REALIZACJA PRACY PN.:

„Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow. nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego”

Konsorcjum firm:

CONECO-BCE Kraków

BCE Björnsen Beratende Ingenieure

mgap

Kraków, grudzień 2009

1 WSTĘP 10
2 ZAKRES OPRACOWANIA W RAMACH IDENTYFIKACJI DANYCH WEJŚCIOWYCH I ZBIERANIA KOMPLETU MATERIAŁÓW 10
3 IDENTYFIKACJA DANYCH WEJŚCIOWYCH 11
4 CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ZLEWNI OBJĘTEGO OPRACOWANIEM 19
4.1 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI 19
4.2 PODZIAŁ ADMINISTRACYJNY ZLEWNI 21
4.3 MORFOLOGIA TERENU 23
4.4 BUDOWA GEOLOGICZNA I GLEBY 24
4.5 WARUNKI KLIMATYCZNE 27
4.6 ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE, FLORA I FAUNA 27
4.7 OBSZARY CHRONIONE 28
4.8 OBSZAR NATURA 2000 34
5 IDENTYFIKACJA DOKUMENTÓW PLANISTYCZNYCH 37
5.1 IDENTYFIKACJA ISTNIEJĄCYCH MAP I DOKUMENTÓW PLANISTYCZNYCH 37
5.2 WEKTORYZACJA OBIEKTÓW Z MAPY TOPOGRAFICZNEJ ORAZ ORTOFOTOMAPY 39
6 ZAGROŻENIE POWODZIOWE NA TERENIE ZLEWNI RZEKI BIAŁKI TATRZAŃSKIEJ NA TLE HISTORII POWODZI. 44
6.1 ŹRÓDŁA I RODZAJE ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO 44
6.2 ANALIZA ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO NA PODSTAWIE ZEBRANYCH DANYCH HISTORYCZNYCH 44
7 WYKONANIE KONIECZNYCH PRAC GEODEZYJNYCH 49
7.1 ZAKRES I METODYKA WYKONYWANYCH PRAC POMIAROWYCH 49
7.2 „TYPOWE" PRZEKROJE POPRZECZNE W KORYCIE RZEKI 53
7.3 INWENTARYZACJA OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH 56
7.4 GENEROWANIE PRZEKROJÓW TERASOWYCH 59
8 MODELOWANIE HYDROLOGICZNE 60
8.1 FALE HIPOTETYCZNE WG METODY REITZA-KREBSA 61
9 MODEL HYDRAULICZNY 66
9.1 OPIS NARZĘDZI DO MODELOWANIA HYDRAULICZNEGO 66
9.2 BUDOWA MODELU 67
9.3 SCHEMATYZACJA SIECI RZECZNEJ 67
9.4 PRZEKROJE POPRZECZNE 73
9.5 SZORSTKOŚCI 75
9.6 OBIEKTY HYDROTECHNICZNE 78
9.7 OBIEKTY MOSTOWE 78
9.8 USTALENIE PARAMETRÓW POCZĄTKOWYCH 80
9.9 PRZYJĘCIE WARUNKÓW BRZEGOWYCH 81
9.10 KALIBRACJA I WERYFIKACJA MODELU 90
9.11 WYKONANIE OBLICZEŃ MODELOWYCH DLA STANU ISTNIEJĄCEGO (WARIANT 0) 99
10 WSTĘPNA ANALIZA WYZNACZONEJ STREFY ZALEWOWEJ DLA STANU ISTNIEJĄCEGO. 103
11 ANALIZA KONIECZNYCH DO WYKONANIA PRAC ZWIĄZANYCH Z USUNIĘCIEM SKUTKÓW POWODZI Z LAT UBIEGŁYCH ORAZ PRZYSZŁĄ OCHRONĄ PRZECIWPOWODZIOWĄ DLA INFRASTRUKTURY PRZY UWZGLĘDNIENIU OCHRONY WALORÓW PRZYRODNICZYCH TEGO TERENU 106
11.1 OKREŚLENIE KONIECZNYCH DO WYKONANIA LOKALNYCH PRAC ZWIĄZANYCH Z USUNIĘCIEM SKUTKÓW POWODZI Z LAT UBIEGŁYCH 106

11.1.1 GMINA ŁAPSZE NIŻNE 106
11.1.2 GMINA NOWY TARG 107
11.1.3 GMINA BUKOWINA TATRZAŃSKA 107
11.2 OKREŚLENIE CELÓW OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ 108
11.2.1 GMINA ŁAPSZE NIŻNE 108
11.2.2 GMINA NOWY TARG 109
11.2.3 GMINA BUKOWINA TATRZAŃSKA 113
11.3 ANALIZA WPŁYWU INFRASTRUKTURY MOSTOWEJ NA SYTUACJĘ POWODZIOWĄ NA OBSZARZE ZLEWNI BIAŁKA TATRZAŃSKA 116
11.3.1 SPRAWDZENIE SPEŁNIENIA WARUNKÓW TECHNICZNYCH, JAKIM POWINNY ODPOWIADAĆ DROGOWE OBIEKTY INŻYNIERSKIE I ICH USYTUOWANIE 116
11.3.2 WYZNACZENIE STREFY ZALEWOWEJ DLA WODY „STULETNIEJ" PRZY ZAŁOŻENIU, ŻE CZĘŚĆ PRZESĘŁ MOSTOWYCH JEST ZAMKNIĘTA 118

12 ZALECENIA DOTYCZĄCE POPRAWY SYTUACJI POWODZIOWEJ WYNIKAJĄCEJ Z NIESPEŁNIENIA WARUNKÓW DOT. MOSTÓW 126

13 WARIANTOWE PROPOZYCJE OGRANICZENIA ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO 132

13.1 WARIANT 1 132
13.1.1 GMINA ŁAPSZE NIŻNE 136
13.1.2 GMINA NOWY TARG 138
13.1.3 GMINA BUKOWINA TATRZAŃSKA 145
13.2 WARIANT 2 153
13.2.1 GMINA ŁAPSZE NIŻNE 156
13.2.2 GMINA NOWY TARG 158
13.2.3 GMINA BUKOWINA TATRZAŃSKA 159

14 WYKONANIE OBLICZEŃ MODELOWYCH DLA WARIANTU 1 I WARIANTU 2 162

15 DOSTOSOWANIE NUMERYCZNEGO MODELU TERENU (NMT) DO CELÓW GENEROWANIA STREF ZALEWOWYCH 169

16 WYZNACZENIE ZASIĘGU STREF ZALEWOWYCH 170

17 OPRACOWANIE MAP ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO DLA WÓD O OKREŚLONYM PRAWDOPODOBIEŃSTWIE PRZEWYŻSZENIA DLA WSZYSTKICH WARIANTÓW 173

18 ANALIZA FINANSOWA PLANOWANYCH DZIAŁAŃ INWESTYCYJNYCH 175

18.1 SZACUNKOWE KOSZTY INWESTYCJI DLA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW 175
18.1.1 GMINA ŁAPSZE NIŻNE 176
18.1.2 GMINA NOWY TARG 177
18.1.3 GMINA BUKOWINA TATRZAŃSKA 179

19 HARMONOGRAM DZIAŁAŃ DLA WDROŻENIA I REALIZACJI PROGRAMU 182

19.1 OKREŚLENIE OPRACOWAŃ NIEZBĘDNYCH DO UZYSKANIA POZWOLENIA NA BUDOWĘ 185
19.2 OKREŚLENIE INWESTYCJI TOWARZYSZĄCYCH 186

20 ANALIZA PLANOWANYCH W RAMACH KONCEPCJI DZIAŁAŃ INWESTYCYJNYCH – PORÓWNANIE WARIANTÓW 187

21 LISTA ZAŁĄCZNIKÓW 188

22 PODSUMOWANIE I WNIOSKI 190

23 LITERATURA 192

Spis rysunków:

Rysunek 1: Zestawienie arkuszy Numerycznego Modelu Terenu na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków) ... 14
Rysunek 2: Zestawienie arkuszy ortofotomap na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków) ... 15
Rysunek 3: Zestawienie arkuszy map topograficznych na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków) ... 16
Rysunek 4: Zestawienie warstw typu shapefile otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków) ... 17
Rysunek 5: Lokalizacja wodowskazów Łysa Polana oraz Trybsz 2 na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej ... 18
Rysunek 6: Zlewnia rzeki Białki Tatrzańskiej w granicach opracowania na podkładzie ortofotomap ... 20
Rysunek 7: Podział administracyjny zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej na terenie obszaru Polski ... 21
Rysunek 8: Podział administracyjny zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej ze względu na % udział powierzchni poszczególnych gmin ... 22
Rysunek 9: Przekrój geologiczny przez Nieckę Podhala [2] ... 24
Rysunek 10: Wykształcone utwory glebowe na terenie zlewni Białka Tatrzańska ... 26
Rysunek 11: Południowomałopolski Obszar Chronionego Krajobrazu na terenie zlewni Białki Tatrzańskiej ... 29
Rysunek 12: Lokalizacja Rezerwatu pod Krempachami ... 31
Rysunek 13: Lokalizacja Tatrzańskiego Parku Narodowego na terenie badanej zlewni ... 33
Rysunek 14: Lokalizacja obszaru Natura 2000 na terenie zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej ... 36
Rysunek 15: Mapa ilustrująca granice zlewni Białki Tatrzańskiej na odcinku w km 0+000 – 24+500 na podkładzie dokumentów planistycznych ... 39
Rysunek 16: Warstwa informacyjna GIS prezentująca budynki - elementy zagospodarowania zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej na obszarze pokrycia mapą topograficzną i ortofotomapą ... 41
Rysunek 17: Warstwa informacyjna GIS prezentująca formy zagospodarowania przestrzennego w dolinie Białki Tatrzańskiej na obszarze pokrycia mapą topograficzną i ortofotomapą (niezwektyrozowany obszar to obszar terenu Słowacji –brak danych) ... 42
Rysunek 18: Zdjęcie terenów zalanych podczas powodzi w okolicach Przełomu Białki [5]. ... 46
Rysunek 19: Zdjęcie przedstawiające zerwany most na trasie Nowa Biała-Krempachy [5]. ... 46
Rysunek 20: Most na rzece Białce w Jurgowie w czasie powodzi w 2008r [9]. ... 47
Rysunek 21: Rzeka Białka w okolicy Jurgowa w czasie powodzi w 2008r [9]. ... 47
Rysunek 22: Uschematyzowana sieć rzeczna zlewni Białki Tatrzańskiej wraz z rozmieszczeniem przekrojów korytowych ... 51
Rysunek 23: Przykładowe zdjęcie pomierzonego „typowego” przekroju korytowego ... 55
Rysunek 24: Przykładowy szkic sytuacyjny „typowego” przekroju korytowego ... 56
Rysunek 25: Zdjęcie przykładowego przekroju poprzecznego korytowego (mostowego) ... 58
Rysunek 26: Przykładowy schemat budowli mostowej ... 58
Rysunek 27: Przykładowy diagram profilu dolinowego ... 59
Rysunek 28: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych dla wezbrania z 2006 roku ... 62
Rysunek 29: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku ... 63
Rysunek 30: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2006 roku ... 64
Rysunek 31: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku ... 65
Rysunek 32: Uschematyzowana sieć rzeczna Białki Tatrzańskiej ... 68
Rysunek 33: Uschematyzowana sieć rzeczna Białki Tatrzańskiej (wraz z rozgałęzieniem Młynówką) ... 69
Rysunek 34: Kilometraż rzeki Białka Tatrzańska z odstępem 1km ... 70
Rysunek 35: Kilometraż rzeki Białka Tatrzańska z odstępem 500m ... 71

Rysunek 36: Kilometraż rzeki Białka Tatrzańska z odstępem 100m ... 72
Rysunek 37: Lokalizacja przekroi w obszarze modelowania w zlewni Białka Tatrzańska ... 74
Rysunek 38: Przykładowy przekrój poprzeczny zaimplementowany do modelu ... 75
Rysunek 39: Przykładowy widok fragmentu ortofotomapy z zaznaczonym przekrojem poprzecznym ... 76
Rysunek 40: Lokalizacja obiektów mostowych na podkładzie ortofomap ... 79
Rysunek 41: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (stan wody) - fala z czerwca 2006 roku ... 95
Rysunek 42: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (przepływ) - fala z czerwca 2006 roku ... 95
Rysunek 43: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (stan wody) - fala z lipca 2008 roku ... 97
Rysunek 44: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (przepływ) - fala z lipca 2008 roku ... 97
Rysunek 45: Głębokości zalewowe w strefie dla rozpatrywanego w opracowaniu odcinka zlewni rzeki Białka Tatrzańska ... 105
Rysunek 46: Zagrożony obszar żwirowni położonej na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki (gm. Łapsze Niżne) ... 108
Rysunek 47: Zagrożone obszare położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 biegu rzeki - miejscowość Dębno (gm. Nowy Targ) ... 109
Rysunek 48: Zagrożone obszary turystyczno-rekreacyjne położone lewostronnie w rejonie mostu na km 3+300 – 4+200- miejscowość Dębno (gm. Nowy Targ) ... 110
Rysunek 49: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 6+000 – 9+000 - miejscowość Nowa Biała (gm. Nowy Targ) ... 110
Rysunek 50: Zagrożone obszary obszary położone lewostronnie na km 8+500 – 9+500- miejscowość Nowa Biała, Przełom pod Krempachami (gm. Nowy Targ) ... 111
Rysunek 51: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 10+600 – 13+200 - miejscowość Białka Dolna, Kamieniec, Pod Grapą (gm. Nowy Targ) ... 111
Rysunek 52: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 14+000 – 17+200 - miejscowość Karkoszówka, Kaniówka (gm. Nowy Targ) ... 112
Rysunek 53: Zagrożone obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 - miejscowość Krampachy (gm. Nowy Targ) ... 112
Rysunek 54: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 13+100 – 14+200- miejscowość Białka Tatrzańska (gm. Bukowina Tatrzańska) ... 113
Rysunek 55: Zagrożony obszar oczyszczalni ścieków położonej prawostronnie na km 15+800 - miejscowość Czarna Góra (gm. Bukowina Tatrzańska) ... 114
Rysunek 56: Zagrożone obszary położone prawo- i lewostronnie na km 17+300 – 18+200- miejscowości Czarna Góra, Bukowina Tatrzańska (gm. Bukowina Tatrzańska) ... 114
Rysunek 57: Zagrożone obszary położone w rejonie mostu w Jurgowie na km 19+900 – 21+600- miejscowość Jurgów (gm. Bukowina Tatrzańska) ... 115
Rysunek 58: Przyjety schemat budowli mostowej (21+559 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta ... 119
Rysunek 59: Przyjety schemat budowli mostowej (18+173 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta ... 119
Rysunek 60: Przyjety schemat budowli mostowej (10+503 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta ... 119
Rysunek 61: Przyjety schemat budowli mostowej (6+744 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta ... 120
Rysunek 62: Przyjety schemat budowli mostowej (1+422 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta ... 120
Rysunek 63: Zaimplementowany do modelu przekrój mostowy (21+559 km): (1) wszystkie przesęła mostowe otwarte; (2) część przesęł mostowych jest zamknięta ... 121
Rysunek 64: Wyznaczona strefa zalewowe dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta ... 122
Rysunek 65: Porównanie strefy zalewowej dla wariantu 0 z wyznaczoną strefą zalewową dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta ... 123

Rysunek 66: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 21+559) ... 124
Rysunek 67: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 18+173) ... 124
Rysunek 68: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 10+503) ... 125
Rysunek 69: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 6+744) ... 125
Rysunek 70: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 1+422) ... 125
Rysunek 71: Przykłady „zapory przeciwrumoszowej": A – krata przeciwrumoszowa, B – V-kształtna zapora przeciwrumoszowa, C, D- sieć przeciwrumoszowa [12]. ... 126
Rysunek 72: Przykład projektu „zapory przeciwrumoszowej" w Pöllat / Wildbach oraz Leizach [13, 14] ... 127
Rysunek 73: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 22+400 ... 128
Rysunek 74: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 19+700 ... 129
Rysunek 75: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 9+600 ... 129
Rysunek 76: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 4+900 ... 130
Rysunek 77: Dokumentacja fotograficzna budowy „zapory przeciwrumoszowej" w Pöllat / Wildbach [13] ... 130
Rysunek 78: Dokumentacja fotograficzna budowy „zapory przeciwrumoszowej" w Leizach [14] ... 131
Rysunek 79: Dokumentacja fotograficzna będących już w eksploatacji „zapór przeciwrumoszowych" w Pöllat / Wildbach i Leizach w niemieckich Alpach [13, 14] ... 131
Rysunek 80: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 z zaznaczonym obszarem Natura 2000 ... 133
Rysunek 81: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Łapsze Niżne - Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki (Działanie 1.1.1.0 / (2.1.1.0)) ... 137
Rysunek 82: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Łapsze Niżne - Obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki (Działanie 1.1.2.0 / (2.1.2.0)) ... 138
Rysunek 83: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 [Działania 1.2.1.1 – 1.2.1.3 (2.2.1.1 – 2.2.1.3)] ... 140
Rysunek 84: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Dębno - obszary rekreacyjno-turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 - 3+900 [Działania 1.2.2.1 – 1.2.2.2 (2.2.2.1 – 2.2.2.2)] ... 141
Rysunek 85: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 (część I) [Działania 1.2.3.1 – 1.2.3.3 (2.2.3.1 – 2.2.3.3)] ... 142
Rysunek 86: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 (część II) [Działania: 1.2.3.1; 1.2.3.4 (2.2.3.1; 2.2.3.4)] ... 143
Rysunek 87: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Krempachy - obszary obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 [Działania 1.2.4.1 – 1.2.4.3 (2.2.4.1 – 2.2.4.3)] ... 144
Rysunek 88: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800 [Działanie 1.3.1.0 (2.3.1.0)] ... 146
Rysunek 89: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Czarna Góra – obszar położony prawostronnie na km 17+700 -18+200 [Działanie 1.3.2.0 (2.3.2.0)] ... 147
Rysunek 90: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Czarna Góra (Budy Cygańskie) obszar położony prawostronnie na km 18+200 -18+600 [Działanie 1.3.3.0 (2.3.3.0)] ... 148

Rysunek 91: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszar położony lewostronnie na km 18+000 -18+200 (część I) [Działanie 1.3.4.1 (2.3.4.1)] 149
Rysunek 92: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszar położony lewostronnie na km 18+000 -18+200 (część II) [Działanie 1.3.4.2 (2.3.4.2)] 150
Rysunek 93: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszar położony lewostronnie na km 18+200 -18+500 [Działania 1.3.5.1 – 1.3.5.2 (2.3.5.1 – 2.3.5.2)] 151
Rysunek 94: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Jurgów obszar położony prawostronnie na km 21+300 - 22+000 [Działania 1.3.6.1 – 1.3.6.3 (2.3.6.1 – 2.3.6.3)] 152
Rysunek 95: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 2 z zaznaczonym obszarem Natura 2000 153
Rysunek 96: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 2 – gmina Bukowina Tatrzańska / gmina Łapsze Niżne – miejscowość Białka Tatrzańska - obszar położony prawostronnie na km 12+900 - 13+900 [Działanie 2.1.3.0] 157
Rysunek 97: Wizualizacja nowoodtworzonego starorzecza 157
Rysunek 98: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 2 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska - obszar położony lewostronnie na km 17+400 - 17+900 [Działanie 2.3.7.0] 161
Rysunek 99: Arkusz NMT przygotowany do generowania stref zalewowych (fragment arkusza M-34-89-C-c-2) 170
Rysunek 100: Strefa zalewowa powstała na skutek przecięcia NMT oraz NMPW (fragment arkusza M-34-89-C-c-2) 171
Rysunek 101: NMPW w postaci izolinii 171
Rysunek 102: NMPW w postaci izolinii oraz nieregularnych poligonów. 172
Rysunek 103: Arkusz z indeksem map 173
Rysunek 104: Przykład stworzonej mapy zagrożenia powodziowego dla zlewni Białka Tatrzańska. 174
Rysunek 105: Przykład szczegółowego kosztorysu. 181

Spis tabel:

Tabela 1: Zestawienie danych wejściowych ... 13
Tabela 2: Identyfikacja istniejących map i dokumentów planistycznych stanowiących podstawę przeprowadzonych prac. ... 38
Tabela 3: Procentowe zestawienie budynków na terenie badanej zlewni ... 40
Tabela 4: Procentowe zestawienie form zagospodarowania przestrzennego na terenie badanej zlewni ... 43
Tabela 5: Sumaryczne zestawienie pomierzonych przekroi poprzecznych ... 50
Tabela 6: Kody pokrycia terenu ... 52
Tabela 7: Oznaczenia hierarchii przekrojów ... 53
Tabela 8: Ilościowe zestawienie pomierzonych „typowych" przekroi poprzecznych korytowych ... 54
Tabela 9: Ilościowe zestawienie pomierzonych obiektów inżynierskich ... 57
Tabela 10: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych z wezbrania z 2006 roku ... 62
Tabela 11: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku ... 63
Tabela 12: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2006 roku ... 64
Tabela 13: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku ... 65
Tabela 14: Zestawienie ilościowe przekrojów poprzecznych ... 73
Tabela 15: Zestawienie wartości przyjętych współczynników wg Manninga dla poszczególnych rodzajów pokrycia terenu ... 77
Tabela 16: Zestawienie obiektów mostowych ... 78
Tabela 17: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=0,1% ... 82
Tabela 18: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=0,5% ... 83
Tabela 19: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=1% ... 84
Tabela 20: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=2% ... 85
Tabela 21: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=5% ... 86
Tabela 22: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=10% ... 87
Tabela 23: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=20% ... 88
Tabela 24: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=50% ... 89
Tabela 25: Zestawienie wyników kryteriów miar zgodności dla przepływu kalibracyjnego z czerwca 2006 roku ... 96
Tabela 26: Zestawienie wyników kryteriów miar zgodności dla przepływu weryfikacyjnego z lipca 2008 roku ... 98
Tabela 27: Zestawienie wyników obliczeń hydraulicznych dla rzeki Białka Tatrzańska (wraz z rozgałęzieniem – Młynówka) dla stanu istniejącego (WARIANT 0) ... 100
Tabela 28: Zestawienie budynków położonych w strefie zalewowej Q1% ... 103
Tabela 29: Powierzchnie zalewowe dla poszczególnych klas użytkowania terenu na obszarze zlewni rzeki Białej ... 104
Tabela 30: Zakres lokalnych prac związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych na terenie gmin Łapsze Niżne, Nowy Targ i Bukowina Tatrzańska. ... 106
Tabela 31: Sprawdzenie warunku dotyczącego zapasu między rzędną wody spiętrzonej przed mostem, a spodem konstrukcji ... 117
Tabela 32: Sprawdzenie warunku dotyczącego światła mostu ... 118

Tabela 33: Zestawienie proponowanych działań w ramach wariantu 1 134
Tabela 34: Zestawienie proponowanych działań w ramach wariantu 2 154
Tabela 35: Zestawienie wyników obliczeń hydraulicznych dla rzeki Białka Tatrzańska (wraz z rozgałęzieniem – Młynówka) dla WARIANTU 1 163
Tabela 36: Zestawienie wyników obliczeń hydraulicznych dla rzeki Białka Tatrzańska (wraz z rozgałęzieniem – Młynówka) dla WARIANTU 2 166
Tabela 37: Zestawienie kosztów proponowanych działań w ramach wariantu 1 175
Tabela 38: Zestawienie kosztów proponowanych działań w ramach wariantu 2 176
Tabela 39: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Łapsze Niżne w ramach wariantu 1 176
Tabela 40: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Łapsze Niżne w ramach wariantu 2 176
Tabela 41: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Nowy Targ w ramach wariantu 1 177
Tabela 42: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Nowy Targ w ramach wariantu 2 178
Tabela 43: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Bukowina Tatrzańska w ramach wariantu 1 179
Tabela 44: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Bukowina Tatrzańska w ramach wariantu 2 180
Tabela 45: Wstępny harmonogram prac inwestycyjnych dla gminy Łapsze Niżne 182
Tabela 46: Wstępny harmonogram prac inwestycyjnych dla gminy Nowy Targ 183
Tabela 47: Wstępny harmonogram prac inwestycyjnych dla gminy Bukowina Tatrzańska 184

1 Wstęp

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na zlecenie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie w ramach projektu pn. „Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow. nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego" według umowy nr 944/OKI/2009 zawartej w dniu 31.08.2009 r. w Krakowie.

Przedmiotem zamówienia jest wykonanie wariantowej koncepcji ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka w km 0+000 – 24+500, realizowanej w ramach wyżej wymienionego projektu. Głównym celem jest opracowanie programu ochrony przeciwpowodziowej dla infrastruktury w miejscowościach położonych w dolinie pot. Białka w km 0+000 (ujście pot. do Zbiornika Czorsztyńskiego) do km 24+500 (ujście pot. Jaworzynka (Jaworowy) do pot. Białka), programu bazującego na wariantowej analizie zabezpieczenia przeciwpowodziowego w kontekście aktualnego zagrożenia powodziowego. Kompleksowe rozwiązanie problemu zagrożenia powodziowego doliny Białki poprzez zaproponowanie najbardziej optymalnych rozwiązań dot. ochrony przed powodzią, powinno uwzględniać ochronę walorów przyrodniczych tego terenu, z uwagi na usytuowanie pot. Białka na obszarze Natura 2000 (nr. PLH 120024), w tym również w środkowym biegu na terenie rezerwatu „Przełom Białki pod Krempachami".

