilizacji warunków wilgotnościowych, wspierając różnorodność biologiczną i utrzymanie funkcji ekosystemowych w krajobrazie rolniczym.
5. Wskazane jest coroczne prowadzenie monitoringu poziomu wód oraz okresowe przeglądy techniczne zastawek.

6. Projekt nie powoduje negatywnego oddziaływania na sąsiednie grunty rolne ani na infrastrukturę.
7. Inwestor powinien dokonać uzgodnień zakresu inwestycji w PGW Wody Polskie Zarządzie Zlewni w Inowrocławiu, w tym potwierdzić interpretację w zakresie wymagań wynikających z ustawy Prawo Wodne.
8. Rekomenduje się wykonanie dokumentacji:
 - a. plan sytuacyjno-wysokościowy z lokalizacją urządzeń,
 - b. karta informacyjna przedsięwzięcia (KIP),
 - c. zgłoszenia wodnoprawnego
9. Planowane działania wpisują się ramy finansowe:
 - przyszłego konkursu Urzędu Marszałkowskiego, działanie FEKP.02.09 MAŁA RETENCJA I ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU W REGIONIE;
 - uzyskanie rekompensat wynikających z wymogów GAEC 2 w przypadku odtwarzania terenów podmokłych na działkach m.in. działki nr 164/1, 175/13, 175/5, 175/14, 168/4, 174/1.



Ryc. 6.4.2.7. Zasięg działek objętych normą GAEC 2 według portalu IUNG-PIB (<https://gaec2.iung.pl/> - Portal GAEC2).

Projekt „Usprawnienie retencjonowania wody na trwałych użytkach zielonych we wsi Samostrzel” stanowi proekologiczną, niskonakładową inwestycję hydrotechniczną, której realizacja:

- zwiększy retencję glebową i krajobrazową,

- poprawi warunki wilgotnościowe i produkcyjne łąk,
- zahamuje degradację torfowisk,

przyczyni się do realizacji celów WPR i lokalnych strategii adaptacji do zmian klimatu.

7. Harmonogram wdrażania i ramy organizacyjne.

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

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

Wdrażanie działań retencyjnych etapami pozwala:

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

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

Działania inwestycyjne w systemie małej retencji powiatu można podzielić na trzy horyzonty czasowe: krótko-, średnio- i długoterminowe. Podział ten opiera się na kryteriach: a) środowiskowo-hydrologicznych (czas osiągnięcia efektów), technicznych (poziom złożoności inwestycji), finansowych (dostępność funduszy), społecznych (stan

akceptacji działań przez rolników i mieszkańców, otwartość na tworzenie partnerstw, trwałość współpracy różnych podmiotów).

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

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

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

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

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

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

Działania długoterminowe, w perspektywie 7–15 lat. Są to przeważnie inwestycje złożone, kosztowne i wymagają wieloletniego planowania, koordynacji

i często zmian w zagospodarowaniu przestrzennym. Wśród działań długookresowych wyróżniamy:

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

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

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

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

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

Dobrze skoordynowane działania inwestycji wodnych prowadzą do:

- optymalnego wykorzystania przestrzeni i istniejącej infrastruktury,
- zmniejszenia ryzyka powodzi, podtopień oraz skutków suszy,
- poprawy stabilności hydrologicznej i retencji krajobrazowej,

- ograniczenia kosztów poprzez eliminację działań powielających się lub wykluczających,
- spójności działań rolniczych, leśnych, ochronnych i komunalnych,
- zapewnienia transparentności i trwałości efektów inwestycji.

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

Skuteczne wdrażanie działań retencyjnych wymaga konsolidacji podstawowych grup interesariuszy:

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

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

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

W dobrze zaprojektowanym planie współpracy, poszczególne podmioty powinny wzajemnie się informować o planowanych pracach melioracyjnych lub zmianach sposobu utrzymania cieków; prowadzić działania doradcze np. dla rolników w zakresie działań agrotechnicznych (mulczowania, pasów buforowych, zabiegów

przeciwoerozyjnych) oraz organizować spotkania konsultacyjne np. z zakresu inwestycji hydrotechnicznych.

