

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



## Ekologicznie w przyszłość

**"Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie wodnym Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem"**

**Inwestor zadania:**

Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie  
Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie

**Wykonawca zadania:**

Sweco Polska Sp. z o.o. (lider)  
DHI Polska Sp. z o.o. (partner)  
Wide Vision Agencja Komunikacji Sp. z o.o. – podwykonawca Konsorcjum

Kraków, czerwiec 2025 r.

## SPIS TREŚCI:

1. Charakterystyka stanu istniejącego .....	9
1.1. Charakterystyka techniczna, parametry ilościowe i jakościowe w istniejącym systemie przeciwpowodziowym.....	9
1.1.1. Charakterystyka stanu technicznego istniejącej infrastruktury .....	12
1.2. Niedobory ilościowe i jakościowe obecnego systemu ochrony przeciwpowodziowej .....	15
1.3. Obszary problemowe.....	18
2. Opis obszaru objętego Programem .....	20
2.1. Położenie .....	20
2.2. Hydrografia i gospodarka wodna .....	24
2.3. Opis zagrożenia powodziowego.....	25
2.3.1. Charakterystyka powodzi historycznych .....	25
2.3.2. Charakterystyka zagrożenia powodziowego w oparciu o istniejące dokumenty planistyczne.....	29
3. Cel Projektu .....	31
4. Opis założeń scenariusza hydrologicznego oraz modelu hydraulicznego .....	31
5. Rozpatrywane warianty ochrony przed powodzią .....	35
5.1. Ostateczne warianty ochrony przed powodzią, uwzględniające uwarunkowania społeczne, środowiskowe i ekonomiczne.....	39
5.1.1. Wariant OP I.....	40
5.1.2. Wariant OP II.....	43
5.1.3. Wariant OP III .....	44
6. Opis obiektów z wariantu rekomendowanego.....	45
6.1. Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa.....	46
6.1.1. Lokalizacja.....	46
6.1.2. Obecny stan zagospodarowania terenu.....	46
6.1.3. Wstępna ocena warunków gruntowo-wodnych .....	47
6.1.4. Warunki hydrologiczne .....	48
6.1.5. Podstawowe parametry projektowanego obiektu.....	52
6.1.6. Zasady gospodarowania wodą .....	60
6.1.7. Wstępna analiza kosztów realizacji .....	63
6.2. Polder Przykop.....	64
6.2.1. Lokalizacja.....	64
6.2.2. Obecny stan zagospodarowania terenu.....	64

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym  
w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

6.2.3.	Warunki hydrologiczne .....	65
6.2.4.	Podstawowe parametry projektowanego obiektu.....	68
6.2.5.	Zasady gospodarowania wodą .....	70
6.2.6.	Wstępna analiza kosztów realizacji .....	72
6.3.	Działania z zakresu zielonej hydrotechniki .....	73
6.3.1.	Retencja starorzeczy .....	74
6.3.2.	Retencja rolnicza na gruntach zmeliorowanych.....	77
6.3.3.	Retencja bagien i mokradeł .....	81
6.3.4.	Zalesianie.....	85
6.3.5.	Koszty realizacji działań z zakresu zielonej hydrotechniki .....	90
7.	Analiza społeczna .....	90
7.1.	Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne .....	90
8.	Analiza ekonomiczna .....	98
8.1.	Analiza kosztów i korzyści .....	98
8.2.	Analiza wielokryterialna.....	104
9.	Analiza środowiskowa.....	109
10.	Podsumowanie dokumentów OOŚS.....	111
11.	Podsumowanie Programu działań .....	111
12.	Spis załączników.....	111
13.	Literatura, akty prawne .....	112

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## Zespół autorów

Imię i Nazwisko	Rola w Projekcie
Adam Perz	Specjalista ds. analiz środowiskowych
Adrian Krzyś	Specjalista ds. GIS
Agnieszka Kałuża	Specjalista ds. analiz środowiskowych
Alicja Wilanowska	Specjalista ds. SOOŚ
Anastazja Kusza	Asystent ds. środowiskowych
Anna Bogusz	Specjalista ds. modelowania
Borys Bednarek	Specjalista ds. hydrotechnicznych
Damian Skiba	Specjalista ds. GIS
Dmytro Zubal	Specjalista ds. modelowania
Dorota Kowalczyk	Specjalista ds. analiz środowiskowych
Henryk Grzywa	Specjalista ds. GIS i baz danych
Jagoda Strzałba-Głód	Ekspert ds. zarządzania ryzykiem społecznym i pozyskiwania nieruchomości
Joanna Strzelecka	Ekspert ds. konsultacji społecznych
Łukasz Trojnarski	Ekspert ds. finansów i ekonomii
Magdalena Dołęga	Specjalista ds. analiz środowiskowych
Marcin Urbański	Hydrolog
Michalina Lauer	Specjalista ds. analiz środowiskowych
Mikołaj Maciejewski	Specjalista ds. GIS
Monika Łebedyńska	Specjalista ds. analiz finansowych
Patrycja Krukowska	Specjalista ds. GIS
Patryk Nowicki	Specjalista ds. GIS
Patryk Pszczółkowski	Ekspert ds. GIS
Paulina Kupczyk-Kuriata	Ekspert ds. zarządzania ryzykiem społecznym i pozyskiwania nieruchomości
Piotr Radzicki	Inżynier hydrotechnik
Piotr Szymczak	Kierownik Projektu
Radosław Stodolak	Specjalista ds. hydrologii
Urszula Sadowska-Maksym	Zastępca Kierownika Projektu
Waldemar Krzysztof	Specjalista ds. PZŚ



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Wiktoria Brzezińska	Asystent ds. środowiskowych
Wojciech Kurowski	Specjalista ds. analiz MCA i CBA
Wojciech Lewandowski	Ekspert ds. zarządzania środowiskiem

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## Spis skrótów i skrótowców

Skrót	Rozwinięcie
Projekt/Zadanie 5.7.1.	Program działań nietechnicznych i retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionach wodnych Małej Wisły i Górnej Wisły (zlewnia powyżej Krakowa), z uwzględnieniem ochrony przed powodzią miasta Krakowa
AAD	ang. Annual Average Damage (Straty Średnioroczne)
AIC	ang. Akaike Information Criterion (kryterium informacyjne Akaikego)
AKK	Analiza Kosztów i Korzyści
aMZPiMRP	Projekt: Przegląd i aktualizacja map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego
aPZRP	Aktualizacja Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym przyjęta Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 18 października 2022 r. w sprawie przyjęcia Planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły (Dz. U. z 2022 poz. 2739).
BDOT 10k	Baza Danych Obiektów Topograficznych
B/C	Wskaźnik zdyskontowanych korzyści do zdyskontowanych kosztów
Działania	Działania analizowane w ramach opracowania dokumentacji pn.: „Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem”
ENPV	Ekonomiczna wartość bieżąca netto
ERR	Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu
Kod SZS	Kod Systemu Zarządzania Siecią
Kr	Układ wysokościowy Kronsztad
MCA	ang. multi-criteria analysis (analiza wielokryterialna)
MP	Miejsca Problemowe
MHPiO	Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
MRP	Mapy Ryzyka Powodziowego
MZP	Mapy Zagrożenia Powodziowego
NMT	Numeryczny Model Terenu
NPP	Normalny Poziom Piętrzenia
Obszar Projektu	Obszar realizacji Programu działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem
OCHK	Obszar Chronionego Krajobrazu
ONNP	Obszary Narażone na Niebezpieczeństwo Powodzi

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

OOŚ	Ocena Oddziaływania na Środowisko
OP	Obszar Problemowy
OZP	Obszary Zagrożone Powodzią
PGL LP	Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe
PGW	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 4 listopada 2022 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (Dz.U. 2023 poz. 300)
PGW WP	Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie
Polder Koszyce-Szczurowa -	Obiekt suchy, zalewany w przypadku powodzi. Przez sekcję przelewową przeprowadzane będą wody podczas normalnej eksploatacji polderu oraz wody powodziowe. W czasie przepływów średnich i niskich, przepływ będzie swobodny przez otwarte przęsła zapory czołowe. W chwili powstania zagrożenia powodziowego zamknięcia zostaną zamknięte. Sterowanie zamknięciami, wielkością zrzutu wody z polderu, będzie wynikało z instrukcji gospodarowania wodą na obiekcie w odniesieniu do wielkości i kształtu występującej fali powodziowej.
PPI	Program Planowanych Inwestycji
PPSS	Plany Przeciwdziałania Skutkom Suszy
PRG	Państwowy Rejestr Granic
Program działań	Zestaw działań zarekomendowanych do realizacji w wyniku opracowania Projektu/Programu/Zadania 5.7.2.
Projekt OPDOW	Projekt Ochrony Przeciw Powodziowej w Dorzeczu Odry i Wisły
Projekt/Zadanie 5.7.2	Opracowanie dokumentacji pn.: „Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie wodnym Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem” wg wytycznych zawartych w OPZ. Opracowanie działań strategicznych polegających na poszukiwaniu obszarów potencjalnej retencji i innych niezbędnych do uwzględnienia działań z zakresu ochrony przeciwpowodziowej w dolinie rzeki Wisły na odcinku pomiędzy Krakowem (wodowskaz Sierosławice – zamykający obszar realizacji Kontraktu nr 5.7.1) i Zawichostem (wodowskaz Zawichost) w celu ograniczenia negatywnych skutków powodzi
Przedsięwzięcie	Zamierzenie budowlane polegające na przekształceniu lub zmianie sposoby wykorzystania terenu np. realizacja polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa
PV	ang. Present value (Wartość bieżąca)
PZRP	Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym
RDOŚ	Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska
RDW	Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

RZGW	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie
Scenariusz hydrologiczny	Scenariusz hydrologiczny obejmuje zestaw warunków brzegowych ujętych w modelu hydraulicznym o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia p% 10, 1%
Scenariusz operacyjny	Opracowany w ramach projektu scenariusz operacyjny dotyczy sposobu określenia bilansowania przepływów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia p% w profilu podłużnym Wisły
SOOŚ	Strategiczna Ocena Oddziaływania na Środowisko
Standardy ESS	Standardy Społeczno- Środowiskowe (ang. Environmental and Social Standards)
UG	Urząd Gminy
ustawa OOŚ	Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2024 r. poz. 1112, 1881, 1940)
WORP	Wstępna Ocena Ryzyka Powodziowego
Zielona hydrotechnika	Podejście do procesu związanego z planowaniem, projektowaniem i wykonawstwem obiektów infrastruktury przeciwpowodziowej i przeciwdziałającej skutkom suszy, w oparciu o priorytet wykorzystania potencjału retencji naturalnej i krajobrazowej, uzupełnionej o obiekty techniczne, której celem jest maksymalne zagospodarowanie wód opadowych w miejscu ich powstawania, ograniczenie odpływu, a także poprawa stanu ilościowego i jakości zasobów wodnych w zlewni.

## 1. Charakterystyka stanu istniejącego

### 1.1. Charakterystyka techniczna, parametry ilościowe i jakościowe w istniejącym systemie przeciwpowodziowym

Zakres omawianej infrastruktury przeciwpowodziowej znajduje się na terenie czterech województw tj.: małopolskiego, świętokrzyskiego, podkarpackiego i lubelskiego, oraz znajduje się w administracji dwóch dyrekcji PGW WP tj.:

- Regionalnej Dyrekcji Gospodarki Wodnej w Krakowie
- Regionalnej Dyrekcji Gospodarki Wodnej w Rzeszowie.

RZGW w Krakowie posiada – na omawianym odcinku – w swojej administracji wały przeciwpowodziowe rzeki Wisły, oraz jej dopływów prawy i lewobrzeżnych zlokalizowanych na terenie województwa małopolskiego, oraz dopływów lewobrzeżnych zlokalizowanych na terenie województwa świętokrzyskiego.

W administracji RZGW w Rzeszowie pozostają wały dopływów prawobrzeżnych zlokalizowanych na terenie województwa podkarpackiego i lubelskiego.

Tereny położone w dolinie Wisły na odcinku poniżej Krakowa od stopnia wodnego Przewóz (km 92+600 rz. Wisły) do wodowskazu Zawichost (km 287+600) chronione są przed oddziaływaniem fali powodziowej na rzece Wiśle głównie poprzez system wałów przeciwpowodziowych. Sumaryczna długość wałów przeciwpowodziowych rzeki Wisły w omawianym zakresie wynosi 334,80 km w tym:

- 166,20 km wałów lewobrzeżnych
- 182,58 km wałów prawobrzeżnych.

Integralnymi elementami systemu przeciwpowodziowego tego odcinka górnej Wisły są zbiorniki wodne zlokalizowane na jej dopływach: Rabie, Dunajcu, Czarnej, Łęgu, Sanie, Ropie i Wisłoki, których całkowita pojemność szacowana jest na 1 172 mln m<sup>3</sup>, przy czym stała pojemność powodziowa w okresie letnim wynosi jedynie 266,2 mln m<sup>3</sup>, do której można doliczyć jeszcze 77,68 mln m<sup>3</sup> rezerwy forsowanej. Pojemność powodziowa (stała i forsowana) wynosi 23÷29% pojemności całkowitej.

*Tabela 1 Wykaz istotnych zbiorników wodnych w obszarze realizacji Programu.*

Zbiornik	Ciek	Pojemności charakterystyczne [mln m <sup>3</sup> ]			
		Martwa (do MinPP) [mln m <sup>3</sup> ]	Powodziowa stała (od NPP do MaxPP) [mln m <sup>3</sup> ]	Powodziowa forsowana (od MaxPP do NadPP) [mln m <sup>3</sup> ]	Całkowita [mln m <sup>3</sup> ]
Dobczyce	Raba	21,440	45,05 (letnia) 27,98 (zimowa)	15,250	152,970

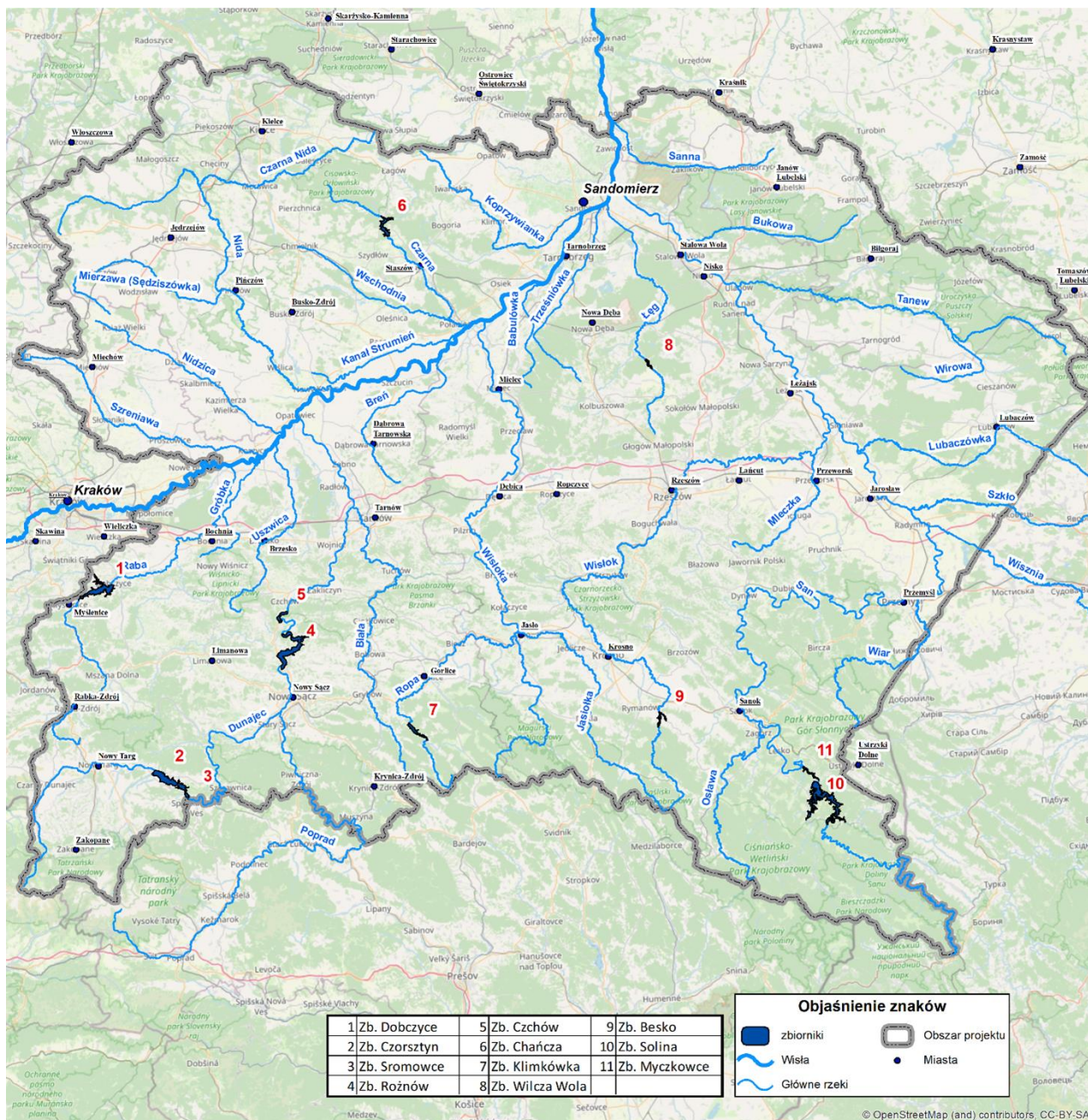
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Zbiornik	Ciek	Pojemności charakterystyczne [mln m <sup>3</sup> ]			
		Martwa (do MinPP) [mln m <sup>3</sup> ]	Powodziowa stała (od NPP do MaxPP) [mln m <sup>3</sup> ]	Powodziowa forsowana (od MaxPP do NadPP) [mln m <sup>3</sup> ]	Całkowita [mln m <sup>3</sup> ]
Czorsztyn -Niedzica	Dunajec	39,715	62,058	25,685	246,238
Sromowce Wyżne*	Dunajec	1,280	-	1,010	7,420
Rożnów	Dunajec	36,600	80,00 (letnia)	-	155,700
Czchów*	Dunajec	2,340	-	-	7,530
Solina	San	196,340	0,00 (zimowa) 49,93 (letnia)	31,930	503,970
Myczkowce	San	4,200	-	2,100	10,700
Klimkówka	Ropa	2,800	10,01 (letnia) 7,99 (zimowa)	-	42,530
Besko	Wisłok	1,200	6,310	1,300	15,010
Wilcza Wola	Łęg	1,650	3,350	0,400	6,500
Chańcza	Czarna	2,020	9,510	-	23,780
	<b>SUMA</b>	<b>299,585</b>	<b>266,218 (letnia) 197,198 (zimowa)</b>	<b>77,675</b>	<b>1 172,348</b>

\*- Zbiornik wyrównawczy dla elektrowni wodnej



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 1 Mapa lokalizacji istotnych zbiorników przeciwpowodziowych na obszarze realizacji Programu

Inne urządzenia jak: pompownie odwadniające zawale, śluzy wałowe itp. służą do lokalnego zabezpieczenia terenów zawala od wód powierzchniowych spływających z jego terenów w kierunku koryta rzeki Wisły.

Na przedmiotowym odcinku nie występują już stopnie wodne, poldery, czy kanały ulgi wzdłuż Wisły.

### **1.1.1. Charakterystyka stanu technicznego istniejącej infrastruktury**

#### **Stan ochrony czynnej w regionie**

Istniejąca czynna ochrona przeciwpowodziowa w obszarze Projektu opiera się głównie na systemie zbiorników retencyjnych. Ochrona czynna obejmuje działania mające na celu zmniejszenie ryzyka powodzi poprzez kontrolę przepływu wody, magazynowanie nadmiaru wody w zbiornikach oraz zarządzanie infrastrukturą hydrotechniczną.

W obszarze projektu, znajdują się jedne z najważniejszych dopływów Wisły, takich jak Dunajec, Raba, Wisłoka czy San. Kluczową rolę w ochronie przeciwpowodziowej pełnią duże i mniejsze zbiorniki retencyjne, tj.

- Kaskada zbiorników Rożnów-Czchów na Dunajcu – zbiornik wielozadaniowy, który odgrywa kluczową rolę w ochronie przeciwpowodziowej obszarów w dolnym biegu Dunajca - wraz ze zbiornikami Czorsztyn-Niedzica - w dolinie Wisły,
- Kaskada Czorsztyn-Niedzica na Dunajcu – współpracująca z Rożnowem, chroniąca tereny wzdłuż Dunajca do zbiornika Rożnów,
- Zbiornik Dobczyce, położony na rzece Rabie, to ważny element systemu ochrony przeciwpowodziowej, gospodarki wodnej oraz zaopatrzenia w wodę dla aglomeracji krakowskiej i okolicznych miejscowości,
- Zbiornik Klimkówka ma istotne znaczenie dla ochrony przed powodzią w dolinie rzeki Ropy oraz w dolnym biegu Wisłoki. Jego głównym zadaniem jest przechwytywanie nadmiaru wód powodziowych w okresach intensywnych opadów, co pozwala na kontrolowanie przepływów w rzece i zmniejszenie ryzyka powodzi dla miast i wsi położonych w jej dolinie, w tym dla Gorlic i Jasła,
- Zbiornik Solina na Sanie – największy zbiornik retencyjny w Polsce, który odgrywa kluczową rolę w ochronie przeciwpowodziowej doliny Sanu,
- Zbiornik Myczkowce na Sanie – mniejszy zbiornik wspomagający Solinę w ochronie przeciwpowodziowej,
- Zbiornik Besko na Wisłoku – jego głównym zadaniem jest zmniejszenie ryzyka powodzi dla miast i wsi położonych w dolinie Wisłoka, w tym dla Krosna i Rzeszowa.

Wszystkie te zbiorniki mają za zadanie retencję wód w czasie intensywnych opadów i roztopów wiosennych, co skutecznie redukuje zagrożenie powodziowe dla miejscowości położonych w ich dolinach oraz pośrednio zmniejsza dopływ wód powodziowych do Wisły. Tym niemniej, za wyjątkiem kaskady zbiorników Rożnów-Czchów, ich położenie w górnej części zlewni dopływów sprawia, że ich realne przełożenie na kształtowanie się przepływów na analizowanym odcinku Wisły, jest mocno ograniczone.

#### **Charakterystyka stanu technicznego infrastruktury ochrony biernej**

Przedstawiono poniżej krótką charakterystykę stanu technicznego wałów na obszarze objętym realizacją Programu. Prezentowane dane i oceny wynikają z zapisów protokołów 5 letnich okresowych kontroli stanu technicznego i bezpieczeństwa wałów przeciwpowodziowych.

Sumaryczna długość wałów przeciwpowodziowych rzeki Wisły w omawianym zakresie wynosi 334,80 km w tym:



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

- długość wałów lewobrzeżnych wynosi 166,20 km w tym:
  - stan dobry – 74,38 km,
  - stan dostateczny – 77,62 km,
  - stan niedostateczny – 14,20km,
- długość wałów prawobrzeżnych wynosi 182,58 km w tym:
  - stan dobry – 65,75 km,
  - stan dostateczny – 111,36 km.
  - stan niedostateczny – 5,47 km,

Klasyfikacja stanu technicznego wałów określona jest zgodnie z obowiązującą 5-letnią kontrolą stanu technicznego budowli. Stan techniczny niedostateczny wału określa możliwość powstania w trakcie powodzi, jego awarii zagrażającej katastrofą budowlaną obiektu.

W niniejszej charakterystyce zastosowano podział, w omawianym zakresie rzeki Wisły, na pięć odcinków w odniesieniu do proponowanych działań w zakresie poprawy stanu bezpieczeństwa przeciwpowodziowego<sup>1</sup> tj.:

1. od stopnia wodnego Przewóz do ujścia Raby – km rz. 92+600 – 134+650 – odcinek ten znajduje się powyżej planowanego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa;
2. na obszarze projektowanego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa – km rz. 134+650 – 150+600 – odcinek od ujścia Raby do ujścia Uszwicy;
3. odcinek poniżej projektowanego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa – km rz. 150+600 – 227+600 tj. od ujścia Uszwicy, aż do ujścia Wisłoki. Jest to odcinek, na którym jest największy wpływ redukcji fali powodziowej przez polder przepływowy Koszyce - Szczurowa;
4. do odcinek od ujścia Wisłoki do Sandomierza – km rz. 227+600 – 269+150, gdzie wpływ polderu przepływowego nie będzie znaczący, natomiast poniżej Tarnobrzega jest planowany polder Przykop, który już będzie miał większy wpływ na redukcję fali powodziowej na Wiśle ;
5. odcinek km rz. 269+150 – 287+600 od Sandomierza, przez ujście Sanu do wodowskazu Zawichost .

#### Odcinek pierwszy od stopnia wodnego Przewóz do ujścia Raby – km rz. 92+600 – 134+650

Na tym odcinku wały posiadają I oraz II klasę hydrotechniczną. Stan techniczny wałów na tym odcinku ma ocenę niedostateczną lub dostateczną. Wymaga to przeprowadzenia prac modernizacyjnych dla poprawy stanu bezpieczeństwa wałów.

Na tym odcinku od powodzi w 2010 roku prowadzone są przez RZGW w Krakowie prace modernizacyjne w zakresie poprawy stanu technicznego wałów.

---

<sup>1</sup> Kilometraż rzeki Wisły użyty w niniejszym zestawieniu zgody jest z kilometrażem inwentaryzacyjnym wałów rzeki Wisły będącym w zasobach RZGW w Krakowie i RZGW Rzeszów.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym  
w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Modernizacja wałów polega przede wszystkim na poprawieniu ich szczelności, zarówno w korpusie wału jak i jego podłożu. Jest to realizowane poprzez wykonywanie pionowych przesłon przeciwfiltacyjnych na bazie mieszanek bentonitowo-cementowych oraz w postaci ekranów z geomembrany PVC lub PEHD umieszczonej na skarpie odwodnej korpusu wału. Również w ramach modernizacji wałów prowadzone jest ich dogęszczenie do wartości normowej  $Is=0,9$  a także zabezpieczenie przed zwierzętami kopiącymi nory w korpusach wałów takimi jak bobry, lisy itp. W przypadku za niskich wałów, w ramach modernizacji następuje ich podwyższenie.

W chwili obecnej prowadzone są prace projektowe obejmujące przebudowę lewobrzeżnych wałów rzeki Wisły na odcinku od ujścia potoku Kościelnickiego do ujścia rzeki Nidzicy. Zakres prac obejmuje tereny gmin: Igołomia-Wawrzeńczyce, Nowe Brzesko, Koszyce. Realizacja tych prac w sposób zdecydowany poprawi sytuację zabezpieczenia przeciwpowodziowego lewobrzeżnych wałów rzeki na całym odcinku, a zwłaszcza w km 103+000 – 117+200.

Wały brzegu prawego są już częściowo zmodernizowane lub w trakcie modernizacji, zwłaszcza na odcinku do Nowego Brzeska. Na tym odcinku wałów wzdłuż terenów doliny Wisły i Puszczy Niepołomickiej, dla celów rekreacyjnych, na koronach wałów wybudowano ścieżki rowerowe.

Odcinek drugi – ujście Raby do ujścia Uszwicy – km rz. 134+650 – 150+600

Wały posiadają II klasę hydrotechniczną oraz dostateczną ocenę stanu technicznego. Na tym odcinku wały wymagają modernizacji zarówno w zakresie stanu technicznego (uszczelnienie korpusów wałów i ich podłoża, poprawienia geometrii skarp) jak i podniesienia samej wysokości wałów.

Odcinek trzeci – ujście Uszwicy do ujścia Wisłoki – km rz. 150+600 – 227+600

Na tym odcinku wały posiadają II klasę hydrotechniczną z oceną stanu technicznego dostateczną i dobrą. Po powodzi w roku 2010 na tym odcinku są prowadzone systematyczne prace modernizacyjne, zwłaszcza na brzegu lewym, co widać również po ocenach stanu technicznego wałów zawartych w tabeli.

Zakres modernizacji wałów opisano przy omawianiu odcinka pierwszego w km rzeki 92+600 – 134+650

Odcinek czwarty- od ujścia Wisłoki do Sandomierza – km rz. 227+600 – 269+150

Wały na tym odcinku posiadają II klasę hydrotechniczną oraz dobrą ocenę stanu technicznego.

Odcinek ten obejmuje wały objęte działaniami modernizacyjnymi dotyczącymi nie tylko wałów rzeki Wisły, ale również wałów cofkowych dopływów Wisły. Działania te realizowane były w ostatnich latach, m.in. w ramach Projektu OPDOW.

Odcinek piąty - od Sandomierza, przez ujście Sanu do wodowskazu Zawichost km rz. 269+150 – 287+600

Wały na tym odcinku posiadają II klasę hydrotechniczną oraz dobrą ocenę stanu technicznego.

Na tym odcinku były prowadzone w ostatnich latach intensywne prace modernizacyjne zarówno wałów na brzegu prawym, gdzie zmodernizowano sekcje prawobrzeżnych wałów rzeki Wisły ,to jest od ujścia rzeki Trześniówki aż do granicy z RZGW w Lublinie oraz wały cofkowe rzeki San, a także odcinki wałów lewobrzeżnych rzeki Wisły oraz Koprzywianki.

## **1.2. Niedobory ilościowe i jakościowe obecnego systemu ochrony przeciwpowodziowej**

Stanem pożądanym dla istniejącego systemu ochrony przed powodzią jest optymalne wykorzystanie jego parametrów (możliwości) dla ochrony ludzi i mienia.

O stopniu ochrony przeciwpowodziowej decyduje sposób zagospodarowania i użytkowania terenów podlegających zalaniu. W przypadku doliny Górnej Wisły na terenach zagrożonych wezbraniem powodziowymi zlokalizowane zostały miasta i wsie, zakłady przemysłowe oraz obszary użytkowane rolniczo. Dla ich ochrony zastosowano środki techniczne łagodzące skutki powodzi w postaci wałów przeciwpowodziowych o określonej klasie ważności wraz z systemem pompowni, a także zbiorniki wielozadaniowe zlokalizowane na większych dopływach.

Wykonane wały przeciwpowodziowe mają na celu ochronę terenów przed ich zalaniem przez uformowaną, o stosownym prawdopodobieństwie pojawienia się, falę wezbraniową. Jednakże skuteczność tego sposobu ochrony nie może być gwarantowana, ponieważ zawsze istnieje potencjalne niebezpieczeństwo uszkodzenia lub przerwania wału, czy też przelania się wody przez wał.

Najbardziej negatywną cechą systemów ochrony przed powodzią za pomocą systemów wałów przeciwpowodziowych jest transfer ryzyka powodziowego w dół rzeki. Zjawisko to potęguje się na skutek nakładania się (superpozycji) fali powodziowej rzeki Wisły i jej dopływów oraz przyspieszania przemieszczania się fali wiślanej.

Problemem jest zachowanie drożności zarówno samego koryta rzeki Wisły, jak i jej międzywala.

Procesy sedymentacyjne rumowiska dennego rzeki mogą powodować odcinkowe ograniczenia drożności koryta. Osadzający się piasek, namuł może zmniejszyć przekrój poprzeczny koryta, przez co może dochodzić do miejscowych wahań rzędnych zwierciadła wody.

Problemem drożności międzywala jest porastająca je roślinność a zwłaszcza zwarte obszary zadrzewień i krzewów. Możliwości wycinki drzew i krzaków są ograniczone przez obszary chronione.

Wykonane analizy dotyczące wpływu wycinki drzew na przepływ fali powodziowej przeprowadzono na odcinku rzeki Wisły w obszarze chronionym Natura 2000 Tarnobrzskiej Doliny Wisły. Kluczowe dla niniejszych analiz było m.in. uwzględnienie dopuszczalnych zmian (wycinki) w świetle obowiązujących przepisów. Wycinkę zarekomendowano w obszarach zalesionych, które nie są chronionymi siedliskami i nie są siedliskami chronionych gatunków zgodnie z udostępnioną przez Regionalną Dyрекcję Ochrony Środowiska w Rzeszowie dokumentacją Planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Tarnobrzaska Dolina Wisły. Analiza możliwości poprawy przepustowości Wisły w wariantcie wycinki uwzględniającym uwarunkowania środowiskowe w obszarze Natura 2000, wykazała na możliwe redukcje rzędnych zwierciadła wody na różnych odcinkach Wisły wynoszących do 5 cm (z wykorzystaniem modeli hydraulicznych 1D). Efekty wycinki zauważalne były miejscowo, jest to spowodowane znacznymi ograniczeniami środowiskowymi przy wyznaczaniu obszarów mogących podlegać wycinie. Wskazany zakres wycinki przyczyniłby się do nieznacznej poprawy przepustowości w międzywale rzeki Wisły, nie ingerując w siedliska przyrodnicze obszaru Natura 2000.

Na analizowanym obszarze brak jest możliwości przeprowadzenia znaczącego i na dłuższych odcinkach rozsunęcia obwałowań. Z uwagi na intensywny stan zagospodarowania terenów aktualnego zawala zwiększenia rozstawu wałów jest z przyczyn ekonomiczno-społecznych

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

niemożliwe lub bardzo trudne do realizacji. Oczekiwane rozsuniecie wałów obejmować musiałoby kilkaset km wałów zapewniając ciągłość warunków przepływów powodziowych, a to w przypadku terenów zurbanizowanych jak np. Nowy Korczyn, Baranów Sandomierski czy Sandomierz byłoby niemożliwe i niewykonalne. Rozsuniecie wałów w tych miejscowościach jest nierealne do zrealizowania i na tych odcinkach pozostałyby tzw. „wąskie gardła”, (które już istnieją ze względu na przeprawy mostowe) i to bez możliwości budowy kanałów obiegowych. Budowa lub przebudowa zbiorników retencyjnych, polderów stałych i przepływowych oraz przysposobienie zlewni mają w przeciwieństwie do wałów przeciwpowodziowych, charakter zapobiegawczy, gdyż poprzez sterowaną retencję obniżają wysokość fali powodziowej oraz przeciwdziałają nakładaniu się fali powodziowej rzeki Wisły z jej dopływami. Taki sposób ochrony przed powodzią należy uznać za najbardziej racjonalny. W istotny sposób rzutuje on na zakres przedsięwzięć technicznych na analizowanym odcinku.

**Zatem za podstawowy niedobór w systemie ochrony przed powodzią doliny Górnej Wisły uznać należy brak znaczącej retencji, umożliwiającej transformację fali powodziowej w górnym odcinku Wisły. Ma to znaczenie zwłaszcza zważywszy na uwarunkowania hydrologiczno – meteorologiczne i orografii terenu południowych zlewni Górnej Wisły. Duże wysokości i natężenie opadów oraz krótkie czasy spływów wpływają na koncentrację fal z dopływów tj. Raby, Dunajca, Wiśłoki i Sanu. Zapewnienie możliwości transformacji fali powodziowej poprzez sterowaną retencję, na przedmiotowym odcinku Wisły umożliwi redukcję wezbrania do wielkości umożliwiającej bezpieczne przeprowadzenie przez teren międzywała oraz zapobieżenie równoczesnej kulminacji fal powodziowych z południowych dopływów Wisły.**

Jak już przedstawiono we wcześniejszym rozdziale, istniejący system przeciwpowodziowy górnej Wisły uogólniając obejmuje zasadniczo:

- wały przeciwpowodziowe różnych klas (klasa I – IV), o łącznej długości ok. 334,8 km,
- zbiorniki wielozadaniowe o pojemności powodziowej rzędu 23 – 29% pojemności całkowitej.

Wykonane w latach 2010 – 2024 inwestycje w dolinie górnej Wisły i odcinków ujściowych jej dopływów dotyczyły jedynie modernizacji wałów przeciwpowodziowych.

Spowodowało to, że główne niedobory istniejącego systemu przeciwpowodziowego, to jest brak pojemności retencyjnej, występują w dalszym ciągu i wiążą się z brakiem możliwości zwiększenia retencji sterowanej na dopływach.

Stan przeciwpowodziowej ochrony czynnej w regionach wodnych Górnej Zachodniej i Górnej Wschodniej Wisły w obszarze Projektu opiera się na zbiornikach retencyjnych. Wiele z tych obiektów funkcjonuje skutecznie i podlega regularnym kontrolom i pracom utrzymaniowym. Nie stwierdzono na nich możliwości zwiększenia rezerw powodziowych, które mogłyby znacząco zmniejszyć ryzyko powodziowe w regionie. Problemem w tym przypadku jest wielozadaniowość zbiorników na Dunajcu i zbiornika Solina. Funkcja energetyczna jest tutaj priorytetowa i przeciwstawna do funkcji przeciwpowodziowej.

Analizy prowadzone od kilkunastu lat w obszarze Projektu, głównie po powodzi 2010, a szczególnie te prowadzone zgodnie z wymogami Dyrektywy Powodziowej w ramach PZRP i aPZRP, wykazały, iż istniejąca ochrona czynna jest niewystarczająca do redukcji przepływu wód powodziowych na Wiśle i nawet z szeroko realizowaną w ostatnich latach ochroną bierną (głównie modernizacja obwałowań), niezbędne jest zwiększenie retencji wód w obszarze Projektu, aby nie transferować ryzyka na obszary położone poniżej, tj. do regionu wodnego Środkowej Wisły wraz z Warszawą.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Zapewnić to mogą w sposób bezpośredni i skuteczny obiekty retencyjne zlokalizowane bezpośrednio na rzece Wiśle, a nie jej dopływach.

W Projekcie 5.7.1, zaplanowano szereg polderów i zbiorników (łącznie o pojemności retencyjnej ok. 50 mln m<sup>3</sup>), które w skuteczny sposób zminimalizują zagrożenie dla Krakowa, jak również zmniejszą przepływy powodziowe na Wiśle poniżej Krakowa. Uzupełniając zdolności retencyjne zbiorników istniejących w zlewni Wisły powyżej Krakowa, tj. Zbiornika Goczałkowice na Małej Wiśle, Kaskady Soły i zbiornika Świnna Poręba na Skawie.

Mając jednak na uwadze kluczowe prawobrzeżne dopływy Wisły poniżej Krakowa i ich potencjalne oddziaływanie powodziowe na dolinę Wisły, istniejąca infrastruktura nie zabezpiecza możliwości osiągnięcia celu Projektu, zatem niezbędne jest wzmocnienie tego systemu o kolejne elementy poprawiające zdolność retencyjną w jego obszarze.

**W tej sytuacji, z przyczyn opisanych powyżej głównym celem niniejszego Programu jest zapewnienie dodatkowej retencji w dolinie górnej Wisły poniżej Krakowa.**

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## 1.3. Obszary problemowe

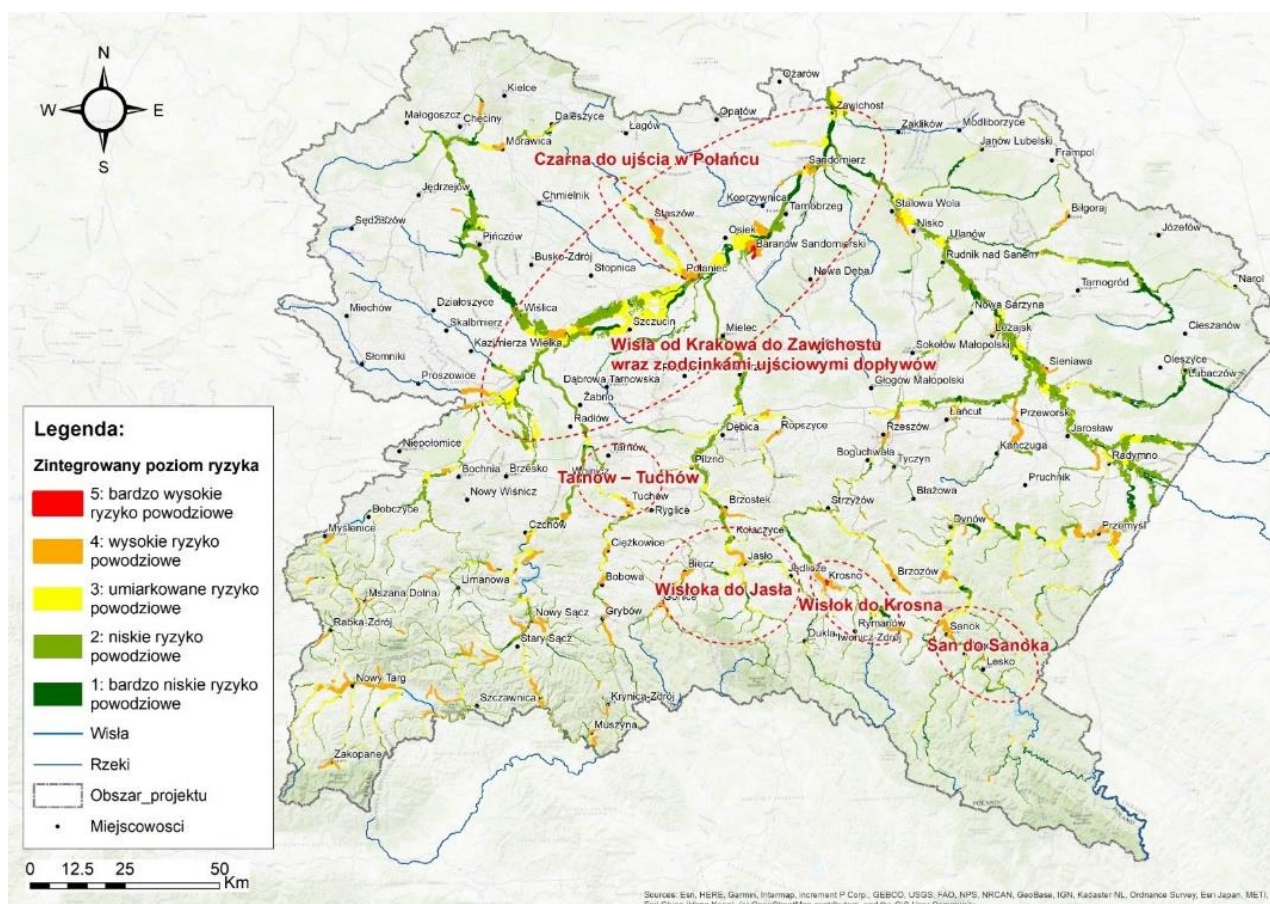
Analiza przestrzennego rozkładu ryzyka powodziowego dla powodzi rzecznych o mechanizmie naturalnego wezbrania prowadzona jest głównie w oparciu o metodykę aPZRP oraz na bazie danych z MZP i MRP, w tym:

- MZP z pierwszego cyklu, które nie podlegały aktualizacji,
- MZP i MRP z pierwszego cyklu, które podlegały aktualizacji,
- MZP i MRP opracowane w drugim cyklu.

W ramach wiodącego obszaru problemowego - Wisła od Krakowa do Zawichostu w następstwie przeprowadzonych analiz przestrzennego rozkładu ryzyka powodziowego zidentyfikowano następujące uszczegółowione obszary problemowe: Wisła od Krakowa do Zawichostu – wiodący obszar problemowy,

- Wisłok do Krosna,
- Czarna od Staszowa do Połańca,
- San do Sanoka,
- Wisłok do Jasła,
- Tarnów – Tuchów.