Beneficjentami uzyskanych wyników zadania są poniżej wymienione podmioty:

1. Urząd Gminy Nowy Targ
2. Urząd Gminy Bukowina Tatrzańska
3. Urząd Gminy Łapsze Niżne

2 Zakres opracowania w ramach identyfikacji danych wejściowych i zbierania kompletu materiałów

Zakres prac niezbędnych do wykonania ww. zamówienia zgodnie ze specyfikacją techniczną powinien zawierać:

- ✓ Zidentyfikowanie danych wejściowych oraz zebranie kompletu materiałów
- ✓ Charakterystyka obszaru objętego programem ochrony
- ✓ Analiza przyczyn powstawania zagrożenia powodziowego w dolinie potoku Białka z uwzględnieniem czynników naturalnych tj.:
  - morfologia terenu,

- warunki geologiczne,
- warunki hydrologiczne,
- charakterystyka geotechniczna,
- warunki klimatyczne,
- środowisko przyrodnicze,
- fauna i flora.

oraz czynników antropogenicznych:

- zagospodarowanie terenu (wektoryzacja obiektów na podstawie mapy topograficznej oraz ortofotomapy).

3 Identyfikacja danych wejściowych

Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie (RZGW) w celu realizacji projektu pn. „Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow. nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego" udostępnił do wykorzystania przy realizacji projektu następujące produkty kartograficzne takie jak: numeryczny model terenu (NMT) – 20 arkuszy, ortofotomapy w skali 1:5000 – 80 arkuszy oraz mapy topograficzne w skali 1:10000 w układzie PUWG 1992 – 18 arkuszy i w układzie 65 zorientowane do ukł 92 – 4 arkusze. Tabelaryczne zestawienie otrzymanych od RZGW danych kartograficznych przedstawiono w tabeli 1. Listy godeł poszczególnych produktów kartograficznych udostępnionych przez RZGW umieszczono odpowiednio w **załącznikach 1** (NMT), **2** (ortofotomapy) i **3** (mapy topograficzne). Na rysunkach 1, 2, 3 przedstawiono pokrycie obszaru zlewni odpowiednio NMT, ortofotomapami oraz mapami topograficznymi.

Dodatkowo RZGW przekazał następujące warstwy informacyjne GIS w postaci plików shapefile:

- rzeka,
- zlewnia rzeki,
- sieć posterunków wodowskazowych,
- sieć posterunków meteorologicznych,

- granice administracyjne gmin,
- granice administracyjne powiatów,
- lokalizacje przekrojów korytowych,
- lokalizacje przekrojów mostowych.

Na rysunku 4 zobrazowano wszystkie otrzymane od RZGW warstwy shp.

Dodatkowo do przeprowadzenia obliczeń hydrologicznych i hydraulicznych Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie (RZGW) pozyskał od Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Oddział w Krakowie, a następnie udostępnił dane hydrologiczno-meteorologiczne dla wodowskazów Łysa Polana oraz Trybsz.

Dla wodowskazu Łysa Polana przekazane zostały następujące dane:

- przepływy prawdopodobne o prawdopodobieństwie przewyższenia p= 50%; 20%; 10%; 5%; 2%; 1%; 0,5%; 0,3%; 0,2%; oraz 0,1%,
- hydrogramy przepływów wezbraniowych (czas trwania 10 dni) z dwóch największych wezbrań, które miały miejsce w ostatnich 30-tu latach w celu wykorzystania w procesie kalibracji i weryfikacji,
- krzywe natężenia przepływu z okresu odpowiadającego wezbraniom wyspecyfikowanym powyżej.

Dla wodowskazu Trybsz 2 przekazane zostały następujące dane:

- hydrogramy przepływów wezbraniowych (czas trwania 10 dni) z dwóch największych wezbrań, które miały miejsce w ostatnich 30-tu latach w celu wykorzystania w procesie kalibracji i weryfikacji
- krzywe natężenia przepływu z okresu odpowiadającego wezbraniom wyspecyfikowanym powyżej.

Na rysunku 5 pokazano lokalizację obu wodowskazów.

W **załączniku 4** zamieszczono wykonane przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Krakowie opracowanie: „Pozyskanie danych hydrologicznych na potrzeby programu pt. Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow. nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego”

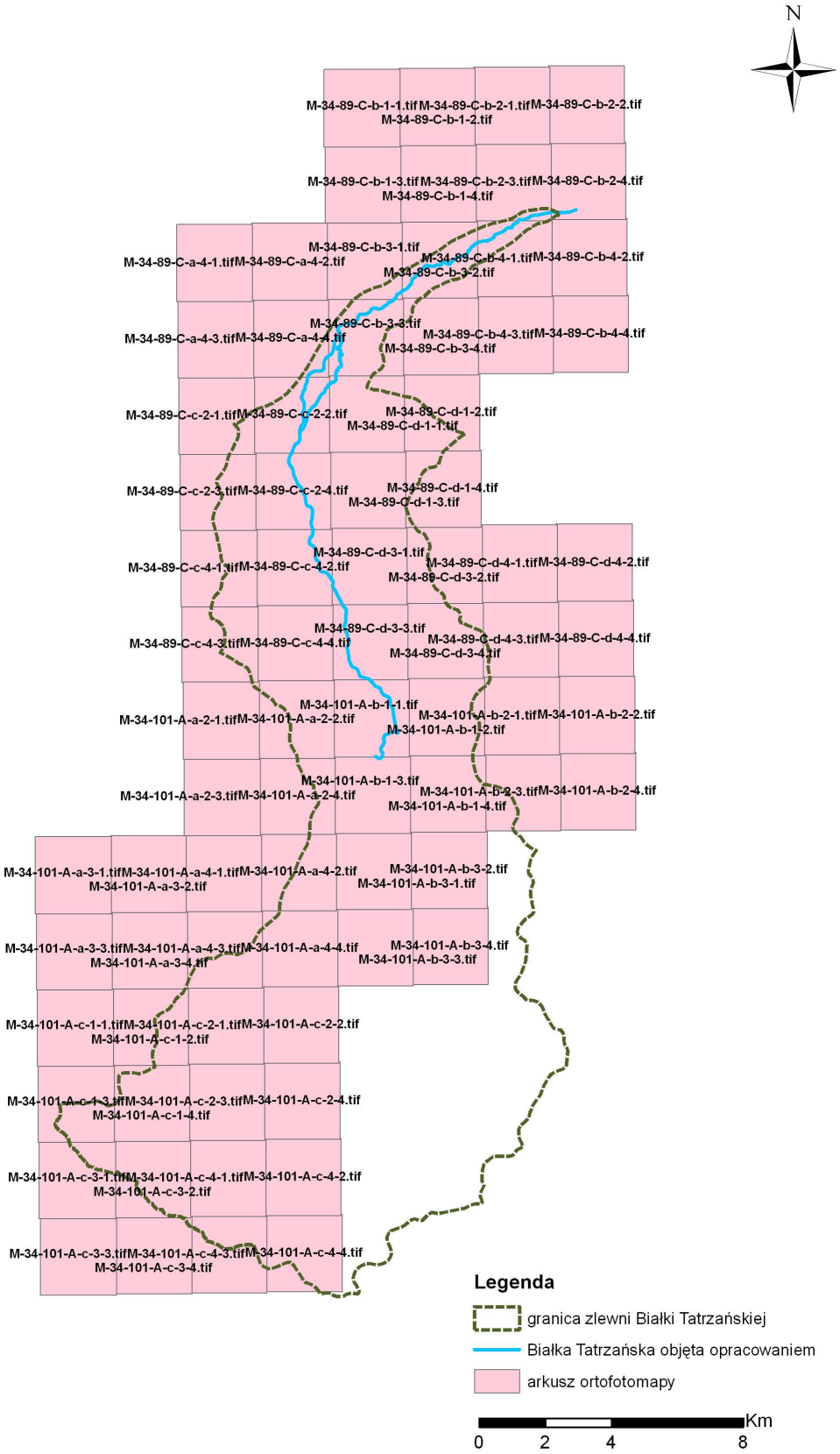
Tabelaryczne zestawienie wszystkich danych wejściowych tj. danych kartograficznych, danych hydrologicznych, itp. zestawiono w tabeli 1.

Jako dodatkowe źródło informacji dot. użytkowania terenu posłużyły ogólnodostępne zarówno dla celów niekomercyjnych jaki i komercyjnych dane CORINE LAND COVER 2000 (wykonana na bazie danych wektorowych w sklai 1: 100 000) z klasami użytkowania terenu. Dane te udostępnione są bezpłatnie przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Jako dodatkowo źródło informacji dotyczące obszarów chronionych pozyskano z Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska warstwę typu shapefile z obszarem Natury 2000, a od Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska pozyskano dane dotyczące granic wszystkich obszarów chronionych tj. parków, rezerwatów itp.

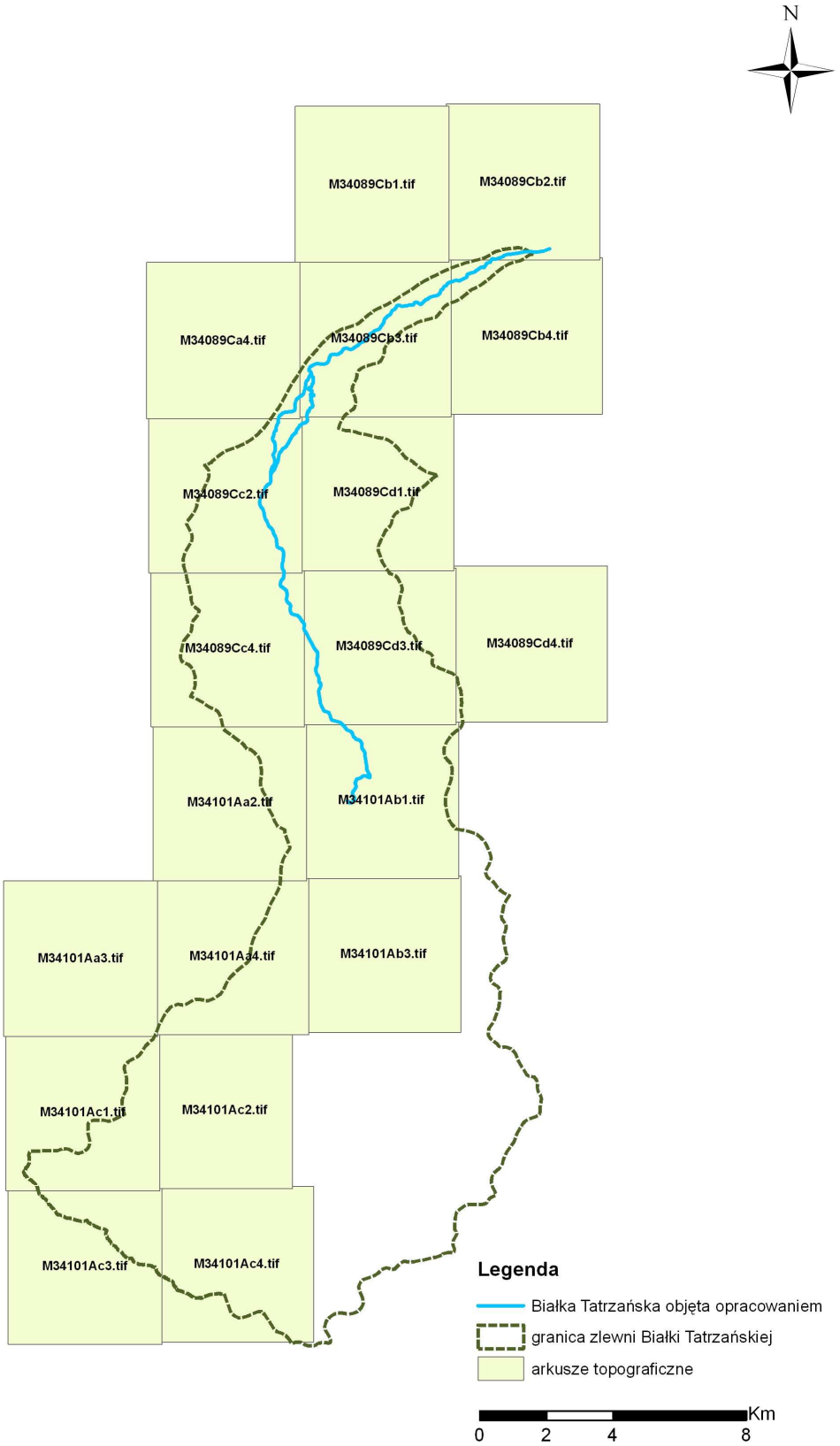
Tabela 1: Zestawienie danych wejściowych

Rodzaj danych	Opis	Źródło danych	Format	Aktualność danych
Dane kartograficzne	Numeryczny Model Terenu *1:5 000*	CODGiK (RZGW Kraków)	cyfrowy	2003-2004
	Ortofotomapy *1:5 000*	CODGIK(RZGW Kraków)	cyfrowy	2006
	Mapy topograficzne *1:10 000*	CODGIK (RZGW Kraków)	cyfrowy	1994
	CORINE Land Cover 2000 *1:100 000*	GIOŚ	cyfrowy	2004
Dane hydrologiczne	Opracowanie pn. „Pozyskanie danych hydrologicznych na potrzeby programu pt. Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow.nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego”	IMGW	analogowy	2009
Warstwy shapefile	rzeka,	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	zlewnia rzeki,	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	sieć posterunków wodowskazowych,	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	sieć posterunków meteorologicznych,	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	granice administracyjne gmin,	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	granice administracyjne powiatów,	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	lokalizacje przekrojów korytowych,	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	lokalizacje przekrojów mostowych.	RZGW Kraków	cyfrowy	2009
	Lokalizacje obszarów Natury 2000	GDOŚ	cyfrowy	2009

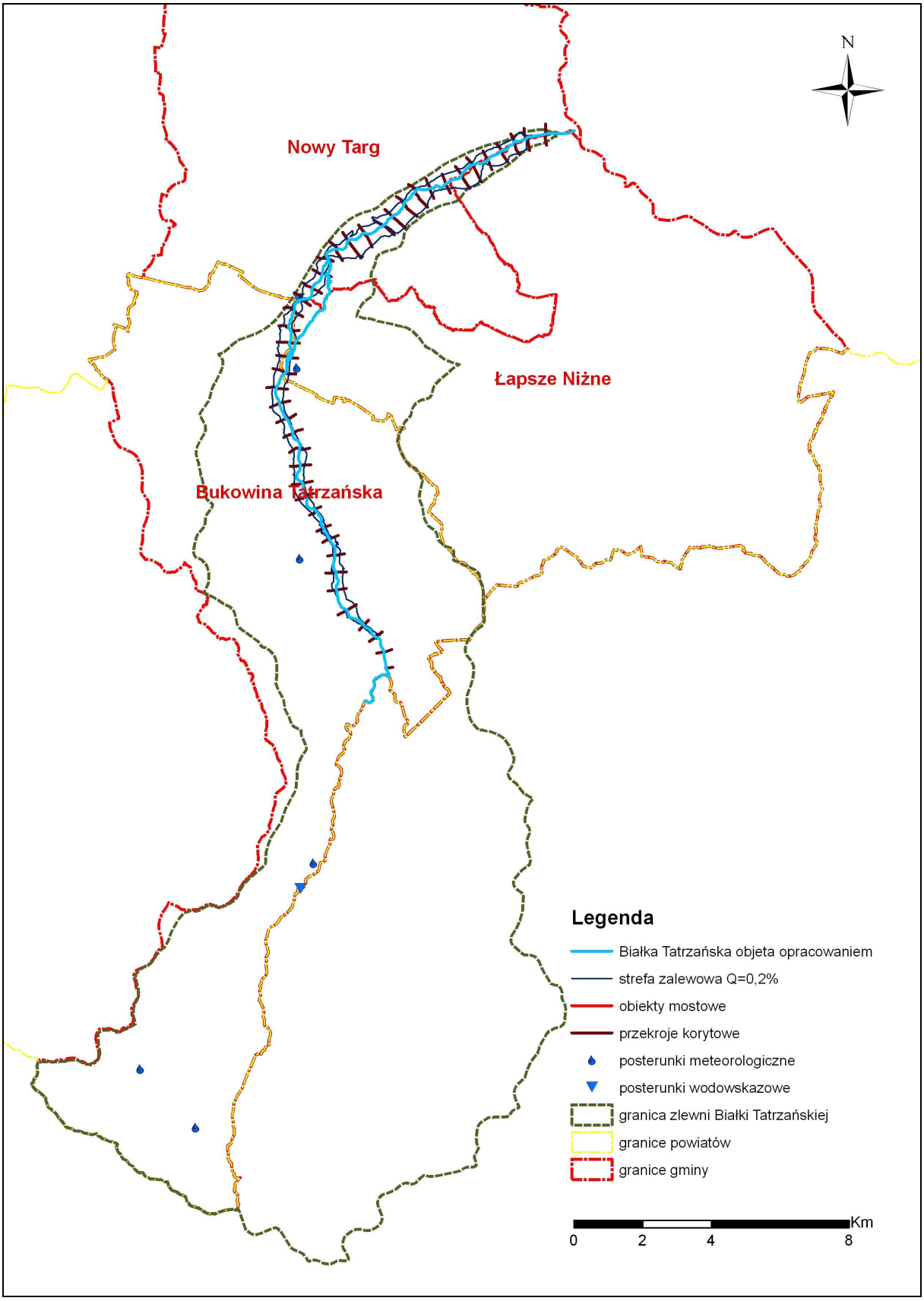
Rysunek 1: Zestawienie arkuszy Numerycznego Modelu Terenu na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków)



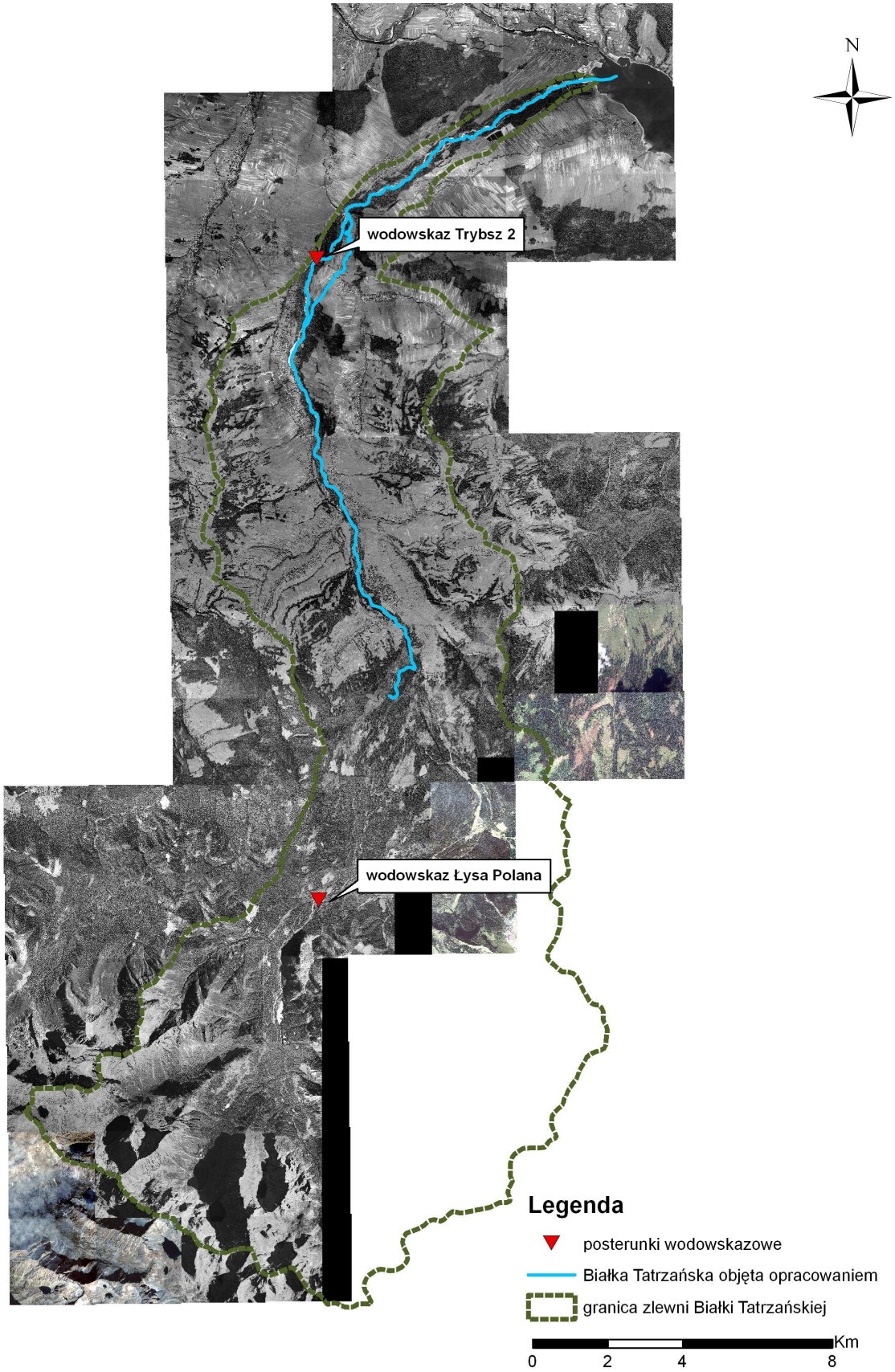
Rysunek 2: Zestawienie arkuszy ortofotomap na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków)



Rysunek 3: Zestawienie arkuszy map topograficznych na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków)



Rysunek 4: Zestawienie warstw typu shapefile otrzymanych od Zamawiającego (RZGW Kraków)



Rysunek 5: Lokalizacja wodowskazów *Łysa Polana* oraz *Trybsz 2* na obszarze zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej

4 Charakterystyka obszaru zlewni objętego opracowaniem

4.1 Ogólna charakterystyka zlewni

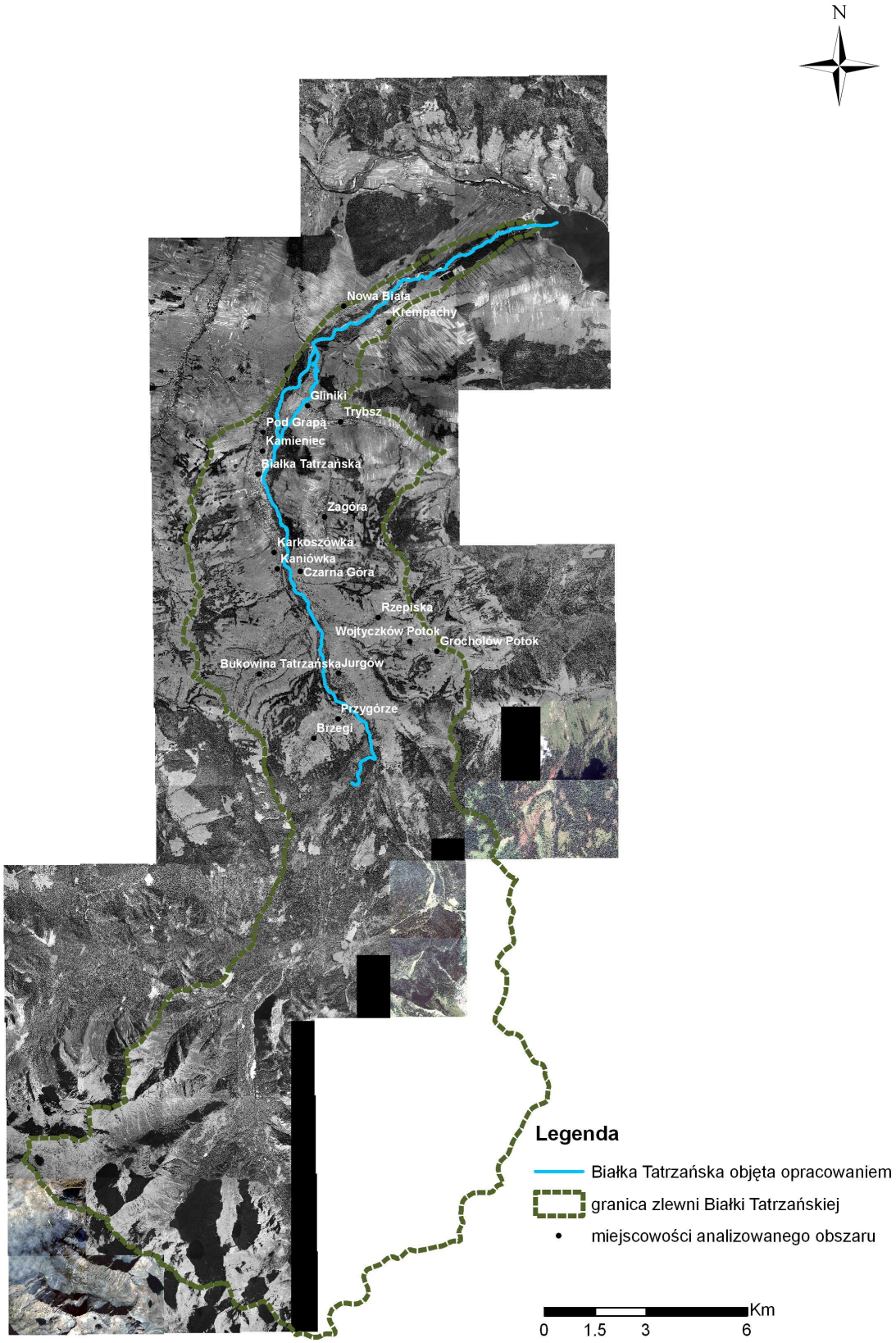
Białka Tatrzańska jest prawobrzeżnym dopływem Dunajca i liczy 41km długości na obszarze województwa małopolskiego (pomiarami objęto odcinek od km 0+000 - ujście potoku do Zbiornika Czorsztyńskiego do km 24+500 – ujście pot. Jaworzynka do pot. Białka) na terenie trzech gmin: Bukowina Tatrzańska, Łapsze Niżne i Nowy Targ. Jej źródła znajdują się w Tatrach Wysokich na wysokości około 1400 m n.p.m.