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

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

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

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

5. **Harmonogramy przeglądów i raportowania:** cykliczne spotkania operacyjne (np. co kwartał) i strategiczne (np. co rok), raportowanie efektów do Zarządu Powiatu i publikacja raportu dla mieszkańców.

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

- a) Zespoły robocze tematyczne: np. ds. małej retencji, ds. melioracji, ds. komunikacji i edukacji, ds. finansowania.
- b) Platforma danych GIS oraz dostępny rejestr zadań: współdzielona mapa interwencji, harmonogramów i wykonanych prac.
- c) Umowy partnerskie (porozumienia gmin-powiat-spółki): wzory porozumień określające zakres prac, częstotliwość utrzymania, tryb refinansowania.
- d) Program wsparcia technicznego dla spółek wodnych: doradztwo KPODR / powiatu przy przygotowaniu dokumentacji, wniosków o dotacje i nadzorze prac.

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

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

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

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

- dotacje państwowe z funduszy krajowych i zagranicznych;
- kredyty i pożyczki udzielane w bankach komercyjnych,

- kredyty i pożyczki preferencyjne udzielane przez instytucje wspierające rozwój gmin,
- środki własne inwestorów.

Fundusze i programy krajowe:

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

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

Nabór: od 01.12.2025 r. do 31.03.2026 r.

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

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

Poziom dofinansowania projektu/przedsięwzięcia: 70% wartości wydatków kwalifikowanych

Pula środków na nabór wniosków: 720 mln PLN

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

Nabór: od 30.09.2025 r. do 30.04.2026 r.

Zakres wsparcia:

- zrównoważone systemy gospodarowania wodami opadowymi z udziałem zieleni, zielono-niebieskiej infrastruktury i rozwiązań opartych na przyrodzie;
- wdrożenia inwestycji określonych w miejskich planach adaptacji do zmian klimatu, obejmujących m.in. zrównoważone i zaadaptowane do zmian klimatu systemy gospodarowania wodami opadowymi oraz rozwój zielono-niebieskiej infrastruktury;

- systemy w zakresie gospodarowania wodami opadowymi mające za zadanie zapobieganie podtopieniom i zalaniom oraz ograniczanie skutków tych zjawisk, zwiększenie odporności na ekstremalne zjawiska pogodowe (ulewy oraz powodzie błyskawiczne), spowolnienie odpływu wód opadowych oraz retencjonowanie wody w zlewniach lokalnych wraz z systemami jej dystrybucji na okres suszy.

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

- a) budowy, rozbudowy lub remontu sieci kanalizacji deszczowej oraz infrastruktury towarzyszącej, w tym urządzeń wodnych i zieleni (w wyniku realizacji inwestycji musi wzrosnąć powierzchnia obszarów zieleni w projekcie spełniających funkcje ekologiczne, w tym powierzchni biologicznie czynnej), która przyczynia się do odprowadzania, zatrzymania, retencjonowania, wykorzystania wód opadowych lub oczyszczania (w razie potrzeby) wód opadowych, przy czym dla tej infrastruktury preferowane będzie użycie metod naturalnych lub bazujących na naturalnych (rozwiązania oparte na przyrodzie), w tym wiążących się z zasilaniem wód gruntowych i podziemnych oraz rozwojem zieleni. Metody naturalne lub bazujące na naturalnych to działania, wykorzystujące naturalną zdolność retencji, zagospodarowania, samooczyszczania oraz odprowadzania wód opadowych z danego terenu np. rowy odwadniające, muldy, zbiorniki odparowujące, obsadzone roślinnością stawy sedimentacyjne, 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;

