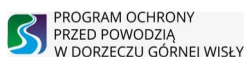


Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.

Raport Końcowy dla Zadania II

Działanie prowadzone i finansowane jest w ramach:
„Programu Ochrony przed Powodzią w Dorzeczu Górnej Wisły”



grudzień 2015r.

WYKONAWCY

Grontmij Polska Sp. z o.o.
ul. Ziębicka 35
60-164 Poznań
tel. 61 864 93 00
fax 61 864 93 01



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej –
Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Krakowie
ul. P. Borowego 14
30-215 Kraków
tel. 12 639 81 11
fax 12 639 82 01



Metryka dokumentu:

Tytuł: : Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uswicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.
Raport Końcowy dla Zadania II

Numer dokumentu : 1.0

Data : grudzień 2015r.

Autorzy:

Borys Bednarek : borys.bednarek@grontmij.pl
Andrzej Gierszewski : andrzej.gierszewski@grontmij.pl
Alicja Wilanowska : alicja.wilanowska@grontmij.pl
Joanna Adamczak : joanna.adamczak@grontmij.pl
Michał Łyp : michal.ryp@imgw.pl
Jan Nadachowski : jan.nadachowski@imgw.pl
Joanna Depta : joanna.depta@imgw.pl
Łukasz Trojnarski : lukasz.trojarski@grontmij.pl
Patryk Nowicki : patryk.nowicki@grontmij.pl
Patryk Pszczółkowski : patryk.pszczolkowski@grontmij.pl
Michał Pawłowski : michal.pawlowski@grotrnmij.pl
Adam Perz : adam.perz@grontmij.pl

Zatwierdził:

Piotr Szymczak : piotr.szymczak@grontmij.pl

SPIS TREŚCI:

1	Cel i zakres opracowania.....	6
2	Opis obszaru objętego opracowaniem	8
2.1	LOKALIZACJA NA TLE PODZIAŁU ADMINISTRACYJNEGO POLSKI	8
2.2	FIZJOGRAFIA	10
2.3	KRAJOBRAZ	11
2.4	BUDOWA GEOLOGICZNA	12
2.5	HYDROGRAFIA.....	12
2.6	FLORA I FAUNA.....	17
2.7	OBSZARY CHRONIONE	18
2.8	ZAGOSPODAROWANIE PRZESTRZENNE	20
3	Opis i zestawienie danych wejściowych do opracowania (przekazanych przez Zamawiającego i pozyskanych przez Wykonawcę)	22
4	Opis prac wykonanych w ramach Etapu IA, IB i II.....	23
4.1	INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCEGO SYSTEMU OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ (W TYM ZESTAWIENIA PARAMETRÓW OBIEKTÓW).....	23
4.2	INWENTARYZACJA UŻYTKOWANIA TERENU I OBIEKTÓW KUBATUROWYCH ORAZ INFRASTRUKTURY LINIOWEJ W STREFACH ZALEWOWYCH DLA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW ANALIZ	33
4.3	ANALIZA DEMOGRAFICZNA W STREFACH ZALEWOWYCH DLA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW ANALIZ	39
4.4	INWENTARYZACJA INNYCH ISTOTNYCH OBIEKTÓW O ZNACZENIU SPOŁECZNYM, GOSPODARCZYM, KULTUROWYM I ŚRODOWISKOWYM	39
4.5	ANKIETYZACJA W ZAKRESIE ZAGROZEŃ POWODZIOWYCH NA OBSZARZE PROJEKTU	40
4.5.1	<i>Analiza zagrożeń – zasięg powodzi historycznych</i>	<i>41</i>
4.5.2	<i>Analiza zagrożeń – oszacowane straty.....</i>	<i>43</i>
4.6	OPIS POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW DZIAŁAŃ INWESTYCYJNYCH (WARIANTY: W0, W1, WIIA, WIIB, WIIC, WIID) ..	45
4.7	USZCZEGÓLOWIENIE NMT O KORYTA CIEKÓW OBJĘTYCH BUDOWĄ DODATKOWYCH MODELI HYDRAULICZNYCH (WARIANT W0) ..	49
4.8	OPRACOWANIE POMIARÓW GEODEZYJNYCH DLA CIEKÓW DODATKOWYCH ORAZ ICH IMPLEMENTACJI W MODELACH HYDRAULICZNYCH	49
4.9	WSKAZANIE CIEKÓW, DLA KTÓRYCH W RAMACH PROJEKTU OPRACOWANO DODATKOWE MODELE HYDRAULICZNE, WRAZ ZE SZCZEGÓŁOWYM OPISEM PRZEPROWADZONYCH OBLICZEŃ HYDROLOGICZNYCH (DANE WEJŚCIOWE DO MODELU HYDRAULICZNEGO), ETAPY BUDOWY MODELI ORAZ WYKONANIE OBLICZEŃ HYDRAULICZNYCH	49
4.10	IDENTYFIKACJA ZMIAN WPROWADZONYCH W MODELACH HYDRAULICZNYCH, WYNIKAJĄCYCH Z DZIAŁAŃ PROPONOWANYCH W RAMACH KAŻDEGO Z WARIANTÓW – OPIS DOKONANYCH ZMIAN W STRUKTURZE MODELU DLA KAŻDEGO NOWOPROJEKTOWANEGO, MODYFIKOWANEGO LUB LIKWIDOWANEGO OBIEKTU;.....	50
4.11	MODYFIKACJI NMT W WARIANTACH W0, W1, WIIA, WIIB (I/LUB WIIC)	56
4.12	ZESTAWIENIA WYNIKÓW MODELWANIA HYDRAULICZNEGO DLA KAŻDEGO Z WARIANTÓW (ZESTAWIENIE TABELARYCZNE PRZEPŁYWÓW ORAZ RZĘDNYCH ZW. WODY Q1% I Q0.2% W POSZCZEGÓLNYCH PRZEKROJACH)	56
4.13	OPRACOWANIE PRZEKROJÓW POPRZECZNYCH Z WKRĘSLONYMI RZĘDNYMI ZW. WODY Q1% I Q0.2%	56
4.14	OPIS WYZNACZENIA STREF ZALEWOWYCH DLA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW (Z UWZGLĘDNIENIEM OPRACOWANIA STREF DLA CIEKÓW OBJĘTYCH BUDOWĄ DODATKOWYCH MODELI HYDRAULICZNYCH)	57
4.14.1	<i>Wyznaczenie zasięgu stref zalewowych.....</i>	<i>57</i>
4.14.2	<i>Generowanie stref zagrożenia powodziowego.....</i>	<i>57</i>
4.14.3	<i>Interpretacja i weryfikacja stref zagrożenia powodziowego.....</i>	<i>57</i>
4.15	PORÓWNANIE EFEKTÓW DLA WARIANTU WP	58
4.16	ANALIZA KOSZTÓW DZIAŁAŃ W ZAKRESIE KAŻDEGO WARIANTU	59
4.17	ANALIZA WIELOKRYTERIALNA DLA JEDNOSTEK ZADANIOWYCH	61
4.18	OPISU TWORZENIA WARIANTÓW DOCELOWYCH W UKŁADZIE ZLEWNI GŁÓWNEJ (CAŁA ZLEWNIJA USZWICY).....	69
4.19	WYBÓR WARIANTU REKOMENDOWANEGO OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ W ZLEWNI USZWICY.	70
4.19.1	<i>Wariant WP.....</i>	<i>70</i>
4.19.2	<i>Wariant WP+.....</i>	<i>70</i>
4.19.3	<i>Wariant WP++</i>	<i>71</i>
4.19.4	<i>Szacunkowe koszty rekomendowanych wariantów.....</i>	<i>71</i>
4.19.5	<i>Wariant rekomendowany.....</i>	<i>72</i>



SPIS TABEL:

Tabela nr 1.	Powierzchnia zlewni Uszwicy w poszczególnych jednostkach administracyjnych.....	8
Tabela nr 2.	Obszaru zlewni rzeki Uszwicy na tle podziału fizycznogeograficznego Polski	11
Tabela nr 3.	Główne dopływy rzeki Uszwicy.....	13
Tabela nr 5.	Obszary chronione w zlewni rzeki Uszwicy	18
Tabela nr 6.	Udział procentowy poszczególnych klas użytkowania terenu w zlewni rzeki Uszwicy	20
Tabela nr 7.	Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych.....	24
Tabela nr 8.	Zestawienie budowli hydrotechnicznych	25
Tabela nr 9.	Zestawienie śluz wałowych	26
Tabela nr 10.	Zestawienie budowli hydrotechnicznych	27
Tabela nr 11.	Zestawienie budowli hydrotechnicznych	28
Tabela nr 12.	Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych.....	28
Tabela nr 13.	Zestawienie śluz wałowych	29
Tabela nr 14.	Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych.....	30
Tabela nr 15.	Zestawienie śluz wałowych	30
Tabela nr 16.	Zestawienie pompowni.....	31
Tabela nr 17.	Ocena skuteczności systemu zabezpieczenia powodziowego.....	32
Tabela nr 18.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]	34
Tabela nr 19.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha].	34
Tabela nr 20.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%	35
Tabela nr 21.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%	35
Tabela nr 22.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]	36
Tabela nr 23.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha]	36
Tabela nr 24.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%	36
Tabela nr 25.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%	36
Tabela nr 26.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]	37
Tabela nr 27.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha].	37
Tabela nr 28.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%	37
Tabela nr 29.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%	37
Tabela nr 30.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]	38
Tabela nr 31.	Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha].	38
Tabela nr 32.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%	38
Tabela nr 33.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%	38
Tabela nr 34.	Liczba osób w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0%.....	39
Tabela nr 35.	Liczba osób w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 0,2%.....	39
Tabela nr 36.	Inwentaryzacja istotnych obiektów zagrożonych zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie Q=1% w zlewni rzeki Uszwicy.....	39
Tabela nr 37.	Inwentaryzacja istotnych obiektów zagrożonych zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie Q=0,2% w zlewni rzeki Uszwicy.....	40
Tabela nr 38.	Podsumowanie ankietyzacji gmin.....	41
Tabela nr 39.	Wykaz analizowanych wariantów.....	47
Tabela nr 40.	Powierzchnie zagrożone zalewem w poszczególnych klasach użytkowania terenu w zasięgu wody Q 0,2% i Q 1,0% dla wariantu WP.....	58
Tabela nr 41.	Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1% i Q0,2% dla wariantu WP ..	59
Tabela nr 42.	Analiza liczby ludności dla wariantu WP	59
Tabela nr 43.	Zestawienie kosztów poszczególnych wariantów w jednostkach zadaniowych.....	60
Tabela nr 46.	Koszty nakładów wariantów rekomendowanych	71



SPIS RYSUNKÓW:

Rysunek 1.	Podział zlewni rzeki Uszwicy na jednostki zadaniowe.....	7
Rysunek 2.	Zlewnia Uszwicy na tle podziału administracyjnego Polski	8
Rysunek 3.	Bieg rzeki Uszwicy i jej poszczególnych dopływów na tle podziału administracyjnego Polski.....	10
Rysunek 4.	Podział na jednostki fizycznogeograficzne w obrębie zlewni Uszwicy	11
Rysunek 5.	Podział hydrograficzny obszaru zlewni Uszwicy	14
Rysunek 6.	Jednolite części wód powierzchniowych w obszarze zlewni rzeki Uszwicy	16
Rysunek 7.	Obszar zlewni rzeki Uszwicy na tle JCWPd nr 149.....	17
Rysunek 8.	Lokalizacja obszarowych form ochrony przyrody w zlewni rzeki Uszwicy.....	19
Rysunek 9.	Zagospodarowanie przestrzenne w zlewni rzeki Uszwicy	21
Rysunek 10.	Straty powodziowe w poszczególnych jednostkach zadaniowych – w ujęciu procentowym [%]	44
Rysunek 11.	Straty powodziowe w poszczególnych jednostkach zadaniowych w ujęciu nominalnym [PLN]	44

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

Załącznik nr 1	Kopie ankiet przekazanych przez gminy.
Załącznik nr 2	Kalibracja objętości kaskady zbiorników (Lipnica Murowana, Gosprzydowa, Okocim)
Załącznik nr 3	Kalibracja objętości zbiorników: Zagrody, Lipnica Górna, Stary Wiśnicz, Kobyle Dolne, Dębina, Chronów, Łoniowa, Doły-P, Doły- L, Dębno.
Załącznik nr 4	Zaktualizowany Numeryczny Model Terenu
Załącznik nr 5	Zestawienie tabelaryczne przepływów oraz rzędnych zw. wody Q1% i Q0.2% w poszczególnych przekrojach
Załącznik nr 6	Zestawienie przekrojów poprzecznych z wskazanymi rzędnymi zw. wody Q1% i Q0.2%;
Załącznik nr 7	Numeryczny Model Powierzchni Wody
Załącznik nr 8	Modele hydrauliczne
Załącznik nr 9	Mapa Projektu.
Załącznik nr 10	Wyniki analizy MCA.



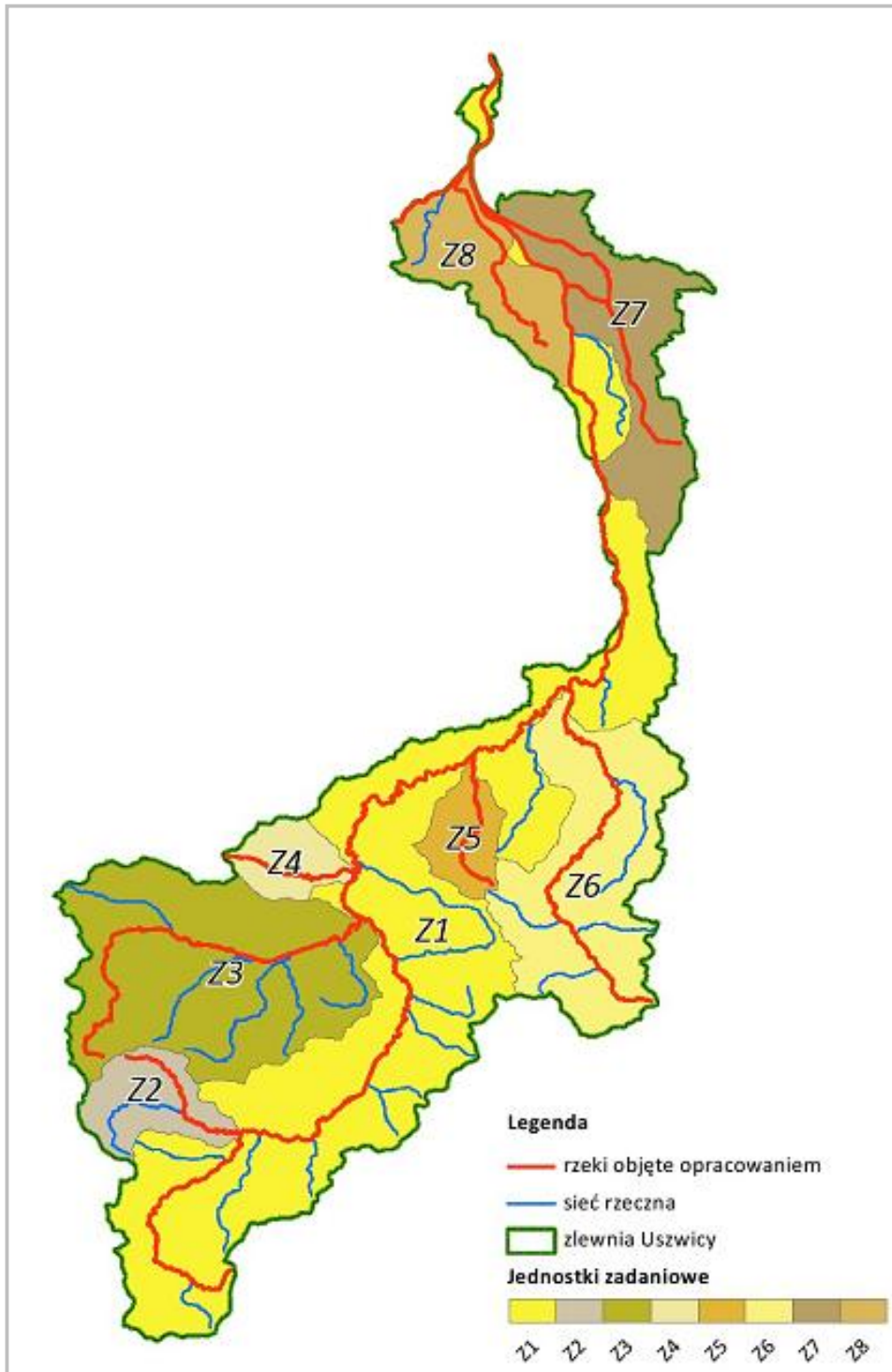
1 Cel i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie pn.: „Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana” został wykonany zgodnie z umową nr II-159-ZIR-34/14 zawartą w Krakowie w dniu 17.12.20134 r. pomiędzy Zamawiającym: Województwem Małopolskim – Małopolskim Zarządem Melioracji i Urządzeń Wodnych w Krakowie a Wykonawcą: Grontmij Polska Sp. z o.o. i Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowym Instytutem Badawczym, działającymi w ramach umowy konsorcjum.

Przedmiotem zamówienia jest realizacja projektu pn: „Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana”. Projekt składa się z dwóch zadań: Zadania I – dotyczącego elementu analizy zagrożenia powodziowego oraz Zadanie II – obejmującego analizę programu inwestycyjnego.

Podstawą prac koncepcyjnych jest ocena istniejącego stanu zabezpieczenia przeciwpowodziowego w zlewni rzeki Uszwicy wskazująca obszary zagrożeń dla zabudowy i infrastruktury, w których należy podjąć określone działania w zakresie ochrony przeciwpowodziowej (Wariant 0). Ocena ta uwzględnia informacje o istniejącej infrastrukturze przeciwpowodziowej, pochodzące z opracowań wykonanych na zlecenie Małopolskiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych. Głównym elementem opracowania są wariantowe analizy hydrauliczne działań technicznych z zakresu ochrony przeciwpowodziowej w obszarze zlewni głównej (zlewnia Uszwicy) – w układzie tzw. jednostek zadaniowych, stanowiących podzlewnie głównej zlewni, określonych w specyfikacji przez Zamawiającego (wizualizacja na rysunku zamieszczonym poniżej).



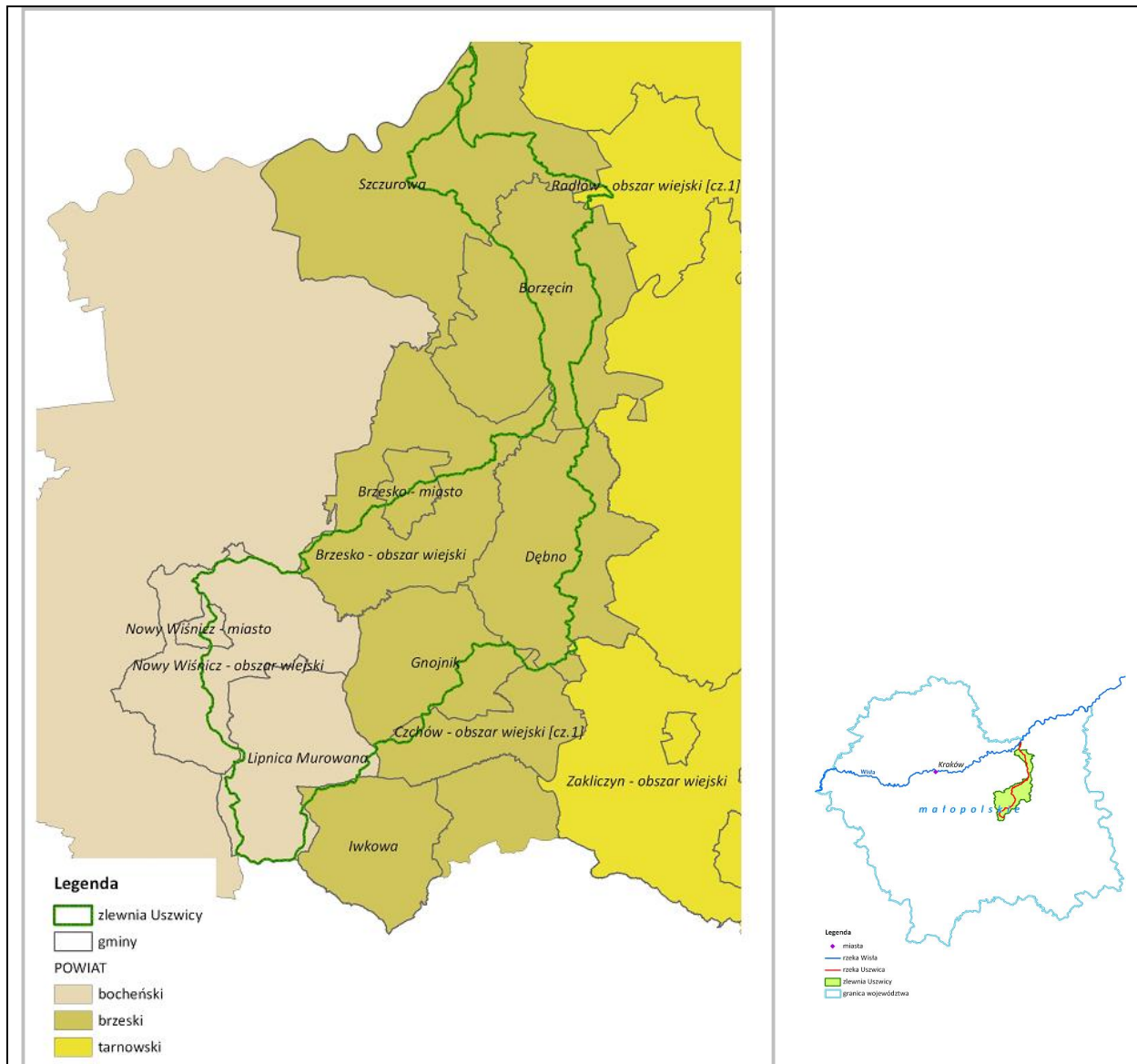


Rysunek 1. Podział zlewni rzeki Uszwicy na jednostki zadaniowe

2 Opis obszaru objętego opracowaniem

2.1 Lokalizacja na tle podziału administracyjnego Polski

Obszar objęty opracowaniem to zlewni rzeki Uszwicy. Obszar zlewni położony jest w województwie małopolskim, na obszarze trzech powiatów: bocheńskiego (gmina Lipnica Murowana, miasto i gmina Nowy Wiśnicz), brzeskiego (miasto i gmina Brzesko oraz gminy: Czchów, Borzęcin, Dębno, Gnojnik, Iwkowa i Szczurowa) i tarnowskiego (gminy: Zakliczyn i Radłów). Poniżej przedstawiono zlewnię Uszwicy na tle podziału administracyjnego.