Białka utworzona z połączenia Rybiego Potoku z Białą Wodą płynie w kierunku północnym, stanowiąc na pewnym odcinku granicę między Polską a Słowacją, a następnie przez Pogórze Spisko-Gubałowskie i Kotlinę Orawsko-Nowotarską. W środkowym biegu tworzy przełom między skałkami Kramnicą i Obłazową, objęty ochroną jako rezerwat przyrody "Przełom Białki Pod Krempachami". Białka Tatrzańska uchodzi do Zbiornika Czorsztyńskiego na wysokości około 529 m n.p.m. Całkowita powierzchnia zlewni Białki Tatrzańskiej wynosi 230 km^2.

Rzeka łączy kilka krain geograficznych: Tatry, Gorce, Pieniny, Spisz i Podhale. Ze względu na dziki i słabo zurbanizowany charakter dolina rzeki stanowi korytarz ekologiczny pomiędzy wymienionymi krainami. Spotkać tu można przede wszystkim jelenie, rzadziej dziki, wilki i niedźwiedzie. Występuje żmija zygzakowata.

Wody rzeki odznaczają się wysokim stopniem czystości, co potwierdza występowanie na jej obszarze takich ryb jak: pstrąg potokowy, lipień, troć jeziorowa, głowacz pręgopłetwy, strzebla potokowa; ponadto w przyujściowym odcinku ryby wstępujące z jeziora.

Wsie położone nad Białką: Jurgów, Czarna Góra, Białka Tatrzańska, Trybsz, Krempachy, Dębno, Frydman i Nowa Biała. Na rysunku poniżej pokazano zlewnię rzeki Białki Tatrzańskiej w granicach opracowania na podkładzie ortofotomap.

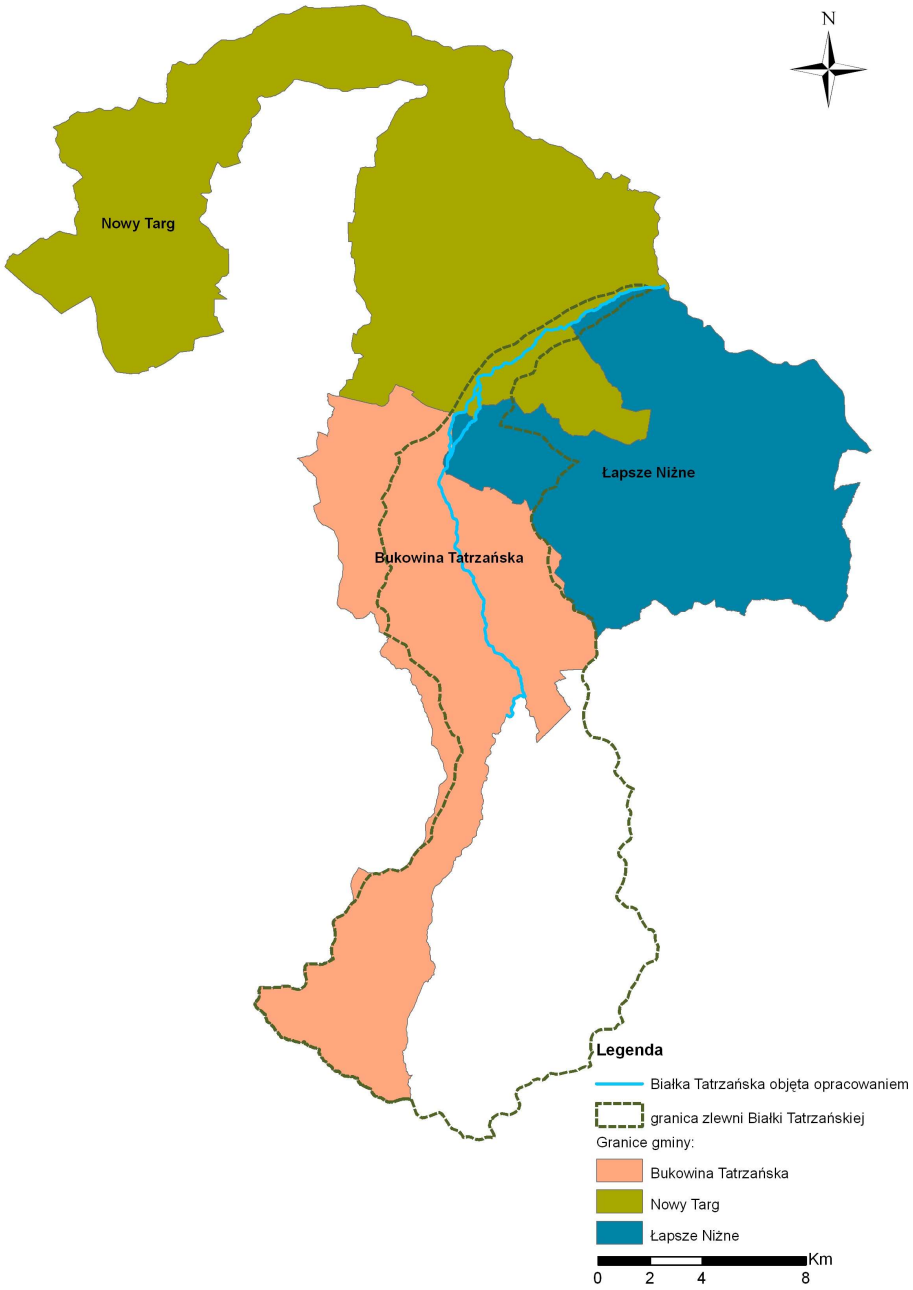


Rysunek 6: Zlewnia rzeki Białki Tatrzańskiej w granicach opracowania na podkładzie ortofotomap

4.2 Podział administracyjny zlewni

Białka Tatrzańska jest położona na obszarze województwa małopolskiego (pomiarami objęto odcinek od km 0+000 – ujście potoku do Zbiornika Czorsztyńskiego do km 24+500 – ujście pot. Jaworzynka do pot. Białka) na terenie trzech gmin (rysunek 7):

- Bukowina Tatrzańska,
- Łapsze Niżne i
- Nowy Targ.

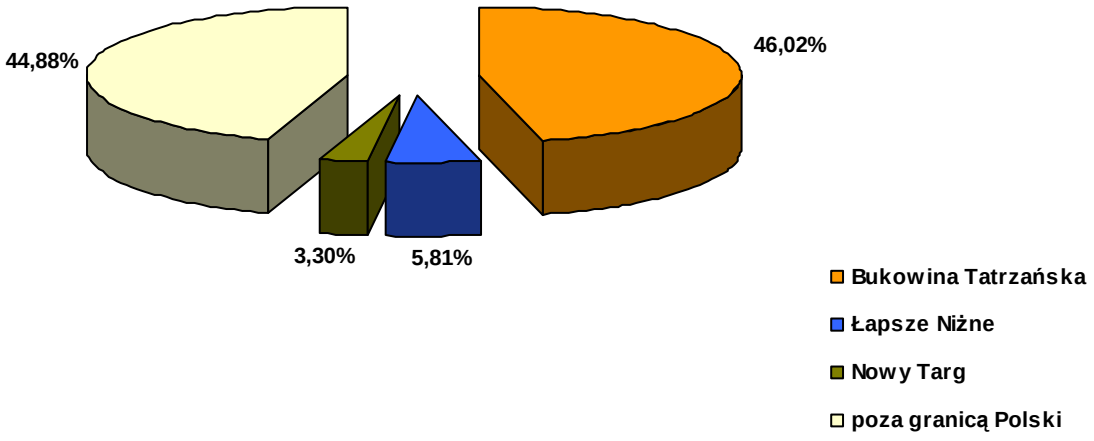


Rysunek 7: Podział administracyjny zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej na terenie obszaru Polski

Wyżej wymienione gminy wraz z obszarem znajdujących się poza terytorium Polski zajmują odpowiednio następujące tereny obszaru zlewni (całkowita powierzchnia zlewni wynosi 224,76 km^2) :

- Bukowina Tatrzańska (103,42 km^2 – 46,01 % całej zlewni),
- Łapsze Niżne (13,05 km^2 – 5,81 % całej zlewni),
- Nowy Targ (7,41 km^2 – 3,30 % całej zlewni),
- poza granicami terytorium Polski (100,88 km^2 – 44,88 % całej zlewni),

Poniższy rysunek 8 przedstawia procentowy udział powierzchni badanej zlewni dla poszczególnych gmin.



Rysunek 8: Podział administracyjny zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej ze względu na % udział powierzchni poszczególnych gmin

4.3 Morfologia terenu

Zgodnie z regionalizacją fizycznogeograficzna Polski wg Kondrackiego **[1]** obszar zlewni należy do podprowincji Centralne Karpaty Zachodnie, makroregionu Obniżenie Orawsko-Podhalańskie i trzech mezoregionów takich jak:

- Kotliny Orawsko-Nowotarskiej,
- Pienińskiego Pasa Skałkowego,
- Pogórza Spisko-Gubałówskiego oraz

Kotlina Orawsko-Nowotarska

Stanowi najniższą i równocześnie najdalej wysuniętą północna część Obniżenia Orawsko-Podhalańskiego, między Beskidami a Pogórzem Spisko-Gubałowskim. Płaskie dno Kotliny tworzy lekko przeciwstawnie nachylone do siebie stoki: na krańcach wschodnich od ok. 500 m n.p.m., na krańcach zachodnich do 600 m n.p.m. Kotlina Orawsko-Nowotarska na obszarze zlewni obejmuje swym zasięgiem niewielki wschodni fragment Spiszu (gmina Nowy Targ i Łapsze Niżne). Najwyższym wzniesieniem Kotliny jest pojedyncza Cisowa Skała o wysokości 686 m n.p.m., jej względna wysokość ponad otaczające równinne łąki wynosi 55 m. Po wschodniej stronie Cisowej Skały położona jest wapienna Obłozowa Skała. Wznosi się na lewym brzegu Białki na wysokość 670 m n.p.m. Jej względna wysokość na poziomem wody w Białce wynosi 53m. Po drugiej stronie Białki w zachodniej części Pienin Spiskich znajduje się kolejna podłużna wapienna skała Karmnika o wysokości 688 m n.p.m., wznosząca się na wysokość 65 m powyżej poziomu wody Białki. Oddzielone od siebie skały tworzą skalna bramę po obu stronach rzeki, tworząc 100 m przełom.

Pieniński Pas Skałkowy

Wąski pas skał położony pomiędzy Karpatami Zewnętrznymi a Karpatami Wewnętrznymi. W granicach Polski ma on ok. 50 km długości i 6 km szerokości. W jego skład wchodzą: Skalice Nowotarskie, Pieniny Spiskie, Pieniny Czorsztyńskie, Pieniny Właściwe, Małe Pieniny.

Pogórze Spisko-Gubałowskie

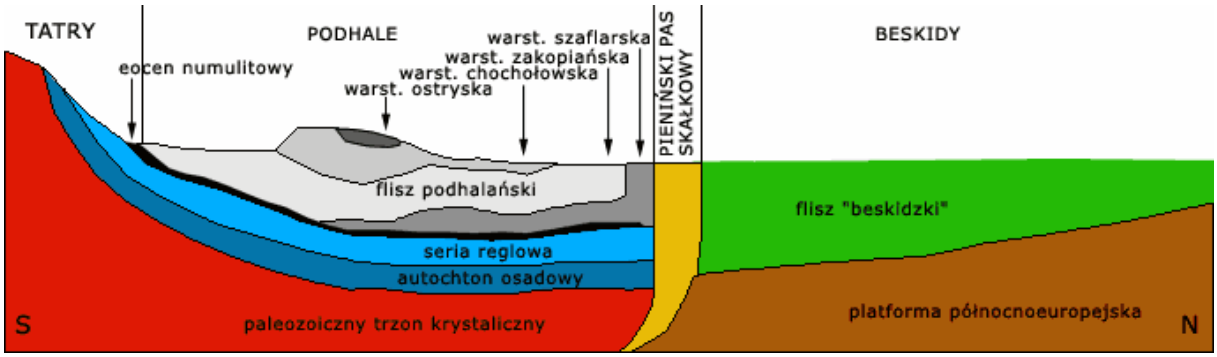
Zwane też Pogórzem Północnotatrzańskim jest regionem stanowiący najwyższą część Podhala. Pogórza oddzielone są od Tatr Rowem Podtatrzańskim, od północy graniczy z Kotliną Orawsko-Nowotarską i Pieninami. Region stanowi stosunkowo wysoki pas wzniesień, rozczłonkowany dolinami spływającymi z Tatr rzek (Orawicy, Czarnego Dunajca, Białego Dunajca i Białki) na kilka części od wschodu Pasmo Skoruszyńskie 91314 m n.p.m.), Magurę Witowską (1232 m n.p.m.), Pogórze

Gubałowskie (1198 m n.p.m.), Pogórze Bukowińskie (1158 m n.p.m.) i Pogórze Spiskie (1257 m n.p.m.).

4.4 Budowa geologiczna i gleby

Pod względem geologicznym Dolina Białki położona jest na terenie Podhala znajdującego się pomiędzy Tatrami a Pienińskim Pasem Skałkowym.

Podhale jest terenem górzystym i stanowi obniżenie podtatrzańskie, powstałe podczas wypiętrzenia Tatr w neogenie. Zbudowane jest z serii paleogeńskich skał fliszowych tworząc tzw. obszar niecki fliszu podhalańskiego. Niecka Podhala stanowi łagodną synklinę o szerokości ok. 17 km. Jej południowe skrzydło opiera się o skłon Tatr, a północne o Pieniński Pas Skałkowy. W przekroju pionowym najniżej położone są paleozoiczne skały trzonu krystalicznego Tatr (batolit), który jest prawdopodobnie podścielony skałami pasa skałkowego i platformy północnoeuropejskiej. Nad krystalikiem znajdują się mezozoiczne skały osadowe autochtonu i serii reglowej, potem wąski pas eoceńskich zlepieńców i wapieni numulitowych (ujawniających się na granicy Tatr), a następnie oligoceński flisz podhalański (rysunek 9).



Rysunek 9: Przekrój geologiczny przez Nieckę Podhala [2]

Flisz podhalański zbudowany jest następujących warstw (serii):

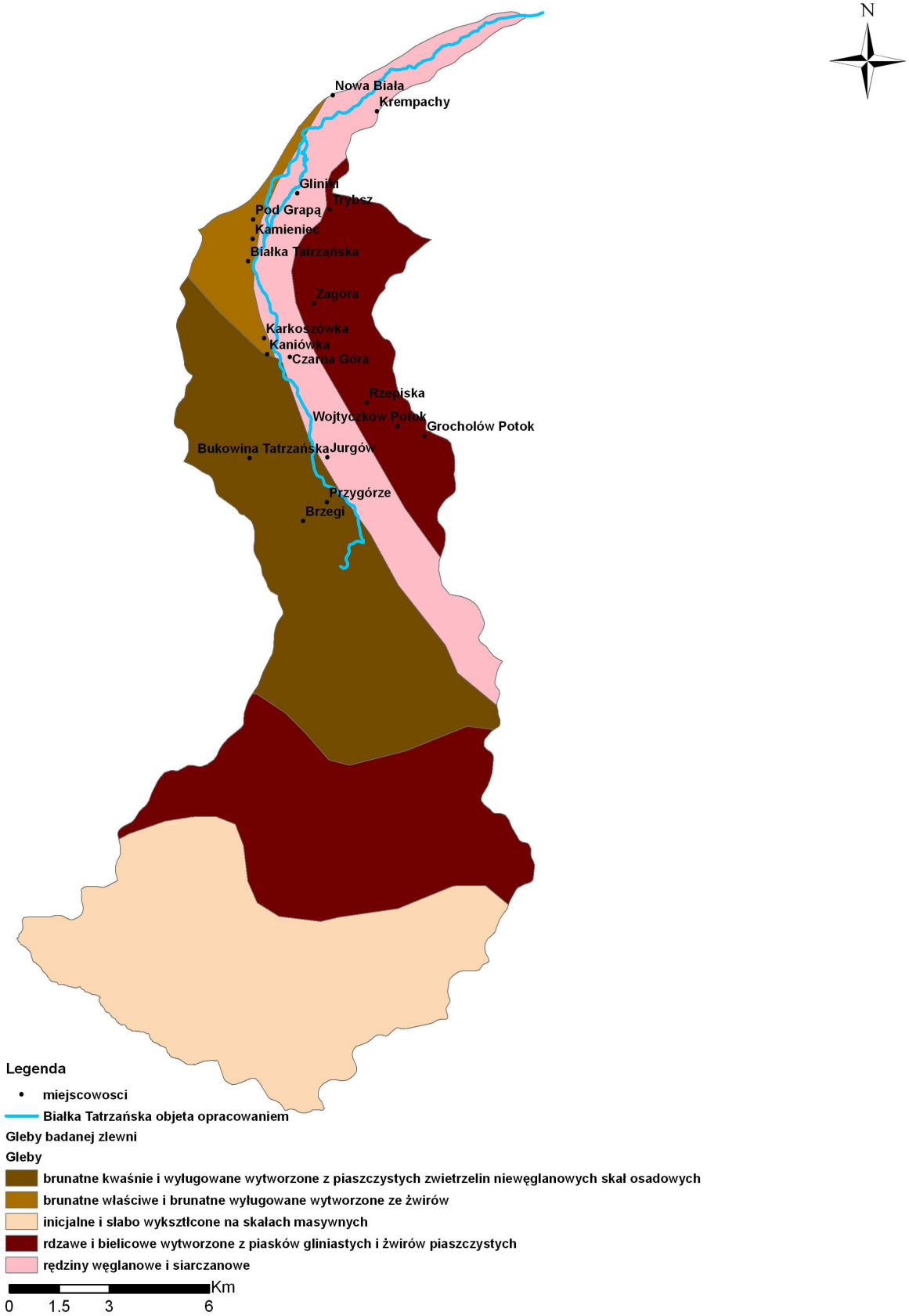
1. Warstwa szafarska składa się z piaskowca, zlepieńca, mułowca i łupków ilastych o miąższości ok. 700-1000 m. Warstwy te odsłaniają się jedynie na północy przy pasie skałkowym. W części południowej skrzydła ich brak.
2. Warstwa zakopiańska składa się głównie z łupków ilastych, przewarstwionyh podrzędnymi zlepieńcami, piaskowcami i dolomitami żelazistymi. Ich miąższość to ok. 1000 m.
3. Warstwa chochołowska ma charakter piaskowcowo-łupkowy z przewagą piaskowców i mułowców. Miąższość warstw wynosi ok. 1000 m.

4. Warstwa ostryjska stanowi najwyższy poziom osadów fliszowych niecki podhalańskiej. Składa się z gruboławicowych piaskowców z podrzędnymi łupkami ilastymi. Piaskowce zawierają też wkładki węgla i okruchy skał krystalicznych. Występują w centralno-zachodniej części niecki jako kilkudziesięcio metrowy kompleks **[2]**.

W dolinie Białki występują wyłącznie utwory skał tatrzańskiego trzonu krystalicznego (granity i łupki krystaliczne). Jedynie jego północne partie zbudowane są ze skał osadowych – wapienie, dolomity i piaskowce. Na jego obecny wygląd zasadniczy wpływ miały kolejne zlodowacenia Tatr. Właśnie w Dolinie Białki prawdopodobnie znajdował się największy z tatrzańskich lodowców.

Na obszarze zlewni Białki wykształciły się następujące utwory glebowe (rysunek 10):

- w górnej części zlewni gleby inicjalne i słabo wykształcone na skałach masywnych,
- gleby rdzawe i bielicowe wytworzone z piasków gliniastych i żwirów piaszczystych,
- gleby brunatne kwaśnie i wyługowane wytworzone z piaszczystych zwietrzelin niewęglanowych skał osadowych,
- gleby brunatne właściwe i brunatne wyługowane wytworzone ze żwirów,
- rędziny węglanowe i siarczanowe.



Rysunek 10: Wykształcone utwory glebowe na terenie zlewni Białka Tatrzańska

4.5 Warunki klimatyczne

Zlewnia Białki Tatrzańskiej położona jest w karpackim regionie klimatycznym. Charakteryzuje się klimatem górskim o dużo chłodniejszych temperaturach niż w pobliskich Tatrach. Średnia roczna temperatura powietrza w okresie letnim wynosi ok. +15.3 °C (lipiec - sierpień). Zimy w dolinie Białki są chłodne, często z obfitymi opadami śniegu. W okresie zimowym średnia temperatura powietrza wynosi ok. - 5° C (styczeń).

Średni roczny opad atmosferyczny na terenie zlewni Białki mieści się w granicach od 800 do 110 mm **[3]**.

Dzięki położeniu i urozmaiconej rzeźbie terenu oraz silnemu rozcięciu górskich zboczy istnieją miejsca, w których bardzo długo zalega śnieg (nawet do 120 - 130 dni) o grubości 40 - 80cm.

4.6 Środowisko przyrodnicze, flora i fauna

Obszar doliny rzeki Białki to teren od ujścia potoku Leśnickiego do jej ujścia do Zbiornika Czorsztyńskiego. Rzeka wypływa z Tatr Wysokich i zachowuje charakter rzeki górskiej. Nie jest uregulowana, rozdziela się na szereg ramion, opływających wyspy. Powierzchnia dorzecza wynosi 229,9 km^2. Rzeka Białka należy do najczystszych rzek Podhala. Jakość jej wody w ocenie fizykochemicznej i bakteriologicznej minimalnie ustępuje normom klasy I. Jej normalny przepływ wynosi około $5m^3/s$, a podczas wiosenno-letnich wezbrań nawet $200\text{-}300m^3/s$.

Nad Białką znajduje się rezerwat krajobrazowy, obejmujący przełomowy odcinek rzeki. Przepływa tu ona pomiędzy wapiennymi skałkami - Kramnicą (688 m n.p.m.) i Obłazową (670 m n.p.m.).

Źródłowe odcinki bocznych dolin rzeki Białki są zalesione. Lasy należą do piętra lasów mieszanych regla dolnego - w drzewostanie przeważa świerk, z małą domieszką jodły i sosny. Natomiast wzdłuż koryta Białki występują głównie młode łęgi olchowe, łęgi wierzbowe oraz pola uprawne, pastwiska i łąki, w części nieużytkowane. Szerokie kamieniska nadrzeczne są miejscem występowania siedliska przyrodniczego o kodzie 3220, z udziałem wrześni pobrzeżnej Myricaria germanica. Miejscami tworzą się tu zwarte płaty jej zarośli. Utrwalone kamieńce i większe wyspy porastają zarośla wierzbowe z dominacją wierzby siwej Salix eleagnos.

Białka jest jedną z nielicznych rzek górskich w Karpatach, która zachowała naturalny, anastomozujący charakter. Stwierdzono tu występowanie 10 siedlisk przyrodniczych z I Załącznika Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Nad Białką znajdują się poważne zasoby coraz rzadszego w skali kraju siedliska przyrodniczego, związanego z naturalnymi rzekami górskimi, tj. zarośli wrześniowych na

kamieńcach rzecznych (siedlisko 3230). W samym tylko rezerwacie „Przełom Białki" stwierdzono wystepowanie 457 gatunków roślin naczyniowych. Występują w nim też niewielkie płaty innych, rzadkich siedlisk przyrodniczych. Rzeka jest także ostoją brzanki (gatunek z Załącznika II Dyrektywy Rady 92/43/EWG) **[4]**.

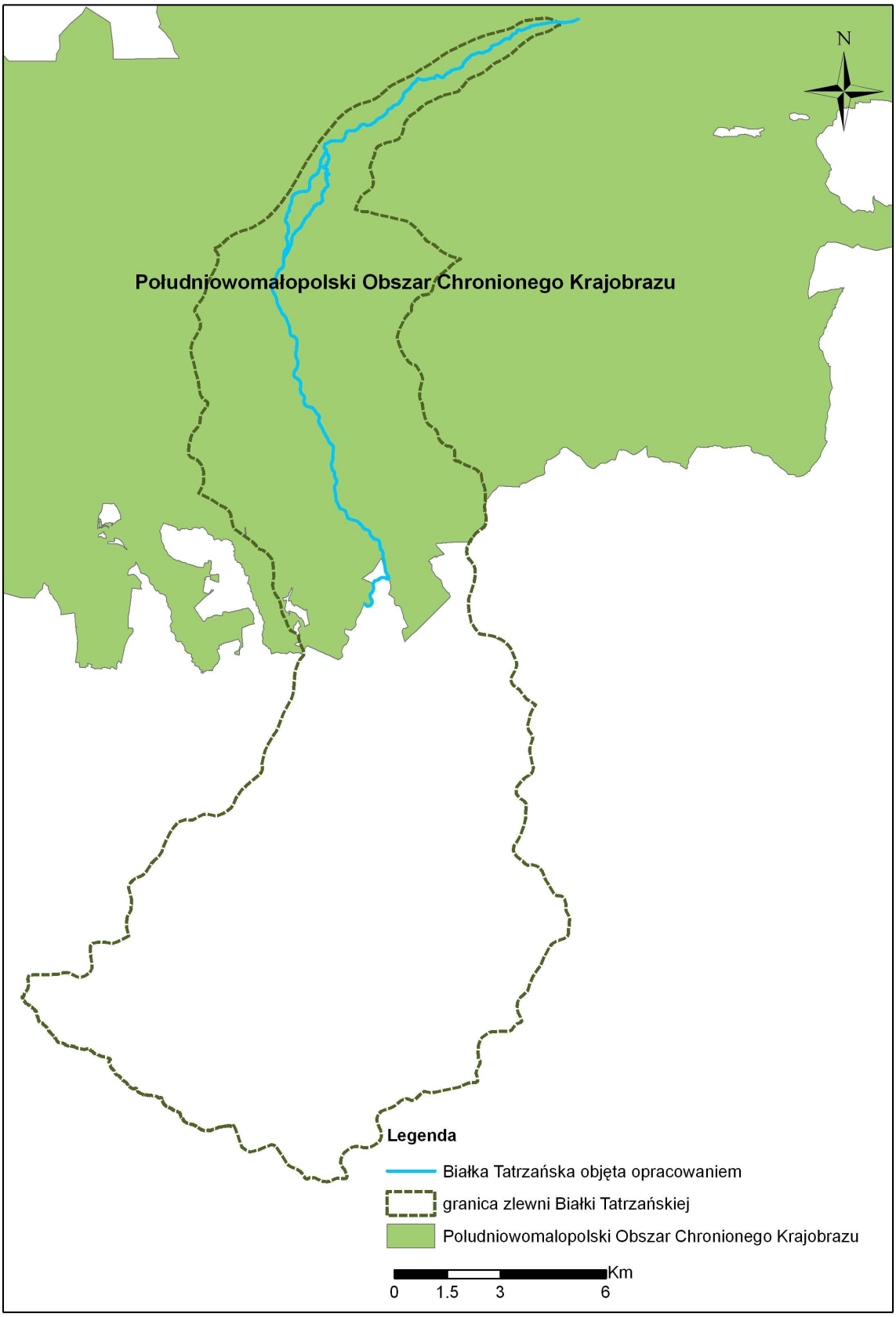
4.7 Obszary chronione

W dolinie potoku Białka na terenie opracowania zlokalizowane są trzy obszary chronione:

- Południowomałopolski Obszar Chronionego Krajobrazu (rysunek 11),
- Przełom Białki pod Krempachami (rysunek 12) oraz
- Tatrzański Park Narodowy (rysunek 13).