- Zielen stosowana w projektach powinna składać się z gatunków rodzimych, zaś działania adaptacyjne nie powinny przyczynić się do spadku różnorodności biologicznej, lecz jej zachowania lub wzrostu.
- Dopuszczalne jest sfinansowanie również następujących elementów dodatkowych: infrastruktury dla udostępniania zieleni oraz zielono-niebieskiej i niebieskiej infrastruktury (np. ciągi pieszo-rowerowe, stojaki na rowery, ścieżki, ławeczki, kosze na śmieci, infrastruktura oświetleniowa, toalety publiczne, obiekty małej architektury, place zabaw dla dzieci, siłownie plenerowe) oraz niewielkich działań rekultywacyjnych i remediacyjnych terenu znajdującego się w granicach projektu zieleni lub zielono-niebieskiej i niebieskiej infrastruktury. Wskazany katalog potencjalnych inwestycji nie ma charakteru zamkniętego. Wartość ww. elementów nie może wynieść więcej niż 20 % kosztów kwalifikowalnych projektu. W przypadku, gdy konieczność wykonania dodatkowych elementów wynika z zaleceń konserwatora zabytków wartość tych elementów nie może przekroczyć 25% kosztów kwalifikowalnych projektu.
- W ramach projektów nie będą finansowane prace pielęgnacyjne takie jak sezonowe koszenie trawników i poboczy dróg, przycinanie żywopłotów, gałęzi, obsadzanie i pielęgnacja istniejących kwietników i rabat kwiatowych, jesienne sprzątanie liści itp.
- Dodatkowo, punktowane będą projekty zakładające rozszczelnienie i odsklepanie terenu, w tym odbetonowanie, w ramach projektów oraz zwiększające ogólny udział zieleni i niebieskiej infrastruktury na obszarach miejskich.
- W ramach działań adaptacyjnych dodatkowo wspierane będą również projekty dotyczące gospodarowania i zarządzania wodą przeznaczoną do spożycia (z wyjątkiem uzdatniania i dystrybucji wody do odbiorców) w zakresie, w jakim wynika to z konieczności dostosowania do ekstremalnych zjawisk pogodowych (adaptacji do zmian klimatu).

Beneficjenci: jednostki samorządu terytorialnego, jednostki organizacyjne działające w imieniu jednostek samorządu terytorialnego, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego. Zgodnie z Regulaminem wyboru projektów (§ 4 ust. 7) o dofinansowanie w ramach działania mogą ubiegać się miasta powyżej 20 tys. mieszkańców oraz miasta z przedziału 15-20 tys. mieszkańców, które są stolicami

powiatów, za wyjątkiem: miast podlegających wsparciu w ramach Działania 01.02 (których lista stanowi załącznik nr 10 do Regulaminu).

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

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

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

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

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

Nabór: od 29.08.2025 r. do 30.01.2026 r.

Zakres wsparcia:

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

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

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

Pula środków na nabór wniosków: 30 mln PLN

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

Nabór: co roku, do 2027

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

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

2) Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych.

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

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

W przypadku gdy o przyznanie płatności w ramach ekoschematów obszarowych, z wyłączeniem ekoschematu *Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych*, ubiega się spółdzielnia produkcji rolnej albo spółdzielnia rolników, przy przyznawaniu tych płatności danej spółdzielni maksymalny limit 300 ha ustala się,

na jej wniosek, jako iloczyn tego limitu oraz liczby członków danej spółdzielni, jeżeli spółdzielnia ta poddała się lustracyjnemu badaniu w ciągu ostatnich trzech lat poprzedzających rok złożenia wniosku o przyznanie tych płatności.

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

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

Beneficjenci: rolnicy, spółdzielnie rolników

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

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

Ekoschemat obszarowy / praktyka / wariant		Projektowana wysokość stawki - 2025 r.
		[zł/ha]
Rolnictwo węglowe i zarządzanie składnikami odżywczymi, w tym praktyki:	Ekstensywne użytkowanie trwałych użytków zielonych z obsadą zwierząt	437,60
	Międzyplony ozime lub wsiewki śródplonowe	437,60
	Zróznicowana struktura upraw	233,13
	Wymieszanie obornika na gruntach ornych w terminie 12 godzin od jego aplikacji	175,05
	Stosowanie nawozów naturalnych płynnych innymi metodami niż 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-płatności-bezpośrednich-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;
- modernizacje 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 jednorodzinnym. Z dofinansowania nie mogą skorzystać osoby, którym już wcześniej udzielono dofinansowania z programu „Moja Woda”.

