

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

### Załącznik 1

Rozpatrywane warianty ochrony przed powodzią w zlewni wraz z wynikami modelowania hydraulicznego

#### 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 Sp. z o.o. – podwykonawca Konsorcjum

Kraków, czerwiec 2025 r.

## SPIS TREŚCI:

1. Rozpatrywane warianty ochrony przed powodzią w zlewni wraz z wynikami modelowania hydraulicznego .....	5
1.1. Wariant „0” .....	5
1.2. Rozpatrywane wstępne warianty planistyczne .....	7
1.3. Scenariusz 1 (scenariusz PPI) .....	7
1.4. Scenariusz 2 (scenariusz aPZRP) .....	11
1.5. Scenariusz 3 (nowe działania + weryfikacja dotychczasowo planowanych działań) .....	18
1.6. Pośrednie warianty ochrony przed powodzią skierowane do dalszych analiz społecznych, środowiskowych i ekonomicznych .....	29
1.7. Ostateczne warianty ochrony przed powodzią, uwzględniające uwarunkowania społeczne, środowiskowe i ekonomiczne .....	33
1.7.1. Wariant OP I .....	33
1.7.2. Wariant OP II .....	37
1.7.3. Wariant OP III .....	41
1.7.4. Podsumowanie wyników modelowania ze wskazaniem na wariant optymalny .....	44

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
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	Baza Danych Obiektów Topograficznych
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”
Kr	Układ wysokościowy Kronsztad
MRP	Mapy Ryzyka Powodziowego
MZP	Mapy Zagrożenia Powodziowego
NMT	Numeryczny Model Terenu
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
OOŚ	Ocena Oddziaływania na Środowisko
OP	Obszar Problemowy
OZP	Obszary Zagrożone Powodzią
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
PPI	Program Planowanych Inwestycji
PRG	Państwowy Rejestr Granic
Program działań	Zestaw działań zarekomendowanych do realizacji w wyniku opracowania Projektu/Programu/Zadania 5.7.2.
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
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 P[Z. Opracowanie działań strategicznych polegających na poszukiwaniu obszarów potencjalnej retencji i innych

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

	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
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 p% w profilu podłużnym Wisły
UG	Urząd Gminy
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. Rozpatrywane warianty ochrony przed powodzią w zlewni wraz z wynikami modelowania hydraulicznego**

Podstawowym założeniem realizacji Programu jest uzyskanie maksymalnej pojemności retencyjnej doliny Wisły na odcinku poniżej Krakowa do Zawichostu.

Bazową listę działań retencyjnych przygotowano w oparciu o listy działań aPZRP i PPI. Wstępna analiza lokalizacji nowych potencjalnych obiektów retencyjnych została przeprowadzona w oparciu o NMT, ortofotomapę, BDOT i mapy topograficzne. Istotnym przy diagnozowaniu i określeniu wariantów jest charakterystyka hydrologiczna. Na podstawie założeń opisanych w rozdziale 4 Programu działań, przygotowany został scenariusz hydrologiczny zawierający zestaw warunków brzegowych dla przepływów prawdopodobnych ( $p=10, 1$  i  $0,2\%$ ). Na podstawie przyjętych założeń hydrologicznych określono wielkości i czasy trwania poszczególnych przepływów powodziowych w zlewni Wisły na odcinku od Sierosławic do Zawichostu. W wyniku przeprowadzonych symulacji na modelu hydraulicznym, pozwoliło to oszacować poziom zagrożenia w danym miejscu i czasie oraz rozpoznać możliwości opóźnienia odpływu ze zlewni na obszary położone poniżej, zwłaszcza obszary zurbanizowane.

### **1.1. Wariant „0”**

Wariant zerowy oparty jest na scenariuszu braku jakichkolwiek planowanych działań mających na celu poprawę obecnej sytuacji powodziowej w obszarze Wisły na odcinku poniżej Krakowa do Zawichostu.

Wariant zerowy stanowił wariant bazowy, do którego odniesiono wszelkie zaproponowane działania przeciwpowodziowe, przewidziane w skonstruowanych wariantach planistycznych.

Istniejący stan techniczny infrastruktury na obszarze Projektu został opisany w rozdziale 2 Programu działań.

Model hydrauliczny wykorzystany do modelowania koryta wielkiej wody Wisły w ramach poszczególnych scenariuszy obliczeniowych, stanowi połączenie istniejących modeli hydraulicznych S01\_WISLA\_2019v1 i S02\_WISLA\_2022v1, RW G-ZW, opracowanych w ramach projektu aMZPiMRP. Modele te zostały poddane weryfikacji oraz korektom niezbędnym do przeprowadzenia analiz wpływu proponowanych działań na realizację założonych celów Projektu.

W ramach weryfikacji dokonano następujących prac w zakresie połączonego modelu rzeki Wisły na odcinku od wodowskazu Sierosławice do wodowskazu Zawichost:

1. Skorygowano nieprawidłowo przyjęty w modelu Wisły parametr Resistance Factor dla obiektów mostowych odwzorowanych w module Bridge MIKE11;
2. Przeanalizowano opracowaną przez wykonawcę aMZPiMRP warstwę przestrzenną z lokalizacją przekrojów obliczeniowych i skorygowano ją, zgodnie z faktyczną zawartością modelu hydraulicznego Wisły;
3. Przeanalizowano przyjęte w modelu Wisły współczynniki szorstkości w odniesieniu do aktualnego BDOT. Wyniki modelowania dla scenariusza 0, dla przepływów o prawdopodobieństwie wystąpienia 10, 1 i 0,2% z uwzględnieniem warunków brzegowych przyjętych w projekcie aMZPiMRP oraz dla scenariusza hydrologicznego operacyjnego, zestawiono w tabeli 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

4. Uwzględniono w modelu wnioski z ekspertyzy hydraulicznej dla rzeki Wisły i Czarnej dla potrzeb oceny efektywności systemu przeciwpowodziowego zabezpieczającego teren ENEA Elektrowni Połaniec S.A.:
  - aMZPiRP w II cyklu planistycznym nie obejmowały muru chroniącego obszar elektrowni przed powodzią,
  - wprowadzenie muru do modelu aMZPiMRP spowodowało zmniejszenie zasięgu strefy powodziowej poniżej obszaru elektrowni.
5. Skorygowano nieprawidłowe rozmieszczenie markerów ograniczających przekrój czynny na odcinku Wisły wzdłuż Kanału Strumień.

Tabela 1 Wyniki modelowania dla scenariusza W0

Przekrój	Przepływ [m <sup>3</sup> /s]			Maksymalna rzędna zw. wody [m n.p.m.Kr]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
<b>Wod. Sierosławice</b>	1410	2562	2999	184.28	186.40	187.06
<b>Poniżej Raby</b>	1671	3028	3631	182.57	184.81	185.36
<b>Poniżej Dunajca</b>	3276	5336	6132	176.18	178.11	178.66
<b>Elektrowni Połaniec</b>	3557	5854	6175	158.74	160.72	161.01
<b>Poniżej Wisłoki</b>	4047	6785	7361	158.04	160.06	160.42
<b>Most linii LHS</b>	4045	6784	7355	156.46	158.49	158.82
<b>Most na drodze w Nagnajowie</b>	4040	6489	6874	152.56	154.63	154.79
<b>Most na drodze w Sandomierzu</b>	4045	6477	6704	146.45	148.33	148.48
<b>Poniżej Sanu</b>	4647	6602	6695	143.01	144.34	144.41
<b>Wod. Annopol</b>	4639	6570	6651	138.13	139.13	139.19

W tabeli powyżej zaprezentowano wyniki modelowania hydraulicznego wariantu wyjściowego W0 dla przepływów o prawdopodobieństwie wystąpienia p= 10, 1 i 0,2%. Wyniki prezentują wielkość przepływu i maksymalną rzędną w wybranych przekrojach kontrolnych. Obliczone w modelu hydraulicznym przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia (10, 1 i 0,2%) na analizowanym odcinku Wisły kształtują się odpowiednio od 1410/2562/2999 m<sup>3</sup>/s w profilu wodowskazu Sierosławice do 4639/6570/6651 m<sup>3</sup>/s w profilu wodowskazu Annopol. Największy przyrost przepływów maksymalnych obserwowany jest poniżej ujścia Dunajca. Dla scenariusza 0,2% najwyraźniej zaznacza się wpływ przyjętego w ramach tzw. scenariusza operacyjnego sposobu bilansowania przepływów – przepływy maksymalne obliczone w modelu hydraulicznym są istotnie niższe od przepływów obliczonych metodą statystyczną, co wynika ze



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

znacznego w tym scenariuszy przelewania się wody przez obwałowania, skutkującego dużą utratą objętości fal na terenach zalewowych.

## 1.2. Rozpatrywane wstępne warianty planistyczne

Na początkowym etapie Projektu zdefiniowano następujące warianty wyjściowe:

- Scenariusz 1 – lista działań PPI
- Scenariusz 2 – lista działań aPZRP
- Scenariusz 3 – nowe działania

To wstępne wariantowanie prowadzone było jedynie pod względem oceny efektywności hydraulicznej, dopiero potem wybierano działania do dalszych analiz środowiskowych, społecznych i ekonomicznych, budujące kolejne warianty.

## 1.3. Scenariusz 1 (scenariusz PPI)

W ramach Scenariusza 1 poddano analizie przekazane przez Zamawiającego listy inwestycji zawartych w Planie Inwestycyjnym PGW WP na lata 2022-2025, w podziale na RZGW w Krakowie oraz RZGW w Rzeszowie. Inwestycje zostały przeanalizowane pod kątem:

- Rodzaju działania i jego potencjalnego wpływu na zasięg obszarów zagrożenia powodziowego,
- Lokalizacji inwestycji na obszarze modelowanym w ramach projektu aMZPiMRP,
- Lokalizacji inwestycji względem obszarów problemowych wyznaczonych w projekcie,
- Dostępności dokumentacji zawierającej parametry niezbędne do implementacji działania w modelu hydraulicznym.

Po szczegółowej analizie listy działań do modelowania wybrane zostały działania o charakterze retencyjnym i potencjalnym wpływie na Wisłę oraz wały przeciwpowodziowe zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Wisły.

Zestawienie działań modelowanych w ramach Scenariusza 1 (PPI) przedstawiono w tabeli oraz na rysunkach poniżej.

Tabela 2 Zestawienie działań modelowanych w ramach Scenariusza 1

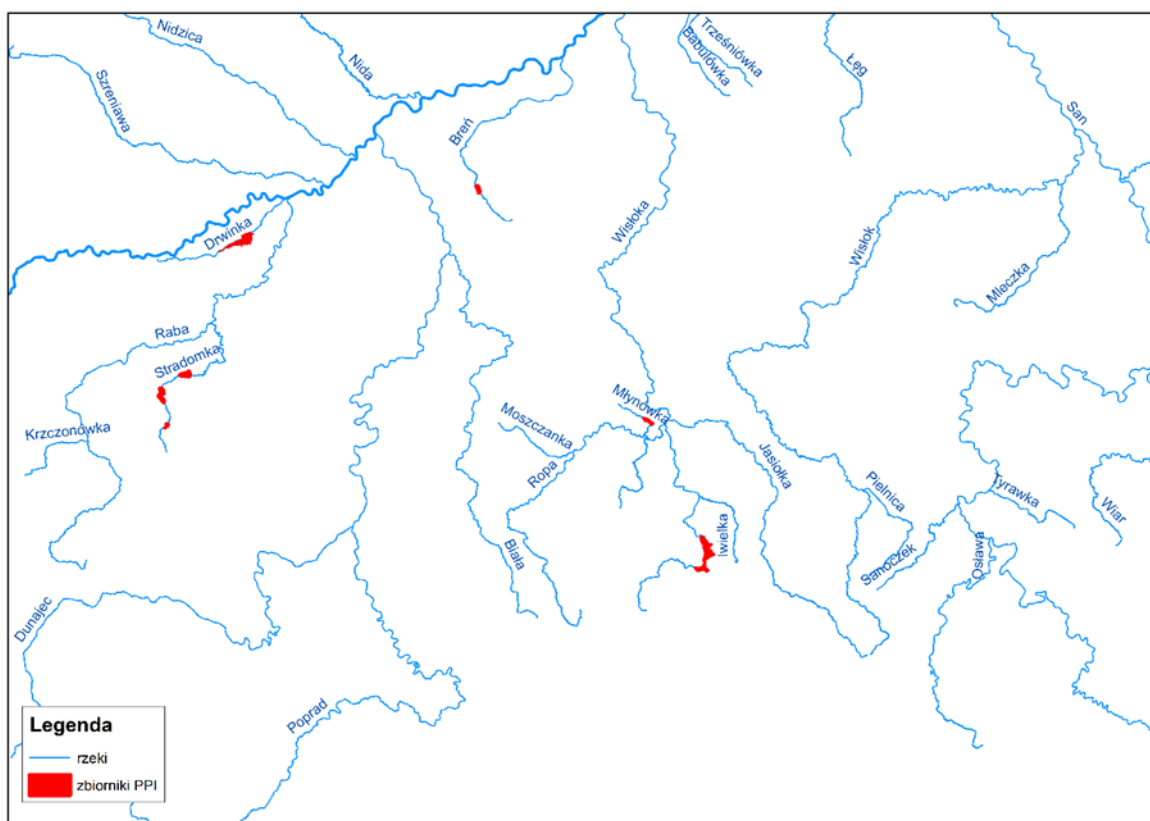
Nazwa inwestycji	ID aPZRP
Babulówka – rozbudowa obwałowań: lewy w km 0+000-2+200, prawy w km 0+000-2+000 na terenie miejscowości Baranów Sandomierski i Suchorzów, gm. Baranów Sandomierski	W_GWW_3060
Babulówka – rozbudowa obwałowań: lewy w km 2+200- 6+600, prawy w km 2+000-6+584 na terenie miejscowości Dymitrów Duży, gm. Baranów Sandomierski	W_GWW_286
Budowa suchego zbiornika na rzece Młynówka w km 3+485	W_GWW_988

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

Budowa zbiornika wodnego Kąty – Myscowa na rzece Wisłoce	W_GWW_1119
Poprawa bezpieczeństwa przeciwpowodziowego lewobrzeżnej części Sandomierza od ujścia rzeki Koprzywianki do Gór Pieprzowych, gm. Sandomierz, powiat sandomierski	—
Podwyższenie i rozbudowa lewego wału rzeki Wisły w km 0+000-0+577 w msc. Zawichost, gm. Zawichost, woj. Świętokrzyskie	—
Budowa zbiornika retencyjnego na potoku Drwinka w rejonie Puszczy Niepołomickiej, na terenie miejscowości Dziewin, gmina Drwinia, powiat bocheński, miejscowości Chobot, gmina Niepołomice, oraz na terenie gminy Kłaj, województwo małopolskie	W_GZW_5003
Budowa zbiornika retencyjnego „Żelazówka” w km 18+259 rzeki Breńka	W_GZW_1135
Zabezpieczenie przeciwpowodziowe miejscowości Szczyrzyc gmina Jodłownik; powiat limanowski; województwo małopolskie (Budowa suchego zbiornika Skrzydlina, gm. Dobra)	W_GZW_5008
Budowa zbiornika „Stradomka Lubomierz” na rzece Stradomka	W_GZW_964
Budowa zbiornika „Stradomka Zegartowice” na rzece Stradomka	W_GZW_965