Obszary te zostały również zaznaczone na poniższym rysunku.



Rysunek 2 Obszary problemowe.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Zaktualizowany rozkład ryzyka powodziowego zasadniczo zbieżny jest z wynikami uzyskanymi na etapie aktualizacji Planu Zarządzania Ryzykiem Powodziowym dla Dorzecza Wisły (aPZRP).

Kierując się celem Zadania 5.7.2. pn. „Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie wodnym Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem” jakim jest obniżenie zagrożenia i ryzyka powodziowego na obszarze Projektu, **zidentyfikowane obszary problemowe ograniczono do odcinka doliny Wisły od Krakowa do Zawichostu.**

Dla pozostałych obszarów problemowych w ramach aPZRP wskazano rekomendowane działania w celu zmniejszenia poziomu ryzyka powodziowego. W ramach opracowania scenariuszy planistycznych opisanych w rozdziale 5, działania z aPZRP o charakterze retencyjnym zostały zweryfikowane pod kątem redukcji przepływu wód powodziowych w dolinie Wisły.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## 2. Opis obszaru objętego Programem

### 2.1. Położenie

Obszar objęty Programem zlokalizowany jest w południowo - wschodniej części Polski, w obrębie 4 województw (lubelskiego, małopolskiego, podkarpackiego i świętokrzyskiego). Analizowany teren obejmuje 62 powiaty i zajmuje powierzchnię 38 110,9 km<sup>2</sup>.



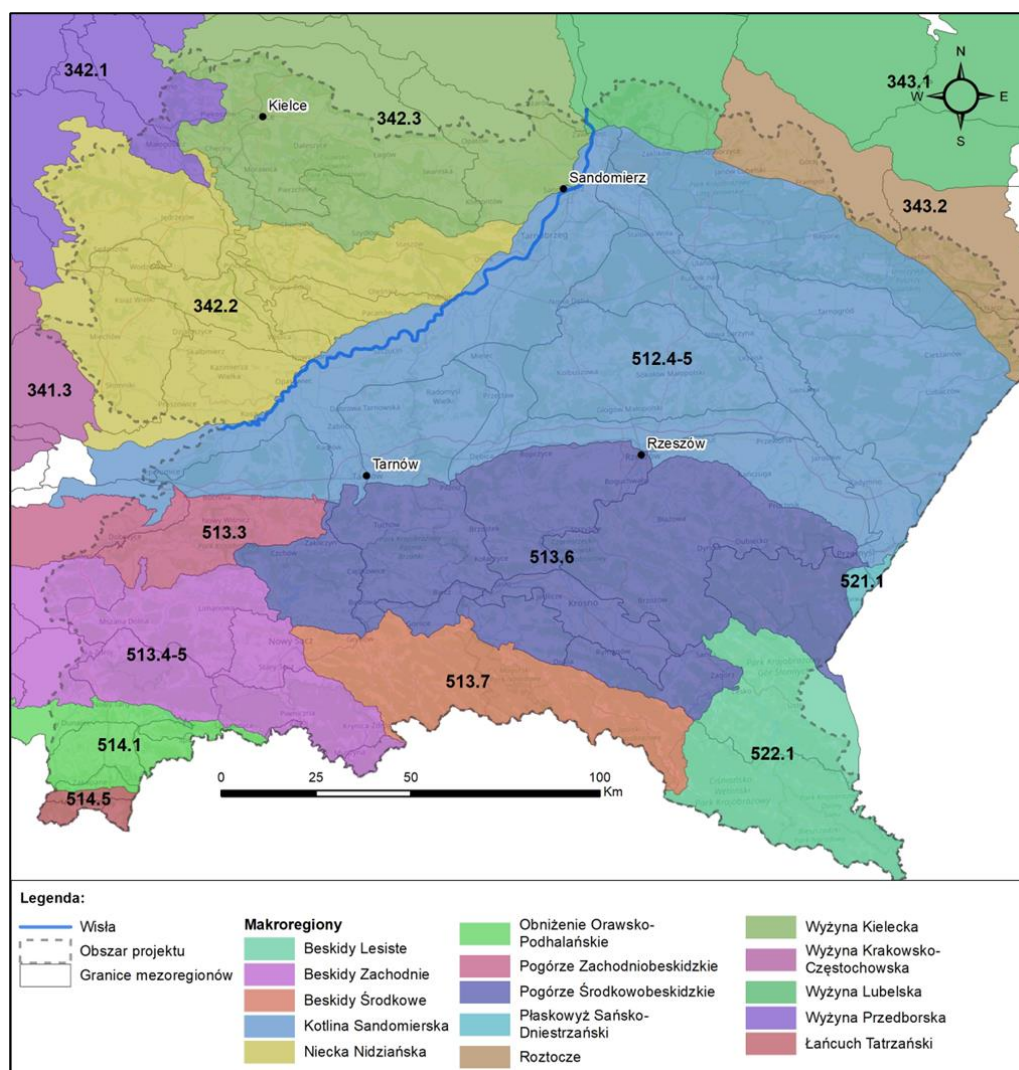
Rysunek 3 Położenie obszaru objętego Programem na tle obszaru Polski

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych PRG (Państwowy Rejestr Granic)

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski analizowany teren objęty Programem zlokalizowany jest w obrębie:

- 2 megaregionów – Pozaalpejska Europa Środkowa oraz Karpaty, Podkarpackie i Nizina Panońska,
- 3 prowincji – Karpaty Wschodnie z Podkarpaciem Wschodnim, Karpaty Zachodnie z Podkarpaciem Zachodnim i Północnym oraz Wyżyny Polskie,

- 6 podprovincji – Zewnętrzne Karpaty Wschodnie (Beskidy Wschodnie), Centralne Karpaty Zachodnie, Zewnętrzne Karpaty Zachodnie, Podkarpacie Północne, Wyżyna Małopolska oraz Wyżyna Lubelsko-Lwowska,
- 15 makroregionów – Wyżyna Kielecka, Wyżyna Lubelska, Roztocze, Wyżyna Przedborska, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, Niecka Nidziańska, Kotlina Sandomierska, Pogórze Środkowobeskidzkie, Podgórze Zachodniobeskidzkie, Beskidy Lesiste, Beskidy Środkowe, Beskidy Zachodnie, Obniżenie Orawsko-Podhalańskie, Łańcuch Tatrzański, Płaskowyż Sańsko-Dniestrzański
- 65 mezoregionów.

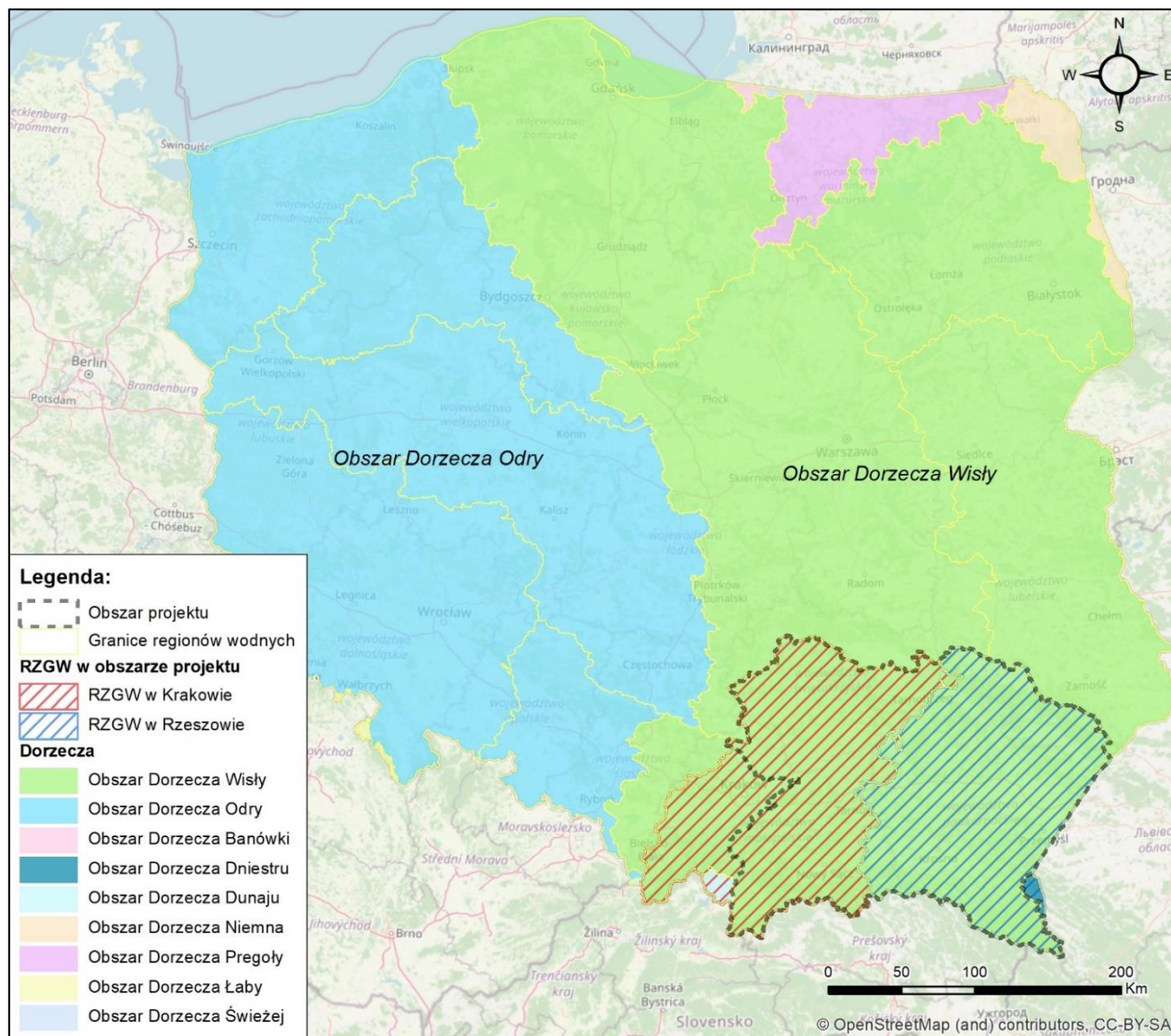


Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z [geoserwis.gdos.gov.pl](http://geoserwis.gdos.gov.pl)

Obszar objęty Programem leży w granicach dwóch regionalnych zarządów gospodarki wodnej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie: PGW WP RZGW w Krakowie - zarządzającego regionem wodnym Górnej Zachodniej Wisły i PGW WP RZGW w Rzeszowie – Górnej Wschodniej Wisły.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 5 Obszar objęty Programem na tle regionu wodnego i dorzeczy w Polsce

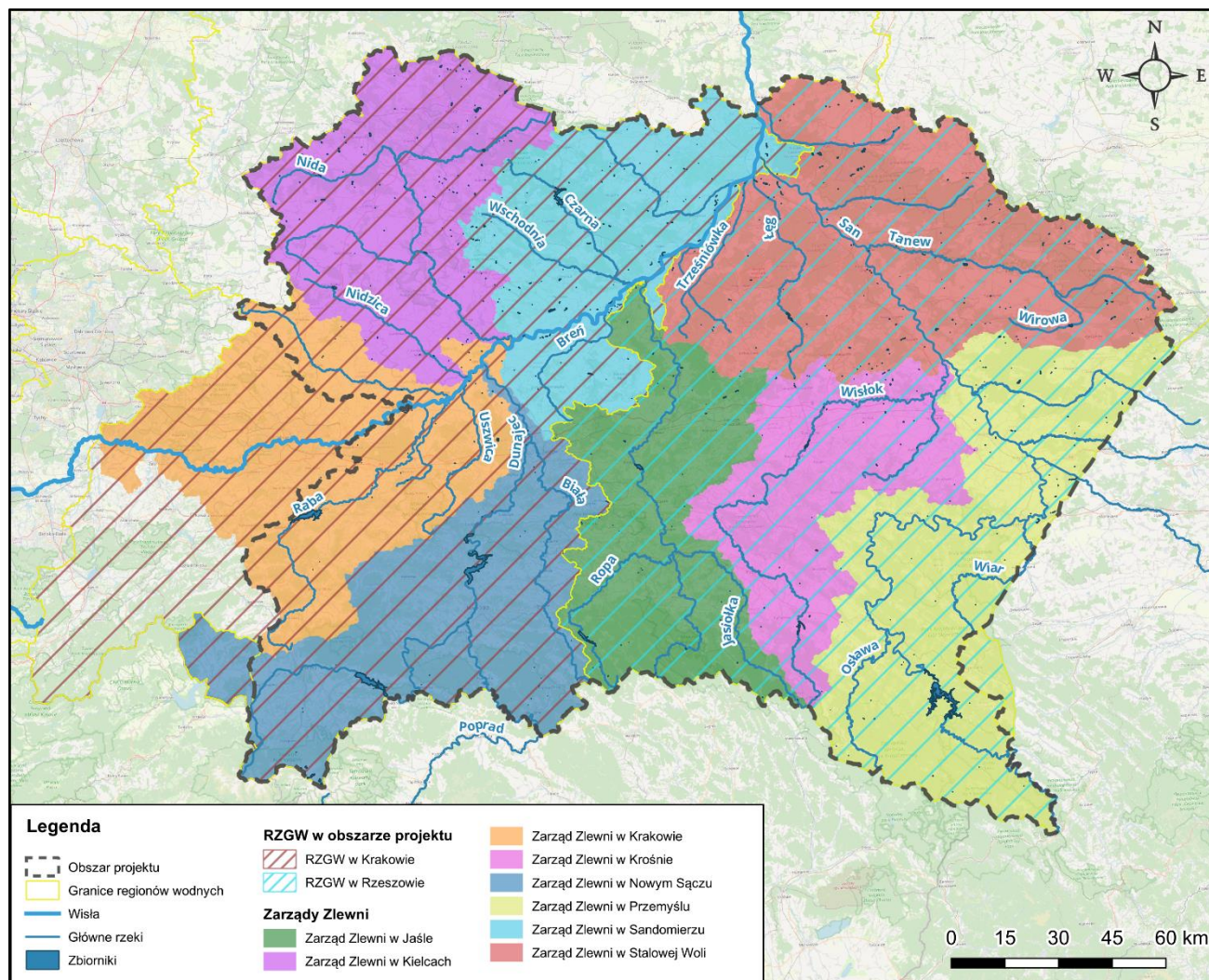
Źródło: Opracowanie własne na podstawie geobazy IIaPGW

Poniżej przedstawiono bardziej szczegółowy podział, uwzględniający także zarządy zlewni:

- PGW WP RZGW w Krakowie
  - Zarząd Zlewni w Kielcach
  - Zarząd Zlewni w Krakowie
  - Zarząd Zlewni w Nowym Sączu
  - Zarząd Zlewni w Sandomierzu
- PGW WP RZGW w Rzeszowie
  - Zarząd Zlewni w Krośnie
  - Zarząd Zlewni w Jaśle
  - Zarząd Zlewni w Przemyśle
  - Zarząd Zlewni w Stalowej Woli



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 6 Zarządy Zlewni w obszarze Projektu

## 2.2. Hydrografia i gospodarka wodna

Obszar Programu obejmuje część regionów wodnych Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły, należących do dorzecza Wisły. W granicach obszaru zlokalizowany jest odcinek Wisły pomiędzy Krakowem (wodowskaz Sierosławice – zamykający obszar realizacji Kontraktu nr 5.7.1.) a wodowskazem Zawichost. Obszar projektu obejmuje odcinek Wisły o długości ok. 164,8 km. Według danych MPHP10 do najdłuższych rzek zlokalizowanych w tej części zlewni Wisły należą kolejno: San (458 km), Dunajec (248 km), Wisłok (220 km), Wisłoka (173 km), Poprad (169 km), Nida (154 km), Raba (131 km), Tanew (114 km) oraz Biała (105 km). Spośród wymienionych do II rzędu rzek należą: San, Dunajec, Wisłoka, Nida i Raba. Pozostałe rzeki należą do rzędu III.

Na większej części obszaru opracowania przeważa zasilanie rzek poprzez spływ powierzchniowy, który na obszarze Karpat stanowi ponad 65% odpływu całkowitego, przy czym postępując w kierunku północnym przewaga zasilania powierzchniowego zmniejsza się na korzyść dopływu podziemnego i podpowierzchniowego. Wisła na tym odcinku jest ciekim o charakterze wyżynnym, który stopniowo przechodzi na obszarze Kotliny Sandomierskiej w ciek nizinny. Dolina Wisły prowadzi w kierunku północno-wschodnim i jej przebieg jest lokalnie modyfikowany. Szerokość dna doliny Wisły gwałtownie zwiększa się do 10 km przy ujściu Raby i dalej do Baranowa Sandomierskiego wzrasta do 15 km i tylko przy ujściu dopływów karpaccich osiąga 25 km. Szerokość równiny zalewowej jest zróżnicowana i zmienia się od 5 km w Krakowie, do 17 km przy ujściu Dunajca; przy ujściu Brenia maleje do 8 km i zwiększa się ponownie do 25 km przy ujściu Wisłoki. W kierunku Sandomierza szerokość dna doliny Wisły maleje do 10 km, zaś równiny zalewowej do 2 km. Poniżej ujścia Sanu, przed Małopolskim Przełomem Wisły, szerokość dna doliny maleje do 2 km. Odcinek Wisły w Kotlinie Sandomierskiej (tylko do ujścia Sanu), o długości 197 km, ma bardziej wyrównany bieg niż w Kotlinie Oświęcimskiej i Bramie Krakowskiej. Jego krętość wynosi 116%, co jest efektem prostowania koryta w XIX w. – w największym stopniu powyżej ujścia Raby (Trafas 1975). W konsekwencji krętość rzeki generalnie maleje z jej biegiem, od 130% koło Nowego Brzeska do 105% koło Sandomierza (Łajczak 1995a). Spadek koryta Wisły do ujścia Sanu wynosi 0,29‰, a rozwinięcie 105%. Dolina nadal jest asymetryczna z wysoką skarpą koło Sandomierza (Góry Pieprzowe) i rozległą równiną zalewową po wschodniej stronie rzeki, gdzie widoczne są ślady krętego koryta Sanu, który dawniej uchodził do Wisły bliżej Sandomierza.

Największe zbiorniki zaporowe w regionie to: Dobczyce na Rabie (pełniący funkcje zbiornika wody pitnej), Zespół Zbiorników Wodnych Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne, Rożnów i Czchów – wszystkie zlokalizowane na Dunajcu i pełniące funkcje ochrony przeciwpowodziowej, retencyjną oraz hydroenergetyczną. Ponadto w Regionie Wodnym Górnej Wschodniej Wisły znajdują się: zbiornik Solina na rzece San (pełniący funkcje ochrony przed powodzią, zaopatrzenia w wodę, hydroenergetyczną oraz rekreacyjną), Myczkowce na rzece San (pełniący funkcję wyrównawczą dla Zespołu Elektrowni Wodnych Solina-Myczkowce), Klimkówka na rzece Ropa (pełniący funkcje przeciwpowodziową, hydroenergetyczną, rekreacyjną i turystyczną) oraz Besko na rzece Wisłok (pełniący funkcję przeciwpowodziową, retencyjną i zaopatrzeniową). Mniejsze zbiorniki zlokalizowane w obszarze opracowania to Chańcza na rzece Czarna i Wilcza Wola na Łęgu. Szczegółowe zestawienie danych zostało przedstawione w rozdziale 1.1.

Położenie tego fragmentu dorzecza Wisły w strefie przejściowej klimatów oceanicznych i kontynentalnych, powoduje występowanie lat o bardzo dużej zmienności odpływu. W kierunku zachodnim pojawia się dominacja odpływu letniego. Odpływ z karpacczego dorzecza Wisły (do ujścia Sanu) mają zazwyczaj dwie kulminacje – roztopową (marzec, kwiecień) i opadową (czerwiec, lipiec). Najniższe roczne przepływy występujące we wrześniu są wywołane głównie niedoborami opadów.

## 2.3. Opis zagrożenia powodziowego

### 2.3.1. Charakterystyka powodzi historycznych

W wieku XX i XXI w dorzeczu Górnej Wisły zanotowano kilka dużych wezbrań powodziowych, m.in. w latach: 1903, 1925, 1934, 1960, 1970, 1972, 1997 i 2010.

Na początku XX w., w dniach 12-14 VII 1903 roku, wystąpiła znacząca powódź i objęła dorzecza: Soły, Skawy, Rudawy, Raby i Dunajca. Była to powódź o charakterze opadowym. Największe opady skoncentrowane były w dorzeczu Małej Wisły (przede wszystkim w Beskidzie Śląskim), w obszarze dorzecza górnej Wisły w pasie od Skawy do Rudawy oraz w zlewni Dunajca [Punzet 1994]. Długotrwałe intensywne opady spowodowały przybory wody w dorzeczu górnej Wisły, które trwały w dniach 6-12 VII. Największe notowano na Wiśle, Skawie i Rabie, gdzie wezbranie przybrało katastrofalne rozmiary. Natomiast w dorzeczu Wisłoki i Sanu wezbranie nie jest oceniane jako duże - kulminacje nie osiągnęły maksymalnych rocznych stanów wody. W całym dorzeczu Górnej Wisły w wielu miejscach przekroczone zostały najwyższe do tej pory notowane stany wody, z wyjątkiem przekroju Kraków. Na Wiśle fala wezbraniowa charakteryzowała się powolnym wznoszeniem trwającym 4-6 dni oraz powolnym opadaniem [Punzet 1994]. Na dopływach Wisły od Soły do Dunajca wzrost przepływów był natomiast gwałtowny (wystąpienie kulminacji nastąpiło w ciągu dwóch dni), przy czym fala powodziowa charakteryzowała się równie szybkim opadaniem (2 dni). W przekroju Wisły w Krakowie fala kulminacyjna osiągnęła 2000-2250 m<sup>3</sup>/s [Punzet 1994]. O katastrofalnych skutkach tej powodzi świadczą zachowane materiały historyczne, które informują, że w obrębie Krakowa w niektórych dzielnicach wysokość zalania przekraczała 1,5 m. Ogólną powierzchnię terenów zalanych w Dolinie Wisły od Dunajca do Sanu szacuje się na około 300 km<sup>2</sup> [Skarżyńska 1961].

W roku 1925 zanotowano trzy duże fale powodziowe, które wystąpiły na przełomie czerwca i lipca oraz na początku i w ostatnich dniach sierpnia – największą okazała się fala z przełomu czerwca i lipca. W górnym dorzeczu Wisły notowano intensywne opady, szczególnie w drugiej połowie czerwca. Roczniki hydrologiczne podają, że opady te osiągnęły bardzo dużą intensywność szczególnie we wschodniej części dorzecza Górnej Wisły - najintensywniejsze zanotowano 26 czerwca. W okresie 26 VI – 5 VII średni opad w dorzeczu Wisły do przekroju Kraków wyniósł 152,6 mm, Soły 153 mm, Skawy 148 mm, Raby 146 mm, Dunajca 149,3 mm [Punzet 1994]. Opady trwające przez pierwsze trzy tygodnie czerwca spowodowały wyczerpanie możliwości retencyjnych zlewni a intensywność opadów w ostatnich tygodniach czerwca 1925 spowodowała gwałtowny odpływ ze zlewni i wystąpienie fali powodziowej. Podobny przebieg miały pozostałe fale występujące w okresie lipiec-sierpień 1925 roku, które również miały charakter powodzi opadowych o charakterze rozlewnym. Można przyjąć, że szczególnie intensywny charakter miały te zjawiska we wschodniej części zlewni Górnej Wisły. Przekroczone zostały dotychczasowe maksima stanów wód na Sole w Żywcu i Kętach, na Skawie w Skawcach i Zatorze oraz na Wiśle m.in. w Niepołomicach, Przewozie czy Sandomierzu. Punzet ocenia, że charakter oraz czas trwania tych wezbrań powoduje, że elewacja w przypadku każdej z trzech rozpatrywanych fal była znacznie wyższa od wezbrań z 1813 i 1903 roku [Punzet 1994]. Fale te formowały się znacznie szybciej oraz trwały znacznie dłużej. Ogólną powierzchnię terenów zalanych w Dolinie Wisły do miejscowości Opoki szacuje się na około 189 km<sup>2</sup> [Kwiatkowski 1935].

Uznawana za największą powódź w regionie Górnej Wisły wystąpiła w 1934 r. Powódź o charakterze opadowym spowodowana była długotrwałymi opadami trwającymi niemal cały lipiec (ze szczególnym nasileniem w dniach 15-18 VII) miała miejsce w okresie 13-18 VII 1934. Objęła dorzecze Dunajca, Raby, Wisłoki i Skawy. Wysokość opadów oceniana jest jako katastrofalna: 16 VII na Hali



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Gąsienicowej spadło 255 mm deszczu, największe średnie dobowe natężenie opadów wyniosło 11,9 mm/godz. i zanotowano je w Witowie. W następstwie długotrwałych opadów atmosferycznych nastąpił przybór wody Wisły i jej karpackich dopływów. Należy jednak zanotować, że na Małej Wiśle, Sole i Rabie wezbranie nie osiągnęło wybitnego charakteru. Przepływy kulminacyjnie na Wiśle osiągnęły dotąd nienotowane maksima, poniżej ujściu Raby 3000 m<sup>3</sup>/s, zaś poniżej ujściu Dunajca 5000 m<sup>3</sup>/s. Ocenia się, że powstałe na skutek długotrwałych ulewnych deszczy wezbranie z 1934 roku objęło swoim zasięgiem całe karpackie dorzecze Wisły, przy powierzchni zalewu szacowanej się na 1260 km<sup>2</sup> (kilkaset kilometrów kwadratowych w samej dolinie Wisły) [Punzet 1994]. Powódź w 1934 roku była jedną z najbardziej tragicznych w historii Polski, zwłaszcza pod kątem ofiar śmiertelnych, ich liczba wyniosła aż 55 osób [Jarosz 2014].

Powódź w lipcu 1960 rozpoczęła w górnej części dorzecza Górnej Wisły. Poprzedziły ją dwa mniejsze wezbrania z 10 i z okresu 13-16 VII 1960 roku. Cały miesiąc charakteryzował się opadami atmosferycznymi, które utrzymywały się przez kilka dni i wywoływały okresowe podnoszenie się stanów wody. Powódź, która rozpoczęła się pod koniec miesiąca powodowana była opadami, ale także wynikającymi z nich następstwami, w postaci wypełnienia się możliwości retencyjnych zlewni po znacznym nasyceniu podłoża wodą. Wysokie stany wody notowane były na rzekach w górnej części zlewni: na Wiśle, Dunajcu, Sole, Skawie, Rabie i Wisłocze. Wystąpiło natomiast przekroczenie najwyższych notowanych dotąd stanów wody na niektórych małych dopływach: Białoucha, Uswica, Nida, Lubrzanka, Breń czy Kęp. Podczas wezbrania wystąpiła niekorzystna kulminacja wezbrań na Wiśle i jej dopływach Sole i Skawie, a następnie na Rabie i Dunajcu. Pozytywną rolę podczas wezbrania spełnił zbiornik Goczałkowice, którego praca przyczyniła się do zredukowania maksymalnego odpływu. Znacznie mniejszą skutecznością wykazały się zbiorniki Porąbka na Sole oraz Rożnów na Dunajcu – ich rezerwy okazały się za małe dla istotnej redukcji występujących fal powodziowych.

Powódź w dorzeczu Górnej Wisły z 1970 roku jest kolejną z występujących w tym obszarze powodzi o charakterze opadowym. Jej przyczyną były długotrwałe deszcze, które wystąpiły w okresie od 17 do 19 VII 1970 roku, szczególnie intensywne w zachodniej i środkowej części dorzecza. Na szeregu stacji opadowych 18 lipca dobowe sumy opadów przekroczyły 200 mm. Trzydniowe sumy opadów stanowiły ponad połowę opadów obserwowanych w lipcu 1970 roku, a suma opadów z lipca przekroczyła niekiedy nawet 2-3 krotnie sumy opadów z tego miesiąca dla wielolecia [Punzet 1994].

Tak duże sumy opadów spowodowały gwałtowny przybór wód w rzekach z kulminacjami występującymi między 19-22 VII. Fala charakteryzowała się bardzo dużą przeciętną prędkością przebiegu i wpłynęła na to, że zbiorniki w dorzeczu nie miały widocznego wpływu na czas kulminacji. Wezbranie z roku 1970 można scharakteryzować jako typowe wezbranie letnie. Objęło swoim zasięgiem karpacką część dorzecza Wisły, ale szczególnie zlewnie górnej Soły, górnej Skawy oraz dolnej Raby i Dunajca, gdzie przybrało katastrofalne rozmiary.

Kolejna duża powódź miała miejsce w sierpniu 1972 roku. Jej bezpośrednią przyczyną były opady atmosferyczne, który występowały w dniach 20-23 VIII i osiągały na wielu posterunkach 100 mm słupa wody w ciągu doby. Najwyższe natężenia notowano w zachodniej części Karpat w zlewniach Małej Wisły, Soły i Skawy. Powódź w wielu miejscach miała duże rozmiary, stany wody notowane na wodowskazach Jawiszowice, Nowy Bieruń i Popędzyna na Wiśle oraz w Bielsku na Białej, przekroczyły największe notowane maksima. Jednak kulminacyjne przepływy na dopływach nie osiągnęły wartości maksymalnych z 1960 roku. W czasie wezbrania odznaczyła się pozytywna rola zbiorników retencyjnych, które znacznie ograniczyły skalę zjawiska.

Powódź w lipcu 1997 roku miała charakter opadowy. Spowodowana opadami deszczu o wysokim natężeniu w dniach 4-9 lipca, zaś druga fala została spowodowana opadami w dniach 18-20 lipca,

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

trzecia spowodowana opadami w dniach 25-26 lipca i dotyczyła zwłaszcza zlewni górnego Sanu. Największa była pierwsza z zanotowanych fal, która przyniosła katastrofalną powódź [Grela i inni 1997]. Wysokość opadów w sześciodniowym okresie 4-9 lipca w Beskidzie Śląskim, Tatrach i Beskidzie Wyspowym kształtowała się pomiędzy 300-400 mm. Na wysokie sumy opadu nałożyła się sytuacja, gdy praktycznie wyczerpały się możliwości retencyjne zlewni, zarówno retencji gruntowej, jak i glebowej oraz powierzchniowej, na co miały wpływ topniejąca pokrywa śniegowa i duże sumy opadów w kwietniu i maju 1997 roku. Powódź w roku 1997 w dorzeczu Górnej Wisły miała w zasadzie dwa obszary występowania. Pierwszy – Wisła wraz z dopływami od Małej Wisły do Dunajca i drugi - Wisłoka i San z Wisłokiem. W pierwszym powódź miała przebieg katastrofalny, natomiast w drugim tylko w górnych biegach Wisłoki i Sanu nieznacznie przekroczone zostały stany alarmowe. Skala ta była jednak nieporównywalnie mniejsza do trwającej w tym czasie powodzi w dorzeczu Odry. Wezbranie to było mniejsze niż notowane w latach 1934, 1960 i 1972 [Grela i inni 1997]. Podczas wezbrania na redukcję kulminacji fali miała wpływ praca zbiorników retencyjnych położonych w dorzeczu.

Rok 2010 był wyjątkowy pod względem liczby i intensywności zjawisk powodziowych w dorzeczu Wisły. Doszło do aż 3 zdarzeń powodziowych, przy czym największym i generującym największe straty było zdarzenie majowe. Powódź, która wystąpiła w maju 2010 r. spowodowana została opadami deszczu o wysokim natężeniu, które wystąpiły w dniach 15-17 maja. Dobowe sumy opadu w dorzeczu Górnej Wisły wyniosły 130 mm. Dodatkowym niekorzystnym faktem było utrzymywanie się wysokich dobowych sum opadu w wielu miejscach zlewni na przełomie kwietnia i maja, co wpłynęło na znaczne zmniejszenie się możliwości retencyjnych zlewni. W wyniku bardzo wysokich opadów w górskich dopływach Małej Wisły i Wisły: na Sole, Skawie i Skawince nastąpił gwałtowny przybór wód, wezbrały także Przemsza i Ruda. 17 maja fala powodziowa dotarła do Krakowa, a już 18 maja nastąpił gwałtowny wzrost stanu wód Wisły zarówno poniżej, jak i powyżej miasta. Była to sytuacja wcześniej niespotykana. Miała na nią wpływ kulminacja fal Wisły i Skawinki. Po przejściu fali powodziowej przez Kraków, woda kierowała się w dół biegu rzeki. W Sandomierzu sytuacja stała się dramatyczna. Wisła wylała, zalewając znaczną część miasta, w tym osiedle Wielowieś oraz przemysłowe tereny położone na prawym brzegu rzeki – Fot. 1. Na skutek utrzymywania się wysokich sum opadów pod koniec miesiąca, miało miejsce wystąpienie drugiej fali powodziowej, co nastąpiło 2 czerwca. Woda zalała m.in. Jasło, Sandomierz, Tarnobrzeg i wiele miast i gmin w województwach małopolskim, podkarpackim, świętokrzyskim i lubelskim. Wały przeciwpowodziowe na Wiśle zostały przerwane w województwie małopolskim (gmina Szczurowa – Fot.2 i gmina Szczucin), podkarpackim (Tarnobrzeg), świętokrzyskim (gmina Tarłów), lubelskim (gmina Wilków i gmina Janowiec).

Powódź w zlewni górnej Wisły w roku 2010 była największą od roku 1934 i dużo większą niż w roku 1997. Stan wody w przekroju Kraków osiągnął 957 cm. Na skutek przerwania wałów ucierpiały też niektóre dzielnice położone w pobliżu Wisły. Wysokie straty zanotowano w miejscowościach górskich, gdzie dopływy Wisły gwałtownie przybrały pokazując swój niszczycielski charakter. Powierzchnię zalewu przy tej powodzi szacuje się na ok. 5540 km<sup>2</sup>.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Fot. 1 Akcja przeciwpowodziowa dla ochrony huty szkła w Sandomierzu (do powodzi doszło w drugiej połowie maja 2010 roku)

Źródło: Portal DobraPogoda24, [Rocznica powodzi w rejonie Sandomierza. Tak doszło do wylania Wisły na południu Polski. Padł rekord poziomu wody w rzece \(dobrapogoda24.pl\)](#), data wejścia: 29.07.2024



Fot. 2 Przerwany wał na Uszwicy w gminie Szczurowa (wał został przerwany w dniu 18.05.2010)

Źródło: Zasoby UG Szczurowa, publikacja na stronie internetowej Gazeta Krakowska, <https://gazetakrakowska.pl/w-wietrzychowicach-i-szczurowej-waly-nadal-przecieka/ar/579973>, data wejścia: 29.07.2024



### **2.3.2. Charakterystyka zagrożenia powodziowego w oparciu o istniejące dokumenty planistyczne**

Zgodnie z obowiązującą Ustawą Prawo wodne i ustaleniami Dyrektywy Powodziowej, na obszarze kraju opracowano dokumenty planistyczne, które identyfikują i prezentują zagrożenie powodziowe (WORP oraz MZP i MRP) i proponują zarządzanie nim wraz z konkretnymi działaniami (PZRP).

Wstępna ocena ryzyka powodziowego (WORP) wskazała szereg rzek i odcinków rzek jako obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi (ONNP), dla których w I i II cyklu planistycznym opracowywano mapy zagrożenia powodziowego (MZP) i mapy ryzyka powodziowego (MRP). W ramach przeglądu i aktualizacji map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego w II cyklu planistycznym Dyrektywy Powodziowej, obszary zagrożenia powodziowego wyznaczone zostały dla czterech scenariuszy powodziowych:

1. obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest niskie i wynosi 0,2%,
2. obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi 1%,
3. obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie i wynosi 10%,
4. obszary narażone na zalanie w przypadku zniszczenia lub uszkodzenia wału przeciwpowodziowego (wyznaczone dla przepływu o prawdopodobieństwie wystąpienia 1%) – scenariusz całkowitego zniszczenia wału przeciwpowodziowego.

Zakres opracowania objął sumarycznie 279 rzek na obszarze Programu o łącznej długości 5 199 km, co stanowi około 17% całkowitej długości odcinków rzek, dla których wyznaczono OZP w Polsce. Dodatkowo, w ramach scenariusza zniszczenia lub uszkodzenia budowli piętrzącej, przeanalizowanych zostało 6 zbiorników: Czorsztyn i Rożnów na Dunajcu, Dobczyce na Rabie, Besko na Wisłoku, Solina na Sanie oraz Chańcza na Czarnej.

Łączna powierzchnia obszarów zagrożenia powodziowego na analizowanym obszarze, dla poszczególnych scenariuszy powodziowych wynosi:

1. Scenariusz 10% – 756 km<sup>2</sup>,
2. Scenariusz 1% – 1 450 km<sup>2</sup>,
3. Scenariusz 0,2% – 2 389 km<sup>2</sup>,
4. Scenariusz całkowitego zniszczenia wału przeciwpowodziowego – 2 186 km<sup>2</sup>,
5. Scenariusz zniszczenia lub uszkodzenia budowli piętrzącej – 2 456 km<sup>2</sup>.

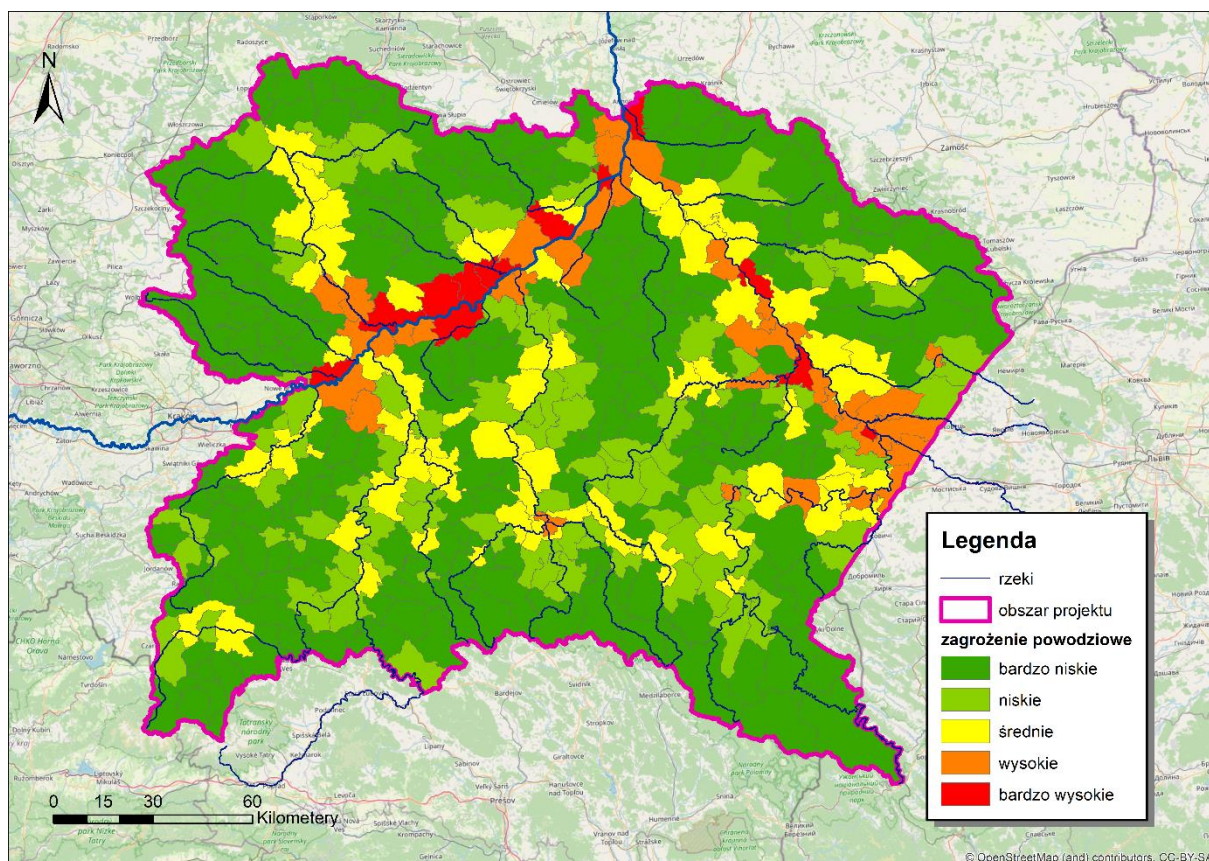
Wyznaczone na potrzeby opracowania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego OZP zlokalizowane są na obszarze 296 gmin dla scenariusza 10%, 299 – dla scenariusza 1% oraz 303 gmin dla scenariusza 0,2% (na łącznie 409 gmin położonych w całości lub częściowo na obszarze Projektu).

Analiza zagrożenia powodziowego na poziomie jednostek administracyjnych wskazuje, że największe zagrożenie powodziowe dla scenariusza 1%, wyrażone jako procentowy udział powierzchni OZP w całkowitej powierzchni gminy, występuje w gminach Nowy Korczyn, Annapol, Połaniec, Radymno, Łubnice, Szczucin, Koszyce, Tryńcza, Pacanów, Sandomierz, Krzeszów, Łoniów i Wiślica. W gminach tych powierzchnia OZP wyznaczonych w ramach opracowania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego przekracza 19% całkowitej powierzchni gminy na obszarze realizacji Projektu. Dla scenariusza 0,2% największe zagrożenie występuje

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

w gminach: Borowa, Bolesław, Szczucin, Gręboszów, Szczurowa, Tarnobrzeg, Łubnice, Wietrzychowice, Gorzyce, Mędrzechów, Pacanów, Nowy Korczyn, Sandomierz i Czermin – powierzchnia wyznaczonych OZP przekracza w tych przypadkach 43% powierzchni gminy. Dla scenariusza wysokiego prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi 10%, największe zagrożenie powodziowe obejmuje gminy Gawłuszowice, Borowa, Wiślica, Nowy Korczyn, Sandomierz, Tryńcza, Krzeszów, Annopol, Złota, Koszyce, Bolesław, Zawichost, Gręboszów, Gorzyce, Wietrzychowice, Opatowie, Tarnobrzeg, Krzywca, Radymno i Leżajsk – dla tych gmin powierzchnia wyznaczonych OZP przekracza 9,3% powierzchni zlewni na obszarze realizacji Programu.

Na rysunku poniżej przedstawiono klasyfikację zagrożenia powodziowego w gminach. Granice klas wyznaczone zostały metodą naturalnego podziału. Jak widać, największe zagrożenie powodziowe dla wszystkich scenariuszy koncentruje się wzdłuż Wisły. Dla scenariusza 1% dodatkowo wysokie zagrożenie powodziowe widoczne jest dla Nidy poniżej ujścia Mierzawy. W zlewni Sanu obejmuje praktycznie wszystkie gminy zlokalizowane wzdłuż rzeki począwszy od gminy Dynów aż do ujścia Sanu do Wisły, dodatkowo gminy wzdłuż odcinków rzek Wisznia i Szkło. Lokalnie wysokie zagrożenie powodziowe widoczne jest wzdłuż Lubaczówki, jak również w okolicy ujścia Ropy i Jasiołki do Wisłoki.