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

8. Wnioski i rekomendacje końcowe

8.1. Podsumowanie najważniejszych rezultatów koncepcji

1. Analiza warunków hydrologicznych, klimatycznych i glebowych powiatu nakielskiego potwierdziła wysoki poziom zagrożenia suszą, zwłaszcza atmosferyczną i rolniczą, przy jednoczesnym występowaniu lokalnych zagrożeń powodziowych w dolinie głównej rzeki oraz w rejonach nisko położonych. Uwarunkowania te wynikają z niskiej jeziorności, przekształconych torfowisk, rozbudowanej sieci melioracji odwadniającej oraz intensywnego użytkowania rolniczego.
2. Charakterystyka sieci hydrograficznej wskazała dużą długość cieków i rowów melioracyjnych, które stanowią podstawę do wdrażania systemu rozproszonej retencji. Dolina głównej rzeki wraz z rozległymi obszarami pobagiennymi oraz rynny polodowcowe tworzą obszary o bardzo wysokim potencjale retencyjnym, wymagającym racjonalnego gospodarowania.
3. Analiza zagrożenia suszą w oparciu o dane PPSS wykazała, że większość powiatu charakteryzuje się ekstremalnym lub silnym zagrożeniem, co potwierdza konieczność modernizacji systemów wodno-melioracyjnych, odbudowy mokradeł, zwiększania retencji glebowej i dolinowej oraz wdrażania działań agroekologicznych.
4. Opracowane koncepcje pilotażowe — zwiększenie retencji w kompleksie leśnym Drzewianowo oraz modernizacja systemu zastawek na TUZ w Samostrzelu — wykazały realną możliwość zwiększenia retencji: w lasach poprzez lokalne piętrzenie, a w krajobrazie rolniczym poprzez regulację odpływu w systemie rowów. Oba projekty dowodzą, że niskokosztowe, rozproszone działania mogą przyczynić się do istotnej poprawy bilansu wodnego.
5. Model retencji oparty na zastawkach regulowanych w rowach i na mikroretencji leśnej okazał się w pełni zgodny z zasadami rozwiązań opartych na naturze, zapewniając trwały efekt hydrologiczny, poprawę warunków siedliskowych oraz zwiększenie odporności krajobrazu na skutki zmian klimatu.

8.2. Rekomendacje dla dalszych działań strategicznych i operacyjnych

1. Wskazane jest wdrożenie obu projektów pilotażowych jako inwestycji modelowych, które mogą stanowić wzór dla kolejnych działań na terenie powiatu — zarówno w zlewniach rolniczych, jak i leśnych.
2. Należy rozwijać system regulowanej retencji w rowach melioracyjnych poprzez stopniową modernizację urządzeń, w tym montaż zastawek, progów i jazów. Transformacja systemów odwadniających w systemy retencyjne jest kluczowym elementem adaptacji rolnictwa do zmian klimatu.
3. W obszarach leśnych konieczne jest rozwijanie małej retencji leśnej, obejmującej nie tylko budowę zastawek, ale także odbudowę mokradeł, zamykanie rowów oraz kształtowanie mikroform terenowych sprzyjających zatrzymaniu wody.
4. Rekomenduje się wdrażanie działań agroekologicznych zwiększających retencję glebową, w tym pasów buforowych, międzyplonów, ograniczania erozji oraz metod poprawiających strukturę gleby.
5. Należy powiązać planowanie retencji z dokumentami planistycznymi gmin, w tym z ustaleniami MPZP i studiów kierunków zagospodarowania, uwzględniając rezerwację przestrzeni pod retencję oraz ochronę obszarów mokradłowych.
6. Wskazane jest rozwijanie współpracy i komunikacji w ramach LPW, koordynowanej przez powiat, aby zapewnić spójność działań w całej sieci hydrograficznej. Kluczowe jest także prowadzenie działań edukacyjnych dla rolników i leśników w zakresie retencji i adaptacji do zmian klimatu.
7. Przy projektowaniu kolejnych inwestycji należy stosować analizę wariantową, obejmującą ocenę wpływu różnych poziomów piętrzenia oraz zmian przepływu na grunty sąsiednie, a także możliwe scenariusze opadowe (typowe i ekstremalne).