Południowomałopolski Obszar Chronionego Krajobrazu

Położony jest na terenie województwa małopolskiego i zajmuje ponad 362 tyś. ha., w granicach badanej zlewni powierzchnia wynosi 8 143 ha. Na Obszarze Chronionego Krajobrazu prowadzona jest czynna ochrona ekosystemów leśnych, wodnych oraz nieleśnych, w celu zachowania ich trwałości oraz zwiększania różnorodności biologicznej **[6]**.

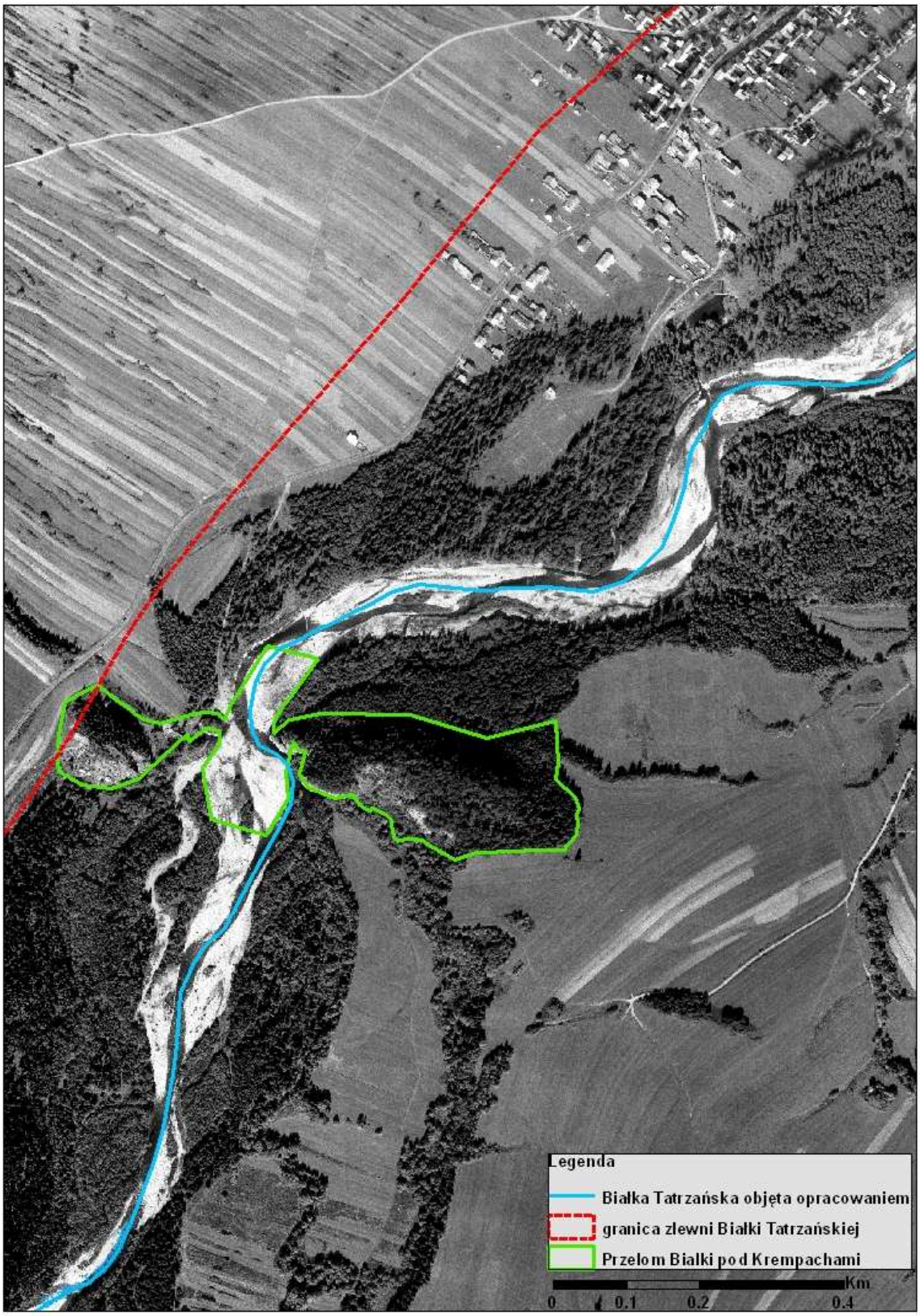


Rysunek 11: Południowomałopolski Obszar Chronionego Krajobrazu na terenie zlewni Białki Tatrzańskiej

Rezerwat Przełom Białki pod Krępachami

Rezerwat Przełom Białki pod Krempachami zajmuje 8,51 ha powierzchni .Został utworzony w 1959 r. Obejmuje krótki przełom rzeki na zachodnim krańcu Pienin Spiskich, pomiędzy skałkami Kramnicą na prawym brzegu i Obłazową na lewym. Ochronie podlega głównie reliktowa roślinność naskalna i walory krajobrazowe tego miejsca. Ponadto na ścianach Obłazowej widoczne są skamieniałości, głównie amonity jurajskie. Z obu skał rozpościera się wspaniały widok, zarówno na całą Kotlinę Nowotarską i rejon Spisza, jak i na panoramę Gorców, Pienin i Tatr.

Rezerwat obejmuje krótki przełom rzeki Białki, pomiędzy skałkami Kramnicą (688 m n.p.m., wysokość względna 65 m) na prawym brzegu i Obłazową (670 m n.p.m., wysokość względna 47 m) na lewym. Prócz tych dwóch większych skał występują jeszcze dwie mniejsze. Formalnie rzecz biorąc rezerwat należy do dwóch mezoregionów geograficznych: Kramica znajduje się w Pieninach Spiskich, Obłazowa w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. Granicą między tymi mezoregionami jest Białka. Faktycznie jednak obydwie te skały są tego samego pochodzenia i stanowiły kiedyś jeden masyw, zostały rozcięte przez Białkę, która utworzyła w nich przełom o szerokości 100 m. Jej koryto wyścielone jest przyniesionymi z Tatr i obrobionymi podczas tego transportu ooczakami granitowymi. Po raz pierwszy utworzono tutaj rezerwat przyrody w 1931 na powierzchni 7,5 ha, w 1959 potwierdzono jego status prawny, zwiększając powierzchnię do 8,51 ha. Rezerwat utworzono ze względu na wielkie walory przyrodnicze, krajobrazowe i naukowe tego miejsca. Występuje tutaj reliktowa roślinność naskalna i zabytki archeologiczne **[4, 7]**.



Rysunek 12: Lokalizacja Rezerwatu pod Krempachami

Tatrzański Park Narodowy

Tatrzański Park Narodowy położony jest w południowej części Polski, w województwie małopolskim, na granicy ze Słowacją. Został utworzony w 1954 roku. Aktualnie jego powierzchnia wynosi 21 164 ha, z czego 15 124 ha to lasy, a 5 660 ha to głównie zbiorowiska wysokogórskich hal i turni. Grunty rolne i wody zajmują 380 ha powierzchni.

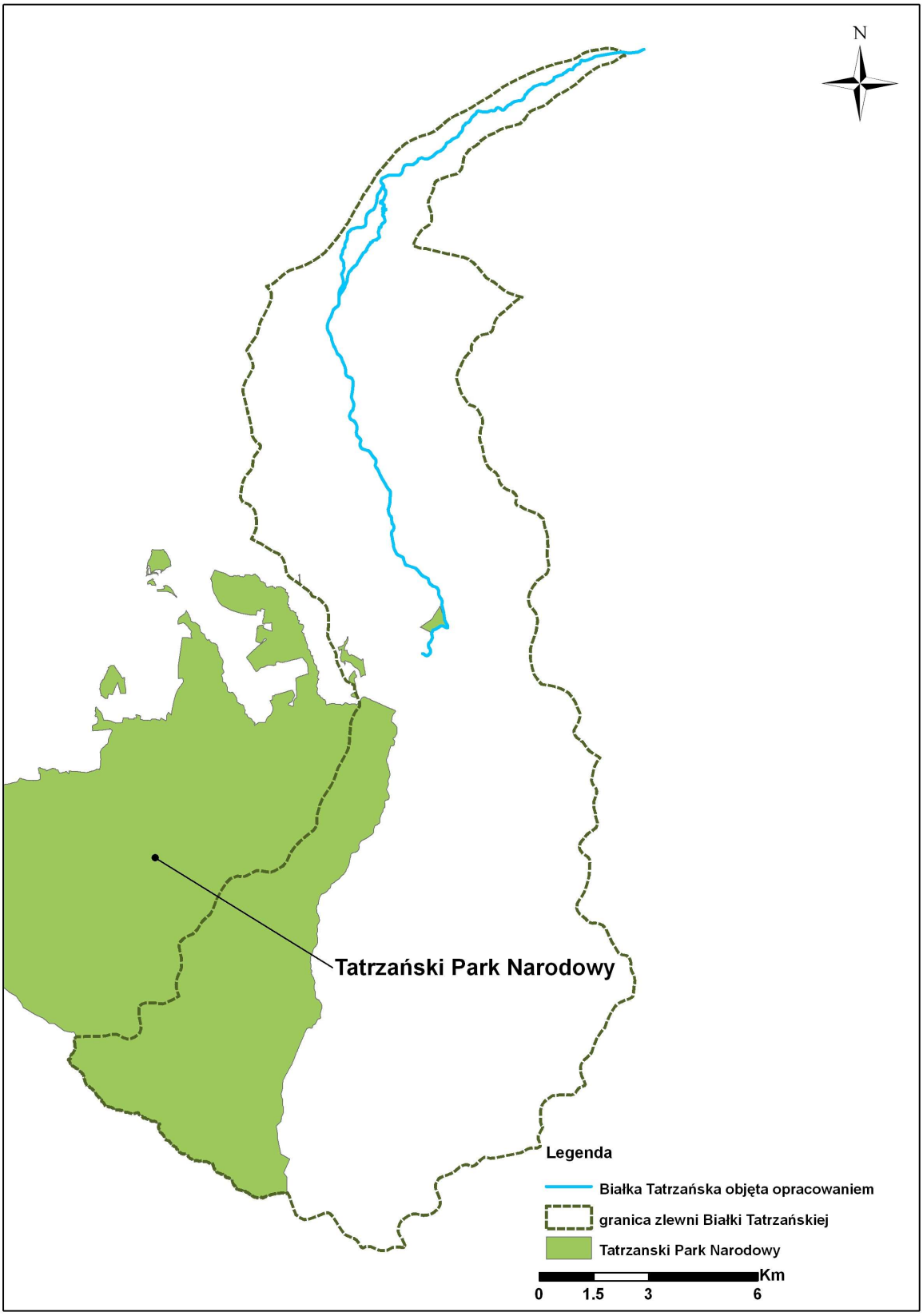
W granicach badanej zlewni Białki Tatrzańskiej Park Narodowy zajmuje 4 126 ha powierzchni lasów.

Park obejmuje najmłodsze i najwyższe w Polsce góry typu alpejskiego, które charakteryzują się urozmaiconą rzeźbą terenu z deniwelacjami do 1700 m. W Tatrach możemy wyróżnić dwa odrębne morfologicznie krajobrazy, są to:

1. Tatry Wysokie zbudowane są ze skał krystalicznych. Krajobraz ich cechują charakterystyczne formy polodowcowe ostre szczyty i granice oraz liczne kotły zajęte przez jeziora.
2. Tatry Zachodnie zbudowane ze skał krystalicznych i osadowych. Krajobraz ich składa się m.in. z licznych malowniczych dolin z ostańcowymi formami skalnymi.

Na terenie Parku znajduje się ok. 560 jaskiń, 30 jezior zwanych „stawami" oraz liczne potoki. Jeziora tatrzańskie odznaczają się bardzo ubogim życiem biologicznym oraz przeźroczystością wody.

Roślinność Tatrzańskiego Parku Narodowego charakteryzuje się typowym układem piętrowym. W reglu dolnym do 1250 m n.p.m. dominują lasy jodłowo-bukowe. W reglu górnym do 1550 m n.p.m. rosną bory świerkowe, które przechodzą w strefę kosówki i traworośli powyżej której jest piętro alpejskie i turni. Wiele roślin rosnących w parku to endemity tatrzańskie , karpackie lub gatunki rzadkie. Najbardziej cennymi z nich są m.in.: limba, skalnica tatrzańska, ostróżka tatrzańska, krokusy oraz szarotka alpejska **[8]**.



Rysunek 13: Lokalizacja Tatrzańskiego Parku Narodowego na terenie badanej zlewni

4.8 Obszar Natura 2000

Na obszarze zlewni Białki Tatrzańskiej znajduje jest teren sklasyfikowany jako obszar Natura 2000 pod nazwą *Dolina Białki PLH120024*. Powierzchnia obszaru to ok. 750 ha, a długość odcinka potoku objętego projektowanym obszarem Natura 2000 to ok. 25 km. Lokalizację obszaru Natura 2000 przedstawiono na rysunku 14.

Obszar obejmuje koryto potoku wraz z nadbrzeżnymi lasami łęgowymi, zaroślami wierzbowymi i olszynkami. W rejonie Czarnej Góry włączono do obszaru także strome stoki góry wraz z osuwiskami, w części porośnięte lasem.

Na terenie obszaru Natura 2000 zidentyfikowano 9 siedlisk przyrodniczych z których część z nich jest związana bezpośrednio z rzeką i dla ich ochrony został powołany obszar. Są to:

1. Pionierska roślinność na kamieńcach górskich potoków (kod 3220),
2. Zarośla wrześniowo-wierzbowe na kamieńcach i żwirowiskach górskich potoków (kod 3230),
3. Zarośla wierzbowo-wrześniowe na kamieńcach i żwirowiskach górskich potoków (kod 3240),
4. Lasy łęgowe i nadrzeczne zarośla wierzbowe (kod 91E0*)
5. Niżowe i górskie łąki użytkowane ekstensywnie i łąki konietlicowe (kody 6510, Lowland hay meadows (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) i 6520, oraz siedliska związane z podłożem skalnym w rezerwacie przyrody:
6. Zarośla jałowca w murawach kserotermicznych (kod 5130)
7. Murawy kserotermiczne (Festuco-Brometea) (kod 6210*)
8. Podgórskie i wyżynne rumowiska wapienne ze zbiorowiskami ze Stipion calamagrostis (kod 8160 *),
9. Reliktowe laski sosnowe (Erico-Pinion) (kod 91Q0)

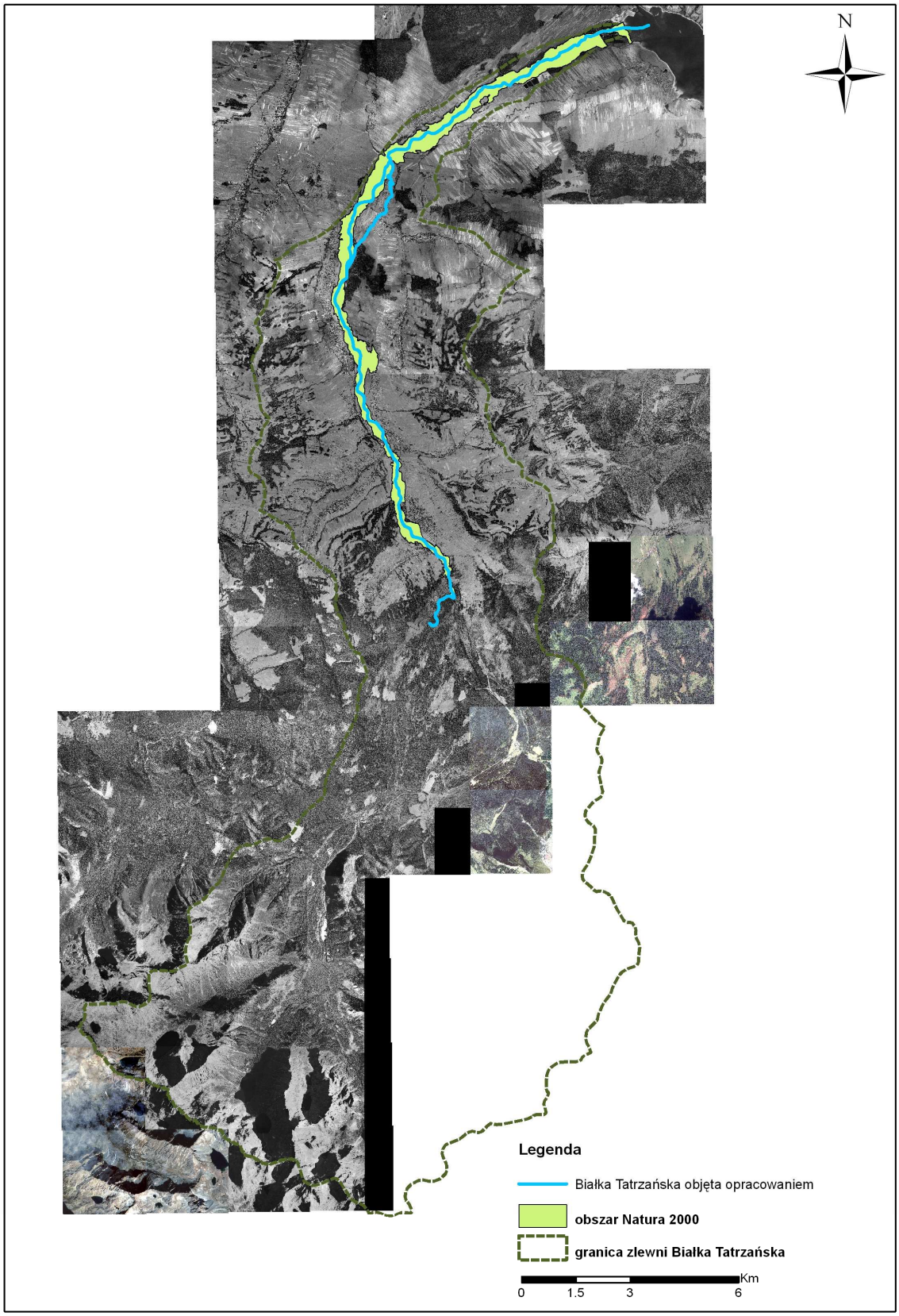
Ostatnie cztery siedliska zajmują niewielki areał i same w sobie nie mają większego znaczenia dla zachowania tych typów siedlisk w skali kraju. Ich ochrona przyczynia się jednak do zwiększenia różnorodności biologicznej w skali lokalnej.

W obszarze występują też gatunki roślin i zwierząt z załącznika II Dyrektywy Siedliskowej, choć trudno ocenić ich liczebność i znaczenie obszaru dla ich ochrony w kraju (brak regularnych badań i danych ilościowych). Obszar jest natomiast ważnym miejscem dla ich ochrony w skali lokalnej. Są to: Wydra Lutra lutra – spotykana na całej długości cieku, choć niezbyt często; Kumak górski Bombina

variegata – spotykany na całym terenie, choć nie masowo; Brzanka Barbus meridionalis s.l. - liczebność gatunku jak i pełny rybostan do uzupełnienia, występuje na całej długości cieku, nieznana częstość występowania; Obuwik pospolity Cypripedium calceolus – podawany tylko z rez. przyrody, ale bez lokalizacji stanowiska i wymagający potwierdzenia;

Podstawowym celem ochrony w obszarze Natura 2000 „Dolina Białki" jest ochrona siedlisk nadrzecznych, pozostających w dynamicznej równowadze. Dolina Białki obejmuje prawdopodobnie blisko 20% zasobów tych siedlisk (3220, 3230, 3240) w regionie alpejskim, jest to więc jedno z najistotniejszych miejsc ich występowania, zwłaszcza, że są to typowo wykształcone i jedne z najlepiej zachowanych w regionie płaty tych siedlisk. Siedliska nadrzeczne, wymagające wyłącznie ochrony biernej (nie jest konieczne podejmowanie dodatkowych działań ochronnych), powinny być utrzymane w wyniku zachowania naturalności koryta i przepływów wody, w tym okresowych wezbrań. Lasy łęgowe powinny być użytkowane ekstensywnie, na dotychczasowych zasadach, zgodnie z uproszczonym planem urządzania lasu, i także podlegać okresowym zalewom. Aby zapewnić utrzymanie właściwego składu gatunkowego tych siedlisk, powinny być z nich eliminowane gatunki niezgodne z siedliskiem (np. nasadzenia), oraz gatunki obce, inwazyjne, sukcesywnie w miarę ich pojawiania się.

Celem ochrony siedlisk łąkowych powinno być zachowanie zróżnicowania gatunkowego tych siedlisk i charakterystycznej dla nich fizjonomii. Siedliska naskalne (ich skład gatunkowy i areał) powinny zostać zachowane dzięki utrzymaniu odpowiednich warunków oświetleniowych, a więc poprzez usuwanie krzewów i drzew zarastających skały i zwiększających ocienienie (zgodnie z planem ochrony rezerwatu przyrody). W wielu miejscach wymagana jest wobec nich jedynie ochrona bierna. W przypadku wszystkich wymienionych typów siedlisk powinien zostać utrzymany także ich aktualny areał **[4]**.



Rysunek 14: Lokalizacja obszaru Natura 2000 na terenie zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej

5 Identyfikacja dokumentów planistycznych

5.1 Identyfikacja istniejących map i dokumentów planistycznych

W celu określenia zamierzeń urbanistycznych gmin stanowiących podstawę do wskazania obszarów wymagających ochrony przed zalaniem, z uwagi na ich zagospodarowanie, wartość gospodarczą lub kulturową oraz szczególne znaczenie społeczne dokonano identyfikacji dokumentów planistycznych z zakresu zagospodarowania przestrzennego gmin położonych w obszarze opracowania zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej. Następnie wyznaczono obszary strefy zalewu dla ośmiu wód o prawdopodobieństwie przewyższenia:

p = 50%;

p = 20%;

p = 10%;

p = 5%;

p = 2%;

p = 1%;

p = 0,5%;

p = 0,1%

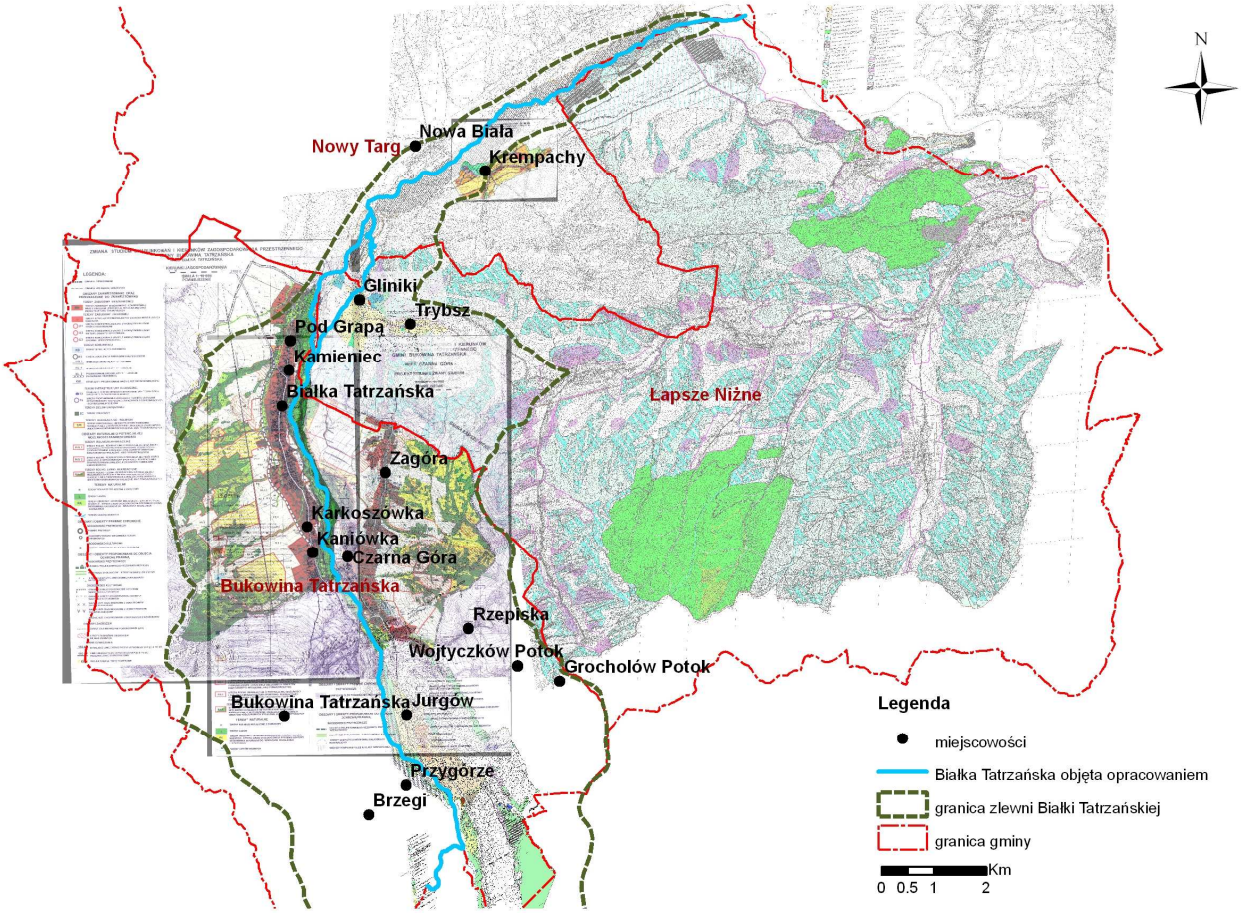
w celu określenia zagrożenia powodziowego dla miejscowości położonych w obszarze objętym opracowaniem.