Rysunek 7 Analiza zagrożenia powodziowego na obszarze Projektu dla scenariusza 1%

Wysoki stopień zagrożenia powodziowego na analizowanym obszarze, a co za tym idzie potrzebę realizacji Programu, potwierdza również analiza aktualizacji Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym w obszarze dorzecza Wisły (aPZRP) w II cyklu planistycznym Dyrektywy Powodziowej. W ramach aPZRP dla dorzecza Wisły wyznaczono łącznie 59 Obszarów

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Problemowych (OP), tj. obszarów charakteryzujących się najwyższym poziomem zintegrowanego ryzyka powodziowego, 19 spośród nich zostało zidentyfikowanych w zlewni Wisły między Krakowem a Zawichostem. Dodatkowo w regionach wodnych Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły wyznaczono 78 Miejsc Problemowych (MP), stanowiących uszczegółowienie Obszarów Problemowych, 64 z nich znajdują się na obszarze realizacji Programu.

W ramach aPZRP na analizowanym obszarze wyznaczono 461 działań (w 12 różnych kategoriach działań). Stanowią one ponad 53% wszystkich działań wskazanych do realizacji w ramach aPZRP dorzecza Wisły. Ponieważ obszar ten zajmuje niecałe 21% powierzchni dorzecza Wisły należy przyjąć, że cechuje on się ponadprzeciętną złożonością problemów związanych z zagrożeniami powodziowymi.

### 3. Cel Projektu

#### Cel strategiczny Projektu

Celem strategicznym Projektu jest zmniejszenie zagrożenia powodziowego oraz ryzyka powodziowego (częstotliwości i wielkości strat ludzkich, społeczno-ekonomicznych i środowiskowych) w dolinie Wisły na odcinku Kraków – Zawichost<sup>2</sup>.

#### Cel operacyjny Projektu

Zwiększenie bezpieczeństwa powodziowego dla blisko 140 tys. mieszkańców, właścicieli i zarządców infrastruktury komunalnej oraz przedsiębiorców, a także otwarcie na dalszy rozwój społeczno-gospodarczy blisko 100 tys. hektarów terenów w dolinie Wisły.

### 4. Opis założeń scenariusza hydrologicznego oraz modelu hydraulicznego

Dotychczas obowiązujący scenariusz dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia  $p=1\%$  opracowany w ramach aMZPiMRP zakładał zachowanie podczas obliczeń wartości przepływu maksymalnego o takim samym prawdopodobieństwie przewyższenia na każdym wodowskazie modelowanego odcinka Wisły. Podyktowane jest to wymaganiami dotyczącymi tworzenia mapy zagrożenia powodziowego i jest zgodne z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 4 października 2018 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego. Obowiązek utrzymania wielkości przepływów o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w profilu podłużnym dla tego odcinka, powoduje konieczność zwiększenia sumarycznej objętości wody w modelu hydraulicznym. Spowodowane jest to faktem przelewania się wody przez wały przeciwpowodziowe, co w połączeniu z transformacją korytową w konsekwencji prowadzi do utraty objętości, którą należy uzupełniać.

Opracowany w projekcie scenariusz operacyjny jest koncepcją hydrologiczną, która pomaga urealnić objętość wezbrania hipotetycznego pomiędzy wodowskazami Sierosławice i Zawichost.

---

<sup>2</sup> Realizacja celu strategicznego, ukierunkowanego na obniżenie ryzyka powodziowego w dolinie Wisły, będzie miała także wpływ na redukcję zagrożenia powodziowego na obszarze regionu wodnego Wisły Środkowej, poniżej Zawichostu.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Zgodnie z danymi obserwacyjnymi, retencja dolinowa i korytowa powoduje wydłużenie fali i obniżenie przepływów maksymalnych. Scenariusz taki pozwala naśladować rzeczywistą sytuację, występującą podczas wezbrań historycznych na tym odcinku, polegającą na stopniowym wzroście prawdopodobieństwa przewyższenia przepływu maksymalnego w dół badanego odcinka. Oznacza to także stworzenie warunków brzegowych dla modelowania hydraulicznego, „naśladowanych” naturalny mechanizm transformacji przepływu na tym odcinku.

Uznano, że przygotowany scenariusz operacyjny posłuży lepiej celowi Projektu w zakresie planowania działań niż te przyjęte w aMZPiMRP, których to celem jest zaproponowanie środków nietechnicznych i technicznych pozwalających na obniżenie zagrożenia powodziowego na tym obszarze. Tym samym jest możliwe ukazanie efektu działania proponowanych polderów na odcinku Wisły poniżej ich lokalizacji.

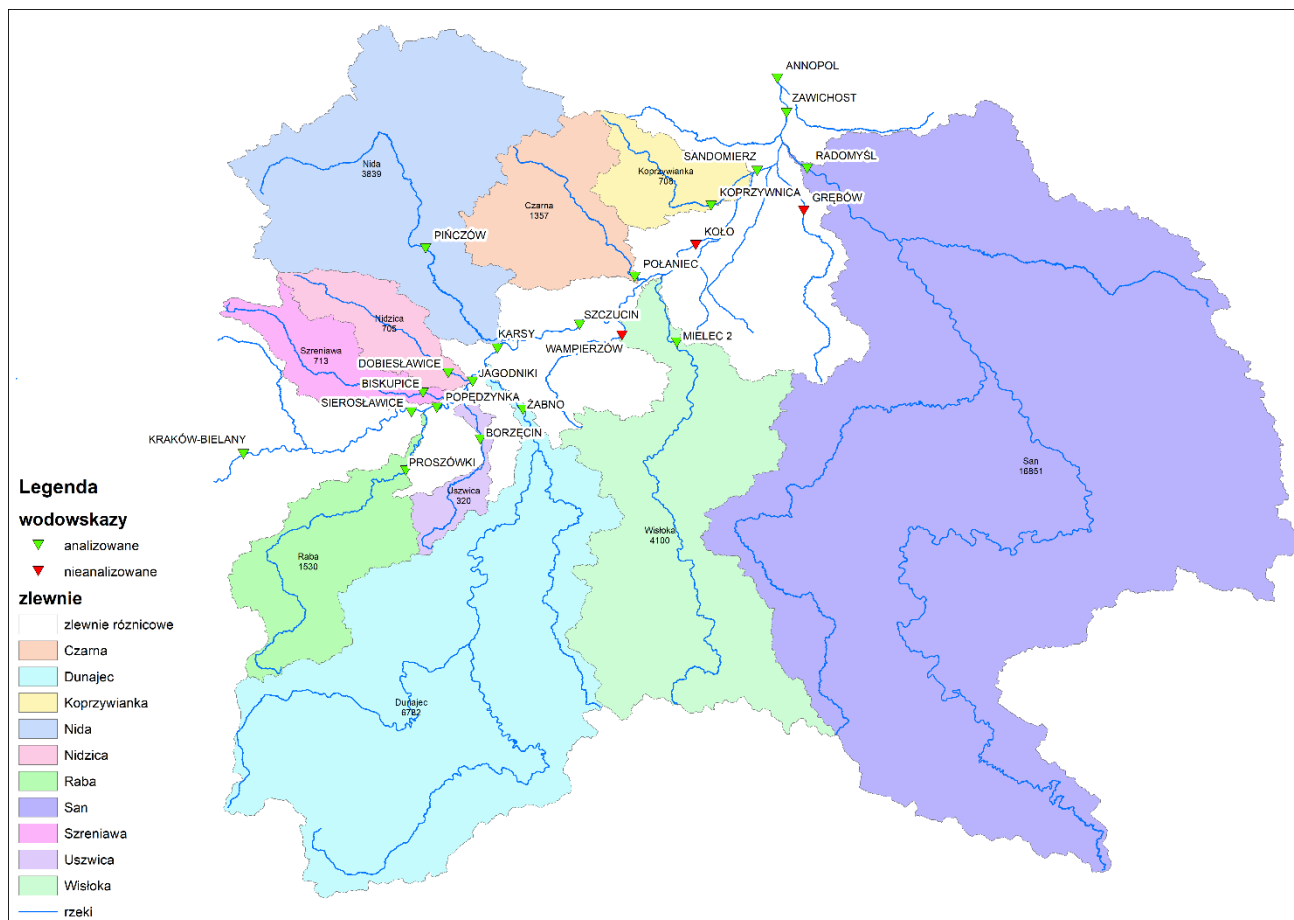
Wodowskazy objęte analizą przedstawia poniższa tabela i rysunek:

*Tabela 2 Zestawienie wodowskazów poddanych analizie*

LP	KOD SZS	WODOWSKAZ	RZEKA
1	150200060	SIEROSŁAWICE	WISŁA
2	150200100	POPEŁDZYŃKA	WISŁA
3	150200130	JAGODNIKI	WISŁA
4	150200150	KARSY	WISŁA
5	150210020	SZCZUCIN	WISŁA
6	150210170	SANDOMIERZ	WISŁA
7	150210120	MIELEC 2	WISŁOKA
8	150200140	BORZĘCIN	USZWICA
9	150200070	BISKUPICE	SZRENIAWA
10	150210210	RADOMYŚL	SAN
11	150210180	PROSZÓWKI	RABA
12	150200110	DOBIESŁAWICE	NIDZICA
13	150200080	PINCZÓW	NIDA
14	150210160	KOPRZYWNICA	KOPRZYWIANKA
15	150200170	ŻABNO	DUNAJEC
16	150210100	POŁANIEC	CZARNA



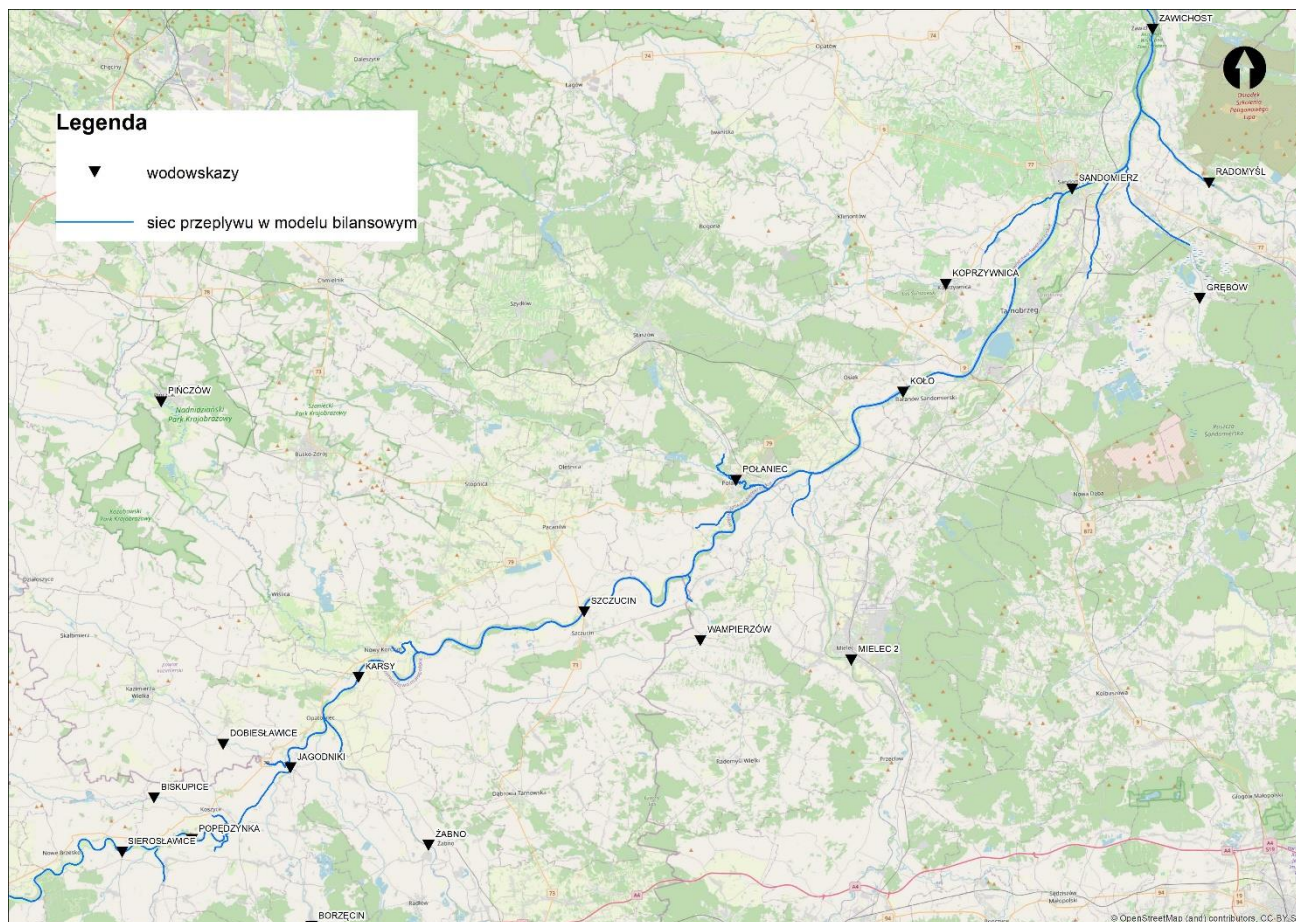
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 8 Wodowskazy poddane analizie

Analizie poddano historyczne współwystępowanie przepływów maksymalnych na dopływach w stosunku do wodowskazów na Wiśle. Ustalono jakie przepływy na dopływach ( $m^3$  i  $p\%$ ) odpowiadają przepływowi na wodowskazach wiślanych znajdujących się bezpośrednio powyżej ujścia dopływu ( $m^3$  i  $p\%$ ). Dodatkowo ustalono średni czas pojawienia się przepływu maksymalnego na wodowskazie położonym na dopływie, w stosunku do chwili pojawienia się przepływu maksymalnego na konkretnym wodowskazie na Wiśle. Przeprowadzono także obliczenia dobiegu fal na dopływach od wodowskazu wykorzystanego w obliczeniach do ujścia, przy wykorzystaniu modeli z aMZPiMRP. Ustalenie uśrednionej koincydencji czasowej, w połączeniu z czasem dobiegu fali do ujścia dopływu, pozwoliło na wstępne ustalenie zależności czasowych pomiędzy falami na Wiśle i falami na dopływach w modelu hydraulicznym.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



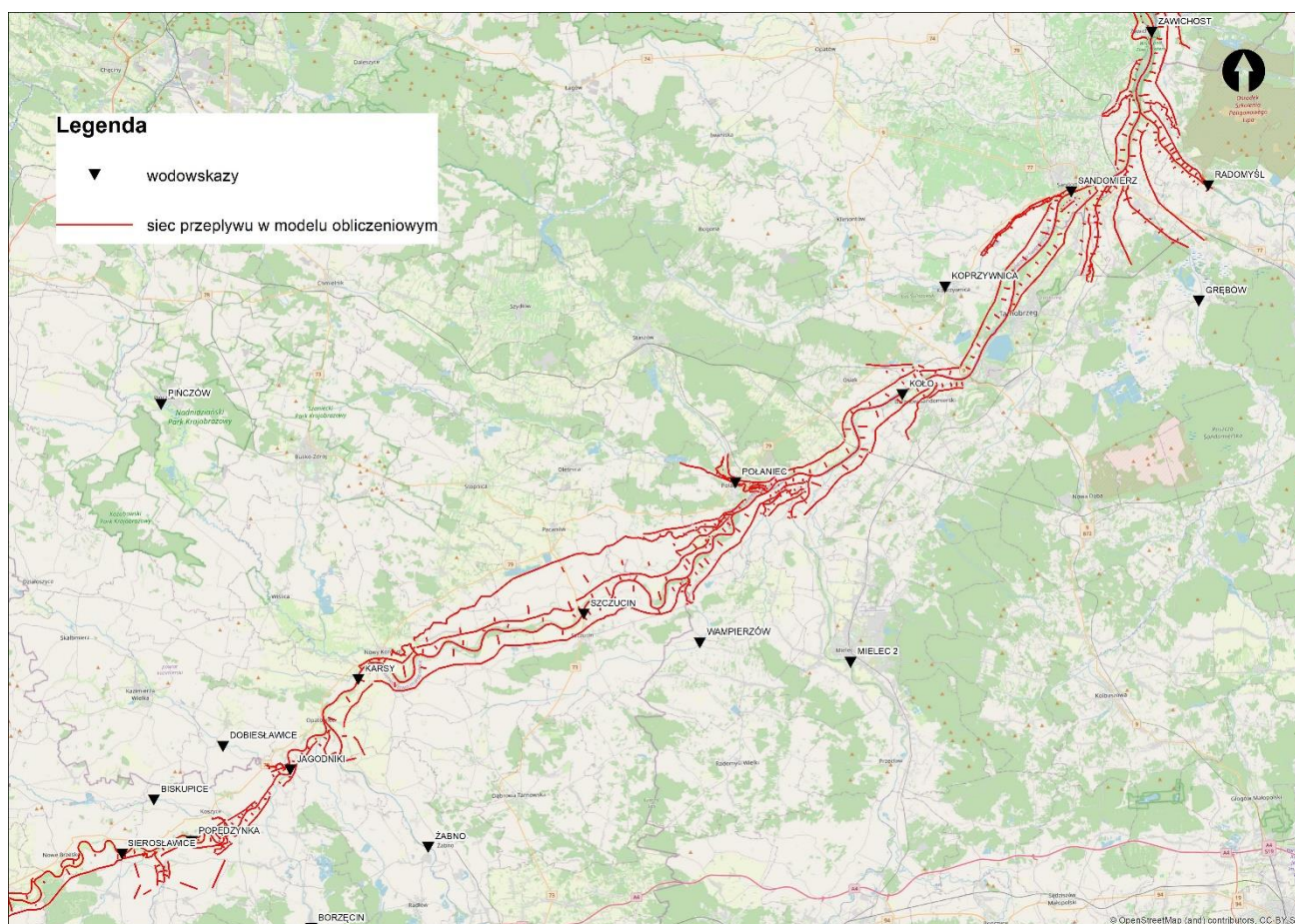
Rysunek 9 Lokalizacja istotnych wodowskazów w dolinie Wisły i jej dopływów.

Kolejnym etapem tworzenia scenariusza operacyjnego było zbilansowanie objętości przepływu na kolejnych wodowskazach na Wiśle. Polegało ono na dopasowaniu wyniku modelowania w profilu podłużnym Wisły do kształtów fal hipotetycznych. Na warunki brzegowe składają się górne warunki brzegowe dla Wisły  $Q_{10\%}$ ,  $Q_{1\%}$ ,  $Q_{0.2\%}$  pochodzące z wariantu W0 z Projektu 5.7.1 dla wod. Bielany i hydrogramy fal hipotetycznych na dopływach uzyskane w procesie bilansowania. Wykorzystany w tej fazie model został ograniczony do przepływu w międzywalu i ujściowych odcinków dopływów (Rysunek 9) co pozwoliło na uniknięcie strat objętości wynikających z przelewania się przez wały przeciwpowodziowe przy jednoczesnym uwzględnieniu transformacji korytowej i dolinowej na badanym odcinku.

Tak przygotowany zestaw warunków brzegowych został podłączony do modelu z pełną schematyzacją sieci przepływu (Rysunek 10). Wyniki tak przygotowanego modelu są podstawą do planowania działań (scenariuszy planistycznych).



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 10 Struktura modelu hydraulicznego doliny Wisły.

## 5. Rozpatrywane warianty ochrony przed powodzią

W ramach prac analitycznych przygotowano i przeanalizowano szereg wariantów planistycznych, których podstawowym celem było zmniejszenie zagrożenia powodziowego w dolinie Wisły na odcinku poniżej Krakowa do Zawichostu.

Poniżej przedstawiono skrótowe podsumowanie rozpatrywanych wariantów, a szczegółowy ich opis wraz z wynikami modelowania hydraulicznego przedstawiono w Załączniku nr 1.

Przed przystąpieniem do definiowania wariantów planistycznych zdefiniowano w pierwszej kolejności wariant wyjściowy tzw. Wariant „0”, do którego odnoszone były w kolejnych etapach wszelkie rozpatrywane działania przeciwpowodziowe na obszarze realizacji Projektu. Do opracowania Wariantu „0” przygotowany został scenariusz hydrologiczny zawierający zestaw warunków brzegowych dla przepływów prawdopodobnych ( $p=10, 1$  i  $0,2\%$ ). Szczegóły tych założeń opisano w rozdziale 4. Następnie przeprowadzono symulacje poszczególnych przepływów na modelu hydraulicznym, co pozwoliło w danym miejscu i czasie oszacować poziom zagrożenia powodziowego w dolinie Wisły oraz rozpoznać możliwości opóźnienia odpływu ze zlewni na obszary położone poniżej, zwłaszcza obszary zurbanizowane. Uzyskane dla tego wariantu wyniki w postaci przepływów maksymalnych i odpowiadających im maksymalnych rzędnych zwierciadła wody przyjęto jako punkt porównawczy dla kolejnych wariantów planistycznych.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Początkowe scenariusze planistyczne zdefiniowano w wyniku przeglądu i wyboru potencjalnych działań retencyjnych umieszczonych w obowiązujących ogólnokrajowych dokumentach planistycznych tj. Plan Zarządzania Ryzykiem Powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły (PZRP), Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy (PPSS), Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (PGW) oraz Programie planowanych inwestycji w gospodarce wodnej PGW Wody Polskie na lata 2022-2025.

W trakcie wyboru działań retencyjnych oceniano je przez pryzmat następujących kryteriów:

- Rodzaj działania i jego potencjalny wpływ na zasięg obszarów zagrożenia powodziowego,
- Lokalizację działania na obszarze modelowanym w ramach projektu aMZPiMRP,
- Lokalizację działania względem obszarów problemowych wyznaczonych w Projekcie,
- Dostępności dokumentacji zawierającej parametry niezbędne do implementacji działania w modelu hydraulicznym.

W ten sposób powstały warianty planistyczne oznaczone jako „Scenariusz 1” oraz „Scenariusz 2”. Uzyskane wyniki modelowania dla obu scenariuszy pokazały, że wybrane działania nie mają większego wpływu na redukcję przepływu i rzędnych zwierciadła wody w korycie Wisły. Rozpatrywane potencjalne zbiorniki przeciwpowodziowe z uwagi na fakt, że są zlokalizowane w górnych partiach dopływów do Wisły, mają głównie lokalny zasięg oddziaływania bezpośrednio na odcinki poniżej, a zasięg ten maleje jednak wraz z przyrostem powierzchni zlewni. Innymi słowy, im bardziej lokalizacja zbiornika oddalona jest od ujścia cieku, tym mniejszy jest jego wpływ na odbiornik.

Wyjątkiem w grupie analizowanych działań jest 11 szt. polderów zlokalizowanych wzdłuż Wisły powyżej Krakowa (projekt 5.7.1) ujętych na liście działań PZRP. Dla tych działań wyniki modelowania wskazywały na znaczną redukcję przepływu również na odcinku Wisły poniżej Krakowa. Z tego powodu zdecydowano o włączeniu tych polderów na listy działań kolejnych wersji wariantów planistycznych.

Z uwagi na niewystarczającą redukcję przepływów na Wiśle dla działań ze Scenariusza 1 i 2, zdecydowano o konieczności opracowania kolejnych wariantów planistycznych opartych o nowe działania retencyjne w postaci retencji naturalnej, polderów, zbiorników przeciwpowodziowych oraz kanałów ulgi. Typowanie lokalizacji nowych potencjalnych obiektów retencyjnych zostało przeprowadzone w oparciu o wizyty terenowe, numeryczny model terenu, ortofotomapę, bazę danych obiektów topograficznych i skany map topograficznych. Istotnym aspektem przy wyborze nowych lokalizacji działań retencyjnych jest uzyskanie redukcji zagrożenia powodziowego w zidentyfikowanych obszarach problemowych wzdłuż Wisły.

W ten sposób w ramach Scenariusza 3 analizowano szereg działań pogrupowanych w osiem wariantów planistycznych oznaczonych jako warianty W1 – W8. Przykładowo w ramach analizowanych działań rozważano m.in. budowę 17 szt. polderów wzdłuż Wisły, budowę kanałów ulgi w zlewni Kanału Strumień i Trześniówki, polderu przepływowego na Wiśle oraz rozbiórki wałów przeciwpowodziowych w celu zwiększenia retencji dolinowej. Wytypowane nowe działania były modelowane naprzemiennie z uwzględnieniem wpływu budowy 11 szt. polderów powyżej Krakowa.

Uzyskane wyniki modelowania hydraulicznego dla poszczególnych wariantów w ramach Scenariusza 3 pozwoliły wytypować pięć wariantów, których działania istotnie redukują poziomy wody powodziowej na Wiśle.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Zauważyć należy, że na dotychczasowym etapie wszystkie analizy wariantowe dla Scenariuszy 1-3 prowadzone były w oparciu o ocenę działań jedynie pod kątem hydraulicznym, natomiast w kolejnym etapie dokonano już oceny wytypowanych wariantów pod szerszym kątem w odniesieniu do aspektów społecznych, środowiskowych i ekonomicznych. W celu wzbogacenia listy potencjalnych działań zdecydowano o włączeniu do prowadzonych analiz również działań rekomendowanych w ramach „Koncepcji ochrony przed powodzią Wisły i jej dopływów w rejonie Sandomierza i Tarnobrzega”, opracowanej w 2011 r. Rekomendowane wówczas działania polegały na budowie kaskady trzech polderów usytuowanych na lewym brzegu Wisły powyżej ujścia Kanału Strumień, w ramach tzw. polderu Strumień o łącznej pojemności 160 mln m<sup>3</sup>.

Powyższy zestaw sześciu wariantów oznaczonych jako warianty WI-WVI stanowił tzw. pośredni pakiet wariantów planistycznych, z którego wytypowano trzy ostateczne warianty ochrony przed powodzią tj.:

- Wariant OP I – Poldery wzdłuż Wisły (17 szt.)

Wariant zakłada budowę 17 polderów wzdłuż Wisły o łącznej pojemności 101,9 mln m<sup>3</sup>.

- Wariant OP II – Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa

Wariant zakłada budowę polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa o pojemności 206,0 mln m<sup>3</sup>.

- Wariant OP III – Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa + polder wzdłuż Wisły „Przykop”

Wariant OP III zakłada budowę polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa o pojemności 206,0 mln m<sup>3</sup>, budowę polderu Przykop wzdłuż Wisły o pojemności 20,5 mln m<sup>3</sup>.

Każdy z wariantów (OP I, OP II, OP III) zakłada również realizację działań z zakresu zielonej hydrotechniki, ukierunkowanych na zwiększenie retencji naturalnej (odtworzenie starorzeczy, bagnisk i mokradeł, rowów melioracyjnych oraz zalesianie). Charakterystykę tych działań opisano w rozdziale 6.3.

Każdy z ww. wariantów uwzględnia efekty działań zawartych w Projekcie 5.7.1.

Mając na uwadze uzyskane wyniki modelowania hydraulicznego, **należy uznać wariant OP III za najbardziej efektywny** pod względem redukcji przepływu, a tym samym redukcji poziomu wód powodziowych.

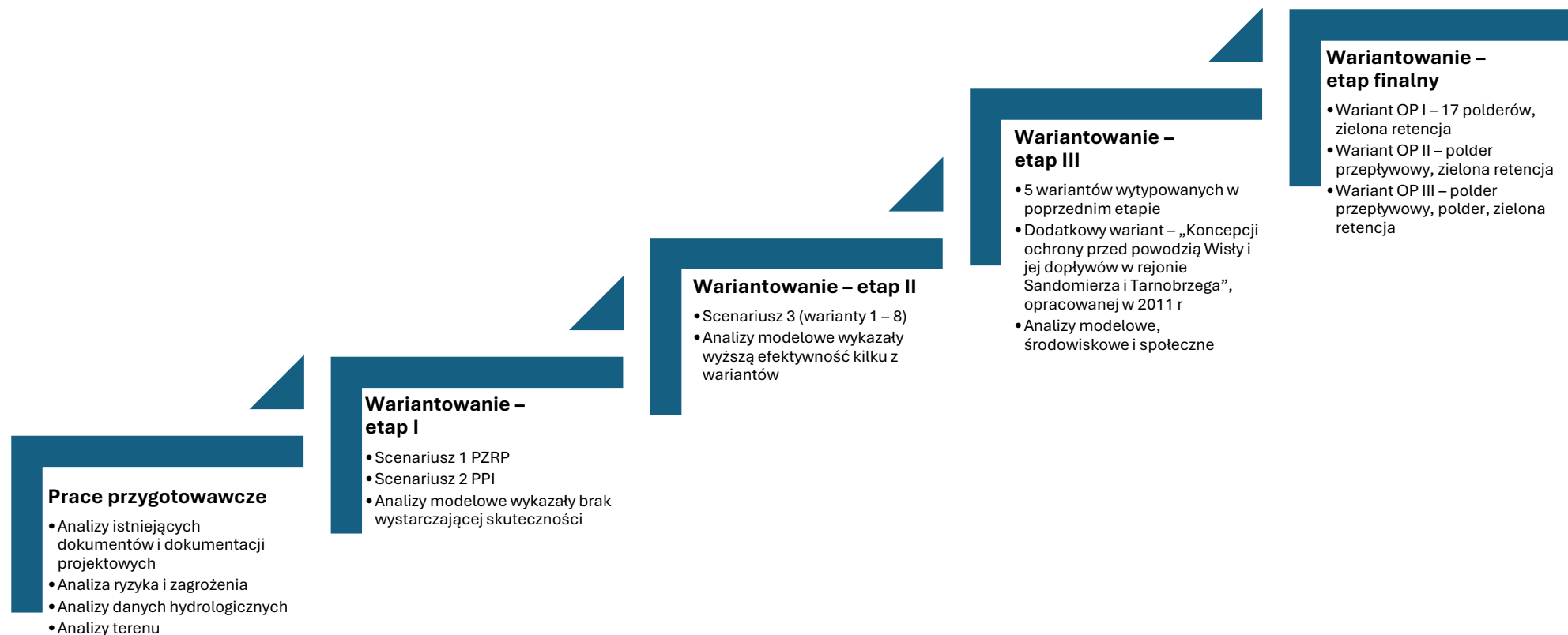
Przykładowo dla przepływu p=1% redukcją poziomu wody w Wiśle dla wariantu OP III:

- poniżej polderu przepływowego Koszyce-Szczurowa wynosi 120 cm przy redukcji przepływu o 30%,
- poniżej ujścia Dunajca wynosi 60 cm przy redukcji przepływu o 13%,
- w przekroju Elektrowni Połaniec wynosi 40 cm przy redukcji przepływu o 9%
- w przekroju mostu drogowego w Sandomierzu wynosi 28 cm przy redukcji przepływu o 5,4%.

W celu dokonania szczegółowej oceny poszczególnych wariantów i wyboru wariantu rekomendowanego przeprowadzono analizę kosztów i korzyści, oraz analizę wielokryterialną. Obie analizy zostały przygotowane zgodnie z metodyką projektu aPZRP a ich wyniki przedstawiono w rozdziale 7.

Dla powyższych wariantów przeprowadzono również wstępne oceny oddziaływań społecznych, oraz ocenę oddziaływań środowiskowych.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 11 Schemat budowy i analizy wariantów w ramach Projektu

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## 5.1. Ostateczne warianty ochrony przed powodzią, uwzględniające uwarunkowania społeczne, środowiskowe i ekonomiczne

Na podstawie rozważań i szeregu analiz wytypowano następujące warianty, spośród których wskazany zostanie wariant rekomendowany do realizacji:

- **Wariant OP I – Poldery wzdłuż Wisły (17 szt.)**

Wariant zakłada budowę 17 polderów wzdłuż Wisły o łącznej pojemności 101,9 mln m<sup>3</sup>.

- **Wariant OP II – Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa**

Wariant zakłada budowę polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa o pojemności 206,0 mln m<sup>3</sup>.

- **Wariant OP III – Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa + polder wzdłuż Wisły „Przykop”**

Wariant zakłada budowę polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa o pojemności 206,0 mln m<sup>3</sup>.

Uzupełnieniem Wariantów OP I, OP II i OP III jest realizacja działań z zakresu zielonej hydrotechniki, ukierunkowanych na zwiększenie retencji naturalnej (odtworzenie starorzeczy, bagnisk i mokradeł, rowów melioracyjnych oraz zalesianie).

Każdy z ww. wariantów uwzględnia efekty działań zawartych w Projekcie 5.7.1.

W celu dokonania szczegółowej oceny poszczególnych wariantów przeprowadzono analizę kosztów i korzyści, oraz analizę wielokryterialną. Obie analizy zostały przygotowane zgodnie z metodyką projektu aPZRP a ich wyniki przedstawiono w Programie działań w rozdziale 8.

Z kolei charakterystykę każdego ocenianego wariantu wraz z oceną wyników modelowania hydrodynamicznego przedstawiono w rozdziałach poniżej. Wszystkie rzędne podawane w tym dokumencie dotyczą układu wysokościowego PL-KRON86-NH

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

### 5.1.1. Wariant OP I

Wariant OP I zakłada budowę 17 polderów wzdłuż Wisły o łącznej pojemności 101,9 mln m<sup>3</sup> oraz zawiera redukcję przepływu wywołaną polderami z Projektu 5.7.1

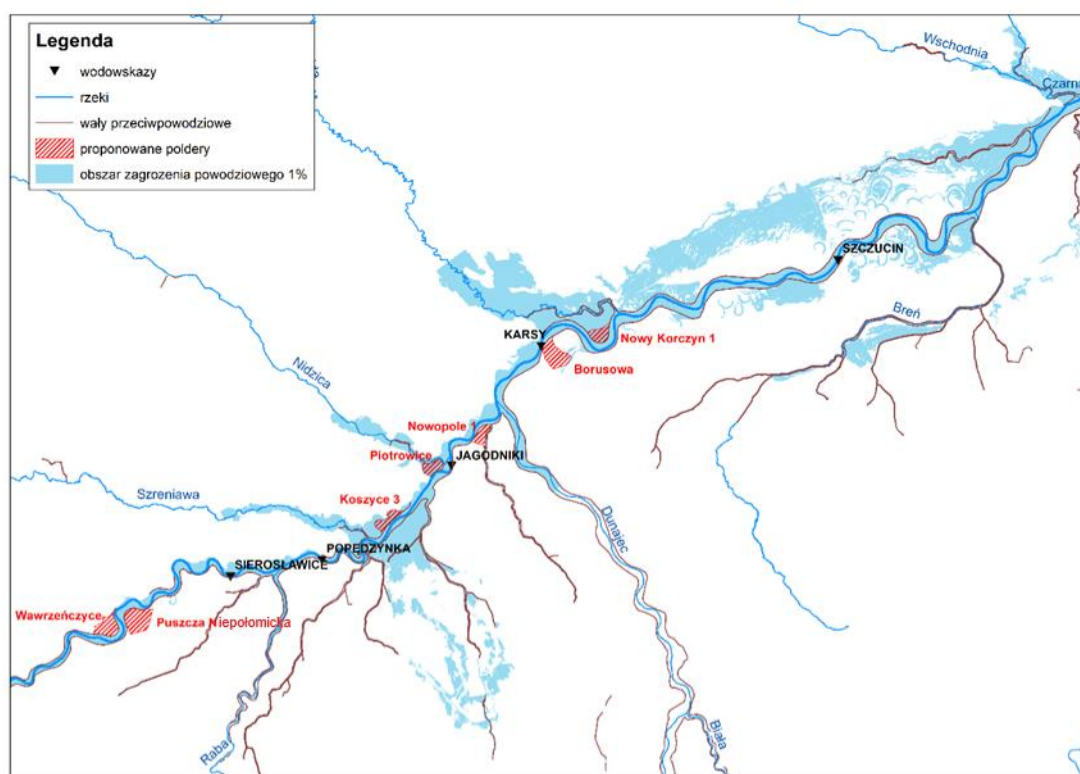
Tabela 3 Zestawienie obiektów retencyjnych (polderów), wariant OP I

Lp	Nazwa	Max PP [m n.p.m. Kr]	V [m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia [ha]	Lokalizacja [km Wisły]	Brzeg	Gmina
1	Wawrzeńczyce	189,75	5 946 477	182,19	810,0-805,5	Lewy	Igołomia-Wawrzeńczyce
2	Puszcza Niepołomska	189,04	9 724 844	280,91	807,5-802,5	Prawy	Drwinia
3	Koszyce	180,94	3 729 654	115,43	777,0-774,5	Lewy	Koszyce
4	Piotrowice	178,50	3 000 874	110,79	771,5-770,0	Lewy	Koszyce
5	Nowopole	178,55	4 325 700	105,72	765,5-764,0	Prawy	Wietrzychowice
6	Borusowa	176,25	9 508 701	247,78	757,5-755,5	Prawy	Gręboszów
7	Nowy Korczyn	173,75	3 527 933	128,73	752,5-748,5	Lewy	Nowy Korczyn
8	Krzemienica	159,19	3 715 644	110,19	696,0-694,0	Prawy	Gawłuszowice, Padew Narodowa
9	Zawierzbie	158,09	3 030 608	84,91	692,0-690,5	Prawy	Padew Narodowa
10	Przykop 1	157,16	7 263 450	208,16	690,0-687,0	Prawy	Padew Narodowa
11	Przykop 2	155,75	3 670 808	112,41	687,0-683,5	Prawy	Padew Narodowa, Baranów Sandomierski
12	Wielowieś	149,40	8 332 278	181,63	659,5-658,0	Prawy	Tarnobrzeg, Sandomierz
13	Chwałowice 1	144,03	3 476 702	138,41	644,0-642,5	Prawy	Radomyśl nad Sanem



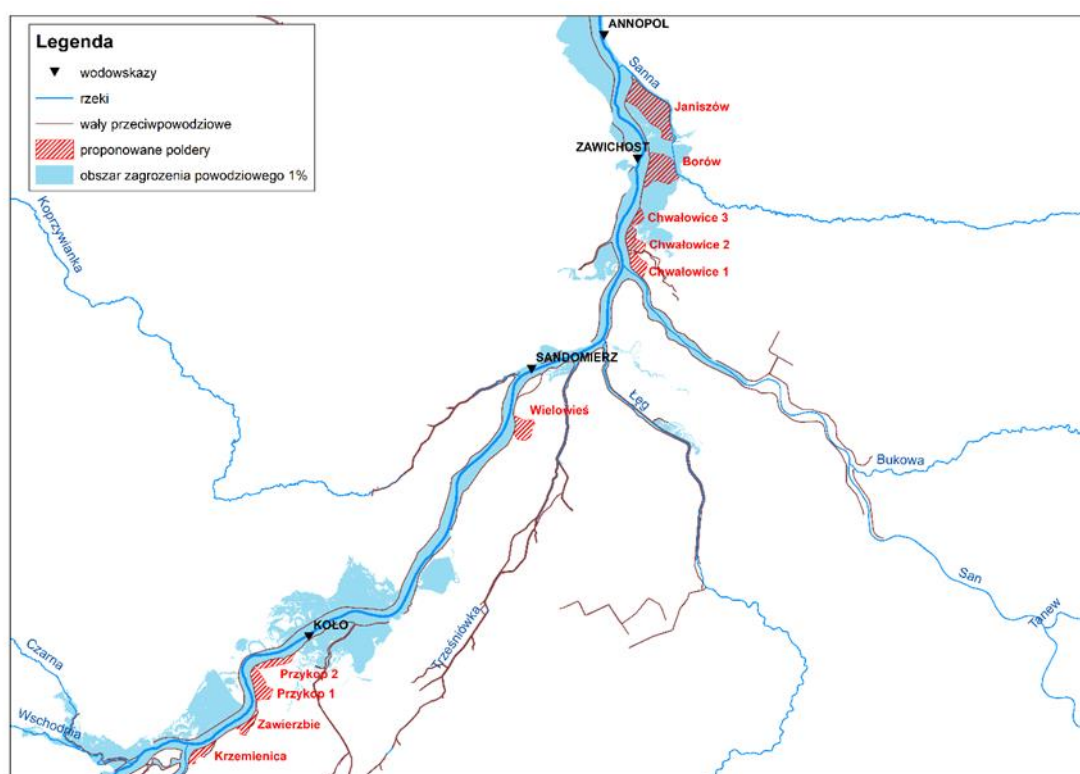
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Lp	Nazwa	Max PP [m n.p.m. Kr]	V [m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia [ha]	Lokalizacja [km Wisły]	Brzeg	Gmina
14	Chwałowice 2	143,57	4 568 399	163,48	642,5-640,0	Prawy	Radomyśl nad Sanem
15	Chwałowice 3	143,83	2 172 294	60,94	640,0-638,5	Prawy	Radomyśl nad Sanem
16	Borów	141,80	9 737 701	362,50	637,0-634,5	Prawy	Annopol
17	Janiszów	140,12	16 171 150	625,33	634,0-625,5	Prawy	Annopol
	<b>Suma</b>		<b>101 903 218</b>	<b>3 219,51</b>			



Rysunek 12 Lokalizacja potencjalnych polderów przeciwpowodziowych analizowanych w ramach wariantu OP I – odcinek Sierosławice-ujęcie Czarnej

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 13 Lokalizacja potencjalnych polderów przeciwpowodziowych analizowanych w ramach wariantu OP I – odcinek ujście Czarnej-Annopol

Analizowana budowa 17 polderów przeciwpowodziowych w dolinie Wisły, o sumarycznej pojemności około 102 mln m<sup>3</sup> (wariant OP I), w połączeniu z efektami Projektu 5.7.1 może zapewnić kilkunastoprocentową redukcję przepływów i odpowiednio do prawie 80 cm obniżenia maksymalnych rzędnych zwierciadła wody o prawdopodobieństwie przewyższenia  $p=1\%$  w profilu podłużnym Wisły na odcinku objętym realizacją Projektu. Największe uzyski widoczne są w punktach referencyjnych zlokalizowanych tuż poniżej polderów. Przykładowo dla wodowskazu Sierosławice, powyżej którego proponuje się budowę polderów Wawrzeńczyce i Puszcza Niepołomska, dla scenariusza operacyjnego  $Q_{1\%}$  redukcja przepływu maksymalnego wynosi 19%, a rzędna zwierciadła wody obniża się o 80 cm. Dla przepływów o prawdopodobieństwie przewyższenia  $p=10\%$  wielkość redukcji jest mniejsza i waha się od 12% poniżej wod. Sierosławice do 3% poniżej ujścia Dunajca (odpowiednio 34 i 11 cm obniżenia maksymalnych rzędnych zwierciadła wody). Spowodowane jest to optymalizacją sterowania polderami. Dla przepływów o prawdopodobieństwie przewyższenia  $p=0,2\%$  redukcja przepływów maksymalnych nie przekracza 3%, a obniżenie maksymalnych rzędnych zwierciadła wody 35 cm (poniżej polderu Piotrowice). Miejscami obserwuje się nawet lokalne zwiększenie maksymalnych przepływów i rzędnych zwierciadła wody, co związane jest z faktem, że retencja polderowa w tych miejscach jest mniejsza od naturalnej retencji terenów zalewowych. Poniżej Dunajca wpływ polderów Projektu 5.7.1 oraz polderów Wawrzeńczyce, Puszcza Niepołomska, Koszyce, Piotrowice i Nowopole dla wszystkich scenariuszy hydrologicznych wyraźnie maleje.