Źródło: SIWZ

Rysunek 2. Zlewnia Uszwicy na tle podziału administracyjnego Polski

W tabeli poniżej przedstawiono powierzchnie zlewni Uszwicy w poszczególnych jednostkach administracyjnych.

Tabela nr 1. Powierzchnia zlewni Uszwicy w poszczególnych jednostkach administracyjnych

Raport Końcowy dla Zadania II

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 3. Bieg rzeki Uszwicy i jej poszczególnych dopływów na tle podziału administracyjnego Polski

2.2 Fizjografia

Uszwica rozpoczyna swój bieg na terenie Beskidu Wyspowego z typowymi pojedynczymi wzniesieniami o wysokości do 1170 m n.p.m.. Następnie, w górnym odcinku, Uszwica płynie przez środkową część Pogórza Wiśnickiego. Rzeźba terenu ma charakter rzeźby gór niskich. Środkowy odcinek biegu rzeki zlokalizowany jest na terenie Pogórza Bocheńskiego, który ma formę łagodnych i mniej stromych wzniesień. Dolny bieg Uszwicy dotyczy regionu Niziny Nadwiślańskiej. Obszar zlewni w tym regionie stanowi rozległa dolina o terenie równinnym z rzędnymi terenu zawierającymi się w przedziale 130 - 200 m n.p.m.

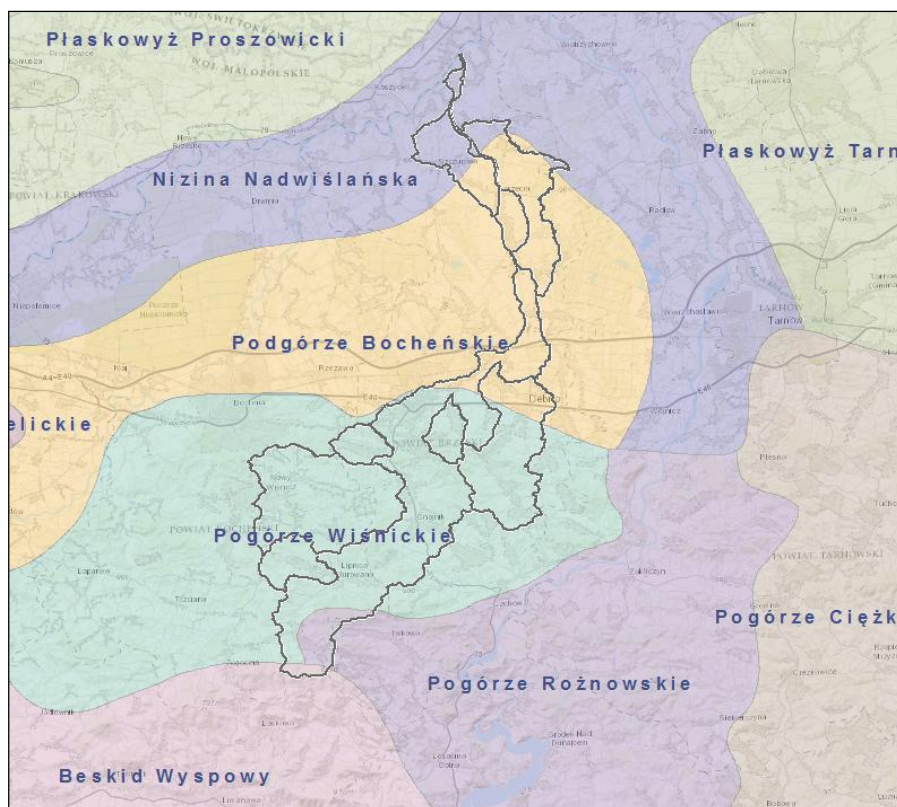
Położenie zlewni Uszwicy względem regionalizacją fizycznogeograficzną Polski (J. Kondracki, 2014 r.) przedstawiono w poniższej tabeli oraz w formie graficznej na poniższym rysunku.



Tabela nr 2. Obszaru zlewni rzeki Uszwy na tle podziału fizycznogeograficznego Polski

Prowincja	Podprowincja	Makroregion	Mezoregion
Karpaty Zachodnie z Podkarpaciem (51)	Północne z Podkarpacie (512)	Kotlina Sandomierska (512.4)	Nizina Nadwiślańska (512.41)
			Podgórze Bocheńskie (512.42)
	Zewnętrzne Karpaty Zachodnie (513)	Pogórze Zachodniobeskidzkie (513.3)	Pogórze Wiśnickie (513.34)
			Beskid Wyspowy (513.49)
		Pogórze Środkowobeskidzkie (513.6)	Pogórze Rożnowskie (513.61)

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 4. Podział na jednostki fizycznogeograficzne w obrębie zlewni Uszwy

2.3 Krajobraz

Południowa część zlewni rzeki Uszwy charakteryzuje się znacznym urozmaiceniem krajobrazu. Charakterystycznym elementem krajobrazu są pojedyncze garby wzniesień i szerokie, płaskie dna dolin. Krajobraz zlewni tworzą w dużym stopniu zalesione pasma wzgórz. Na stokach, poniżej pokrywy leśnej licznie występują użytki rolne w postaci gruntów ornych, łąk i pastwisk.

W środkowej części zlewni wyraźniej zaznacza się działalność antropogeniczna. Na terenie gminy Borzęcin na krajobraz wpływa intensywna eksploatacja kruszywa naturalnego. W krajobraz doliny wpisują się baseny poeksploatacyjne, groble oraz wały przeciwpowodziowe.

Zabudowa doliny rzeki Uszwicy w środkowej części jej biegu jest również znacznie zagęszczona.

Lesistość w dolnej części zlewni jest niższa niż w części górnej. Charakterystycznym elementem krajobrazu są szeregi wierzb, często występujące na trasie przebiegu starorzeczy oraz szpalery drzew przydrożnych.

2.4 Budowa geologiczna

Charakterystykę budowy geologicznej obszaru zlewni Uszwicy przedstawiono w obszarze wydzielonych mezoregionów, przez które przepływa rzeka Uszwica.

Pogórze Rożnowskie leży we wschodniej części płaszczowiny śląskiej stanowiącej część głównej jednostki strukturalnej Karpat, tzw. Fliszowych Karpat zewnętrznych. Są to utwory trzeciorzędowe piaskowce przewarstwione łupkami ilastymi, które uległy wypiętrzeniu i sfałdowaniu. Utwory trzeciorzędowe przykryte są utworami czwartorzędowymi miąższości do kilku metrów. Utwory czwartorzędowe pochodzą przede wszystkim z wietrzenia skał fliszowych, a w znacznie mniejszym stopniu występują osady rzek i jeziorne oraz antropogeniczne.

Pogórze Wiśnickie budują dolno i górnokredowe utwory fliszowe, kredowe łupki oraz eoceńskie łupki pstre, margle, piaskowce. Są one przykryte kilkunastometrową warstwą utworów z czwartorzędu, tj. glin pylastych, glin i pyłów półzwartych, pyłowymi utworami lessopodobnymi. W północnej części na granicy z pogórzem Bocheńskim teren przykrywają głównie utwory pylaste w postaci pseudobielicowych gleb.

Podgórze Bocheńskie należy do tektonicznego zapadliska przedkarpackiego. Pogórze zbudowane jest z solonośnego miocenu w części południowej w postaci iłów i łupków z przewarstwieniami piasków oraz piaskowców warstw grabowieckich, w części północnej w postaci iłów, iłowców i mułowców warstw chodenickich. Przykryte są utworami czwartorzędowymi głównie lessami w postaci pyłów, glin pylastych, pyłów piaszczystych oraz holocenijskich osadów akumulacji rzecznej i utworów zlodowaceń plejstoceńskich. Budują one szczyty i stoki wzniesień. Ich miąższość wynosi najczęściej 5–10 m.

Nizina Nadwiślańska leży w obrębie zapadliska przedkarpackiego, utworzonego w trzeciorzędzie na skutek ruchów górotwórczych. Obszar ten wypełniony jest osadami morza mioceńskiego, a w jego podłożu występują skały starsze, z okresu od prekambriu do kredy. Na utworach mioceńskich zalegają utwory czwartorzędowe, do których należą piaski i żwiry fluwioglacjalne, piaski i żwiry rzeczne, piaski eoliczne w wydmach, mady, piaski, żwiry terasy zalewowej 0,5 – 2,0 m wieku holocenijskiego oraz mady, piaski i żwiry budujące terasę nadzalewową wieku holocenijskiego.

2.5 Hydrografia

Zlewnia Uszwicy jest częścią regionu wodnego Górnej Wisły i należy do zlewni Wisły od Przemszy do Nidy.

Uszwica jest rzeką II rzędu o długości 61,2 km (wg zestawienia RZGW Kraków), należąca do prawostronnego dorzecza Górnej Wisły i uchodząca do niej w 151 km jej biegu. Swoje źródła ma na wysokości 500 m n.p.m. na północno-zachodnich stokach góry Kobyła w Beskidzie Wyspowym. Powierzchnia jej zlewni to 320,35 km². Poniżej Brzeska-Okocimia wpływa na Podgórze Bocheńskie. Oprócz Podgórza Bocheńskiego odwadnia również Pogórze Wiśnickie (głównie poprzez największe ze swoich dopływów – potoki Leksandrówka i Niedźwiedz). Poniżej miejscowości Borzęcin zlewnia Uszwicy jest zmeliorowana, a dolina na całej długości jest prawie bezleśna.



Zlewnia Uszwicy ma charakterystyczny kształt, cechujący się dużą powierzchnią południowej (górskiej) części i silnie zwężoną częścią północną (bardziej nizinną). Skutkuje to, szczególnie w wypadku deszczy nawalnych lub nagłej odwilży, zbieraniem dużych ilości wody w górnym biegu i powodzią w dolnym. W obrębie zlewni praktycznie nie ma zbiorników wód stojących, co jest spowodowane m.in. regulacją cieków, dużymi spadkami terenu i rzeźbą staroglacjalną.

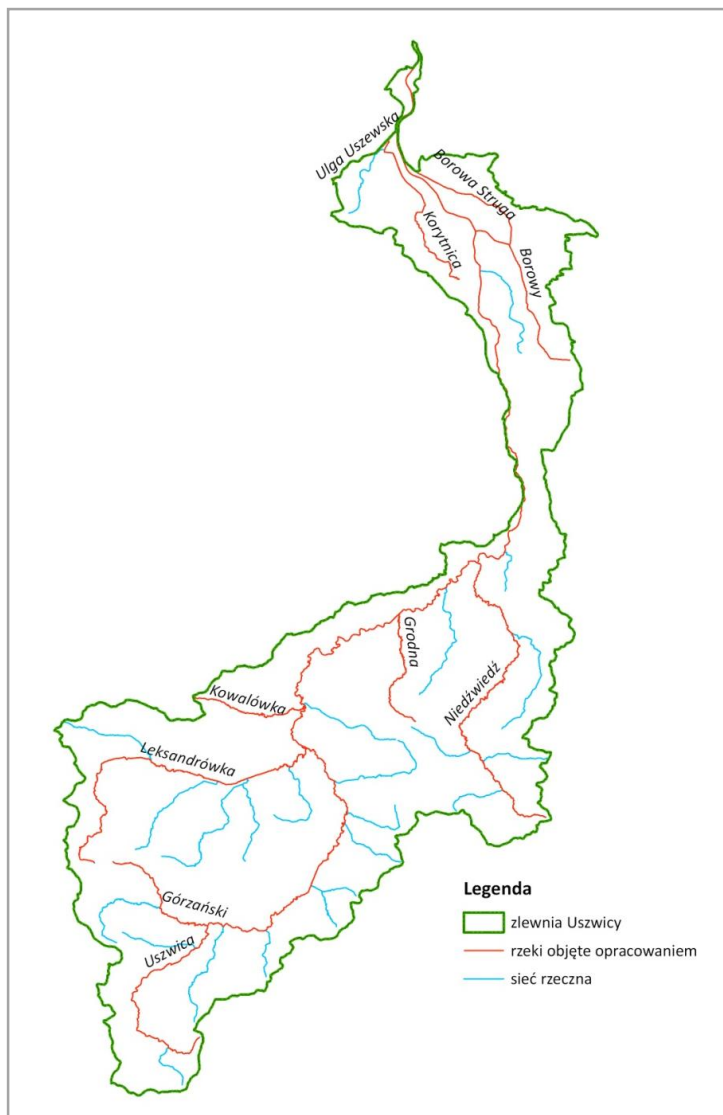
Według klasyfikacji Dynowskiej [9] Uszwica posiada reżim pluwno-nivalny (średni odpływ miesiąca letniego jest wyższy od średniego odpływu miesiąca wiosennego i wynosi 130% - 180% średniego odpływu rocznego). Uszwica charakteryzuje się dużą zmiennością stanów wody (amplituda w wieloleciu przekracza 530 cm). Spowodowane jest to m.in. słabo przepuszczalnym podłożem fliszowym oraz znacznym wylesieniem obszaru zlewni. Czynniki te prowadzą do nagłej reakcji zlewni na opad lub roztopy.

Główne dopływy rzeki Uszwicy wymieniono w poniższej tabeli oraz przedstawiono na poniższym rysunku.

Tabela nr 3. Główne dopływy rzeki Uszwicy

Rzeka	Orientacyjna długość, km
Górzański	6,4
Leksandrówka	17,5
Kowalówka	5,6
Grodna	6,7
Niedźwiedź	18,1
Borowy	7,7
Borowa Struga	6,2
Ulga Uszewska	3,5
Korytnica	8,2
Razem	149,3

Źródło: SIWZ



Źródło: SIWZ

Rysunek 5. Podział hydrograficzny obszaru zlewni Uszwicy

Poniżej przedstawiono charakterystykę hydrograficzną poszczególnych głównych dopływów rzeki Uszwicy.

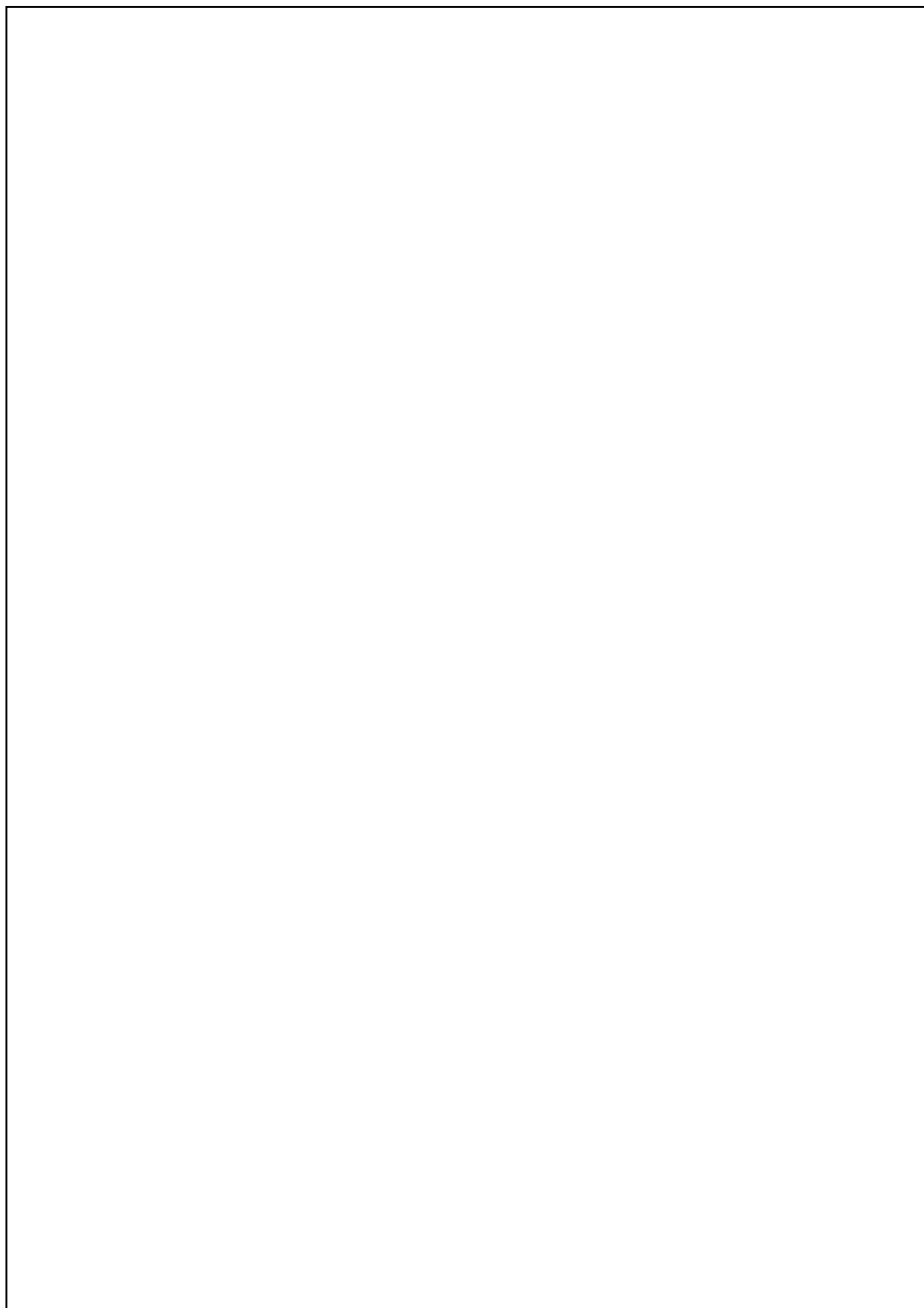
Tabela nr 4. Charakterystyka hydrograficzna dopływów rzeki Uszwicy objętych opracowaniem

Rzeka	Charakterystyka hydrograficzna
Górzański	Potok Górzański w całości znajduje się na terenie gminy Lipnica Murowana. Uchodzą do niego m.in. Słocina ze Strugą oraz Soślina. Największym dopływem Potoku Górzańskiego jest Łuźwica. Obszar zlewni charakteryzują wzgórza o rozciągłości wschód – zachód, porozcinane dolinami pomniejszych cieków, często okresowych.
Leksandrówka	Leksandrówka jest drugim największym dopływem rzeki Uszwicy, uchodzi z lewej strony jej biegu. Zlewnia Leksandrówki obejmuje 4 gminy: Nowy Wiśnicz, Lipnica Murowana, Gnojnik i Brzesko. Leksandrówka odwadnia obszar Pogórza Wiśnieckiego, swój początek bierze na wysokości ok. 380 m n.p.m. w masywie wzgórza Bukowiec. Zasilana jest przez wiele potoków, większe z nich to m.in. Kopaliny, Potok Kobylecki, Borowianka i Stara Rzeka.
Kowalówka	Zlewnia potoku Kowalówka znajduje się w całości w obrębie gminy Brzesko, leży w jej południowej części.
Grodna	Rzeka Grodna płynie w całości przez gminę Brzesko, jest prawobrzeżnym dopływem Uszwicy.
Niedźwiedź	Pierwszy, co do długości dopływ rzeki Uszwicy, swoje źródła ma na granicy gmin Dębno i Zakliczyn na Pogórzu Wiśnickim. Przebieg potoku jest w przybliżeniu południkowy, z południa na północ. Jego główne dopływy to: Dopływ spod Żerkowa, Dopływ spod Przymiarek, Dopływ w Dołach oraz Dopływ spod góry Kamionka. W północnej części zlewni, na Podgórzu Bocheńskim, jego dopływy stanowią głównie rowy melioracyjne. Jako typowy ciek pogórski charakteryzuje się dużą zmiennością stanów wody, związaną z szybką reakcją na spływ powierzchniowy podczas opadów lub roztopów.
Borowy	Potok Borowy w pełni znajduje się na terenie gminy Borzęcin. Jego koryto praktycznie zostało przekształcone w rów melioracyjny. Pozostałościami po starych korytach są meandry i starorzecza, zanikające w wyniku prac melioracyjnych prowadzących do osuszenia terenu. Największe zachowane starorzecze potoku Borowy znajduje się w Borzęcinie Dolnym.
Korytnica Ulga Uszewska	Korytnica i Ulga Uszewska są ciekami w pełni uregulowanymi. Obszar ich zlewni jest zmeliorowany, w związku z czym cieki te zasilane są głównie przez pomniejsze rowy melioracyjne. Teren ten jest intensywnie wykorzystywany rolniczo, co doprowadziło do mocnego wylesienia oraz przyspieszenia spływu powierzchniowego.