W celu zebrania wszystkich niezbędnych informacji na temat zagrożenia powodziowego wysłano pisma do poszczególnych gmin (**załącznik 5**) z prośbą o udostępnienie informacji dotyczących zagospodarowania przestrzennego, powodzi historycznych wraz z załączoną ankietą oraz wytypowaniu i zaznaczeniu na mapie obszarów i obiektów zagrożonych powodzią. Otrzymane z gminy dokumenty zostały zamieszczone w **załączniku 6** oraz graficznie na rysunki 15.

Podstawę przeprowadzonych prac stanowiły zebrane oraz zestawione mapy i dokumenty planistyczne przedstawione w tabeli 2. Na ich podstawie zidentyfikowano na poniższym rysunku formy zagospodarowania przestrzennego terenów położonych w obszarze badanej zlewni Białki Tatrzańskiej.

Tabela 2: Identyfikacja istniejących map i dokumentów planistycznych stanowiących podstawę przeprowadzonych prac.

L.p.	Urząd	Zebrane materiały
1	Urząd Gminy Nowy Targ	1. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego gminy Nowy Targ w terenach przeznaczonych do inwestowania, wieś Krempach (Uchwała Nr IX/80/07 Rada Gminy Nowy Targ z dnia 27 październik 2007 r.). Rysunek planu nr 1 – zał. nr 2 do Uchwały.
2	Urząd Gminy Bukowina Tatrzańska	1. Zmiana studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Bukowina Tatrzańska, wieś Białka Tatrzańska (Uchwała Nr XXXVII/295/2006 z dnia 11 kwietnia 2006r.). 2. Zmiana studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Bukowina Tatrzańska, wieś Czarna Góra (Uchwała Nr XLI/330/2006 z dnia 21 września 2006 r.). 3. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego Czarna Góra – Gmina Bukowina Tatrzańska (Uchwała Nr XLIII/344/2006 Rady Gminy Bukowina Tatrzańska z dnia 27 października 2006 r.). 4. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego Jurgów I (Uchwała Nr XLIII/345/2006 Rady Gminy Bukowina Tatrzańska z dnia 27 października 2006 r.). 5. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego Jurgów II (Uchwała Nr IV/33/2007 Rady Gminy Bukowina Tatrzańska z dnia 11 kwietnia 2007 r.).
3	Urząd Gminy Łapsze Niżne	1. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego gmina Łapsze Niżne (Uchwała Nr XXXVIII-210/2006Rady Gminy Łapsze Niżne z dnia 27 kwietnia 2006 r.). 2. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego gmina Łapsze Niżne, wieś Trybsz. Załącznik nr 1A i 1B (Uchwała Nr XXXVIII-210/2006Rady Gminy Łapsze Niżne z dnia 27 kwietnia 2006 r.).



Rysunek 15: Mapa ilustrująca granice zlewni Białki Tatrzańskiej na odcinku w km 0+000 – 24+500 na podkładzie dokumentów planistycznych

5.2 Wektoryzacja obiektów z mapy topograficznej oraz ortofotomapy

W celu wykorzystania do dalszych prac związanych ze wskazaniem konieczności działań inwestycyjnych związanych z poprawą ochrony przeciwpowodziowej w dolinie Białki Tatrzańskiej, na bazie map topograficznych oraz ortofotomap wykonane zostały warstwy informacyjne GIS prezentujące poszczególne formy zagospodarowania przestrzennego oraz lokalizację istniejących budynków.

Wektoryzacji dokonano w pasie odpowiadającym zlewni Białki Tatrzańskiej w dwóch etapach:

1) poprzez wektoryzację obiektów z mapy topograficznej oraz ortofotomapy uwzględniając następujące elementy zagospodarowania:
   - budynki mieszkalne,
   - budynki gospodarcze,
   - budynki użyteczności publicznej,

- budynki inne,
- drogi.

2) poprzez wektoryzację miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, a następnie agregację zwektoryzowanych obiektów do jednej z 6 klas użytkowania:
   - obszary zasiedlone,
   - obszary przemysłowe,
   - infrastuktura komunikacyjna,
   - rolnictwo,
   - lasy,
   - inne.

Na poniższych rysunkach pokazano stworzone warstwy informacyjne GIS prezentujące:

- budynki jako elementy zagospodarowania doliny Białki Tatrzańskiej
- formy zagospodarowania przestrzennego w dolinie Białki Tatrzańskiej.

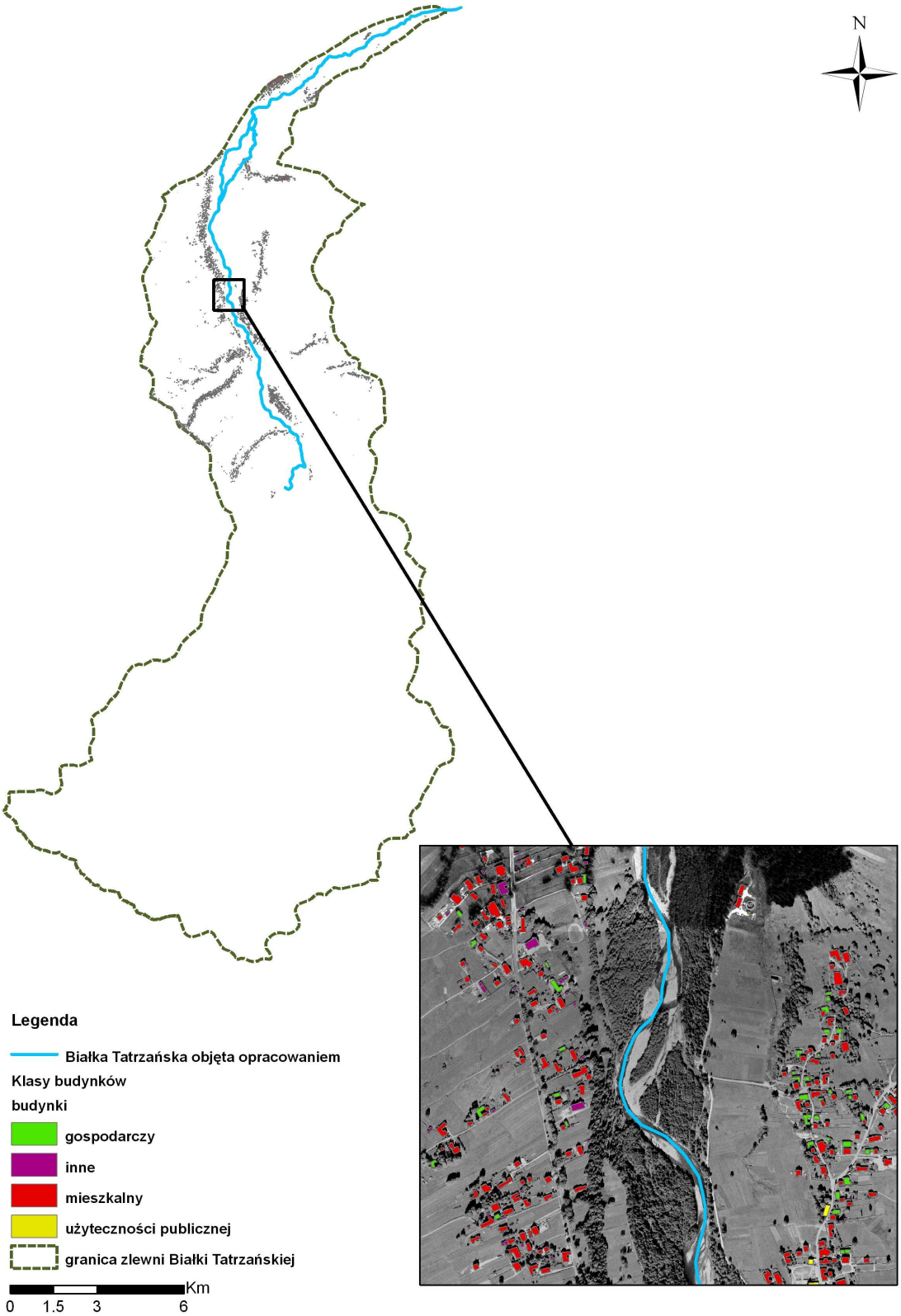
Na podstawie przeprowadzonej wektoryzacji obiektów wykazano, że na obszarze zlewni znajdują się w sumie 5133 budynki. Pod względem ilościowym największą część budynków stanowią kolejno:

- budynki mieszkalne (54%)
- budynki inne (25%),
- budynki gospodarcze (20%).

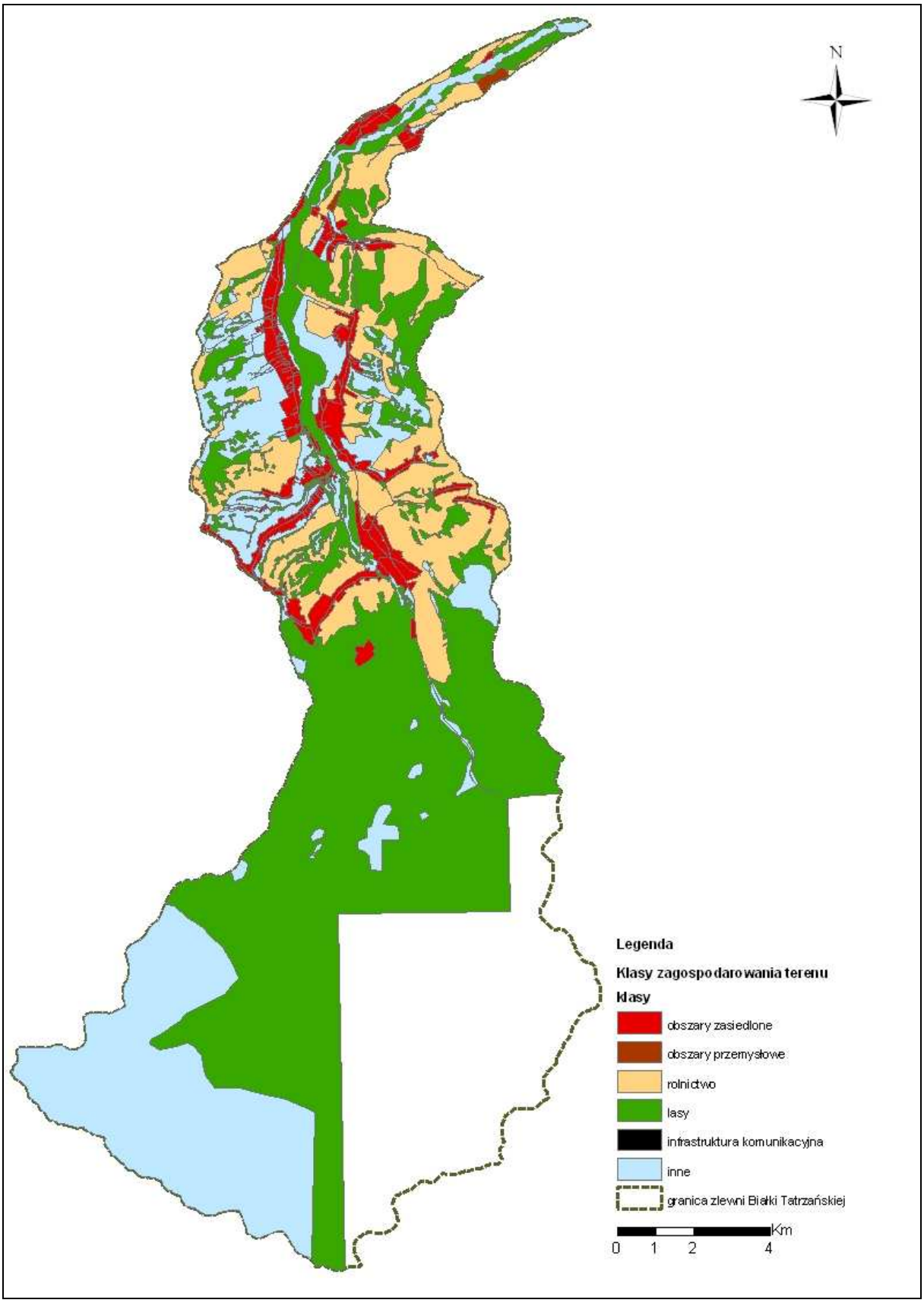
Zestawienie procentowych ilości wszystkich budynków zlokalizowanych na obszarze zlewni Białki Tatrzańskiej przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3: Procentowe zestawienie budynków na terenie badanej zlewni

L.p.	Rodzaj budynku	Rzeczywista ilość budynków na terenie zlewni	Procentowa ilość budynków na terenie zlewni
1	Budynek mieszkalny	2779	54
2	Budynek inny	1275	25
3	Budynek gospodarczy	1023	20
4	Budynek użyteczności publicznej	56	1
		5133	**100%**



Rysunek 16: Warstwa informacyjna GIS prezentująca budynki - elementy zagospodarowania zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej na obszarze pokrycia mapą topograficzną i ortofotomapą



Rysunek 17: Warstwa informacyjna GIS prezentująca formy zagospodarowania przestrzennego w dolinie Białki Tatrzańskiej na obszarze pokrycia mapą topograficzną i ortofotomapą (niezwektyrozowany obszar to obszar terenu Słowacji –brak danych)

W tabeli 4 przedstawiono procentową ilość poszczególnych form zagospodarowania przestrzennego w dolinie Białki Tatrzańskiej w oparciu o wektoryzację miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego na obszarze doliny Białki Tatrzańskiej w ramach obszaru objętego opracowywanym programem ochrony. W związku z tym, że dokumenty planistyczne oraz przekazane przez Zamawiającego dane katograficzne nie pokrywają całego zwektoryzowanego obszaru zlewni (z uwagi na to, że część zlewni Białki Tatrzańskiej jest położona poza granicami kraju), co stanowi 80,39 % powierzchni całej zlewni. Zwektoryzowany obszar pokrywa jednak w całości obszar objęty opracowywanym programem ochrony.

Tabela 4: Procentowe zestawienie form zagospodarowania przestrzennego na terenie badanej zlewni

L.p.	Rodzaj formy zagospodarowania	Zwektoryzowana powierzchnia na terenie badanej zlewni [km^2]	Procent zwektoryzowanej powierzchni badanej zlewni
1	Obszary zasiedlone	10,91	4,85
2	Obszary przemysłowe	0,32	0,14
3	Infrastruktura komunikacyjna	0,61	0,27
4	Rolnictwo	28,50	12,68
5	Lasy	89,60	39,86
6	inne	50,75	22,58
		180,69	**80,39%**

6 Zagrożenie powodziowe na terenie zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej na tle historii powodzi.

6.1 Źródła i rodzaje zagrożenia powodziowego

Powódź to wezbranie wody w ciekach naturalnych i jeziorach, spowodowane zwiększonym zasilaniem lub przypadkowym podpiętrzeniem zwierciadła wody, wywołanym szczególnymi zjawiskami naturalnymi. Powódź jest szczególnym przypadkiem wezbrania, które stanowi zagrożenie dla ludności i mienia i przynosi straty gospodarcze i społeczne.

Na obszarze zlewni Białki Tatrzańskiej głównymi przyczynami powodzi są wezbrania opadowe (typ O). Wywołane są przez nawalne opady deszczu, związane z lokalnymi burzami termicznymi. Występują na potokach górskich i strugach nizinnych w okresie lipiec-sierpień. Mają one krótkotrwały ale gwałtowny przebieg, powodując znaczne straty w zagospodarowaniu przestrzennym terenu. W okresie od czerwca do września na terenach górskich podgórskich i na nizinach mogą występować opady rozlewne. Charakteryzują się największym zasięgiem terytorialnym, obejmując nieraz całe dorzecze.

Na terenie zlewni mogą występować wezbrania roztopowe (typu R), które powstają wyniku gwałtownego topnienia pokrywy śnieżnej, często przyspieszonym nagłym ociepleniem i opadami deszczu. Zasięg terytorialny jest bardzo rozległy. Najczęściej występują w marcu i kwietniu, choć mogą wystąpić w ciągu całej zimy.

6.2 Analiza zagrożenia powodziowego na podstawie zebranych danych historycznych

Na podstawie uzyskanych od gminy materiałów (**załącznik 6**) dotyczących zagrożenia powodziowego, obiektów i obszarów wymagającej szczególnej ochrony przed zalaniem oraz wg „Studium określającego granice obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią dla terenów nieobwałowanych w zlewni górnego Dunajca do ujścia Popradu” główną przyczyną powodzi są długotrwałe opady deszczu i wiosenne roztopy.

Najbardziej dotkliwą spośród ostatnich powodzi w zlewni Białki Tatrzańskiej była powódź w okresie lipca 2008 roku, gdzie na rzece przekroczone zostały stany alarmowe:

- Łysa Polana o 24 cm
- Trybsz o 25 cm

Gmina Łapsze Niżne

Lipcowe wezbranie z 2008 roku spowodowało na wysokości granicy Trybsza z Czarną Górą zmianę biegu potoku Białka i skierowało go w kierunku dawnej Młynówki, odcinając część gruntów Trybsza. Potok Białka na terenie gminy nie zagraża bezpośrednio terenom przeznaczonym pod zabudowę. Terenami zagrożonymi mogą być jedynie tereny rolne i leśne oraz zakład eksploatacji kruszywa w miejscowości Frydman.

Gmina Nowy Targ

Powódź z 23-25 lipca 2008 roku spowodowała w największe „spustoszenie" na obszarach: Przełom Białki, Nowa Białą oraz Krempachy (Rysunek 18). Jej główną przyczyną były dobowe ulewne opady. Nieuregulowane koryto górskiej rzeki Białki, było przyczyną przerwania wątłych jazów, która z impetem uderzyła na Nową Białą. Główny nurt rzeki znajdował się na byłym parkingu w okolicy Przełomu Białki, obmył elektrownię, zalał stadion sportowy i skierował się w stronę osiedla. Zniszczeniu uległy plony zbóż i ziemniaków w okolicy pierwszych domów w Nowej Białej zalało piwnice ponad 25 domów oraz jedna trzecia mostu łącząca Nowa Białą z Krempachami osunęła się do wody (Rysunek 19) **[5]**.

Obiektami zagrożonymi na terenie zlewni Białki są:

- ujęcia wody i urządzenia zaopatrzenia w wodę w Krempachach,
- stanowiska archeologiczne oraz park krajobrazowy w Nowej Białej (Przełom Białki),
- tereny zabudowy zagrodowej w obrębie działek w Nowej Białej oraz Krempachach,
- tereny rekreacyjno-turystyczne w Dębnie, Nowej Białej i Krempachach.

Wymienione powyżej obiekty zostały naniesione na mapach topograficznych przez Urząd Gminy Nowy Targ i przedstawione w **załączniku 6**.

Rysunek 18: Zdjęcie terenów zalanych podczas powodzi w okolicach Przełomu Białki [5].

Rysunek 19: Zdjęcie przedstawiające zerwany most na trasie Nowa Biała-Krempachy [5].

Gmina Bukowina Tatrzańska

W przypadku gminy Bukowina Tatrzańska największe powodzie w ostatnim czasie to powodzie z lipca 1997 r., sierpnia 2001 r. oraz lipca 2008 r. Przyczynami występujących w tym okresie wezbrań były przede wszystkim długotrwałe opady deszczu, a dodatkowo zahamowanie przepływu przez przepust oraz zahamowanie przepływu przez drzewa zatrzymane na przęsłach mostów.

Na obszarze gminy w wyniku powodzio doszło do lokalnych podtopień, zniszczenia przęseł mostu, lokalnych dróg dojazdowych, zniszczenia koryta potoku, zniszczeń lub uszkodzeń zabezpieczeń brzegów potoku, uszkodzenia ujęcia wody zaopatrującej w wodę pitną wieś Bukowina Tatrzańska oraz uszkodzenia ujęć wody na potoku Białka Tatrzańska, celem śnieżenia narciarskich tras zjazdowych.

Rysunek 20: Most na rzece Białce w Jurgowie w czasie powodzi w 2008r [9].

Rysunek 21: Rzeka Białka w okolicy Jurgowa w czasie powodzi w 2008r [9].

Na podstawie wizji lokalnej w grudniu 2009 wspólnie z Zarządem zlewni Górnego Dunajca (RZGW Kraków) dokonano identyfikacji lokalizacji miejsc najbardziej zagrożonych. Wszystkie istniejące zagrożenia powodziowe na terenie rozpatrywanego odcinka zlewni Białka Tatrzańska przedstawiono na mapie „Lokalizacja najbardziej zagrożonych obszarów określona na podstawie analizy historycznych wezbrań powodziowych oraz miejsc potencjalnego zagrożenia powodziowego na terenie zlewni Białki Tatrzańskiej" w skali 1:20 000 stanowiącej **Załącznik 7** niniejszego opracowania. Dodatkowo zdjęcia z wizji lokalnej z grudnia 2009 roku załączono do opracowania na płycie CD stanowiącej **Załącznik 13**.

7 Wykonanie koniecznych prac geodezyjnych

7.1 Zakres i metodyka wykonywanych prac pomiarowych

W celu późniejszego wykonania obliczeń modelowych mających na celu wyznaczenie zasięgu strefy zalewowej i wymaganych do tego danych dotyczących kształtu i materiału powierzchni koryta i doliny dokonano pomiarów geodezyjnych przekroi poprzecznych w korycie rzeki z uwzględnieniem istniejących budowli mostowych. Rozmieszczenie oraz długość przekrojów korytowych jest zgodna z mapką przedstawioną na rysunku 1 oraz w sposób jak najbardziej zbliżony odpowiada rozmieszczeniu przekrojów sugerowanym przez Zamawiającego.

Pomiary oparto o osnowę geodezyjną pobraną z ODGiK w Nowym Targu i z ODGiK w Zakopanem. Pomiary wykonano przy użyciu sprzętu pomiarowego firmy Leica. W terenach otwartych przy zakładaniu osnowy pomiarowej posłużono się techniką GPS, natomiast w terenach zalesionych zakładano ciągi pomiarowe. Pomiary sytuacyjno-wysokościowe wykonywano metodą biegunową przy pomocy tachimetrów firmy Leica. Zastosowana technika pomiarowa pozwoliła osiągnąć wymagane w tym projekcie dokładności oraz spełnić warunki techniczne, dotyczące pomiarów, obowiązujące w geodezji. W ramach pomiarów geodezyjnych określone zostały rzędne wysokościowe w Państwowym Układzie Wysokości Kronsztad 86 oraz współrzędne płaskie w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992. Dokładność pomiarów geodezyjnych wykonano zgodnie z obowiązujacymi w Polsce normami i wytycznymi w tym zakresie.

Położenie przekroi poprzecznych zostało dobrane w ten sposób, aby w sposób reprezentatywny przedstawiały charakter przepływu. Ilość punktów w profilu poprzecznym została dobrana w taki sposób, aby przebieg rzędnych wysokościowych dna oraz skarp był reprezentatywny dla danego przekroju. Dla przekroi mostowych, oprócz punktów w przekroju korytowym pomierzono też punkty charakterystyczne dolnej i górnej konstrukcji mostowej. Dodatkowo pomierzone zostały: punkt szerokości mostu oraz punkt najgłębszy w dolnym stanowisku budowli.

Przekroje geodezyjne obejmują swoim zasięgiem całą dolinę rzeki, czyli koryto cieku i terasy zalewowe po obu stronach koryta, tzn. stanowią tzw. przekroje dolinowe. Część przekroju dolinowego dotycząca koryta cieku została pomierzona geodezyjnie w terenie, natomiast część dotycząca teras zalewowych została odwzorowana (wygenerowana) w oparciu o numeryczny model terenu (NMT). Przekroje korytowe zostały pomierzone w taki sposób, że oprócz samego koryta cieku obejmują również pas terenu o szerokości około 10-20 m licząc na prawo i lewo od górnej krawędzi skarpy brzegowej koryta. W ten sposób możliwe jest późniejsze połączenie przekroi korytowych z przekrojami dla teras zalewowych wygenerowanych w oparciu o NMT. W ten sposób wygenerowane

zostały tzw. przekroje dolinowe. Przekroje przez terasy zalewowe wygenerowane w oparciu o NMT zostały usytuowane prostopadle do głównego kierunku biegu doliny.