Wyniki modelowania zostały zawarte w załączniku nr 1.

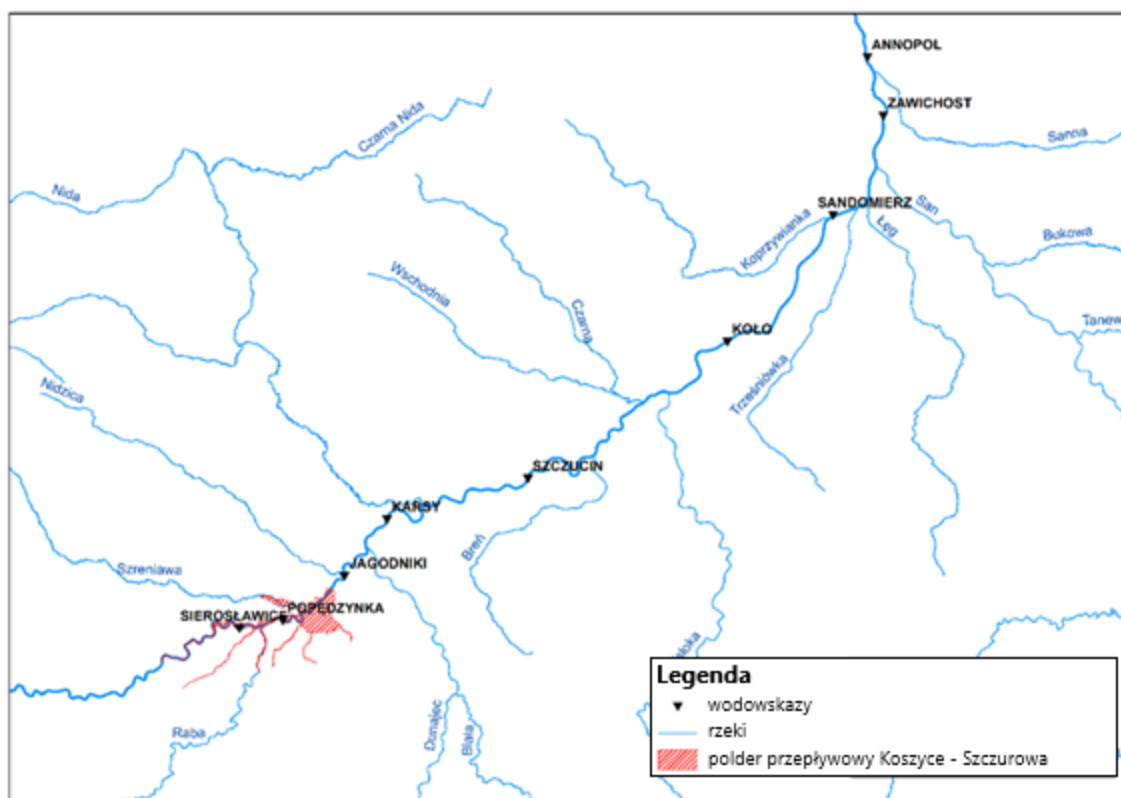
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

### 5.1.2. Wariant OP II

Wariant OP II zakłada budowę polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa o pojemności  $V = 206,00 \text{ mln m}^3$  oraz zawiera redukcję przepływu wywołaną polderami z Projektu 5.7.1. Wariant ten jest odpowiednikiem wcześniej rozważanego wariantu WIII.

Tabela 4 Zestawienie obiektów retencyjnych (polderów) wariant OP II

Lp	Nazwa	Max PP [m n.p.m. Kr]	V [m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia [ha]	Lokalizacja [km Wisły]	Brzeg	Gmina
1	Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa	184,00	206 000 000	3 577	780,5 - 772,8	Lewy/ Prawy	Koszyce/ Szczurowa



Rysunek 14 Lokalizacja potencjalnego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa w dolinie Wisły, w rejonie m. Popędzyna w ramach wariantu OP II

Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa tworzy system zamknięć, usytuowanych w międzywalu Wisły w kilometrze modelowym 773+290. Podczas przepływu wielkiej wody na Wiśle polder przejmuje dodatkowo przepływy z Raby, Szreniawy, Uswicy, Drwinki i Gróbki.

Przyjęto następujące założenia techniczne dla polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa:

- Pojemność uzyskana poprzez spiętrzenie wody do poziomu maks. 184,00 m n.p.m. Kr to ok. 206 mln m<sup>3</sup>, obszar zalewu to ok. 35 km<sup>2</sup>. Piętrzenie będzie następowało poprzez

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

podniesienie przegród wysuwanych z dna lub ich opuszczanie (jak to ma miejsce na zbiorniku Racibórz),

- Długość zapory czołowej ok. 1,0 km,
- Czasza polderu zostanie wygradzona wałami do rzędnej 185,00 m n.p.m. Kr, w tym ok. 16 km wałów wymaga podniesienia, ok. 7 km wałów będzie budowanych od nowa, a do rozbiórki przewidziano ok. 14 km wałów,
- W normalnych warunkach wszystkie zamknięcia chowają się do poziomu dna koryta Wisły lub zostają podniesione, nie następuje zakłócenie przepływu rumowiska jak również umożliwiona jest swobodna migracja organizmów wodnych,
- W międzywałach pozostaje na stałe ziemna zaporę czołową o nachyleniu skarp 1:3. Na koronie zapory wykonana zostanie droga dla aut osobowych i ciąg pieszo-rowerowy,

W modelu hydraulicznym zastosowano sterowanie polderem za pomocą struktury Control Structure, polegające na swobodnym odpływie do wartości  $Q=1100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Jest to przepływ mieszczący się w korycie lub powodujący nieznacznie zalanie obszarów międzywału na odcinku Wisły, gdzie zlokalizowane są urządzenia sterujące przepływem. Powyżej tego przepływu następuje stopniowe podnoszenie/opuszczanie zamknięć w taki sposób, aby zminimalizować odpływ, przy jednoczesnym nieprzekraczaniu maxPP, tj. 184,00 m n.p.m. Kr.

Przy przyjętym sterowaniu odpływem, zakładającym przejście szczytu fali o objętości porównywalnej z objętością zbiornika, redukcja przepływu  $Q_{1\%}$  poniżej zapory wynosi 30% ( $Q_0/Q_d = 0,70$ ) przy przesunięciu kulminacji odpływu wynoszącej 41 h. Następnie wraz ze wzrostem powierzchni zlewni redukcja przepływu maleje, skokowo poniżej ujścia dużych dopływów. Poniżej ujścia Dunajca redukcja wynosi 13%, natomiast w rejonie Sandomierza już tylko 5% przy obniżeniu poziomu zwierciadła wody o 18 cm.

Wyniki modelowania zostały zawarte w załączniku nr 1.

### 5.1.3. Wariant OP III

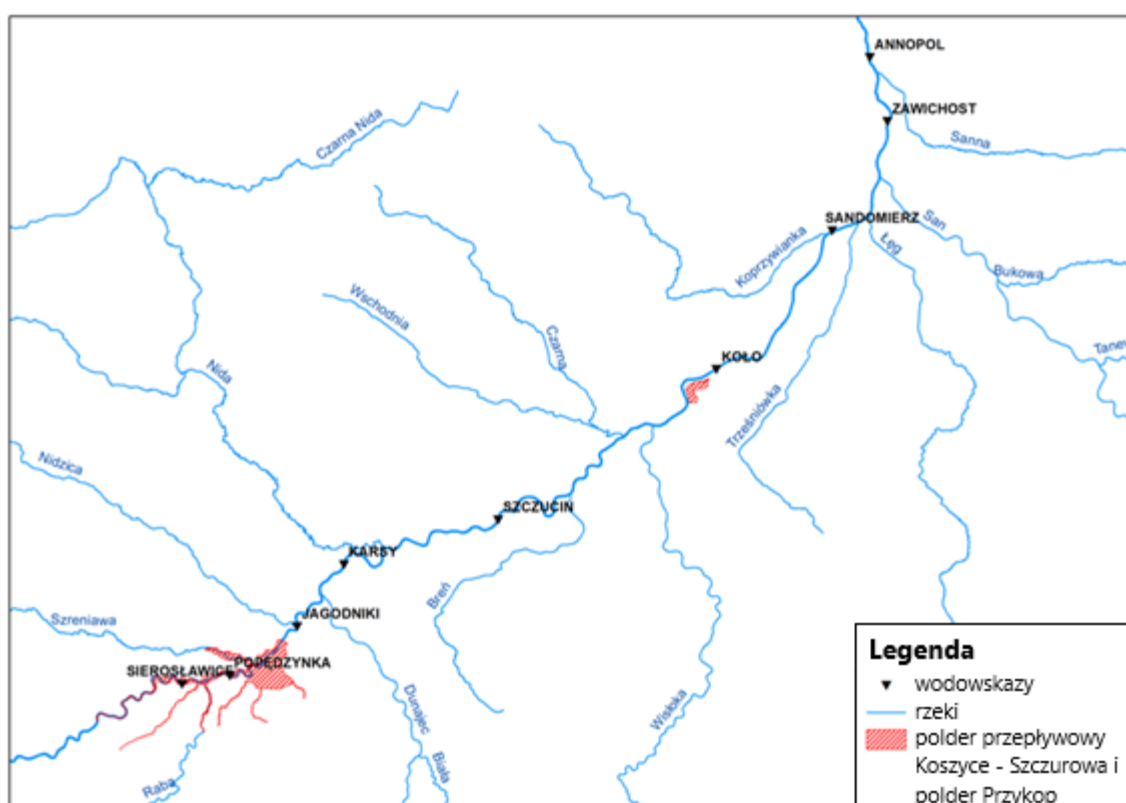
Wariant OP III zakłada budowę polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa o pojemności  $V = 206,00 \text{ mln m}^3$  oraz budowę powiększonego polderu Przykop wzdłuż Wisły o pojemności  $V = 20,5 \text{ mln m}^3$  oraz zawiera redukcję przepływu wywołaną polderami z Projektu 5.7.1. Polder Przykop powstał w wyniku połączenia polderu Przykop 1 i Przykop 2, analizowanych w innych wariantach.

Tabela 5 Zestawienie obiektów retencyjnych (polderów), wariant OP III

Lp	Nazwa	Max PP [m n.p.m. Kr]	V [m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia [ha]	Lokalizacja [km Wisły]	Brzeg	Gmina
1	Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa	184,00	206 000 000	3 577	780,5 - 772,8	Lewy/ Prawy	Koszyce/ Szczurowa
2	Przykop	157,50	20 500 000	460,61	690,0-683,5	Prawy	Padew Narodowa, Baranów Sandomierski



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 15 Lokalizacja potencjalnego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa i polderu Przykop w dolinie Wisły w ramach wariantu OP III

W modelu hydraulicznym zastosowano sterowanie polderem Przykop za pomocą struktury Control Structure, polegające na przejęciu szczytu fali o objętości równej pojemności polderu, przy jednoczesnym nieprzekraczaniu maxPP, tj. 157,50 m n.p.m. Kr.

W przypadku wariantu OP III, do km modelowego 689+930 wyniki odpowiadają wariantowi OP II. Natomiast w rejonie Mostu na drodze w Nagnajowie redukcja osiąga 6,5% podczas, gdy dla wariantu OP II jest to wartość 4,7%. Z kolei w rejonie Sandomierza PR4 redukcja wynosi 5,4% przy obniżeniu poziomu zw. wody o 28 cm.

Wyniki modelowania zostały zawarte w załączniku nr 1.

## 6. Opis obiektów z wariantu rekomendowanego

Proponowane obiekty retencyjne mają na celu ograniczenie wielkości strat ludzkich, społeczno-ekonomicznych i środowiskowych. Rekomendowane rozwiązania zapewnią sterowaną retencję powodziową, która umożliwi znaczne obniżenie przepływów w rz. Wisła od m. Opatowiec do m. Sandomierz. Podwyższą one również skuteczność istniejącego systemu ochrony przeciwpowodziowej, przede wszystkim w zakresie ochrony przeciwpowodziowej czynnej.

Syntetyczne ujęcie kosztów inwestycyjnych wariantu rekomendowanego zawiera poniższa tabela:

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Pozycja kosztów	Koszty PLN brutto
Roboty budowlano - montażowe Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa	935 771 700
Roboty budowlano - montażowe Polder Przykop	173 691 006
Odbudowa infrastruktury komunalnej (5% robót plus rozbiórki budynków)	59 931 270
Rozbiórki budynków	89 162 700
Działania nietechniczne - pilotaże	30 135 000
Dokumentacja projektowa (5% robót plus rozbiórki budynków plus odbudowa infrastruktury)	62 927 834
Konsultant strategiczny	100 000 000
Wykupy gruntów wraz z odszkodowaniem	1 002 048 182
<b>Razem koszty bez rezerwy</b>	<b>2 453 667 692</b>
rezerwa 10%*	245 366 768
<b>Razem koszty z rezerwą</b>	<b>2 699 034 460</b>

Zakłada się, iż realizacja ww. zakresu, obejmująca fazę planowania, projektowania i realizacji robót budowlano – montażowych wyniesie 12 lat.

## 6.1. Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa

### 6.1.1. Lokalizacja

Planowany polder położony jest w woj. małopolskim, na terenach lewobrzeżnych Wisły w gminie Koszyce, powiat proszowski oraz na terenach prawobrzeżnych Wisły w gminie Szczurowa, powiat brzeski. Zlokalizowany jest na obu brzegach doliny Wisły pomiędzy ujściem rzeki Raby i Uszwicy, przy czym zapora czołowa przegradza poprzecznie dolinę Wisły w jej 772+800 km.

Szacunkowy obszar polderu wynosi 3 577 ha, na którym zostanie zgromadzone 206,00 mln m<sup>3</sup> wody w przypadku wystąpienia powodzi na Wiśle.

### 6.1.2. Obecny stan zagospodarowania terenu

W granicach planowanego zbiornika znajdują się 643 budynki, m.in. 240 budynków mieszkalnych, 10 budynków o szczególnym znaczeniu społecznym (centrum handlowo-usługowe, hotel, straż pożarna, budynek sakralny), 5 budynków zakładów przemysłowych, oraz 387 pozostałych budynków w tym 382 budynki gospodarstw rolnych. Około 50% obszaru projektowanego działania stanowią grunty orne, natomiast łąki i roślinność trawiasta zajmuje ok. 40%. Pozostałą część obszaru stanowią lasy, zagajniki, zarośla krzewów, zadrzewienia, sady, plantacje, zabudowa mieszkaniowa, tereny przemysłowo-składowe, wody powierzchniowe.

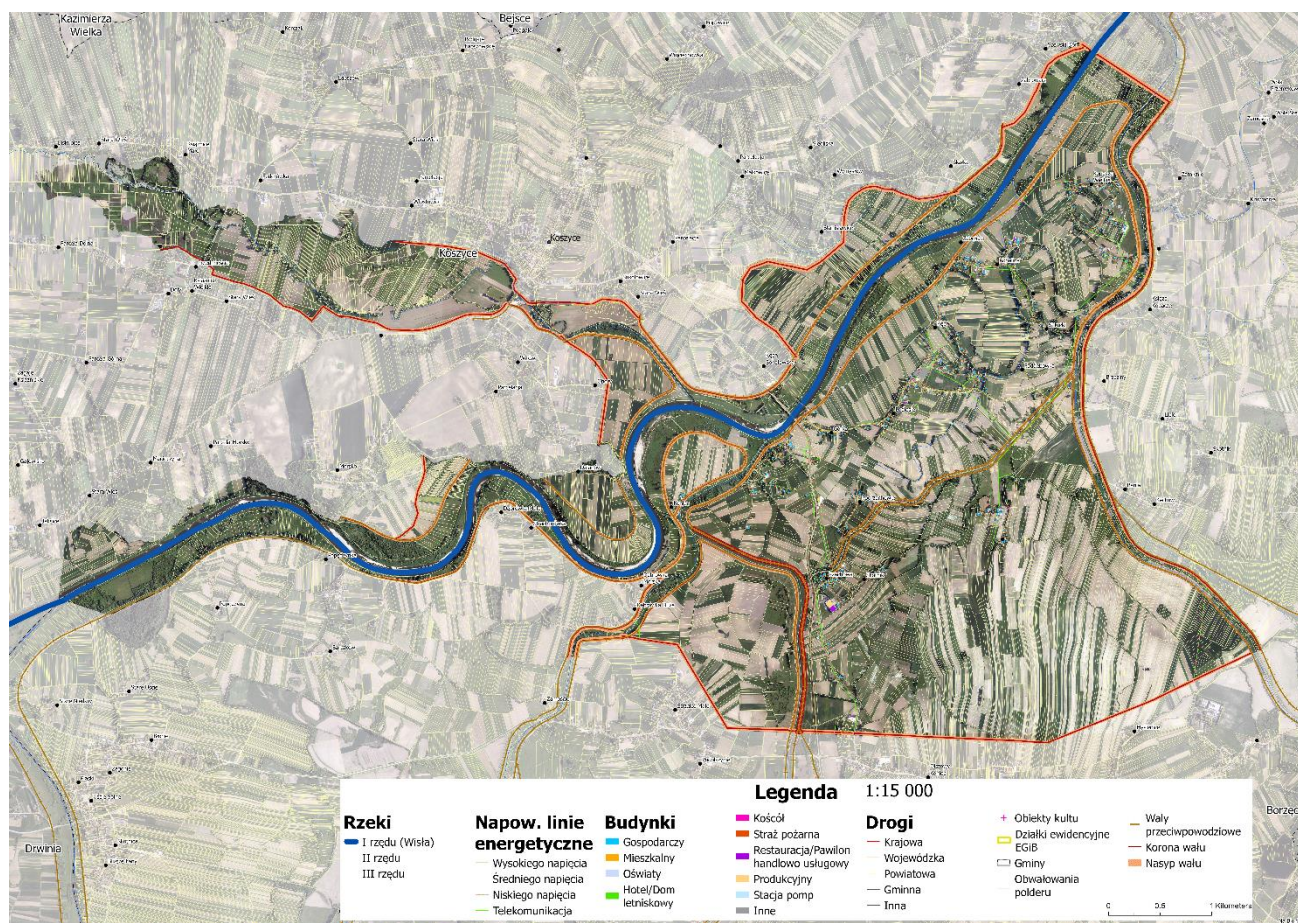
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## Infrastruktura techniczna

Przez obszar działania będą napowietrzne linie elektroenergetyczne (ok. 10,1 km średniego napięcia i 17,1 km niskiego napięcia) oraz linie telekomunikacyjne (ok. 10,1 km).

## Dojazd i komunikacja

W granicach zasięgu projektowanego działania znajdują się drogi o sumarycznej długości ok. 136,7 km, w tym ok. 3,5 km drogi wojewódzkiej nr 768.



Rysunek 16 Stan istniejący zagospodarowania terenu na obszarze projektowanego polderu przepływowego Koszyce – Szczurowa

### 6.1.3. Wstępna ocena warunków gruntowo-wodnych

Projektowany polder przepływowy pod względem fizycznego ukształtowania powierzchni terenu, leży na granicy Wyżyny Małopolskiej oraz Kotliny Sandomierskiej. Większa jego część położona jest w obszarze nizinnym stanowiącym pradolinę rzecznej Wisły z tarasami zalewowymi i równiną zastoiskową.

W morfologii terenu polderu zaznaczają się głównie holocenyjskie formy pochodzenia rzecznej (akumulacyjne i erozyjne): tarasy akumulacyjne zalewowe, plaże, podcięcia erozyjne, starorzecza



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

świeże (zawodnione i suche), a we wschodniej części polderu fragmenty górnoplioceniowych powierzchni erozyjno-denudacyjnych.

### **Lokalne warunki geologiczne**

W uwarunkowaniach geologicznych z punktu widzenia konstrukcji zapory zbiornika najważniejszym jest:

- Określenie występowania gruntów nośnych mogących przenosić obciążenie od konstrukcji;
- Określenie występowania gruntów nieprzepuszczalnych w których można zakotwić przesłone przeciwpływową

Trzeciorzędowe osady mioceniowe wypełniają Zapadlisko Przedkarpackie. Leżą one na starszym podłożu poczynając od prekambryjskich skał krystalicznych po kredowe osady wykształcone w postaci facji epikontynentalnej. Osady miocenu zalegają niezgodnie na utworach mezozoicznych, paleozoicznych i prekambryjskich. W większości są to trzeciorzędowe neogeńskie iły piaszczyste tzw. „warstw krakowieckich” o miąższości sięgającej 360,0m. Są to utwory o nośności umożliwiającej posadowienie na nich obiektów zapory czołowej oraz o bardzo małym współczynniku filtracji rzędu  $1 \cdot 10^{-8}$  m/s

Zalegające na nich utwory czwartorzędowe osiągają miąższość (w obrębie polderu) do 20,0m. Odpowiednio w samym korycie rzeki miąższość ich wynosi do 5,0m – 7,0m. W spągu są to żwiry i piaski z wkładkami mułków, w stropie występują piaski drobnoziarniste i utwory mułkowo - ilaste, a na wysoczyznach brzegów lessy. Osady czwartorzędowe w stropowej części zawierają często mady i piaski rzeczne. Warstwa ta nie jest szczególnie korzystna do posadowienia budowli zapory, ze względu na występowanie gruntów organicznych, gruntów niespoistych w stanie luźnych, o dużym współczynniku filtracji rzędu  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s.

### **Podsumowanie**

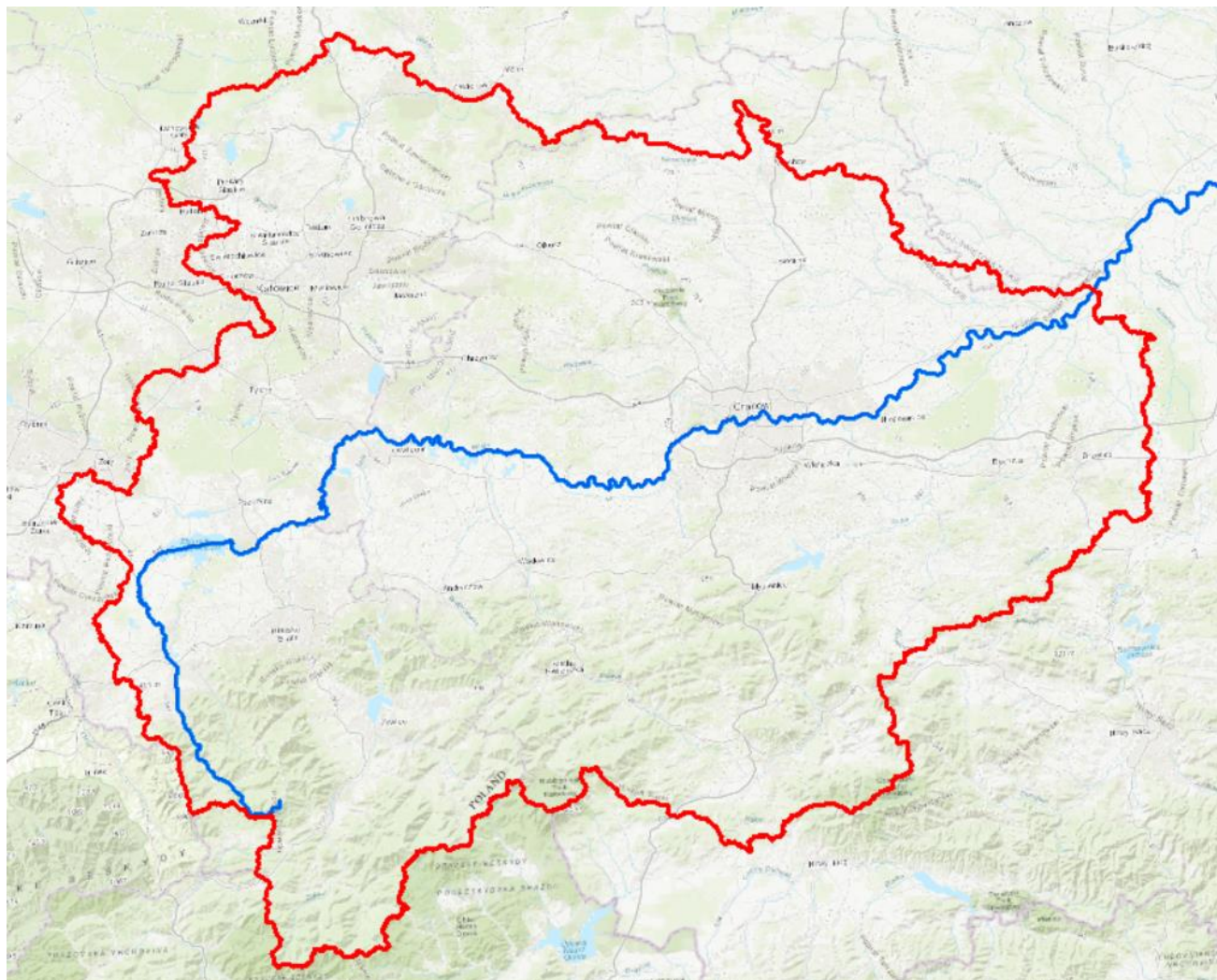
Warstwa nośna i zarazem mogąca stanowić spąg przesłony przeciwpływowej to warstwa ilów krakowieckich znajdująca się na głębokości od 5,0m (koryto rzeki) do 15 – 20 m na terasach koryta rzeki. Zalegające na nich utwory czwartorzędowe należy określić jako grunty słabonośne, umożliwiające infiltrację wód gruntowych.

## **6.1.4. Warunki hydrologiczne**

Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa w swojej proponowanej lokalizacji znajduje się na rzece Wiśle w jej 772,800 km. Za przekrój obliczeniowy przyjęto oś zapory czołowej poprzecznie usytuowanej do rzeki Wisły. Powierzchnia zlewni Wisły zamknięta przekrojem obliczeniowym wynosi 12 046 km<sup>2</sup>, zaś przebieg jej granicy przedstawiono na poniższym rysunku.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



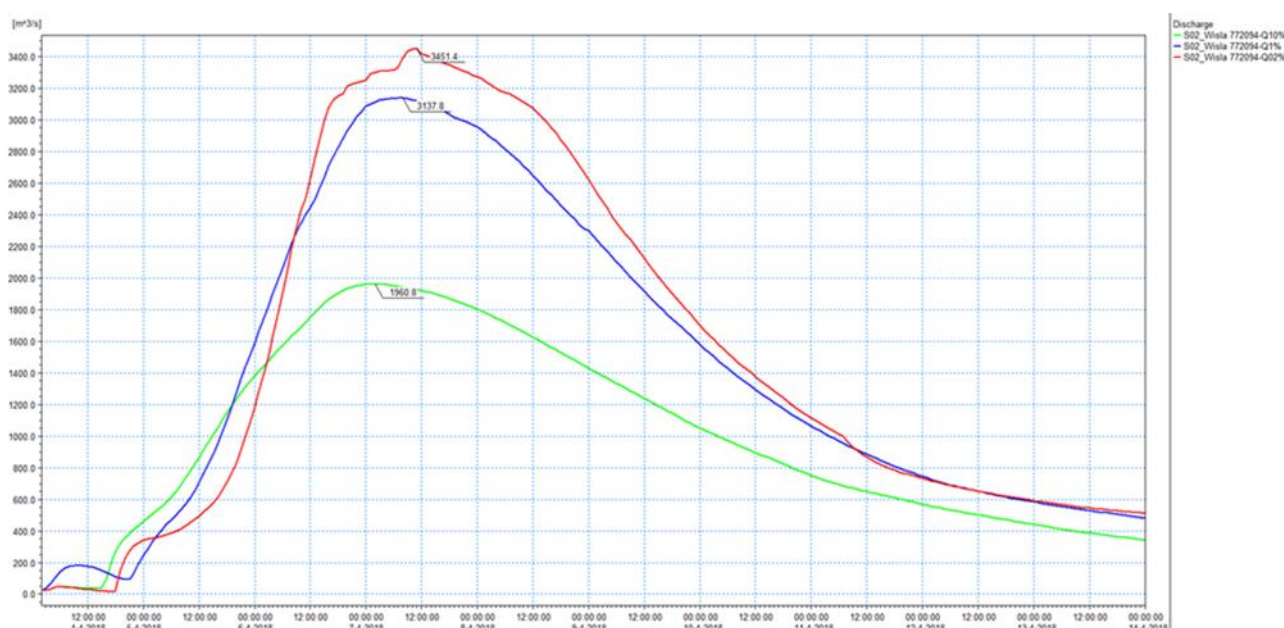
*Rysunek 17 Zlewnia zamknięta przekrojem zlokalizowanym w osi zapory czołowej polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa*

Wartości przepływów maksymalnych rocznych o prawdopodobieństwie przewyższenia 10%, 1% oraz 0,2% dla przekroju obliczeniowego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa zostały określone na podstawie wyników modelowania hydraulicznego, a te są z kolei pochodną odczytów notowanych na wodowskazie Popędzinka i Jagodniki. W toku modelowania hydraulicznego wartości przepływów prawdopodobnych ulegają zmianom wskutek transformacji fali w korycie i na terasach zalewowych. Wyznaczone na tej podstawie przepływy prawdopodobne zaprezentowano w poniższej tabeli, zaś wykreślone na tej podstawie hydrogramy hipotetyczne dla przepływów prawdopodobnych przedstawiono na wykresie. Należy mieć na uwadze, że na wartość przepływu w tym przekroju planowanej zapory polderu, poza wielkościami  $Q_p\%$  wpływa również transformacja przepływu w korycie i dolinie, dlatego też wielkość  $Q_p\%$  w tym przekroju podano za wynikami modelowania HD.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

**Tabela 6** Wartości przepływów maksymalnych rocznych o zadanym prawdopodobieństwie na Wiśle w przekroju obliczeniowym w osi zapory czołowej polderu przepływowego (km 772+800) na podstawie wyników modelowania hydrodynamicznego

p [%]	Q [m <sup>3</sup> /s]
0,2	3451
1	3138
10	1961



**Rysunek 18** Wykresy fal hipotetycznych dla przepływów prawdopodobnych ( $p = 10, 1$  i  $0,2\%$ ) w przekroju obliczeniowym w osi zapory czołowej polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa (km 772+800)

Dokonano także interpolacji wartości przepływów maksymalnych o zadanym prawdopodobieństwie na podstawie wskazań notowanych na wodowskazie Popędzinka i Jagodniki na Wiśle. Dla obydwu wodowskazów zastosowano rozkład Pearsona III typu w oparciu o przepływy wysokie WQ z wielolecia 1971-2016 (wod. Popędzinka) oraz 1951-2016 (wod. Jagodniki) [źródło: Raport z wyznaczenia obszarów zagrożenia powodziowego w wyniku modelowania hydraulicznego dla rzeki Wisły; Załącznik nr 2: Opracowanie danych hydrologicznych, IMGW-PIB 2020].

Przy dalszych etapach projektowania polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa należy bezwzględnie dokonać aktualizacji wartości przepływów prawdopodobnych na podstawie wydłużonego ciągu obserwacyjnego przepływów maksymalnych rocznych.

W tab. poniżej przedstawiono wartości przepływów maksymalnych rocznych o zadanym prawdopodobieństwie, wyznaczone na podstawie interpolacji przepływów pomiędzy wodowskazami Popędzinka i Jagodniki. Obliczenia wykonano w dwóch wariantach:

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

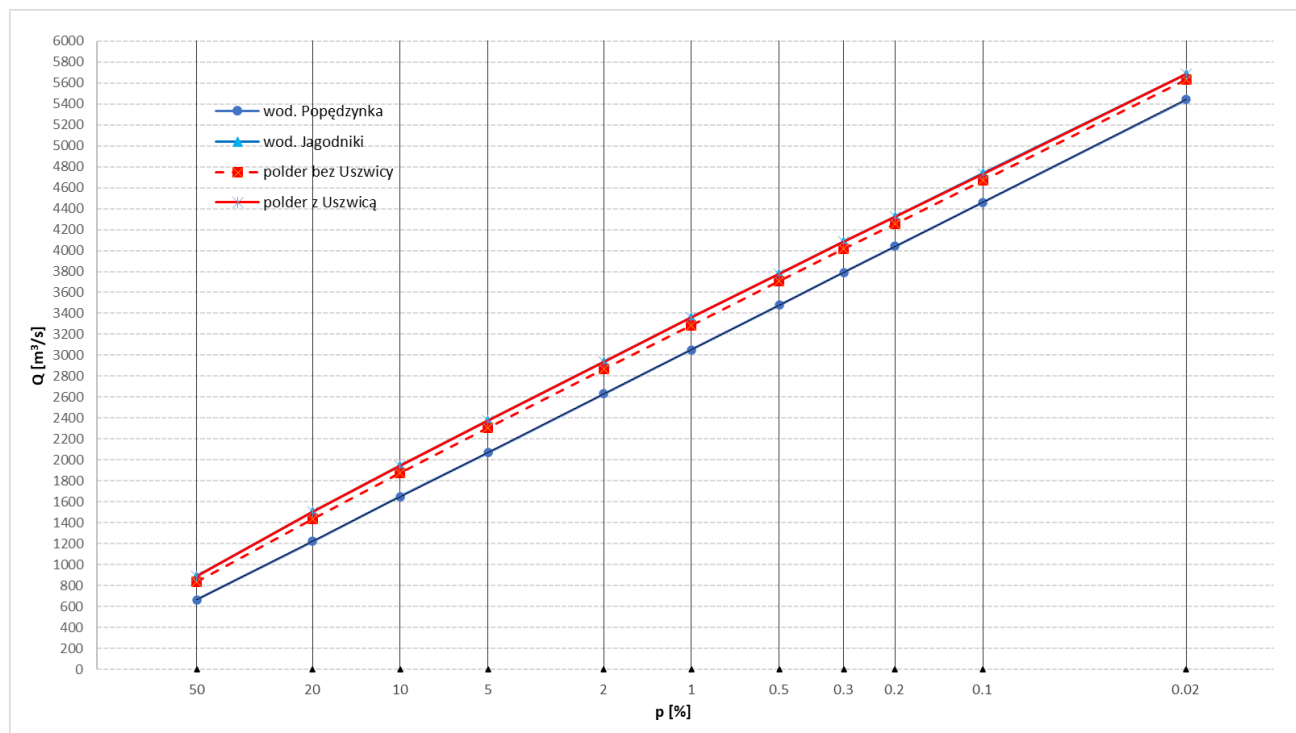
z uwzględnieniem dopływu Uszwica oraz bez niej. W ostatecznej koncepcji Uszwica uchodzi do Wisły w obrębie planowanego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa.

*Tabela 7 Rozkład przepływów prawdopodobnych w przekroju zapory czołowej polderu przelewowego na Wiśle w wariancie z uwzględnieniem Uszwicy i bez Uszwicy*

p [%]	Q [m³/s]			
	wod. Popędzynka (PIII) A=10690.88 km²	wod. Jagodniki (PIII) A=12052.39 km²	przekrój zapory polderu przepł. (bez Uszwicy) A=11724 km²	przekrój zapory polderu przepł. (z Uszwicą) A=12046 km²
50	665	890	836	889
20	1225	1505	1437	1504
10	1650	1947	1875	1946
5	2072	2379	2305	2378
2	2631	2940	2865	2939
1	3050	3360	3285	3359
0.5	3478	3777	3705	3776
0.3	3790	4083	4012	4082
0.2	4040	4324	4256	4323
0.1	4461	4736	4670	4735
0.02	5443	5688	5629	5687

Poniżej ukazano krzywą rozkładu przepływów prawdopodobnych w przekroju zapory planowanego polderu przelewowego w wariancie uwzględniającym zasilanie ze strony Uszwicy oraz bez jej uwzględnienia.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 19 Krzywa rozkładu przepływów prawdopodobnych w przekroju zapory czołowej planowanego polderu przelewowego na Wiśle

### 6.1.5. Podstawowe parametry projektowanego obiektu

#### Klasyfikacja budowli

W oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie, rozpatrywany polder wiślany wraz z zaporą czołową do wysokości 10,0 m należy zaklasyfikować do I klasy hydrotechnicznej.

Przyjęta klasa nie wynika bezpośrednio z warunków wysokości piętrzenia wody, które szacuje się na ok. 5,0 – 9,0 m (w zależności od napełnienia polderu i poziomu Wisły poniżej zapory), ale z warunków potencjalnej awarii i zasięgu zalania terenów zamieszkałych i uprzemysłowionych (liczba osób zagrożonych w wyniku awarii budowli - powyżej 300 osób).

Zgodnie z powyższym Rozporządzeniem projektowane urządzenia przelewowo-spustowe powinny umożliwić bezpieczny przepływ przez polder wód o prawdopodobieństwie pojawienia się:

- $p = 0,1\%$  - przepływ miarodajny,
- $p = 0,02\%$  - przepływ kontrolny.

Na podstawie interpolacji przepływów prawdopodobnych dla wodowskazów Popędzinka i Jagodniki na Wiśle, obliczonych w oparciu o wartości przepływów maksymalnych rocznych WQ z wielolecia 1971-2016 (wod. Popędzinka) oraz 1951-2016 (wod. Jagodniki) ustalono:

- przepływ miarodajny  $Q_{0,1\%} = 4735 \text{ m}^3/\text{s}$
- przepływ kontrolny  $Q_{0,02\%} = 5687 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Powyższe wartości należy zaktualizować w trakcie realizacji Projektu wykonawczego w oparciu o najnowsze ciągi pomiarowe obejmujące WQ z ostatniego wielolecia, dokonując ponownie analizy wykresów empirycznej i teoretycznej funkcji rozkładu prawdopodobieństwa, wykresów prawdopodobieństwo- prawdopodobieństwo, kwanty-kwantyl, kryterium AIC, wartości poziomów  $p$  testów zgodności oraz analizy zmian przepływów prawdopodobnych w profilu podłużnym Wisły.

## Konstrukcja polderu

### *Bezpieczne wyniesienie korony zapory czołowej i wałów bocznych*

Na etapie niniejszego opracowania rzędną korony zapory ustalono w sposób przybliżony tj. rzędna korony zapory ustalono na wysokości 185,00 m n.p.m. Kr, czyli o 1,0 m powyżej rzędnej założonego maks. poziomu piętrzenia (maks. PP = 184,00 m n.p.m. Kr).

### *Podstawowe budowle*

Zakres rozwiązań dotyczących rozpatrywanego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa można podzielić na poszczególne elementy obejmujące:

- Zaporę czołową wraz z drogą publiczną i ciągiem pieszo-spacerowym na koronie,
- Wały boczne (budowa nowych wałów, przebudowa lub rozbiórka istniejących)
- Urządzenia przelewowo - spustowe
- Regulację koryta Wisły i Uszwicy,
- Przełożenie kolidującej infrastruktury technicznej,
- Zagospodarowanie czaszy polderu,
- Drogi wewnętrzne,
- Urządzenia kontrolno-pomiarowe,
- Budynek gospodarczy dla pracowników wraz z niezbędnym wyposażeniem do bieżącej obsługi polderu

## ZAPORA CZOŁOWA I WAŁY BOCZNE

Korpus zapory planuje się wykonać jako konstrukcję ziemną. Wydaje się, że nasyp ziemny jest rozwiązaniem najkorzystniejszym pod względem pracy w warunkach potencjalnych przemieszczeń podłoża, w przeciwieństwie do budowli monolitycznych żelbetowych bardziej podatnych na ewentualne pęknięcia przy nierównomiernym osiadaniu na gruntach typowych dla szerokich dolin rzek nizinnych. Ważnym argumentem przy wyborze konstrukcji ziemnej zapory były także uwarunkowania krajobrazowe. Zapora ziemna o obustronnie nachylonych skarpach 1:3, zahumusowanych i obsianych mieszankami traw, najmniej ingeruje w otaczający teren naturalnie wpisując się w zbocza doliny. Powyższe jest tym ważniejsze, że analizowany polder będzie obiektem suchym (zalewanym w przypadku powodzi), a zapora czołowa obsiana trawą w normalnych warunkach będzie widoczna zarówno od strony czaszy polderu, jak i strony odpowietrznej. W konstrukcji zapory czołowej wykonany zostanie korytarz migracyjny umożliwiający przejście dla zwierząt. Korytarz będzie zamykany w momencie rozpoczęcia procedury napełniania polderu wodą.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Z uwagi na planowane przegrodzenie doliny Wisły zaporą czołową i połączenie obu jej brzegów, zdecydowano o wykonaniu ogólnodostępnej drogi wraz z ciągiem pieszo-rowerowym na jej koronie o długości ok. 1,0 km.

Pod korpusem zapory czołowej należy wykonać uszczelnienie podłoża poprzez wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej. Natomiast w korpusie zapory czołowej należy zastosować uszczelnienie skarpy odwodnej np. w postaci ekranu z foli PVC, przykrytej warstwą gruntów piaszczystych i warstwą humusu z matą antyerozyjną.

Szczegóły i zakres głębokości przesłony przeciwfiltracyjnej należy doprecyzować na etapie opracowania dokumentacji projektowej.

Przyjęto następujące parametry zapory czołowej polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa:

- rzędna korony – 185,00 m n.p.m. Kr,
- max. wysokość liczona od dna rzeki – 15,0 m,
- max. wysokość ponad teren międzywala – 10,0 m,
- długość zapory – 1 000 m,
- nachylenie skarp 1:3
- szerokość korony – 20,00 m
- szerokość w podstawie – 80,00 m
- kubatura nasypu – 500 000 m<sup>3</sup>.

Korpus wałów bocznych planuje się wykonać jako konstrukcję ziemną. Szerokość korony przyjęto równą 3,0m. Korpus kształtuje się o jednakowym nachyleniu skarpy odpowietrznej i odwodnej równym 1:3. Część odcinków wałów Wisły i rzek stanowiących dopływy do Wisły, na styku z planowanym polderem należy powiększyć poprzez rozbudowę, konieczna jest również budowa nowych odcinków obwałowań w celu ograniczenia strefy zalewu i wykupu nieruchomości. Z kolei dużą część wałów w czaszy polderu przepływowego należy rozebrać, gdyż tracą one swoją podstawową rolę. Materiał z rozbiórki wałów można będzie częściowo wykorzystać do budowy nowych obwałowań. Wzdłuż budowanych i przebudowywanych wałów bocznych przewiduje się wykonanie eksploatacyjnych dróg przywałowych oraz utworzenie ścieżek rowerowych na ich koronie.