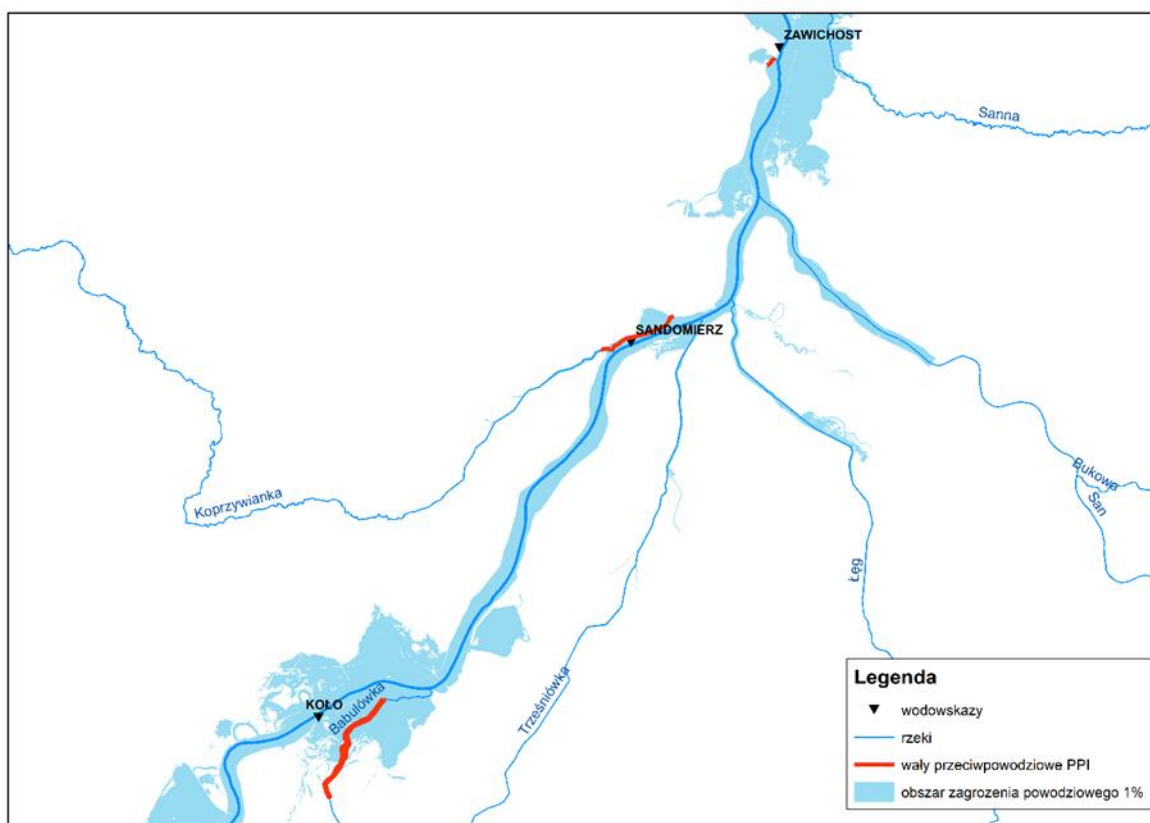


Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 1 Lokalizacja działań analizowanych w ramach Scenariusza 1 (PPI) – zbiorniki

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 2 Lokalizacja działań analizowanych w ramach Scenariusza 1 (PPI) – wały przeciwpowodziowe

## PODSUMOWANIE WYNIKÓW MODELOWANIA

Wszystkie działania wskazane w Scenariuszu 1 (PPI) zostały zweryfikowane na modelach hydraulicznych. Na podstawie uzyskanych wyników w postaci przepływów maksymalnych i odpowiadających im maksymalnych rzędnych zwierciadła wody, należy stwierdzić, że analizowane działania z listy inwestycji zawartych w Planie Inwestycyjnym PGW WP na lata 2022-2025 nie mają większego wpływu na redukcję przepływu i rzędnych zwierciadła wody na Wiśle. Są to głównie działania o zasięgu lokalnym. Zbiorniki przeciwpowodziowe zlokalizowane na dopływach mają wysoką efektywność na odcinku poniżej zapory, która maleje jednak wraz z przyrostem powierzchni zlewni. Im bardziej lokalizacja zbiornika oddalona jest od ujścia cieku, tym mniejszy jest jego wpływ na odbiornik.

Sumaryczny wpływ działań PPI analizowanych w ramach scenariusza w przyjętych punktach referencyjnych (Elektrownia Połaniec, most linii LHS, most na drodze w Nagnajowie, most na drodze w Sandomierzu, przekroje poniżej ujścia Raby, Dunajca, Wiśłoki i Sanu oraz wodowskazy Sierosławice i Annopol) na ogół nie przekracza 1% w zakresie redukcji przepływów maksymalnych oraz 5 cm w zakresie redukcji maksymalnych rzędnych zwierciadła wody.

## 1.4. Scenariusz 2 (scenariusz aPZRP)

W ramach Scenariusza 2 poddano analizie wszystkie działania uwzględnione w aktualnym Planie Zarządzania Ryzykiem Powodziowym dla dorzecza Wisły (aPZRP) przyjętym Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 18 października 2022r. (Dz.U.2022 poz. 2739), mające wpływ na obszar Projektu, czego wynikiem jest tabela z zestawieniem działań poddanych modelowaniu hydraulicznemu.

Na podstawie wyników wytypowano działania o potencjalnym istotnym wpływie na zasięg obszarów zagrożenia powodziowego, które zostały poddane dalszej, szczegółowej analizie:

- działania zlokalizowane bezpośrednio wzdłuż rzeki Wisły i ujściowych odcinków jej dopływów - rozbudowa/modernizacje wałów przeciwpowodziowych oraz budowa 11 polderów powyżej Krakowa (wyniki Projektu 5.7.1),
- zbiorniki przeciwpowodziowe zlokalizowane na dopływach Wisły,
- działania zlokalizowane na ciekach z analizowanymi zbiornikami, uwzględnione w modelach aPZRP,

Analizowane działania aPZRP modelowane były w dwóch wariantach:

- wariant W1 – obejmujący zbiorniki i poldery 5.7.1,
- wariant W2 – obejmujący zbiorniki, poldery 5.7.1 oraz wały przeciwpowodziowe.

Zestawienie działań modelowanych w ramach Scenariusza 2 (aPZRP) przedstawiono w tabelach oraz na rysunkach poniżej.

*Tabela 3 Zestawienie analizowanych zbiorników i innych działań aPZRP dla dopływów Wisły*

ID aPZRP	Zlewnia	Rzeka	Zbiornik	Dokumentacja	Inne działania aPZRP
W_GZW_964	Raba	Stradomka	Lubomierz	tak	brak
W_GZW_965	Raba	Stradomka	Zegartowice	tak	brak
W_GZW_985	Raba	Krzczonówka	Krzczonówka	nie	W_GZW_357 W_GZW_712
W_GWW_1119	Wisłoka	Wisłoka	Kąty-Myscowa	tak	W_GWW_897 W_GWW_2415 W_GWW_2418 W_GWW_2417 W_GWW_2707 W_GWW_1119
W_GWW_1126	Wisłoka	Jasiołka	Dukla	nie	W_GWW_555 W_GWW_560
W_GWW_958	Wisłoka	Bednarka	Bednarka	nie	brak
W_GWW_960	Wisłoka	Moszczanka	Moszczanka	nie	brak
W_GWW_987	Wisłoka	Iwielka	Iwielka	nie	brak

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

ID aPZRP	Zlewnia	Rzeka	Zbiornik	Dokumentacja	Inne działania aPZRP
W_GWW_976	San	Ośława	Czaszyn	nie	W_GWW_3025
W_GWW_939	San	San	Temeszów	nie	W_GWW_429 W_GWW_458 W_GWW_3026 W_GWW_501 W_GWW_646 W_GWW_818 W_GWW_651 W_GWW_3029 W_GWW_3030
W_GWW_980	San	Sanoczek	Sanoczek	nie	W_GWW_3029
W_GWW_940	San	Tyrawka	Tyrawa	nie	brak
W_GWW_953	San	Pielnica	Nowosielce	nie	W_GWW_335 W_GWW_3031 W_GWW_488 W_GWW_3052
W_GZW_1135	Breń	Breń	Żelazówka	tak	brak

Tabela 4 Zestawienie analizowanych działań aPZRP dla rzeki Wisły i ujściowych odcinków dopływów

Nazwa działania	ID aPZRP
Budowa polderu Rusocice w 885,500 (w klasycznym kilometrażu 138,740) km rzeki Wisły	W_GZW_3131
Budowa polderu Czernichów w 873,900 (w klasycznym kilometrażu 150,340) km rzeki Wisły	W_GZW_3133
Budowa polderu Gromiec w 911,500 (w klasycznym kilometrażu 112,740) km rzeki Wisły	W_GZW_3136
Budowa polderu Kopanka w 863,000 (w klasycznym kilometrażu 161,240) km rzeki Wisły	W_GZW_3137
Budowa polderu Wiśnicz w 890,500 km (w klasycznym kilometrażu 133,740) km rzeki Wisły	W_GZW_3139
Budowa polderu Smolice w 893,720 (w klasycznym kilometrażu 120,520) km rzeki Wisły	W_GZW_3140

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

Nazwa działania	ID aPZRP
Budowa polderu Kłokoczyn w km 882,700 (w klasycznym kilometrażu 141,540) rzeki Wisły	W_GZW_3141
Budowa polderu Rozkochów w 893,380 (w klasycznym kilometrażu 130,86) km rzeki Wisły	W_GZW_3142
Budowa polderu Olszyny w km 897,120 (w klasycznym kilometrażu 127,120) rzeki Wisły	W_GZW_3143
Budowa polderów Mętków A i Mętków B, które powstały po podzieleniu polderu Mętków II w 903,616 (w klasycznym kilometrażu 120,624) km rzeki Wisły	W_GZW_3144
Modernizacja lewego wału na rzece Czarna Staszowska w km 0+000-7+900, miejscowości Połaniec/Łęg	W_GZW_1182_2
Odtworzenie retencji dolinowej na prawym brzegu rzeki Czarnej przy ujściu do Wisły wraz z modernizacją prawego wału na rzece Czarna Staszowska w km 1+950 - 2+500	W_GZW_1381-1
Budowa nowego wału na prawym brzegu rzeki Czarna Staszowska w km 4+528 - 5+445, w miejscowości Połaniec	W_GZW_608
Rozbudowa prawego wału rzeki Nidy Łęka-Stary Korczyn w km 0+000 - 8+900, gm. Nowy Korczyn, pow. Busko-Zdrój	W_GZW_1756
Przebudowa wałów w ujściowym odcinku rzeki Szreniawy w km 0+000 - 2+290	W_GZW_3174
Rozbudowa wałów Wisły krakowskiej wymagających podwyższenia	W_GZW_1273
Rozbudowa wałów Wisły krakowskiej wymagających podwyższenia	W_GZW_1274
Przebudowa na prawym wale rzeki Wisła w km 15+550-16+650, m. Dabrowka Morska, gm. Szczurowa, pow. brzeski	W_GZW_1565
Przebudowa prawego wału rzeki Wisły w km 8+200- 15+550 i w km 16+650 -22+220 w miejscowości Wola Przemykowska, Kopacze Wielkie, Górka, Dabrowka Morska, Barczków, Popędzyna, Uście Solne, gm. Szczurowa, pow. brzeski	W_GZW_1605
Rozbudowa lewego wału rzeki Wisły poniżej ujścia Nidy Nowy Korczyn-Komorów-Podskale w km 0+000-5+000 gm. Nowy Korczyn, pow. buski – etap 2	W_GZW_1735

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

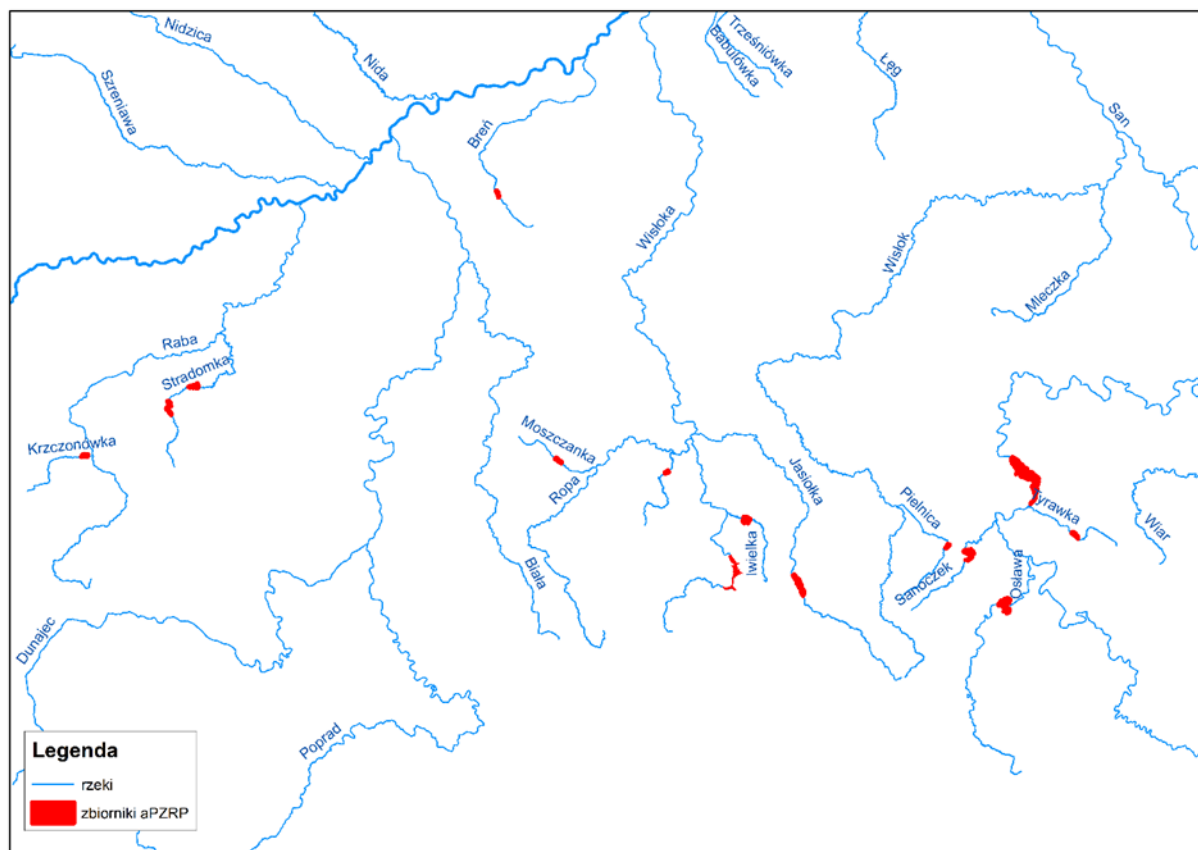
Nazwa działania	ID aPZRP
Rozbudowa lewego wału rzeki Wisły powyżej ujścia Nidy Łęka- Winiary w km 0+000 ÷ 7+820 gm. Nowy Korczyn pow. Busko Zdrój	W_GZW_1736
Rozbudowa lewego wału rzeki Wisły Zawisłcze-Otoka w km 17+000-42+300 i km 0+000-0+200 m. Sandomierz, gm. Samborzec, gm. Koprzywnica, gm. Łoniów, pow. Sandomierz	W_GZW_1743
Rozbudowa lewego wału rzeki Wisły w km 0+000-1+800 m. Sandomierz, pow. Sandomierz	W_GZW_1745
Rozbudowa obwałowań Wisły, Łęg, Zawada, gm. Połaniec 0+000-1+100	W_GZW_1749
Rozbudowa obwałowań Wisły, Rybitwy, gm. Połaniec, 0+000-2+100	W_GZW_1750
Rozbudowa lewego wału p. powodziowego rzeki Wisły od ujścia potoku Kościelnickiego do ujścia rzeki Nidzicy. Odcinek 1 – Lewy wał rzeki Wisły od ujścia potoku Kościelnickiego do przepompowni P1, gm. Igołomia-Wawrzeńczyce (14,520 km), Odcinek 2 – Lewy wał rzeki Wisły na terenie gm. Nowe Brzesko (2,820 km), Odcinek 3 – Lewy wał rzeki Wisły od m. Morsko do ujścia Nidzicy (10,160 km) gm. Koszyce	W_GZW_1762
Rozbudowa prawego wału p. powodziowego rzeki Wisły od ujścia rzeki Serafy do granicy z gm. Drwinia	W_GZW_1765
Babulówka – rozbudowa obwałowań: lewy w km 2+200-6+600, prawy w km 2+000-6+584 na terenie miejscowości Dymitrów Duży, gm. Baranów Sandomierski	W_GWW_286
Babulówka – rozbudowa obwałowań: lewy w km 0+000-2+200, prawy w km 0+000-2+000 na terenie miejscowości Baranów Sandomierski i Suchorzów, gm. Baranów Sandomierski	W_GWW_3060
Rozbudowa prawego wału rzeki Stary Breń w km 0+000-7+000 w miejscowościach Gawłuszowice, Sadkowa Góra, Gliny Małe	W_GWW_2554
Rozbudowa lewego wału rzeki Stary Breń w km 0+000-4+123 w miejscowości Ostrówek, gm. Gawłuszowice	W_GWW_2555
Rozbudowa lewego wału rzeki Stary Breń w km wału 0+000-3+500 w miejscowości Gliny Małe, gm. Borowa	W_GWW_2556