Źródło: opracowanie własne



W obszarze zlewni Uszwicy wydzielone zostały 4 jednolite części wód powierzchniowych (JCWP): Uszwica do Niedźwiedzia RW2000122139669, Uszwica od Niedźwiedzia do ujścia RW200019213969, Borowa Struga PLRW2000172139676 oraz Ulga Uszewska z Kortnicą PLRW2000262139689. Granice JCWP na tle terenu zlewni przedstawiono na poniższym rysunku.



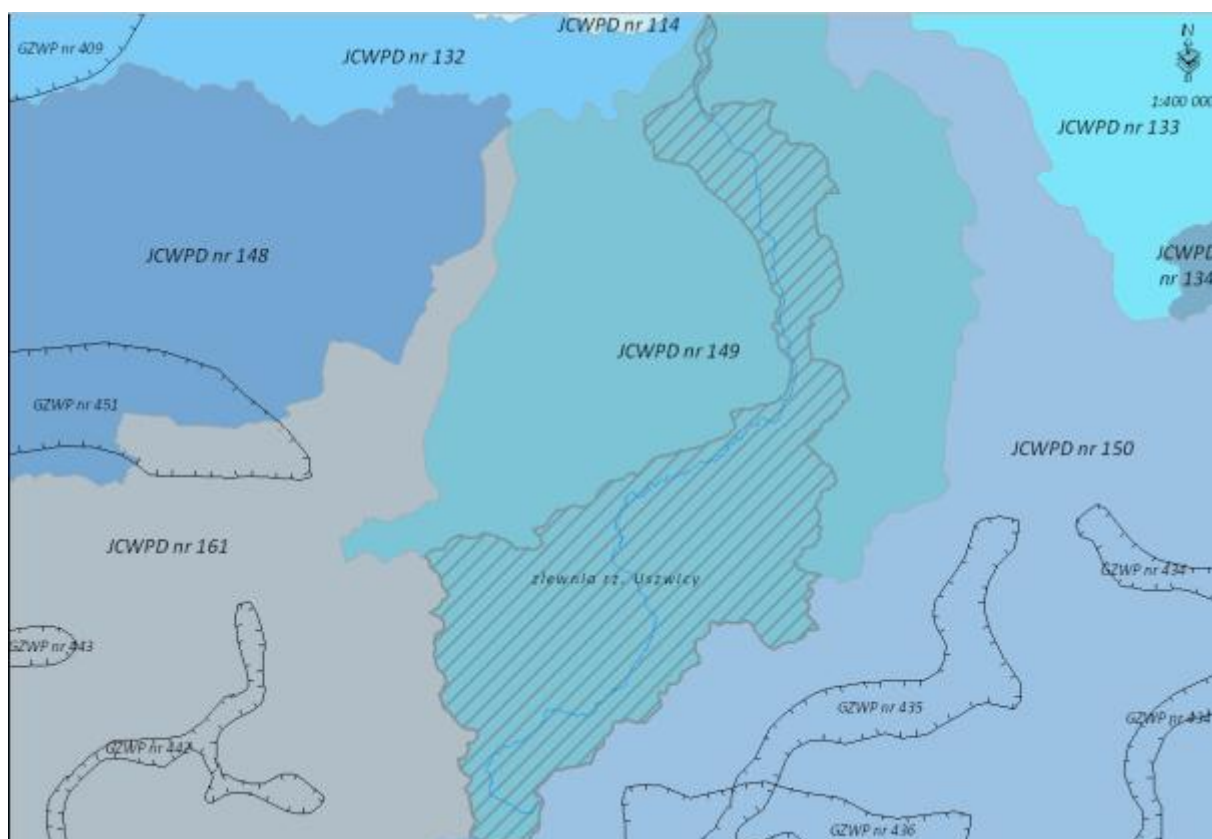
Źródło: opracowanie własne

Rysunek 6. Jednolite części wód powierzchniowych w obszarze zlewni rzeki Uszwicy

W obszarze zlewni Uszwicy wody podziemne występują w trzech poziomach wodonośnych: w utworach czwartorzędowych, neogenu oraz paleogenu. Poziom wodonośny występujący w utworach czwartorzędowych związany jest z warstwami akumulacji rzecznej Uszwicy, głównie z piaskami i żwirami, w których rozwinięty jest porowy system wodonośny. Piętro wodonośne związane jest z utworami neogenu wykształcone jest jako piaski i piaskowce. Lokalnie istnieje połączony poziom wodonośny czwartorzędowy i neogeński. Trzeci poziom wodonośny związany jest z utworami fliszowymi paleogenu, zbudowanymi z utworów piaskowcowo – łupkowych. Lokalnie czwartorzędowy poziom wodonośny może występować w łączności hydraulicznej z poziomami w utworach fliszowych.

W obrębie zlewni Uszwicy nie występują GZWP.

Cały obszar zlewni Uszwicy leży w obrębie jednolitej części wód podziemnych JCWPd nr 149 (zgodnie z nowym podziałem obszaru Polski na 172 części, który będzie obowiązywać od 2016 roku).



Źródło: WWW.psh.gov.pl

Rysunek 7. Obszar zlewni rzeki Uszwicy na tle JCWPd nr 149

2.6 Flora i fauna

Teren zlewni rzeki Uszwicy charakteryzuje się występowaniem wielu typów siedlisk przyrodniczych oraz bogactwem gatunków roślin i zwierząt.

W obszarze zlewni Uszwicy obserwowana jest znacząca różnorodność siedlisk wilgotnych, które reprezentowane są głównie przez łąg olszowo - jesionowego, łąg podgórskiego i olszyny karpackiej. Łągi olszowo - jesionowe są charakterystyczne dla dolin mniejszych cieków. Gatunkami charakterystycznymi dla łągu olszowo - jesionowego jest olsza czarna, jesion wyniosły, czeremcha zwyczajna, niecierpek zwyczajny, pokrzywa zwyczajna.

Doliny rzeczne stanowią doskonałe miejsce lęgowe i żerowiskowe dla różnych gatunków zwierząt. Często w dolinach występują liczne gatunki ssaków, w tym również gatunki objęte ochroną, tj. wydra czy bóbr. Starorzecza, podmokłe obszary wzdłuż cieków stwarzają dogodne warunki do bytowania przedstawicieli płazów i gadów.

W wodach rzeki Uszwicy dominującym gatunkiem jest pstrąg potokowy, natomiast gatunkami towarzyszącymi jest głowacz pręgopłetwy, strzebla potokowa czy śliz. Rzeka Uszwica jest również miejscem bytowania takich gatunków pospolitych jak: kleń, okoń, płoć, szczupak.

2.7 Obszary chronione

Na terenie zlewni rzeki Uszwicy zidentyfikowano obszarowe formy ochrony przyrody w postaci:

- obszarów Natura 2000;
- parków krajobrazowych;
- obszarów chronionego krajobrazu.

Poniżej w tabeli zestawiono zidentyfikowane obszary chronione oraz na rysunku przedstawiono ich lokalizację na tle zlewni rzeki Uszwicy

Tabela nr 5. Obszary chronione w zlewni rzeki Uszwicy

Zlewnia	Jednostka zadaniowa	Obszary chronione
Uszwica	Z01	Natura 2000 PLH120066 „Dębówka nad rzeką Uszewką” Wiśnicko - Lipnicki Park Krajobrazowy Obszar Chronionego Krajobrazu Wschodniego Pogórza Wiśnickiego Bratucicki Obszar Chronionego Krajobrazu Obszar Chronionego Krajobrazu Doliny Wisły
Górzański	Z02	Wiśnicko - Lipnicki Park Krajobrazowy Natura 2000 PLH120048 „Nowy Wiśnicz” Wiśnicko - Lipnicki Park Krajobrazowy
Leksandrówka	Z03	Obszar Chronionego Krajobrazu Wschodniego Pogórza Wiśnickiego
Kowalówka	Z04	Obszar Chronionego Krajobrazu Wschodniego Pogórza Wiśnickiego
Grodna	Z05	Obszar Chronionego Krajobrazu Wschodniego Pogórza Wiśnickiego
Niedźwiedź	Z06	Obszar Chronionego Krajobrazu Wschodniego Pogórza Wiśnickiego
Borowy	Z07	Radłowsko - Wierzchosławicki Obszar Chronionego Krajobrazu
Korytnica, Uszewska	Ulga Z08	Natura 2000 PLH120066 „Dębówka nad rzeką Uszewką”

Źródło: opracowanie własne



Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.

Źródło: opracowanie własne
Rysunek 8. **Lokalizacja obszarowych form ochrony przyrody w zlewni rzeki Uszwicy**



2.8 Zagospodarowanie przestrzenne

Na rysunku poniżej przedstawiono charakterystykę zagospodarowania przestrzennego dla poszczególnych jednostek zadaniowych w zlewni rzeki Uszwicy, uwzględniającą podział na klasy użytkowania terenu zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego z dnia 21 grudnia 2012 r. [Dz.U. z 2013 r. poz. 104].

Zgodnie z zapisami cytowanego Rozporządzenia § 9 punkt 2. przy opracowywaniu map ryzyka powodziowego, o których mowa w § 8 ust. 1 pkt 2, uwzględnia się określenie na mapie specjalnym oznaczeniem klas użytkowania terenu:

- a) terenów zabudowy mieszkaniowej,
- b) terenów przemysłowych,
- c) terenów komunikacyjnych,
- d) lasów,
- e) terenów rekreacyjno-wypoczynkowych,
- f) użytków rolnych:
 - gruntów ornych,
 - użytków zielonych,
- g) wód,
- h) pozostałych.

Tabela nr 6. Udział procentowy poszczególnych klas użytkowania terenu w zlewni rzeki Uszwicy

Klasy użytkowania terenu	Udział procentowy%
lasy	29,9%
tereny komunikacyjne	0,5%
pozostałe	1,4%
tereny zabudowy mieszkaniowej	6,6%
użytki rolne	60,3%
tereny przemysłowe	0,5%
tereny rekreacyjno wypoczynkowe	0,1%
wody	0,7%
razem	100%

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 9. Zagospodarowanie przestrzenne w zlewni rzeki Uszwicy

Źródło: opracowanie własne



3 Opis i zestawienie danych wejściowych do opracowania (przekazanych przez Zamawiającego i pozyskanych przez Wykonawcę)

Dla potrzeb wykonania przedmiotowego zamówienia Zamawiający udostępnił szereg dokumentów wejściowych, w szczególności:

- Numeryczny model terenu
- Mapy topograficzne w skali 1:10 000
- Ortofotomapy w skali referencyjnej 1:5 000
- Warstwy w formacie „shapefile” (układ PUWG 1992) zawierające informację o podziale administracyjnym obszaru objętego projektem (podział na gminy i powiaty),
- Warstwy w formacie „shapefile” (układ PUWG 1992) zawierające informację o podziale hydrograficznym (MPHP) obszaru objętego projektem
- Bazę Danych Obiektów Topograficznych (BDOT), pochodzącą z zasobów CODGiK,
- Dane hydrologiczne dla wodowskazu Borzęcin na Uszwicy oraz Popędzyna i Karsy na Wiśle:
 - przepływy prawdopodobne o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=50\%$; 20% ; 10% ; 5% ; 2% ; 1% ; $0,5\%$, $0,3\%$, $0,2\%$ oraz $0,1\%$;
 - hydrogramy przepływów wezbraniowych z dwóch największych wezbrań, które miały miejsce w ostatnich 30-tu latach w celu wykorzystania w procesie kalibracji i weryfikacji,
 - krzywe natężenia przepływu,
 - zero wodowskazów
- Dane meteorologiczne (średnia wysokość opadów w zlewni o prawdopodobieństwa wystąpienia $p=50\%$; 20% ; 10% ; 5% ; 2% ; 1% ; $0,5\%$ i $0,2\%$ i czasie trwania $t= 24$ godz.) dla 4 zlewni:
 - Uszwica do ujścia rz. Leksandrówka (bez rz. Leksandrówka),
 - Leksandrówka,
 - Uszwica od ujścia rz. Leksandrówka (bez rz. Leksandrówka) do ujścia rz. Niedźwiedź (wraz z rz. Niedźwiedź),
 - Uszwica od ujścia rz. Niedźwiedź (bez rz. Niedźwiedź) do ujścia Uszwicy do Wisły.
- Mapę glebowo - rolniczą w skali referencyjnej 1:25 000 opracowaną w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach,
- Dokument pn. „Zestaw cen jednostkowych dla wycen obiektów technicznych...” opracowany w 2013 r. przez firmy MGGP S.A. i KV Projekty Inżynieryjne i Architektoniczne w ramach realizacji „Analizy programu inwestycyjnego w zlewni Raby” oraz „Analizy programu inwestycyjnego w zlewni Sanu (wraz ze zlewnią Wisłoka)”,
- Dokument pn. „Zastosowanie analizy wielokryterialnej do wyboru preferowanego wariantu ochrony przeciwpowodziowej w zlewni, wykorzystywane w analizach planistycznych regionu wodnego górnej Wisły”, opracowany w maju 2014 r. przez grupę roboczą składającą się z firm: ARUP, BCE, KV i MGGP i zatwierdzonym do stosowania przez Zespół Techniczny Programu Ochrony Przed Powodzią w Dorzeczu Górnej Wisły w dniu 26.06.2014 r. (z uwzględnieniem aktualizacji z sierpnia 2014 r.).



4 Opis prac wykonanych w ramach Etapu IA, IB i II

4.1 Inwentaryzacja istniejącego systemu ochrony przeciwpowodziowej (w tym zestawienia parametrów obiektów)

W ramach inwentaryzacji istniejących obiektów gospodarki wodnej zlewni Uszwicy zidentyfikowano następujące obiekty w podziale na klasy:

- obwałowania przeciwpowodziowe;
- budowle hydrotechniczne;
- zbiorniki retencyjne;
- zbiorniki małej retencji;
- suche zbiorniki i poldery;
- śluzy wałowe;
- przepompownie.

Poniżej zestawiono istniejące obiekty gospodarki wodnej w podziale na jednostki zadaniowe.

Jednostka zadaniowa Z1 – Uszwica



Tabela nr 7. Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km ciek (od –do)	Lokalizacja (miejsowość)	Klasa obwałowania	Powierzchnia obszaru chronionego [ha]	Rzędne korony obwałowania (od – do) [m n.p.m.]	Rodzaj uszczelnienia korpusu / podłoża	Administrator
1	Uszwica	od 1 + 500 do 13 + 700	Kopacze Wielkie – Borzęcin wał lewy	II, III	bd	od 181,35 do 190,36	bd	MZMiUW
2	Uszwica	od 13 + 700 do 15 + 200	Borzęcin wał lewy	II, III	bd	od 190,96 do 192,53	bd	Gmina Borzęcin
3	Uszwica	od 15 + 200 do 15 + 500	Borzęcin wał lewy	II, III	bd	od 191,75 do 192,74	bd	MZMiUW
4	Uszwica	od 15 + 500 do 18 + 100	Borzęcin wał lewy	II, III	bd	od 192,04 do 195,97	bd	Gmina Borzęcin
5	Uszwica	od 18 + 100 do 20 + 600	Borzęcin wał lewy	II, III	bd	od 194,73 do 198,86	bd	MZMiUW
6	Uszwica	od 23 + 200 do 24 + 000	Wokowice wał lewy	II, III	bd	od 200,42 do 203,86	bd	MZMiUW
7	Uszwica	od 0 + 400 do 13 + 700	Kopacze Wielkie – Borzęcin wał prawy	II, III	bd	od 181,26 do 190,42	bd	MZMiUW
8	Uszwica	od 13 + 700 do 18 + 100	Borzęcin wał prawy	II, III	bd	od 190,34 do 195,50	bd	Gmina Borzęcin
9	Uszwica	od 18 + 100	Borzęcin -	II, III	bd	od 194,96	bd	MZMiUW



Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km ciek (od –do)	Lokalizacja (miejsowość)	Klasa obwałowania	Powierzchnia obszaru chronionego [ha]	Rzędne korony obwałowania (od – do) [m n.p.m.]	Rodzaj uszczelnienia korpusu / podłoża	Administrator
		do 23 + 200	Bielcza wał prawy			do 203,01		

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin

Tabela nr 8. Zestawienie budowli hydrotechnicznych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km ciek (od –do)	Lokalizacja (miejsowość)	Rodzaj budowli	Wysokość piętrzenia / spadu [m]	Administrator
1	Uszwica	18 + 720	Borzęcin	próg	bd	MZMiUW
2	Uszwica	37 + 942	Brzesko	Pojedynczy stopień wodny	bd	MZMiUW
3	Uszwica	64 + 180	Rajbrot	Stopień korekcji stopniowej	bd	MZMiUW
4	Uszwica	67 + 736	Rajbrot	Stopień korekcji stopniowej	bd	MZMiUW
5	Uszwica	68 + 148	Rajbrot	próg	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin



Tabela nr 9. Zestawienie śluz wałowych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km cieku	Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna dna na wlocie [m n.p.m.]	Średnica śluzy [m]	Administrator
Wał prawy						
1	Uszwica	1 +080	Wola Przemysłowa	bd	0,6	MZMiUW
2	Uszwica	5 + 780	Kwików	bd	2 x 0,8	MZMiUW
3	Uszwica	10 +080	Jagniówka	bd	2 x 1,0	MZMiUW
4	Uszwica	11 +800	Borzęcin	bd	0,6	MZMiUW
5	Uszwica	12 + 150	Borzęcin	bd	0,6	MZMiUW
6	Uszwica	12 + 480	Borzęcin	bd	0,6	MZMiUW
7	Uszwica	12 + 650	Borzęcin	bd	0,6	MZMiUW
8	Uszwica	15 + 280	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW
9	Uszwica	16 + 400	Borzęcin	bd	bd	Gmina Borzęcin
10	Uszwica	16 + 810	Borzęcin	bd	0,4	Gmina Borzęcin
11	Uszwica	18 + 150	Borzęcin	bd	2 x 0,8	MZMiUW
12	Uszwica	18 + 600	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW
13	Uszwica	21 + 800	Borzęcin	bd	0,6	MZMiUW
14	Uszwica	22 + 230	Borzęcin	bd	0,8	MZMiUW
Wał lewy						
1	Uszwica	1 +720	Kopacze Wielkie	bd	0,6	MZMiUW
2	Uszwica	2 +180	Kopacze Wielkie	bd	0,6	MZMiUW
3	Uszwica	2 +800	Kopacze Wielkie	bd	0,6	MZMiUW
4	Uszwica	4 +400	Księża Kopacze	bd	2 x 1,0	MZMiUW



Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km cieku	Lokalizacja (miejsowość)	Rzędna dna na wlocie [m n.p.m.]	Średnica śluzy [m]	Administrator
5	Uszwica	7 + 880	Wołoszyn		bd	
6	Uszwica	13 +600	Borzęcin	bd	0,6	MZMiUW
7	Uszwica	16 +560	Borzęcin	bd	bd	Gmina Borzęcin
8	Uszwica	17 + 050	Borzęcin	bd	bd	Gmina Borzęcin
9	Uszwica	18 + 750	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin

Jednostka zadaniowa Z3 – Leksandrówka

Tabela nr 10. Zestawienie budowli hydrotechnicznych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km cieku (od –do)	Lokalizacja (miejsowość)	Rodzaj budowli	Wysokość piętrzenia / spadu [m]	Administrator
1	Leksandrówka	13 + 211	Nowy Wiśnicz	Pojedynczy stopień wodny	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin



Jednostka zadaniowa Z6 – Niedźwiedź

Tabela nr 11. Zestawienie budowli hydrotechnicznych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km cieku (od –do)	Lokalizacja (miejscowość)	Rodzaj budowli	Wysokość piętrzenia / spadu [m]	Administrator
1	Niedźwiedź	3 + 516	Wola Dębińska	Pojedynczy stopień wodny	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin

Jednostka zadaniowa Z7 – Borowy

Tabela nr 12. Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km cieku (od –do)	Lokalizacja (miejscowość)	Klasa obwałowania	Powierzchnia obszaru chronionego [ha]	Rzędne korony obwałowania (od – do) [m n.p.m.]	Rodzaj uszczelnienia korpusu / podłoża	Administrator
1	Borowy	od 0 + 050 do 3 + 200	Borzęcin wał lewy	bd	bd	bd	bd	MZMiUW
,2	Borowy	od 0 + 050 do 3 + 200	Borzęcin wał prawy	bd	bd	bd	bd	MZMiUW
3	Borowa Struga	od 0 + 050 do 2 + 300	Kwików Wał prawy	bd	bd	bd	bd	MZMiUW
4	Borowa Struga	od 4 + 600 do 5 +100	Dołęga Wał lewy	bd	bd	bd	bd	MZMiUW
5	Borowa Struga	od 4 + 600 do 5 +100	Dołęga	bd	bd	bd	bd	MZMiUW



Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km ciek (od –do)	Lokalizacja (miejsowość)	Klasa obwałowania	Powierzchnia obszaru chronionego [ha]	Rzędne korony obwałowania (od – do) [m n.p.m.]	Rodzaj uszczelnienia korpusu / podłoża	Administrator
			Wał prawy					

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin

Tabela nr 13. Zestawienie śluz wałowych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km ciek	Lokalizacja (miejsowość)	Rzędna dna na wlocie [m n.p.m.]	Średnica śluzy [m]	Administrator
Wał prawy						
1	Borowa Struga	0 +800	Kwików	bd	bd	MZMiUW
2	Borowa Struga	0 +960	Kwików	bd	bd	MZMiUW
3	Borowy	0 + 680	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW
4	Borowy	2+ 160	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW
5	Borowy	2 + 380	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW
6	Borowy	2 + 980	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW
Wał lewy						
1	Borowy	1 + 320	Borzęcin	bd	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin



Jednostka zadaniowa Z8 – Korytnica i Ulga Uszewska

Tabela nr 14. Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km ciekłu (od –do)	Lokalizacja (miejsowość)	Klasa obwałowania	Powierzchnia obszaru chronionego [ha]	Rzędne korony obwałowania (od – do) [m n.p.m.]	Rodzaj uszczelnienia korpusu / podłoża	Administrator
1	Ulga Uszewska	od 0 +1 00 do 3 + 300	Księżę Kopacze – Rzączowa wał lewy	bd	bd	bd	bd	MZMiUW
2	Ulga Uszewska	od 0 + 250 do 3 + 300	Księżę Kopacze – Rzączowa wał prawy		bd	bd	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin

Tabela nr 15. Zestawienie śluz wałowych

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km ciekłu	Lokalizacja (miejsowość)	Rzędna dna na wlocie [m n.p.m.]	Średnica śluzy [m]	Administrator
Wał prawy						
1	Ulga Uszewska	0 +580	Brzezinki	bd	bd	MZMiUW
2	Ulga Uszewska	1 +380	Brzezinki	bd	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin



Tabela nr 16. Zestawienie pompowni

Nr obiektu	Rzeka / potok	Km cieku	Lokalizacja (miejscowość)	Powierzchnia obszaru odwadnianego [km ²]	Wydajność [m ³ /s]	Wysokość podnoszenia [m]	Odległość przesyłu [m]	Administrator
1	Ulga Uszewska	0 + 150	Księżę Kopacze	bd	bd	bd	bd	MZMiUW

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów geodezyjnych, wizyt lokalnych w terenie oraz informacji pozyskanych z gmin



W tabeli poniżej przedstawiono ocenę skuteczności istniejącego systemu zabezpieczenia powodziowego w podziale na poszczególne jednostki zadaniowe.

Tabela nr 17. Ocena skuteczności systemu zabezpieczenia powodziowego

Zlewnia	Jednostka zadaniowa	Ocena skuteczności systemu zabezpieczenia powodziowego
Uszwica	Z01	Jedyną bezpośrednią formą ochrony przeciwpowodziowej na obszarze zlewni nie licząc lokalnych umocnień koryta (gmina Lipnica Murowana, Brzesko) są wały przeciwpowodziowe na odcinku ponad 23 km patrząc od ujścia Uszwicy do Wisły. Stan wałów, co pokazały historyczne powodzie zwłaszcza te w 1997 i 2010 roku jest niezadawalający. Pomimo modernizacji wałów po 2010 roku, ciągle występują odcinki wałów które należy zmodernizować. Rzeka powyżej miejscowości Brzesko nabiera charakteru rzeki górskiej, silnie meandrującej co powoduje, iż w czasie wezbrań dochodzi do podmywania brzegów, obrywania skarp zarówno na terenach zielonych jak i zurbanizowanych. Rzeka na tym odcinku wymaga regulacji, umocnień skarp itp. zwłaszcza na terenach zurbanizowanych przez które przepływa.
Górzański	Z02	Potok ma charakter cieku naturalnego i jedynie na ujściu do rzeki Uszwicy powoduje zagrożenie podtopienia okolicznej zabudowy (w tym kościoła św. Leonarda w Lipnicy Murowanej)
Leksandrówka	Z03	Najdłuższy dopływ Uszwicy, jedynie w dolnym jego odcinku występują zabezpieczenia w korycie (opaski, płotki faszynowe). Z uwagi na zabudowę zlokalizowaną w pobliżu cieku generuje on duże niebezpieczeństwo lokalnych podtopień (miejscowość Uszew). Potok wymaga regulacji oraz bieżących prac utrzymaniowych.
Kowalówka	Z04	Gęsta zabudowa wzdłuż potoku oraz nagły przyptyw wody podczas nawalnych deszczy potęguje niebezpieczeństw podtopień posesji. Potok wymaga regulacji oraz bieżących prac utrzymaniowych
Grodna	Z05	Rzeka o charakterze górski, przepływająca wzdłuż miejscowości Jadowniki. Rzeka w czasie ulew stwarza ciągle ryzyko podtopienia posesji które znajdują się w bardzo bliskim sąsiedztwie z ciekami. Jedynie w dolnym biegu rzeki występują regulacje.
Niedźwiedź	Z06	Koryto potoku Niedźwiedź wcięte jest w dno doliny na głębokość 2-3 metrów, pomimo to podczas nawalnych deszczy woda występuje z koryta. Zjawisku temu sprzyja ukształtowanie terenu (spływ wody po stokach) jak również sieć dróg poprowadzonych prostopadle do potoku którymi wody płyną prosto do potoku. Potok wymaga regulacji, umocnień skarp koryta jak i bieżących prac utrzymaniowych.
Borowy, Borowa Struga	Z07	Ciek Borowy jest obustronnie obwałowany na odcinku od ujścia cieku do Uszwicy (ok. 3,2 km). Natomiast Borowa Struga ma prawostronne wały na odcinku ok. 2,3 km (odcinek od Uszwicy) oraz fragment obustronnych wałów (od 4,6 do 5,1km cieku). Woda z cieków w przypadku wysokiego stanu wody w rzece Uszwicy nie ma do niej bezpośredniego odpływu (zamiecie śluz wałowej) co powoduje lokalne podtopienia przy ujściu.
Korytnica, Ulga Uszewska	Z08	Ulga Uszewska posiada obustronne wały na całej swojej długości, natomiast Korytnica która jest jej dopływem nie posiada żadnych zabezpieczeń przeciwpowodziowych. Ponadto przy ujściu Ulgi Uszewskiej do Uszwicy zlokalizowana jest przepompownia która umożliwi odprowadzenie wody z Ulgi Uszewskiej w przypadku zamknięcia się śluz wałowej na skutek wysokiego stanu wody w Uszwicy.

Źródło: opracowanie własne na podstawie ankietyzacji gmin i Powiatowych Centrów Zarządzania Kryzysowego.

Wniosek:

Z uwagi na charakter zlewni Uszwicy (górną i środkową część to zlewnia typowo górską charakteryzująca się szybkim spływem wód deszczowych z okolicznych stoków i terenów zabudowanych, natomiast dolną część zlewni to uregulowane, obwałowane cieki) wskazane jest zwiększenie retencji zlewni, co umożliwi spowolnienie przepływu wody oraz spłaszczenie fali powodziowej.

4.2 Inwentaryzacja użytkowania terenu i obiektów kubaturowych oraz infrastruktury liniowej w strefach zalewowych dla poszczególnych wariantów analiz

Poniżej przedstawiono udział powierzchni obszarów narażonych zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie wystąpienia $Q=0,1\%$ i $Q=0,2\%$ dla poszczególnych wariantów analiz. Zestawienie sporządzono z podziałem na poszczególne klasy użytkowania terenu (zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego z dnia 21 grudnia 2012 r. [Dz.U. z 2013 r. poz. 104]).

Zgodnie z zapisami cytowanego Rozporządzenia § 9 punkt 2. przy opracowywaniu map ryzyka powodziowego, o których mowa w § 8 ust. 1 pkt 2, uwzględnia się określenie na mapie specjalnym oznaczeniem klas użytkowania terenu:

- a) terenów zabudowy mieszkaniowej,
- b) terenów przemysłowych,
- c) terenów komunikacyjnych,
- d) lasów,
- e) terenów rekreacyjno-wypoczynkowych,
- f) użytków rolnych:
 - gruntów ornych,
 - użytków zielonych,
- g) wód,
- h) pozostałych.

Tabela nr 18. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z01, Z07, Z08				
	W0	W1	WIIA	WIIB	WIIC
tereny zabudowy mieszkaniowej	38,6	7,6	7,6	21,7	5,2
tereny przemysłowe	6,4	0,1	0,1	4,7	0,1
tereny komunikacyjne	9,7	0,9	0,9	3,9	0,8
lasy	117,2	34,3	34,3	106,0	33,3
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	2,0	0	0	0	0
grunty orne	1 029,7	255,1	255,1	834,8	260,9
użytki zielone	1 179,8	619,1	619,1	1148,5	614,3
tereny pozostałe	114,4	79,9	79,9	87,4	79,6
woda	63,7	2,0	2,0	61,8	2

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 19. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z01, Z07, Z08				
	W0	W1	WIIA	WIIB	WIIC
tereny zabudowy mieszkaniowej	90,3	35,1	35,1	49,9	32,5
tereny przemysłowe	10,9	1,3	1,3	5,6	1,2
tereny komunikacyjne	21,0	8,2	8,2	9,2	86,9
lasy	186,8	79,4	79,4	173,6	78,2
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	7,6	0	0	0	0
grunty orne	1 585,0	812,6	812,6	1270,5	814,8
użytki zielone	1 453,3	1095,6	1095,6	1442,6	1094,3
tereny pozostałe	137,7	99,1	99,1	111,1	98,4
woda	112,6	3,6	3,6	110,5	3,1

Źródło: opracowanie własne



Tabela nr 20. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%

Klasa obiektu	Jednostka	Jednostka zadaniowa Z01, Z07, Z08				
		W0	WI	WIIA	WIIB	WIIC
Budynki mieszkalne	szt.	433	70	70	126	37
Budynki gospodarcze	szt.	288	104	104	275	71
Budynki użyteczności publicznej	szt.	4	3	3	6	3
Budynki przemysłowe	szt.	18	0	0	1	0
Cmentarze	szt.	2	1	1	1	1
Drogi	km	88	35	35	75,7	37,9
Linie kolejowe	km	0	0	0	0,1	0,1

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 21. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%

Klasa obiektu	Jednostka	Jednostka zadaniowa Z01, Z07, Z08				
		W0	WI	WIIA	WIIB	WIIC
Budynki mieszkalne	szt.	777	260	260	321	224
Budynki gospodarcze	szt.	637	356	356	509	333
Budynki użyteczności publicznej	szt.	15	10	10	12	8
Budynki przemysłowe	szt.	70	3	3	4	4
Cmentarze	szt.	2	1	1	1	1
Drogi	km	137	81	81	110,2	82,9
Linie kolejowe	km	0	0	0	0,1	0,1

Źródło: opracowanie własne



Tabela nr 22. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z02	
	W0	WIIA
tereny zabudowy mieszkaniowej	0,34	0,2
tereny przemysłowe	0,00	0,0
tereny komunikacyjne	0,28	0,3
lasy	2,87	2,4
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	0,00	0,0
grunty orne	2,50	0,8
użytki zielone	2,99	1,7
tereny pozostałe	1,29	0,6
woda	0,00	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 23. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z02	
	W0	WIIA
tereny zabudowy mieszkaniowej	0,56	0,3
tereny przemysłowe	0,00	0,0
tereny komunikacyjne	0,28	0,3
lasy	3,41	3,1
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	0,00	0,0
grunty orne	4,05	1,3
użytki zielone	4,28	2,5
tereny pozostałe	1,57	0,8
woda	0,00	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 24. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%

Klasa obiektu	Jednostka a	Jednostka zadaniowa Z02	
		W0	WIIA
Budynki mieszkalne	szt.	0	0
Budynki gospodarcze	szt.	3	2
Budynki użyteczności publicznej	szt.	0	0
Budynki przemysłowe	szt.	0	0
Cmentarze	szt.	0	0
Drogi	km	0,5	0,3
Linie kolejowe	km	0	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 25. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%

Klasa obiektu	Jednostka	Jednostka zadaniowa Z02	
		W0	WIIA
Budynki mieszkalne	szt.	2	0
Budynki gospodarcze	szt.	8	4
Budynki użyteczności publicznej	szt.	0	0
Budynki przemysłowe	szt.	0	0
Cmentarze	szt.	0	0
Drogi	km	0,7	0,4
Linie kolejowe	km	0	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 26. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z03	
	W0	WIIA
tereny zabudowy mieszkaniowej	2,63	1,8
tereny przemysłowe	0,00	0,0
tereny komunikacyjne	0,23	0,2
lasy	12,00	10,2
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	0,01	0,0
grunty orne	39,29	30,9
użytki zielone	132,19	108,0
tereny pozostałe	6,38	5,8
woda	0,10	0,1

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 27. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z03	
	W0	WIIA
tereny zabudowy mieszkaniowej	4,57	3,2
tereny przemysłowe	0,01	0,0
tereny komunikacyjne	0,35	0,3
lasy	15,01	14,3
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	0,02	0,0
grunty orne	45,96	41,8
użytki zielone	149,63	133,5
tereny pozostałe	7,48	6,9
woda	0,10	0,1

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 28. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%

Klasa obiektu	Jednostka	Jednostka zadaniowa Z03	
		W0	WIIA
Budynki mieszkalne	szt.	18	12
Budynki gospodarcze	szt.	35	18
Budynki użyteczności publicznej	szt.	0	0
Budynki przemysłowe	szt.	0	0
Cmentarze	szt.	0	0
Drogi	km	4,1	2,6
Linie kolejowe	km	0	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 29. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%

Klasa obiektu	Jednostka	Jednostka zadaniowa Z03	
		W0	WIIA
Budynki mieszkalne	szt.	34	29
Budynki gospodarcze	szt.	58	43
Budynki użyteczności publicznej	szt.	0	0
Budynki przemysłowe	szt.	0	0
Cmentarze	szt.	0	0
Drogi	km	5,3	4,2
Linie kolejowe	km	0	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 30. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z06	
	W0	WIIA
tereny zabudowy mieszkaniowej	0,96	0,5
tereny przemysłowe	0,00	0,0
tereny komunikacyjne	0,07	0,1
lasy	5,48	4,2
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	0,00	0,0
grunty orne	1,53	0,9
użytki zielone	22,57	14,1
tereny pozostałe	11,48	9,1
woda	0,00	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 31. Powierzchnie wg klasy użytkowania terenu w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q0,2% [ha]

Klasa użytkowania terenu	Jednostka zadaniowa Z06	
	W0	WIIA
tereny zabudowy mieszkaniowej	11,04	10,3
tereny przemysłowe	0,19	0,2
tereny komunikacyjne	0,08	0,1
lasy	7,48	5,8
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	0,00	0,0
grunty orne	59,05	57,5
użytki zielone	58,18	50,8
tereny pozostałe	15,04	12,0
woda	0,10	0,1

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 32. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1%

Klasa obiektu	Jednostka	Jednostka zadaniowa Z06	
		W0	WIIA
Budynki mieszkalne	szt.	4	0
Budynki gospodarcze	szt.	3	3
Budynki użyteczności publicznej	szt.	0	0
Budynki przemysłowe	szt.	0	0
Cmentarze	szt.	0	0
Drogi	km	0,6	0,3
Linie kolejowe	km	0	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 33. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q0,2%

Klasa obiektu	Jednostka	Jednostka zadaniowa Z06	
		W0	WIIA
Budynki mieszkalne	szt.	80	58
Budynki gospodarcze	szt.	63	67
Budynki użyteczności publicznej	szt.	0	2
Budynki przemysłowe	szt.	2	0
Cmentarze	szt.	0	0
Drogi	km	8,2	7,4
Linie kolejowe	km	0	0

Źródło: opracowanie własne

4.3 Analiza demograficzna w strefach zalewowych dla poszczególnych wariantów analiz

Analiza demograficzna w strefach zalewowych dla poszczególnych wariantów została przedstawiona w tabelach poniżej.

Tabela nr 34. Liczba osób w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0%

Klasa użytkowania terenu	W0	W1	WIIA	WIIB	WIIC
Z01+Z07+Z8	1040	239	239	431	126
Z02	0		0		
Z03	62		41		
Z04	24				
Z05	21				
Z06	10		0		

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 35. Liczba osób w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 0,2%

Klasa użytkowania terenu	W0	W1	WIIA	WIIB	WIIC
Z01+Z07+Z8	2412	889	889	1108	766
Z02	7		7		
Z03	116		99		
Z04	34				
Z05	44				
Z06	219		198		

Źródło: opracowanie własne

4.4 Inwentaryzacja innych istotnych obiektów o znaczeniu społecznym, gospodarczym, kulturowym i środowiskowym

W poniższych tabelach przedstawiono ilość obiektów, znajdujących się na terenie zlewni Uszwicy, zagrożonych zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie odpowiednio Q=1% i Q=0,2% dla wariantu 0.

Tabela nr 36. Inwentaryzacja istotnych obiektów zagrożonych zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie Q=1% w zlewni rzeki Uszwicy

Rodzaj obiektów	Wartość	Jednostka
Hotele i budynki zakwaterowania turystycznego	0	[sztuk]
Szkoły, przedszkola, żłobki	1	[sztuk]
Szpital	2	[sztuk]
Budynki kultu religijnego	2	[sztuk]
Budynki wpisane do rejestru zabytków i objęte indywidualną ochroną konserwatorską	0	[sztuk]

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDOT

Wymienione w powyższej tabeli obiekty zagrożone zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie Q=1% w zlewni rzeki Uszwicy to:

- kapliczka cmentarna w Borzęcinie,
- Kościół św. Leonarda w Lipnicy Murowanej,
- Publiczna Szkoła Podstawowa im. Władysława Jagiełły w Uszwi,
- Warsztat Terapii Zajęciowej im. Brata Alberta w Zawadzie Uszewskiej,
- ośrodek zdrowia w Uszwi.