Szacunkowe wielkości robót związanych z wykonaniem obwałowania projektowanego polderu:

- 6,8 km – budowa nowych obwałowań,
- 15,75 km – rozbudowa istniejących wałów,
- 3,63 km - rozbiórka istniejących wałów

Rozbiórka dotyczy odcinków wałów, które w chwili budowy polderu znalazłyby się w obszarze czaszy polderu. Rozbiórka tych wałów, zwłaszcza lewobrzeżnych (np. odcinek Morsko lub Dalanów) pozwoli włączyć do retencji obszary doliny rzeki naturalnie ograniczone wysoczyzną, a w chwili obecnej stanowiące zawale.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



*Rysunek 20 Wstępna wizualizacja zapory czołowej nad korytem Uszwicy i Wisły - widok od wody dolnej*

## **URZĄDZENIA PRZELEWOWO - SPUSTOWE**

Przez sekcję przelewową przeprowadzane będą wody podczas normalnej eksploatacji polderu oraz wody powodziowe. W czasie przepływów średnich i niskich, przepływ będzie swobodny przez otwarte przesła zapory czołowej. To normalne warunki pracy polderu i w tych warunkach użytkowania wszystkie zamknięcia będą otwarte do poziomu koryta rzeki, dzięki czemu zostanie zachowana swobodna migracja ryb oraz transport rumowiska.

W chwili powstania zagrożenia powodziowego zamknięcia zostaną zamknięte. Sterowanie zamknięciami, wielkością zrzutu wody z polderu, będzie wynikało z instrukcji gospodarowania wodą na obiekcie w odniesieniu do wielkości i kształtu występującej fali powodziowej.

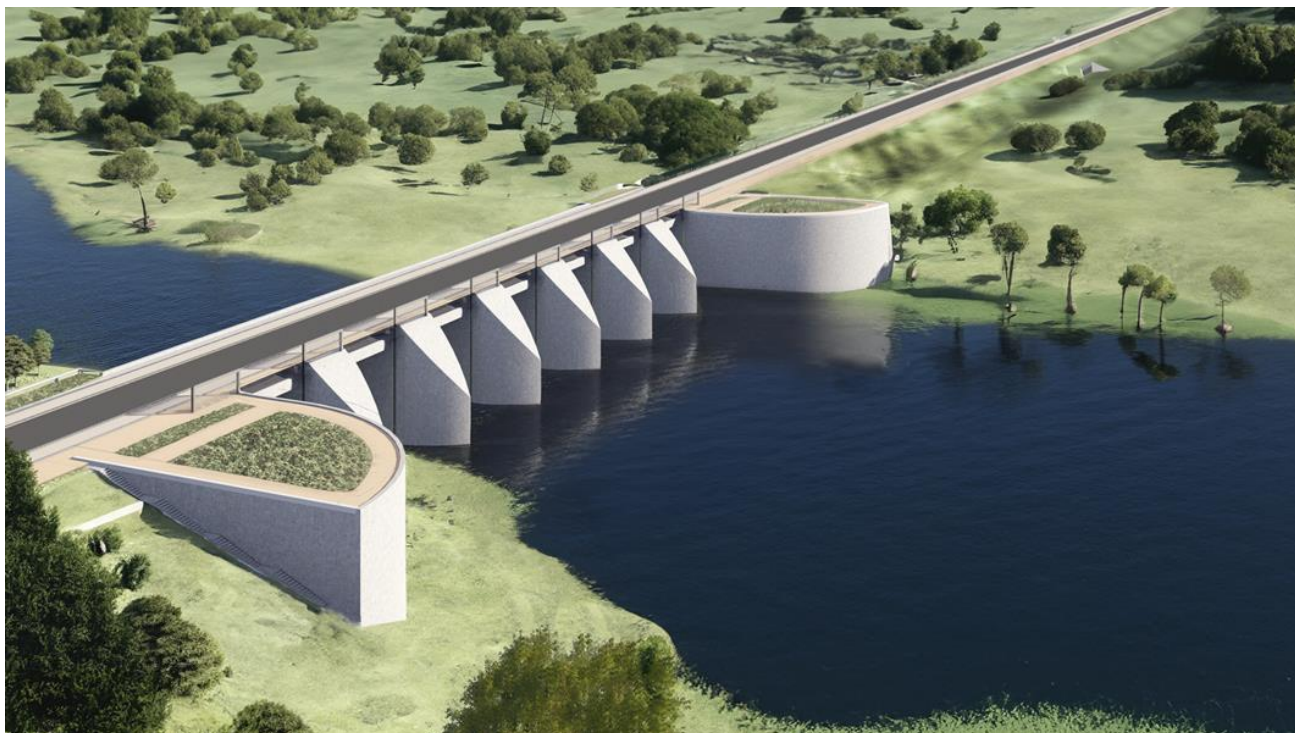
W trakcie budowy obiektu zajdzie konieczność tymczasowego przełożenia koryt rzek Wisły i Uszwicy, wody tych rzek będą przeprowadzane korytami obiegowymi.

W części przelewowej umieszczona zostanie specjalna sekcja, przez którą będzie możliwa żegluga jednostek pływających w czasie trwania stanów umożliwiających żeglugę na tym odcinku Wisły.

Typ zamknięć i parametry techniczne poszczególnych filarów i przesł budowli przelewowo-spustowej zostaną doprecyzowane na etapie opracowywania dokumentacji projektowej.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



*Rysunek 21 Wstępna wizualizacja sekcji urządzeń przelewowo-spustowych od strony wody górnej w czasie swobodnego spływu wód średnich*



*Rysunek 22 Wstępna wizualizacja sekcji urządzeń przelewowo-spustowych od strony wody górnej w momencie gromadzenia wody w polderze*



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## **URZĄDZENIA KONTROLNO-POMIAROWE**

Zapora czołowa wraz z wałami bocznymi zostanie wyposażona w urządzenia kontrolno-pomiarowe w celu prowadzenia:

- kontroli przemieszczeń pionowych (osiadań) podłoża i korpusu zapory
- pomiarów ciśnienia filtracyjnego
- pomiarów wydatku filtracji.

Przekroje kontrolno-pomiarowe wyposażone będą w repery powierzchniowe, repery wgłębne płytowe oraz piezometry otwarte wiercone. Odrębnie przewidziano zainstalowanie łat wodowskazowych. Łaty te mogą być wyposażone w czujniki stanu wody i włączone do systemu automatycznego monitoringu.

## **BUDYNEK ZAPLECZA OBSŁUGI TECHNICZNEJ**

Z uwagi na przyjętą I klasę ważności budowli hydrotechnicznej, zarówno na etapie codziennej eksploatacji przy przepływach niskich i średnich, jak również w trakcie piętrzenia wód w polderze, konieczna jest obecność stałego personelu obsługi polderu. W tym celu konieczne jest wybudowanie budynku socjalno-technicznego, w którym będą mogli przebywać pracownicy i będzie mógł być zgromadzony niezbędny sprzęt do obsługi polderu.

Lokalizacja i parametry techniczne budynku zaplecza technicznego zostaną doprecyzowane na etapie opracowywania dokumentacji projektowej.

## **REGULACJA KORYTA RZEKI WISŁY I USZWICY**

Przewiduje się wykonać następujące roboty:

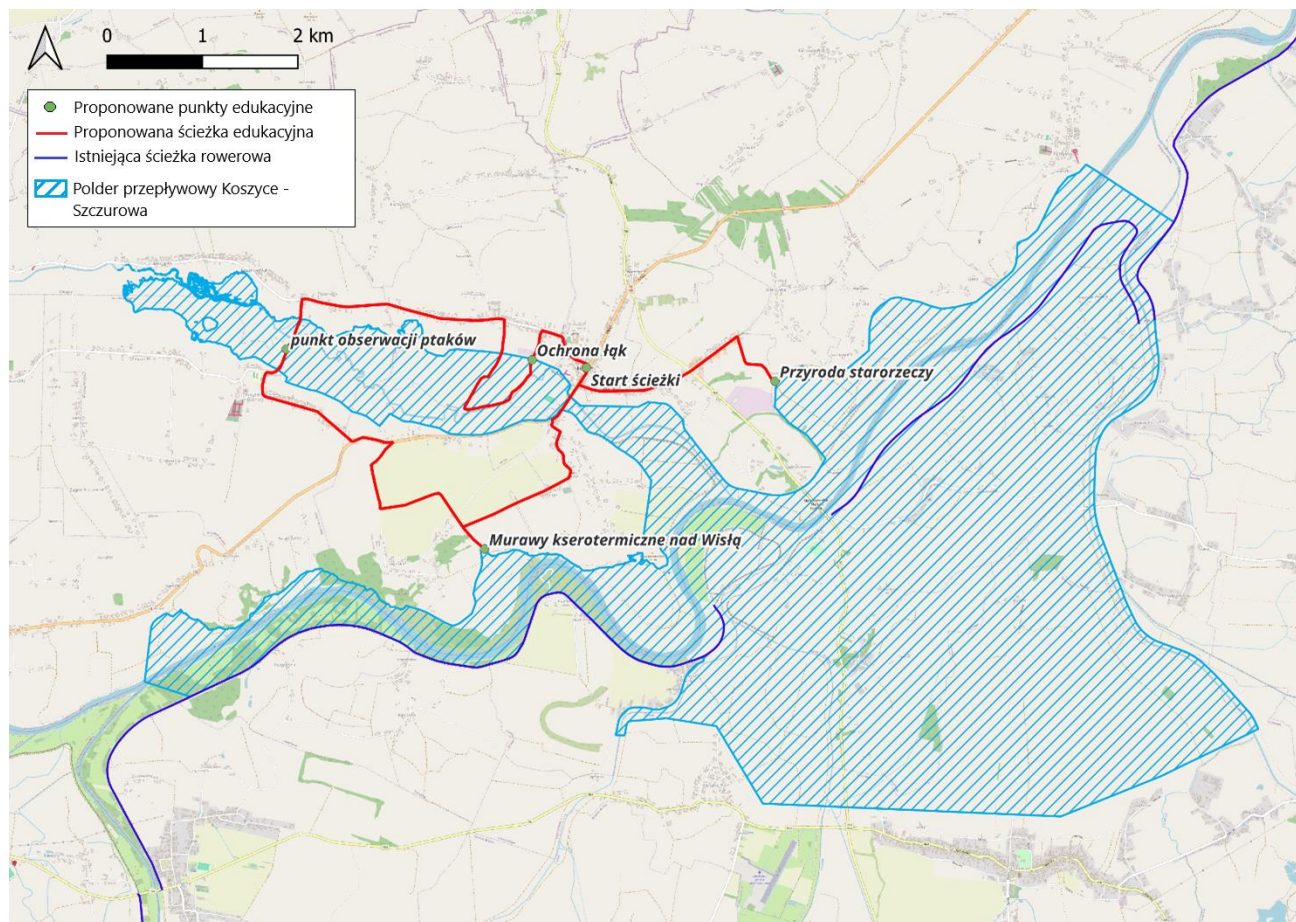
- Konserwację rzeki na odcinku czaszy polderu,
- Odcinkową regulację koryta rzeki na odcinku stanowiska górnego,
- Przełożenie koryta rzeki na czas wykonywania urządzeń przelewowo - spustowych,
- Odcinkową regulację rzeki na odcinku stanowiska dolnego.

## **ŚRODOWISKOWO-SPOŁECZNE ZAGOSPODAROWANIE CZASZY POLDERU**

Czaszę polderu przewiduje się zagospodarować pod względem środowiskowo-społecznym np. poprzez utworzenie specjalnych obszarów podmokłych dla ptaków, oczek wodnych dla płazów, ścieżek edukacyjnych, ścieżek rowerowych i stref rekreacji dla społeczności lokalnych. W tym celu dopuszcza się wygrodzenie groblami na terenie polderu specjalnych stref, które w zależności od skali wezbrania będą stopniowo zalewane, aż do napełnienia całego polderu.

Na obszarze polderu dopuszcza się, przy zgodzie i w porozumieniu z administratorem polderu prowadzenie ograniczonej działalności rolniczej.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 23 Proponowane działanie edukacyjne na obszarze Polderu przepływowego Koszyce – Szczurowa

Poniżej proponowana wizualizacja ścieżki edukacyjnej, ścieżki rowerowej oraz wieży obserwacyjnej.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



*Rysunek 24 Wizualizacja ścieżki rowerowej.*



*Rysunek 25 Wizualizacja wieży obserwacyjnej.*



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 26 Wizualizacja ścieżki edukacyjnej

#### 6.1.6. Zasady gospodarowania wodą

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto brak ingerencji w swobodny odpływ ze zbiornika na poziomie do  $Q=1100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Jest to przepływ mieszczący się w korycie lub powodujący nieznacznie zalanie obszarów międzywala na odcinku Wisły, gdzie zlokalizowane są urządzenia sterujące przepływem. Powyżej tego przepływu następować będzie stopniowe podnoszenie/opuszczanie zamknięć w taki sposób, aby zminimalizować odpływ, przy jednoczesnym nieprzekraczaniu maxPP, tj. 184,00 m n.p.m. Kr.

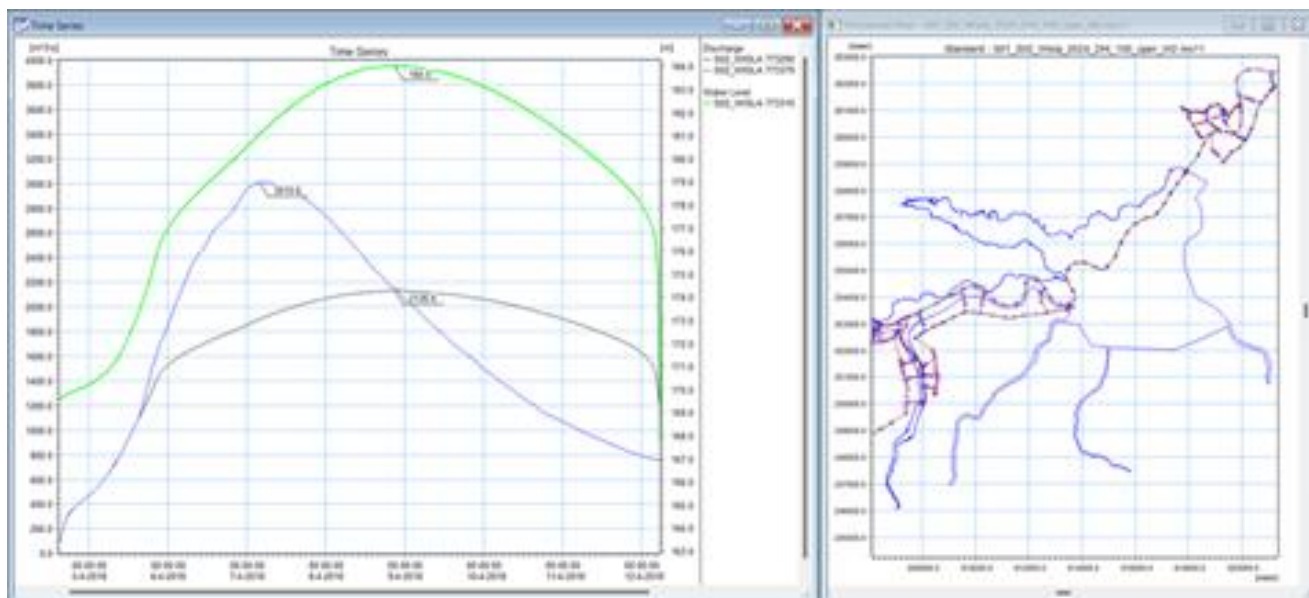
Na podstawie przyjętych założeń redukcja przepływów prawdopodobnych będzie wyglądać następująco:

- przepływ  $Q_{10\%}$  1860 - 1790  $\text{m}^3/\text{s}$  przy napełnieniu 178,70 m n.p.m. Kr
- przepływ  $Q_{1\%}$  z 3010  $\text{m}^3/\text{s}$  do 2137  $\text{m}^3/\text{s}$  przy napełnieniu 184,00 m n.p.m. Kr
- przepływ  $Q_{0,2\%}$  z 3956  $\text{m}^3/\text{s}$  do 3642  $\text{m}^3/\text{s}$ , przy napełnieniu 184,00 m n.p.m. Kr

Przykładową transformację fali hipotetycznej  $Q_{1\%}$  przez polder przepływowy Koszyce - Szczurowa dla wariantu OP II, przedstawia poniższy rysunek.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

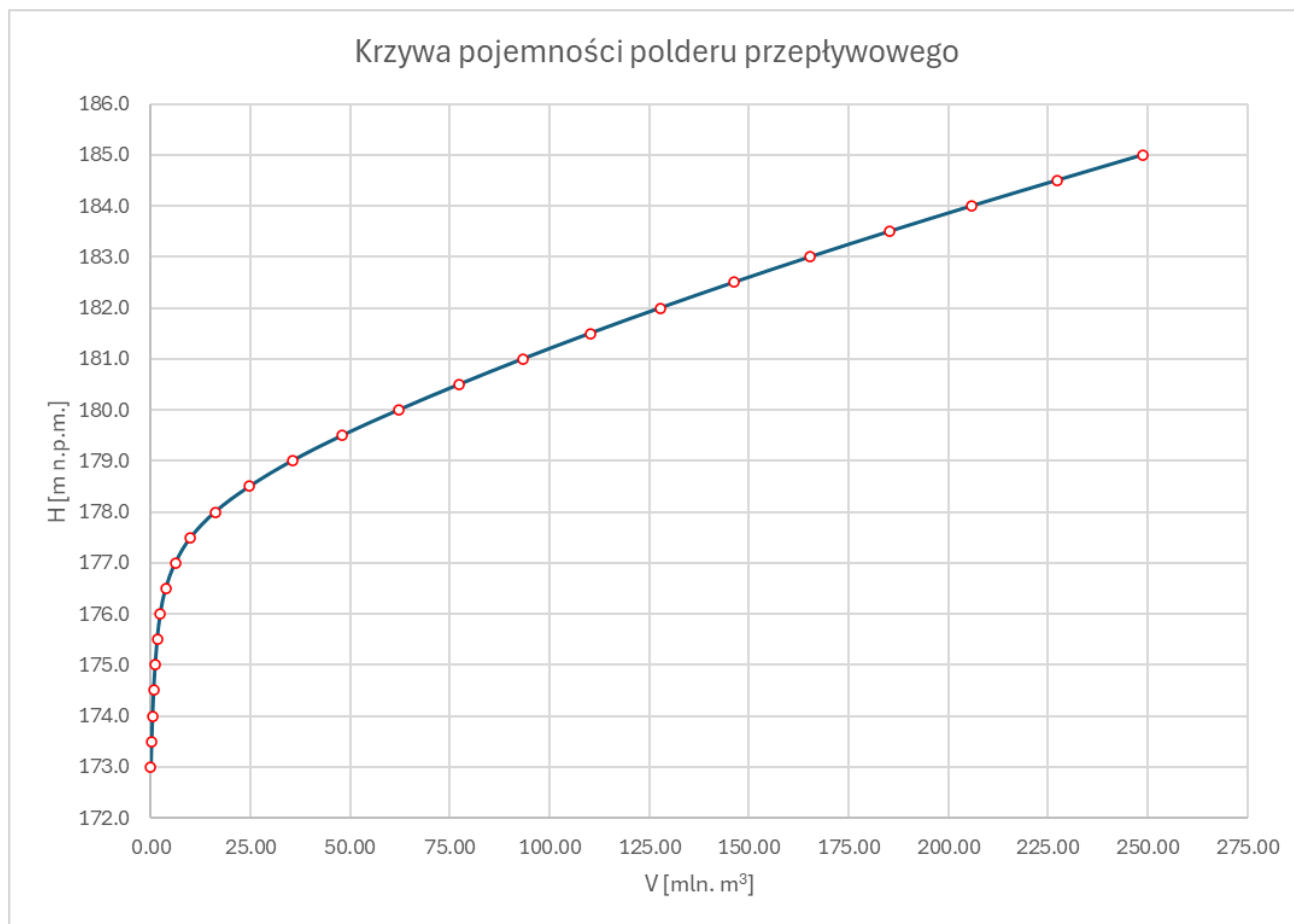


Rysunek 27 Transformację fali hipotetycznej Q1% przez polder przepływowy Koszyce - Szczurowa dla wariantu OP II,

### Krzywa powierzchni zalewu i pojemności polderu

Na podstawie numerycznego modelu terenu, obliczono pojemności i powierzchnie dla poszczególnych poziomów w projektowanej lokalizacji polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 28 Krzywa pojemności i powierzchni polderu przepływowego

Tabela 8 Zestawienie pojemności i powierzchni zalewu polderu przepływowego

L.p.	Rzędna [m n.p.m. Kr]	Powierzchnia [ha]	Pojemność całkowita [mln m <sup>3</sup> ]
1	172,00	0,00	0,000
2	180,00	2 937,81	62 217 838
3	181,00	3 21064	93 314 921
4	182,00	3 363,93	127 826 594
5	183,00	3 465,91	165 341 657
6	184,00	3 577,46	205 911 788

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

### 6.1.7. Wstępna analiza kosztów realizacji

Przedstawione poniżej koszty realizacji urządzeń wodnych zostały oparte na kosztach zrealizowanych bądź aktualnie realizowanych obiektów z obszaru RZGW w Rzeszowie, RZGW w Krakowie, RZGW we Wrocławiu i RZGW w Gliwicach.

1. Koszty budowy wału zapory czołowej oraz urządzeń upustowych zostały określone w oparciu o ceny realizacji:
  - budowy suchego zbiornika przeciwpowodziowego w Raciborzu;
  - budowy suchego zbiornika przeciwpowodziowego na rzece Bystrzyca Dusznicka w miejscowości Szalejów Górny;
2. Koszty przebudowy wału bocznych zostały określone w oparciu o ceny realizacji przebudowy wałów rzeki Wisły Sandomierskiej:
  - Wisła Etap 2 - Rozbudowa prawego wału rzeki Wisły na dł. 13,959 km, prawego wału rzeki San na dł. 2,193 km oraz lewego wału rzeki Łęg na dł. 0,112 km, na terenie gm. Gorzyce i gm. Radomyśl nad Sanem, woj. podkarpackie, Sekcja II prawy wał rzeki Wisły w km 278+750 - 273+650 na odcinku 0+000 - 4+889, Gmina Gorzyce powiat tarnobrzeski;
  - Sekcja I prawy wał rzeki Wisły w km 286+816 - 279+416 na odcinku 0+000 - 7+205, Gmina Radomyśl nad Sanem powiat Stalowowolski;
  - Sekcja SAN – prawy wał rzeki San na odcinku 0+000 - 2+193, rzeki San w km 0+239 - 2+276, Gmina Radomyśl nad Sanem;
3. Koszty budowy nowych wałów bocznych zostały określone na podstawie cen z realizacji wału rzeki Wisłoki „Budowa wałów przeciwpowodziowych na rzece Wisłocie w km rzeki od 27+100 do 31+400 i potoku Kiełkowskim w km wału od 0+150 do 1+971 – dla ochrony przeciwpowodziowej miejscowości Boża Wola, Kiełków na terenie gm. Mielec i gm. Przecław, woj. podkarpackie”;

Zakres i stopień agregacji pozycji przedmiarowych został przyjęty na podstawie wstępnych uproszczonych rozwiązań konstrukcyjnych.

Elementy polderu	Koszty (mln PLN brutto)
budowa zapory czołowej na dł. 1,0 km i wys. 10,0 m	123
rozbudowa wałów bocznych na dł. 15,75 km	194
budowa nowych wałów bocznego na dł. 6,80 km	100
rozbiórka wałów wiślanych na dł. 3,63 km	13
budowa urządzeń przelewowo-spustowych sterowanych	234
aparatura kontrolno-pomiarowa i monitoring	10
środowiskowo-społeczne zagospodarowanie czaszy	44
przebudowa drogi wojewódzkiej i mostu drogowego	197
droga asfaltowa i ciąg pieszo-rowerowy na koronie – 1 km	12
budynek/zaplecze do obsługi obiektu wraz z wyposażeniem	9

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Podsumowując, szacunkowy koszt realizacji samych robót budowlanych wynosi ok 935,77 mln zł brutto (jest to kwota robót budowlano - montażowych, nie uwzględniająca kosztów rozbiórek budynków, odbudowy infrastruktury komunalnej oraz wykupów nieruchomości).

## 6.2. Polder Przykop

### 6.2.1. Lokalizacja

Planowany polder położony jest w woj. podkarpackim wzdłuż Wisły w jej km 690-683.5, na prawobrzeżnym terenie zawala Wisły, na terenach gminy Padew Narodowa, powiat mielecki i gminy Baranów Sandomierski, powiat tarnobrzeski

Szacunkowy obszar polderu wynosi 460,61 ha, na którym zostanie zgromadzone 20,5 mln m<sup>3</sup> wody w przypadku wystąpienia powodzi na Wiśle.

### 6.2.2. Obecny stan zagospodarowania terenu

W granicach planowanego polderu znajdują się 3 jednorodzinne budynki mieszkalne oraz 14 budynków gospodarstw rolnych. Około 95% obszaru polderu stanowią grunty orne. Na pozostałej części obszaru znajdują się lasy liściaste, tereny rolne, łąki oraz fragmentarycznie luźna zabudowa.

#### **Infrastruktura techniczna**

Przez obszar projektowanego polderu przebiegają napowietrzne linie elektroenergetyczne o łącznej długości około 2,1 km (1,8 km linii najwyższego napięcia, 0,3 km linii średniego napięcia i 0,4 km linii niskiego napięcia).

#### **Dojazd i komunikacja**

Przez obszar projektowanego polderu przebiega droga o znaczeniu lokalnym o sumarycznej długości około 0,7 km oraz odcinek drogi dojazdowej o długości około 1,1 km. Ponadto obszar przecinają liczne drogi gruntowe o sumarycznej długości 18,3 km.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

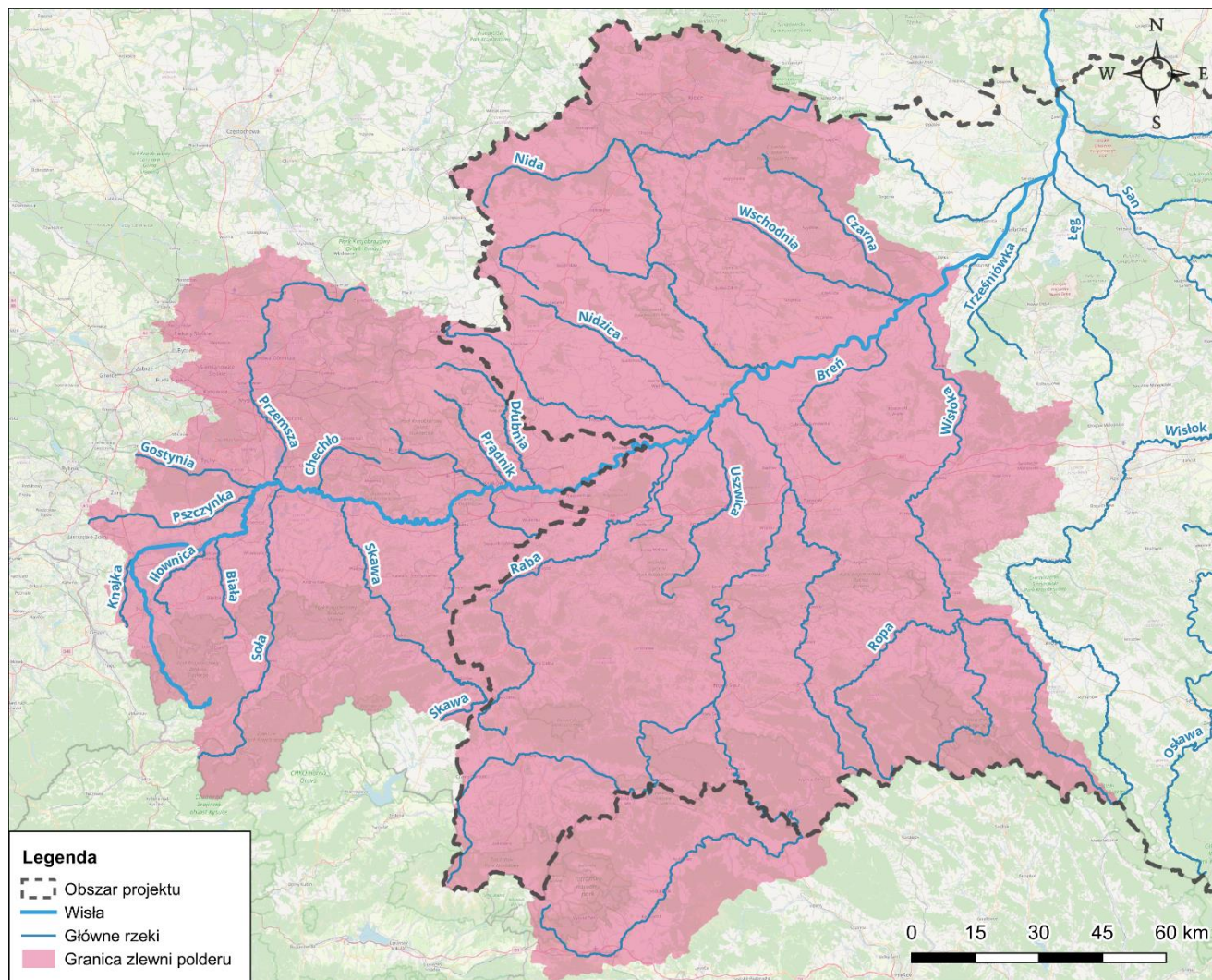


Rysunek 29 Stan istniejący zagospodarowania terenu na obszarze projektowanego polderu Przypok

### 6.2.3. Warunki hydrologiczne

Polder Przypok w swojej proponowanej lokalizacji znajduje się na rzece Wiśle pomiędzy kilometrem 690,000 - 683,500. Za przekrój obliczeniowy przyjęto wlot do polderu od strony wody górnej. Powierzchnia zlewni Wisły zamknięta przekrojem obliczeniowym wynosi 30 650,8 km<sup>2</sup>, zaś przebieg granicy zlewni polderu przedstawiono na rysunku poniżej.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 30 Zlewnia zamknięta przekrojem zlokalizowanym na wlocie do polderu Przykop

Wartości przepływów maksymalnych rocznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia 10%, 1% oraz 0,2% dla przekroju obliczeniowego polderu Przykop zostały określone na podstawie wyników modelowania hydraulicznego, a te są z kolei pochodną warunków brzegowych na wodowskazie Szczucin i Koło. W toku modelowania hydraulicznego wartości przepływów prawdopodobnych ulegają zmianom wskutek transformacji fali w korycie i na terasach zalewowych.

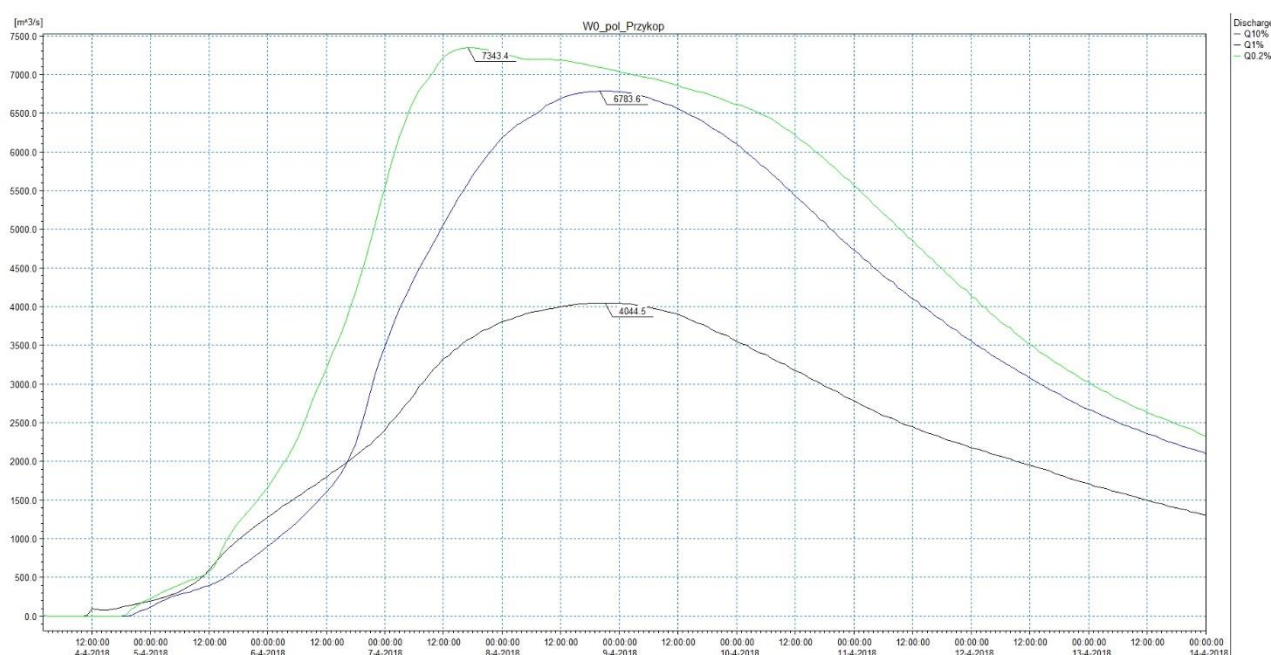
Wyznaczone na tej podstawie przepływy prawdopodobne zaprezentowano w tabeli poniżej, zaś wykreślone na tej podstawie hydrogramy hipotetyczne dla przepływów prawdopodobnych przedstawiono na wykresie.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

**Tabela 9** Wartości przepływów maksymalnych rocznych o zadanym prawdopodobieństwie na Wiśle w przekroju obliczeniowym wlotu do polderu Przykop od strony wody górnej (km 690+000)

p [%]	Q [m <sup>3</sup> /s]
0,2	7 343
1	6 874
10	4 044



**Rysunek 31** Wykresy fal hipotetycznych dla przepływów prawdopodobnych ( $p = 10, 1$  i  $0,2\%$ ) w przekroju obliczeniowym wlotu do polderu Przykop od strony wody górnej (km 690+000)

Dokonano także wyznaczenia wartości przepływów maksymalnych o zadanym prawdopodobieństwie na podstawie wskazań notowanych na wodowskazie Koło na Wiśle. Dla tego wodowskazu zastosowano rozkład Pearsona III typu w oparciu o metodę interpolacji przepływów z wielolecia 1951-2016 pomiędzy wod. Szczucin i wod. Sandomierz [źródło: Raport z wyznaczenia obszarów zagrożenia powodziowego w wyniku modelowania hydraulicznego dla rzeki Wisły; Załącznik nr 2: Opracowanie danych hydrologicznych, IMGW-PIB 2020].

Przy dalszych etapach projektowania polderu Przykop należy bezwzględnie dokonać aktualizacji wartości przepływów prawdopodobnych na podstawie wydłużonego ciągu obserwacyjnego przepływów maksymalnych rocznych.

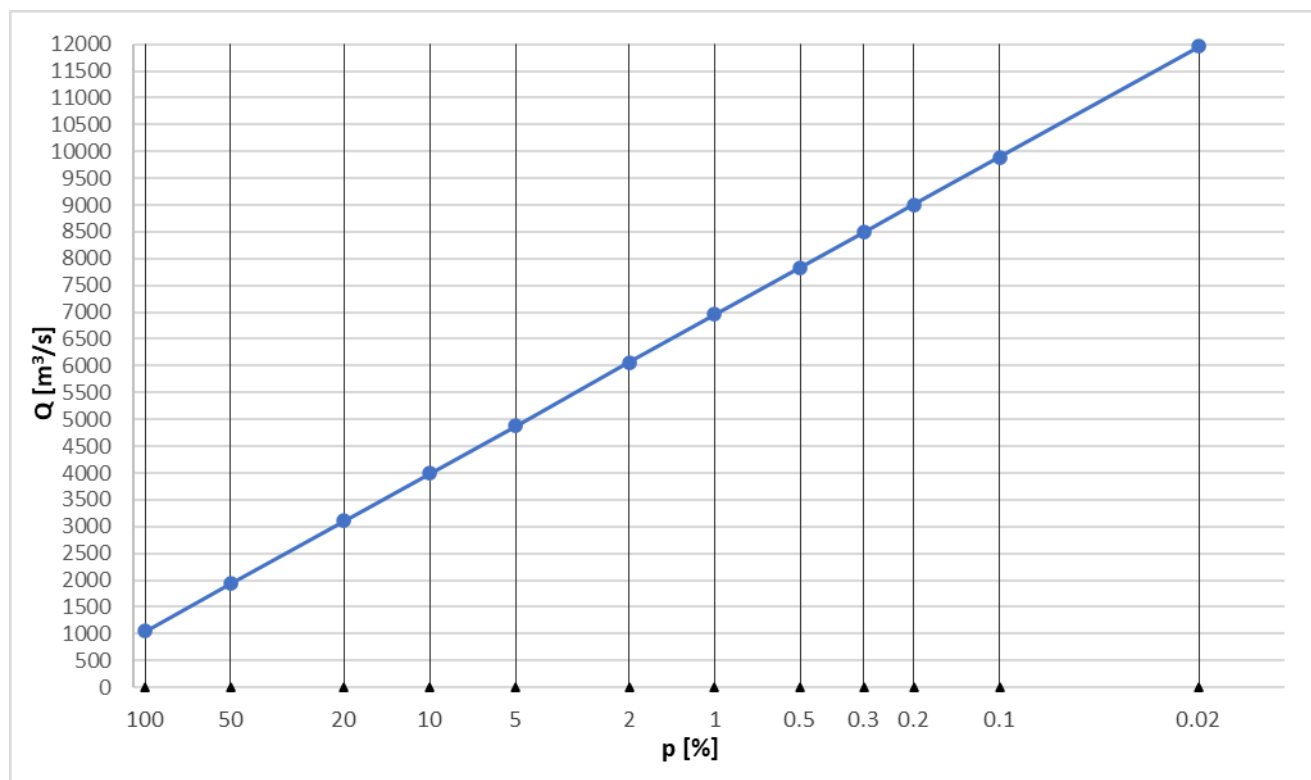
W tabeli poniżej przedstawiono wartości przepływów maksymalnych rocznych o zadanym prawdopodobieństwie na wodowskazie Koło, który z racji bliskości planowanego przekroju wejściowego na polder Przykop, można uznać za miarodajny (wodowskaz Koło zamyka zlewnię o powierzchni 30625,8 km<sup>2</sup>, zaś przekrój wejściowy na polder Przykop zamyka zlewnię 30650 km<sup>2</sup>)

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Tabela 10. Rozkład przepływów prawdopodobnych w przekroju wejściowym polderu Przykop na Wiśle

p [%]	100	50	20	10	5	2	1	0.5	0.3	0.2	0.1	0.02
Q [m³/s]	1047	1935	3108	3990	4884	6058	6960	7834	8488	9000	9896	11957

Poniżej ukazano krzywą rozkładu przepływów prawdopodobnych w przekroju wejściowym na planowany polder Przykop na Wiśle.



Rysunek 32 Krzywa rozkładu przepływów prawdopodobnych w przekroju wejściowym na planowany polder Przykop na Wiśle

#### 6.2.4. Podstawowe parametry projektowanego obiektu

##### Klasyfikacja budowy

W oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie, rozpatrywany polder wiślany należy zaklasyfikować do II klasy hydrotechnicznej.

Przyjęta klasa nie wynika bezpośrednio z warunków wysokości piętrzenia polderu, gdyż wówczas można byłoby zaklasyfikować go do IV, jednak ze względu na II klasę hydrotechniczną wału rzeki Wisły, który będzie elementem konstrukcyjnym polderu - dla całości polderu należy przyjąć II klasę hydrotechniczną.

Klasyfikacją nie są objęte budowle: bramy polderów (wpusty), urządzenia spustowe, ponieważ ich parametry wynikają z założeń dotyczących sterowania napełniania i zrzutu wody na polderze.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## **Konstrukcja polderu**

### *Bezpieczne wyniesienie korony wałów*

Rzędna koronę wałów polderu ustalono w sposób przybliżony, przyjmując rzędną wału wiślanego w miejscu dolnego połączenia z trasą obwałowań polderu.

### *Podstawowe budowie*

Korpus wałów polderu planuje się wykonać o konstrukcji ziemnej. Szerokość korony przyjęto równą 3,0m. Korpus kształtuje się o jednakowym nachyleniu skarpy odpowietrznej i odwodnej równym 1:3. Odcinek wału wiślanego na styku z planowanym polderem należy zmodernizować (podnieść, dogłęścić i wykonać przesłonę) i przebudować pod kątem utworzenia drogi eksploatacyjnej na koronie wału.

Przyjęto następujące parametry techniczne polderu:

- rzędna korony wału – 158,80 m n.p.m. Kr,
- długość wału głównego (wał wiślany) – 5 850 m,
- długość wału bocznego – 6 400 m,
- powierzchnia czaszy polderu – 460,60 ha,
- pojemność polderu – 20,50 mln m<sup>3</sup>,
- rzędna NPP – 157,50 m n.p.m. Kr,
- wysokość maks. napełnienia - 6,5 m
- rzędna przelewu – 155,00- 157,00 m n.p.m. Kr,
- Szerokość przelewu – 120,00 m

Wlot na teren polderu wykonany zostanie w formie przelewu wałowego z zamknięciem ruchomym. Taki rodzaj zamknięcia zapewni możliwość sterowania czasem napełniania polderu.

Wylot wód z polderu, stanowić będzie upust w formie przepustu wałowego z zamknięciem zasuwowym oraz klapą zwrotną od strony międzywala.

## **URZĄDZENIA KONTROLNO-POMIAROWE**

Ze względów bezpieczeństwa i zwiększenia efektywności gospodarowania wodą, przewiduje się wykonanie urządzeń kontrolno-pomiarowych w celu:

- pomiaru napełnienia polderu (łaty wodowskazowe i automatyczne czujniki stanu wody),
- pomiaru przemieszczeń pionowych (osiadań) korpusu wału,
- pomiaru ciśnienia filtracyjnego korpusu wału.