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

Nazwa działania	ID aPZRP
Rozbudowa prawego wału rzeki Osa w km od 0+000 - 1+291 w miejscowości Kępie Zaleszańskie, gm. Zaleszany w ramach zadania: „Ochrona przed powodzią obszarów zalewowych położonych wzdłuż rzeki Osa w km 0+000-10+900 na terenie miejscowości: Kępie Zaleszańskie, Kotowa Wola, Obojna gmina Zaleszany, Jamnica gm. Grębów woj. podkarpackie	W_GWW_3038
Modernizacja lewego obwałowania rzeki Sanna w km 0+000 – 8+835 - dokumentacja techniczna	W_GWW_3008
Rozbudowa lewego wału rzeki Trześniówki w km 0+000 - 3+710 na terenie miasta Sandomierz i gminy Sandomierz, powiat Sandomierski	W_GWW_1727
Zabezpieczenie przeciwyfiltracyjne korpusu lokalnie i podłoża na całej długości na prawym wale rzeki Wisłoki w km wału 0+000-8+800 w miejscowościach Wola Zdakowska, Gawłuszowice, Kliszów, Brzyście	W_GWW_1866
Rozbudowa prawego wału rzeki Wisłoki w km 0+000 1+764 w miejscowości Tuszyna, gm. Przecław	W_GWW_2551
Rozbudowa lewego wału Wisłoki w km 0+000- 15+200 w miejscowościach Gawłuszowice, Sadkowa Góra, Borowa, Pławo, Orłów, Wola Pławska, Rzędzianowice	W_GWW_2552

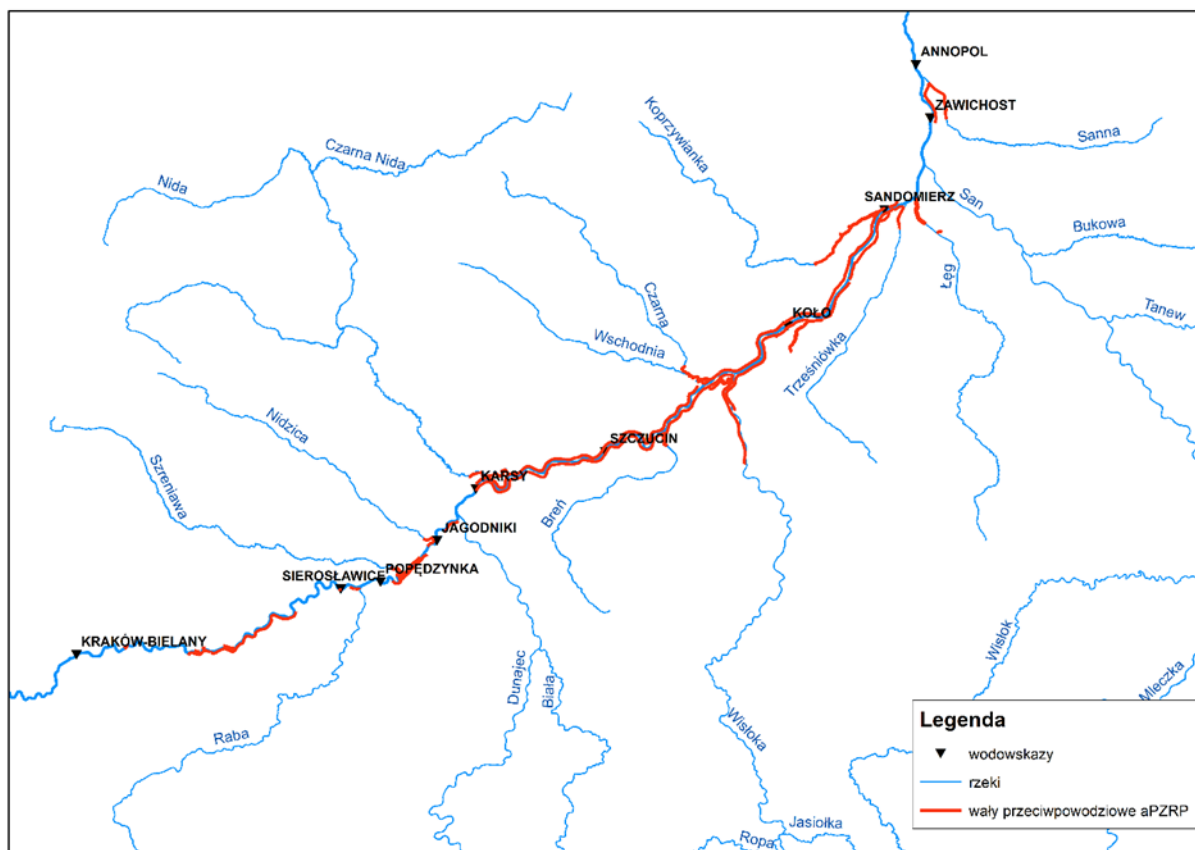


Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 3 Lokalizacja działań analizowanych w ramach Scenariusza 2 (aPZRP) – zbiorniki

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 4 Lokalizacja działań analizowanych w ramach Scenariusza 2 (aPZRP) – wały przeciwpowodziowe

## PODSUMOWANIE WYNIKÓW MODELOWANIA

Wszystkie działania wskazane w Scenariuszu 2 (aPZRP) zostały zweryfikowane na modelach hydraulicznych. W celu określenia wpływu rozpatrywanych zbiorników na Wisłę, na podstawie obliczonych redukcji przepływu maksymalnego oraz redukcji objętości fal powodziowych na ujściu poszczególnych dopływów do Wisły, oszacowane zostały potencjalne redukcje dla warunków hydrologicznych uwzględnionych w modelu Wisły.

Tabela 5 Zestawienie przyjętych redukcji przepływów w modelu Wisły

Rzeka	Redukcja przepływów [%]			
	10	1	0,2	1 OP
Raba	3,1	2,8	2,6	2,7
Wisłoka	6,4	7,7	9,1	8,6
San	1,0	1,0	1,0	1,0

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

Na podstawie uzyskanych wyników w postaci przepływów maksymalnych i odpowiadających im maksymalnych rzędnych zwierciadła wody, należy stwierdzić, że analizowane zbiorniki przeciwpowodziowe na dopływach w zlewniach Raby, Wisłoki i Sanu w połączeniu z 11 polderami powyżej Krakowa (wariant W1) pozwalają na redukcję przepływów maksymalnych Wisły w zakresie od kilku do kilkunastu procent. Największe redukcje widoczne są na odcinku Wisły do Dunajca, gdzie efektywność polderów 5.7.1 dla przepływu operacyjnego  $p=1\%$  przekracza 10%. Poniżej ujścia Dunajca efektywność polderów widocznie spada, ze względu na bardzo duży przyrost przepływu. Sumarycznie poldery i zbiorniki na dopływach Wisły na odcinku od Dunajca do wodowskazu Annopol zapewniają redukcję przepływów maksymalnych do około 4%, przy czym największe wartości redukcji uzyskiwane są dla przepływu  $p=10\%$ . Redukcje przepływów maksymalnych przekładają się na obniżenie maksymalnych rzędnych zwierciadła wody w zakresie 40-50 cm dla przepływu  $p=1\%$  na odcinku powyżej Dunajca oraz od kilku do kilkunastu cm na odcinku od ujścia Dunajca do wodowskazu Annopol.

Proponowane w ramach aPZRP działania obejmujące modernizację/podniesienie istniejących wałów przeciwpowodziowych w połączeniu z działaniami o charakterze retencyjnym dla wszystkich scenariuszy hydrologicznych  $p=10\%$ , skutkują znaczącym ograniczeniem zasięgów obszarów zagrożenia powodziowego, ale jednocześnie istotnym zwiększeniem przepływów maksymalnych oraz podniesieniem rzędnych zwierciadła wody. Dodatkowo koncentracja całego przepływu w międzywalu powoduje niekorzystny transfer ryzyka w dół Wisły oraz wzrost zagrożenia i ryzyka powodziowego na odcinkach poniżej.

## 1.5. Scenariusz 3 (nowe działania + weryfikacja dotychczasowo planowanych działań)

Zgodnie z założeniami realizacji Projektu proces poszukiwania dodatkowej retencji oparto w pierwszej kolejności na przeglądzie listy działań Scenariusza 1 (PPI) i Scenariusza 2 (aPZRP).

Jak pokazano w podsumowaniach wcześniejszych scenariuszy, analizowane działania retencyjne nie mają większego wpływu na redukcję przepływu i rzędnych zwierciadła wody na Wiśle w obszarze Projektu. Są to głównie działania o zasięgu lokalnym. Zbiorniki przeciwpowodziowe zlokalizowane na dopływach mają wysoką efektywność na odcinku poniżej zapory, która maleje jednak wraz z przyrostem powierzchni zlewni. Im bardziej lokalizacja zbiornika oddalona jest od ujścia ciek, tym mniejszy jest jego wpływ na odbiornik.

W przypadku 11 polderów powyżej Krakowa analizowanych w Scenariuszu 2 (aPZRP) wyniki wskazywały na znaczną redukcję przepływu również na odcinku Wisły objętej Projektem. Z tego powodu zdecydowano o włączeniu tych polderów na listy działań kolejnych wersji wariantów planistycznych.

Mając na uwadze powyższe, zdecydowano o konieczności opracowania kolejnego scenariusza planistycznego. W tym celu konieczna była identyfikacja nowych lokalizacji dla potencjalnych obiektów retencyjnych w postaci retencji naturalnej, polderów, zbiorników przeciwpowodziowych oraz kanałów ulgi.

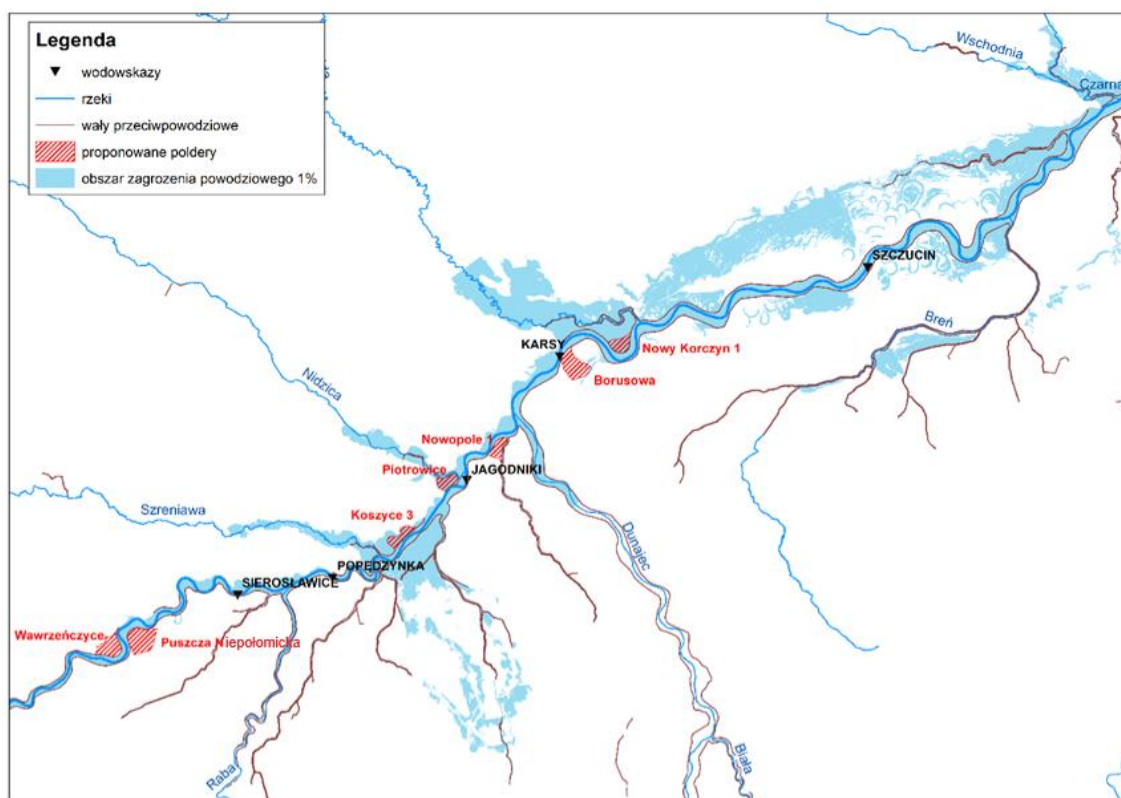
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym  
w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

W ramach **Scenariusza 3** Konsultant przeanalizował łącznie 8 wariantów, opartych na kombinacji proponowanych działań przeciwpowodziowych:

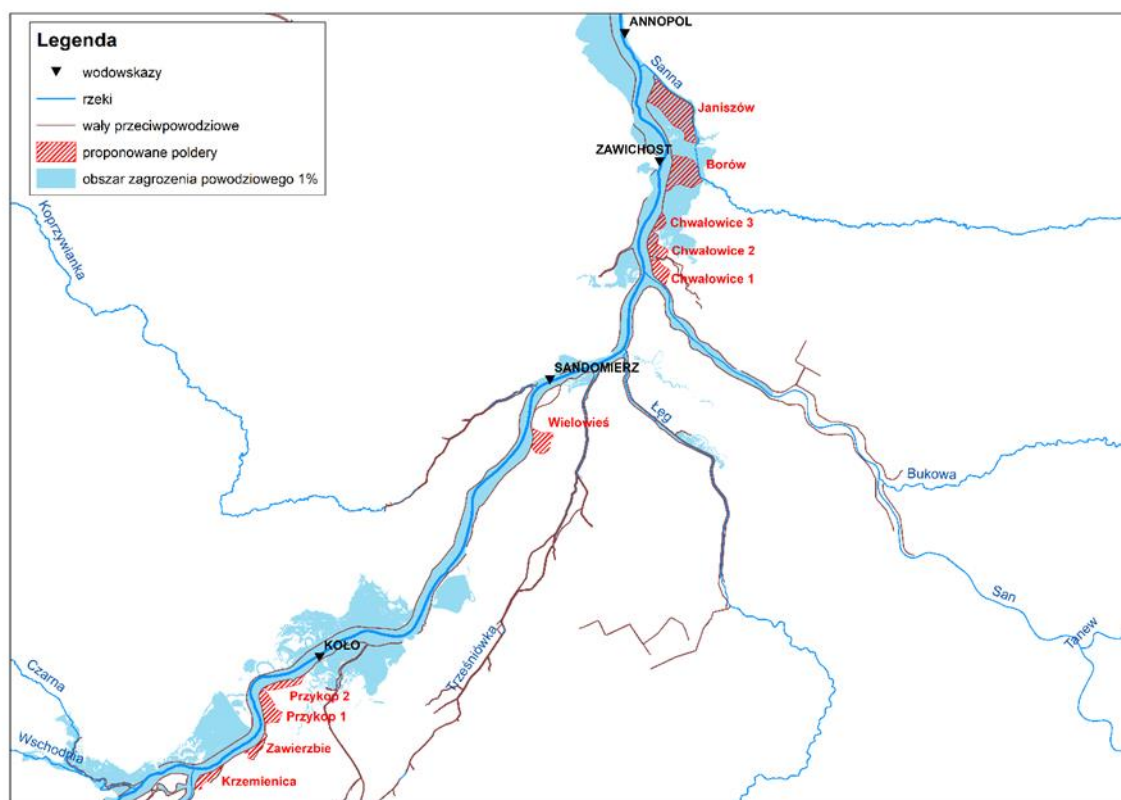
1. **Wariant W1** – uwzględniający budowę 17 polderów przeciwpowodziowych w dolinie Wisły,
2. **Wariant W2** – uwzględniający działania z wariantu W1 oraz budowę 11 polderów powyżej Krakowa (projekt 5.7.1),
3. **Wariant W3** – uwzględniający budowę 17 polderów przeciwpowodziowych w dolinie Wisły oraz 2 kanałów ulgi – Kanał Strumień i Kanał Trześniówka,
4. **Wariant W4** - uwzględniający działania z wariantu W3 oraz budowę 11 polderów powyżej Krakowa (projekt 5.7.1),
5. **Wariant W5** – uwzględniający budowę polderu przepływowego w dolinie Wisły, o pojemności 222 mln m<sup>3</sup> i maksymalnej rzędnej piętrzenia 184 m n.p.m. Kr,
6. **Wariant W6** – uwzględniający działania z wariantu W5 oraz budowę 11 polderów powyżej Krakowa (projekt 5.7.1),
7. **Wariant W7** – uwzględniający budowę polderu przepływowego w dolinie Wisły, o pojemności 206 mln m<sup>3</sup> i maksymalnej rzędnej piętrzenia 184 m n.p.m. Kr oraz budowę 11 polderów powyżej Krakowa (projekt 5.7.1),
8. **Wariant W8** – uwzględniający działania z wariantu W7 (tj. budowę polderu przepływowego w dolinie Wisły o pojemności V=206 mln m<sup>3</sup> i maksymalnej rzędnej piętrzenia 184 m n.p.m.Kr oraz budowę 11 polderów powyżej Krakowa w ramach projektu 5.7.1), a także budowę 17 polderów przeciwpowodziowych w dolinie Wisły, kanału ulgi Trześniówka, modernizację wałów przeciwpowodziowych uwzględnione w scenariuszu 1 (PPI) oraz lokalnie rozbiórkę wałów (odcinek lewobrzeżnych wałów we wsi Piotrowice przy ujściu Nidzicy, 2 odcinki lewobrzeżnych wałów Wisły przed ujściem Czarnej w Połańcu).

Lokalizację działań analizowanych w ramach poszczególnych wariantów dla Scenariusza 3 przedstawiono na rysunkach 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

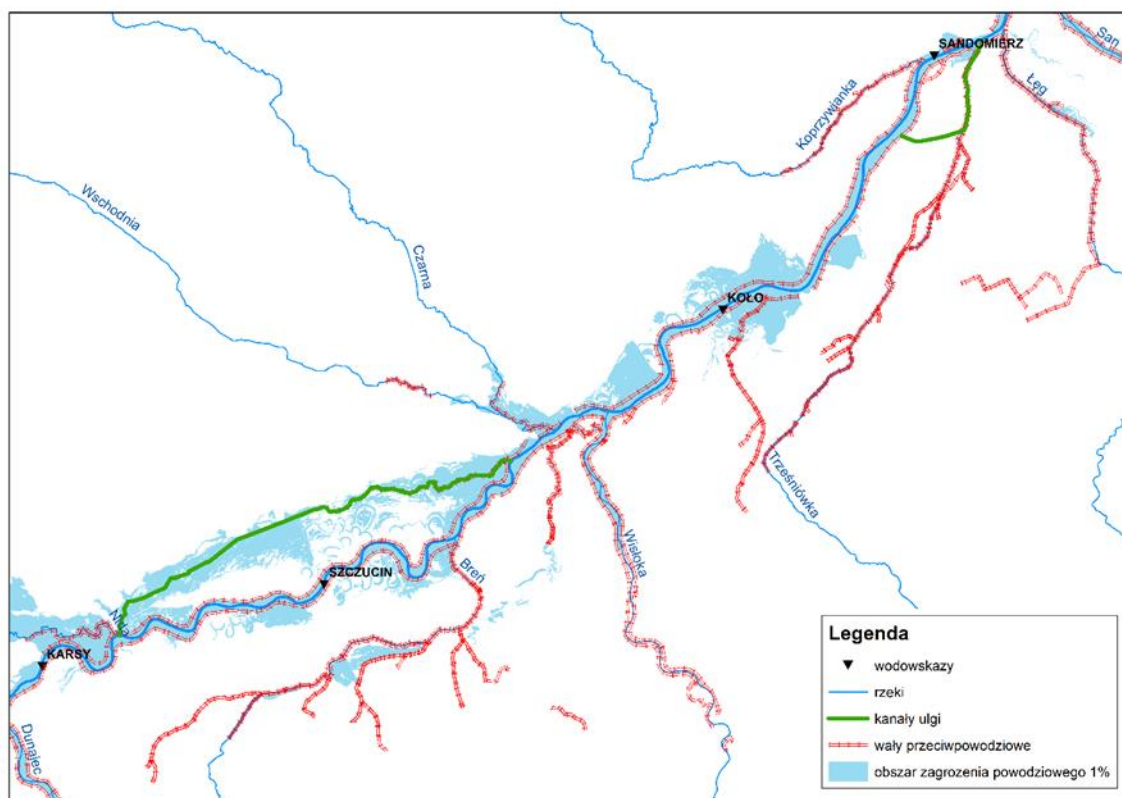


Rysunek 5 Lokalizacja analizowanych polderów przeciwpowodziowych – odcinek Sierosławice-ujście Czarnej



Rysunek 6 Lokalizacja analizowanych polderów przeciwpowodziowych – odcinek ujście Czarnej-Annopol

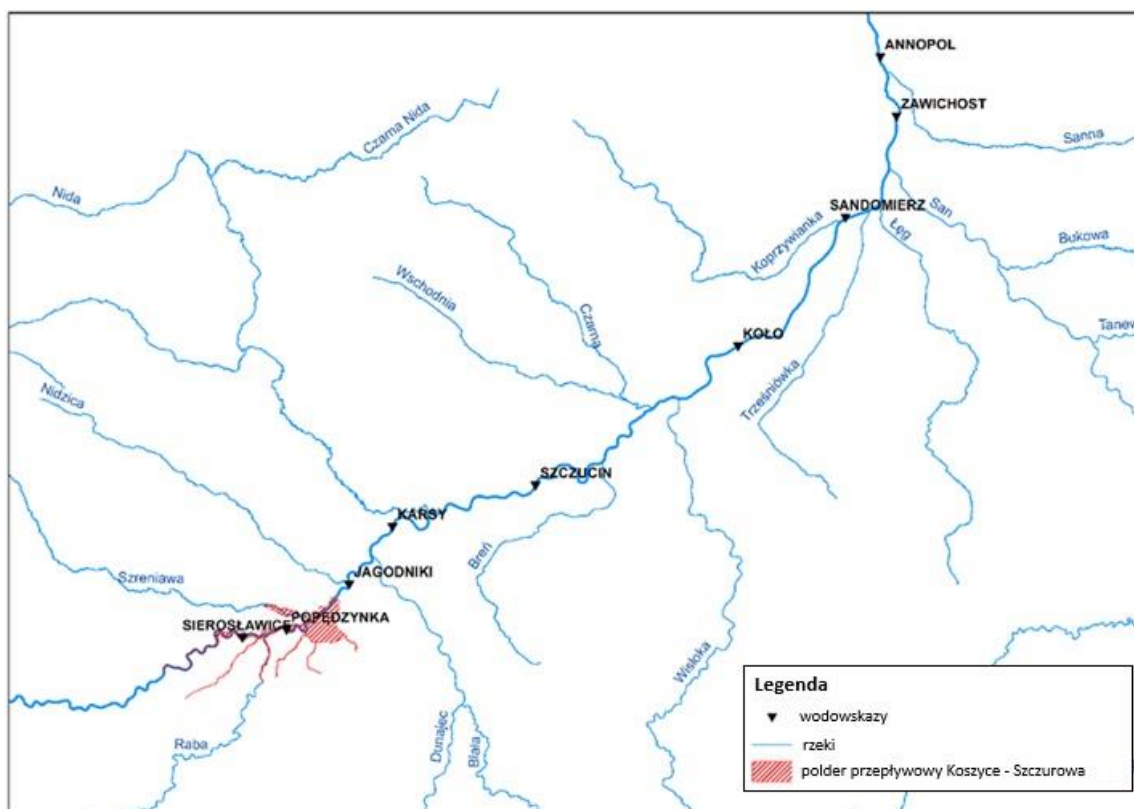
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 7 Lokalizacja analizowanych kanałów ulgi (kanał ulgi Strumień i kanał ulgi Trześniówka)



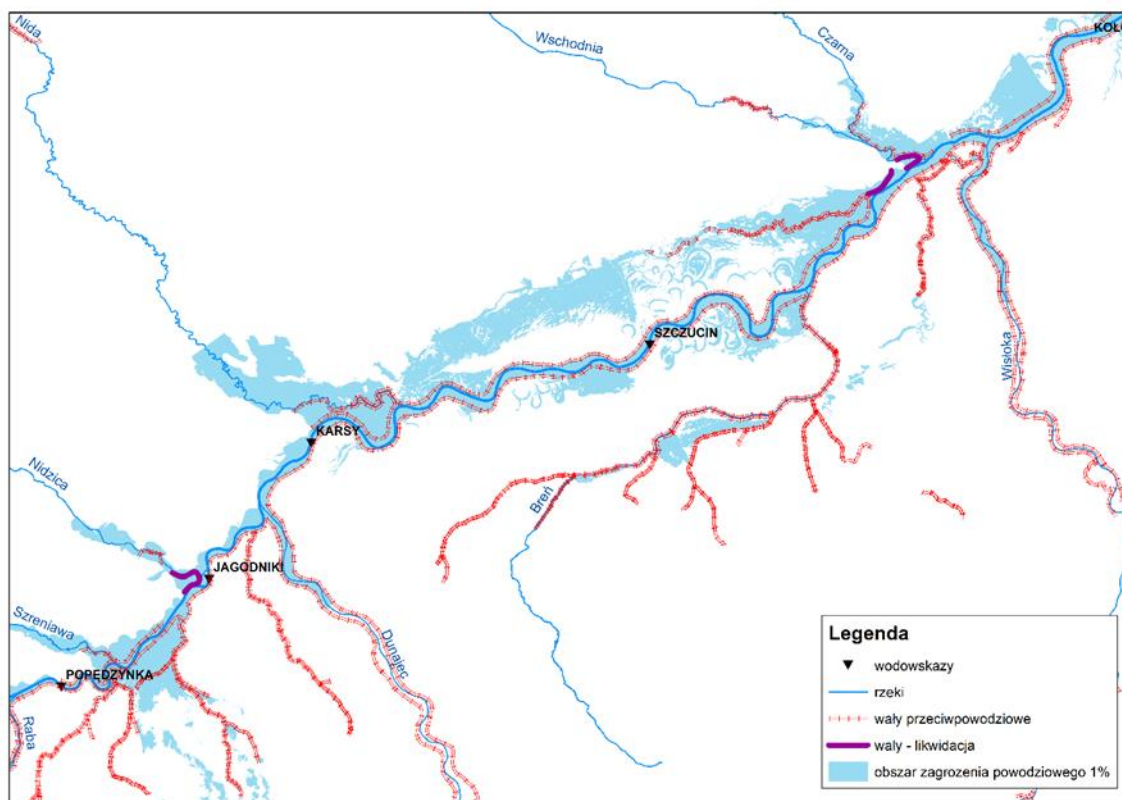
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem



Rysunek 8 Lokalizacja analizowanego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa w dolinie Wisły, w rejonie m. Popędzynka



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 analizowanych likwidacji wałów przeciwpowodziowych

## POLDERY

Każdy polder odwzorowany został w modelu hydraulicznym z odwzorowaniem zasięgu jego czaszy i skalibrowanej pojemności. Na wlotach do poszczególnych polderów zlokalizowane zostały struktury pozwalające na sterowanie pracą polderów poprzez dobór szerokości i rzędnej przelewu. Dzięki temu możliwe było przeprowadzenie optymalizacji sterowania polderami, polegającej na przejęciu przez polder szczytu fali i w efekcie uzyskanie jak największej redukcji przepływów maksymalnych.

Poniżej zestawiono wykaz analizowanych polderów wraz z ich podstawowymi parametrami.

Tabela 6 Zestawienie parametrów analizowanych polderów przeciwpowodziowych

Lp	Nazwa	Max PP [m n.p.m. Kr]	V [mln m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia [ha]	Rzędna dna [m n.p.m. Kr]	Rzędna wlotu [m n.p.m. Kr]	Wariant W8
1	Wawrzeńczyce	189,75	5,95	182,19	182,73	187,30	tak
2	Puszcza Niepołomska	189,04	9,72	280,91	182,94	186,01	tak
3	Koszyce	180,94	3,73	115,43	174,83	177,90	nie
4	Piotrowice	178,50	3,00	110,79	173,24	175,80	nie

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 [mln m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia [ha]	Rzędna dna [m n.p.m. Kr]	Rzędna wlotu [m n.p.m. Kr]	Wariant W8
5	Nowopole	178,55	4,33	105,72	171,95	173,90	nie
6	Borusowa	176,25	9,51	247,78	169,89	171,71	nie
7	Nowy Korczyn	173,75	3,53	128,73	167,59	170,60	nie
8	Krzemienica	159,19	3,72	110,19	153,58	155,99	tak
9	Zawierzbie	158,09	3,03	84,91	152,74	154,30	tak
10	Przykop 1	157,16	7,26	208,16	150,00	153,30	tak
11	Przykop 2	155,75	3,67	112,41	150,00	152,30	tak
12	Wielowieś	149,40	8,33	181,63	142,01	144,60	tak
13	Chwałowice 1	144,03	3,48	138,41	138,02	141,14	tak
14	Chwałowice 2	143,57	4,57	163,48	138,02	140,42	tak
15	Chwałowice 3	143,83	2,17	60,94	138,17	139,55	nie
16	Borów	141,80	9,74	362,50	137,17	138,50	tak
17	Janiszów	140,12	16,17	625,33	135,14	137,52	tak

## KANAŁY ULGI

W celu zmniejszenia przepływu w korycie Wisły rozpatrywano wykonanie:

- kanału ulgi łączący koryto Wisły poniżej ujścia Nidy z przekopem do Kanału Strumień aż do jego ujścia do Wisły w m. Połaniec – o całkowitej długości 36,685 km
- kanału ulgi łączący koryto Wisły w km 660+500 z korytem rzeki Trześniówki w jej km 7+300 – o całkowitej długości 4,960 km

Dla kanałów ulgi założono stałe wartości przepływu (Kanał Strumień – 150 m<sup>3</sup>/s, Trześniówka – 200 m<sup>3</sup>/s), dobrane w taki sposób, aby możliwe było zachowanie bezpiecznego wzniesienia projektowanych rzędnych korony wałów ponad rzędne zwierciadła wody 1% równego 1 m.