Tabela nr 37. Inwentaryzacja istotnych obiektów zagrożonych zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie $Q=0,2\%$ w zlewni rzeki Uszwicy

Rodzaj obiektów	Wartość	Jednostka
Hotele i budynki zakwaterowania turystycznego	6	[sztuk]
Szkoły, przedszkola, żłobki	6	[sztuk]
Szpital	4	[sztuk]
Budynki kultu religijnego	2	[sztuk]
Budynki wpisane do rejestru zabytków i objęte indywidualną ochroną konserwatorską	0	[sztuk]

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDOT

Wymienione w powyższej tabeli obiekty zagrożone zalewem wód powodziowych o prawdopodobieństwie $Q=0,2\%$ w zlewni rzeki Uszwicy to m.in.:

- Hotel Planeta w Brzesku
- Hotel August w Brzesku
- Hotel i Gospoda Tadeusz w Gnojniku
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych w Brzesku
- Publiczne Przedszkole Nr 7 w Brzesku
- Publiczna Szkoła Podstawowa im. Władysława Jagiełły w Uszwi
- Szkolne Schronisko Młodzieżowe w Brzesku
- Publiczne Przedszkole Nr 1 w Jadownikach
- Brzeskie Centrum Medyczne
- Ewa - Ośrodek wypoczynkowo-rehabilitacyjny w Brzesku
- ośrodek zdrowia w Uszwi.
- Warsztat Terapii Zajęciowej im. Brata Alberta w Zawadzie Uszewskiej,
- kapliczka cmentarna w Borzęcinie,
- Kościół św. Leonarda w Lipnicy Murowanej,

4.5 Ankietyzacja w zakresie zagrożeń powodziowych na obszarze projektu

Identyfikacja obszarów zagrożeń powodziowych w zlewni rzeki Uszwicy przeprowadzona została poprzez ankietyzację jednostek samorządowych zlokalizowanych w zlewni rzeki Uszwicy. Do poszczególnych gmin / powiatowych centrów zarządzania kryzysowego przesłano ankietę z pytaniami umożliwiającymi identyfikację powodzi historycznych (m.in. w zakresie podania cieków stwarzających zagrożenie, dat wystąpienia powodzi, szacunkowych strat, przyczyn oraz zasięgów terenów zalanych). W dniach 11-15 maja 2015 roku przeprowadzono cykl spotkań z przedstawicielami poszczególnych jednostek podczas których przedyskutowano zebrane dane.

Tabela nr 38. Podsumowanie ankietyzacji gmin

Lp.	Gmina/ Instytucja	Ankieta	Mapy
1	Urząd Gminy w Lipnicy Murowanej	przekazano	przekazano
2	Urząd Miejski w Nowym Wiśniczu	przekazano	przekazano
3	Urząd Gminy w Borzęcinie	przekazano	przekazano
4	Urząd Miejski w Brzesku	przekazano	przekazano
5	Urząd Miejski w Czchowie	przekazano	przekazano
6	Urząd Gminy w Dębnie	przekazano	
7	Urząd Gminy Gnojnik	przekazano	przekazano
8	Urząd Gminy Iwkowa	przekazano	przekazano
9	Urząd Gminy Szczurowa	przekazano	przekazano
10	Urząd Miejski w Radłowie	przekazano	przekazano
11	Urząd Miejski w Zakliczynie	przekazano	przekazano
12	Starostwo Powiatowe w Bochni, Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego w Bochni	Przekazano wypełnione ankiety z Lipnicy Murowanej i Nowego Wiśnicza	nie przekazano
13	Starostwo Powiatowe w Brzesku , Wydział Spraw Obywatelskich i Zarządzania Kryzysowego	Przekazano zestawienia strat w infrastrukturze drogowej	nie przekazano
14	Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego w Tarnowie	nie przekazano	nie przekazano

Źródło: opracowanie własne

Oryginały otrzymanych ankiet zostały zamieszczone w Załączniku 1.

4.5.1 Analiza zagrożeń – zasięg powodzi historycznych

Na podstawie informacji przekazanych w ankietach poniżej przedstawiono zasięg powodzi historycznych w ujęciu poszczególnych jednostek zadaniowych.

Jednostka zadaniowa Z01 – Uszwica

Gmina Iwkowa

Zlewnia rzeki Uszwica w niewielkiej części obejmuje obszar gminy Iwkowa i nie stwarza zagrożenia powodziowego na terenie gminy.

Gmina Lipnica Murowana

Z pozyskanych informacji w gminie w górnym biegu Uszwicy rzeka poczyniła następujące zniszczenia:

- podtopienie kościoła św. Leonarda w Lipnicy Murowanej (woda zniszczyła soboty, portal i wnętrza do wysokości ok. 80 cm, uszkadzając między innymi polichromie na ścianach)
- zniszczony odcinek drogi w miejscowości Rajbrot i Lipnica Murowana
- uszkodzenia mostów i kładek pieszych
- pozrywane linie energetyczne
- zalanie upraw rolnych oraz łąk

Gmina Gnojnik

W zlewni zadaniowej Z01 na terenie gminy Gnojnik rzeka podczas ostatnich większych powodzi w 1997 i 2010 roku spowodowała zatopienia posesji mieszkalnych, budynków użyteczności publicznej, zerwania kładek i podmycia mostów drogowych w następujących miejscowościach: Gosprzydowa, Zawada Uszewska, Gnojnik oraz Uszew.

Gmina Czchów

Zlewnia rzeki Uszwica w niewielkiej części obejmuje obszar gminy Czchów i nie stwarza zagrożenia powodziowego na terenie gminy.

Gmina Brzesko

W 2010 roku woda w Uszwicy osiągnęła poziom 7 metrów. Zalane zostały tereny przy ulicy Pomianowskiej, Cegielnianej i Rzeźniczej. Najgorsza sytuacja była przy ulicy Cegielnianej, gdzie domy zostały zalane do wysokości pierwszego piętra. W Porębie Spytkowskiej pod wodą znalazło się osiedle domów położonych przy Uszwicy. W Jadownikach powódź dotknęła mieszkańców ulic Nadbrzeżnej, Bernackiego i Zamłynie, gdzie podtopiona została część budynków. W Sterkowcu woda przekroczyła bezpieczny stan przy ulicach Akacyjnej i Mostowej, zalana została też część Wokowic. Oprócz w/w posesji woda z Uszwicy na terenie gminy Brzesko zrywała pieszne kładki, podmywała mosty drogowe oraz okoliczne pola i łąki.

Gmina Dębno

Zlewnia rzeki Uszwicy (Z01) jedynie w miejscu ujścia potoku Niedźwiedź do Uszwicy obejmuje swym zasięgiem część miejscowości Maszkienice (gmina Dębno). Powódź w 2010 roku podobnie jak na terenach powyżej (gmina Brzesko) powodowała liczne zalania budynków czy infrastruktury drogowej.

Gmina Borzęcin

Podczas powodzi w 2010 roku około 300 gospodarstw zostało zalanych przez wodę wylaną z rzeki Uszwica. Woda nie ominęła także ośrodków publicznych (m.in. szkoła w Borzęcinie, Gminnego Ośrodka Kultury, bank i obiektu sportowego Orlik). W wyniku przerwaniu wału woda z Uszwicy zalała miejscowość Bielcza (ponad 100 gospodarstw, szkoła oraz inne zabudowania publiczne). Ponadto pod wodą znalazły się użytki rolne, łąki i lasy. Dodatkowo podtopienia występują na mniejszych potokach (potok Wróblówka, Stara Wróblówka) i rowach melioracyjnych, gdzie woda w wyniku zamknięcia się śluz wałowych nie ma ujścia do rzeki Uszwica.

Gmina Szczurowa

W 2010 roku podczas powodzi przerwane zostały wały wzdłuż biegu rzeki Uszwica w miejscowościach: Księżę Kopacze o szerokości 50 m, Kwików o szerokości 80 m. Całkowicie zalane wodą zostały miejscowości: Kwików, Lipie, Wola Przemykowska, Księżę Kopacze, Natków; częściowo zalane: Zaborów, Kopacze Wielkie i Szczurowa. Działania ewakuacyjne prowadzone były głównie na terenie miejscowości Wola Przemykowska i Kwików.

Gmina Wietrzychowice

Pomimo, iż gmina Wietrzychowice znajduje się poza obszarem zlewni Uszwica w 2010 roku w wyniku przerwania wałów w gminie Szczurowa wody rzeki Uszwicy wdarły się na teren gminy Wietrzychowice całkowicie zalewając miejscowość Wola Rogowska oraz część miejscowości Jadowniki Mokre.

Jednostka zadaniowa Z02 – Górzeński

Z pozyskanych informacji w gminie Lipnica Murowana potok Górzeński powoduje zalania budynków mieszkalnych oraz gospodarczych, zerwania kładek pieszych i podmywanie mostów drogowych. Ponadto w miejscu ujścia potoku do Uszwicy powoduje piętrenie się Uszwicy stwarzając zagrożenie dla okolicznych posesji oraz kościoła św. Leonarda w Lipnicy



Murowanej. Ponadto zlewnia obejmuje gminę Nowy Wiśnicz, jednak nie zanotowano na terenie gminy zagrożenia powodziowego ze strony potoku Górzańskiego.

Jednostka zadaniowa Z03 – Leksandrówka

Zlewnia potoku Leksandrówka obejmuje swym zasięgiem gminę: Lipnica Murowana, Nowy Wiśnicz, Brzesko oraz Gnojnik. Pod względem długości potok obejmuje swym zasięgiem gminę Nowy Wiśnicz czyniąc podczas wezbrań lokalne podtopienia mostów drogowych, dróg i budynków mieszkalnych (8 posesji wskazanych przez gminę podczas powodzi w 2010 roku). Potok stanowi granicę administracyjną gminy Brzesko i Gnojnik, czyniąc tam największe zniszczenia podczas wezbrań. W obrębie zlewni na terenie gminy Lipnica Murowana nie zanotowano zagrożenia powodziowego.

Jednostka zadaniowa Z04 – Kowalówka

Zlewnia potoku Kowalówka obejmuje swym zasięgiem gminę Brzesko. Potok Kowalówka przepływa przez miejscowość Poręba Spytkowska, teren dość dobrze zurbanizowany. Podczas nawalnych deszczy woda potoku szybko przybiera w wyniku spływu wody z posesji i lokalnych dróg. Dodatkowo dość duży przepływ wody występuje na mniejszych ciekach z okolicznych zboczy dopływając do potoku Kowalówka. Szybkie wezbrania wody powodują zagrożenie powodziowe przy ujściu potoku do Uszwicy.

Jednostka zadaniowa Z05 – Grodna

Zlewnia potoku Grodna obejmuje swym zasięgiem gminę Brzesko. Potok w dolnym swym biegu przepływa przez miejscowość Jadowniki, powodując podczas nawalnych deszczy liczne podtopienia budynków mieszkalnych.

Jednostka zadaniowa Z06 – Niedźwiedź

Zlewnia potoku Niedźwiedź obejmuje swym zasięgiem gminę: Dębno, Brzesko, Gnojnik, Czchów i Zakliczyn. Źródło potoku zlokalizowane jest w gminie Zakliczyn. Zlewnia potoku w niewielkiej części obejmuje obszar gminy Brzesko, Gnojnik, Czchów i Zakliczyn i nie stwarza zagrożenie powodziowego na ich terenie. Natomiast na terenie gminy Dębno woda podczas nawalnych deszczy powoduje szybkie wezbrania potoku Niedźwiedź, co w konsekwencji doprowadza tak jak w 2010 roku do wylania się wody z koryta zwłaszcza w miejscowościach Maszkienice, Porąbka Uszewska, Doły, Łoniowa i Niedźwiedź.

Jednostka zadaniowa Z07 – Borowy

Zlewnia swym zasięgiem obejmuje gminę Borzęcin (potok Borowy) i gminę Szczurowa (Borowa Struga). Strefa zalewu na potoku Borowym w 2010 roku powstała głównie w wyniku przerwania wałów na rzece Uszwica w miejscowości Borzęcin. Dodatkowo woda zarówno z potoku Borowy jak i z Borowej Strugi w wyniku zamknięcia śluz wałowych nie mogła ujść bezpośrednio do rzeki Uszwica, co prowadziło w tych okolicach do jej piętrzenia i podmywania wałów.

Jednostka zadaniowa Z08 – Korytnica i Ulga Uszewska

Zlewnia zlokalizowana jest w gminie Szczurowa. Strefa zalewu wskazana przez gminę powstała głównie w wyniku nawalnych deszczy które wystąpiły w 2010 roku. Woda opadowa w okolicach miejscowości Niedzieliska nie miała ujścia do rzeki Uszewka (wał). Woda rozlała się w kierunku miejscowości Brzeziny, powodując zalanie tamtejszych posesji. Dodatkowo od rzeki Korytnica została podtopiona część miejscowości Szczurowa.

4.5.2 Analiza zagrożeń – oszacowane straty

Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.

Na wykresach poniżej przedstawiono zestawienie strat powodziowych wykazywanych przez poszczególne gminy. Zestawienie wykonano w podziale na poszczególne jednostki zadaniowe – w ujęciu procentowym i nominalnym.

Rysunek 10. Straty powodziowe w poszczególnych jednostkach zadaniowych – w ujęciu procentowym [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników ankietyzacji gmin

Rysunek 11. Straty powodziowe w poszczególnych jednostkach zadaniowych w ujęciu nominalnym [PLN]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników ankietyzacji gmin



Analiza strat wyraźnie wykazuje największy ich udział w obszarze zlewni Z01 tj. Uszwicy (ponad 80% strat odnotowywanych dla całości zlewni). Wynika to z rozległości obszarowej tej jednostki oraz faktycznie podkreślanych przez przedstawicieli gmin istotnych problemów związanych z wezbraniem tej rzeki.

Przedstawione straty mogą być obarczone błędem niedoszacowania wynikającym z braku szczegółowej inwentaryzacji strat powodziowych w poszczególnych gminach (brak centralnego rejestru zdarzeń, duża rotacja pracowników odpowiedzialnych za zbieranie danych na przestrzeni lat, brak rzeczoznawców, błędne odnotowywanie strat rozumianych jako wysokość zapomogi wypłacanej przez gminę osobom poszkodowanym a nie faktycznych strat).

Dodatkowo w ramach prowadzonej ankietyzacji zbierano informację dotyczące cieków nie objętych opracowaniem ale stwarzających istotne zagrożenie powodziowe. Wykaz cieków zamieszczono w tabeli poniżej.

4.6 Opis poszczególnych wariantów działań inwestycyjnych (Warianty: W0, W1, WIIA, WIIB, WIIC, WIID)

W ramach Zadania II przeprowadzono wariantowe analizy hydrauliczne dla działań inwestycyjnych planowanych do realizacji w obszarach poszczególnych jednostek zadaniowych. Celem tych analiz było sprawdzenie na modelach hydraulicznych efektywności poszczególnych działań – dla podstawowych wariantów obliczeń:

- **Wariantu W0** - odzwierciedlającego aktualny poziom ochrony przeciwpowodziowej w zlewni, jako wariantu porównawczego do późniejszych analiz efektów rozważanych wariantów inwestycyjnych.
- **Wariant W1** – zawierający zadania wynikające z „Programu ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły”, „Studium ochrony przed powodzią ze względu na ochronę ludzi i mienia województwa małopolskiego na obszarze zlewni górnej Wisły” oraz innych dokumentów o charakterze „programów” i „koncepcji”, opracowanych przez Małopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Krakowie, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie, a także opracowań władz samorządowych z obszaru zlewni Uszwicy – zgodnie ze sporządzonym „Zestawieniem działań technicznych według istniejących opracowań” (Zadanie II – Etap IB).
- **Wariant WII** – zawierający działania techniczne proponowane przez Wykonawcę opracowania – stanowiące wynik autorskich analiz w zinwentaryzowanych obszarach zagrożeń, wynikających z oceny istniejącego systemu ochrony przeciwpowodziowej. W ramach Wariantu WII powstaną ostatecznie 2-3 alternatywne podwarianty działań inwestycyjnych, o nazwach: „Wariant WIIA”, „Wariant WIIB” i ew. „Wariant WIIC”.

Na etapie tworzenia poszczególnych wariantów posługiwano się co do zasady zbiorem działań technicznych z katalogu obejmującego takie działania jak:

- budowa zbiorników retencyjnych,
- budowa suchych zbiorników,
- budowa suchych zbiorników przeciwpowodziowych,
- budowa polderów,
- zwiększanie rezerw powodziowych na istniejących zbiornikach,
- modernizacja i budowa obwałowań,
- budowa kanałów ulgi,
- relokacja wałów,

- przebudowa bulwarów,
- przywracanie warunków równowagi w korycie rzecznym z poszukiwaniem retencji naturalnej i utrzymaniem korytarza migracji cieku.

W jednostkach zadaniowych wybierano racjonalne działania inwestycyjne, nie stosując ochrony przeciwpowodziowej np. dla minimalizacji strat dla obiektów punktowych. Każde z zaproponowanych działań daje określone rezultaty, a rezultaty dają określone korzyści. Przykładowo budowa zbiornika to działanie techniczne, którego rezultatem jest redukcja kulminacji fali powodziowej i zatrzymanie określonej objętości wody. Natomiast korzyścią jest ograniczenie zasięgu obszarów zalewowych i w konsekwencji ograniczenie potencjalnych strat powodziowych.

W przypadku gdy nie jest możliwe, zapewnienie pełnej ochrony przed powodzią terenów zlokalizowanych w dolinach rzecznych, przewiduje się, że działania techniczne będą wspierane działaniami nietechnicznymi o charakterze np. zachęt finansowych lub prawnych, działań edukacyjnych itp., które nie są jednak przedmiotem tej oceny.

W szczególnych przypadkach rozważane mogą być przeniesienia mieszkańców czy też różnych obiektów o istotnych funkcjach społecznych, przemysłowych czy cennych kulturowo. Przy formułowaniu wariantów planistycznych wskazano wyraźnie czy budowa obiektów ochrony przeciwpowodziowej wymaga przeniesienia mieszkańców. Odzwierciedla to jedno z kryteriów w grupie kryteriów społecznych. Tym samym decydentowi lub odpowiednim instytucjom, władzom samorządowym i regionalnym pozostawiono decyzję dotyczącą możliwości dalszego zmniejszenia ryzyka powodziowego poprzez przeniesienia mieszkańców poza teren zagrożony. Ten aspekt nie był poddany analizie wielokryterialnej, która skupia się na porównaniu wariantów technicznych, opracowanych jednak z myślą o zapewnieniu ich efektywności.

Schemat analizowanych wariantów w poszczególnych jednostkach zadaniowych przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela nr 39. Wykaz analizowanych wariantów

Budowa wariantów							
Nr jednostki zadaniowej	Ciek	W0	WI	WIIA	WIIB	WIIC	WIID
Z01, Z07, Z08	Uszwica	stan istniejący	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim". Rozbudowa wałów: prawy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 0+480 do km 15+285 (dł. 14,8 km), w km 18+153 do km 24+387 (dł. 5,9 km); lewy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 1+530 ÷ 14+838 (dł. 13,3 km), w km 18+174 do km 24+346 (dł. 6,0 m); prawy wał cieku Borowa Struga w km 0+038 do km 3+773 (dł. 3,7 km), lewy wał cieku Borowa Struga w km 0+046 do km 3+773 (dł.3,6km)	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim". Rozbudowa wałów: prawy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 0+480 do km 15+285 (dł. 14,8 km), w km 18+153 do km 24+387 (dł. 5,9 km); lewy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 1+530 ÷ 14+838 (dł. 13,3 km), w km 18+174 do km 24+346 (dł. 6,0 m); prawy wał cieku Borowa Struga w km 0+038 do km 3+773 (dł. 3,7 km), lewy wał cieku Borowa Struga w km 0+046 do km 3+773 (dł.3,6km)	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim", "Zagrody" Przesiedlenia i zabezpieczenie budynków w jednostce zadaniowej Z07, Z08	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim", "Zagrody". Rozbudowa wałów: prawy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 0+480 do km 15+285 (dł. 14,8 km), w km 18+153 do km 24+387 (dł. 5,9 km); lewy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 1+530 ÷ 14+838 (dł. 13,3 km), w km 18+174 do km 24+346 (dł. 6,0 m); prawy wał cieku Borowa Struga w km 0+038 do km 3+773 (dł. 3,7 km), lewy wał cieku Borowa Struga w km 0+046 do km 3+773 (dł.3,6km)	Przesiedlenia i zabezpieczenie budynków w jednostce zadaniowej Z01, Z07, Z08
Z02	Górzański	stan istniejący	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim".	Budowa suchego zbiornika "Lipnica Górna"	Przesiedlenia i zabezpieczenie budynków	brak	brak
Z03	Leksandrówka	stan istniejący	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim".	Budowa suchych zbiorników: "Stary Wiśnicz", "Kobyle Dolne", "Dębina", "Chronów"	Przesiedlenia i zabezpieczenie budynków	brak	brak
Z04	Kowalówka	stan istniejący	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim".	brak	Przesiedlenia i zabezpieczenie budynków	brak	brak
Z05	Grodna	stan istniejący	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim".	brak	Przesiedlenia i zabezpieczenie budynków	brak	brak
Z06	Niedźwiedz	stan istniejący	Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim".	Budowa suchych zbiorników "Łoniowa", "Doły-P", "Doły-L", "Dębno"	Przesiedlenia i zabezpieczenie budynków	brak	brak



Budowa wariantów							
Nr jednostki zadaniowej	Ciek	W0	W1	W1A	W1B	W1C	W1D
Z07	Borowy, Borowy Potok						jednostka połączona z jednostką Z01
Z08	Korytnica, Ulga Uszewska						jednostka połączona z jednostką Z01

Źródło: opracowanie własne



4.7 Uszczegółowienie NMT o koryta cieków objętych budową dodatkowych modeli hydraulicznych (Wariant W0)

W wyniku analizy materiałów oraz uwag, dostarczonych na etapie ankietyzacji, przez Urzędy Gmin zlokalizowanych na obszarze objętym niniejszym opracowaniem oraz po przeprowadzeniu konsultacji z Zamawiającym, nie wybrano cieków dodatkowych. W związku z powyższym nie wykonywano dla nich zadań przewidzianych w Załączniku nr 3 SIWZ opracowania „Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana” – Specyfikacja techniczna.