8.3. Kierunki pogłębionych analiz i możliwości rozszerzenia działań na inne obszary

1. Konieczne jest przeprowadzenie szczegółowych analiz hydrologicznych na poziomie zlewni i mikrozlewni, aby określić lokalizacje o największym potencjale retencyjnym, szczególnie w dolinach rzek, rynnach polodowcowych i na terenach pobagiennych.

2. Wskazane jest opracowanie mapy potencjału retencyjnego powiatu nakielskiego, obejmującej identyfikację terenów podatnych na podtopienia, obszarów o niskiej infiltracji, lokalnych obniżen oraz odcinków rowów o szczególnym znaczeniu dla regulacji odpływu.
3. Należy rozwinąć monitoring hydrologiczny obejmujący pomiary zwierciadła wody gruntowej, poziomów w rowach i ciekach oraz efektywność działania zastawek i urządzeń piętrzących. Monitoring ten powinien być podstawą do adaptacyjnego zarządzania wodą.
4. W dalszej perspektywie konieczne jest rozszerzanie działań retencyjnych na kolejne gminy powiatu, z priorytetem dla obszarów najsilniej zagrożonych suszą lub posiadających największy potencjał retencyjny.

9. Literatura

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

16. 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.
17. Łabędzki L. 2014. Klimatyczne uwarunkowania rozwoju melioracji, W: Kaca E. (red.). Uwarunkowania rozwoju melioracji w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy i monografie . Nr 37. Wyd. ITP, Falenty, ss.195
18. Łysoń P., Wawer R. (red.) 2020. Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu. IUNG-PIB, 1-38.
19. Manteuffel Szoega H. 2002. Elementy ekonomiki gospodarowania wodą w rolnictwie. Warszawa. Wydaw. SGGW. ISBN 8-372-44382-3 ss. 228.
20. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 (MPHP10k) – Wody Polskie, format WMS.
21. Mapa zagrożenia powodziowego – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
22. 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.
23. Ortofotomapa standardowa – GUGIK, portal WMS Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy. (PPSS) – Wody Polskie, ISOK, format WMS.
24. 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.
25. Pociask-Karteczka J. (red.) 2006. Zlewnia – Właściwości i procesy. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego Kraków, 1-295
26. Powiatowy Plan Wodny dla Powiatu Nakielskiego (Plan rozwoju gospodarki wodą na terenach wiejskich na lata 2022 - 2030). 2021. Lokalne Partnerstwo Wodne Powiatu Nakielskiego, KPODR Minikowo.
27. Przybyła C., Sojka M., Mrozik R., Wróżyński R., Pyszny K. 2015. Metodyczne i praktyczne aspekty planowania małej retencji. Bogucki Wydawnictwo Naukowe Poznań, 1-204.
28. Starkel L. (red.), Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze, PWN, Warszawa 1999.

29. Strona Internetowa: Główny Urząd Statystyczny, Bank danych lokalnych.
<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>
30. Strona internetowa: Hydro IMGW-PIB, <https://hydro.imgw.pl>
31. Strona Internetowa: Urząd Statystyczny w Bydgoszczy,
<http://bydgoszcz.stat.gov.pl/dane-o-województwie/>
32. Strona internetowa: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Dane dotyczące stanu ekologicznego i chemicznego JCWP <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/maps/>
33. Treder W. 2022. Kodeks dobrych praktyk wodnych w ogrodnictwie. Wyd. Instytut Ogrodnictwa -PIB Skierniewice, 1-153.
34. Wawer R., Kolasińska K. (red.) 2020. Kodeks dobrych praktyk wodnych w rolnictwie. Praca zbiorowa, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 1-214.
35. Wawrzyniak B.M. 2002. Monografia rolnictwa województwa kujawsko-pomorskiego. Wydawnictwo WTN Włocławek, 1-526.
36. Woś. A. Zarys klimatu Polski. 1996. Wyd. Nauk. UAM. s. 300 ISBN 83-232-0755-0
37. 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 nakielskiego
2. Ryc. 1.2.2. Sieć hydrograficzna powiatu nakielskiego
3. Ryc. 2.3.1. Pokrywa glebowa powiatu nakielskiego
4. Ryc. 3.1.1. Sieć hydrograficzna powiatu nakielskiego.
5. Ryc. 3.3.1. Mapa zagrożenia suszą atmosferyczną na obszarze powiatu nakielskiego, zgodnie z PPSS.
6. Ryc. 3.3.2. Mapa zagrożenia suszą rolniczą na obszarze powiatu nakielskiego, zgodnie z PPSS.
7. Ryc. 3.3.3. Mapa zagrożenia suszą hydrologiczną na obszarze powiatu nakielskiego, zgodnie z PPSS.
8. Ryc. 3.3.4. Mapa zagrożenia suszą hydrogeologiczną na obszarze powiatu nakielskiego, zgodnie z PPSS.