Z uwagi na liczne kolizje rozpatrywanych tras kanałów ulgi z infrastrukturą drogową i kolejową konieczna będzie znaczna przebudowa tej infrastruktury, co będzie wiązało się z wysokimi kosztami realizacji analizowanych działań w ramach tego 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

## POLDER PRZEPŁYWOWY KOSZYCE - SZCZUROWA

Projektowany polder funkcjonowałby jedynie w warunkach zwiększonych przepływów na Wiśle. Jego zasadniczą konstrukcją będzie zapora czołowa usytuowana poprzecznie w międzywalu Wisły w kilometrze modelowym 773+290. Maksymalny poziom piętrzenia ustalono na 184,00 m n.p.m. Kr. Podczas przepływu wielkiej wody na Wiśle polder przejmuje dodatkowo przepływy z Raby, Szreniawy, Uszwicy, Drwinki i Grobki. Pojemność polderu rozpatrywano w dwóch wariantach (rysunek poniżej):

1. Polder o pojemności 222 mln m<sup>3</sup>, przy maxPP 184,00 m n.p.m. Kr (v1),
2. Polder o pojemności 206 mln m<sup>3</sup>, przy maxPP 184,00 m n.p.m. Kr (v2).

Ze względu na minimalizację oddziaływań społecznych budowy, zdecydowano o zmniejszeniu pierwotnej pojemności (v1) i analizowaniu zredukowanego wariantu (v2) – rysunek poniżej.

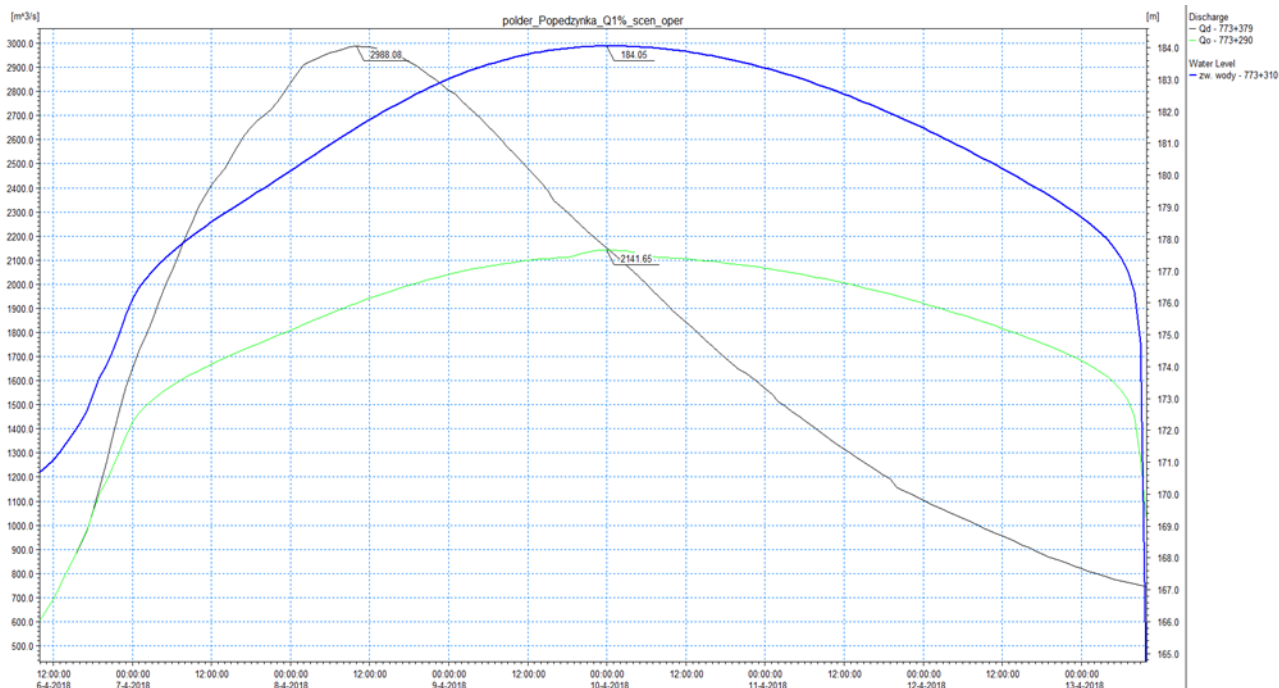


Rysunek 10 Dwa warianty polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa

W modelu hydraulicznym zastosowano sterowanie polderem polegające na swobodnym odpływie 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 następuje stopniowe podnoszenie/opuszczanie zamknięć w taki sposób, aby zminimalizować odpływ, przy jednoczesnym nieprzekraczaniu maxPP, tj. 184,00 m n.p.m. Kr.

Przykładową transformację fali hipotetycznej  $Q_{1\%}$  dla scenariusza operacyjnego 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 11 Transformacja fali Q1% (scen. oper), wariant W7 - polder przepływowy Koszyce - Szczurowa, rzeka Wisła

## LIKWIDACJA WAŁÓW

Proponowane likwidacje istniejących wałów przeciwpowodziowych mają za cel zwiększenie przestrzeni międzywała dla swobodnych przepływów powodziowych. Projektowana rozbiórka wałów polegać będzie na ich fragmentarycznej rozbiórce z pozostawieniem kilku odcinków na potrzeby środowiskowe.

W ramach likwidacji wałów wytypowano poniższe odcinki wałów o łącznej długości 8,2 km:

- lewobrzeżny wał Wisły we wsi Piotrowice przy ujściu Nidzicy tj. w km 769,0 – 771,6 Wisły o długości 3,5 km,
- lewobrzeżny wał Wisły poniżej ujścia Kanału Strumień tj. w km 702,5 – 704,6 Wisły o długości 2,2 km,
- lewobrzeżny wał Wisły przy ujściu Czarnej Staszowskiej w Połańcu tj. w km 700,7 – 702,0 Wisły o długości 2,50 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

## PRZEBUDOWA WAŁÓW

Rekomendowana przebudowa wałów dotyczy 2 działań ujętych w PPI ujętych w tabeli poniżej.

*Tabela 12 Działania związane z przebudową wałów*

Nr PPI	Nazwa Zadania
1326	Poprawa bezpieczeństwa przeciwpowodziowego lewobrzeżnej części Sandomierza od ujścia rzeki Koprzywianki do Gór Pieprzowych, gm. Sandomierz, powiat sandomierski
769	Podwyższenie i rozbudowa lewego wału rzeki Wisły w km 0+000-0+577 w msc. Zawichost, gm. Zawichost, woj. Świętokrzyskie

## PODSUMOWANIE WYNIKÓW MODELOWANIA - SCENARIUSZ 3

Wszystkie działania wskazane w Scenariuszu 3 zostały zweryfikowane na modelach hydraulicznych. Na podstawie uzyskanych wyników w postaci przepływów maksymalnych i odpowiadających im maksymalnych rzędnych zwierciadła wody, należy stwierdzić, że analizowane w ramach Scenariusza 3 budowa 17 szt. polderów przeciwpowodziowych w dolinie Wisły, o sumarycznej pojemności około 100 mln m<sup>3</sup> (wariant W1), może zapewnić kilkuprocentową redukcję przepływów i odpowiednio do prawie 30 cm obniżenia maksymalnych rzędnych zwierciadła wody o prawdopodobieństwie wystąpienia p=1% na odcinku Wisły objętym realizacją Projektu. Największe uzyski widoczne są w punktach referencyjnych zlokalizowanych tuż poniżej polderów. Niemniej 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 i lokalizację tych polderów należy zweryfikować w kolejnym scenariuszu.

Uwzględnienie budowy dodatkowych 11 polderów powyżej Krakowa, zaproponowanych w ramach Projektu 5.7.1 i uwzględnionych w aPZRP (Scenariusz 2 - wariant W2), na odcinku Wisły do ujścia Dunajca wyraźnie zwiększa efekty redukcji przepływów i rzędnych zwierciadła wody – dla wodowskazu Sierosławice do 18,8% redukcji przepływów i odpowiednio 0,79 cm obniżenia maksymalnych rzędnych zwierciadła wody dla przepływu operacyjnego p=1%. Maksymalna wartość obniżenia rzędnych zwierciadła wody w profilu Wisły na obszarze realizacji Projektu wynosi prawie 90 cm tuż poniżej polderów Wawrzeńczyce i Puszcza Niepołomska. Poniżej Dunajca wpływ 11 polderów zlokalizowanych powyżej Krakowa wyraźnie maleje, w przekroju zamykającym na wodowskazie Annopol różnica w stosunku do wariantu bez tych polderów jest już nieznaczna.

Uzupełnienie zestawu proponowanych działań o kanały ulgi Strumień i Trześniówka (warianty W3 i W4) zasadniczo nie ma większego wpływu na redukcje maksymalnych przepływów i rzędnych zwierciadła wody w analizowanych punktach referencyjnych. Na odcinkach Wisły równoległych do kanałów ulgi obserwuje się dodatkowe niewielkie obniżenie rzędnych zwierciadła wody.

Wariant 5 to wariant stworzony w celu oszacowania potencjalnego wpływu polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa. W tym wariantcie pojemność polderu, przy max PP 184.00 m n.p.m. Kr wynosi ok. 222 mln m<sup>3</sup>. Pojemność polderu wynosi około 1/5 objętości fali Q1% w przekroju zapory czołowej. Przy przyjętym sterowaniu odpływem, zakładającym przejęcie szczytu fali o objętości porównywalnej z objętością polderu, redukcja przepływu Q1% poniżej zapory czołowej wynosi ok. 30% ( $Q_o/Q_d = 0,7$ ) przy przesunięciu kulminacji odpływu wynoszącej około 44 h.

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

Następnie wraz ze wzrostem powierzchni zlewni redukcja przepływu maleje, skokowo poniżej ujścia dużych dopływów. Poniżej Dunajca redukcja wynosi ok. 14%, natomiast w rejonie Sandomierza, już około 4,5% przy redukcji poziomu zw. wody o około 22 cm.

Wariant 6 to wariant stworzony w celu oszacowania potencjalnego wpływu polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa z dodatkowym wpływem 11 polderów usytuowanych powyżej Krakowa (Projekt 5.7.1) na obszar Projektu. W tym wariantcie pojemność polderu, przy max PP 184,00 m n.p.m. Kr wynosi 222 mln m<sup>3</sup>. Pojemność polderu wynosi 1/5 objętości fali Q1% w przekroju zapory czołowej. Przy przyjętym sterowaniu odpływem, zakładającym przejęcie szczytu fali o objętości porównywalnej z objętością polderu, redukcja przepływu poniżej zapory czołowej wynosi 30% ( $Q_o/Q_d = 0,7$ ) przy przesunięciu kulminacji odpływu wynoszącej 46 h. Następnie wraz ze wzrostem powierzchni zlewni redukcja przepływu maleje, skokowo poniżej ujścia dużych dopływów. Poniżej Dunajca redukcja wynosi 17%, natomiast w rejonie Sandomierza, już 6% przy redukcji poziomu zw. wody o 29 cm.

Wariant 7 to wariant stworzony w celu oszacowania potencjalnego wpływu polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa z dodatkowym wpływem 11 polderów usytuowanych powyżej Krakowa (Projekt 5.7.1) na obszar Projektu. W tym wariantcie, została ograniczona powierzchnia zajęcia terenów pod polder, stąd jego pojemność została zmniejszona i tak, przy max PP 184,00 m n.p.m. Kr wynosi 206 mln m<sup>3</sup>. Przy przyjętym sterowaniu odpływem, zakładającym przejęcie szczytu fali o objętości porównywalnej z objętością polderu, redukcja przepływu Q1% poniżej zapory czołowej wynosi 31% ( $Q_o/Q_d = 0,69$ ) przy przesunięciu kulminacji odpływu wynoszącej 38 h. Następnie wraz ze wzrostem powierzchni zlewni redukcja przepływu maleje, skokowo poniżej ujścia dużych dopływów. Poniżej Dunajca redukcja wynosi 13%, natomiast w rejonie Sandomierza już 4% przy redukcji poziomu zw. wody o 18 cm.

Ostatni z analizowanych w ramach Scenariusza 3 – wariant W8, stanowi kombinację najbardziej efektywnych działań, uzupełnionych o działania PPI bezpośrednio w dolinie Wisły oraz lokalne rozbiórki wałów przeciwpowodziowych (odcinek lewobrzeżnych wałów we wsi Piotrowice przy ujściu Nidzicy, 2 odcinki lewobrzeżnych wałów Wisły przed ujściem Czarnej w Połańcu). W wariantcie W8 poldery "Koszyce", "Piotrowice", "Nowopole", "Borusowa" i "Nowy Korczyn" zastąpiono budową polderu przepływowego o poj. 206 mln m<sup>3</sup>. Zrezygnowano również z polderu "Chwałowice 3", ze względu na jego stosunkowo niską efektywność.

Powyższy zestaw działań pozwala na obniżenie maksymalnych rzędnych zwierciadła wody p=1% od około 30 cm w okolicy wodowskazu Annopol do lokalnie aż 1,6 m poniżej polderu przepływowego, gdzie widoczna jest znaczna redukcja przepływów (ponad 30%) oraz dodatkowo proponowana jest likwidacja lewobrzeżnych wałów we wsi Piotrowice przy ujściu Nidzicy. Średnie obniżenie maksymalnych rzędnych zwierciadła wody w profilu Wisły na odcinku objętym realizacją Projektu dla scenariusza operacyjnego wynosi ponad 50 cm.