## **ŚRODOWISKOWO-SPOŁECZNE ZAGOSPODAROWANIE CZASZY POLDERU**

Czaszę polderu przewiduje się zagospodarować pod względem środowiskowo-społecznym np. poprzez utworzenie specjalnych obszarów podmokłych dla ptaków, oczek wodnych dla płazów, ścieżek edukacyjnych, ścieżek rowerowych i stref rekreacji dla społeczności lokalnych. W tym celu

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

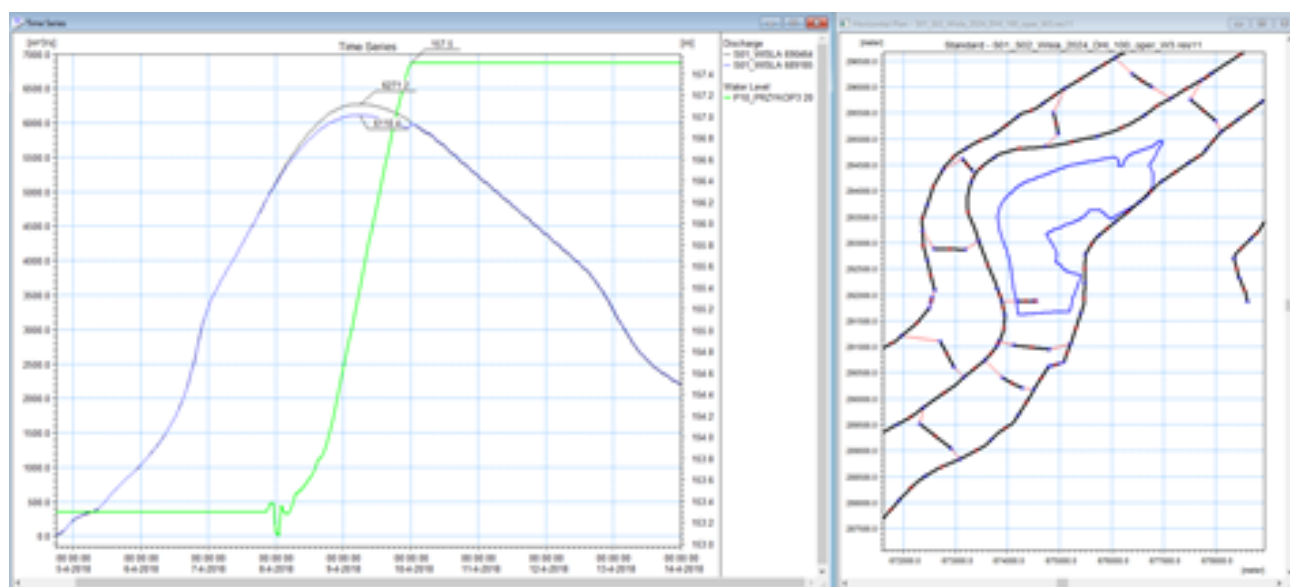
dopuszcza się wygrodzenie gołbami na terenie polderu specjalnych stref, które w zależności od skali wezbrania będą stopniowo zalewane, aż do napełnienia całego polderu.

Na obszarze polderu dopuszcza się, przy zgodzie i w porozumieniu z administratorem polderu prowadzenie ograniczonej działalności rolniczej.

### 6.2.5. Zasady gospodarowania wodą

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto w modelu hydraulicznym, że przelew na polder będzie uruchamiany w celu przejęcia szczytu fali powodziowej na Wiśle o objętości równej pojemności polderu tj. 20,5 mln m<sup>3</sup>, przy jednoczesnym nieprzekraczaniu maxPP, tj. 157,50 m n.p.m. Kr. Napełnianie polderu polegać będzie na stopniowym otwieraniu ujęcia wlotowego o łącznej szerokości 120,00, po czym w zależności od stanu przepływu wód w międzywalu Wisły, zostanie stopniowo opróżniony przez urządzenia upustowe.

Przykładową transformację fali hipotetycznej Q1% dla wariantu OP III, przedstawia poniższy rysunek.

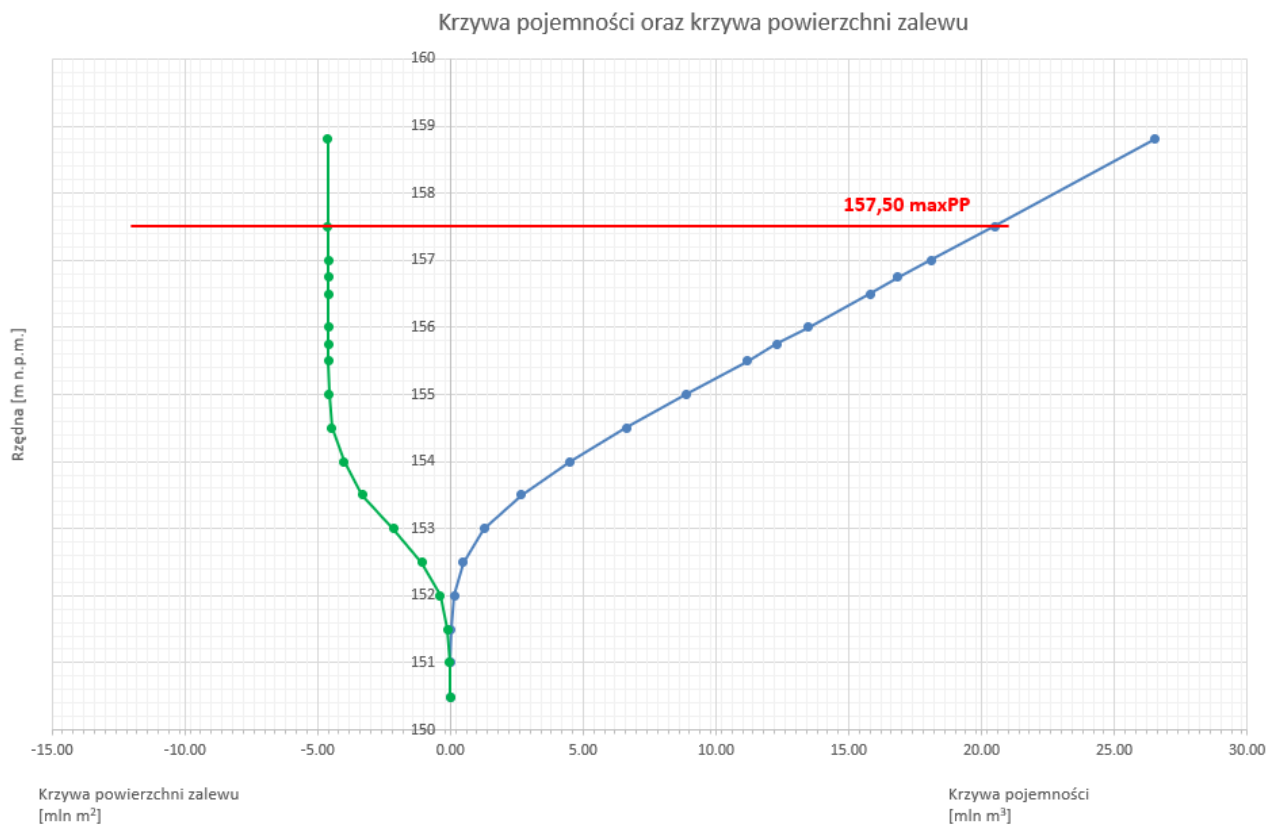


Rysunek 33 Transformację fali hipotetycznej Q1% przez polder Przykop dla wariantu OP III,

### Krzywa powierzchni zalewu i pojemności polderu

Na podstawie numerycznego modelu terenu, obliczono pojemności i powierzchnie dla poszczególnych poziomów w projektowanej lokalizacji polderu "Przykop".

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 34 Krzywa pojemności i powierzchni polderu Przykop

Tabela 11 Zestawienie pojemności i powierzchni zalewu polderu Przykop

Lp.	Rzędna [m n.p.m. Kr]	Powierzchnia [ha]	Pojemność całkowita [mln m <sup>3</sup> ]
1	150,5	0,03	0,000
2	151,0	2,10	0,005
3	151,5	9,87	0,028
4	152,0	38,70	0,138
5	152,5	106,39	0,475
6	153,0	213,80	1,269
7	153,5	332,24	2,660
8	154,0	400,55	4,499
9	154,5	446,87	6,623
10	155,0	457,88	8,898

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

L.p.	Rzędna [m n.p.m. Kr]	Powierzchnia [ha]	Pojemność całkowita [mln m <sup>3</sup> ]
11	155,5	459,20	11,191
12	155,8	457,68	12,289
13	156,0	459,80	13,489
14	156,5	460,27	15,789
15	156,8	460,33	16,847
16	157,0	460,51	18,091
17	157,5	460,61	20,500
18	158,8	460,70	26,500

#### 6.2.6. Wstępna analiza kosztów realizacji

Przedstawione poniżej koszty realizacji urządzeń wodnych zostały oparte na kosztach zrealizowanych bądź aktualnie realizowanych obiektach z obszaru RZGW w Rzeszowie i RZGW w Krakowie.

- Koszty przebudowy wału głównego zostały określone w oparciu o ceny realizacji przebudowy wałów rzeki Wisły :
  - Wisła Etap 2 - Rozbudowa prawego wału rzeki Wisły na dł. 13,959 km, prawego wału rzeki San na dł. 2,193 km oraz lewego wału rzeki Łęg na dł. 0,112 km, na terenie gm. Gorzyce i gm. Radomyśl nad Sanem, woj. podkarpackie, Sekcja II prawy wał rzeki Wisły w km 278+750 - 273+650 na odcinku 0+000 – 4+889, Gmina Gorzyce powiat tarnobrzeski
  - Sekcja I prawy wał rzeki Wisły w km 286+816 - 279+416 na odcinku 0+000 - 7+205, Gmina Radomyśl nad Sanem powiat Stalowowolski
  - Sekcja SAN – prawy wał rzeki San na odcinku 0+000 – 2+193, rzeki San w km 0+239 – 2+276, Gmina Radomyśl nad Sanem;
- Koszty wałów bocznych zostały określone na podstawie cen z realizacji wału rzeki Wisłoki „Budowa wałów przeciwpowodziowych na rzece Wisłocie w km rzeki od 27+100 do 31+400 i potoku Kiełkowskim w km wału od 0+150 do 1+971 – dla ochrony przeciwpowodziowej miejscowości Boża Wola, Kiełków na terenie gm. Mielec i gm. Przecław, woj. podkarpackie”;
- Koszty urządzeń wpustowych zostały określone w oparciu o zamknięcia zbiornika Biezanów na rzece Serafie w Krakowie;
- Koszty urządzeń upustowych zostały określone na podstawie kosztów realizacji upustu dennego zbiornika Biezanów oraz dużych przepustów wałowych na zadaniu Wisła Etap 2.

Zakres i stopień agregacji pozycji przedmiarowych został przyjęty na podstawie wstępnych uproszczonych rozwiązań konstrukcyjnych.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

W ramach wyceny przyjęto następujące koszty poszczególnych elementów polderu:

Elementy polderu	Koszty (mln PLN brutto)
rozbudowa wału wiślanego na dł. 5,850 km	58
budowa wału bocznego na dł. 6,400 km	79
budowa urządzeń wlotowych – 2 przęsła sterowane	20
budowa urządzeń zrzutowych – 2 upusty sterowane	5
aparatura kontrolno-pomiarowa i monitoring	2
środowiskowo-społeczne zagospodarowanie czaszy	11

Podsumowując, szacunkowy koszt realizacji robót budowlanych polderu Przykop wynosi ok. 173, 69 mln zł brutto (jest to kwota samych robót, do której dochodzą koszty rozbiórek budynków, odbudowy infrastruktury komunalnej oraz wykupów nieruchomości, które doliczono w celu uzyskania pełnego kosztu inwestycyjnego = 197 mln zł brutto).

### 6.3. Działania z zakresu zielonej hydrotechniki

W ramach Programu proponuje się realizację pilotażowych działań związanych z uzyskaniem dodatkowej objętości retencyjnej w krajobrazie. Działania te obejmują:

- Odtworzenie starorzecza
- Retencję rolniczą na gruntach zmeliorowanych
- Retencję bagien i mokradeł
- Zalesienia

Powyższe rozwiązania stanowią inicjalny pakiet działań ze wskazaną lokalizacją i ogólnym zakresem prac, który wymaga opracowania odpowiedniej dokumentacji technicznej w ramach kolejnych etapów realizacji Projektu.

Działania z zakresu zielonej hydrotechniki opracowano w oparciu o wyniki analiz raportu nr 3 oraz suplementu do tegoż raportu (baza danych mokradeł, baza danych starorzeczy, analizy zalesienia). Następnie wytypowano lokalizacje optymalne z punktu widzenia potencjału retencyjnego, warunków terenowych, kolizji z infrastrukturą, wstępnego rozpoznania własnościowego oraz interesariuszy. Uzupełnieniem wybranych lokalizacji są bazy danych przestrzennych z lokalizacjami kolejnych potencjalnych działań pilotażowych, które w przyszłości będą mogły stanowić podstawę planowania następnych tego rodzaju inwestycji. Taki zakres inwestycyjny ma wysoki potencjał z punktu widzenia m.in. aspektów środowiskowych, społecznych, hydraulicznych, zgodności z nowymi przepisami Komisji Europejskiej (Nature Restoration Law).

Celem takich praktyk pilotażowych ukierunkowanych na odtwarzanie naturalnej retencji jest wykreowanie dobrych praktyk w zakresie:

- Rozwiązań technicznych i technologicznych,
- Harmonogramu realizacji,

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

- Platformy instytucjonalnej i własnościowej realizacji działań,
- Doboru interesariuszy projektów pilotażowych,
- Zarządzania ryzykiem realizacji
- Metodyki powtarzalności przyjętych rozwiązań.

### 6.3.1. Retencja starorzeczy

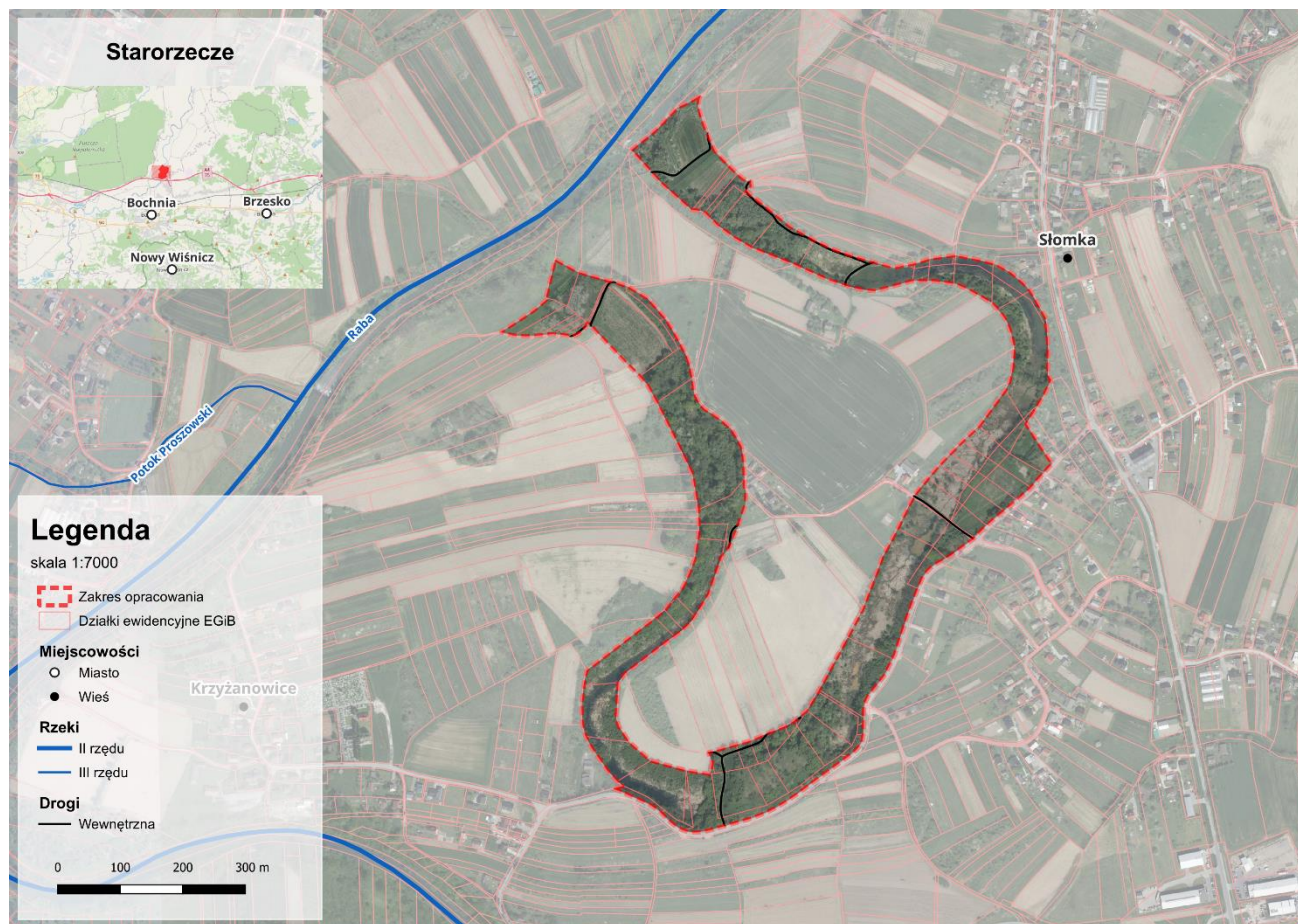
#### Kryteria wyboru lokalizacji

Zakres o charakterze pilotażowym, którego celem jest sprawdzenie i wykreowanie najlepszych praktyk w regionie, które zostałyby wdrożone w pełnym wymiarze w kolejnych etapach Programu. Wykorzystanie retencyjne starorzeczy polega na przeprowadzaniu rewitalizacji rzeki w taki sposób, aby dokonać otwarcia starorzecza, co umożliwi ponowny przepływ przez nie wody. Kluczowym elementem jest więc zlokalizowanie starorzecza, którego powierzchnia nie została zabudowana albo sposób wykorzystania terenu pozwala na jego ponowne zalanie wodą.

Napełnienie starorzecza może się odbywać w sposób kontrolowany i niekontrolowany, poprzez wykorzystywanie urządzenia wpustowego albo przez obniżenie obwałowania, gdzie napełnienie odbywa się po przekroczeniu poziomu brzegu starorzecza od strony odwodnej. Jednym z kryteriów logizacji jest też więc położenie starorzecza względem cieku, ale także lokalizacja zabudowy na jego brzegach. Należy zabezpieczyć zabudowę przed ewentualnym przelaniem się wody przez skarpy/wały starorzecza. Unika się też odtwarzania starorzeczy w których zabudowa zlokalizowana jest od strony odwodnej, czyli między korytem starorzecza, a korytem rzeki.

Wybrano pilotażowo obszar w zlewni Raby, województwo małopolskie, powiat bocheński, gmina Bochnia.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 35 Lokalizacja działania retencyjnego – odtworzenie starorzecza; zlewnia Raby, województwo małopolskie, powiat bocheński, gmina Bochnia

## Pojemność retencyjna

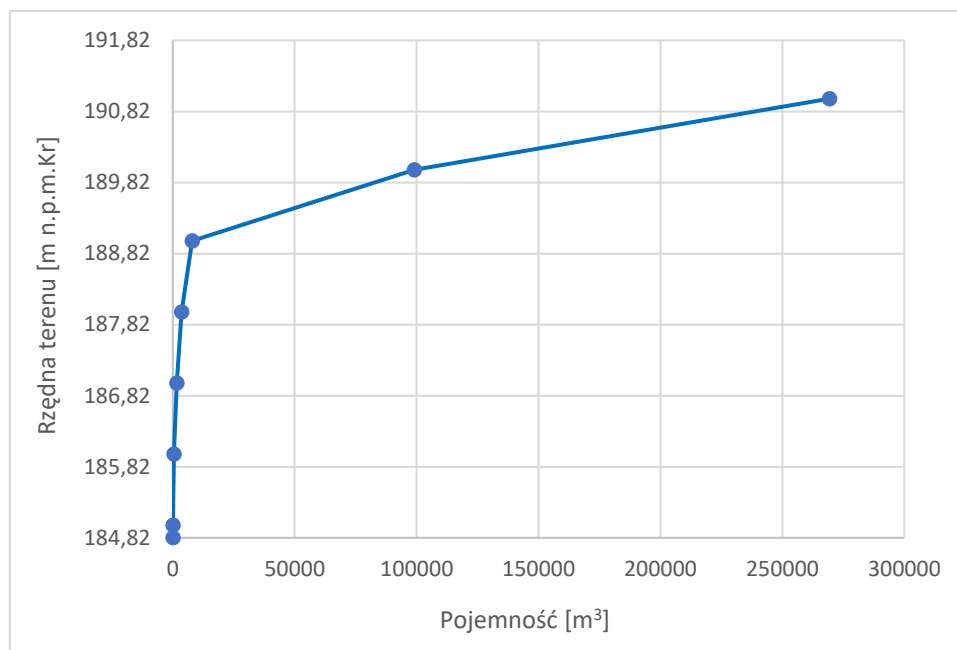
Dla wyznaczenia pojemności retencyjnej starorzecza posłużono się wyznaczeniem krzywej pojemności bazując na ukształtowaniu koryta starorzecza. Analiza topograficzna wykazała, że maksymalną rzędną, do jakiej można napełnić starorzecze bez konieczności budowania grobli (lub wałów przeciwpowodziowych) oraz tak, by nie zalać terenów do niego przylegających jest rzędna 190,00 m n.p.m. Kr którą przyjęto za maksymalną (tabela poniżej). Objętość starorzecza przy maksymalnej rzędnej to nieco ponad 990 tys. m<sup>3</sup> (rysunek poniżej).

Tabela 12 Krzywa pojemności starorzecza zestawienie tabelaryczne

Pojemność [m <sup>3</sup> ]	Rzędna [m n.p.m. Kr]	Wysokość [m]
0	184.82	0
20.47	185.00	0.18
428.21	186.00	1.18
1655.13	187.00	2.18

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

3556.52	188.00	3.18
7908.13	189.00	4.18
99032.05	190.00	5.18



Rysunek 36 Krzywa pojemności starorzecza

### Opis przyrodniczy

Obszar proponowanego działania obejmuje teren częściowo zdegradowanego starorzecza nad Rabą w rejonie miejscowości Krzyżanowice i Słomka. Obiekt częściowo jest wypłycony i porośnięty krzewami i drzewami, prawdopodobnie od dłuższego czasu jest odcięty od zalewów wodami rzeki lub występują one w obrębie starorzecza niezwykle sporadycznie. W związku z tym dochodzi do jego powolnego zarastania roślinnością, co skutkuje także zmniejszeniem się pojemności.

Obiekt położony jest poza granicami obszarów chronionych w odległości ok. 1,2 km od obszaru Natura 2000 Puszcza Niepołomska PLB120002. Jednak teren starorzecza nadal z pewnością pełni ważne funkcje przyrodnicze jako miejsce występowania objętych ochroną gatunków zwierząt. W tej grupie będą przede wszystkim gatunki płazów tj. żaby zielone *Rana esculenta complex* oraz kumak nizinny *Bombina bombina*, a także rzekotka drzewna *Hyla arborea*.

Przywrócenie zalewów w obrębie starorzecza związane będzie, poza poprawą warunków retencyjnych, także z odtworzeniem jego walorów przyrodniczych. Można przyjąć, iż odtworzenie lustra wody umożliwi ponowne zasiedlenie starorzecza przez zespół roślinności charakterystyczny dla tego siedliska. Odtworzenie stanu starorzecza związane będzie z koniecznością usunięcia z jego części istniejących drzew i krzewów, co może mieć negatywny wpływ na lokalnie występujące gatunki ptaków. Oddziaływanie to zostanie zrównoważone poprzez długofalowy efekt odtworzenia zbiornika wodnego, który stanowić będzie także miejsce występowania cennych gatunków zwierząt oraz roślin.

Po zakończeniu prac efekt tego rodzaju powinien nastąpić w ciągu ok. 3 sezonów wegetacyjnych.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



*Rysunek 37 Położenie starorzecza na tle ortofotomapy*

### **Proponowane rozwiązania techniczne**

Proponowane starorzecze można odtworzyć na kilka możliwych sposobów:

- Przebudować wał rzeki w taki sposób, aby powstał w nim przelew, przez który podczas stanów wysokich woda będzie się przelewać do starorzecza,
- Przebudować wał rzeki umieszczając w nim przepust dla umożliwienia odpływu,
- W przypadku starorzeczy położonych na terenach zalewowych, można rozebrać wał przeciwpowodziowy tak, aby umożliwić wlanie wody do starorzecza. Na odpowiednim brzegu starorzecza naturalną barierę będzie stanowić brzeg rzeki (lub wał przeciwpowodziowy),
- Obszar wewnątrz starorzecza może zostać przeznaczony na obszar mokradłowo-rozlewiskowy.

### **6.3.2. Retencja rolnicza na gruntach zmeliorowanych**

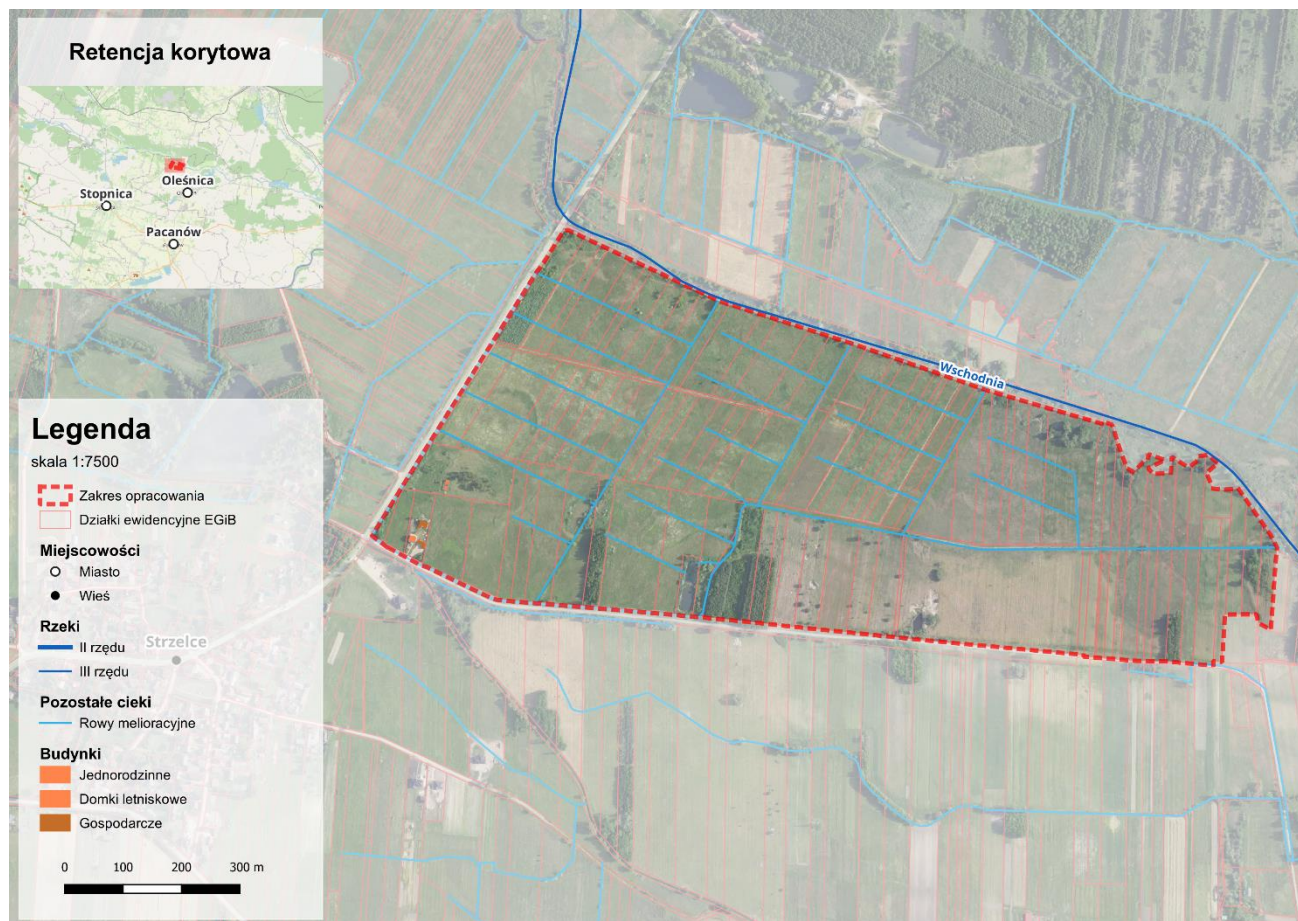
#### **Kryteria wyboru lokalizacji**

Zakres o charakterze pilotażowym, którego celem jest sprawdzenie i wykreowanie najlepszych praktyk w regionie, które zostałyby wdrożone w pełnym wymiarze w kolejnych etapach Programu. Powszechnie stosowane na obszarze Polski od XIX w. na dużych obszarach melioracje odwadniające pozwoliły pozyskać nowe grunty orne, łąki, pastwiska i tereny pod zabudowę. Efekt ich działania spowodował jednak trwałe obniżenie poziomu wód podziemnych i ich degradację na bardzo wielu obszarach. Obiekty melioracji przekształcone w nawadniające mogą stanowić

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

obszary retencji na obszarach szczególnie zagrożonych suszą. To kryterium, obok kryterium zagospodarowania terenu, było kluczowe przy wyborze obszaru, na którym przeprowadzono pilotażowe analizy. Analizowany obszar, zgodnie z zapisami dokumentu Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy, opisano jako obszar silnie zagrożony suszą rolniczą.

Wybrano obszar zlokalizowany w zlewni rzeki Wschodnia, województwo Świętokrzyskie, na granicy powiatów staszowskiego i buskiego w pobliżu miejscowości Strzelce.



Rysunek 38 Lokalizacja działania retencyjnego - retencja rolnicza; zlewnia rzeki Wschodniej, województwo Świętokrzyskie, na granicy powiatów staszowskiego i buskiego w pobliżu miejscowości Strzelce

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

### Pojemność retencyjna

Wielkość możliwej do retencjonowania wody wyznaczono z wykorzystaniem wzoru zaproponowanego przez Grygoruka.

$$V = a \cdot h \cdot l \cdot \left( \frac{b}{2} \cdot \frac{r}{3} \cdot p \right)$$

Gdzie:

V – objętość wody zretencjonowanej [m<sup>3</sup>],

a – współczynnik korygujący rzeczywistą możliwość retencjonowania wody – przyjęto 0,8 [-],

h – wysokość zastawek – przyjęto h = 0,1 m dla gruntów ornych, h = 0,3 m dla użytków zielonych,

l – długość rowów [m],

b – średnia szerokość rowów – przyjęto 1,2 m,

r – średni zasięg oddziaływania rowu – przyjęto 50 m,

p – średnia porowatość gleby – przyjęto 0,4 m.

Wielkość zretencjonowanej wody zestawiono w poniższej tabeli. Łączna pojemność retencyjna wynosi 68 008 m<sup>3</sup>.

*Tabela 13 Pojemność retencyjna - Retencja rolnicza*

Lp.	Długość [m]	Wysokość piętrzenia [m]	Objętość [m <sup>3</sup> ]	Lp.	Długość [m]	Wysokość piętrzenia [m]	Objętość [m <sup>3</sup> ]
1	7.55	0.3	73	24	108.89	0.3	1045
2	19.86	0.3	191	25	119.18	0.3	1144
3	36.41	0.3	350	26	144.24	0.3	1385
4	41.82	0.3	401	27	149.95	0.3	1439
5	51.55	0.3	495	28	170.23	0.3	1634
6	65.47	0.3	629	29	180.26	0.3	1731
7	72.30	0.1	231	30	194.32	0.3	1865
8	72.82	0.3	699	31	196.89	0.3	1890
9	73.63	0.3	707	32	198.58	0.3	1906
10	74.35	0.3	714	33	198.83	0.3	1909
11	78.14	0.3	750	34	201.69	0.3	1936



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Lp.	Długość [m]	Wysokość piętrzenia [m]	Objętość [m <sup>3</sup> ]	Lp.	Długość [m]	Wysokość piętrzenia [m]	Objętość [m <sup>3</sup> ]
12	78.27	0.3	751	35	202.02	0.3	1939
13	78.65	0.3	755	36	202.12	0.3	1940
14	79.09	0.3	759	37	238.01	0.3	2285
15	79.42	0.3	762	38	278.68	0.3	2675
16	79.43	0.3	763	39	295.47	0.3	2837
17	79.43	0.3	763	40	296.38	0.3	2845
18	79.60	0.3	764	41	296.56	0.3	2847
19	79.96	0.3	768	42	297.76	0.3	2858
20	82.40	0.3	791	43	305.44	0.3	2932
21	84.45	0.3	811	44	373.85	0.3	3589
22	90.30	0.3	867	45	381.54	0.3	3663
23	96.22	0.3	924	46	520.32	0.3	4995

### Opis przyrodniczy

Proponowany obszar dodatkowej retencji zlokalizowany jest na odcinku płaskiej i szerokiej doliny rzeki Wschodniej. Na odcinku tym dominują użytki zielone, obecne są także niewielkie zadrzewienia, głównie liniowe i niewielkie płąty drzewostanów w wieku ok. 40-50 lat.

Obszar zlokalizowany jest w granicach Solecko-Pacanowskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu, który wchodzi w skład regionalnej sieci OCHK w woj. świętokrzyskim.

Dolina rz. Wschodniej posiada wysoki potencjał przyrodniczy, ze względu na dobrze zachowaną, tradycyjną strukturę krajobrazu, w którym dominują tereny łąk i pastwisk, które podlegają użytkowaniu, a więc stanowią dogodne siedlisko do występowania ptaków wodno-błotnych. Wysokimi walorami, jeśli chodzi o awifaunę, odznaczają się także kompleksy stawów rybnych z istotnymi w skali kraju populacjami m.in. gęgawy, czernicy, głowienki, śmieszki, a także istotnymi koncentracjami ptaków w okresie przelotów (Grzegolec A. i in. 2015).

Wprowadzenie dodatkowej retencji w formie wypełnienia/okresowego podpiętrzenia wody w istniejących rowach melioracyjnych będzie miało prawdopodobnie pozytywny wpływ na warunki przyrodnicze w tym rejonie. Związane będzie to z podniesieniem się wód gruntowych w obrębie łąk i pastwisk oraz możliwym lokalnym wystąpieniem wody na powierzchni gruntu. Tego rodzaju warunki wpływać będą pozytywnie na występowanie ptaków siewkowych, związanych z wilgotnymi i okresowo zalewanymi łąkami, jak m.in. krwawodziób, derkacz, czajka.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Gromadzenie wody w rowach melioracyjnych powinno odbywać się w taki sposób, aby możliwe było dalsze użytkowanie łąk i pastwisk, by jednocześnie nie doszło do zbytniego zabagnienia obszaru. Istotnym warunkiem występowania ptaków siewkowych związanych z otwartym krajobrazem dolin rzecznych jest utrzymywanie w obrębie wilgotnego podłoża dość niskiej roślinności, która poprzez koszenie lub wypas utrzymana jest jako niska roślinność zapewniająca ptakom odpowiednie warunki żerowania, gniazdowania oraz możliwość obserwowania potencjalnych drapieżników<sup>3</sup>. Prawidłowe użytkowanie systemu (zgodne z instrukcjami sterowania) powinno zakładać również monitoring warunków wilgotnościowych.

### **Proponowane rozwiązania techniczne**

Dla wykonania działań związanych z retencją rolniczą (piętrzeniem wody w korytach rowów i gromadzeniem ich w glebie) trzeba wykonać następujące działania:

- Budowa systemu zastawek na rowach, aby piętrzyć wody opadowe i podnieść zwierciadło wody w rowie,
- Budowa progów piętrzących z materiałów naturalnych lub kamienia/betonu,
- Przekształcenie skanalizowanej rzeki w rzekę meandrującą,
- Umocnienie brzegów wybranych odcinków, aby utrzymać meandrujący charakter.

### **6.3.3. Retencja bagien i mokradeł**

#### **Kryteria wyboru lokalizacji**

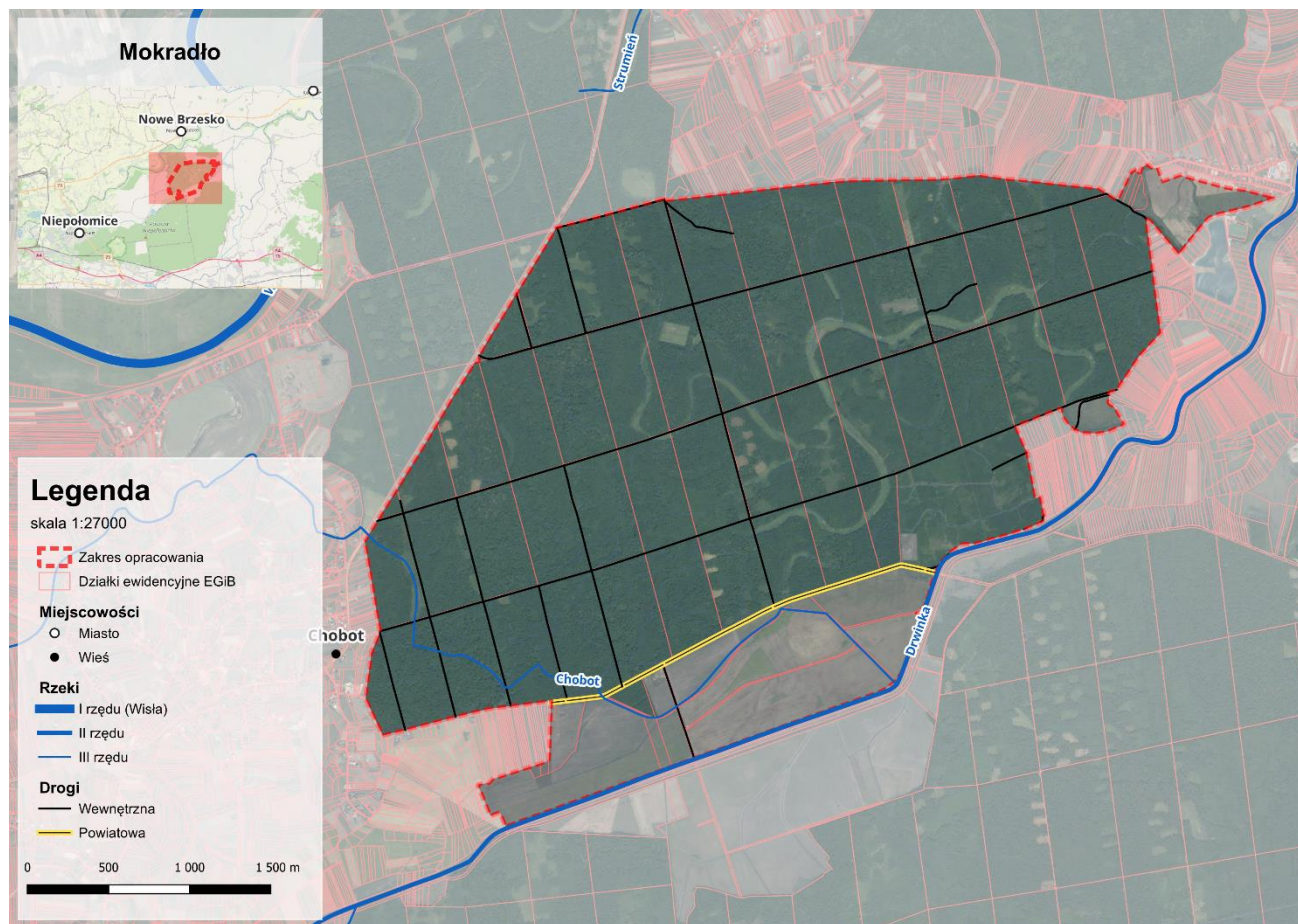
Zakres o charakterze pilotażowym, którego celem jest sprawdzenie i wykreowanie najlepszych praktyk w regionie, które zostałyby wdrożone w pełnym wymiarze w kolejnych etapach Programu. Zdolności retencyjne bagien i mokradeł są dużo wyższe niż gleb poza nimi (niż w przypadku retencji rolniczej). Obszary predysponowane do realizacji tego typu działań retencyjnych powinny charakteryzować się określonym typem pokrycia terenu, najlepiej roślinnością, dla której predysponowane jest bytowanie w środowisku silnie uwodnionym. Dodatkowo na potrzeby projektu lokalizowano już istniejące mokradła w stanie postępującej degradacji, tak aby realizacja takiego działania przyniosła dodatkową korzyść przyrodniczą.

Wybrano obszar położony na skraju Puszczy Niepołomickiej, przynależny do zlewni Drwinki, województwo Małopolskie, powiat bocheński, gmina Niepołomice.

---

<sup>3</sup> Podano pewne zgeneralizowane warunki dla grupy ptaków siewkowych związanych z otwartym krajobrazem łąk i pastwisk, poszczególne gatunki mogą mieć swoje specyficzne wymagania, które mogą jednak zostać zrealizowane w ramach mozaiki siedlisk otwartych i ich naturalnej niejednorodności wynikającej z lokalnych warunków terenowych.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 39 Lokalizacja działań retencyjnych - retencja bagien i mokradeł; zlewnia Drwinka, województwo Małopolskie, powiat bocheński, gmina Niepołomice

## Pojemność retencyjna

Pojemność retencyjną wyznaczono posługując się zapasem wody (cm) w stanie polowej pojemności wodnej w 100 cm warstwie gleby, która wynosi 47 cm. Wyniki analiz przedstawiono w tabeli poniżej. Łączna pojemność zmagazynowanej w ten sposób potencjalnie wody wynosi 2 377 098 m<sup>3</sup>.

Tabela 14 Pojemność retencyjna - mokradło

Lp.	Typ mokradła	Klasa pokrycia terenu	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	Polowa pojemność wodna PPW [m]	Objętość [m <sup>3</sup> ]
1	Mulowiska, namuliska i podmokliska	lasy	787669	0.47	370204
2	Mulowiska, namuliska i podmokliska	lasy	365501	0.47	171785

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Lp.	Typ mokradła	Klasa pokrycia terenu	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	Polowa pojemność wodna PPW [m]	Objętość [m <sup>3</sup> ]
3	Mulowiska, namuliska i podmokliska	lasy	3060838	0.47	1438594
4	Mulowiska, namuliska i podmokliska	lasy	404307	0.47	190024
5	Mulowiska, namuliska i podmokliska	lasy	234972	0.47	110437
6	Mulowiska, namuliska i podmokliska	użytki zielone	37733	0.47	17735
7	Mulowiska, namuliska i podmokliska	użytki zielone	11662	0.47	5481
8	Mulowiska, namuliska i podmokliska	użytki zielone	144507	0.47	67919
9	Mulowiska, namuliska i podmokliska	użytki zielone	10469	0.47	4920

### Opis przyrodniczy

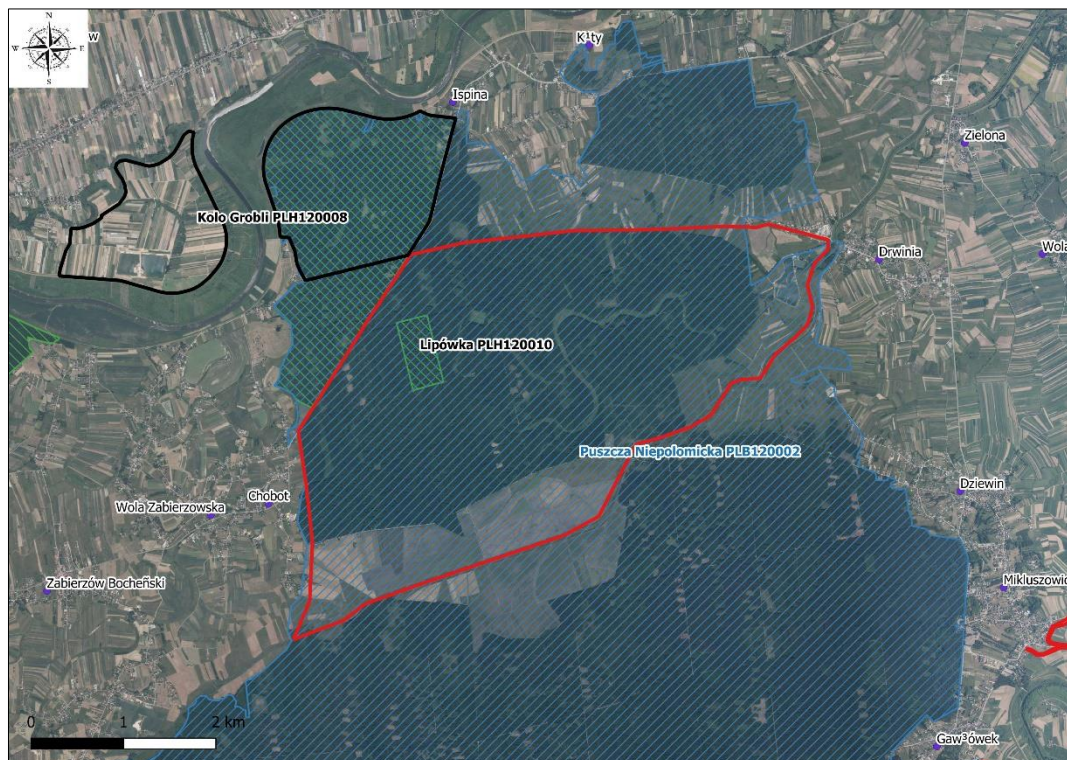
W granicach obszaru znajdują się częściowo zmeliorowane łąki i pastwiska oraz duży kompleks leśny, w którym występują przede wszystkim lasy grądowe i łęgowe (typy siedlisk wymienione w I Załączniku Dyrektywy 91/70 oraz 91/F0).