9. Ryc. 3.3.5. Ocena łącznego zagrożenia suszą na obszarze powiatu nakielskiego, zgodnie z PPSS.
10. Ryc. 3.3.6. Mapa obszaru zagrożenia powodziowego 0,2%, 1% oraz 10% dla powiatu nakielskiego, zgodnie z ISOK.

2. Mapy koncepcyjne rozwiązań.

1. Ryc. 6.4.1.1. Lokalizacja rowu na dz. nr 3221/1, obręb Wiele.

3. Rysunki schematyczne i przekroje.

2. Ryc. 2.2.1. Przebieg sum opadów atmosferycznych i średniej temperatury powietrza w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) w przebiegu rocznym; b) w okresie wegetacyjnym.
3. Ryc. 2.2.2. Charakterystyki sezonu wegetacyjnego (IV-X) w Bydgoszczy w wieloleciu 1991-2020: a) sumy ewapotranspiracji wskaźnikowej ETo (mm); b) wartości klimatycznego bilansu wodnego (KBW) (mm).
4. Ryc. 3.2.1. Łączna długość cieków sklasyfikowanych jako rzeki główne w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
5. Ryc. 3.2.2. Łączna długość wszystkich obiektów hydrograficznych w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
6. Ryc. 3.2.3. Ilość jezior w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
7. Ryc. 3.2.4. Powierzchnia jezior w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
8. Ryc. 3.2.5. Ilość zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
9. Ryc. 3.2.6. Powierzchnia zbiorników wodnych zakwalifikowanych jako mniejsze zbiorniki wodne w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).

10. Ryc. 3.2.7. Sumaryczna powierzchnia wód powierzchniowych stojących w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
11. Ryc. 3.2.8. Jeziorność w powiecie nakielskim, na tle pozostałych powiatów województwa kujawsko-pomorskiego (z wyłączeniem powiatu żnińskiego).
12. Ryc. 4.2.1. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) w powiecie nakielskim na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
13. Ryc. 4.2.2. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w okresie zimowym (październik–marzec) na tle powiatów woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014
14. Ryc. 4.2.3. Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w powiatach woj. kujawsko-pomorskiego; źródło: opracowanie własne na podstawie Łabędzki, 2014.
15. Ryc. 6.4.1.2. Zlewnia rowu do profilu przepustu pod droga gruntową na działce 136/2.
16. Ryc. 6.4.1.3. Subzlewnia o powierzchni 4,93 ha w obrębie działki 3221/1.
17. Ryc. 6.4.1.4. Subzlewnia o powierzchni 4,93 ha w obrębie działki 3221/1.
18. Ryc. 6.4.1.5. Obszar najkorzystniejszego oddziaływania na retencję w gruncie (pow, 1,66 ha) w przypadku realizacji koncepcji
19. Fot. 6.4.1.1. Przepust o średnicy 50 cm od strony pola oraz widok na rów biegnący przez tereny uprawne.
20. Fot. 6.4.1.2. Przepust o średnicy 50 cm od strony lasu oraz widok na rów po stronie lasu.
21. Fot. 6.4.1.3. Rów na terenie leśnym, wypełniony liśćmi i częściowo gałęziami.

4. Legendy i opisy map.

1. ET_0 – 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