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

## 1.6. Pośrednie warianty ochrony przed powodzią skierowane do dalszych analiz społecznych, środowiskowych i ekonomicznych

Mając na uwadze omówione w poprzednim rozdziale wyniki modelowania hydraulicznego Scenariusza 3 i efektywność poszczególnych wariantów, do dalszych analiz społecznych, środowiskowych i ekonomicznych zdecydowano wybrać 5 wariantów. Liczba wariantów została zredukowana z założeniem, że będą one już rozpatrywane zawsze z uwzględnieniem 11 szt. polderów zlokalizowanych powyżej Krakowa zaplanowanych do realizacji w ramach projektu 5.7.1.:

Na potrzeby dalszych analiz wytypowano następujące warianty:

1. **Wariant W I** (Wariant 2) – poldery wiślane (17 szt.);
2. **Wariant W II** (Wariant 4) – poldery wiślane (17 szt.) + 2 kanały ulgi (Kanał Strumień, Trześniówka);
3. **Wariant W III** (Wariant 7) – polder przepływowy Koszyce - Szczurowa (z uwzględnieniem korekty oddziaływania, ze zmniejszoną pojemnością);
4. **Wariant W IV** (Wariant 8.):
  - a. polder przepływowy Koszyce - Szczurowa (ze zmniejszoną objętością  $V=206 \text{ mln m}^3$ ),
  - b. poldery wiślane 11 szt. (Wawrzeńczyce, Puszcza Niepołomska, Krzemienica, Zawierbie, Przykop 1, Przykop 2, Wielowieś, Chwałowice 1, Chwałowice 2, Borów, Janiszów) przy rezygnacji z 6 szt. polderów (Koszyce, Piotrowice, Nowopole, Borusowa, Nowy Korczyn, Chwałowice 3).
  - c. kanał ulgi do Trześniówki (przy rezygnacji z kanału ulgi Kanału Strumień)
  - d. przebudowa wałów z PPI – 2 szt. (Sandomierz i Zawichost)
  - e. likwidacja wałów (1 odcinek lewobrzeżnych wałów we wsi Piotrowice przy ujściu Nidzicy, 2 odcinki lewobrzeżnych wałów Wisły przed ujściem Czarnej w Połańcu)
5. **Wariant W V** (Wariant W9):
  - a. budowa polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa w przekroju Wisły w km 772,9 powyżej ujścia Uszwicy (pojemność polderu  $V=206 \text{ mln m}^3$ ),
  - b. budowa polderów wzdłuż wałów wiślanych 1 szt. (pojemność polderów  $V=85,2 \text{ mln m}^3$ )
  - c. przebudowa odcinków wałów ujętych w aPZRP i PPI
  - d. odcinkowa likwidacja wałów
  - e. przebudowa wałów, przez które przelewała się woda 1% z wyniesienia rzędnej korony wałów o 1,0 m ponad poziom wody  $p=1\%$  obliczonej w ramach wariantu W V

Jako dodatkowy **wariant W VI** przeanalizowano wariant proponowany w „Koncepcji ochrony przed powodzią Wisły i jej dopływów w rejonie Sandomierza i Tarnobrzega”, opracowanej w 2011 r.

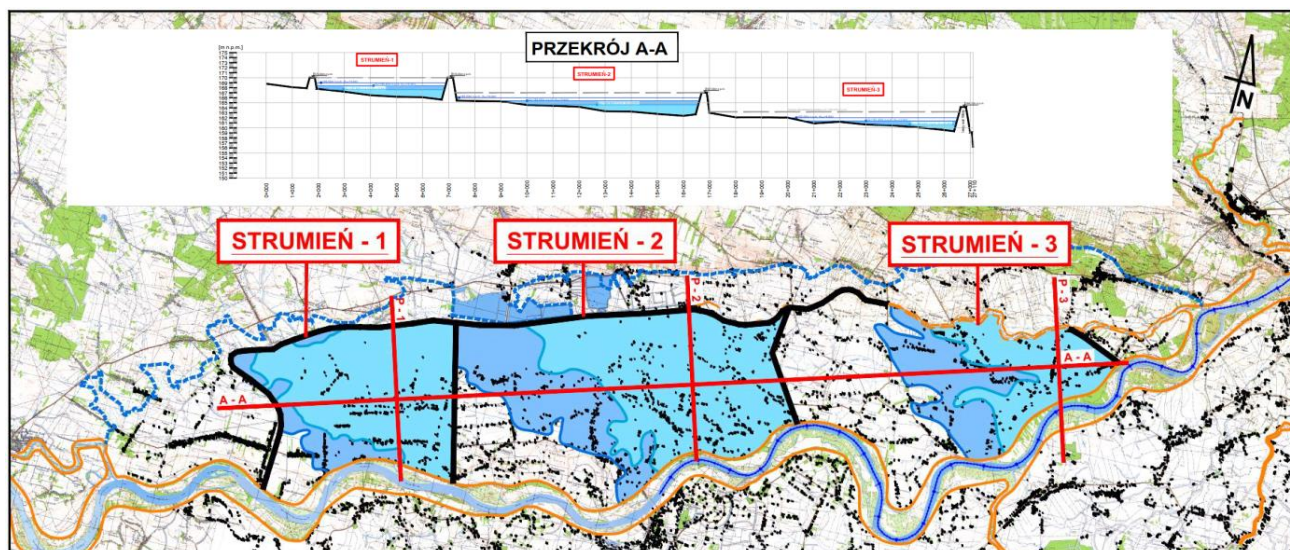
Dla zdefiniowanych wówczas wariantów Wykonawca Koncepcji z 2011 r. przeprowadził szereg analiz, na bazie których wskazał do rekomendacji **wariant VI**. Przy czym wskazano wówczas, że z proponowanych polderów w ramach tego wariantu w pierwszej kolejności powinny być zrealizowane trzy poldery usytuowane na lewym brzegu Wisły powyżej ujścia Kanału Strumień, w ramach tzw. polderu Strumień.

Lokalizację polderów rekomendowanych 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

Ze względów funkcjonalnych i ukształtowania spadku terenu, wydzielono w tym obszarze trzy poldery, których pojemność łączna może osiągnąć ok. 160 mln m<sup>3</sup> przy maksymalnym napełnieniu 4 m. W założeniach hydraulicznych przyjęto, że wymagana rezerwa objętości polderu dla redukcji fali powodziowej dla przepływu Q1% może osiągnąć 60 mln m<sup>3</sup>, a z kolei dla redukcji przepływu Q0,3% potrzebna jest objętość 110 mln m<sup>3</sup>. Następnie Wykonawca Koncepcji z 2011 r., wyjaśnił, że nadwyżkę pojemności polderów „Strumień” (ok 50 mln m<sup>3</sup>) rekomenduje potraktować w kategoriach dodatkowego buforu na okoliczność pogarszających się warunków przepływu w korytach (stan utrzymania koryt) oraz ewentualnych błędów w obliczeniach najwyższych przepływów.



Rysunek 12 Lokalizacja polderów na lewym brzegu Wisły powyżej ujścia Kanału Strumień, tzw. polder Strumień

Charakterystyczne parametry poszczególnych polderów „Strumień” dla warunków maksymalnego napełnienia przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 7 Charakterystyczne parametry poszczególnych polderów „Strumień” dla warunków maksymalnego napełnienia

Polder	Napełnienie maks. polderu	Rzędna maks. piętrzenia wody w polderze	Pojemność polderu przy maks. napełnieniu	Powierzchnia zalewu przy maks. napełnieniu
	[m]	[ m n.p.m]	[ mln m <sup>3</sup> ]	[ha]
Strumień- 1	4,0	169,00	49,5	2379
Strumień- 2	4,0	166,00	76,8	4031
Strumień- 3	4,0	162,00	32,4	2694

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

Przy założonych piętrzeniach w polderach do głębokości zalewu  $h_{MaxPP} = 4,0$  m, wymagana jest budowa obiektów hydrotechnicznych (wałów/zapór) o zmiennej wysokości. Wały polderu wymagane do jego funkcjonowania podzielić można na trzy grupy:

- Nowe wały okalające polder (zapory boczne) – piętrzące wodę jednostronnie (sumaryczna długość 26,8 km),
- Nowe wały poprzeczne między polderami (zapory czołowe) – piętrzące wodę dwustronnie (sumaryczna długość 8,5 km),
- Istniejące wały rzeki Wisły i Kanału Strumień wymagające rozbudowy i dostosowania do wymagań technicznych i funkcjonalnych polderów oraz przepływów obliczeniowych w rzece Wiśle (sumaryczna długość = 37,6 km).

Rzędne wałów zostaną podniesione o 1,0 m od maks. rzędnych piętrzenia w polderach.

Poza aspektami natury technicznej, wykonanie polderu „Strumień” wiąże się z wywłaszczeniem terenu na obszarze  $F \sim 10531$  ha z relokacją zamieszkującej tam ludności.

Poniżej przedstawiono szczegółowe dane będące podstawą do oceny oddziaływań społecznych dla analizowanych polderów.

*Tabela 8 Szczegółowe dane będące podstawą do oceny oddziaływań społecznych*

	<b>Liczba mieszkań ców do przesiedle nia</b>	<b>Obszar do wywłaszc zenia</b>	<b>Obiekty edukacji i ochrony zdrowia do relokacji</b>	<b>Obiekty rekreacyj ne do relokacji</b>	<b>Budynki mieszkaln e</b>	<b>Przedsiębi orstwa do relokacji</b>	<b>Obiekty dziedzictwa kulturowego do relokacji (kościół, kapliczki, krzyże przydrożne)</b>
	[os.]	[ha]	[szt.]	[szt.]	[szt.]	[szt.]	[szt.]
Strumień 1	1092	2468	0	0	403	1	17 (w tym figury/kaplicz ki/krzyże)
Strumień 2	2799	4600	3	0	1021	18	23 (w tym figury/kaplicz ki/krzyże)
Strumień 3	2126	3468	4	0	741	13	18 (w tym figury/kaplicz ki/krzyże)

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

Realizacja trzech sąsiadujących polderów w regionie o dominującym udziale tradycyjnego rolnictwa rodzinnego w strukturze lokalnej gospodarki niesie ze sobą znaczące ryzyko powstania konfliktów społecznych. Ryzyko konfliktu społecznego podwyższają:

1. Skala relokacji – przesiedlenie ponad 6000 mieszkańców w regionach wiejskich, gdzie społeczności są silnie zintegrowane, może prowadzić do znacznych napięć społecznych. Proces relokacji, szczególnie w kontekście rozproszonego zaludnienia, jest skomplikowany i stresujący. Mieszkańcy będą prawdopodobnie odczuwać głęboką stratę i dezintegrację społeczną, co doprowadzi do wzrostu niezadowolenia i oporu wobec projektu.
2. Skala wywłaszczeń – wywłaszczenie gruntów w obszarze o dominującym tradycyjnym rolnictwie rodzinnym wywoła silne konflikty własnościowe. Kolejnym czynnikiem eskalującym konflikt społeczny będzie konieczność relokacji aż 32 przedsiębiorstw. Dodatkowo, w przypadku gminy Pacanów i Łubnice wywłaszczenie obejmie obszar połowy tych gmin, co prawdopodobnie będzie miało również negatywny wpływ na nastawienie do Projektu samorządów lokalnych tych gmin.
3. Konieczność przeniesienia infrastruktury społecznej – przenoszenie szkół i placówek opieki zdrowotnej może prowadzić do znacznych zakłóceń w dostępie do tych kluczowych usług. Dodatkowo w regionach wiejskich, takie obiekty są zwykle centralnym punktem społeczności. Ich relokacja z pewnością eskaluje konflikt społeczny.
4. Relokacja 58 obiektów dziedzictwa kulturowego, obiektów kultu religijnego i cmentarza wywoła silny opór i protesty mieszkańców.

Zauważyć należy, że proponowany wariant VI zakłada dodatkowo podniesienie wałów na całym analizowanym odcinku rzeki Wisły, przy czym wysokość podniesienia wałów wynikać już będzie z uzyskanej retencji po realizacji polderów Strumień.

Wg Wykonawcy Koncepcji z 2011 r. rzędne korony wałów podniesione zostaną dla bezpiecznego przeprowadzenia wody przykładowo  $Q_{\max 2010} = 5\,873 \text{ m}^3/\text{s}$  (w Sandomierzu). W tym przypadku maksymalne podniesienie korony wału wyniesie ok. 1.4 m przy zachowaniu zapasu bezpiecznego wzniesienia korony nad zwierciadło wody 1.0 m, jak dla klasy II przy przejściu  $Q_m$ .

Ze względu na znaczącą skalę wywłaszczeń i przesiedleń na terenie polderu „Strumień” wariant ten nie uzyskał rekomendacji do ujęcia go na dalszym etapie rozpatrywania wariantów w ramach Programu.

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

## 1.7. 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>, budowę polderu Przykop wzdłuż Wisły o pojemności 20,5 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 Programu działań.

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

### 1.7.1. 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 9 Zestawienie obiektów retencyjnych (polderów), wariant OP I

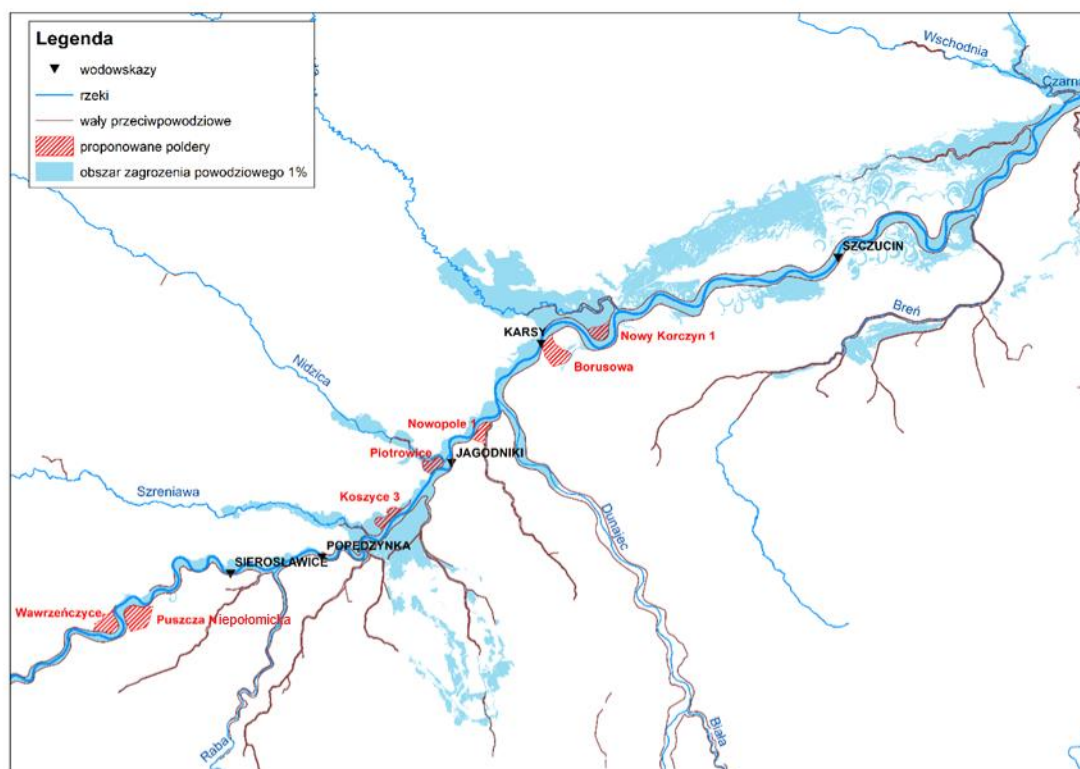
Lp	Nazwa	Max PP [m n.p.m. Kr]	V [m <sup>3</sup> ]	Powierzchnia [ha]	Lokalizacja [km Wisły]	Brzeg	Gmina
1	Wawrzeńczyce	189,75	5 946 477	182,19	810,0-805,5	Lewy	Igołomia-Wawrzeńczyce
2	Puszcza Niepołomicka	189,04	9 724 844	280,91	807,5-802,5	Prawy	Drwinia