W obrębie kompleksu leśnego zlokalizowany jest rezerwat przyrody „Lipówka” oraz obszar Natura 2000 Lipówka PLH120010. Granice obu obszarów chronionych pokrywają się ze sobą i zajmują powierzchnię 25,39 ha. Przedmiotami ochrony są siedliska grądów i łęgów oraz populacja pachnicy dębowej *Osmoderma eremita* – gatunku chrząszcza związanego ze starodrzewami i pojedynczymi starymi drzewami. Drzewostany w obrębie ww. obszarów chronionych cechują się wysokim stopniem naturalności i nie jest na ich terenie prowadzona gospodarka leśna. Na niewielkim obszarze przebiegają zatem naturalne procesy rozpadu i odnawiania się siedlisk leśnych.

Jednym z zidentyfikowanych zagrożeń dla siedliska łęgów jest przesuszenie siedliska, w związku z czym zwiększenie uwodnienia obszaru będzie miało korzystny wpływ na obszar. Działanie docelowo wymaga konsultacji uzgodnienia z RDOŚ ze względu na oddziaływania na rezerwat przyrody „Lipówka” i obszar Natura 2000.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



*Rysunek 40 Obszar mokradłowy na tle granic obszarów chronionych*

Dla obszaru Lipówka PLH120010 ustanowiono plan zadań ochronnych Zarządzeniem Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Krakowie z dnia 3 kwietnia 2023 roku w sprawie ustanowienia planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Lipówka PLH120010.

Działania ukierunkowane na poprawę stanu ochrony siedlisk przyrodniczych będących przedmiotami ochrony w obszarze obejmują m.in. podniesienie poziomu wód gruntowych poprzez budowę zastawek i progów piętrzących na rowach. Działanie to jest spójne z efektem jaki wystąpi w związku z „otworzeniem” tego obszaru na nieregularne zalewy wodami powierzchniowymi. Szczegółowy zakres działania wymaga dostosowania do wymogów ochronnych siedlisk przyrodniczych występujących w tym obszarze.

Obszar mokradłowy Drwinka położony jest także w granicach Obszaru Specjalnej Ochrony Ptaków Puszcz Niepołomicka PLB120002. Działanie będzie miało neutralny/pozytywny wpływ na ten obszar Natura 2000, ze względu na przewidywaną poprawę stanu wilgotnych siedlisk leśnych i starorzeczy. Przedmiotami ochrony są gatunki ptaków związane z siedliskami leśnymi (puszczyk uralski, dzięcioł średni, dzięcioł czarny, muchołówka białoszyja). Dla obszaru Natura 2000 Puszcz Niepołomicka ustanowiono plan zadań ochronnych (Zarządzenie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska W Krakowie z dnia 8 sierpnia 2014 roku w sprawie ustanowienia planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000). Działania ochronne w obszarze skoncentrowane są przede wszystkim na zapewnieniu odpowiednich warunków występowania dla gatunków leśnych, w tym działania polegające na ochronie biernej i renaturyzacji enklaw w obrębie obszaru. Z punktu widzenia ochrony populacji puszczyka uralskiego korzystne jest zachowanie mozaiki terenów otwartych (łąki i pastwiska) i leśnych. Nieregularne zalewy powinny zatem w dłuższej perspektywie czasu pozytywnie wpływać na warunki występowania gatunku, jednak nie mogą one prowadzić do zabagnienia obszaru, uniemożliwiającego użytkowanie łąk i pastwisk.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Uwagi: granica obszaru działań wymaga lekkiej modyfikacji – dostosowania do naturalnych granic obszaru, w tym zachodnia granica obszaru na nasypie DW364.

### **Proponowane rozwiązania techniczne**

Retencja mokradeł i bagien wymaga przeprowadzenia następujących działań:

- Analizy morfologii terenu i kierunków spływu wód opadowych,
- Opóźnienie odpływu wód opadowych w kierunku rzeki i retencjonowanie wody poprzez spiętrzenie wody w zagłębieniach terenu za pomocą ziemnych przetamowań i drewnianych zastawek,
- Wykonanie siatki płytkich rowów poprzecznie do kierunku spływu wód powierzchniowych, umożliwiających gromadzenie wody i infiltrację w grunt,
- Jeśli istnieje sieć melioracyjna, to zatykanie odpływów i drenaży.

### **6.3.4. Zalesianie**

#### **Kryteria wyboru lokalizacji**

Zakres o charakterze pilotażowym, którego celem jest sprawdzenie i wykreowanie najlepszych praktyk w regionie, które zostałyby wdrożone w pełnym wymiarze w kolejnych etapach Programu. Proces zalesiania jest ściśle planowany przez PGL Lasy Państwowe, gminy lub prywatnych właścicieli na podstawie Planu zalesiania. Obszary leśne wskazują własności retencyjne, przez ich wpływ na kształt fali wezbraniowej i szybkość odprowadzania wód. Udowodniono, że lasy wpływają korzystnie na wydłużenie czasu przejścia fali wezbraniowej oraz obniżenie wielkości przepływu w jej kulminacji (spłaszczenie fali)<sup>456</sup>.

W ramach analiz studialnych przeprowadzonych dla obszaru całego projektu, założono możliwość wykorzystania pod dodatkowe zalesienia, gruntów położonych w bezpośrednim sąsiedztwie lasów, nieużytkowanych (klasa PTTR01 w BDOT10k), występujących na gruntach słabych (od IV do VI klasy bonitacji). W ramach analiz określono potencjał retencyjny poszczególnych zlewni w obszarze projektu. analizy otrzymano tereny o łącznej powierzchni 178 177 ha, co stanowi ok. 4,67 % obszaru projektu.

---

<sup>4</sup> Sikora M., Cieśliński R., - Kształtowanie się odpływu w zlewni zurbanizowanej na przykładzie zlewni Strzyży. 2015

<sup>5</sup> Bogusz A, Tokarczyk T – Rola terenów zalesionych w kształtowaniu retencji wód opadowych na terenach zurbanizowanych. 2016

<sup>6</sup> Tyszka J., - Rola i miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej. 1995

Najwięcej procentowo obszarów pod zalesienia można znaleźć w zlewni Czarnej, Łęgu, Czarnej Nidy i Ropy. Najmniejsze możliwości w tym zakresie wykazuje Szreniawa, Mierzawa, Koprzywianka oraz Szkło i Wiar w zlewni Sanu. Patrząc z kolei na potencjalne powierzchnie, które można poddać zalesieniom największe możliwości posiada w tym zakresie zlewnia Sanu (482 km<sup>2</sup>), Dunajec (474 km<sup>2</sup>) czy Nida (229 km<sup>2</sup>).

Strona 86 z 113

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

*Tabela Zestawienie całkowitej potencjalnej uzyskanej retencji*

Nazwa zlewni	Udział dodatkowego zalesienia w zlewniach obliczeniowych [%]	Redukcja objętości odpływu w zlewniach obliczeniowych [%]	Uzyskana retencja [tys. m <sup>3</sup> ]
Zlewnia Dunajca	9.96	1.30	3951.8
Zlewnia Nidy	6.37	0.94	831.8
Zlewnia Wisłoki	2.93	0.64	621.2
Zlewnia Raby	5.16	1.19	749.7
SUMA	-	-	<b>6154.5</b>

Na podstawie wartości potencjału retencyjnego oraz uszczegółowionej wielkości retencji otrzymanej jako wynik modelowania hydrologicznego wybrano w ramach pilotażu zlewnię Brzeźnicy, prawego dopływu Nidy. W procesie przygotowania realizacji działania konieczna jest analiza dokumentów planistycznych PGL LP oraz ścisłych konsultacji z nadleśnictwami na analizowanym obszarze. Niezbędne jest również szczegółowe rozpoznanie przyrodnicze z uwzględnieniem istniejących i projektowanych form ochrony przyrody.

#### **Pojemność retencyjna wybranego działania pilotażowego**

Powierzchnia zlewni Brzeźnicy wynosi 96,36 km<sup>2</sup>, powierzchnia do potencjalnego zalesienia wynosi 4,41 km<sup>2</sup>, co stanowi 4,58% powierzchni zlewni.

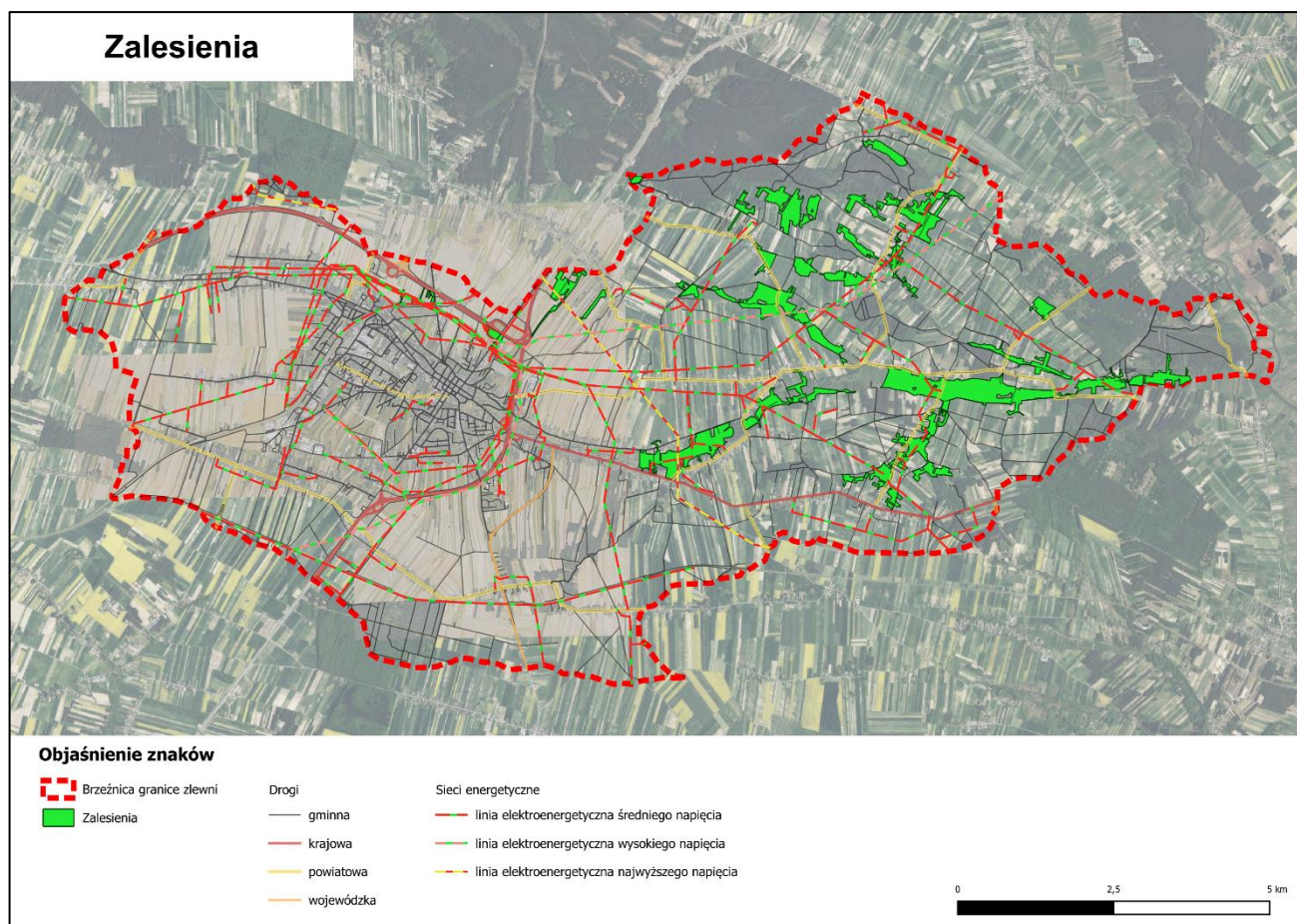
Uzyskaną pojemność retencyjną otrzymano jako wynik modelowania opad-odpływ, jako różnicę wartości odpływu przy stanie obecnym oraz wartość odpływu przy dodatkowym zalesieniu.

*Tabela 15 Wyniki modelowania opad-odpływ dla zlewni Brzeźnicy*

Nazwa wg MPHP	Wartość odpływu w obecnym stanie [tys. m <sup>3</sup> ]	Wartość odpływu przy dodatkowym zalesieniu [tys. m <sup>3</sup> ]	Uzyskana retencja [tys. m <sup>3</sup> ]
Brzeźnica	1204,0	1194,1	9,9



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 42 Lokalizacja działań retencyjnych – zalesienia

Tereny wskazane pod proponowane zalesienie są głównie wykorzystywane rolniczo (grunty orne oraz łąki i pastwiska) oraz tereny zielone. Obszary rolnicze stanowi mozaika pól, w otoczeniu terenów zalesionych. Obszary pól uprawnych często poprzecinane są zaroślami śródpolnymi. Licznie występują tereny łąk i pastwisk na których mogą wykształcać się cenne siedliska przyrodnicze. Przy czym zbyt intensywne użytkowanie prowadzi do powstania pospolitych i uproszczonych zbiorowisk o niewielkiej wartości przyrodniczej. Zalesienie może być wykonane pod warunkiem zachowania cennych siedlisk dlatego powinno być poprzedzone inwentaryzacją przyrodniczą. Obszar analizowanej zlewni, na której planowane jest zalesianie znajduje się w granicach Włoszczowsko - Jędrzejowskiego OCHK, ekoregionu Równiny Centralne oraz korytarza ekologicznego Dolina Nidy. Działania polegające na zalesianiu gruntów wymaga uzgodnienia na późniejszym etapie. Działanie polegające na zalesianiu wpisuje się w ustalenia dotyczące czynnej ochrony ekosystemów tj. zalesianie i zadrzewianie gruntów mało przydatnych do produkcji rolnej i nie przeznaczonych na inne cele, z wyłączeniem terenów na których występują nieleśne siedliska przyrodnicze podlegające ochronie, siedliska gatunków roślin, grzybów i zwierząt związanych z ekosystemami nieleśnymi, a także miejsca pełniące funkcje punktów i ciągów widokowych na terenach o dużych wartościach krajobrazowych.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## **Proponowane rozwiązania**

Według ustawy o lasach, zalesienia prowadzi się dla powiększenia zasobów leśnych. Do zalesienia mogą być przeznaczone nieużytki, grunty rolne nieprzydatne do produkcji rolnej oraz inne grunty nadające się do zalesienia, a w szczególności:

- grunty położone przy źródłiskach rzek lub potoków, na wododziałach, wzdłuż brzegów rzek oraz na obrzeżach jezior i zbiorników wodnych,
- lotne piaski i wydmy piaszczyste,
- strome stoki, zbocza, urwiska i zapadliska,
- hałdy i tereny po wyeksploatowanym piasku, żwirze, torfie i glinie

Realizacja działania związanego z zalesianiem gruntów wymaga przeprowadzenia następujących działań:

- a) Prace przygotowawcze:
  - Weryfikacja postanowień następujących dokumentów:
    - o Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego lub decyzja o warunkach zabudowy,
    - o Plan urządzania lasów,
    - o Dokumenty dotyczące ochrony obszarów przyrody – jeśli takie występują,
  - rozpoznanie lokalnych warunków klimatycznych, wodnych i glebowo-gruntowych,
  - wykonanie planu zalesień,
  - Przeprowadzenie wszelkich prac związanych z przygotowaniem gruntu do zalesień – uporządkowanie powierzchni przeznaczonej pod uprawę.
- b) Przygotowanie/uprawa gleby.
- c) Pozyskanie materiału sadzeniowego.
- d) Sadzenie, nawożenie i nawodnienie.
- e) Pielęgnacja.
- f) Przeprowadzanie regularnych czynności ochronnych.

Dokładne instrukcje na temat przeprowadzenia tych działań opracowują nadleśnictwa.

Lasy i grunty przeznaczone do zalesienia mogą być nabyte przez jednostki (nadleśnictwa) Lasów Państwowych za zgodą Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w przypadkach: bezpośredniej ich przyległości do gruntów pozostających w zarządzie Lasów Państwowych, zniesienia współwłasności, regulacji przebiegu granicy polno – leśnej. Grunty te mogą być nabyte za cenę nie wyższą od wartości określonej przez rzeczoznawcę majątkowego.

### **6.3.5. Koszty realizacji działań z zakresu zielonej hydrotechniki**

Przewidziano również następujące działania nietechniczne:

Pilotaż - retencja starorzeczy - Renaturyzacja i ponowne otwarcie starorzecza w celu zwiększenia jego pojemności retencyjnej przy jednoczesnym zachowaniu potencjału przyrodniczego: 5 mln PLN, realizacja w okresie 3,5 lat.

Pilotaż - retencja rolnicza na gruntach zmeliorowanych- Utworzenie dodatkowej retencji poprzez wypełnienie lub okresowe piętrzenie wody w istniejących rowach melioracyjnych: 1 mln PLN, realizacja w okresie 2 lat.

Pilotaż - retencja bagien i mokradeł- Odtworzenie i utworzenie obszarów retencyjnych na bagnach i mokradłach: 3,5 mln PLN, realizacja w okresie 4 lat.

Zalesianie- 3000 ha: 15 mln PLN, realizacja w okresie 4 lat.

Szczegółowy opis kosztów realizacji działań z zakresu zielonej hydrotechniki znajduje się w Załączniku nr 8 do Raportu nr 4.

## **7. Analiza społeczna**

### **7.1. Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne**

Obszar objęty Programem znajduje się w regionie charakteryzującym się niskim poziomem rozwoju gospodarczego, będąc jednym z najsłabiej rozwiniętych obszarów Polski. Jego obecny układ gospodarczy został ukształtowany przez różnorodne uwarunkowania historyczne. Do 1918 roku obszar ten był częścią Austrii (autonomia galicyjska), gdzie rozwój przemysłowy był ograniczony. Dominującą rolę odgrywało rolnictwo, które, po uwłaszczeniu chłopów w 1848 roku, opierało się na niewielkich gospodarstwach. Proces dezagraryzacji, czyli odchodzenia od dominacji rolnictwa, przebiegał wolno, a pomimo podejmowanych inwestycji w rozwój przemysłu, region wciąż boryka się z niskim poziomem industrializacji.

Poldery wskazane w analizowanych wariantach obejmują tereny przynależne do czternastu gmin: Szczurowa, Koszyce, Drwinia Padew Narodowa, Baranów Sandomierski, Nowy Korczyn, Gawłuszowice, Gręboszów, Wietrzychowice, Igołomia-Wawrzeńczyce, Sandomierz, Tarnobrzeg, Radomyśl nad Sanem i Annopol, zlokalizowanych odpowiednio w obrębie dziewięciu powiatów brzeskiego, proszowickiego, bocheńskiego, mieleckiego, sandomierskiego, stalowowolskiego, kraśnickiego, dąbrowskiego, tarnobrzeskiego. Tereny te znajdują się obecnie w granicach administracyjnych województwa małopolskiego, świętokrzyskiego, lubelskiego i podkarpackiego. Informacje na temat gmin pochodzą z danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) oraz z oficjalnych stron internetowych poszczególnych gmin.

#### **Syntetyczna charakterystyka społeczna**

Gmina Szczurowa to gmina wiejska o powierzchni 135 km<sup>2</sup>, licząca 9 141 mieszkańców, z czego 49,7% to kobiety, a 50,3% to mężczyźni, co stanowi 10% ludności powiatu brzeskiego oraz 22,8% udziału powierzchniowego. W latach 2002-2023 populacja ludności gminy zmalała o 7,7%. Średni wiek mieszkańców gminy wynosi 41,2 lata. Gmina charakteryzuje się ujemnym przyrostem naturalnym, wynoszącym -5,85 na 1000 mieszkańców w 2022 roku oraz systematycznym spadkiem liczby ludności.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Gmina Koszyce to gmina miejsko-wiejska o powierzchni 66 km<sup>2</sup>, licząca 5 246 mieszkańców (50,8% stanowią kobiety, a 49,2% mężczyźni), co stanowi 12,5% ludności powiatu proszowickiego oraz 15,9% udziału powierzchniowego. W latach 2002-2023 liczba mieszkańców zmalała o 9,4%. Średni wiek mieszkańców gminy wynosi 43,3 lata. Gmina ta charakteryzuje się ujemnym przyrostem naturalnym wynoszącym w 2022 roku -4,56 na 1000 mieszkańców.

Gmina Padew Narodowa to gmina wiejska o powierzchni 71 km<sup>2</sup>, zamieszkiwana przez 5 136 mieszkańców (50,5% stanowią kobiety, a 49,5% mężczyźni), co stanowi 3,8% ludności powiatu mieleckiego oraz 8,06% udziału powierzchniowego. W latach 2002-2023 liczba mieszkańców zmalała o 5,7%, a obecny średni wiek mieszkańców wynosi 41,2 lata. Gminę cechuje ujemny przyrost naturalny (-7,95 na 1000 mieszkańców w 2022 r.)

Gmina Baranów Sandomierski jest gminą miejsko-wiejską o powierzchni 122 km<sup>2</sup>, liczącą 11 325 mieszkańców (21,2% ludności powiatu), co stanowi 22,2% powiatu tarnobrzckiego oraz 23,4% udziału powierzchniowego. W latach 2002-2023 liczba mieszkańców zmalała o 6,7%, a aktualnie średni wiek mieszkańców wynosi 41,8 lat. Gmina boryka się z ujemnym przyrostem naturalnym na poziomie -4,30 na 1000 mieszkańców (dane z 2022 r.)

Gmina Nowy Korczyn to gmina wiejska o powierzchni 117 km<sup>2</sup>, znajdująca się w powiecie buskim, w województwie świętokrzyskim. Na koniec 2023 roku, liczba mieszkańców gminy wynosiła 5557 osób (50,7% to kobiety, a 49,3% to mężczyźni), co stanowi 8,3% powiatu buskiego oraz 19,2% udziału powierzchniowego. W ciągu ostatnich dwóch dekad populacja gminy zmniejszyła się o około 7,9%. Średni wiek mieszkańców wynosi około 42 lata, co jest porównywalne z wiekiem mieszkańców innych podobnych gmin. Gmina Nowy Korczyn charakteryzuje się również ujemnym przyrostem naturalnym, wynoszącym -9,8 na 1000 mieszkańców w 2022 roku, co wskazuje na postępujący spadek liczby ludności.

Gmina Gawłuszowice to gmina wiejska o powierzchni 34 km<sup>2</sup>, położona w powiecie mieleckim, w województwie podkarpackim. Na koniec 2023 roku, liczba mieszkańców gminy wynosiła 2743 osoby (51,6% to kobiety, a 48,4% to mężczyźni), co stanowi 2,06% powiatu mieleckiego oraz 2,5% powierzchni powiatu mieleckiego. W latach 2002-2023 populacja gminy zmniejszyła się o około 3,4%, co odzwierciedla ogólny trend spadkowy, podobny do tego obserwowanego w wielu innych wiejskich gminach w Polsce. Gmina charakteryzuje się także ujemnym przyrostem naturalnym, co dodatkowo wpływa na spadek liczby ludności.

Gmina Gręboszów to gmina wiejska o powierzchni 49 km<sup>2</sup>, położona w powiecie dąbrowskim, w województwie małopolskim. Na koniec 2023 roku, liczba mieszkańców gminy wynosiła 3162 osoby, co stanowi około 5,49% populacji powiatu dąbrowskiego oraz 9,2% powierzchni powiatu. W ciągu ostatnich lat gmina doświadczała podobnych wyzwań demograficznych, jak inne gminy wiejskie, ze spadkiem liczby ludności oraz ujemnym przyrostem naturalnym, co wpływa na ogólną demografię regionu.

Gmina Wietrzychowice to gmina wiejska o powierzchni 48 km<sup>2</sup>, położona w powiecie tarnowskim, w województwie małopolskim. Na koniec 2023 roku, liczba mieszkańców gminy wynosiła 3547 osób, co stanowi około 6,16% populacji powiatu dąbrowskiego oraz 9,12% całkowitej powierzchni powiatu. Podobnie jak inne gminy wiejskie w regionie, Wietrzychowice zmagają się z wyzwaniami demograficznymi, w tym spadkiem liczby ludności oraz ujemnym przyrostem naturalnym, co ma wpływ na strukturę demograficzną gminy i powiatu.

Gmina Drwinia to gmina wiejska o powierzchni 108 km<sup>2</sup>, położona w powiecie bocheńskim, w województwie małopolskim. Na koniec 2023 roku, liczba mieszkańców gminy wynosiła 5910 osób, co stanowi około 5,58% populacji powiatu bocheńskiego oraz 16,63% całkowitej powierzchni

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

powiatu. Gmina Drwinia, podobnie jak inne gminy w regionie, zмага się z typowymi wyzwaniami demograficznymi, które wpływają na jej strukturę ludnościową i gospodarczą.

Gmina Igołomia-Wawrzeńczyce to gmina wiejska o powierzchni 63 km<sup>2</sup>, położona w powiecie krakowskim, w województwie małopolskim. Na koniec 2023 roku, liczba mieszkańców gminy wynosiła około 7430 osób, co stanowi około 2,70% populacji powiatu krakowskiego oraz 5,09% całkowitej powierzchni powiatu. Gmina ta, choć mniejsza w skali populacji, pełni istotną rolę w kontekście gospodarczym i demograficznym powiatu krakowskiego, wpisując się w szerszy kontekst wyzwań i rozwoju obszarów wiejskich w regionie.

Gmina Tarnobrzeg o powierzchni 85,4km<sup>2</sup>, będąca miastem na prawach powiatu, znajduje się w województwie podkarpackim. Na koniec 2023 roku liczba mieszkańców Tarnobrzega wynosiła około 46,000 osób. W strukturze demograficznej kobiety stanowią nieco ponad 50% populacji, a mężczyźni nieco mniej niż 50%. Tarnobrzeg, jako ośrodek miejski, stanowi znaczącą część populacji powiatu, w którym jest zlokalizowany, choć formalnie jest odrębną jednostką administracyjną.

Gmina Sandomierz, będąca miastem powiatowym, na koniec 2023 roku miała populację wynoszącą około 23,263 mieszkańców, co stanowi 29,63% populacji powiatu sandomierskiego oraz 4,25% całkowitej powierzchni powiatu. Sandomierz zajmując powierzchnię 29 km<sup>2</sup>, jako główne miasto regionu, odgrywa kluczową rolę w strukturze demograficznej i gospodarczej powiatu sandomierskiego, będąc zarówno największym skupiskiem ludności, jak i istotnym centrum administracyjnym i kulturalnym powiatu

Gmina Radomyśl nad Sanem o powierzchni 134 km<sup>2</sup>, położona w powiecie stalowowolskim, na koniec 2023 roku miała populację wynoszącą około 6826 mieszkańców, co stanowi 11,03% populacji powiatu stalowowolskiego oraz 16,19% całkowitej powierzchni powiatu. Gmina Radomyśl nad Sanem odgrywa istotną rolę w strukturze demograficznej i przestrzennej powiatu stalowowolskiego, będąc jedną z większych gmin pod względem powierzchni, co ma znaczący wpływ na gospodarkę i zarządzanie tym obszarem

Gmina Annopol o powierzchni 151 km<sup>2</sup>, położona w powiecie kraśnickim, na koniec 2023 roku miała populację wynoszącą około 8600 mieszkańców, co stanowi 9,57% populacji powiatu kraśnickiego oraz 15,09% całkowitej powierzchni powiatu. Gmina Annopol jest znaczącym obszarem w kontekście demograficznym i przestrzennym powiatu kraśnickiego, mając istotny wpływ na strukturę społeczną i gospodarczą regionu

### **Syntetyczna charakterystyka gospodarcza**

W gminie Szczurowa na 1000 mieszkańców pracują 92 osoby (56,2% wszystkich pracujących ogółem stanowią kobiety, a 43,8% mężczyźni). 21,2% aktywnych zawodowo mieszkańców pracuje w sektorze rolniczym (rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo), 33,3% w przemyśle i budownictwie, 15,0% w sektorze usługowym (handel, transport, gastronomia, informacja i komunikacja), a zaledwie 1,2% w sektorze finansowym (działalność finansowa i ubezpieczeniowa, obsługa rynku nieruchomości). W 2023 r. w gminie Szczurowa bezrobocie rejestrowane wynosiło 4,8%, a przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto 5 127,71 PLN, co odpowiada 76,50% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia brutto w Polsce.

W gminie Koszyce na 1000 mieszkańców pracuje 55 osób, 71,5% wszystkich pracujących ogółem stanowią kobiety (28,5% to mężczyźni). 50,9% aktywnych zawodowo mieszkańców pracuje w sektorze rolniczym, 9,9% w przemyśle i budownictwie, a 16,3% w sektorze usługowym. Sektor finansowy obejmuje 1,0% zatrudnionych. Bezrobocie rejestrowane wynosiło w 2023 roku 6,3%, a przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 5 577,77 PLN, co stanowi 83,20% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia brutto w Polsce.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

W gminie Padew Narodowa na 1000 mieszkańców pracują 73 osób (49,2% wszystkich pracujących ogółem stanowią kobiety, a 50,8% mężczyźni). Struktura zatrudnienia jest bardziej jednoznaczna: 11,1% pracuje w sektorze rolniczym, 53,0% w przemyśle i budownictwie, 14,0% w sektorze usługowym, 1,1% pracuje w sektorze finansowym. Wysoki odsetek zatrudnienia w przemyśle i budownictwie wskazuje na znaczną industrializację terenu gminy. W 2023 roku Bezrobocie rejestrowane w gminie wynosiło 5,2%, a przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto wynosiło 5 845,43 PLN, co odpowiada 87,20% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Baranów Sandomierski na 1000 mieszkańców pracuje 114 osób, a 50,3% wszystkich pracujących ogółem stanowią kobiety (49,7% to mężczyźni). Struktura zatrudnienia wskazuje na dominację przemysłu i budownictwa (50,6% zatrudnionych) oraz udział sektora rolniczego (18,8%). Sektor usługowy obejmuje 11,3% zatrudnionych, a sektor finansowy jedynie 0,7%. Bezrobocie rejestrowane w gminie w 2023 roku wynosiło 7,4% w 2023 roku, a przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 5 746,03 PLN, co stanowi 85,70% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Nowy Korczyn na 1000 mieszkańców pracuje około 120 osób. Kobiety stanowią 48,5% wszystkich pracujących, natomiast mężczyźni 51,5%. Struktura zatrudnienia w gminie wskazuje na znaczący udział sektora rolniczego, który obejmuje 22,1% zatrudnionych, co jest charakterystyczne dla obszarów wiejskich. Przemysł i budownictwo, choć obecne, mają mniejszy udział w strukturze zatrudnienia, wynosząc 38,4%. Sektor usługowy obejmuje 14,2% pracujących, a sektor finansowy tylko 1,1%. Bezrobocie rejestrowane w gminie Nowy Korczyn w 2023 roku wynosiło 8,2%, co jest nieco wyższe niż średnia krajowa. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 5 500 PLN, co stanowi 82% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Gawłuszowice na 1000 mieszkańców pracuje około 90 osób. Kobiety stanowią 51,3% wszystkich pracujących, natomiast mężczyźni 48,7%. Struktura zatrudnienia w gminie jest zdominowana przez sektor rolniczy, który obejmuje 41,8% zatrudnionych. Przemysł i budownictwo również odgrywają istotną rolę, przy czym przemysł zwiększał swój udział do 46,7% w latach poprzednich, głównie dzięki lokalnym firmom mechanicznym. Sektor usługowy i edukacja mają mniejszy udział w strukturze zatrudnienia, przy czym edukacja zatrudnia około 23,4% pracujących w gminie. Bezrobocie rejestrowane w gminie Gawłuszowice wynosiło 8,5% w 2023 roku, co jest nieco wyższe od średniej krajowej. Gmina boryka się z wyzwaniami demograficznymi, w tym ujemnym przyrostem naturalnym wynoszącym -2,22 na 1000 mieszkańców, co dodatkowo wpływa na liczbę ludności.

W gminie Gręboszów na 1000 mieszkańców pracuje około 78 osób. Kobiety stanowią 50,7% wszystkich pracujących, natomiast mężczyźni 49,3%. Struktura zatrudnienia w gminie Gręboszów jest zdominowana przez sektor rolniczy, który obejmuje 36% zatrudnionych, co jest charakterystyczne dla obszarów wiejskich. Przemysł i budownictwo zatrudniają 29% pracujących, natomiast sektor usługowy, w tym handel, transport, naprawa pojazdów, zakwaterowanie i gastronomia, obejmuje 23% zatrudnionych. Sektor finansowy ma marginalny udział na poziomie 1,5%. Bezrobocie rejestrowane w gminie Gręboszów w 2023 roku wynosiło 7,1%, co jest porównywalne z poziomem bezrobocia w regionie małopolskim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 4 950 PLN, co stanowiło 74% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Wietrzychowice na 1000 mieszkańców pracuje około 76 osób. Kobiety stanowią 85,5% wszystkich pracujących, a mężczyźni 14,5%, co jest nietypowym rozkładem w porównaniu do innych gmin, gdzie zwykle mężczyźni dominują w strukturze zatrudnienia. Struktura zatrudnienia w gminie pokazuje, że sektor rolniczy obejmuje 31,1% zatrudnionych, co jest zgodne z wiejskim

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

charakterem gminy. Przemysł i budownictwo zatrudniają 25,2% pracujących, a sektor usługowy, w tym handel, naprawa pojazdów, transport, zakwaterowanie i gastronomia, obejmuje 19,6% zatrudnionych. Sektor finansowy ma niewielki udział na poziomie 0,7%. Bezrobocie rejestrowane w gminie Wietrzychowice w 2023 roku wynosiło 6,7%, co jest porównywalne z poziomem bezrobocia w regionie małopolskim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 5 010,43 PLN, co stanowiło 74,7% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Drwinia na 1000 mieszkańców pracują około 82 osoby. Kobiety stanowią 47% wszystkich pracujących, a mężczyźni 53%, co jest bardziej typowym rozkładem w porównaniu do innych wiejskich gmin. Struktura zatrudnienia w gminie pokazuje, że sektor rolniczy obejmuje 28% zatrudnionych, co odzwierciedla wiejski charakter gminy. Przemysł i budownictwo zatrudniają 30% pracujących, a sektor usługowy, w tym handel, naprawa pojazdów, transport, zakwaterowanie i gastronomia, obejmuje 21% zatrudnionych. Sektor finansowy odgrywa marginalną rolę z udziałem na poziomie 1,5%. Bezrobocie rejestrowane w gminie Drwinia w 2023 roku wynosiło 5,9%, co jest nieco niższe od średniego poziomu bezrobocia w regionie małopolskim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 5 180 PLN, co stanowiło 77% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Igołomia-Wawrzeńczyce na 1000 mieszkańców pracuje około 85 osób. Kobiety stanowią 49% wszystkich pracujących, a mężczyźni 51%, co jest typowym rozkładem w strukturze zatrudnienia dla wiejskich obszarów Polski. Struktura zatrudnienia w gminie pokazuje, że sektor rolniczy obejmuje 34% zatrudnionych, co jest zgodne z rolniczym charakterem regionu. Przemysł i budownictwo zatrudniają 29% pracujących, natomiast sektor usługowy, w tym handel, naprawa pojazdów, transport, zakwaterowanie i gastronomia, obejmuje 23% zatrudnionych. Sektor finansowy ma niewielki udział na poziomie 1,2%. Bezrobocie rejestrowane w gminie Igołomia-Wawrzeńczyce w 2023 roku wynosiło 6,3%, co jest porównywalne z poziomem bezrobocia w regionie małopolskim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 4 980 PLN, co stanowiło 73,8% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Tarnobrzeg, która jest miastem na prawach powiatu, na 1000 mieszkańców pracuje około 300 osób, co jest typowe dla miast średniej wielkości. Kobiety stanowią 52% wszystkich pracujących, natomiast mężczyźni 48%. Struktura zatrudnienia w Tarnobrzegu pokazuje, że sektor przemysłowy i budownictwo zatrudniają około 35% pracujących, co odzwierciedla istotną rolę przemysłu w regionie. Sektor usługowy, w tym handel, transport, edukacja i administracja publiczna, obejmuje znaczną część zatrudnionych – około 60%. Rolnictwo ma marginalne znaczenie z udziałem poniżej 5%. Bezrobocie rejestrowane w Tarnobrzegu w 2023 roku wynosiło 6,1%, co jest nieco niższe od średniego poziomu bezrobocia w województwie podkarpackim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 5400 PLN, co stanowiło około 83% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Sandomierz, na 1000 mieszkańców pracuje około 280 osób. Kobiety stanowią 53% wszystkich pracujących, a mężczyźni 47%. Struktura zatrudnienia w gminie Sandomierz jest zdominowana przez sektor usługowy, który obejmuje około 55% zatrudnionych, co jest typowe dla miast z rozwiniętym zapleczem turystycznym i administracyjnym. Przemysł i budownictwo zatrudniają 30% pracujących, natomiast rolnictwo ma marginalny udział w strukturze zatrudnienia. Bezrobocie rejestrowane w Sandomierzu w 2023 roku wynosiło 5,8%, co jest porównywalne z poziomem bezrobocia w regionie świętokrzyskim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 5 300 PLN, co stanowiło 82% średniego wynagrodzenia w Polsce.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym  
w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

W gminie Radomyśl nad Sanem na 1000 mieszkańców pracuje około 85 osób. Kobiety stanowią 49% wszystkich pracujących, a mężczyźni 51%. Struktura zatrudnienia w gminie jest zdominowana przez sektor rolniczy, który obejmuje 40% zatrudnionych, co jest charakterystyczne dla wiejskich gmin. Przemysł i budownictwo zatrudniają 35% pracujących, a sektor usługowy obejmuje 20% zatrudnionych. Sektor finansowy i inne sektory mają niewielki udział. Bezrobocie rejestrowane w gminie Radomyśl nad Sanem w 2023 roku wynosiło 7,2%, co jest nieco wyższe od średniego poziomu bezrobocia w województwie podkarpackim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 4 800 PLN, co stanowiło około 74% średniego wynagrodzenia w Polsce.

W gminie Annopol na 1000 mieszkańców pracuje około 80 osób. Kobiety stanowią 47% wszystkich pracujących, natomiast mężczyźni 53%. Struktura zatrudnienia w gminie pokazuje, że sektor rolniczy obejmuje 38% zatrudnionych, co jest charakterystyczne dla wiejskich obszarów z dominującą rolą rolnictwa. Przemysł i budownictwo zatrudniają 32% pracujących, natomiast sektor usługowy obejmuje 25% zatrudnionych. Sektor finansowy ma marginalny udział na poziomie 1,3%. Bezrobocie rejestrowane w gminie Annopol w 2023 roku wynosiło 6,9%, co jest porównywalne z poziomem bezrobocia w regionie lubelskim. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w 2022 roku wynosiło 4 900 PLN, co stanowiło 75% średniego wynagrodzenia w Polsce.

Na terenie gmin objętych Programem dominują gospodarstwa rolne o rodzinnej strukturze, z przeciętną wielkością od 2 do 5 ha. Wysokie zatrudnienie w sektorze rolniczym, zwłaszcza w gminie Koszyce skutkuje relatywnie niskimi dochodami mieszkańców, a struktura agrarna jest wciąż rozdrobniona. W gminach Padew Narodowa i Baranów Sandomierski dominuje zatrudnienie w sektorze przemysł i budownictwo. Zjawisko to jest wzmocnione przez skomplikowane relacje własnościowe, w tym nieujawniane dzierżawy sąsiedzkie. Na obszarze realizacji projektu dominującym środkiem transportu lokalnego są samochody osobowe, co wynika z braku dobrze funkcjonującej komunikacji publicznej.

Analiza społeczno-gospodarcza dla wymienionych wyżej gmin objętych Programem pokazuje, że tereny wchodzące w obszar oddziaływania działań inwestycyjnych charakteryzują się specyficznymi cechami demograficznymi i ekonomicznymi, które wpływają na ich obecny stan społeczno-gospodarczy.

Analiza demograficzna wskazuje na istotne wyzwania związane ze spadkiem liczby ludności i starzeniem się społeczeństwa. Wszystkie cztery gminy mają niższą gęstość zaludnienia niż średnia krajowa oraz wykazują wyraźny spadek liczby ludności, przekraczający średnie wartości krajowe. Wysoki odsetek osób w wieku poprodukcyjnym, szczególnie w gminie Koszyce (25%), oraz niski udział osób w wieku przedprodukcyjnym sugerują nasilający się proces depopulacji i potencjalne trudności w zastępowalności pokoleń. Potwierdzają to też prognozy GUS na lata 2025–2060 przewidujące znaczne spadki liczby ludności w powiatach, w których leżą analizowane gminy. Takie tendencje mogą prowadzić do marginalizacji społeczno-gospodarczej tych obszarów, zmniejszenia bazy podatkowej oraz zwiększenia obciążenia systemu opieki zdrowotnej i społecznej.