4.8 Opracowanie pomiarów geodezyjnych dla cieków dodatkowych oraz ich implementacji w modelach hydraulicznych

W wyniku analizy materiałów oraz uwag, dostarczonych na etapie ankietyzacji, przez Urzędy Gmin zlokalizowanych na obszarze objętym niniejszym opracowaniem oraz po przeprowadzeniu konsultacji z Zamawiającym, nie wybrano cieków dodatkowych. W związku z powyższym nie wykonywano dla nich zadań przewidzianych w Załączniku nr 3 SIWZ opracowania „Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana” – Specyfikacja techniczna.

4.9 Wskazanie cieków, dla których w ramach projektu opracowano dodatkowe modele hydrauliczne, wraz ze szczegółowym opisem przeprowadzonych obliczeń hydrologicznych (dane wejściowe do modelu hydraulicznego), etapy budowy modeli oraz wykonanie obliczeń hydraulicznych

W wyniku analizy materiałów oraz uwag, dostarczonych na etapie ankietyzacji, przez Urzędy Gmin zlokalizowanych na obszarze objętym niniejszym opracowaniem oraz po przeprowadzeniu konsultacji z Zamawiającym, nie wybrano cieków dodatkowych. W związku z powyższym nie wykonywano dla nich zadań przewidzianych w Załączniku nr 3 SIWZ opracowania „Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana” – Specyfikacja techniczna.

4.10 Identyfikacja zmian wprowadzonych w modelach hydraulicznych, wynikających z działań proponowanych w ramach każdego z wariantów – opis dokonanych zmian w strukturze modelu dla każdego nowoprojektowanego, modyfikowanego lub likwidowanego obiektu;

Modyfikacje modelu hydraulicznego związane były z implementacją obiektów o charakterze przeciwpowodziowym proponowanych w kolejnych wariantach. Obiekty te to:

- a) Kaskada trzech suchych zbiorników przeciwpowodziowych - Lipnica Murowana, Gosprzydowa, Okocim na rzece Uszwicy. Obiekty te zostały zaimplementowane do modelu w wariantach WI, WII (WIIA, WIIB, WIIC dla jednostki zadaniowej Z01), WP oraz WP++ w następujący sposób:
 - i. dodano do modelu 68 nowych przekrojów poprzecznych uszczegóławiających odcinki Uszwicy zajęte pod zbiorniki;
 - ii. usunięto z modelu 17 przekrojów na Uszwicy, 6 na Kowalówce oraz 2 na Leksandrówce na obszarach zajętych przez zbiorniki;
 - iii. w celu przeprowadzenia poprawnej kalibracji objętości zbiorników dokonano zmiany kilometrażu rzeki Uszwicy począwszy od kilometra 37+940 w górę rzeki, aż do jej źródeł;
 - iv. skorygowano ujścia rzek Leksandrówki i Kowalówki do Uszwicy (poprzez skrócenie tych rzek oraz zmianę kilometrażu ujścia do zbiornika Okocim);
 - v. w miejscach lokalizacji zapór projektowanych zbiorników na Uszwicy zdefiniowano struktury odzwierciedlające ich działanie (tzw. *Control Structures*). Jako zasadę ich działania przyjęto dostarczone przez firmę Cermet-Bud charakterystyki wydatku urządzeń upustowych każdego ze zbiorników;
 - vi. po uruchomieniu modelu hydraulicznego, dla każdego ze zbiorników, dokonano kalibracji objętości zbiornika porównując, krzywą napełnienia zbiornika otrzymaną z modelu z analogiczną krzywą obliczoną na podstawie numerycznego modelu terenu (Załącznik 2).
- b) Sychy zbiornik na rzece Łuźwicy (prawostronny dopływ potoku Górzańskiego). Obiekt ten został zaimplementowany w wariantach WIIA dla jednostki zadaniowej Z02 oraz w wariantach WP++ w następujący sposób:
 - i. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Łuźwica o długości 2 310 m;
 - ii. w kilometrze 0+842 rzeki Łuźwica zdefiniowano zaporę zbiornika Lipnica Górna za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;

- iii. na odcinku od zbiornika Lipnica Górna do ujścia Łuźwicy do potoku Górzańskiego wprowadzono 2 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
 - iv. na odcinku Łuźwicy powyżej zapory zbiornika Lipnica Górna zdefiniowano 24 przekroje wykonane na podstawie numerycznego modelu terenu;
 - v. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Łuźwicy (Z2_A) wydzielono trzy subzlewnie (Z2_AA, Z2_AB, Z2_AC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż Łuźwicy poniżej zbiornika;
 - vi. po uruchomieniu modelu hydraulicznego dokonano kalibracji objętości zbiornika porównując, krzywą napełnienia zbiornika otrzymaną z modelu z analogiczną krzywą obliczoną na podstawie numerycznego modelu terenu (załącznik 3).
- c) Suche zbiorniki przeciwpowodziowe na rzekach Borowianka, Dopływ spod Chronowa, Potok Kobylecki oraz Kopaliny. Obiekty te zostały zaimplementowane w wariantach WIIA dla jednostki zadaniowej Z03 oraz w wariantach WP++ w następujący sposób:
- i. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Borowianka o długości 5 742 m;
 - ii. w kilometrze 0+930 rzeki Borowianka zdefiniowano zapórę zbiornika Chromów za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;
 - iii. na odcinku od zbiornika Chromów do ujścia Borowianki do Leksandrówki wprowadzono 3 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
 - iv. na odcinku Borowianki powyżej zapory zbiornika Chromów zdefiniowano 11 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
 - v. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Borowianki (Z3_C) wydzielono trzy subzlewnie (Z3_C1A, Z3_C1B, Z3_C1C) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż Borowianki poniżej zbiornika;
 - vi. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Dopływ spod Chronowa o długości 1 261 m;

- vii. w kilometrze 0+547 Dopływu spod Chronowa zdefiniowano zaporę zbiornika Dębina za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;
- viii. na odcinku od zbiornika Dębina do ujścia Dopływu spod Chronowa do Borowianki wprowadzono 3 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
- ix. na odcinku Dopływu spod Chronowa powyżej zapory zbiornika Dębina zdefiniowano 10 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
- x. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Borowianki (Z3_C) wydzielono trzy subzlewnie (Z3_C2A, Z3_C2B, Z3_C2C) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż Dopływu spod Chronowa poniżej zbiornika;
- xi. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Potok Kobylecki o długości 2 450 m;
- xii. w kilometrze 1+529 Potoku Kobyleckiego zdefiniowano zaporę zbiornika Kobyle Dolne za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;
- xiii. na odcinku od zbiornika Kobyle Dolne do ujścia Potoku Kobylańskiego do Leksandrówki wprowadzono 3 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
- xiv. na odcinku Potoku Kobyleckiego powyżej zapory zbiornika Kobyle Dolne zdefiniowano 8 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
- xv. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Potoku Kobyleckiego (Z3_B) wydzielono trzy subzlewnie (Z3_BA, Z3_BB, Z3_BC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż Potoku Kobyleckiego poniżej zbiornika;
- xvi. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Kopaliny o długości 2 035 m;
- xvii. w kilometrze 0+930 rzeki Kopaliny zdefiniowano zaporę zbiornika Stary Wiśnicz za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;
- xviii. na odcinku od zbiornika Stary Wiśnicz do ujścia rzeki Kopaliny do Leksandrówki wprowadzono 2 przekroje poprzeczne. Przekroje



- wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
- xix. na odcinku rzeki Kopaliny powyżej zapory zbiornika Stary Wiśnicz zdefiniowano 10 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
 - xx. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni rzeki Kopaliny (Z3_A) wydzielono trzy subzlewnie (Z3_AA, Z3_AB, Z3_AC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż rzeki Kopaliny poniżej zbiornika;
 - xxi. po uruchomieniu modelu hydraulicznego, dla każdego ze zbiorników, dokonano kalibracji objętości zbiornika porównując, krzywą napełnienia zbiornika otrzymaną z modelu z analogiczną krzywą obliczoną na podstawie numerycznego modelu terenu (załącznik 3).
- d) Suche zbiorniki przeciwpowodziowe na rzekach Dopływ spod Góry Kamionka, Dopływ w Dołach, Dopływ spod Przymiarek, Dopływ spod Żerkowa. Obiekty te zostały zaimplementowane w wariantach WIIA dla jednostki zadaniowej Z06 oraz w wariantach WP++ w następujący sposób:
- i. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek Dopływu spod Góry Kamionka o długości 3 247 m;
 - ii. w kilometrze 0+930 Dopływu spod Góry Kamionka zdefiniowano zapórę zbiornika Dębno za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;
 - iii. na odcinku od zbiornika Dębno do ujścia Dopływu spod Góry Kamionka do rzeki Niedźwiedz wprowadzono 4 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
 - iv. na odcinku Dopływu spod Góry Kamionka, powyżej zapory zbiornika Dębno zdefiniowano 13 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
 - v. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Dopływu spod Góry Kamionka (Z6_D) wydzielono trzy subzlewnie (Z6_DA, Z6_DB, Z6_DC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż Dopływu spod Góry Kamionka poniżej zbiornika;
 - vi. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Dopływ w Dołach o długości 1 417 m;
 - vii. w kilometrze 0+399 Dopływu w Dołach zdefiniowano zapórę zbiornika Doły - lewo za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;



- viii. na odcinku od zbiornika Doły – lewo do ujścia Dopływu w Dołach do rzeki Niedźwiedź wprowadzono 2 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
- ix. na odcinku Dopływu w Dołach powyżej zapory zbiornika Doły – lewo zdefiniowano 14 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
- x. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Borowianki (Z6_C) wydzielono trzy subzlewnie (Z6_CA, Z6_CB, Z6_CC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż Dopływu spod Chronowa poniżej zbiornika;
- xi. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Dopływ spod Przymiarek o długości 1 255 m;
- xii. w kilometrze 0+489 Dopływu spod Przymiarek zdefiniowano zaporę zbiornika Doły – prawo za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;
- xiii. na odcinku od zbiornika Doły - prawo do ujścia Dopływu spod Przymiarek do rzeki Niedźwiedź wprowadzono 2 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
- xiv. na odcinku Dopływu spod Przymiarek powyżej zapory zbiornika Doły - prawo zdefiniowano 14 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
- xv. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Dopływu spod Przymiarek (Z6_B) wydzielono trzy subzlewnie (Z6_BA, Z6_BB, Z6_BC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż Potoku Kobyleckiego poniżej zbiornika;
- xvi. w modelu hydraulicznym zdefiniowano odcinek rzeki Dopływ spod Żerkowa o długości 1 686 m;
- xvii. w kilometrze 0+411 Dopływu spod Żerkowa zdefiniowano zaporę zbiornika Łoniowa za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych, pokazaną na wykresie poniżej;
- xviii. na odcinku od zbiornika Łoniowa do ujścia Dopływu spod Żerkowa do rzeki Niedźwiedź wprowadzono 2 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);



- xix. na odcinku Dopływu spod Żerkowa powyżej zapory zbiornika Łoniowa zdefiniowano 15 przekrojów wykonanych na podstawie numerycznego modelu terenu;
 - xx. w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni Dopływu spod Żerkowa (Z6_A) wydzielono trzy subzlewnie (Z6_AA, Z6_AB, Z6_AC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż rzeki Kopaliny poniżej zbiornika;
 - xxi. po uruchomieniu modelu hydraulicznego, dla każdego ze zbiorników, dokonano kalibracji objętości zbiornika porównując, krzywą napełnienia zbiornika otrzymaną z modelu z analogiczną krzywą obliczoną na podstawie numerycznego modelu terenu (załącznik 3).
- e) Suchy zbiornik przeciwpowodziowy na rzece Zagrody. Obiekt ten został zaimplementowany w wariantach WIIA i WIIB dla jednostki zadaniowej Z01 oraz w wariantach WP i WP++ w następujący sposób:
- i. zdefiniowano odcinek rzeki Zagrody o długości 1 843 m;
 - ii. w kilometrze 0+842 rzeki Zagrody zdefiniowano zapórę zbiornika Uszew za pomocą tzw. *Control Structure*. Jako zasadę działania zbiornika przyjęto krzywą wydatku urządzeń upustowych;
 - iii. na odcinku od zbiornika Uszew do ujścia rzeki Zagrody do Uszwicy wprowadzono 2 przekroje poprzeczne. Przekroje wykonano na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie (w części korytowej) oraz numerycznego modelu terenu (w części terasowej);
 - iv. - na odcinku rzeki Zagrody powyżej zapory zbiornika Uszew zdefiniowano 19 przekroje wykonane na podstawie numerycznego modelu terenu;
 - v. - w modelu „opad-odpływ” z pierwotnie zdefiniowanej zlewni rzeki Zagrody (Z1_H) wydzielono trzy subzlewnie (Z1_HA, Z1_HB, Z1_HC) w celu zdefiniowania hydrogramów warunków brzegowych dla dopływu do zbiornika, dopływu rozłożonego wzdłuż zbiornika oraz dopływu rozłożonego wzdłuż rzeki Zagrody poniżej zbiornika;
 - vi. po uruchomieniu modelu hydraulicznego dokonano kalibracji objętości zbiornika porównując, krzywą napełnienia zbiornika otrzymaną z modelu z analogiczną krzywą obliczoną na podstawie numerycznego modelu terenu (załącznik 3).
- f) Obustronne obwałowanie rzeki Uszwicy na odcinku od kilometra 24+300 do ujścia oraz rzeki Borowy Potok na odcinku od kilometra 3+780 do ujścia. Obiekty te zostały zaimplementowane w wariantach WI, WII (WIIA dla jednostek zadaniowych Z07 oraz Z08, WIIC dla jednostki zadaniowej Z01) oraz w wariantach WP i WP++ w następujący sposób:
- i. zdefiniowano nowoprojektowane oraz podwyższane wały przeciwpowodziowe na odcinku rzeki Uszwicy od kilometra 24+300 do



ujścia, poprzez zablokowanie możliwości przelewu się wody na zawale przez tzn. *linki* oraz odpowiednią modyfikację przekrojów poprzecznych. W wariacie „WI” dla scenariusza o prawdopodobieństwie wystąpienia $p = 0,2\%$, w odcinku ujściowym do Wisły doszło do przewyższenia projektowanych wałów przez obliczone maksymalne rzędne zwierciadła wody. W tym miejscu *linkom*, łączącym międzywale z terasami zalewowym, nadano rzędne projektowanych wałów, umożliwiając tym samym przelew wody na terasy;

- ii. zdefiniowano nowoprojektowane oraz podwyższane wały przeciwpowodziowe na odcinku rzeki Borowy Potok (nazwa używana przez firmę Cermet-Bud to Borowa Struga) od km 3+780 do ujścia, poprzez nadane *linkom* łączącym międzywale z terasami zalewowymi rzędnych projektowanych wałów oraz odpowiednią modyfikację przekrojów poprzecznych;

4.11 Modyfikacji NMT w Wariantach W0, WI, WIIA, WIIB (i/lub WIIC)

Około kilometra 25+500 rzeki Uszwicy przebiega przez nią autostrada A4. Nasyp autostradowy ze względu na swoje znaczne rozmiary ma istotny wpływ na wyznaczanie stref zalewowych na podstawie wyników modelowania w poszczególnych wariantach. Dostarczony przez Zamawiającego numeryczny model terenu był wykonywany w trakcie budowy w/w autostrady i tym samym w obrębie tej inwestycji nie może on służyć jako podstawa wyznaczania wyznaczanie stref zalewowych. W związku z powyższym Wykonawca wystąpił do Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad o udostępnienie danych wysokościowych dotyczących autostrady A4 na odcinku biegnącym przez obszar zlewni rzeki Uszwica. Pozyskane dane posłużyły do aktualizacji numerycznego modelu terenu w obszarze zajmowanym przez autostradę. Zaktualizowany numeryczny model terenu stanowił podstawę do wyznaczania stref zalewowych dla wszystkich wariantów i stanowi załącznik 4 do niemniejszego raportu.

4.12 Zestawienia wyników modelowania hydraulicznego dla każdego z wariantów (zestawienie tabelaryczne przepływów oraz rzędnych zw. wody Q1% i Q0.2% w poszczególnych przekrojach)

Pełne zestawienie maksymalnych wartości rzędnych zwierciadła oraz przepływu wody znajduje się w załączniku 5 Obejmuje ono wartości obliczone dla kolejnych wariantów W0, WI, WII, WP oraz WP++, na wszystkich rzekach objętych modelowaniem dla scenariuszy o prawdopodobieństwie wystąpienia $p = 1\%$ oraz $p = 0,2\%$.

4.13 Opracowanie przekrojów poprzecznych z wskreślonymi rzędnymi zw. wody Q1% i Q0.2%

Pełne zestawienie przekrojów obliczeniowych z zaznaczonymi maksymalnymi wartościami rzędnymi wody znajduje się w załączniku 6. Obejmuje ono wartości obliczone dla kolejnych

wariantów W0, W1, WII, WP oraz WP++, na wszystkich rzekach objętych modelowaniem dla scenariuszy o prawdopodobieństwie wystąpienia $p = 1\%$ oraz $p = 0,2\%$.

4.14 Opis wyznaczenia stref zalewowych dla poszczególnych wariantów (z uwzględnieniem opracowania stref dla cieków objętych budową dodatkowych modeli hydraulicznych)

4.14.1 Wyznaczenie zasięgu stref zalewowych

Dla wszystkich wariantów rozpatrywanych w ramach etapy II wyznaczone zostały zasięgi stref zagrożenia powodziowego. Podstawą ich wyznaczenia była analiza przecięcia odpowiednich numerycznych modeli powierzchni wody (NMPW) z numerycznym modelem terenu (NMT). Proces ten zrealizowano w oprogramowaniu ArcGIS 10.0.

4.14.1.1 Numeryczny Model Powierzchni Wody (NMPW)

Podstawą utworzenia numerycznych modeli powierzchni wody (NMPW) dla każdego wariantu były przekroje poprzeczne, zawierające informację o rzędnych zwierciadła wody dla danego scenariusza (W0_Q1, W0_Q02, W1_Q1, W1_Q02, WIIA_Q1, WIIA_Q02, WIIB_Q1, WIIB_Q02, WIIC_Q1, WIIC_Q02, WP_Q1, WP_Q02, WP++_Q1_WP++_Q01). W wyniku interpolacji (algorytm ANUDEM – funkcja Topo To Raster w ArcGIS) tych przekrojów (tj. izolinii zwierciadeł wody), w zasięgu masek utworzono powierzchnie rastrowe prezentujące w sposób przestrzennie ciągle prawdopodobne ułożenie zwierciadła wody (Numeryczny Model Powierzchni Wody, NMPW) w danym scenariuszu. Granice masek stanowiły zewnętrzną obwiednię zasięgu przekrojów dla poszczególnych elementów sieci rzecznej określonych w modelu (rzeki, linie spływu po terasie) lub, w przypadku gęstej sieci rzecznej (i w konsekwencji nakładających się zasięgów przekrojów), odpowiadały topograficznym działom wodnym pomiędzy nimi. NMPW stanowi załącznik 7.

4.14.2 Generowanie stref zagrożenia powodziowego

W wyniku przecięcia (matematycznej różnicy) rastrow NMPW oraz NMT uzyskano tzw. mapę różnicową. Raster tej mapy przestrzennie odpowiada masce, w której opracowane zostało NMPW. Wartości dodatnie mapy różnicowej oznaczają głębokości wody w strefie zalewowej (licząc od poziomu NMT), wartości ujemne – wysokości nad poziomem zwierciadła wody, zaś wartości zero – linię graniczną stanowiącą granicę strefy zagrożenia powodziowego. Wartości dodatnie zaklasyfikowano do dwóch klas głębokości wody – poniżej i powyżej 0,5 m. Tak utworzone klasy zostały poddane generalizacji (usunięcie szumów z obrazu rastrowego za pomocą filtra większościowego). Następnie wykonano konwersję rastra do wektora, z zastosowaniem algorytmu podstawowego wygładzania (usunięcie efektu „schodków”), otrzymując w ten sposób wstępne poligony głębokości.

4.14.3 Interpretacja i weryfikacja stref zagrożenia powodziowego

Wstępne poligony głębokości poddane zostały dalszym procedurom weryfikacji, wygładzania i upraszczania.