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

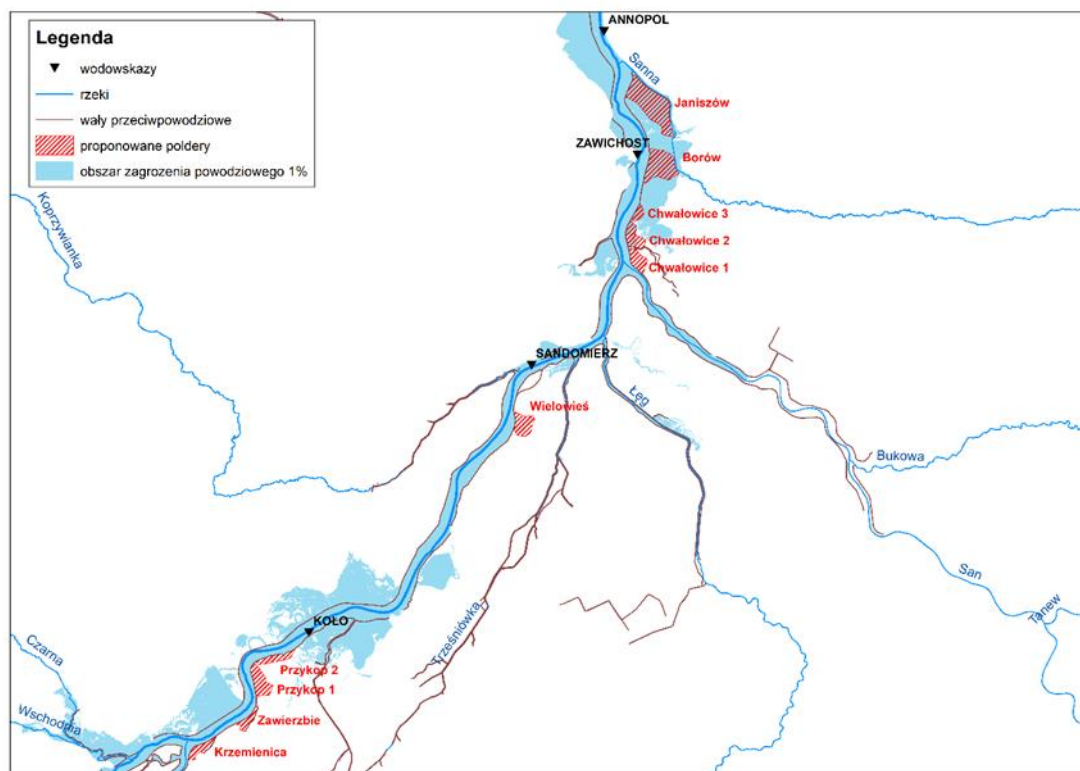
Lp	Nazwa	Max PP [m n.p.m. Kr]	V [m³]	Powierzchnia [ha]	Lokalizacja [km Wisły]	Brzeg	Gmina
3	Koszyce	180,94	3 729 654	115,43	777,0-774,5	Lewy	Koszyce
4	Piotrowice	178,50	3 000 874	110,79	771,5-770,0	Lewy	Koszyce
5	Nowopole	178,55	4 325 700	105,72	765,5-764,0	Prawy	Wietrzychowice
6	Borusowa	176,25	9 508 701	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
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>			



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 Sierosławice-uście Czarnej



Rysunek 14 Lokalizacja potencjalnych polderów przeciwpowodziowych analizowanych w ramach wariantu OP I – odcinek ujście Czarnej-Annpol

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

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<sub>1%</sub> 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.

Tabela 10 Wyniki modelowania dla wariantu OP I – przepływy maksymalne [m<sup>3</sup>/s]

Przekrój	Przepływ [m <sup>3</sup> /s]			Redukcja [%]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
Wod. Sierosławice	1237	2082	2915	12.2	18.8	2.8
Poniżej Raby	1495	2540	3560	10.5	16.1	1.9
Poniżej Dunajca	3166	5100	6069	3.4	4.4	1.0
Elektrownia Połaniec	3403	5651	6171	4.3	3.5	0.1
Poniżej Wisłoki	3853	6563	7350	4.8	3.3	0.2
Most linii LHS	3837	6534	7323	5.1	3.7	0.4
Most na drodze w Nagnajowie	3788	6312	6822	6.2	2.7	0.8
Most na drodze w Sandomierzu	3758	6287	6635	7.1	2.9	1.0
Poniżej Sanu	4339	6387	6696	6.6	3.3	0.0
Wod. Annopol	4214	6189	6513	9.2	5.8	2.1



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

Tabela 11 Wyniki modelowania dla wariantu OP I – maksymalne rzędne zw. wody [m n.p.m.Kr]

Przekrój	Maksymalna rzędna zw. wody [m n.p.m. Kr]			Redukcja [m]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
Wod. Sierosławice	183.93	185.61	186.96	0.34	0.80	0.10
Poniżej Raby	182.21	184.11	185.32	0.36	0.69	0.05
Poniżej Dunajca	176.06	177.86	178.62	0.11	0.26	0.03
Elektrownia Połaniec	158.59	160.55	161.00	0.15	0.17	0.02
Poniżej Wisłoki	157.88	159.89	160.39	0.16	0.17	0.03
Most linii LHS	156.29	158.31	158.77	0.18	0.18	0.05
Most na drodze w Nagnajowie	152.33	154.49	154.77	0.22	0.14	0.03
Most na drodze w Sandomierzu	146.20	148.17	148.42	0.25	0.16	0.05
Poniżej Sanu	142.78	144.16	144.38	0.23	0.18	0.03
Wod. Annopol	137.87	138.91	139.10	0.26	0.23	0.09

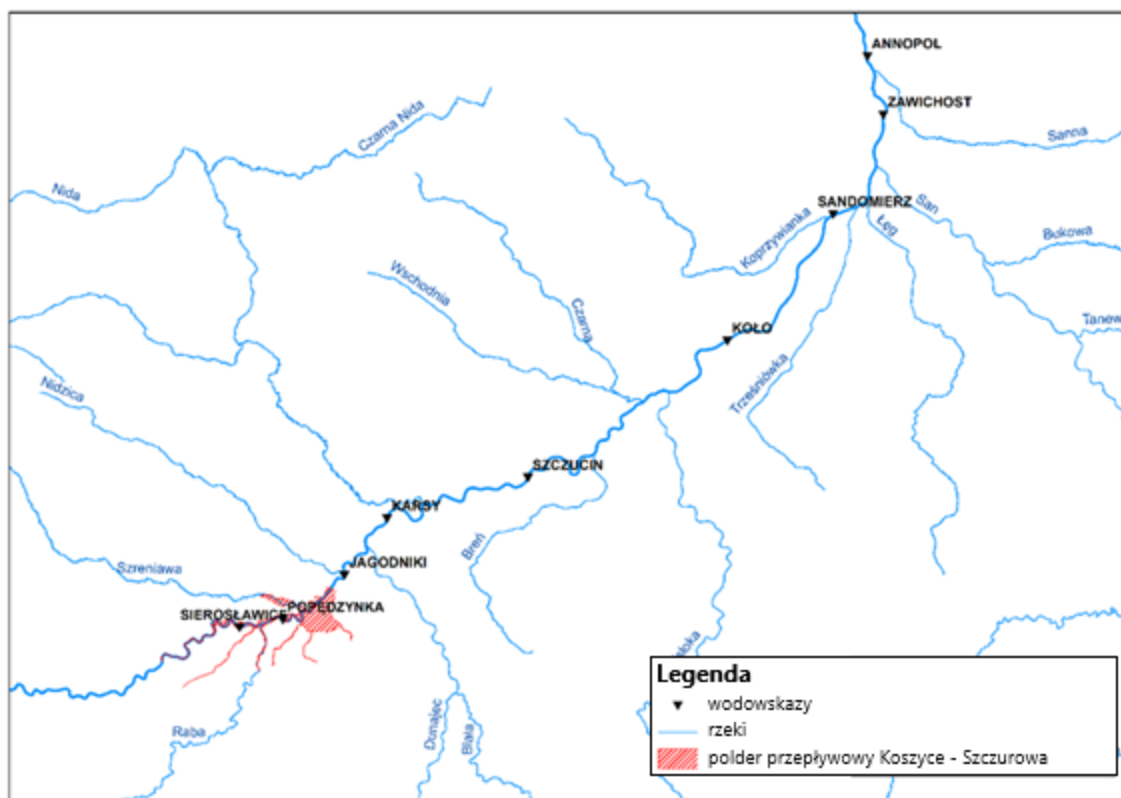
### 1.7.2. Wariant OP II

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 12 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

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 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:

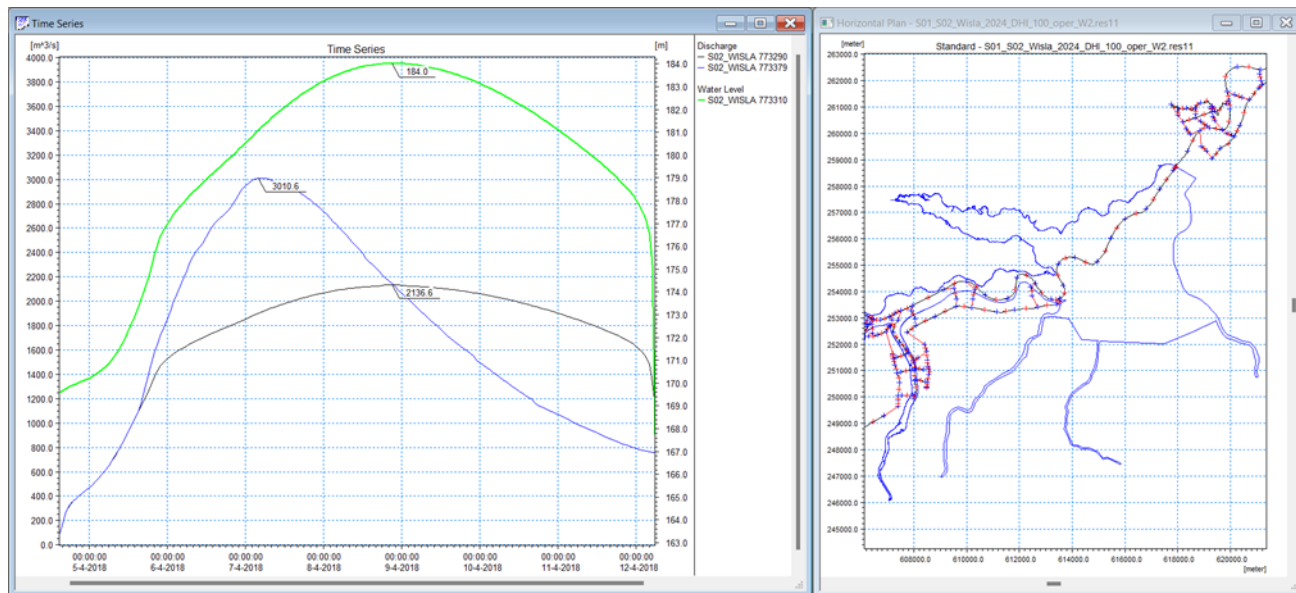
- Pojemność uzyskana poprzez spiętrzenie wody do poziomu maks. 184,00 m n.p.m. Kr to ok. 206 mln m<sup>3</sup>, obszar zalewu to ok. 35 km<sup>2</sup>. Piętrzenie będzie następowało poprzez podniesienie przegród wysuwanych z dna lub ich opuszczanie (jak to ma miejsce na zbiorniku Racibórz),
- Długość 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 międzywalu pozostaje na stałe ziemna zaporę czołowa 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 międzywala na odcinku Wisły, gdzie zlokalizowane są urządzenia sterujące przepływem. Powyżej tego przepływu

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

następuje stopniowe podnoszenie/opuszczanie zamknięć w taki sposób, aby zminimalizować odpływ, przy jednoczesnym nieprzekraczaniu maxPP, tj. 184,00 m n.p.m. Kr.

Przykładową transformację fali hipotetycznej  $Q_{1\%}$  dla wariantu OP II, przedstawia poniższy rysunek.



Rysunek 16 Transformacja fali  $Q_{1\%}$ , wariant OP II - polder przepływowy Koszyce - Szczurowa, rzeka Wisła

Przy przyjętym sterowaniu odpływem, zakładającym przejście szczytu fali o objętości porównywalnej z objętością zbiornika, redukcja przepływu  $Q_{1\%}$  poniżej zapory wynosi 30% ( $Q_o/Q_d = 0,70$ ) 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.

Tabela 13 Wyniki modelowania dla wariantu OP II – przepływy maksymalne [ $m^3/s$ ]

Przekrój	Przepływ [ $m^3/s$ ]			Redukcja [%]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
Wod. Sierosławice	1285	2223	3050	8.9	13.3	-1.7
Poniżej Raby	1544	2679	3672	7.6	11.6	-1.1
Poniżej polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa	1710	2160	3653	12.8	31.2	-5.9
Poniżej Dunajca	3310	4662	6389	-1.0	12.6	-4.2
Elektrownia Połaniec	3576	5332	6176	-0.5	8.9	0.0

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

Przekrój	Przepływ [m³/s]			Redukcja [%]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
Poniżej Wisłoki	4016	6262	7155	0.8	7.7	2.8
Most linii LHS	4015	6262	7146	0.7	7.7	2.8
Most na drodze w Nagnajowie	4008	6186	6799	0.8	4.7	1.1
Most na drodze w Sandomierzu	4019	6238	6666	0.6	3.7	0.6
Poniżej Sanu	4595	6345	6739	1.1	3.9	-0.7
Wod. Annopol	4590	6337	6680	1.1	3.5	-0.4

Tabela 14 Wyniki modelowania dla wariantu OP II – maksymalne rzędne zw. wody [m n.p.m. Kr]

Przekrój	Maksymalna rzędna zw. wody [m n.p.m. Kr]			Redukcja [m]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
Wod. Sierosławice	183.97	185.58	186.77	0.30	0.83	0.29
Poniżej Raby	182.06	184.39	185.00	0.50	0.42	0.36
Poniżej polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa	178.94	179.95	181.94	0.34	1.20	-0.30
Poniżej Dunajca	176.21	177.51	178.79	-0.03	0.60	-0.13
Elektrownia Połaniec	158.73	160.35	160.92	0.01	0.37	0.10
Poniżej Wisłoki	158.01	159.70	160.29	0.02	0.36	0.13
Most linii LHS	156.44	158.16	158.69	0.02	0.34	0.12
Most na drodze w Nagnajowie	152.53	154.40	154.74	0.02	0.23	0.06
Most na drodze w Sandomierzu	146.43	148.14	148.46	0.02	0.19	0.01
Poniżej Sanu	142.97	144.17	144.44	0.03	0.17	-0.03
Wod. Annopol	138.10	138.98	139.21	0.03	0.15	-0.02