Analogiczne tendencje można zaobserwować w odniesieniu do poziomu wykształcenia mieszkańców tych gmin. Odsetek osób z wykształceniem wyższym jest bowiem znacznie niższy niż średnia krajowa (24,6%). W gminie Szczurowa wynosi on 11,1%, w gminie Koszyce 10,6%. Jednocześnie wyższy jest udział osób z wykształceniem zasadniczym zawodowym, co wskazuje na tradycyjny, rolniczy charakter gospodarki. Brak placówek edukacyjnych na poziomie ponadpodstawowym (poza gminą Szczurowa) ogranicza możliwości podnoszenia kwalifikacji

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

mieszkańców i może przyczyniać się do migracji młodych, wykształconych osób do większych ośrodków miejskich.

Obszar realizacji Wariantu OP III posiada stosunkowo niski (w porównaniu do reszty kraju) poziom PKB na mieszkańca w tym regionie. Gospodarka opiera się głównie na rolnictwie, które w niektórych gminach, jak Koszyce, stanowi ponad 50% zatrudnienia. Rozdrobnienie gospodarstw i potencjalne niskie dochody z rolnictwa ograniczają potencjał ekonomiczny regionu. Istotne jest także to, że rynek pracy cechuje się ograniczonymi możliwościami zatrudnienia poza rolnictwem. Wskaźnik liczby pracujących na 1000 mieszkańców jest dość niski (np. 55 w gminie Koszyce). Dominują mikroprzedsiębiorstwa zatrudniające do 9 osób, a liczba średnich i dużych przedsiębiorstw jest znikoma. Ogranicza to możliwości poszukiwania zatrudnienia, zwłaszcza dla osób spoza sektora rolniczego, i przekłada się też na niższe dochody mieszkańców, które skutkują ograniczonymi wpływami do budżetów gmin z tytułu podatków dochodowych. Odsetek osób korzystających z pomocy społecznej w gminie Koszyce wynosi 597 beneficjentów na 10 tys. Mieszkańców; średnia krajowa wynosi 344. To dodatkowo obciąża budżety lokalne i może wskazywać na wyzwania, które pojawią się w przyszłości.

Przeprowadzona analiza społeczno-ekonomiczna obszarów odpowiadających Wariantowi OP III pozwala na sformułowania następujących wniosków

1. Depopulacja i starzenie się społeczności analizowanych gmin stanowią poważne wyzwania demograficzne, które mogą prowadzić do marginalizacji społeczno-gospodarczej tego regionu
2. Niska gęstość zaludnienia oraz profil edukacyjny mieszkańców ogranicza możliwości rozwoju i przyciągania inwestycji.
3. Dominacja rolnictwa i brak dywersyfikacji gospodarki utrudniają rozwój ekonomiczny i zwiększają zależność od sektora o niskiej rentowności.
4. Ograniczone możliwości zatrudnienia poza rolnictwem mają wpływ na dochody mieszkańców i odsetek osób korzystających z pomocy społecznej.
5. Potencjalny wpływ realizacji Programu może pogłębić istniejące problemy, zwłaszcza jeśli wyłączenia nie zostaną odpowiednio skompensowane.

Z uwagi na tak sformułowane wnioski, jest zasadne, aby w zakresie kompensacji negatywnych konsekwencji realizacji wariantu OP III uwzględnić:

1. Próbę dywersyfikacji gospodarki poprzez wspieranie rozwoju sektorów pozarolniczych, takich jak przemysł i usługi, co zwiększy możliwości zatrudnienia i poprawi sytuację ekonomiczną mieszkańców.
2. Inwestycje w edukację i infrastrukturę edukacyjną, aby zatrzymać odpływ młodych ludzi.
3. Próbę modernizacji rolnictwa przez konsolidację gruntów i wprowadzanie nowoczesnych technologii, co zwiększy efektywność i rentowność gospodarstw.
4. Próbę rozwoju infrastruktury technicznej i społecznej, aby zwiększyć atrakcyjność regionu dla inwestorów i poprawić jakość życia mieszkańców.
5. Prowadzenie konsultacji społecznych i uwzględnienia potrzeb lokalnej społeczności w procesie realizacji Programu, aby minimalizować negatywne skutki wyłączeń i innych działań inwestycyjnych.



6. Programy wsparcia dla osób najbardziej narażonych na negatywne skutki zmian, w tym szkolenia zawodowe i pomoc w znalezieniu zatrudnienia.

Region objęty Wariantem OP III stoi przed poważnymi wyzwaniami demograficznymi i ekonomicznymi, wynikającymi z niskiej gęstości zaludnienia, depopulacji, starzenia się społeczeństwa oraz ograniczonej dywersyfikacji gospodarki. Profil edukacyjny mieszkańców i dominacja rolnictwa utrudniają rozwój społeczno-gospodarczy. Dodatkowo, istotnym zagrożeniem dla gmin jest rosnące ryzyko związane ze zmianami klimatycznymi, takimi jak susze i powodzie, które mogą poważnie wpłynąć na rolnictwo oraz lokalną gospodarkę. Brak odpowiednich rozwiązań w zakresie ochrony przed tymi zagrożeniami może pogłębić problemy związane z depopulacją i niskimi dochodami. Konieczne jest zatem wdrożenie działań mających na celu zarówno ochronę ludności przed skutkami ekstremalnych zjawisk pogodowych, jak i zabezpieczenie lokalnych gospodarek przed dalszymi stratami.

Realizacja Programu może stanowić zarówno szansę na poprawę sytuacji społeczno-ekonomicznej społeczności poprzez inwestycje i rozwój infrastruktury, jak i zagrożenie w postaci pogłębienia istniejących problemów, jeśli nie zostaną podjęte odpowiednie działania. Kluczowe jest wdrożenie przy współpracy z samorządami kompleksowych strategii rozwoju, uwzględniających specyfikę regionu i potrzeby jego mieszkańców, aby przeciwdziałać negatywnym trendom i wykorzystać potencjał tkwiący w lokalnych społecznościach.

W nawiązaniu do przeprowadzonej analizy społecznej należy podkreślić, iż wariant OP I zakłada relokację 51 osób i ma najmniejsze oddziaływanie społeczne z analizowanych wariantów. Wariant ten jest jednakże najmniej efektywny hydraulicznie i nie zapewnia oczekiwanej ochrony przed powodzią, co wpływa na ograniczone i niezadowalające rezultaty jego potencjalnej realizacji.

Wariant OP II przewiduje relokację 770 osób, co oznacza większą skalę oddziaływania społecznego niż w przypadku Wariantu OP I. Podobne oddziaływanie na społeczeństwo zostało zidentyfikowane w przypadku wdrożenia Wariantu OP III (779 osób). Różnice między Wariantem OP II a Wariantem OP III są zatem stosunkowo niewielkie w aspekcie oddziaływania na społeczeństwo, jednakże z dużą przewagą efektywności hydraulicznej i zapewnienia ochrony przed powodzią na rzecz Wariantu OP III.

Porównując te warianty warto też zauważyć, że choć Wariant OP III niesie za sobą większą liczbę relokacji, to skala pozytywnych oddziaływań społecznych, uzasadnia jego realizację.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## 8. Analiza ekonomiczna

### 8.1. Analiza kosztów i korzyści

Koszty zostały oszacowane wg poziomu cen z 2024 r.

Koszty inwestycyjne obiektów wchodzących w zakres Projektu zostały przedstawione w poniższych tabelach. Do kosztów doliczono rezerwę na poziomie 10% na nieprzewidziane wydatki i ewentualny wzrost cen.

Tabela 16 Łączny koszt realizacji [mln PLN]

Koszty inwestycyjne [mln PLN brutto]	Wariant OP I	Wariant OP II	Wariant OP III
Razem koszty inwestycyjne z rezerwą	2 505,03	2 426,51	2 699,04
Razem koszty inwestycyjne bez rezerwy	2 277,30	2 205,92	2 453,67

Źródło: opracowanie własne

Tabela 17 Szczegółowe zestawienie kosztu realizacji [mln PLN]

Koszty inwestycyjne [mln PLN brutto]	Wariant OP I	Wariant OP II	Wariant OP III
Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa netto bez rezerwy	x	760,79	760,79
Polder Przykop netto bez rezerwy	x	x	141,21
Poldery w Wariacie OP I	1 353,84	x	
Rozbiórki budynków netto bez rezerwy	3,30	70,62	72,49
Odbudowa infrastruktury komunalnej (5% robót plus rozbiórki) netto bez rezerwy	67,86	41,57	48,72
<b>Koszt działań technicznych netto bez rezerwy</b>	<b>1 425,00</b>	<b>872,98</b>	<b>1 023,21</b>
Koszt działań technicznych brutto bez rezerwy	1 665,22	935,77	1 109,46
Rozbiórki budynków brutto bez rezerwy	4,06	86,86	89,16

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Koszty inwestycyjne [mln PLN brutto]	Wariant OP I	Wariant OP II	Wariant OP III
Odbudowa infrastruktury komunalnej (5% robót plus rozbiórki) brutto bez rezerwy	83,46	51,13	59,93
<b>Koszty działań technicznych z rozbiórkami i odbudową infrastruktury brutto bez rezerwy)</b>	<b>1 752,74</b>	<b>1 073,76</b>	<b>1 258,55</b>
Koszt działań zielonej hydrotechniki (pilotażowych) brutto bez rezerwy	30,14	30,14	30,14
Dokumentacja projektowa (5% robót, odbudowy infrastruktury i rozbiórki budynków) brutto bez rezerwy	87,64	53,69	62,93
Konsultant strategiczny - koncepcja, PFU, nadzór inwestycyjny - brutto bez rezerwy	100,00	100,00	100,00
<b>Koszt działań technicznych i nietechnicznych, dokumentacja projektowa, konsultant strategiczny razem</b>	<b>1 970,52</b>	<b>1 257,59</b>	<b>1 451,62</b>
Koszt nabycia gruntów bez rezerwy	197,93	194,88	223,15
Koszt budynków mieszkalnych bez rezerwy	7,11	172,71	175,41
Koszt budynków gospodarczych i innych bez rezerwy	3,78	109,13	115,41
Koszt infrastruktury wsi zastępczej bez rezerwy	0,00	100,00	100,00

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Koszty inwestycyjne [mln PLN brutto]	Wariant OP I	Wariant OP II	Wariant OP III
Koszty transakcyjne; odszkodowania dla przedsiębiorców: faktyczna strata i utracony zysk, koszty pracownicze (postojowe), koszty relokacji (maszyny, certyfikaty i akredytacje), operaty biegłych w tym zakresie; VAT (JST i przedsiębiorcy - wysokość podatku zależna od przeznaczenia nieruchomości w MPZP), dodatek za wywłaszczenie; opłaty za wcześniejsze przekazanie nieruchomości; dodatkowe nieprzewidziane koszty związane z realizacją pakietów kompensacyjnych; zajęcia czasowe; trwałe ograniczenia; realizacja planu odtworzenia źródeł utrzymania; zwrotu dotacji UE przez JST; zwrotu/utruty dopłat rolnośrodowiskowych; koszty depozytów; koszty pośredników nieruchomości (znalezienie nieruchomości zamiennych)	96,96	366,61	383,08
Koszty ulotek informacyjnych, newsletterów, punktów informacyjnych, festynów	1,00	5,00	5,00
<b>Razem koszt nieruchomości bez rezerwy</b>	<b>306,78</b>	<b>948,33</b>	<b>1 002,05</b>
Rezerwa	227,73	220,59	245,37
<b>Razem koszty z rezerwą</b>	<b>2 505,03</b>	<b>2 426,51</b>	<b>2 699,04</b>
<b>Razem koszty bez rezerwy</b>	<b>2 277,30</b>	<b>2 205,92</b>	<b>2 453,67</b>

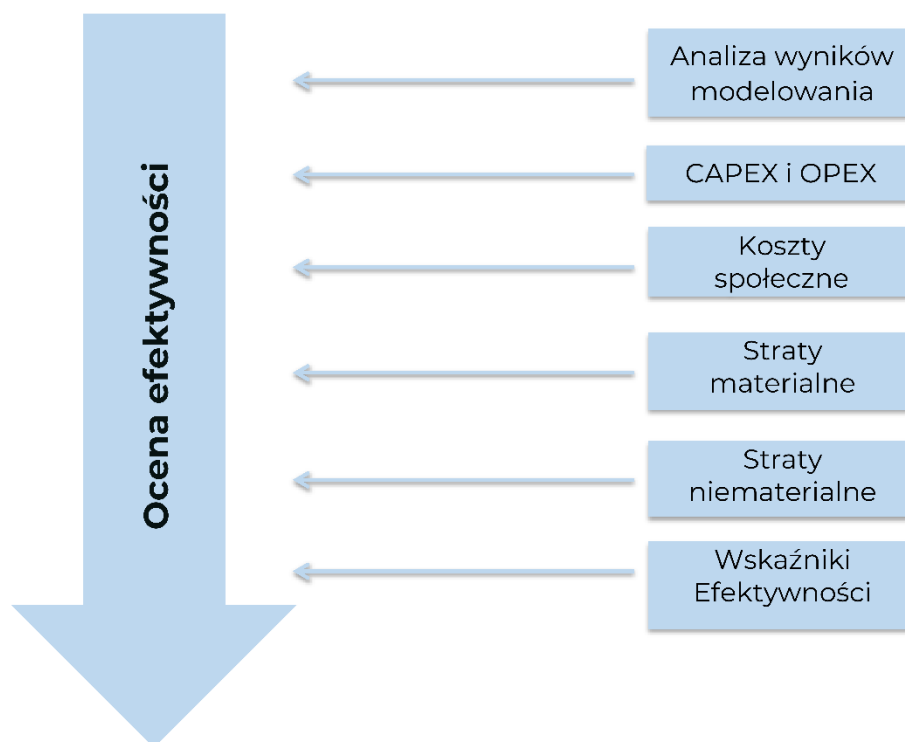
Źródło: opracowanie własne

Wskaźniki kosztów inwestycyjnych brutto z rezerwą do efektu rzeczowego wyrażonego jako ilości mln m<sup>3</sup> pojemności retencyjnej wynoszą: ok. 24,5 mln zł/mln m<sup>3</sup> dla Wariantu OP I oraz ok. 11,81 mln zł/mln m<sup>3</sup> w przypadku Wariantu OP II i ok. 11,9 mln zł/mln m<sup>3</sup> W dla Wariantu OP III.

Okres analizy obejmuje lata 2024 – 2073. Przyjęto ekonomiczną stopę dyskontową na poziomie 3%, zgodnie z wytycznymi do analiz ekonomicznych dla okresu programowania unijnego 2021-2027. Analiza jest przeprowadzona w cenach stałych, rokiem bazowym jest 2024 r.



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



*Rysunek 43 Etapy analizy kosztów i korzyści*

Efektom modelowania hydrodynamicznego są strefy zalewu w wariancie zerowym i wariantach planistycznych, przedstawiające obszary zagrożone powodzią o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia:

1. Obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest niskie i wynosi 0,2%, (czyli raz na 500 lat)
2. Obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi 1%, (czyli raz na 100 lat)
3. Obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie i wynosi 10%, (czyli raz na 10 lat).

Metoda wyceny materialnych strat powodziowych opiera się na obliczeniu szkód średniorocznych (AAD) w wariancie zerowym i wariantach planistycznych, w oparciu o trzy ww. poziomy prawdopodobieństwa.

Na potrzeby analizy efektywności ekonomicznej Projektu zostały zidentyfikowane następujące korzyści ekonomiczne:

1. Uniknięte straty powodziowe (uwzględnione w AAD):
  - uniknięte straty w majątku,
  - uniknięte straty niematerialne: koszty stresu, traumy, koszty akcji ratunkowych, koszty sprzątnięcia i rekultywacji terenu, zakłócenia w funkcjonowaniu szpitali, przychodni, hospicjów, domów dziecka i domów opieki nad osobami starszymi, przerwy w działalności oświatowej, przerwy w pracy urzędów i instytucji użyteczności publicznej,

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

straty wynikające z przerwania produkcji i utraty zysków, potencjalne obrażenia ciała ofiar powodzi, wzrost kosztów utrzymania na terenach dotkniętych przez powódź

2. Dodatkowe korzyści społeczne (uwzględnione w AAD):
  - uniknięte koszty utraconego czasu podróżujących pojazdami,
  - uniknięte zakupy wody przez mieszkańców,
  - uniknięte ograniczenie świadczenia usług publicznych przez gminy, wycenione w oparciu o spadek wpływów do budżetu gminy z tytułu podatków dochodowych,
  - uniknięte koszty czasu pracy wolontariuszy,
3. Indukowane korzyści ekonomiczne (szacowane w oparciu o mnożnik zakupów inwestycyjnych pomnożony przez przeciętną rentowność przedsiębiorstw).
4. Korzyść ze skłonności turystów do ponoszenia kosztów Willingness to pay dotyczącej wyceny wartości turystycznej terenu objętego Projektem.
5. Wartość rezydualna – wyliczona metodą dochodową jako zdyskontowane na moment zakończenia analizy przyszłe przepływy pieniężne do końca okresu amortyzacji.
6. Korekty fiskalne (podatek VAT od nakładów inwestycyjnych i odtworzeniowych).

W ramach kosztów społecznych ujęto zwiększenie kosztów eksploatacji pojazdów w trakcie ponoszenia kosztów inwestycyjnych, w związku ze spowolnieniem ruchu pojazdów w okolicy terenu budowy.

Pełne korzyści z unikniętych strat powodziowych i koszty eksploatacyjne pojawiają się w analizie od pierwszego roku po zakończeniu ponoszenia nakładów inwestycyjnych. Wartość rezydualna została obliczona metodą dochodową, w oparciu o przepływy pieniężne w ostatnim roku analizy.

Przyrost strat w wariancie zerowym, służący do kalkulacji unikniętych strat dzięki realizacji planowanych działań, składa się z dwóch elementów składowych:

- wzrost intensywności zabudowy terenu objętego strefą zalewu w wariancie zerowym, w celu uchwycenia corocznego przyrostu wartości majątku w wyniku powstawania nowych budynków
- przyrost strat z powodu zmian klimatu.

Dla każdego z wariantów analizy obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej:

- ENPV – ekonomiczną wartość bieżącą netto,
- ERR - ekonomiczną wewnętrzną stopę zwrotu,
- PV korzyści – zdyskontowaną wartość korzyści,
- PV kosztów – zdyskontowaną wartość kosztów,
- B/C – stosunek korzyści do kosztów.

### **Pierwszy etap analiz kosztów i korzyści - wyniki**

Poniżej przedstawione zostały wyniki obliczeń wskaźników ENPV, ERR, wartości bieżącej korzyści i kosztów oraz współczynnika. Wymogiem jest, aby współczynnik ten był wyższy niż 1, natomiast rekomendowaną wartością jest co najmniej 1,2.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

*Tabela 18 Wyniki analizy kosztów i korzyści: Wariant OP I*

Wskaźnik	Wynik
Nakłady inwestycyjne PLN brutto z rezerwą	2 505 021 972
ENPV/c	731 590 604
ERR/c	4,73%
PV Korzyści	3 377 821 123
PV Kosztów	2 646 230 519
B/C	1,28

Źródło: Opracowanie własne

Wskaźnik ENPV wynosi ok. 0,7 mld PLN, a stopa ERR wynosi ok. 4,7%, co oznacza, że wskaźniki efektywności ekonomicznej przekraczają minimalne progi.

Współczynnik kosztów do korzyści wynosi ok. 1,28. Wymogiem jest, aby współczynnik ten był wyższy niż 1, natomiast rekomendowaną wartością jest co najmniej 1,2.

*Tabela 19 Wyniki analizy kosztów i korzyści: Wariant OP II*

Wskaźnik	Wynik
Nakłady inwestycyjne PLN brutto z rezerwą	2 426 514 616
ENPV/c	2 116 578 290
ERR/c	7,09%
PV Korzyści	4 478 357 176
PV Kosztów	2 361 778 886
B/C	1,90

Źródło: Opracowanie własne

Wskaźnik ENPV wynosi ok. 2,1 mld PLN, a stopa ERR wynosi ok. 7,09%, a zatem wskaźniki są wyższe niż w wariantcie poprzednim.

Współczynnik kosztów do korzyści wynosi ok. 1,90, co wskazuje na zasadność wdrożenia analizowanego wariantu.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Tabela 20 Wyniki analizy kosztów i korzyści: Wariant OP III

Wskaźnik	Wynik
Nakłady inwestycyjne PLN brutto z rezerwą	2 699 034 460
ENPV/c	3 588 548 628
ERR/c	8,57%
PV Korzyści	6 236 182 998
PV Kosztów	2 647 634 369
B/C	2,36

Źródło: Opracowanie własne

Wskaźnik ENPV wynosi ok. 3,6 mld PLN, a stopa ERR wynosi ok. 8,6%, a zatem wskaźniki są wyższe, niż w obu poprzednich wariantach. Współczynnik kosztów do korzyści wynosi ok. 2,36 co wskazuje na zasadność wdrożenia analizowanego wariantu.

#### Podsumowanie:

We wszystkich wariantach osiągnięta jest minimalna rekomendowana w literaturze wartość współczynnika B/C (>1,2), zatem na podstawie ww. wskaźników efektywności można skonstatować, iż wszystkie warianty są efektywne ekonomicznie i przewidywane zdyskontowane korzyści z realizacji przewyższają zdyskontowane koszty wdrożenia. Najwyższe wartości wskaźników efektywności ekonomicznej wykazuje wariant OP III.

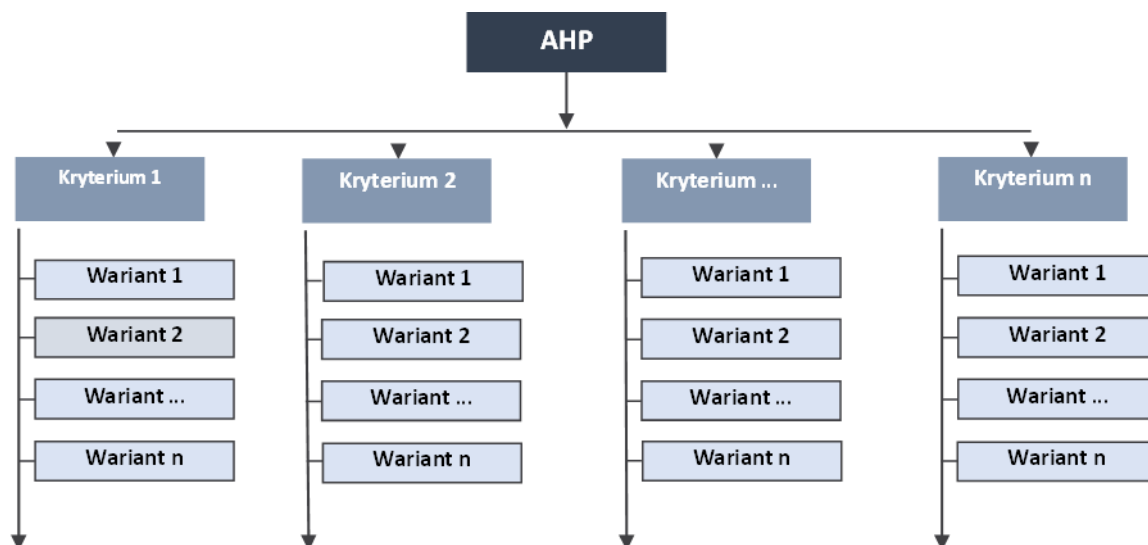
## 8.2. Analiza wielokryterialna

Wskaźniki efektywności ekonomicznej, obliczone dla każdego wariantu planistycznego w ramach analizy kosztów i korzyści, zostały implementowane do analizy wielokryterialnej jako jedno z kryteriów oceny wariantów. Do wyboru wariantu optymalnego posłużyła analiza wielokryterialna.

Podobnie jak w przypadku analizy kosztów i korzyści, również analiza wielokryterialna została przygotowana zgodnie z metodyką projektu aPZRP (metoda AHP – the Analytic Hierarchy Process), w celu zapewnienia spójności pomiędzy niniejszym Projektem a dokumentem strategicznym dla Polski, zawierającym ocenę efektywności i priorytetyzację działań przeciwpowodziowych, jakim jest aPZRP. Metoda ta zakłada stworzenie struktury hierarchicznej, zawierającej warianty i kryteria:



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 44 Struktura hierarchiczna w metodzie AHP

Przeprowadzono ocenę wariantów w świetle ośmiu kryteriów porównawczych. Wagi kryteriów zostały określone na potrzeby projektu aPZRP z uwzględnieniem włączenia osób ze strony Wód Polskich w proces ustalenia wag, aby w miarę możliwości zobiektywizować przypisanie wag kryteriom. Arkusz do przypisania wag kryteriom został wysłany do grona osób proponujących wagi ze strony Klienta oraz do osób z personelu Wykonawcy aPZRP, reprezentujących zespoły hydrotechniczne, środowiskowe, społeczno-ekonomiczne, a następnie zaproponowane wagi kryteriów zostały uśrednione i w ten sposób otrzymano zestaw uśrednionych wag zastosowany w analizie wielokryterialnej.

Poniższa tabela zawiera ocenę spełnienia poszczególnych kryteriów przez analizowane warianty:

Tabela 21 Kryteria oceny wariantów - etap analizy wielokryterialnej

Nr	Jednostka	Nazwa kryterium	Wariant OP I	Wariant OP II	Wariant OP III
1	Retencja [m <sup>3</sup> ]	SKUTECZNOŚĆ OSIĄGANIA CELÓW ZARZĄDZANIA RYZYKIEM POWODZIOWYM	101,91	206,00	226,50
2	B/C	EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA	1,28	1,90	2,36
3	Ocena ekspercka	ZAPEWNIENIE FINANSOWANIA	OCENA PORÓWNAWCZA KRYTERIÓW		
4	Ocena ekspercka	KRYTERIUM ZGODNOŚCI Z RDW	10	6	6
5	Ocena ekspercka	ZAKRES I STOPIEŃ NEGATYWNEGO ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO	7,3	5,7	5,7

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

6	Obiekty do relokacji				
6.1	Obiekty rekreacyjne do relokacji (liczba obiektów rekreacyjnych)		1	6	6
6.1	Obiekty infrastruktury społecznej (liczba obiektów infrastruktury społecznej)		0	4	4
6.2	Budynki mieszkalne do relokacji (liczba budynków mieszkalnych)		10	245	248
6.3	Budynki gospodarcze do relokacji (liczba budynków gospodarczych)		12	343	357
6.4	Przedsiębiorstwa do wywłaszczenia (liczba przedsiębiorstw)		3	6	6
6.5	Liczba obiektów dziedzictwa kulturowego do relokacji (kapliczki, figurki, krzyże, kościoły, zespół pałacowy)		5	15 w tym kościół we wsi Górka, pow. brzeski oraz zespół pałacowy w Górcie	15 w tym kościół we wsi Górka, pow. brzeski oraz zespół pałacowy w Górcie
7	Ocena ekspercka	ZNACZENIE DLA REALIZACJI STRATEGII ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU	OCENA PORÓWNAWCZA KRYTERIÓW		
8	Ocena ekspercka	KRYTERIUM SYNERGII - osiągnięcie celów z innych krajowych dokumentów planistycznych	OCENA PORÓWNAWCZA KRYTERIÓW		

Źródło: Opracowanie własne

Ocena ekspercka – wyjaśnienia:

Kryterium zgodności z RDW, zostało ocenione poprzez przypisanie dla każdego wariantu punktacji wg następującej skali:

Kryterium IV Oddziaływanie na cele ochrony wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

<b>12</b>	Przedsięwzięcie zlokalizowane w granicach korytarzy ekologicznych o randze krajowej i regionalnej, której pozytywnie wpływa na funkcjonalność korytarzy
<b>10</b>	z uwagi na charakter i skalę przedsięwzięcia przewiduje się brak możliwości oddziaływania na cele ochrony wód /obszarów chronionych
<b>8</b>	z uwagi na charakter i skalę przedsięwzięcia przewiduje się brak możliwości oddziaływania na cele ochrony wód/obszarów chronionych pod warunkiem, że wdrożone zostaną stosowne środki minimalizujące oddziaływanie
<b>6</b>	z uwagi na charakter i skalę przedsięwzięcia przewiduje się możliwość zagrożenia w realizacji celów ochrony wód/obszarów chronionych przy czym spełnienie przesłanek z art. 4.7. RDW może zostać należycie uzasadniona
<b>4</b>	z uwagi na charakter i skalę przedsięwzięcia przewiduje się możliwość zagrożenia w realizacji celów ochrony wód w stopniu powodującym zmianę charakteru rzeki z naturalnego na silnie zmieniony przy czym spełnienie przesłanek z art. 4. 7. RDW może zostać należycie uzasadnione
<b>1</b>	z uwagi na charakter i skalę przedsięwzięcia przewiduje się możliwość zagrożenia w realizacji celów ochrony wód/obszarów chronionych przy czym wątpliwe jest należyte uzasadnienie spełnienia przesłanek z art. 4. 7. RDW

Kryterium środowiskowe zagregowane pn. Zakres i stopień negatywnego oddziaływania na środowisko oceniono nadając wariantom punktację i porównując je wg podobnych skal jak wyżej przedstawiona, tylko z odpowiednimi dla danego kryterium pomocniczego przedziałami. Uwzględniono przy tym spełnienie przez poszczególne warianty kryteriów pomocniczych, takich jak: oddziaływanie na obszary chronione w rozumieniu ustawy o ochronie przyrody (parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary natura 2000), oddziaływanie na krajowe i regionalne korytarze ekologiczne, zagrożenie dla siedlisk przyrodniczych i gatunków chronionych, zagrożenie dla obiektów dziedzictwa kulturowego oraz artefaktów cennych przyrodniczo, oddziaływanie na możliwość osiągnięcia celów klimatycznych.

Kryteria 3, 7 i 8 zostały ocenione poprzez porównanie parami wszystkich wariantów ze sobą pod kątem spełniania każdego z kryteriów, zgodnie ze wspomnianą powyżej metodyką AHP. Wariant OP I we wszystkich trzech kryteriach został oceniony niżej w stosunku do wariantów OP II i OP III, ponieważ zapewnia mniejszą retencję niż pozostałe warianty, a właśnie retencja jest najbardziej rekomendowaną formą zabezpieczenia przed powodzią w świetle wytycznych Komisji Europejskiej, co przekłada się na możliwości pozyskania finansowania, oceniane w Kryterium 3. Wariant OP III został oceniony wyżej w stosunku do wariantów OP I i OP II, ponieważ zapewnia największą retencję. Większa retencja przekłada się na najwyższy stopień spełniania kryterium 7 (Znaczenie dla realizacji strategii adaptacji do zmian klimatu) oraz kryterium 8 (Wpływ na osiągnięcie celów PPSS, krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych, a także celów innych strategii i programów w zakresie żeglugi, energetyki i środowiska (kryterium synergii działań).

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

Wyniki analizy wielokryterialnej przedstawia poniższa tabela:

*Tabela 22 Wyniki analizy wielokryterialnej*

Wariant	Kryteria								Ocena
	1	2	3	4	5	6	7	8	
OP I	19,07%	23,09%	13,04%	45,45%	39,29%	91,39%	9,09%	16,66%	30,80%
OP II	38,55%	34,30%	41,96%	27,27%	30,36%	4,37%	43,86%	40,21%	33,04%
OP III	42,38%	42,61%	45,01%	27,27%	30,36%	4,25%	47,05%	43,13%	<b>36,16%</b>
SUMA	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Wariantem uzyskującym najwyższą ocenę w świetle analiz wielokryterialnych, jest wariant OP III. Wariant ten charakteryzuje największa retencją powodziową. Pomimo nieznacznie niższej oceny punktowej w kryterium 4 (Kryterium zgodności z RDW), wariant został wyżej oceniony w kryterium 7 (Znaczenie dla realizacji strategii adaptacji do zmian klimatu) oraz w kryterium 8 (Wpływ na osiągnięcie celów PPSS, krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych, a także celów innych strategii i programów w zakresie żeglugi, energetyki i środowiska (kryterium synergii działań). Na podstawie tabeli z wynikami analizy wielokryterialnej można skonstatować, że na wyniki istotny wpływ mają przyjęte wagi kryteriów porównawczych. W oparciu o ankiety rozesłane podczas prac nad aPZRP zostały przyjęte uśrednione wagi kryteriów, kładące największy akcent na kryteria 1 i 2:



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

SKUTECZNOŚĆ OSIĄGANIA CELÓW ZARZĄDZANIA RYZYKIEM POWODZIOWYM	18,76%
EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA	18,07%
ZAPEWNIENIE FINANSOWANIA	11,77%
KRYTERIUM ZGODNOŚCI Z RDW	11,59%
ZAKRES I STOPIEŃ NEGATYWNEGO ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO	11,50%
MOŻLIWE KONFLIKTY SPOŁECZNE ZWIĄZANE Z REALIZACJĄ DZIAŁAŃ	10,24%
ZNACZENIE DLA REALIZACJI STRATEGII ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU	8,38%
KRYTERIUM SYNERGII	9,69%

Zastosowanie ww. wag dla poszczególnych priorytetów działań przeciwpowodziowych umożliwiło położenie większego nacisku na priorytety oceny działań przeciwpowodziowych, jakimi są poszukiwanie retencji oraz efektywność ekonomiczna działań. Końcowa punktacja wariantów wskazuje, że w analizie wielokryterialnej najwyższy wynik osiągnął wariant OP III, który w obu kryteriach 1 i 2 osiągnął najwyższy stopień spełnienia kryteriów spośród analizowanych wariantów.

## 9. Analiza środowiskowa

Zgodnie z zapisami art. 46 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnieniu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1112, 1881, 1940 ) (dalej: ustawa OOS), projekty dokumentów takich jak: „(...) programy w dziedzinie (...) gospodarki wodnej (...) opracowywany lub przyjmowany przez organy administracji, wyznaczający ramy dla późniejszej realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko”, wymagają przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko, w ramach której opracowuje się prognozę oddziaływania na środowisko (art. 51 ust. 1 ustawy OOS). W nawiązaniu do powyższego obowiązek ten dotyczy również analizowanego dokumentu tj.: Programu działań.

Prognoza oddziaływania na środowisko została opracowana zgodnie z obowiązującymi przepisami, uwzględniając zapisy art. 52 ust. 2 Ustawy OOS oraz wskazania co do zakresu prognozy otrzymane od Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska i Głównego Inspektora Sanitarnego.

W opracowanej Prognozie, oprócz sporządzonej charakterystyki przyrodniczej poszczególnych polderów uwzględniającej m.in.: bioróżnorodność (flora i fauna), obszary objęte ochroną prawną, klimat i powietrze, gleby, krajobraz, zabytki czy dobra materialne przeprowadzona została analiza wpływu na poszczególne komponenty środowiska i zdrowie ludzi. Oceny oddziaływania bazowały na wykonanych wstępnych analizach środowiskowych oraz uwzględniały planowane w Programie działania.

Przeprowadzone wstępne analizy środowiskowe obejmowały ocenę oddziaływań planowanych działań na elementy środowiska (m.in. obszary chronione, florę, faunę, korytarze ekologiczne, wody). Poszczególne oddziaływania w zależności od ich skali i umiejscowienia cechować będą się

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

różną istotnością i prawdopodobieństwem wystąpienia. Ocenione działania stanowią elementy wariantów, przedstawionych w Programie działań.

Kluczowym elementem Prognozy są wskazane rozwiązania mające na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko wraz podaniem metody analiz skutków realizacji Programu działań.

W ramach Programu działań zaproponowano działania, z których budowano warianty operacyjne:

- Wariant OP I - Poldery wzdłuż Wisły (17 szt.: Poldery: Wawrzeńczyce, Puszcza Niepołomska, Krzemienica, Zawierzbie, Przykop 1, Przykop 2, Wielowieś, Chwałowice 1, Chwałowice 2, Chwałowice 3, Borów, Janiszów, Koszyce, Piotrowice, Nowopole, Borusowa, Nowy Korczyn);
- Wariant OP II - Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa;
- Wariant OP III - Polder przepływowy Koszyce - Szczurowa oraz polder wzdłuż Wisły Przykop.

W Programie działań zaproponowano również realizację pilotażowych działań związanych z uzyskaniem dodatkowej objętości retencyjnej w krajobrazie (retencja starorzeczy, retencja rolnicza na gruntach zmeliorowanych, retencja bagien i mokradeł, zalesienia).

W celu porównania poszczególnych działań dokonano analizy kryteriów środowiskowych dla każdego z planowanych działań. Propozycja punktacji, uwzględnia lokalizację działań względem obszarów chronionych i korytarzy ekologicznych, obiektów dziedzictwa kulturowego, wraz z zasięgiem nasilenia i czasem trwania poszczególnych oddziaływań w odniesieniu do funkcjonowania obszarów chronionych, korytarzy ekologicznych oraz obiektów dziedzictwa kulturowego. W analizach uwzględniono również wpływ na możliwość osiągnięcia celów klimatycznych i wielkości biomasy. Na podstawie ocen punktowych dla poszczególnych działań dokonano łącznej oceny wariantów planistycznych na potrzeby analizy wielokryterialnej MCA (ang. multi-criteria analysis). Przyznane oceny w ramach powyższych kryteriów zostały wykorzystane w drugim etapie MCA (rozdział 8.2 niniejszego dokumentu) oraz wykorzystane zostały w trakcie wykonywanej analizy w ramach Prognozy oddziaływania na środowisko.

Sporządzona Prognoza oddziaływania na środowisko wraz z ocenianym Programem działań (na podstawie art. 54 ust. 1 Ustawy OOS) została przedłożona do organów opiniujących w ramach strategicznej oceny oddziaływania na środowisko (dalej SOOS) tj. Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska oraz Głównego Inspektora Sanitarnego.

Dokument Prognozy wraz z projektem Programu działań poddany został konsultacjom społecznym. W ramach niniejszych konsultacji, społeczeństwo mogło zapoznać się z działaniami przewidzianymi w Programie działań oraz złożyć uwagi i wnioski do przyjętych rozwiązań. Odniesienie się do uwag i wniosków społeczeństwa, zgłoszonych w ramach procedury strategicznej, zostało przedstawione zgodnie z art. 55 ust. 3 Ustawy OOS w Podsumowaniu do Programu działań.

## **10. Podsumowanie dokumentów OOŚ**

Dla projektu Programu działań, zgodnie z art. 46 ust. 1 pkt. 2 ustawy OOŚ przeprowadzona została strategiczna ocena oddziaływania na środowisko, w ramach której opracowana została prognoza oddziaływania na środowisko (art. 51 ust. 1 Ustawy OOŚ).

Dokument Prognozy wraz z projektem Programu działań poddany został konsultacjom społecznym i przedłożony do organów opiniujących w ramach strategicznej oceny oddziaływania na środowisko (dalej: SOOŚ).

Wnioski z przeprowadzonej procedury SOOŚ, uwzględniającej podsumowanie przeprowadzonych konsultacji społecznych zostały przedstawione w Podsumowaniu (zgodnym z art. 55 ust 3 Ustawy OOŚ).

## **11. Podsumowanie, zgodne z art. 55 ust. 3 Ustawy OOŚ**

Podsumowanie, o którym mowa w art. 55 ust. 3 Ustawy OOŚ, jest podsumowaniem przebiegu strategicznej oceny oddziaływania na środowisko. Zgodnie z art. 55 ust. 4 ustawy OOŚ, organ opracowujący projekt dokumentu przekazuje przyjęty dokument wraz z podsumowaniem właściwym organom opiniującym. Podsumowanie stanowi załącznik nr 2.

## **12. Spis załączników**

Załącznik 1 - Rozpatrywane warianty ochrony przed powodzią w zlewni wraz z wynikami modelowania hydraulicznego.

Załącznik 2 – Podsumowanie.

Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

## 13. Literatura, akty prawne

- Bazy Danych Obiektów Topograficznych (źródło: GUGiK).
- Bogusz A., Tokarczyk T., - Rola terenów zalesionych w kształtowaniu retencji wód opadowych w zlewniach zurbanizowanych. Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN 2016
- Dane Głównego Urzędu Statystycznego – Bank Danych Lokalnych (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>)
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna.
- Crela, J., H. Słota, and J. Zieliński. "Dorzecze Wisły." Monografia powodzi lipiec 1997 (1997).
- Grygoruk i in., Wyznaczenie kluczowych stref dla poprawy retencji wody w polskiej części zlewni rzeki Odry, 2018
- Grzegolec A., Sułek J., Wilniewicz P., Winiarski D. 2015. Awifauna stawów rybnych zlewni rzeki Wschodniej – stan aktualny, zmiany i problematyka ochrony. *Naturalia* 3 – 2014 (2015): 98-110.
- Numeryczny Model Terenu (źródło: GUGiK).
- Jarosz D., HISTORIA POWODZI W POLSCE 1945–1989: PROLEGOMENA DO BADAŃ. Polska 1944/45–1989. *Studia i Materiały XII/2014*.
- J. Kwiatkowski, Wezbrania Wisły pod Sandomierzem na tle powodzi z 1934 r. (Dokończenie), „Gospodarka Wodna” 1935, nr 4, s. 164.
- Łajczak A., 1995a, The Impact of River Regulation, 1850–1990, on the Channel and Floodplain of the Upper Vistula River, Southern Poland, [w:] E.J. Hickin (red.), *River Geomorphology*, International Association of Geomorphologists, 2, J. Wiley & Sons, Chichester, s. 209–233.
- O tablicach powodziowych na obszarze Krakowa. Przyczynek do dziejów wezbrań Wisły pod Krakowem. Skarżyńska K. *Przegląd Geofizyczny*, 6 (XIV), z.4, 1961.
- Publikacja na stronie internetowej Gazeta Krakowska, <https://gazetakrakowska.pl/w-wietrzychowicach-i-szczurowej-waly-nadal-przeciekaja/ar/579973>, data wejścia: 29.07.2024
- Punzet. J., Katastrofalne powódzie w dorzeczu górnej Wisły w XX wieku, Kraków, 1994.
- Raport z wyznaczenia obszarów zagrożenia powodziowego w wyniku modelowania hydraulicznego dla rzeki Wisły; Załącznik nr 2: Opracowanie danych hydrologicznych, IMGW-PIB 2020
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 4 października 2018 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego (Dz.U. 2018 poz. 2031)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 października 2022 r. w sprawie przyjęcia Planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły (Dz.U. 2022 poz. 2739)
- Sikora M, Cieśliński R., - Kształtowanie się odpływu w zlewni zurbanizowanej na przykładzie zlewni Strzyży. *Ecological Engineering & Environment Technology*. 2015
- Trafas K., 1975, Zmiany biegu koryta Wisły na wschód od Krakowa w świetle map archiwalnych i fotointerpretacji, *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.*, 40, 16–37.
- Tyszka J., - Rola i Miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej Sylwan. 1995



Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1112, 1881, 1940).
- Zarządzenie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Krakowie z dnia 8 sierpnia 2014 r. w sprawie ustanowienia planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Puszcza Niepołomska PLB120002 (Dz. U. z 2014 r., poz. 4390)