Po pierwsze, wykonana została dokładna analiza połączeń hydraulicznych pomiędzy poligonami strefy zalewowej. Etap ten realizowany był półautomatycznie. Za pomocą odpowiedniego algorytmu w środowisku GIS typowane były wszystkie obszary przeznaczone do wykluczenia ze strefy zalewu, jako nie połączone hydraulicznie ze strefą koryta głównego. Jednak to wykonawca decydował ostatecznie czy dany poligon zostanie odrzucony czy nie. Najczęstsze przypadki pozostawienia w strefie zalewowej takich poligonów związane były

z miejscami zastosowania w modelu tzw. *linków (link channels)*, które realizowały połączenia pomiędzy *branch'ami* w ten sposób, by umożliwić przelew wód powodziowych przez różne podwyższenia terenu jak np. wał, droga, naturalne wzniesienie (por. rozdz. 3.2.1 „Schematyzacja sieci rzecznej”). Specyfika modelu 1D powoduje, że połączenia te nie zawsze znajdują bezpośrednie odzwierciedlenie w mapie różnicowej, gdyż *linki* niejako „przerzucają” wodę do obniżen terenu, które się nią wypełniają, ale nie koniecznie do poziomu, w którym osiągnęłyby przestrzenną styczność z miejscem przelania. Obszary te, dla zachowania spójności postępowania w przypadku opracowywania strefy zagrożenia powodziowego, były, w sposób ekspercki, łączone ze strefą koryta głównego. Innymi miejscami takich złączeń były np. przelewy pod drogami (nie uwzględnione przez NMT). Ponadto wyeliminowane zostały małe poligony (o powierzchni mniejszej niż 200m²) na drodze agregowania ich do większych sąsiadów lub usunięcia (w przypadku odosobnionych obiektów).

Następnie, krawędzie poligonów zostały wygładzone narzędziem wykorzystującym algorytm PEAK (Polynomial Approximation with Exponential Kernel) w oprogramowaniu ArcGIS, aby wyeliminować ostre krawędzie w poligonach głębokości.

Granice stref zagrożenia powodziowego (bez podziału na strefy głębokości) uzyskano, jako zewnętrzną obwiednię opracowanych stref głębokości dla każdego scenariusza.

Końcowym etapem było skontrolowanie zasięgów zalewów i głębokości pod kątem poprawności geometrycznej i topologicznej (np. eliminacja „pętli”, pustych poligonów) oraz sprawdzenie zasięgów stref zagrożenia powodziowego dla wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w stosunku do siebie tj. czy nie zachodzi przekroczenie granicy strefy wód o większym prawdopodobieństwie wystąpienia (np. 10%) poza granice strefy o prawdopodobieństwie mniejszym (np. 1%). Sytuacje takie mogą zdarzyć się jako rezultat np. zastosowania procesu wygładzania poligonów czy błędu w pojedynczym przekroju w określonym scenariuszu. Błędy znalezione w w/w kontrolach zostały wyeliminowane.

4.15 Porównanie efektów dla wariantu WP

Poniżej przedstawiono porównanie efektów działań dla Wariantu WP.

Tabela nr 40. Powierzchnie zagrożone zalewem w poszczególnych klasach użytkowania terenu w zasięgu wody Q 0,2% i Q 1,0% dla wariantu WP

Klasa użytkowania terenu	Powierzchnia klasy w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1% wg wariantu WP [ha]	Powierzchnia klasy w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 0,2% wg wariantu WP [ha]	Powierzchnia klasy ochroniona przed zalewem dla wody Q 1% [ha]	Powierzchnia klasy ochroniona przed zalewem dla wody Q 0,2% [ha]
tereny zabudowy mieszkaniowej	11,1	42,5	34,89	68,56
tereny przemysłowe	0,1	1,3	6,30	9,86
tereny komunikacyjne	1,2	8,4	9,24	13,62
lasy	62,8	116,6	83,03	107,17
tereny rekreacyjno-wypoczynkowe	0,0	0,0	2,03	7,63
grunty orne	299,9	864,4	784,30	842,12
użytki zielone	806,0	1318,3	541,55	359,47
tereny pozostałe	100,4	123,7	34,63	39,63

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 41. Obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa w zasięgu wody Q1% i Q0,2% dla wariantu WP

Klasa obiektu	Jednostka	Ilość obiektów w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% WP	Ilość obiektów w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 0,2% WP	Ilość obiektów ochronionych przed zalewem dla wody Q 1%	Ilość obiektów ochronionych przed zalewem dla wody Q 0,2%
Budynki mieszkalne	szt.	61	276	261	482
Budynki gospodarcze	szt.	141	444	369	525
Budynki użyteczności publicznej	szt.	5	13	15	62
Budynki przemysłowe	szt.	0	3	4	12
Cmentarze	szt.	1	1	1	1
Drogi	km			95,2	154,3
Linie kolejowe	km	0,1	0,1	0,0	0,01

Źródło: opracowanie własne

Tabela nr 42. Analiza liczby ludności dla wariantu WP

Klasa obiektu	Jednostka	Liczba osób w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 1,0% dla WP	Liczba osób w zasięgu strefy zalewowej dla wody Q 0,2% dla WP	Liczba osób chronionych przed zalewem dla wody 1%	Liczba osób chronionych przed zalewem dla wody 0,2%
Liczba mieszkańców	osób	209	944	948	1888

Źródło: opracowanie własne

4.16 Analiza kosztów działań w zakresie każdego wariantu

Koszty zaproponowanych rozwiązań technicznych oszacowano w oparciu o wskaźnikowe ceny jednostkowe. Dokumentem wskazującym ceny jednostkowe realizacji określonych działań technicznych w zakresie ograniczenia zagrożeń powodziowych było opracowanie pn.: „Zestaw cen jednostkowych dla wycen obiektów technicznych...” opracowany w 2013 r. przez firmy MGGP S.A. i KV Projekty Inżynieryjne i Architektoniczne w ramach realizacji „Analizy programu inwestycyjnego w zlewni Raby” oraz „Analizy programu inwestycyjnego w zlewni Sanu (wraz ze zlewnią Wisłoka)”, zleconych przez RZGW w Krakowie.

Koszty całkowite analizowanych wariantów w poszczególnych jednostkach zadaniowych przedstawiono w poniższej tabeli. Szczegółowe wyliczenia opisane są w poszczególnych rozdziałach dot. wyboru wariantów planistycznych ujętych w Załącznikach jednostek zadaniowych.

Wielowariantowy program inwestycyjny wraz z opracowaniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko dla rzeki Uszwicy wraz z dopływami na terenie gm. Szczurowa, Borzęcin, Brzesko, Gnojnik, Lipnica Murowana.

Tabela nr 43. Zestawienie kosztów poszczególnych wariantów w jednostkach zadaniowych

Nr jednostki zadaniowej	Ciek	Całkowity koszt nakładów				
		WI	WIIA	WIIB	WIIC	WIID
Z01, Z07, Z08	Uszwica	205 875 863,00 zł	205 875 863,00 zł	76 124 504,00 zł	211 702 063,00 zł	47 487 500,00 zł
Z02	Górzański	56 898 304,00 zł	6 975 000,00 zł	102 500,00 zł	-	-
Z03	Leksandrówka	56 898 304,00 zł	22 647 325,00 zł	1 972 500,00 zł	-	-
Z04	Kowalówka	56 898 304,00 zł	-	1 217 000,00 zł	-	-
Z05	Grodna	56 898 304,00 zł	-	2 010 000,00 zł	-	-
Z06	Niedźwiedz	56 898 304,00 zł	20 192 165,50 zł	430 000,00 zł	-	-
Z07	Borowy, Borowy Potok	jednostka połączona z jednostką Z01				
Z08	Korytnica, Ulga Uszewska	jednostka połączona z jednostką Z01				

Źródło: opracowanie własne



4.17 Analiza wielokryterialna dla jednostek zadaniowych

4.17.1 Wprowadzenie

Analiza wielokryterialna została przeprowadzona w oparciu o opracowanie pn. "Zastosowanie analizy wielokryterialnej do wyboru preferowanego wariantu ochrony przeciwpowodziowej w zlewni wykorzystywane w analizach planistycznych regionu wodnego górnej Wisły". Analiza wielokryterialna znajduje zastosowanie, gdy spośród zadanej liczby wariantów konieczne jest wybranie optymalnego pod kątem określonych niejednorodnych kryteriów. Niejednorodność kryteriów oznacza, że sprowadzenie kryteriów do wspólnego mianownika jest utrudnione, czyli bezpośrednie porównanie nie jest możliwe. Kryteria mogą być określone np. poprzez koszt w PLN, liczbę sztuk, obszar, kilometry, jednostki czasu itp., lub w postaci przypisywanej przez ekspertów oceny, określającej stopień realizacji celu przez dany wariant pod kątem danego kryterium. Kluczowe jest to, że analiza wielokryterialna umożliwia uwzględnienie efektów niemierzalnych, takich jak, na przykład, sprawiedliwość społeczna, niektóre skutki dla środowiska.

Sprowadzenie kryteriów do zestawu ocen pozwala dodatkowo na analizę skomplikowanych problemów przy pomocy narzędzi informatycznych. Analiza powinna umożliwić podjęcie decyzji optymalnej, czyli wyboru takiego wariantu, który przyniesie najlepsze dla decydenta, oczekiwane efekty.

4.17.2 Cel analizy

Celem zastosowania analizy wielokryterialnej jest znalezienie wariantu preferowanego spośród określonej liczby technicznych, nietechnicznych i mieszanych wariantów planistycznych, ograniczających w różnym stopniu ryzyko powodziowe, a także charakteryzujących się kosztami inwestycyjnymi i utrzymaniowymi oraz zakłócających środowisko przyrodnicze i powodujących zmiany w życiu społecznym.

Z uwagi na różnorodny charakter zagospodarowania i rzeźby terenu zlewni zadaniowych, zagrożenia powodziowe oraz obszaru, na jakim zaproponowane zostaną działania inwestycyjne niezwykle istotne jest zastosowanie odpowiedniej metody analizy wielokryterialnej, która w jednoznaczny i czytelny sposób, przy zastosowaniu odpowiednich kryteriów oceny, pozwoli na wybór optymalnego wariantu ochrony przeciwpowodziowej.

Wynikiem analizy jest wybór wariantu nie gorszego od pozostałych, to znaczy, mającego wyższe oceny ze względu na kryteria, a nie jednoznacznie najlepszego.

Istotne jest, by liczba ocenianych wariantów była pełna. Oznacza to, że zakłada się, iż nie istnieje inny dodatkowy wariant, nieuwzględniony w analizie, a potencjalnie lepszy.

Należy również pamiętać o tym, że każdy projekt realizowany jest w określonych warunkach. Niektóre z nich są sztywne, tzn. takie, których zmiana nie jest możliwa (np. posiadane środki finansowe, teren inwestycyjny itp.). Warunki elastyczne to samoograniczenia narzucane samodzielnie przez decydenta, które w odróżnieniu od sztywnych mogą ulegać pewnym zmianom w procesie podejmowania decyzji, zależnie od wyników analizy. Warunki elastyczne wyrażają poziom aspiracji decydenta, to znaczy minimalne wartości każdego z kryteriów, jakie go satysfakcjonują. Warunki określają zbiór wariantów dopuszczalnych.

Analiza wielokryterialna bazuje przede wszystkim na doświadczeniu i wiedzy ekspertów i decydentów oraz ich odpowiedzialności za proces decyzyjny. Należy przy tym pamiętać, że analiza wielokryterialna to jedynie narzędzie wspomagające podjęcie decyzji, a nie służące jej automatycznemu podjęciu. Możliwa jest taka sytuacja, w której Inwestor wykonując szczegółowe analizy i badania podejmie decyzję o realizacji innego wariantu. Taka sytuacja może wystąpić w szczególności, gdy różnice w ocenie ogólnej poszczególnych wariantów są

niewielkie i wykonanie szczegółowych ekspertyz może wpłynąć na ostateczną ocenę wariantów.

4.17.3 Przypisanie wag i sposób realizacji analizy wielokryterialnej

Wykonanie samej analizy następuje w etapach.

ETAP 1 UTWORZENIE STRUKTURY HIERARCHICZNEJ WRAZ Z PRZYPISANIEM WAG

W pierwszej kolejności należy ustalić ilość poziomów struktury hierarchicznej, dla której będzie wykonywana analiza.

W przypadku analizowanego przedsięwzięcia przewiduje się 3 poziomy w strukturze hierarchicznej:

- grupy kryteriów;
- kryteria w ramach danej grupy kryteriów;
- warianty stanowiące rozwiązania problemu w obszarze problemowym.

Analiza porównawcza parami wykonywana jest osobno dla każdego poziomu, czyli porównuje się ze sobą parami poszczególne grupy kryteriów, osobno porównuje się następnie również parami poszczególne kryteria z danej grupy kryteriów, a w ostatnim kroku porównuje się parami warianty rozwiązania problemu w obszarze problemowym w świetle każdego z kryteriów osobno.

Zidentyfikowano cztery grupy kryteriów, zestawione w tabeli poniżej:

Tabela nr 44. Grupy kryteriów do analizy MCA

Grupy kryteriów
Kryteria ekonomiczne
Kryteria społeczne
Kryteria środowiskowe
Kryteria powodziowe

Źródło: "Zastosowanie analizy wielokryterialnej do wyboru preferowanego wariantu ochrony przeciwpowodziowej w zlewni wykorzystywane w analizach planistycznych regionu wodnego górnej Wisły"

Kryteria

Ogromną zaletą przyjętej metody jest jej skoncentrowanie na definiowaniu kryteriów oceny wariantów oraz nadaniu im właściwej rangi. To właśnie ich dobór oraz wzajemne relacje pomiędzy kryteriami w największym stopniu determinują wynik. Dzięki zastosowaniu analizy wielokryterialnej metodą porównania parami mamy szansę uwzględnić specyfikę procesów wartościowania kryteriów przez ekspertów oceniających, łącznie z eliminacją tych ocen, które znacząco odbiegają od pozostałych.

Tak jak wcześniej wspomniano, bardzo istotnym aspektem w analizie jest dobór kryteriów analizy. Powinno ich być jak najmniej, by opis problemu i jego analiza była relatywnie mało złożona, a wpływ wskaźnika na realizację funkcji celu możliwy do opisu. Dzięki temu proces decyzyjny jest przejrzysty i łatwy do zaprezentowania np. w konsultacjach społecznych. Równocześnie opis problemu przy pomocy wskaźników musi być pełny, czyli nie mogą one pomijać istotnego, z punktu widzenia decydenta, aspektu rzeczywistości. Należy przy tym unikać skupiania się i optymalizowania kryteriów mało istotnych, jak również tzw. redundancji, czyli powtarzania przez różne kryteria tej samej informacji, co skutkuje podwyższaniem/zaniżaniem oceny. Aby tego uniknąć zmierza się do uzyskania konfliktowości kryteriów, co pozwala na wykluczenie sytuacji, gdy różne kryteria opisują to samo zjawisko sztucznie poprawiając lub pogarszając ocenę danego wariantu. Kryteria są zgodne, gdy w razie wybrania wariantu o lepszej ocenie ze względu na jedno z nich, również

wartość drugiego kryterium ulega poprawie. W praktyce rzadko spotyka się konfliktowość lub zgodność kryteriów w czystej postaci, stąd konieczność subiektywnej oceny decydenta, czy dane kryterium włączyć czy wykluczyć z modelu.

Założeniem metody jest przyjęcie jak największej ilości kryteriów, dla których miarą są wielkości liczbowe.

Zbyt duża lista kryteriów spowoduje rozmycie wyników, czyli zatarcie różnic wyników pomiędzy poszczególnymi kryteriami. W związku z powyższym dokonano wyboru najbardziej istotnych kryteriów i pominięto te kryteria, które nie różnicują dobrze wariantów planistycznych. Jest tak w przypadku kryteriów, dla których wszystkie porównywane warianty będą zakładały podobny zakres działań, a w takim razie porównywanie alternatywnych rozwiązań w świetle tych kryteriów nie pomoże w uchwyceniu przewagi jednego rozwiązania nad drugim.

Kryteriabrane pod uwagę w analizie wielokryterialnej spełniają założenia analizy.

- Kryteria określono kierując się zidentyfikowanym celem projektu i sprawdzono co wyrażają te cele,
- Kryteria są tak wybrane, że żadna istotna kategoria kryteriów nie została pominięta,
- Kryteria są praktyczne, tzn. każdy ze zidentyfikowanych wariantów daje się ocenić pod względem każdego kryterium,
- Kryteria są różnicujące tzn. pominięto te kryteria, które nie różnicują w sposób istotny wariantów,
- Kryteria nie są współzależne (redundantne),
- Kryteria w miarę możliwości określono ilościowo, minimalizując potrzebę oceny jakościowej.

Dane wejściowe do analizy wielokryterialnej w odniesieniu do kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych, pozyskano z modelowania hydraulicznego, wykonanego zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego z dnia 21 grudnia 2012 r. (Dz.U. z 2013 r. poz. 104).

Ograniczenie strat powodziowych i ilość chronionych obiektów oszacowano dla każdego rozwiązania, podlegającego ocenie w analizie wielokryterialnej. Wartości z ww. rozporządzenia zindeksowano w oparciu o wskaźniki inflacji dla poszczególnych klas użytkowania terenu.

Efektorem tak przeprowadzonej analizy wielokryterialnej jest wskazanie optymalnego wariantu rozwiązania problemu w danym obszarze problemowym.

Skala ocen

Dla poziomu kryteriów w danej grupie kryteriów oraz dla poziomu kryteriów w grupie kryteriów środowiskowych i kryterium E3, tj. technicznego stopnia trudności realizacji, ocena porównawcza może być przeprowadzona jedynie na podstawie oceny punktowej dokonywanej przez ekspertów. Z kolei w odniesieniu do tych kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych, na poziomie oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium możliwe jest dokonanie oceny porównawczej nie na podstawie oceny punktowej dokonanej przez ekspertów, lecz na podstawie danych w jednostkach naturalnych (szt., km, PLN, itd.).

W związku z powyższym założeniem, że najdokładniejszą oceną wariantów, którą można uzyskać przy porównaniu kryteriów ilościowych, jest iloraz wartości liczbowych porównywanych par wariantów, w których podane są konkretne dane z modelowania, analiz przestrzennych i hydrologicznych, wagi ustalono na podstawie wyniku powyższego ilorazu.

Jedynie przy porównaniu parami w przypadku, gdy nie ma możliwości nadania oceny na podstawie danych ilościowych, przyjęto skalę ocen od 1/9 do 9, rekomendowaną przez twórcę metody AHP, Saatiego. Skalę poszczególnych ocen przedstawia poniższa tabela.

Przypisanie wag dla poszczególnych kryteriów

Sposób obliczenia wag dla wyższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej czterech grup kryteriów oraz dla niższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium został opisany na przykładzie w Etapie 2, opisanym poniżej. Dla poziomu kryteriów w danej grupie, ocena porównawcza może być przeprowadzona jedynie na podstawie oceny punktowej dokonywanej przez ekspertów.

Zwrócono uwagę na wartości współczynnika spójności. Jest on istotny z punktu widzenia poprawności metody porównania parami AHP. W każdej ocenie porównawczej zapewniono, aby współczynnik spójności nie przekraczał 10%. Jeśli przekroczono współczynnik, to konieczna była korekta ocen porównawczych. Zapewnienie współczynnika poniżej 10% jest niezbędne aby zachować konsekwencję w ocenach porównawczych parami, zgodnie z metodyką analizy AHP.

Z kolei na poziomie oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium możliwe jest dokonanie oceny porównawczej nie tylko na podstawie oceny punktowej dokonanej przez ekspertów, lecz na podstawie danych w jednostkach naturalnych (szt., km, PLN, itd.) – w odniesieniu do tych kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych.

ETAP 2 DOKONANIE OCEN PORÓWNAWCZYCH PARAMI

Zastosowana w analizie wielokryterialnej metoda selekcji preferowanego wariantu powinna spełniać kilka warunków:

- musi być spójna z ocenami wyrażonymi w różnych skalach.
- musi umożliwiać dokonywanie analiz dla zmieniających się wartości ocen i współczynników wagowych dla kryteriów.
- musi w sposób obrazowy i niepodważalny dokumentować cechy realizacji wariantu preferowanego.