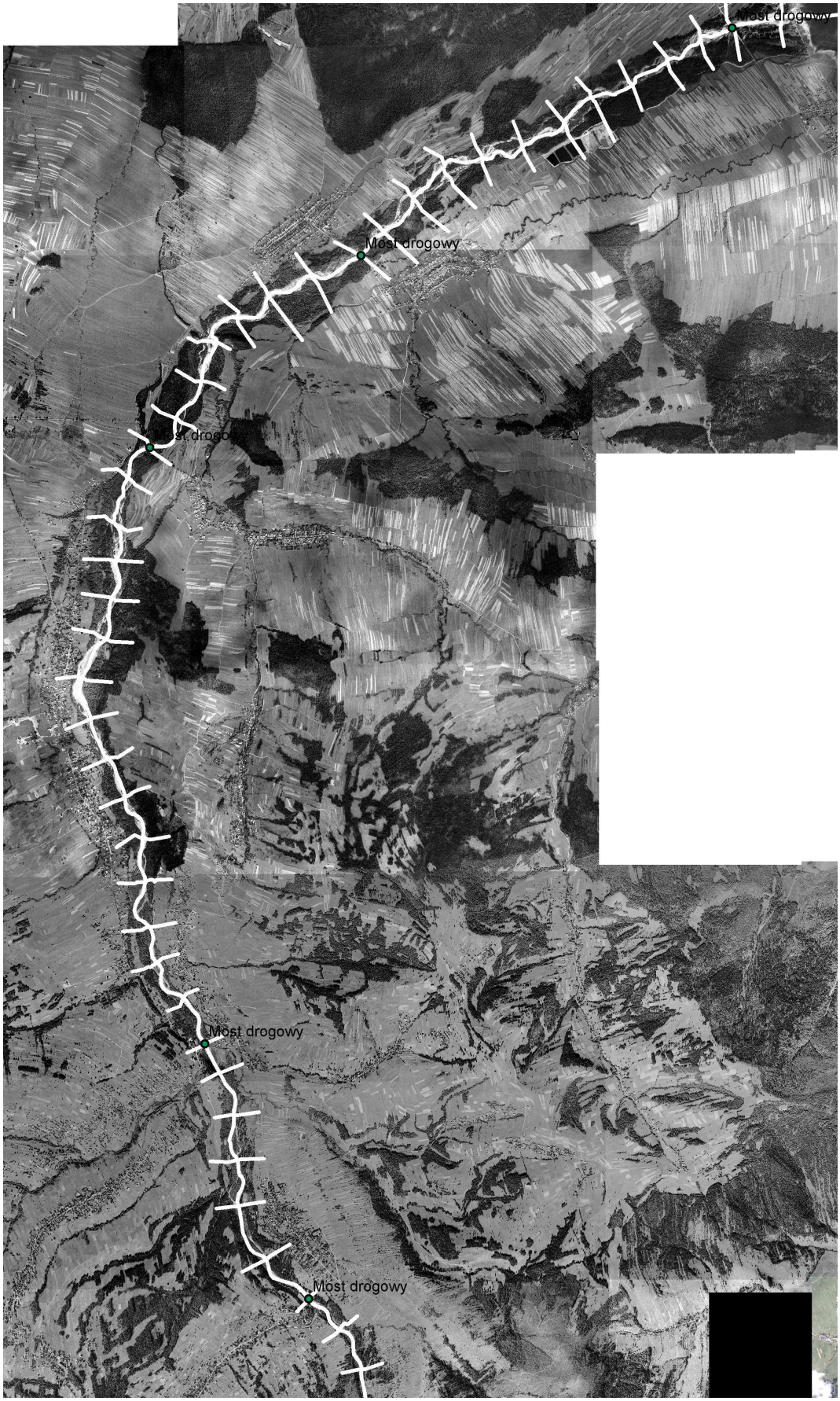
W tabeli 5 zestawiono sumaryczną ilość pomierzonych przekroi korytowych. Na rysunku 18 przedstawiono uschematyzowaną sieć rzeczną zlewni Białki Tatrzańskiej wraz rozmieszczeniem przekrojów korytowych.

Tabela 5: Sumaryczne zestawienie pomierzonych przekroi poprzecznych

L.p.	Rodzaj pomierzonego przekroju	Ilość pomierzonych przekrojów
1	Przekrój korytowy normalny	39
2	Przekrój korytowy mostowy	5

Wszystkie pomiary geodezyjne zostały wykonane od strony lewej do prawej, patrząc w kierunku biegu cieku. Zarówno w przypadku „typowych” przekroi poprzecznych, jak również w przypadku przekroi dla obiektów inżynierskich, zostały zidentyfikowane formy pokrycia terenu, zgodnie ze schematem kodowania wg tabeli 6.

Dodatkowo w celu dokładniejszego umiejscowienia poszczególnych punktów przekrojów geodezyjnych w profilu posłużono się dodatkowym oznaczeniem hierarchii przekrojów (tabela 7).



Rysunek 22: Uschematyzowana sieć rzeczna zlewni Białki Tatrzańskiej wraz z rozmieszczeniem przekrojów korytowych

Tabela 6: Kody pokrycia terenu

Część przekroju	Rodzaj pokrycia terenu	Kod
Skarpy i terasa zalewowa	Trawa niska	T01
	Trawa wysoka	T02
	uprawy zbożowe	T03
	Las rzadki	T04
	Las gęsty	T05
	Zakrzaczenia niskie	T06
	Zakrzaczenia wysokie	T07
	nieużytki	T08
	Drogi asfalt	T09
	Drogi beton	T10
	Drogi tłuczeń	T11
	Drogi gruntowe	T12
	Zabudowa niska	T13
	Zabudowa wysoka	T14
Koryto cieku	ziemia, muł	K01
	Piasek	K02
	drobny żwir	K03
	gruby żwir	K04
	Kamienie	K05

Tabela 7: Oznaczenia hierarchii przekrojów

Kod	Znaczenie	Uwagi
V01	linia przekroju normalnego	przekrój korytowy
V02	dolna krawędź budowli (np. światło mostu)	przekrój uzupełniający
V03	górna krawędź budowli	przekrój uzupełniający
V04	bariera, nadbudowa dolna krawędź	przekrój uzupełniający
V05	bariera, nadbudowa górna krawędź	przekrój uzupełniający
V06	szczególny rodzaj profilu np. spód dachu przy zadaszonej kładce	przekrój uzupełniający
V07-V97	kolejne rodzaje profilów częściowych jeśli istnieje taka potrzeba	przekrój uzupełniający
V98	pojedyncze punkty budowli	punkty dodatkowe
V99	punkt szerokości mostu	punkty specjalne

7.2 „Typowe” przekroje poprzeczne w korycie rzeki

Przekroje korytowe zostały pomierzone geodezyjnie w terenie, rozmieszczone według mapki przedstawionej na rysunku 18 oraz w sposób jak najbardziej zbliżony do sugerowanego przez Zamawiającego w taki sposób, aby wybrane miejsce pomiarowe dla przekroju było reprezentatywne dla danego odcinka koryta i doliny, a jednocześnie pozwoliły w późniejszym etapie modelowania na pełne odzwierciedlenie warunków przepływu wielkich wód.

Poniżej w tabeli 8 pokazano na jakim kilometrze biegu rzeki znajdują się odpowiednio „typowe” przekroje korytowe.

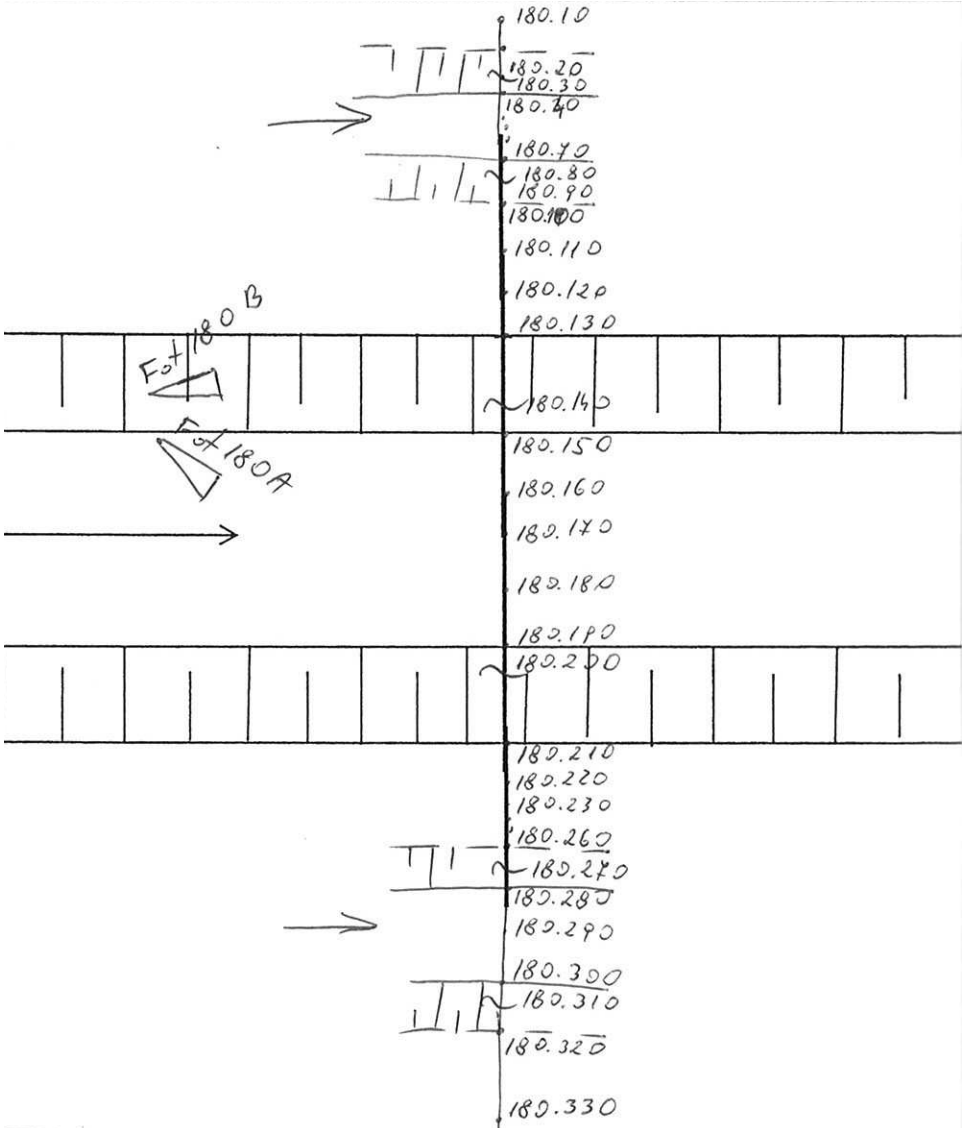
Tabela 8: Ilościowe zestawienie pomierzonych „typowych" przekroi poprzecznych korytowych

L.p.	Kilometraż pomierzonego typowego przekroju korytowego
1	0+853
2	1+422 – most drogowy
3	1+813
4	2+309
5	2+815
6	3+302
7	3+725
8	4+302
9	4+857
10	5+338
11	5+834
12	6+370
13	6+744 – most drogowy
14	7+380
15	8+451
16	7+947
17	8+955
18	9+429
19	9+960
20	10+503 – most drogowy
21	10+971
22	11+520
23	11+979
24	12+430
25	12+905
26	13+431
27	13+922

28	14+415
29	14+899
30	15+452
31	15+951
32	16+568
33	16+998
34	17+573
35	18+173 – most drogowy
36	18+533
37	19+060
38	19+596
39	20+144
40	20+862
41	21+559 – most drogowy
42	22+066
43	22+617
44	23+094

Na poniższych rysunkach 23 i 24 przedstawiono przykładowe zdjęcie oraz szkic sytuacyjny „typowego” przekroju korytowego.

Rysunek 23: Przykładowe zdjęcie pomierzonego „typowego” przekroju korytowego



Rysunek 24: Przykładowy szkic sytuacyjny „typowego" przekroju korytowego

7.3 Inwentaryzacja obiektów inżynierskich

W ramach prac geodezyjnych dotyczących pomiarów budowli mostowych, wykonano szczegółową inwentaryzację mostów na obszarze zlewni biorąc pod uwagę te budowle, które spełniały następujące parametry:

- posiadały filary o szerokości lub średnicy co najmniej 0,5 m,
- posiadały rzędne spodu konstrukcji niższe od poziomu wyznaczonego przez dodanie 2 m do rzędnych górnych krawędzi skarp brzegowych, przy czym grubość ich głównej poziomej konstrukcji przekraczała 0,5 m,
- posiadały przyczółki, które znajdowały się w całości lub częściowo w przekroju korytowym.

Dla budowli mostowych pomiary wykonywano w ten sposób aby oprócz normalnego przekroju korytowego, zdjąć wszystkie punkty charakterystyczne danej konstrukcji mostowej, które muszą być uwzględnione w fazie modelowania. Aby jednak uniknąć nadmiarowości punktów pomiarowych, najpierw wykonywano pełny przekrój korytowy starając się równocześnie ująć w nim wszystkie punkty charakterystyczne konstrukcji mostowej, które przebiegają po linii przekroju korytowego a następnie uzupełniano tylko brakujące punkty charakterystyczne dolnej i w dalszej kolejności górnej krawędzi mostowej.

Przekroje mostowe w części dotyczącej przekrojów korytowych zostały wykonane w analogiczny sposób jak przekroje normalne z uwzględnieniem form pokrycia terenu.

Z wykonanych pomiarów geodezyjnych budowli mostowych powstała następująca dokumentacja:

- szkice sytuacyjne z naniesionymi numerami pikiet, lokalizacją fotografii oraz numerem profilu i nazwą rzeki
- schematy budowli, na których naniesiono numery pikiet dla punktów charakterystycznych budowli mostowych i punktów przekrojów normalnych
- zestawienie tabelaryczne przekrojów wraz z kodami form pokrycia terenu
- wykresy połączonych przekrojów korytowych z przekrojami przez terasy zalewowe
- warstwa przestrzenna z lokalizacją i rzędnymi wysokościowymi dla obiektów mostowych (*obiekty_mostowe.shp*)

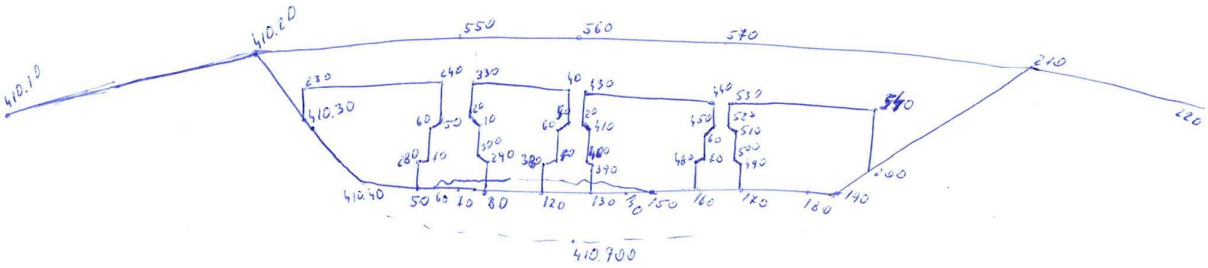
Poniżej w tabeli 9 pokazano na jakim kilometrze biegu rzeki znajdują się odpowiednio obiekty mostowe.

Tabela 9: Ilościowe zestawienie pomierzonych obiektów inżynierskich

L.p.	Kilometraż pomierzonego typowego przekroju korytowego	Rodzaj obiektu inżynierskiego
1	1+422	most drogowy
2	6+744	most drogowy
3	10+503	most drogowy
4	18+173	most drogowy
5	21+559	most drogowy

Na rysunku 25 i 26 przedstawiono przykładową dokumentację fotograficzną oraz schematu budowli dla przykładowego przekroju mostowego.

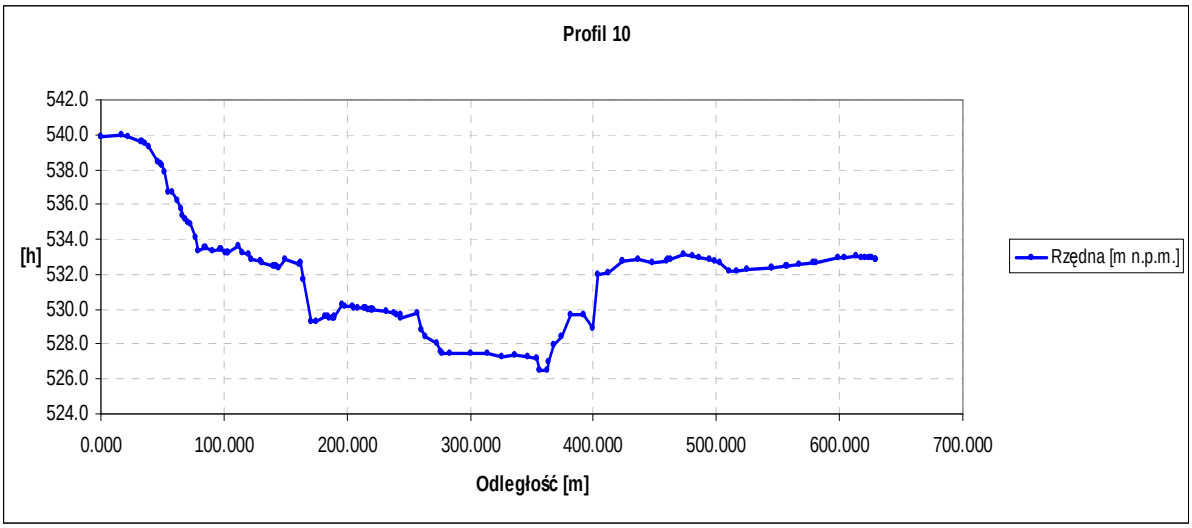
Rysunek 25: Zdjęcie przykładowego przekroju poprzecznego korytowego (mostowego)



Rysunek 26: Przykładowy schemat budowli mostowej

7.4 Generowanie przekrojów terasowych

Część przekroju dolinowego dotycząca koryta cieku została pomierzona geodezyjnie w terenie, natomiast część dotycząca teras zalewowych została odwzorowana (wygenerowana) w oparciu o numeryczny model terenu (NMT). Przekroje przez terasy zalewowe wygenerowane w oparciu o NMT zostały usytuowane prostopadle do głównego kierunku biegu doliny. Na wykresie na rysunku 27 przedstawiono przykładowo wygenerowany profil dolinowy.



Rysunek 27: Przykładowy diagram profilu dolinowego

W ramach opracowania projektu wszystkie wyniki pomiarów geodezyjnych tj. tabelaryczne zestawienie typowych przekrojów korytowych, mostowych, dolinowych, szkice sytuacyjne przekrojów oraz schematy budowli wraz z warstwami shapefile i dokumentacją fotograficzna zostały zamieszczone w opracowaniu stanowiącym pierwszą część opracowania – *„Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow.nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego" - Etap II - Wykonanie koniecznych prac geodezyjnych*.

8 Modelowanie hydrologiczne

Zleceniodawca przekazał wykonawcy projektu dane hydrologiczne w postaci opracowania: Pozyskanie danych hydrologicznych na potrzeby projektu „Określenia zagrożenia powodziowego w zlewni Wisłoki", opracowanego przez Biuro Prognoz Hydrologicznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie (**Załącznik 4***).* Zlewnia rzeki Białka Tatrzańska jest zlewnią kontrolowaną z dwoma wodowskazami Łysa Polana oraz Trybsz (Rysunek 5).

Dla wodowskazu Łysa Polana przekazane zostały nastepujące dane:

- przepływy prawdopodobne o prawdopodobieństwie przewyższenia p= 50%; 20%; 10%; 5%; 2%; 1%; 0,5%; 0,3%; 0,2%; oraz 0,1%,
- hydrogramy przepływów wezbraniowych (czas trwania 10 dni) z dwóch największych wezbrań, które miały miejsce w ostatnich 30-tu latach w celu wykorzystania w procesie kalibracji i weryfikacji,
- krzywe natężenia przepływu z okresu odpowiadającego wezbraniom wyspecyfikowanym powyżej.

Dla wodowskazu Trybsz 2 przekazane zostały następujące dane:

- hydrogramy przepływów wezbraniowych (czas trwania 10 dni) z dwóch największych wezbrań, które miały miejsce w ostatnich 30-tu latach w celu wykorzystania w procesie kalibracji i weryfikacji
- krzywe natężenia przepływu z okresu odpowiadającego wezbraniom wyspecyfikowanym powyżej.

„0" rzędnych wodowskazów według informacji pozyskanych z IMGW dla fal wezbraniowych w okresie 2006-2008 wynoszą odpowiednio:

– dla wodowskazu Łysa Polana: 965,75 [m npm]

– dla wodowskazu Trybsz 2: 639,31 [m npm]

Na bazie powyższych danych wykonawca zadania wykorzystując stosowaną w praktyce metodę Reitza i Krepsa określił kształty fal hipotetycznych. W zastosowanej metodzie fala wezbraniowa opisana jest dwoma równaniami [Ciepielowski, Dąbkowski 2006]:

✓ w fazie przyboru ($0 \leq t \leq ts$):

$$Q_w = Q_{p\%} \cdot \sin^2(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{t}{t_s})$$

- ✓ w fazie opadania (t > ts):

$$Q_{op} = Q_{p\%} \cdot \exp[-\alpha(t - t_s)]$$

gdzie:

Qw i Qop – odpowiednio przepływ w fazie wznoszenia i w fazie opadania [$m^3 \cdot s^{-1}$],

Qp% - przepływ kulminacyjny o określonym prawdopodobieństwie pojawienia się [$m^3 \cdot s^{-1}$],

ts – czas wznoszenia fali [h],

t – czas liczony od momentu przyjętego za początek fali [h],

α –współczynnik liczbowy określany na podstawie kształtów hydrogramów obserwowanych [-].

W celu określenia współczynnika α wykorzystano obserwowane hydrogramy, znajdując dla nich iloraz wartości ts i tx, gdzie tx jest odciętą punktu, w którym przepływ w części opadającej jest równy $0{,}5 \cdot Q_{\max}$ danego wezbrania, czyli $Q_{op} = 0{,}5 \cdot Q_{\max}$. Iloraz $\frac{t_x}{t_s} = n$ charakteryzuje smukłość fali wezbrania.

Z równania fali w fazie opadania dla chwili $t_x = n \cdot t_s$ otrzymamy:

$$\alpha = \frac{\ln 2}{(n-1) \cdot t_s}$$

gdzie:

n – współczynnik charakteryzujący smukłość fali wezbraniowej [-].

Współczynnik charakteryzujący smukłość fali powodziowej n oraz czas wznoszenia (koncentracji) ts określono wykorzystując hydrogramy historyczne dla dwóch wezbrań z lat 2006 i 2008 zanotowanych w przekrojach kontrolowanych.

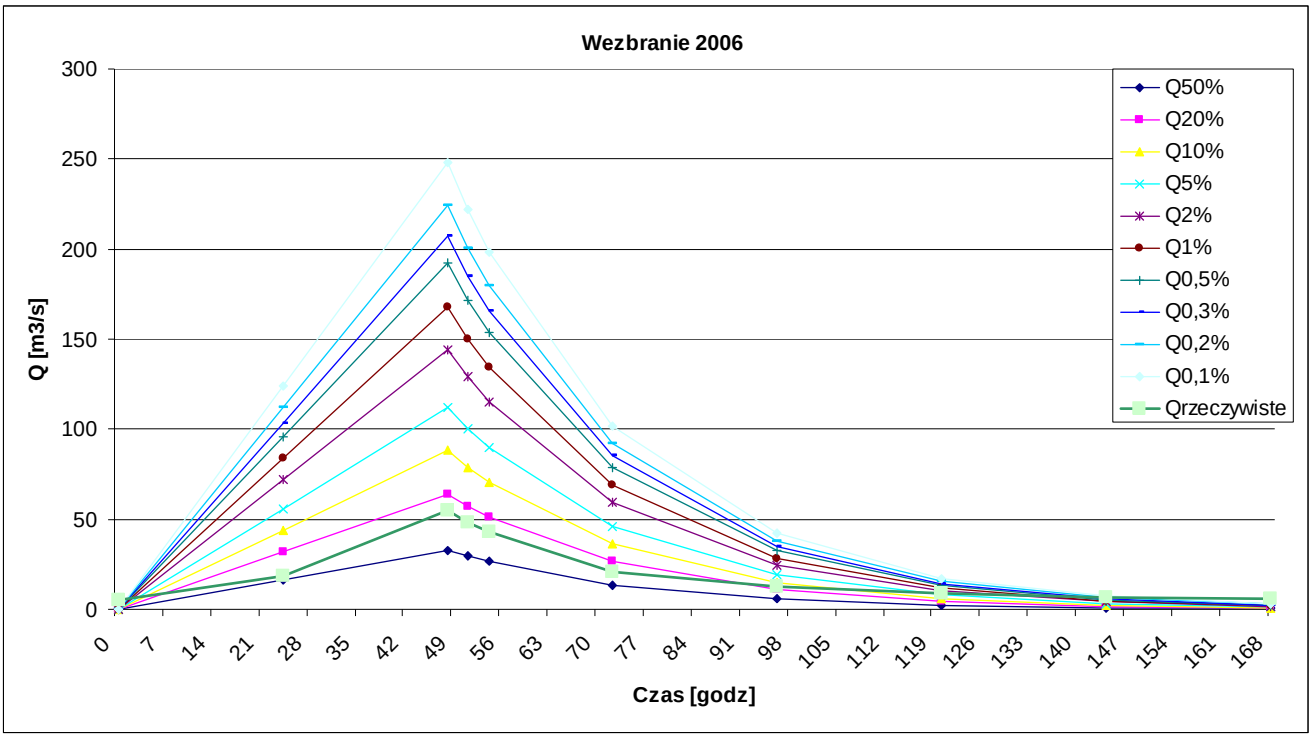
8.1 Fale hipotetyczne wg metody Reitza-Krebsa

Do obliczeń fal hipotetycznych wybierano obserwowane fale pojedyncze. W przypadku, gdy w danym przekroju wystąpiła fala złożona, odcinano część wezbrania o mniejszej kulminacji, a do obliczeń wykorzystywano pozostałą część fali.

Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewniach kontrolowanych wg metody Reitza-Krebsa przedstawiono na poniższych rysunkach. Wyniki obliczeń fal hipotetycznych dla wszystkich przekroi załączono w postaci poniżej zamieszczonych tabel.

Tabela 10: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych z wezbrania z 2006 roku

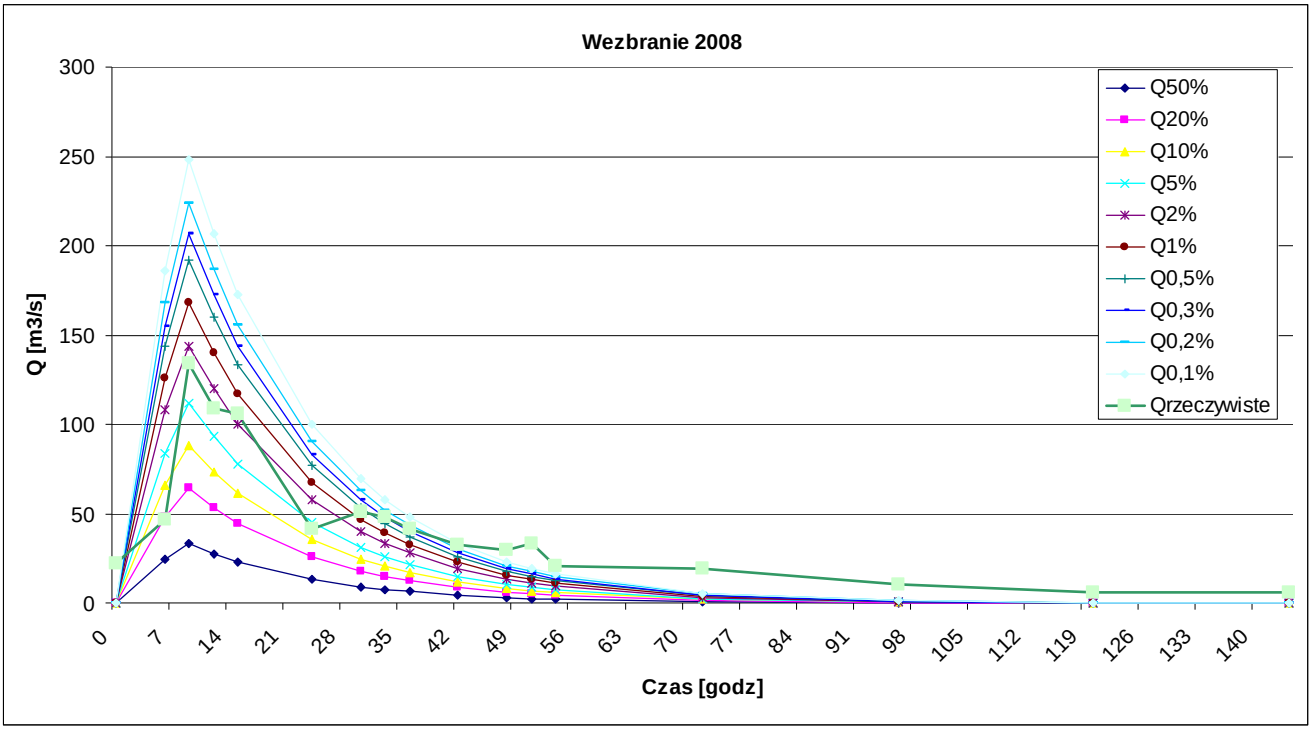
Data	Czas trwania wezbrania, godz	Q50%	Q20%	Q10%	Q5%	Q2%	Q1%	Q0,5%	Q0,3%	Q0,2%	Q0,1%	Qrzeczywiste
02.06.06 06:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1
03.06.06 06:00	24	16,48686	32,02448	44,01492	55,95541	71,94266	83,93311	95,92355	103,4176	111,9108	123,9013	18,3
04.06.06 06:00	48	32,99998	64,09996	88,09994	111,9999	143,9999	167,9999	191,9999	206,9999	223,9999	247,9998	54,8
04.06.06 09:00	51	29,53298	57,36557	78,8441	100,2331	128,8712	150,3497	171,8282	185,2523	200,4663	221,9448	48,5
04.06.06 12:00	54	26,43021	51,33867	70,56064	89,70252	115,3318	134,5538	153,7757	165,7895	179,405	198,627	43,3
05.06.06 06:00	72	13,57877	26,37573	36,2512	46,08552	59,25282	69,12828	79,00375	85,17592	92,17105	102,0465	20,5
06.06.06 06:00	96	5,587364	10,85303	14,91657	18,96317	24,38122	28,44476	32,5083	35,04801	37,92635	41,98988	12,8
07.06.06 06:00	120	2,299077	4,465782	6,137838	7,802927	10,03233	11,70439	13,37645	14,42148	15,60585	17,27791	8,68
08.06.06 06:00	144	0,946019	1,837571	2,525585	3,210732	4,128084	4,816098	5,504112	5,93412	6,421464	7,109477	6,4
09.06.06 06:00	168	0,389266	0,75612	1,039222	1,321145	1,698615	1,981718	2,26482	2,441759	2,64229	2,925393	5,74



Rysunek 28: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych dla wezbrania z 2006 roku

Tabela 11: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku

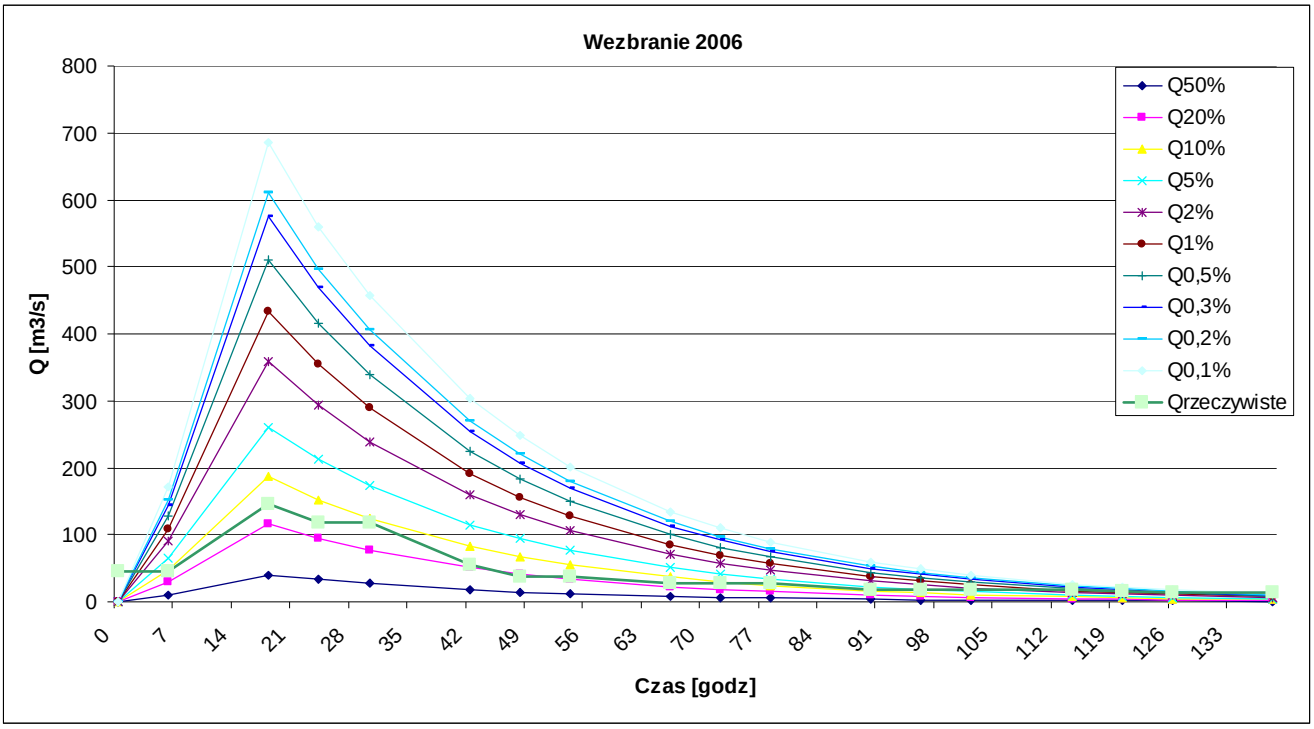
Data	Czas trwania wezbrania, godz	Q50%	Q20%	Q10%	Q5%	Q2%	Q1%	Q0,5%	Q0,3%	Q0,2%	Q0,1%	Qrzeczywiste
23.07.08 06:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,1
23.07.08 12:00	6	24,73482	48,04552	66,03448	83,94849	107,9338	125,9227	143,9117	155,1548	167,897	185,8859	46,4
23.07.08 15:00	9	32,99998	64,09996	88,09994	111,9999	143,9999	167,9999	191,9999	206,9999	223,9999	247,9998	134
23.07.08 18:00	12	27,50609	53,4285	73,43293	93,35401	120,0266	140,031	160,0355	172,5382	186,708	206,7125	109
23.07.08 21:00	15	22,92682	44,53362	61,20767	77,81225	100,0443	116,7184	133,3924	143,8137	155,6245	172,2986	106
24.07.08 06:00	24	13,27666	25,78891	35,44466	45,06018	57,93451	67,59027	77,24602	83,28086	90,12035	99,77611	41,2
24.07.08 12:00	30	9,223989	17,9169	24,62525	31,30566	40,25013	46,95849	53,66684	57,85957	62,61132	69,31967	51
24.07.08 15:00	33	7,68836	14,93406	20,52559	26,09383	33,54921	39,14074	44,73228	48,22699	52,18766	57,77919	48,5
24.07.08 18:00	36	6,408387	12,44781	17,10845	21,74968	27,96387	32,62451	37,28516	40,19806	43,49935	48,16	41,2
25.07.08 00:00	42	4,452241	8,648141	11,88613	15,11064	19,42796	22,66595	25,90395	27,92769	30,22127	33,45927	32,3
25.07.08 06:00	48	3,093204	6,008315	8,257918	10,49815	13,49762	15,74722	17,99683	19,40283	20,9963	23,2459	29,5
25.07.08 09:00	51	2,578241	5,008039	6,883123	8,750395	11,25051	13,12559	15,00068	16,17261	17,50079	19,37588	33,3
25.07.08 12:00	54	2,149011	4,17429	5,737207	7,293612	9,377501	10,94042	12,50333	13,48016	14,58722	16,15014	20,5
26.07.08 06:00	72	0,720657	1,399821	1,923935	2,445865	3,144684	3,668798	4,192912	4,520483	4,89173	5,415844	19,3
27.07.08 06:00	96	0,167899	0,326131	0,44824	0,569839	0,73265	0,854759	0,976867	1,053185	1,139678	1,261787	10,2
28.07.08 06:00	120	0,039117	0,075982	0,104431	0,132761	0,170693	0,199142	0,227591	0,245372	0,265523	0,293972	6,2
29.07.08 06:00	144	0,009114	0,017702	0,02433	0,030931	0,039768	0,046396	0,053024	0,057167	0,061862	0,06849	6,2



Rysunek 29: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Łysa Polana na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku

Tabela 12: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2006 roku

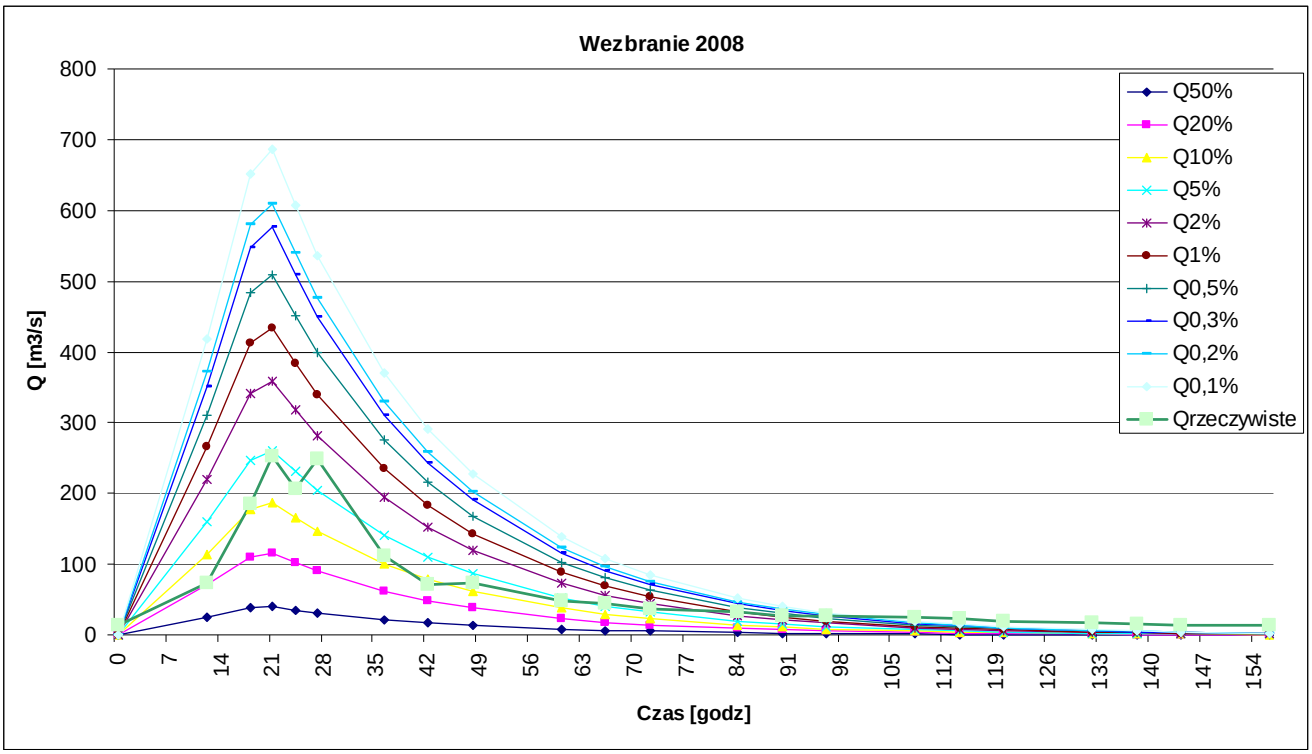
Data	Czas trwania wezbrania, godz	Q50%	Q20%	Q10%	Q5%	Q2%	Q1%	Q0,5%	Q0,3%	Q0,2%	Q0,1%	Qrzeczywiste
03.06.06 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
03.06.06 18:00	6	10,02078	28,7935	46,68454	65,07761	89,72493	108,4552	127,2754	143,7427	152,3848	171,4322	46
04.06.06 06:00	18	40,11997	115,2799	186,9099	260,5498	359,2298	434,2197	509,5697	575,4996	610,0996	686,3596	145
04.06.06 12:00	24	32,71635	94,0065	152,4181	212,4687	292,9385	354,0901	415,5352	469,2986	497,5136	559,7008	118
04.06.06 18:00	30	26,67895	76,65877	124,2912	173,2602	238,8804	288,7471	338,8533	382,6953	405,7036	456,4149	118
05.06.06 06:00	42	17,74094	50,97646	82,65102	115,2144	158,8504	192,0107	225,3303	254,4843	269,7843	303,5063	55
05.06.06 12:00	48	14,46707	41,56938	67,3988	93,95301	129,5365	156,5775	183,7484	207,5224	219,999	247,4979	37
05.06.06 18:00	54	11,79735	33,89827	54,96119	76,61515	105,6322	127,6831	149,8399	169,2267	179,4009	201,8253	37
06.06.06 06:00	66	7,844989	22,54163	36,54803	50,94745	70,24315	84,90656	99,64035	112,5322	119,2978	134,2095	28,5
06.06.06 12:00	72	6,397293	18,38185	29,80354	41,54573	57,28065	69,2381	81,25296	91,76576	97,28287	109,4428	28,5
06.06.06 18:00	78	5,216752	14,98971	24,30367	33,87898	46,71021	56,46107	66,25873	74,83152	79,33052	89,24651	28,5
07.06.06 06:00	90	3,46903	9,96784	16,16142	22,52881	31,06131	37,54542	44,06066	49,76138	52,75312	59,34704	17,4
07.06.06 12:00	96	2,828863	8,128399	13,17903	18,37139	25,32933	30,61687	35,92981	40,57853	43,01818	48,39528	17,4
07.06.06 18:00	102	2,306832	6,628403	10,74701	14,98118	20,65511	24,96691	29,29941	33,09027	35,07971	39,46453	17,4
08.06.06 06:00	114	1,533994	4,407748	7,146532	9,962169	13,73521	16,60247	19,48349	22,00433	23,32727	26,24308	17,4
08.06.06 12:00	120	1,250915	3,594353	5,827728	8,123774	11,20055	13,53869	15,88805	17,9437	19,02251	21,40024	14,8
08.06.06 18:00	126	1,020074	2,931059	4,752293	6,624632	9,133627	11,04029	12,95611	14,63241	15,51214	17,45109	13,5
09.06.06 06:00	138	0,678328	1,949093	3,160174	4,40524	6,073669	7,34156	8,615537	9,730246	10,31524	11,60461	13,5



Rysunek 30: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2006 roku

Tabela 13: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku

Data	Czas trwania wezbrania, godz	Q50%	Q20%	Q10%	Q5%	Q2%	Q1%	Q0,5%	Q0,3%	Q0,2%	Q0,1%	Qrzeczywiste
22.07.08 18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,1
23.07.08 06:00	12	24,50597	70,41496	114,1678	159,1483	219,4237	265,2289	311,2539	351,5251	372,6593	419,2402	73
23.07.08 12:00	18	38,12154	109,5377	177,5996	247,5714	341,336	412,5906	484,1872	546,8331	579,7096	652,1709	186
23.07.08 15:00	21	40,11997	115,2799	186,9099	260,5498	359,2298	434,2197	509,5697	575,4996	610,0996	686,3596	253
23.07.08 18:00	24	35,47666	101,9379	165,2777	230,3949	317,654	383,965	450,5942	508,8937	539,4893	606,9232	206
23.07.08 21:00	27	31,37072	90,13999	146,1491	203,7298	280,8899	339,5263	398,4441	449,9962	477,0507	536,6801	249
24.07.08 06:00	36	21,69051	62,32508	101,0512	140,864	194,2144	234,7571	275,4944	311,1388	329,845	371,0743	111
24.07.08 12:00	42	16,96029	48,73337	79,01417	110,1447	151,8606	183,5618	215,4152	243,2864	257,9131	290,1512	71,2
24.07.08 18:00	48	13,26163	38,1057	61,78294	86,12457	118,7432	143,531	168,4379	190,231	201,668	226,8757	74
25.07.08 06:00	60	8,108192	23,29792	37,77423	52,65677	72,59985	87,75522	102,9833	116,3077	123,3003	138,7123	48
25.07.08 12:00	66	6,339976	18,21716	29,53651	41,1735	56,76744	68,61775	80,52496	90,94357	96,41125	108,4623	44,4
25.07.08 18:00	72	4,957368	14,2444	23,09526	32,19447	44,38772	53,65375	62,96426	71,1108	75,3861	84,80905	36,4
26.07.08 06:00	84	3,030947	8,709061	14,12049	19,68378	27,13876	32,80403	38,4965	43,47731	46,09124	51,85245	31,9
26.07.08 12:00	90	2,369964	6,809808	11,04113	15,39118	21,2204	25,6502	30,10127	33,99588	36,03976	40,54459	27,7
26.07.08 18:00	96	1,853128	5,32474	8,633303	12,03471	16,5927	20,05646	23,53685	26,58213	28,18029	31,70271	27,7
27.07.08 06:00	108	1,133007	3,255559	5,278422	7,358049	10,14482	12,26257	14,39049	16,25238	17,2295	19,38311	25,4
27.07.08 12:00	114	0,885923	2,545594	4,127316	5,753422	7,932457	9,588374	11,25224	12,7081	13,47213	15,15609	23,1
27.07.08 18:00	120	0,692723	1,990456	3,22724	4,498728	6,202565	7,497363	8,798377	9,936742	10,53416	11,85088	20,1
28.07.08 06:00	132	0,423532	1,21697	1,973142	2,750533	3,792263	4,583905	5,379348	6,075348	6,440608	7,245657	17,9
28.07.08 12:00	138	0,331169	0,951576	1,542844	2,150703	2,965254	3,584257	4,206232	4,750449	5,036054	5,66554	15,1
28.07.08 18:00	144	0,258949	0,744058	1,206384	1,681683	2,318598	2,802611	3,288946	3,714482	3,937803	4,430012	14,4
29.07.08 06:00	156	0,158322	0,454919	0,737586	1,028185	1,417597	1,713523	2,01087	2,271043	2,407582	2,70852	13,1



Rysunek 31: Wyniki obliczeń fal hipotetycznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekroju wodowskazowego Trybsz 2 na podstawie danych dla wezbrania z 2008 roku

9 Model hydrauliczny

9.1 Opis narzędzi do modelowania hydraulicznego

Do określenia zasięgu stref zagrożenia powodziowego wykorzystano jednowymiarowy model ruchu nieustalonego bazujący na metodzie hydraulicznej znanej pod nazwą „metoda fali dynamicznej". Metoda fali dynamicznej opisana jest pełnymi jednowymiarowymi równaniami Saint-Venanta **[10]**. Równania Saint-Venanta wyrażane są w postaci równania zachowania masy:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial (A + A_0)}{\partial t} - q = 0 \qquad (1)$$

oraz równania zachowania pędu:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (\beta Q^2 / A)}{\partial x} + gA(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f + S_e) + L = 0 \qquad (2)$$

gdzie:

Q – przepływ,

h – rzędna zwierciadła wody (stan wody),

A – czynne pole przekroju,

A0 – nieczynne pole przekroju przepływu,

x – odległość,

t – czas,

q – dopływ lub odpływ boczny na jednostkę długości,

β – współczynnik momentu dla rozkładu prędkości,

g – przyspieszenie ziemskie,

Sf – nachylenie tarcia kanału lub obszaru zalewowego,

Sc – nachylenie wydłużenie – skrócenia,

L – efekt momentu przepływu bocznego.

Wartość nachylenia tarcia Sf jest obliczana przy wykorzystaniu równania Manninga dla przepływu ustalonego:

$$S_f = \frac{n^2|Q|Q}{A^2R^{4/3}} \qquad (3)$$

W równaniu tym „n” oznacza współczynnik oporu wg Manninga, a „R” promień hydrauliczny. Wartość współczynnika Manninga może być ustalana dla każdego odcinka koryta leżącego pomiędzy pomierzonymi geodezyjnie przekrojami poprzecznymi. Współczynnik ten zmienia się wraz ze zmianami wartości prędkości przepływu zgodnie z przyjętymi zasadami zmienności.

Pełne równanie Saint-Venanta tworzy układ nieliniowych różniczkowych równań cząstkowych z dwoma niezależnymi zmiennymi x (odległość) oraz t (czas) i dwoma zależnymi zmiennymi h (stan wody lub rzędna zwierciadła wody) oraz Q (przepływ). Pozostałe człony równań są albo funkcjami zmiennych niezależnych i zależnych albo wartościami stałymi. Pełne równania Saint – Venanta rozwiązywane są dwustopniowo.

W pierwszym kroku równania różniczkowe cząstkowe przedstawiane są jako odpowiadający im układ uproszczonych równań algebraicznych różnic skończonych. W drugim kroku uproszczony układ równań algebraicznych jest rozwiązywany dla założonych warunków brzegowych i początkowych.

9.2 Budowa modelu

Budowa modelu hydraulicznego składała się z kilku etapów. Były to:

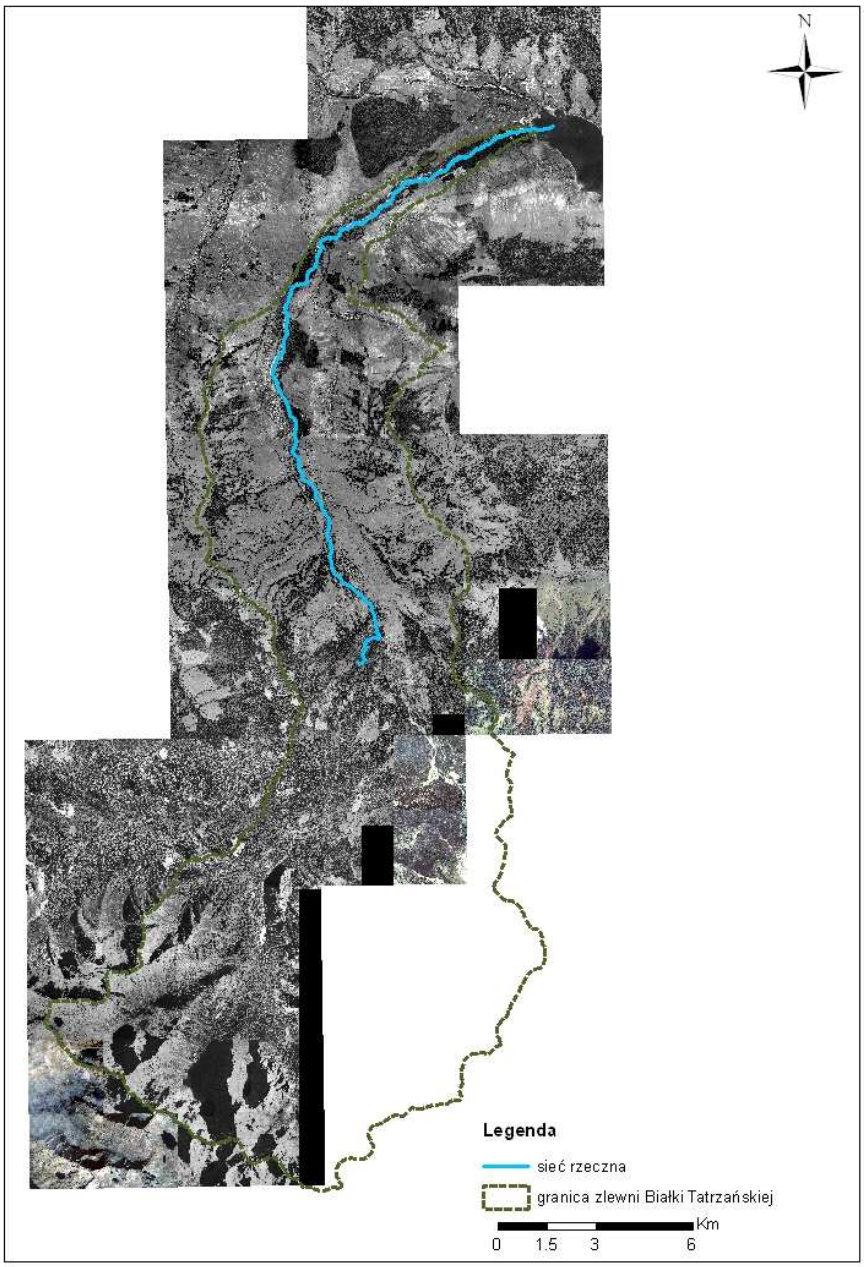
- schematyzacja sieci rzecznej,
- wprowadzenie przekrojów poprzecznych,
- ustalenie wartości współczynnika szorstkości,
- wprowadzenie budowli inżynierskich,
- ustalenie parametrów brzegowych,
- kalibracja i weryfikacja,
- wykonanie obliczeń modelowych.