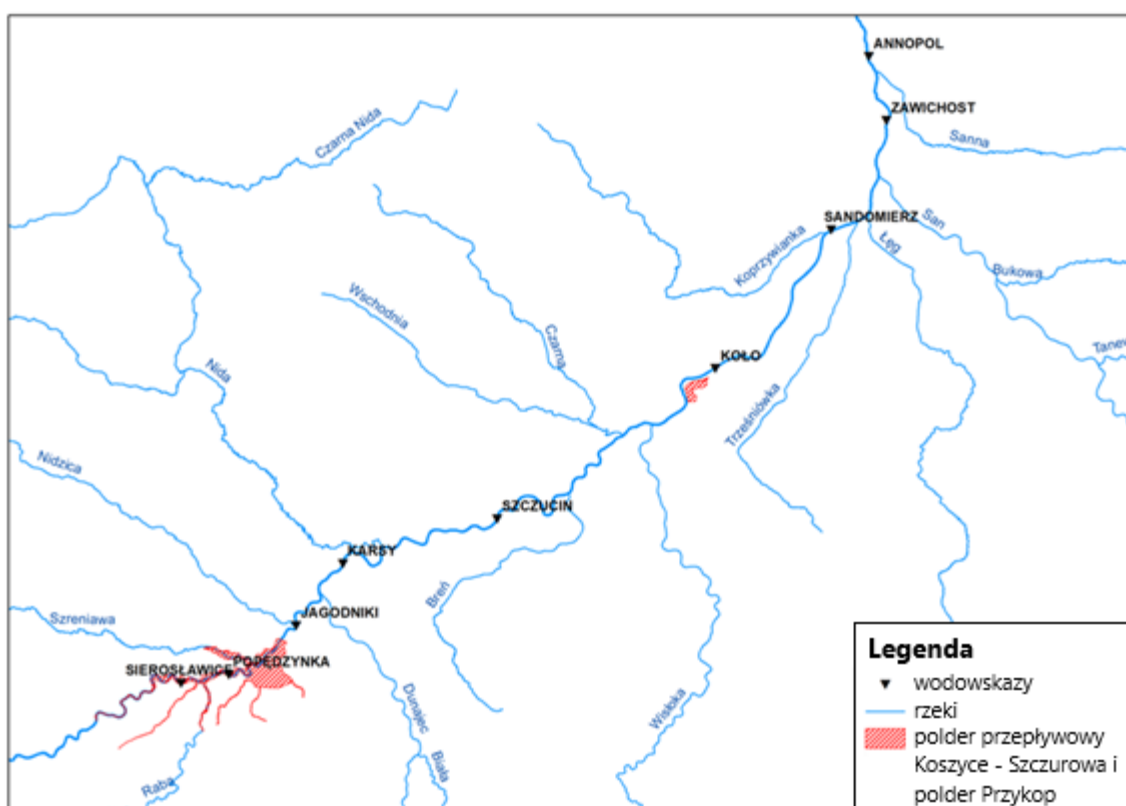
Kontrakt 5.7.2: Program działań retencyjnych stanowiący element zarządzania ryzykiem powodziowym w regionie Górnej Zachodniej Wisły i Górnej Wschodniej Wisły między Krakowem a Zawichostem

### 1.7.3. 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 15 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
11	Przykop	157,50	20 500 000	460,61	690,0-683,5	Prawy	Padew Narodowa, Baranów Sandomierski

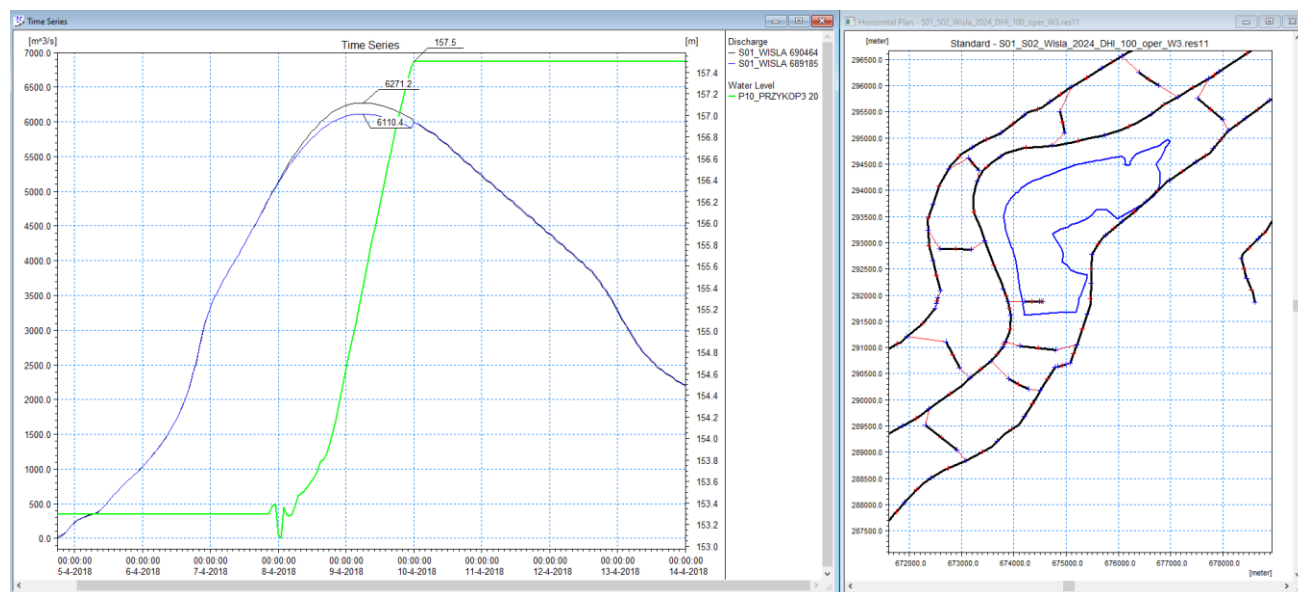


Rysunek 17 Lokalizacja potencjalnego polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa i polderu Przykop w dolinie Wisły w ramach wariantu OP III

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 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.

Przykładową transformację fali hipotetycznej  $Q_{1\%}$  dla wariantu OP III, przedstawia poniższy rysunek.



Rysunek 18 Transformacja fali  $Q_{1\%}$ , wariant OP III - polder Przykop, rzeka Wisła

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.

Tabela 16 Wyniki modelowania dla wariantu OP III – przepływy maksymalne [ $m^3/s$ ]

Przekrój	Przepływ [ $m^3/s$ ]			Redukcja [%]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
Wod. Sierosławice	1285	2223	3050	8.9	13.3	-1.7
Poniżej Raby	1544	2679	367	7.6	11.6	-1.1
Poniżej polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa	1710	2160	3653	12.8	31.2	-5.9
Poniżej Dunajca	3310	4662	6389	-1.0	12.6	-4.2
Elektrownia Połaniec	3576	5338	6179	-0.5	8.8	-0.1
Poniżej Wisłoki	4017	6271	7165	0.7	7.6	2.7
Most linii LHS	4027	6271	7158	0.4	7.6	2.7



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

Most na drodze w Nagnajowie	3941	6068	6739	2.4	6.5	2.0
Most na drodze w Sandomierzu	3963	6125	6630	2.0	5.4	1.1
Poniżej Sanu	4523	6232	6701	2.6	5.6	-0.1
Wod. Annopol	4512	6224	6654	2.7	5.3	-0.1

Tabela 17 Wyniki modelowania dla wariant OP III – maksymalne rzędne zw. wody [m n.p.m.Kr]

Przekrój	Maksymalna rzędna zw. wody [m n.p.m. Kr]			Redukcja [m]		
	10	1	0,2	10	1	0,2
Wod. Sierosławice	183.97	185.58	186.77	0.30	0.83	0.29
Poniżej Raby	182.06	184.39	185.00	0.50	0.42	0.36
Poniżej polderu przepływowego Koszyce - Szczurowa	178.94	179.95	181.94	0.34	1.20	-0.30
Poniżej Dunajca	176.21	177.51	178.78	-0.03	0.60	-0.13
Elektrownia Połaniec	158.72	160.32	160.90	0.02	0.40	0.11
Poniżej Wisłoki	157.99	159.66	160.27	0.05	0.40	0.15
Most linii LHS	156.41	158.07	158.65	0.06	0.42	0.17
Most na drodze w Nagnajowie	152.47	154.30	154.71	0.09	0.32	0.08
Most na drodze w Sandomierzu	146.37	148.05	148.43	0.08	0.28	0.05
Poniżej Sanu	142.92	144.10	144.41	0.09	0.25	0.00
Wod. Annopol	138.06	138.92	139.19	0.07	0.21	0.00

#### 1.7.4. Podsumowanie wyników modelowania ze wskazaniem na wariant optymalny

Wszystkie działania ujęte w wariantach planistycznych i ich efektywność została zweryfikowana na modelach hydraulicznych. Na podstawie uzyskanych wyników w postaci przepływów maksymalnych i odpowiadających im maksymalnych rzędnych zwierciadła wody wraz z wielkościami redukcji dla wybranych punktów referencyjnych, zestawiono w tabelach we wcześniejszych podrozdziałach.

Najmniej efektywny pod względem redukcji przepływów i stanów w profilu podłużnym jest wariant OP I, maksymalna redukcja stanu, o ok. 80 cm występuje w rejonie wod. Sierosławice. Warianty OP II i OP III pod względem redukcji są na większej części modelowanego odcinka Wisły takie same, maksymalnie osiągając 120 cm poniżej polderu przepływowego. Różnice pomiędzy tymi wariantami zaczynają być widoczne od miejsca lokalizacji dodatkowego polderu Przykop. W przypadku tego odcinka, dla wariantu OP III, maksymalna redukcja stanu występuje poniżej polderu Przykop i wynosi ok. 30 cm.

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

**Wariant OP III** zapewnia ochronę pośrednią dla większej powierzchni w porównaniu do powierzchni chronionej **wariantem OP II**. (zestawienie danych w poniższej tabeli).

Zidentyfikowane strefy ochrony pośredniej to obszary, które są narażone na ryzyko powodziowe w scenariuszu zniszczenia wałów przeciwpowodziowych, ale także doświadczają pośrednich skutków powodzi. Oznacza to, że mieszkańcy, przedsiębiorstwa i infrastruktura na tych obszarach mogą odczuwać negatywne konsekwencje związane z powodzią, takie jak przerwy w dostawach prądu, gazu, wody pitnej oraz zakłócenia w funkcjonowaniu dróg, mostów i transportu publicznego. Strefy te mogą także obejmować obszary, gdzie występują problemy z odpływem wód, przeciążeniem systemów kanalizacyjnych, co skutkuje lokalnymi podtopieniami. Obejmują obszary, na których w wyniku powodzi mogą wystąpić ograniczenia w dostępie do usług publicznych, takich jak opieka zdrowotna, edukacja czy działalność administracyjna.

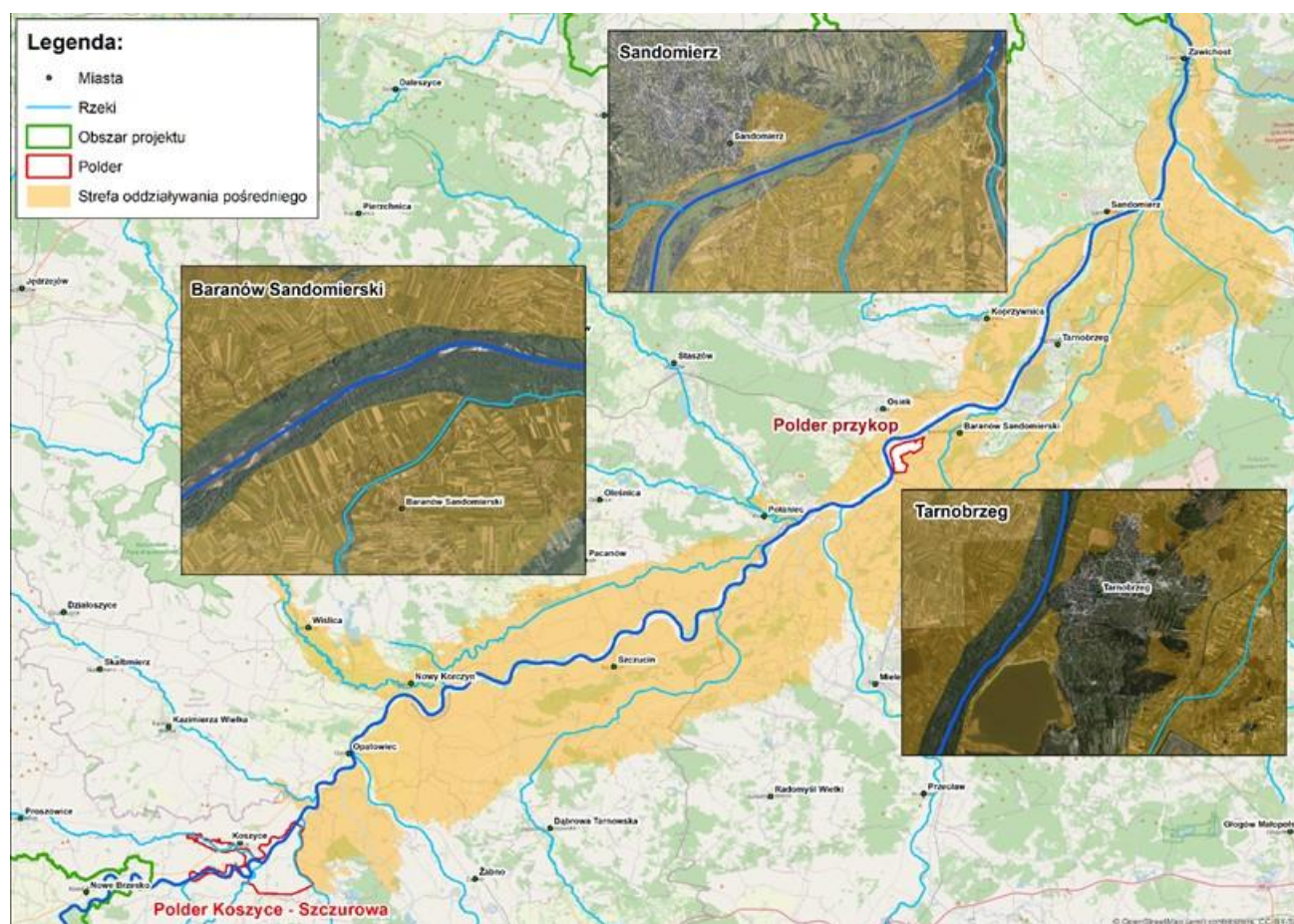
Dzięki temu redukcja ryzyka powodziowego dotyczy nie tylko obszarów bezpośrednio zagrożonych, ale także terenów, które mogłyby odczuć pośrednie skutki powodzi, takie jak przerwy w dostawach energii, mediów, utrudnienia w funkcjonowaniu infrastruktury czy inne koszty dla społeczności lokalnej. Jednym z głównych argumentów przemawiających za wyborem tego wariantu jest ochrona strategicznych przedsiębiorstw, które mają kluczowe znaczenie dla lokalnej i krajowej gospodarki. **Wariant OP III** chroni 83% tych przedsiębiorstw, takich jak Grupa Azoty, Pilkington Polska czy Elektrownia Połaniec, co zabezpiecza nie tylko miejsca pracy, ale również stabilność ekonomiczną regionu. Dodatkowo, zapewniając ochronę infrastruktury i dróg, wariant ten minimalizuje przerwy w działalności gospodarczej, co ma istotny wpływ na rozwój i stabilność firm.

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 Dane dotyczące zasięgu działania inwestycji, który pośrednio wpływa na zwiększenie poziomu bezpieczeństwa powodziowego:

Nazwa wskaźnika	Wariant OP I	Wariant OP II	Wariant OP III
IŁOŚĆ LUDZI [szt.]	12 856	80 630	138 661
STREFY OCHRONY pośredniej na powódź [ha]	19 884	107 506	157 678

Zasięg strefy ochrony pośredniej dla **Wariantu OP III** zobrazowano na rysunku poniżej.



Rysunek 19 Zasięg strefy ochrony pośredniej dla Wariantu OP III

Rekomenduje się także dla każdego z rozważanych wariantów (OP I, OP II, OP III), jako działanie komplementarne, wdrożenie pakietu działań w zakresie zielonej hydrotechniki: i) odtwarzania starorzeczy, ii) retencji na terenach rolniczych, iii) retencji mokradeł i bagnisk oraz iv) zalesiania. Zakres działań pilotażowych przedstawiono w rozdziale 6.3 Programu działań.