W celu ułatwienia zapoznania się z wynikami analiz, poniżej zaprezentowano przykład oceny porównawczej z wyjaśnieniami sposobu nadawania ocen w macierzy porównawczej i sprawdzenia współczynnika spójności:

Rysunek 12. Przykład oceny porównawczej

PRZYKŁAD WYPEŁNIANIA OCENY PORÓWNAWCZEJ

WYPEŁNIAMY OCENY W NIEBIESKICH KOMÓRKACH:

JEŚLI KRYTERIUM E2 JEST TAK SAMO WAŻNE JAK E1 TO WPISUJEMY 1

JEŚLI KRYTERIUM E1 JEST 3 RAZY BARDZIEJ PREFEROWANE NIŻ E3 TO WPISUJEMY 3

JEŚLI JEST >10% TO POJAWI SIĘ KOMUNIKAT "SPRAWDŹ OCENY" I TRZEBA ZMIENIĆ OCENY W NIEBIESKICH KOMÓRKACH!

	E1	E2	E3	E4	
E1	1	1	3	2	WYPEŁNIJ ANALOGICZNIE
E2	1	1	5	1	
E3	0,333333333	0,2	1	1	
E4	0,5	1	1	1	
Iteracja 1	0,25				
	0,25				
	0,25				
	0,25				
Iteracja 2	1,75	0,33280507			
	2	0,38034865			
	0,633333333	0,12044374			
	0,875	0,16640254			
Iteracja 3	1,407290016	0,33534743			
	1,48177496	0,35309668			
	0,47385103	0,11291541			
	0,833597464	0,19864048			
Iteracja 4	1,424471299	0,33896477			
	1,451661631	0,34543494			
	0,493957704	0,11754134			
	0,832326284	0,19805895			
Iteracja 5	1,433141625	0,33868406			
	1,470165349	0,34743361			
	0,497675533	0,11761208			
	0,830517613	0,19627026			
Iteracja 6	1,431494418	0,33850563			
	1,470448322	0,34771706			
	0,496263744	0,11735154			
	0,830657972	0,19642577			
Iteracja 7	1,431128848	0,33853336			
	1,469406148	0,34758786			
	0,496155932	0,11736563			
	0,830747186	0,19651315			
Iteracja 8	1,431244409	0,33854125			
	1,469462515	0,34758121			
	0,496240806	0,11737896			
	0,830733318	0,19649858			
Iteracja 9	1,4312565	0,33853918			
	1,469515841	0,34758877			
	0,496240864	0,11737727			
	0,830729377	0,19649479			

Wagi	Spójność
0,338539	OK
0,347589	9%
0,117377	
0,196495	

lambda	CI	CI/R
4,227743	0,075914	0,085297

JEŚLI KRYTERIUM E2 JEST 5 RAZY BARDZIEJ PREFEROWANE NIŻ E3 TO WPISUJEMY 5

JEŚLI JEST "OK" TO PRZECHODZIMY DO KOLEJNEGO ARKUSZA

Sposób obliczenia wag jest następujący:

- wypełnia się oceny porównawczej parami (w niebieskich komórkach w powyższym przykładzie);
- w iteracji 1 następuje mnożenie macierzy z ocenami porównawczej parami (żółte i niebieskie komórki) przez macierz składającą się z czterech równych wag (tj. wyjściowo 0,25 dla każdego kryterium);
- w kolejnych iteracjach następuje mnożenie macierzy z ocenami porównawczej parami przez macierzy składającą się z wyników poprzedniej iteracji;
- z kolejnych działań mnożenia macierzy wynika coraz mniejsza rozbieżność otrzymywanych wag w stosunku do poprzedniej iteracji. W efekcie otrzymuje się wagi poszczególnych kryteriów, które będą w następnym etapie podlegały weryfikacji pod względem współczynnika spójności.



ETAP 3 WERYFIKACJA WSPÓŁCZYNNIKA SPÓJNOŚCI

W przedstawionym przykładzie po dokonaniu ocen każdej pary kryteriów następuje sprawdzenie przechodniości preferencji, za pomocą współczynnika spójności. Jeśli jego wartość przekracza 10% należy powrócić do ocen, gdyż oznacza to, że nie zachowano konsekwencji przy ocenie porównawczej.

Ocena za pomocą nadawania punktacji w skali 1-9 jest konieczna w stosunku do kryteriów, których nie można wyrazić w ujęciu ilościowym. Jeśli jest to możliwe, ocena porównawcza wynika ze stopnia spełniania danego kryterium wyrażonego w jednostkach naturalnych, np. w sztukach, m² lub PLN.

ETAP 4 OBLICZENIE WAG I PODSUMOWANIE WYNIKÓW ANALIZY

Sposób obliczenia wag dla wyższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej kryteriów oraz dla niższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium, jest analogiczny jak w opisanym wcześniej przykładzie. Zarówno dla poziomu grup kryteriów, jak i dla poziomu kryteriów w danej grupie, ocena porównawcza może być przeprowadzona jedynie na podstawie oceny punktowej dokonywanej przez ekspertów. Z kolei na poziomie oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium możliwe jest dokonanie oceny porównawczej nie tylko na podstawie oceny punktowej dokonanej przez ekspertów, lecz na podstawie danych w jednostkach naturalnych (szt., km, PLN, itd.) – w odniesieniu do tych kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych.

Ostatnim etapem analizy jest wymnożenie otrzymanych w ten sposób wag z każdego poziomu struktury:

WYNIK KOŃCOWY = SUMA ILOCZYNÓW (waga danego wariantu x waga danego kryterium x waga danej grupy kryteriów).

Efektom tych obliczeń jest ranking wariantów, stworzony w oparciu o sumy iloczynów wag z poszczególnych poziomów struktury hierarchicznej – wariant z najwyższą sumą jest rekomendowany do wdrożenia, jako najlepiej spełniający założone kryteria oceny.

4.17.4 Wyniki analizy wielokryterialnej

Wyniki analizy wielokryterialnej wykonanej dla poszczególnych jednostek zadaniowych przedstawiono w załączniku 10.

W oparciu o opracowanie pn. "Zastosowanie analizy wielokryterialnej do wyboru preferowanego wariantu ochrony przeciwpowodziowej w zlewni wykorzystywane w analizach planistycznych regionu wodnego górnej Wisły" przyjęto trzy zestawy wag, przedstawione w tabeli poniżej:

Tabela nr 45. Wagi grup kryteriów

Grupy kryteriów	Model równoważny	Model z przewagą ochrony p. powodziowej i kosztów	Model z przewagą czynników społeczno-środowiskowych
Kryteria ekonomiczne	25%	30%	5%
Kryteria społeczne	25%	15%	30%
Kryteria środowiskowe	25%	5%	50%
Kryteria powodziowe	25%	50%	15%
<i>Suma</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>

Dla poszczególnych kryteriów w ramach każdej z grup kryteriów przeprowadzono ocenę porównawczą parami:

Kryteria ekonomiczne – ocena porównawcza:

	E1	E2	E3
E1	1	1	0,5
E2	1	1	0,5
E3	2	2	1

		Wagi kryteriów
E1	Wartość nakładów inwestycyjnych	0,25
E2	Wartość średniorocznych kosztów utrzymaniowych (liczonych na podstawie okresu 100 lat)	0,25
E3	Techniczny stopień trudności realizacji	0,50
<i>Suma</i>		<i>1,0</i>

Kryteria społeczne – ocena porównawcza:

	S1	S2	S3
S1	1	0,5	0,5
S2	2	1	1
S3	2	1	1

		Wagi kryteriów
S1	Zajętość terenu dla całego wariantu	0,20
S2	Ilość przeniesień związanych z realizacją wariantu [liczba mieszkańców]	0,40
S3	Suma chronionych obiektów użyteczności publicznej o szczególnym znaczeniu [szt.] dla wody Q0,2% [liczba obiektów]	0,40
<i>Suma</i>		<i>1,0</i>

Kryteria środowiskowe – ocena porównawcza:

	Ś1	Ś2	Ś3	Ś4
Ś1	1,0	1,0	1,0	1,0
Ś2	1,0	1,0	1,0	1,0
Ś3	1,0	1,0	1,0	1,0
Ś4	1,0	1,0	1,0	1,0

		Wagi kryteriów
Ś1	Oddziaływanie na obszary chronione (parki narodowe, rezerваты przyrody, obszary sieci Natura 2000)	0,25
Ś2	Zagrożenia dla siedlisk przyrodniczych oraz (jeśli znane) dla populacji gatunków chronionych	0,25
Ś3	Oddziaływanie na krajowe i regionalne korytarze ekologiczne	0,25
Ś4	Oddziaływanie na cele ochrony wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej	0,25
<i>Suma</i>		1,0

Kryteria powodziowe – ocena porównawcza:

	P1	P2	P3
P1	1	2	8
P2	0,5	1	8
P3	0,13	0,1	1

		Wagi kryteriów
P1	Redukcja wartości potencjalnych strat w zasięgu zalewu wody 1%	0,58
P2	Redukcja zagrożenia dla ludzi w zasięgu zalewu wody 1% [liczba mieszkańców]	0,36
P3	Redukcja kulminacji fali powodziowej (redukcja przepływu w przekroju ujściowym danej zlewni dla przepływu Q1%)	0,06
<i>Suma</i>		1,0

4.18 Opisu tworzenia wariantów docelowych w układzie zlewni głównej (cała zlewnia Uszwicy)

Na podstawie wykonanej diagnozy problemów i zagrożeń powodziowych oraz w oparciu o propozycje działań zgłoszonych w ramach dotychczasowych planów i strategii inwestycyjnych, zdefiniowano działania dla poszczególnych jednostek zadaniowych, które w efekcie zapewnią osiągnięcie pożądanej redukcji zagrożenia powodziowego. Wariant planistyczny, to zestaw niezależnych lub powiązanych z sobą działań, prowadzących do osiągnięcia wskazanych celów, przy założeniu określonego poziomu bezpieczeństwa powodziowego i sposobie zarządzania ryzykiem powodziowym. Formułowanie wariantów planistycznych bazowało na dokonaniu wyboru działań ograniczających ryzyko powodziowe w poszczególnych jednostkach zadaniowych a następnie rozwiązania zadania analizy wielokryterialnej ze wskazaniem wariantu rekomendowanego, który jest podstawą do tworzenia wariantu dla całego obszaru zlewni głównej. Przy czym założono, że wariant ten, zgodnie z założeniami w dorzeczu Górnej Wisły, przede wszystkim nie powinien przenosić zagrożenia do niżej położonych zlewni, a więc powinien cechować się przewagą rozwiązań sprzyjających retencji nad rozwiązaniami ograniczającymi zasięg zalewu.

Dla rozpatrywanej jednostki najwyższego rzędu tj. zlewni Uszwicy przeprowadzono analizę dla następujących wariantów:

- **Wariant P** wariant preferowany uwzględniający najlepiej ocenione działania zlokalizowane na zlewniach Z1...Z1.n
- **Wariant P+** wariant uwzględniający najlepiej ocenione działania zlokalizowane na zlewniach Z1...Z1.n, wzmocniony dodatkowo o wybrane działania retencyjne zlokalizowane w zlewniach Z1.1...Z1.n a wynikające z dążenia do redukcji zagrożenia w zlewni Z1 i dodatkowo korzystnie wpływające na odbiornik
- **Wariant P++** wariant P+ wzmocniony dodatkowo o działania ograniczające ryzyko powodziowe cieków głównego Z1, których nie można było analizować wcześniej, bez uwzględnienia rzeczywistego wpływu wszystkich działań w całej zlewni

Działania składające się na wariant preferowany P to suma wszystkich działań, które pozytywnie przeszły analizę wielokryterialną w zlewniach zadaniowych i zostały wskazane w wariantach preferowanych w tych zlewniach.

4.19 Wybór wariantu rekomendowanego ochrony przeciwpowodziowej w zlewni Uszwicy.

4.19.1 Wariant WP

W wyniku przeprowadzenia analiz wielokryterialnych w poszczególnych jednostkach zadaniowych zdefiniowany został wariant WP, który w zakresie działań technicznych odpowiada wariantowi WIIC dla zlewni zadaniowej Z1, Z7 i Z8. W pozostałych zlewniach rekomenduje się przesiedlenia, likwidację lub zmianę funkcji zabudowy obiektów mieszkalnych i gospodarczych, znajdujących się w strefie zasięgu zalewu wód p=1% zalewanych powyżej 0,5 m głębokości a także zabezpieczenie budynków mieszkalnych i gospodarczych, znajdujących się w strefie zasięgu zalewu wód p=1% ale zalewanych poniżej 0,5 m głębokości.

Szczegółowy opis wariantu przedstawiono poniżej

Nazwa wariantu	Ciek	Opis wariantu
WP	Zlewnia Uszwicy	<p>Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim", "Zagrody".</p> <p>Rozbudowa wałów: prawy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 0+480 do km 15+285 (dł. 14,8 km), w km 18+153 do km 24+387 (dł. 5,9 km); lewy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 1+530 ÷ 14+838 (dł. 13,3 km), w km 18+174 do km 24+346 (dł. 6,0 m); prawy wał cieku Borowa Struga w km 0+038 do km 3+773 (dł. 3,7 km), lewy wał cieku Borowa Struga w km 0+046 do km 3+773 (dł.3,6km)</p> <p>Przesiedlenia i zabezpieczenia budynków w jednostkach zadaniowych Z02, Z03, Z04, Z05, Z06</p>

Zródło: opracowanie własne

4.19.2 Wariant WP+

Wariant WP+ jest to wariant, który zawiera najlepiej ocenione działania zlokalizowane na zlewniach zadaniowych rzeki Uszwicy wzmocniony o dodatkowe działania retencyjne zlokalizowane na zlewniach Z02, Z03 i Z06 a wynikające z dążenia do redukcji zagrożenia w zlewni Z1 i dodatkowo korzystnie wpływające na odbiornik.

W ramach wariantu WP+ uwzględniono wszystkie zbiorniki suche, które były analizowane w ramach autorskich wariantów planistycznych WIIA i WIIB w zlewni potoku Górzańskiego, Leksandrówki i Niedźwiedz a także działania rekomendowane w ramach wariantu WP.

Szczegółowy opis wariantu przedstawiono poniżej.

Nazwa wariantu	Ciek	Opis wariantu
WP+	Zlewnia Uszwicy	<p>Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim", "Zagrody", "Lipnica Górna", "Stary Wiśnicz", "Kobyle Dolne", "Dębina", "Chronów", "Łoniowa", "Doły-P", "Doły-L", "Dębno"</p> <p>Rozbudowa wałów: prawy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 0+480 do km 15+285 (dł. 14,8 km), w km 14+676 do km 20+619 (dł. 5,9 km); lewy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 1+530 ÷ 14+838 (dł. 13,3 km), w km 13+210 do km 19+176 (dł. 5,9 m); prawy wał cieku Borowa Struga w km 0+000 do km 3+734 (dł. 3,7 km), lewy wał cieku Borowa Struga w km 0+000 do km 3+679 (dł.3,6km)</p> <p>Przesiedlenia i zabezpieczenia budynków w jednostkach zadaniowych Z04, Z05</p>

Zródło: opracowanie własne

4.19.3 Wariant WP++

Wariant WP++ przyjęto jako tożsamy wariant z WP+.

Szczegółowy opis wariantu przedstawiono poniżej.

Nazwa wariantu	Ciek	Opis wariantu
WP++	Zlewnia Uszwicy	<p>Budowa suchych zbiorników: "Lipnica Murowana", "Gosprzydowa", "Okocim", "Zagrody", "Lipnica Górna", "Stary Wiśnicz", "Kobyle Dolne", "Dębina", "Chronów", "Łoniowa", "Doły-P", "Doły-L", "Dębno"</p> <p>Rozbudowa wałów: prawy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 0+480 do km 15+285 (dł. 14,8 km), w km 14+676 do km 20+619 (dł. 5,9 km); lewy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 1+530 ÷ 14+838 (dł. 13,3 km), w km 13+210 do km 19+176 (dł. 5,9 m); prawy wał cieku Borowa Struga w km 0+000 do km 3+734 (dł. 3,7 km), lewy wał cieku Borowa Struga w km 0+000 do km 3+679 (dł.3,6km)</p> <p>Przesiedlenia i zabezpieczenia budynków w jednostkach zadaniowych Z04, Z05</p>

Źródło: opracowanie własne

4.19.4 Szacunkowe koszty rekomendowanych wariantów

Koszty zaproponowanych rozwiązań technicznych oszacowano w oparciu o wskaźnikowe ceny jednostkowe. Dokumentem wskazującym ceny jednostkowe realizacji określonych działań technicznych w zakresie ograniczenia zagrożeń powodziowych było opracowanie pn.: „Zestaw cen jednostkowych dla wycen obiektów technicznych...” opracowany w 2013 r. przez firmy MGGP S.A.i KV Projekty Inżynieryjne i Architektoniczne w ramach realizacji „Analizy programu inwestycyjnego w zlewni Raby” oraz „Analizy programu inwestycyjnego w zlewni Sanu (wraz ze zlewnią Wiśląka)”, zleconych przez RZGW w Krakowie.

Tabela nr 46. Koszty nakładów wariantów rekomendowanych

Nazwa wariantu	Całkowity koszt nakładów inwestycyjnych w wariantcie [PLN]
Wariant WP	217 439 063,00 zł
Wariant WP+	270 480 553,50 zł
Wariant WP++	270 480 553,50 zł

Źródło: opracowanie własne

Koszty poszczególnych elementów wariantu WP zostały przedstawione w poniższym zestawieniu a szczegółowe wyliczenia opisane są w poszczególnych rozdziałach dot. wyboru wariantów planistycznych ujętych w Załącznikach 1-6 dla zlewni zadaniowych.

- 211 702 063,00 zł – koszty wariantu WIIC dla zlewni Z01, Z07, Z08
- 102 500,00 zł – koszty wariantu WIIB dla zlewni Z02 (potok Górzański)
- 1 972 500,00 zł – koszty wariantu WIIB dla zlewni Z03 (potok Leksandrówka)
- 1 217 000,00 zł – koszty wariantu WIIB dla zlewni Z04 (potok Kowalówka)
- 2 010 000,00 zł – koszty wariantu WIIB dla zlewni Z05 (potok Grodna)
- 435 000,00 zł – koszty wariantu WIIB dla zlewni Z06 (potok Niedźwiedź)

Koszty poszczególnych elementów wariantu WP+ zostały przedstawione w poniższym zestawieniu a szczegółowe wyliczenia opisane są w poszczególnych rozdziałach dot. wyboru wariantów planistycznych ujętych w Załącznikach 1-6 dla zlewni zadaniowych.

- 217 439 063,00 zł – koszty wariantu WP
- 6 975 000,00 zł – koszty wariantu WIIA dla zlewni Z02 (potok Górzański)
- 22 647 325,00 zł – koszty wariantu WIIA dla zlewni Z03 (potok Leksandrówka)
- 1 217 000,00 zł – koszty wariantu WIIB dla zlewni Z04 (potok Kowalówka)
- 2 010 000,00 zł – koszty wariantu WIIB dla zlewni Z05 (potok Grodna)
- 20 192 165,50 zł – koszty wariantu WIIA dla zlewni Z06 (potok Niedźwiedź)

4.19.5 Wariant rekomendowany

Spośród opisanych powyżej docelowych wariantów ochrony przeciwpowodziowej w zlewni Uszwicy (WP, WP+ i WP++) po uzgodnieniu z Zamawiającym dokonano wyboru wariantu rekomendowanego w ramach niniejszego opracowania.

Wybrany wariant rekomendowany jest tożsamy z wariantem WP i zakłada:

- Budowę suchych zbiorników: „Lipnica Murowana”, „Gosprzydowa”, „Okocim”, „Zagrody”.
- Rozbudowę wałów: prawy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 0+480 do km 15+285 (dł. 14,8 km), w km 18+153 do km 24+387 (dł. 5,9 km); lewy wał rzeki Uszwicy w km rzeki 1+530 ÷ 14+838 (dł. 13,3 km), w km 18+174 do km 24+346 (dł. 6,0 m); prawy wał ciekusu Borowa Struga w km 0+038 do km 3+773 (dł. 3,7 km), lewy wał ciekusu Borowa Struga w km 0+046 do km 3+773 (dł. 3,6 km)
- Przesiedlenia i zabezpieczenia budynków w jednostkach zadaniowych Z02, Z03, Z04, Z05, Z06

Zgodnie z warunkami specyfikacji istotnych warunków zamówienia dla wykonania niniejszego opracowania wariantowe analizy hydrauliczne wykonane były dla wód o prawdopodobieństwie Q1% i sprawdzone przy prawdopodobieństwie Q0,2%. Biorąc pod uwagę historyczne zdarzenia powodziowe w zlewni Uszwicy, przyszłe projektowanie konkretnych budowli (np. zbiorników przeciwpowodziowych) w górnej części zlewni Uszwicy zachodzi uzasadniona obawa, że wymiarowanie budowli oparte jedynie o wartości przepływów prawdopodobnych, może nie być wystarczające i należałoby uzupełnić je o oszacowane wartości natężenia przepływu w czasie powodzi historycznej z 1997 roku.