9.3 Schematyzacja sieci rzecznej

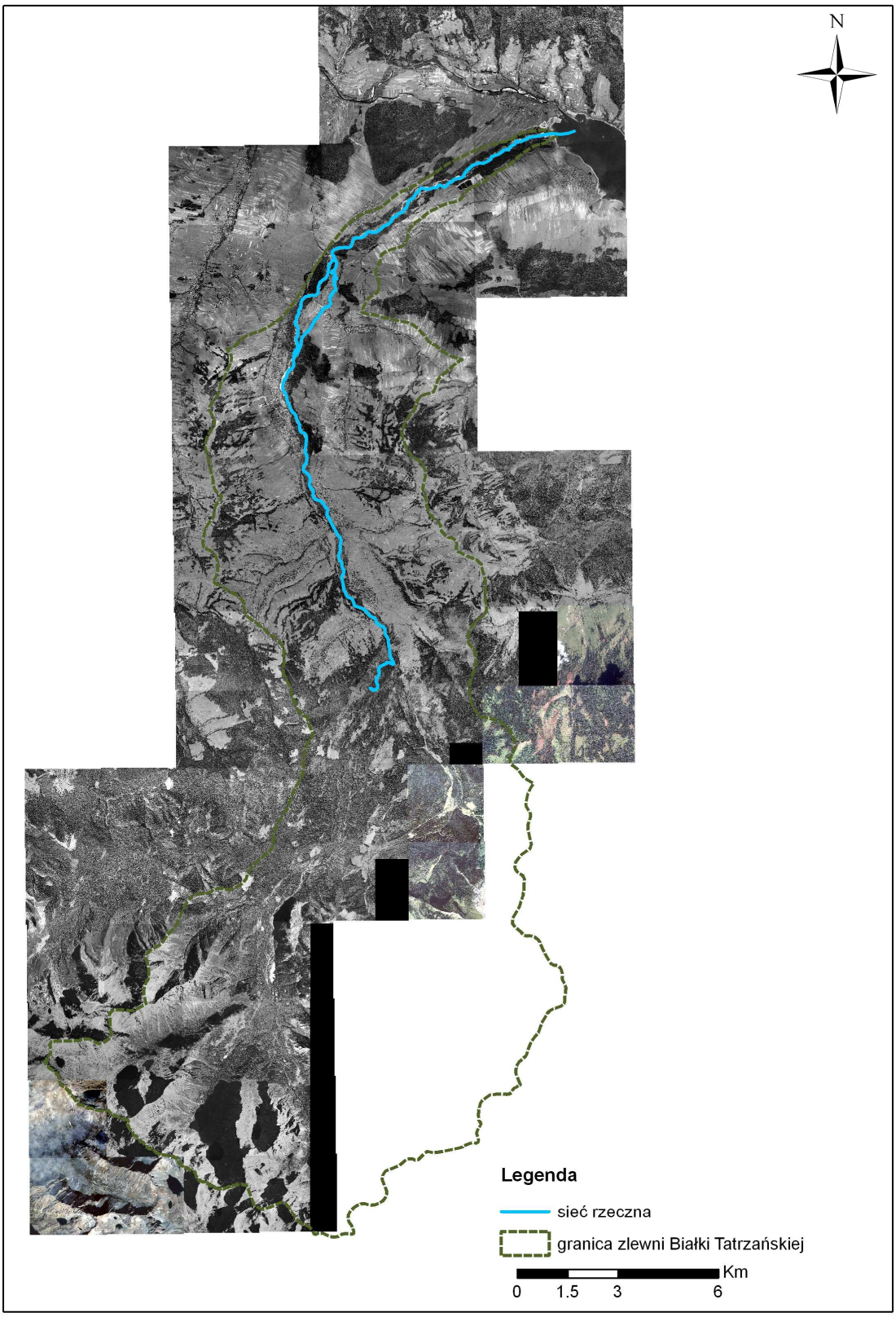
W celu właściwego odwzorowania kształtu i przebiegu sieci rzecznej na odcinku objętych modelem wykorzystano numeryczny model terenu, na podstawie, którego wygenerowano oś cieku.

Następnie w oparciu o mapy topograficzne w skali 1:10 000, ortofotomapę w skali 1:5 000, pomiary geodezyjne koryta rzecznego dokonano weryfikacji danych pozyskanych bezpośrednio z NMT.

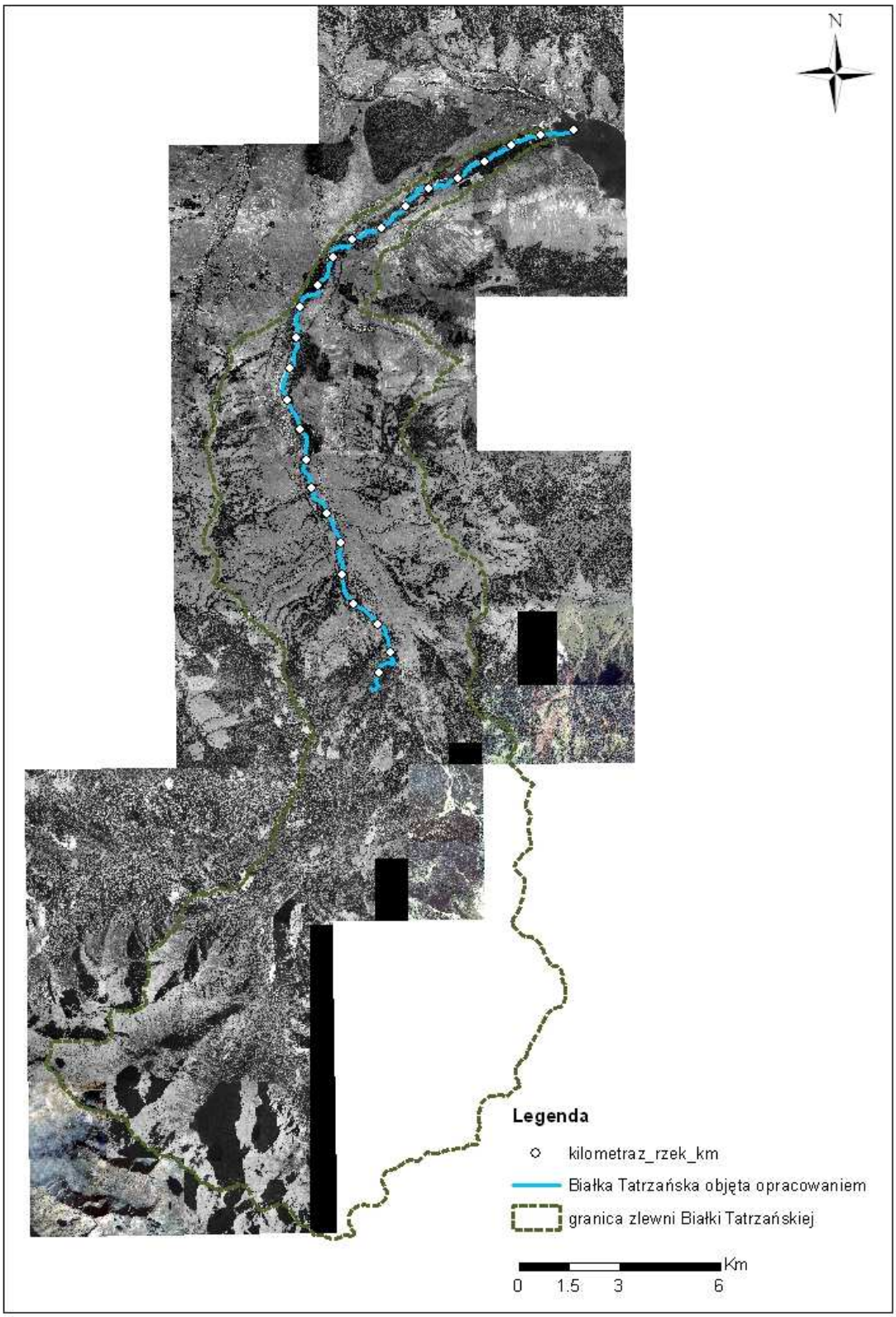
Uschematyzowaną sieć rzeczną zapisano w formacie shapefile zgodnie ze specyfikacją techniczną i przedstawiono na poniższym rysunku, a bazując na tej warstwie stworzono odpowiednio pliki w formacie shapefile przedstawiające kilometraż rzeki w odstępach 1km, 500 m i 100m. Kilometraże rzeki Białka Tatrzańska przedstawiono na poniższych rysunkach.



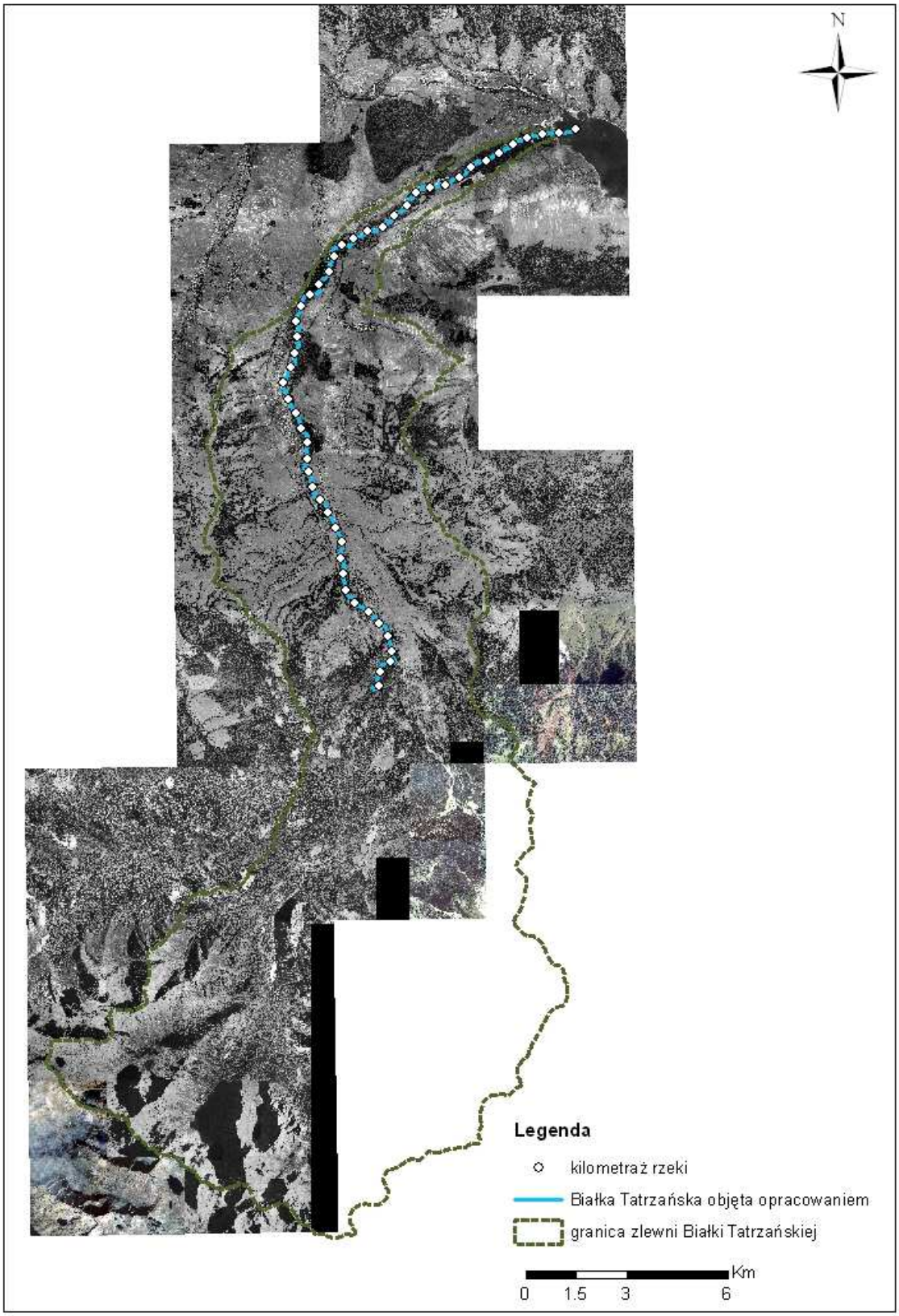
Rysunek 32: Uschematyzowana sieć rzeczna Białki Tatrzańskiej



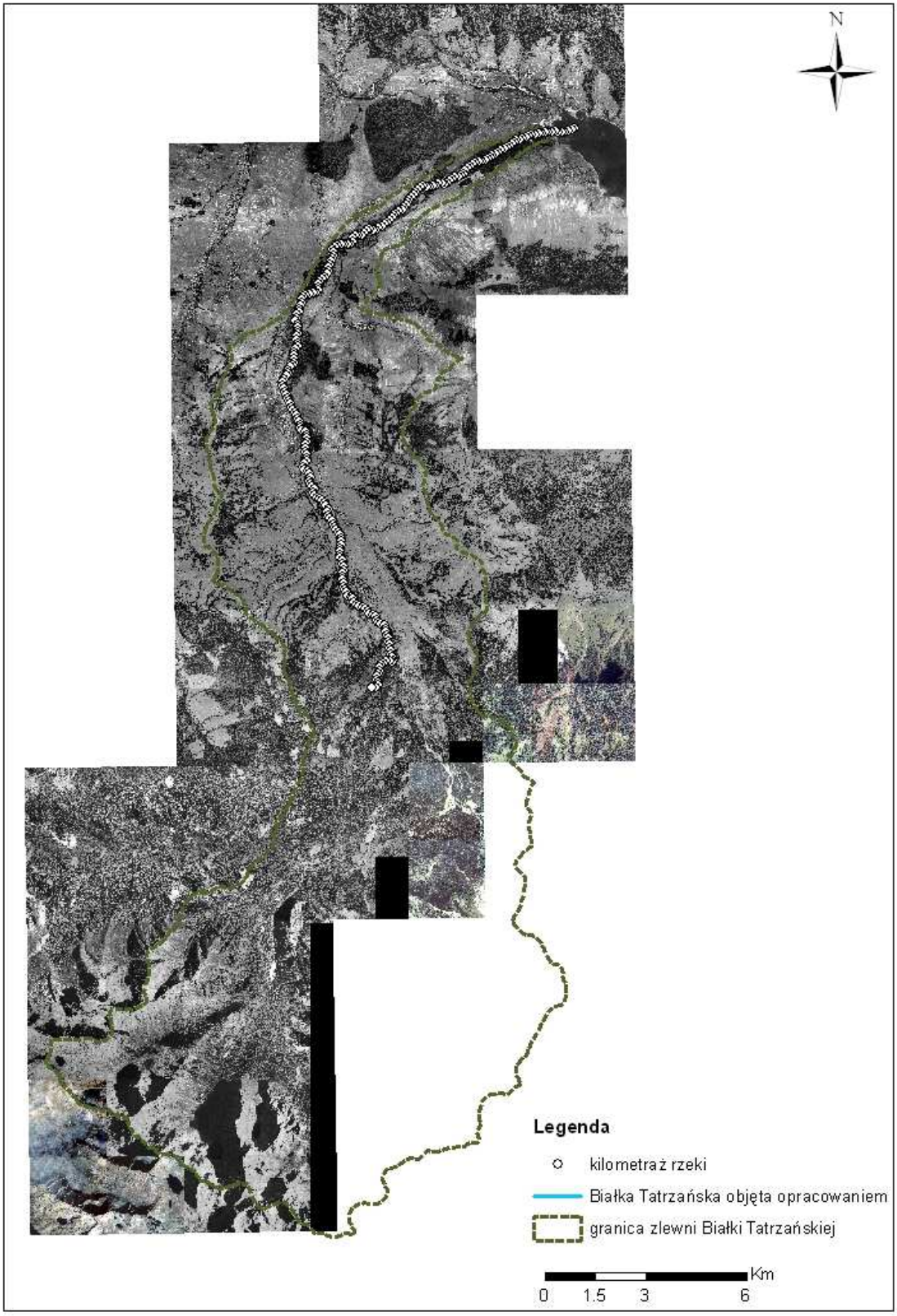
Rysunek 33: Uschematyzowana sieć rzeczna Białki Tatrzańskiej (wraz z rozgałęzieniem Młynówką)



Rysunek 34: Kilometraż rzeki Białka Tatrzańska z odstępem 1km



Rysunek 35: Kilometraż rzeki Białka Tatrzańska z odstępem 500m



Rysunek 36: Kilometraż rzeki Białka Tatrzańska z odstępem 100m

9.4 Przekroje poprzeczne

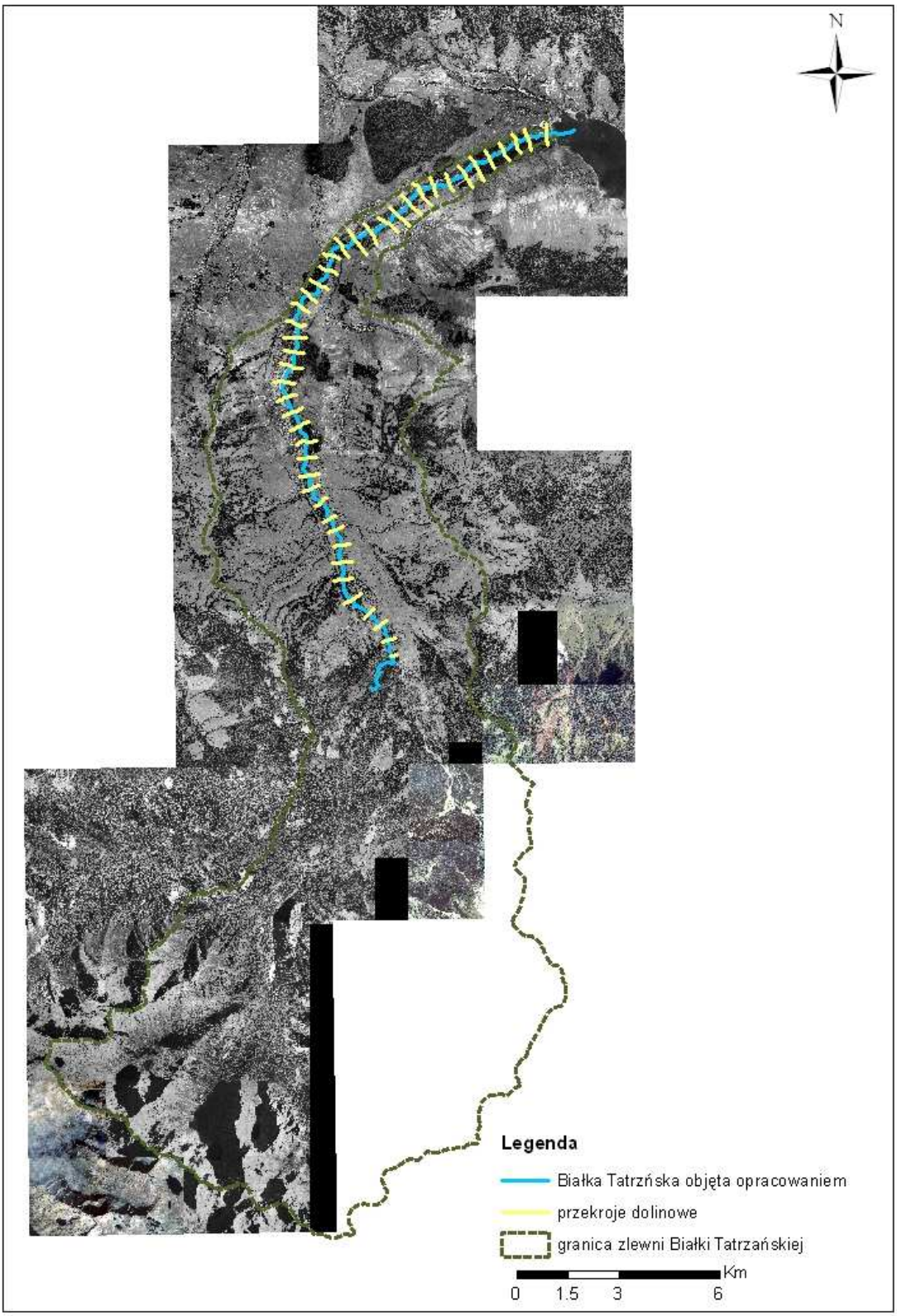
Model hydrauliczny, który posłużył do wyznaczenia zasięgów stref zalewowych dla wody o prawdopodobieństwie przewyższenia p= 50%; 20%; 10%; 5%; 2%; 1%; 0,5% oraz 0,1% dla rzeki Białka Tatrzańska, został zbudowany w oparciu o przekroje poprzeczne rozmieszczone średnio co około 500 m.

Przekroje korytowe zostały pomierzone geodezyjnie w terenie, a następnie poszerzone do przekrojów dolinowych w oparciu o numeryczny model terenu (DTM). Taki sposób odwzorowania ukształtowania terenu na obszarze objętym modelowaniem pozwolił na pełne odzwierciedlenie warunków przepływu wielkich wód.

Poniżej w tabeli zestawiono liczbowo wszystkie przekroje geodezyjne oraz przekroje poszerzone (dolinowe), które wykorzystano do budowy modelu hydraulicznego, natomiast na rysunkach zamieszczonych pod tabelą zilustrowano lokalizację przekrojów geodezyjnych oraz dolinowych, wygenerowanych w oparciu o DTM.

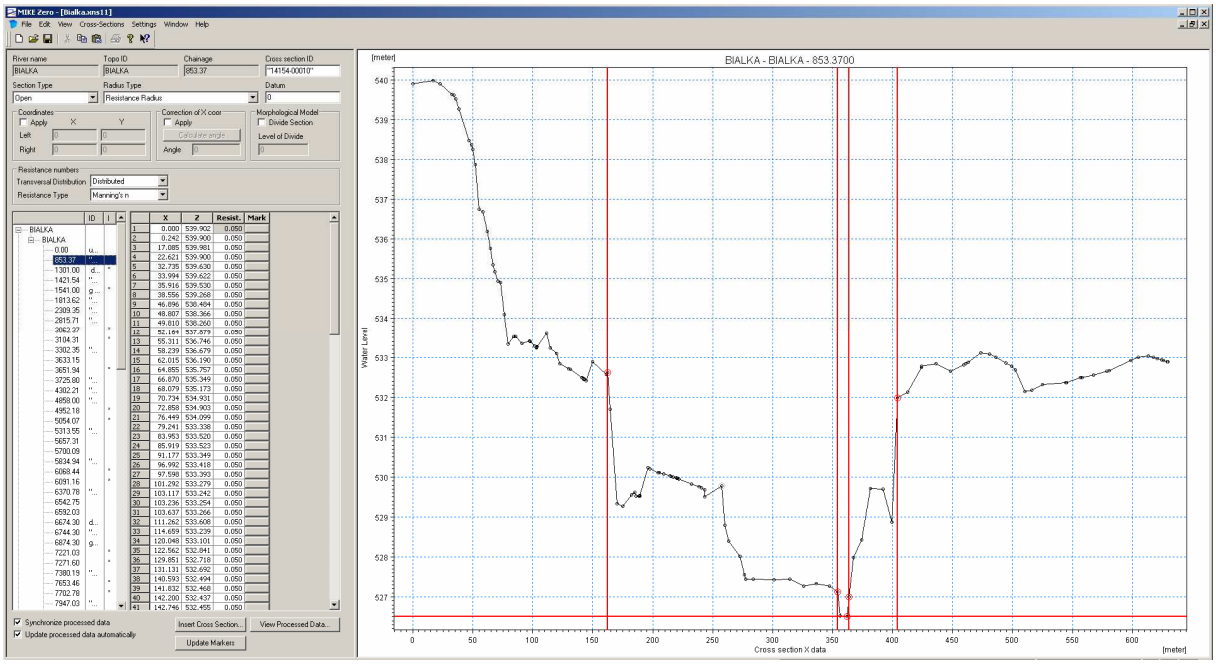
Tabela 14: Zestawienie ilościowe przekrojów poprzecznych

Przekroje geodezyjne (korytowe)			Przekroje dolinowe
Ogółem	W tym		
	Przekroje typowe	Przekroje przez budowle mostowe	
44	39	5	44



Rysunek 37: Lokalizacja przekroi w obszarze modelowania w zlewni Białka Tatrzańska

Tak przygotowane przekroje zostały w dalszej kolejności zaimplementowane do modelu hydraulicznego. Przykładowy przekrój poprzeczny zaimplementowany do modelu przedstawiono na poniższym rysunku 38.

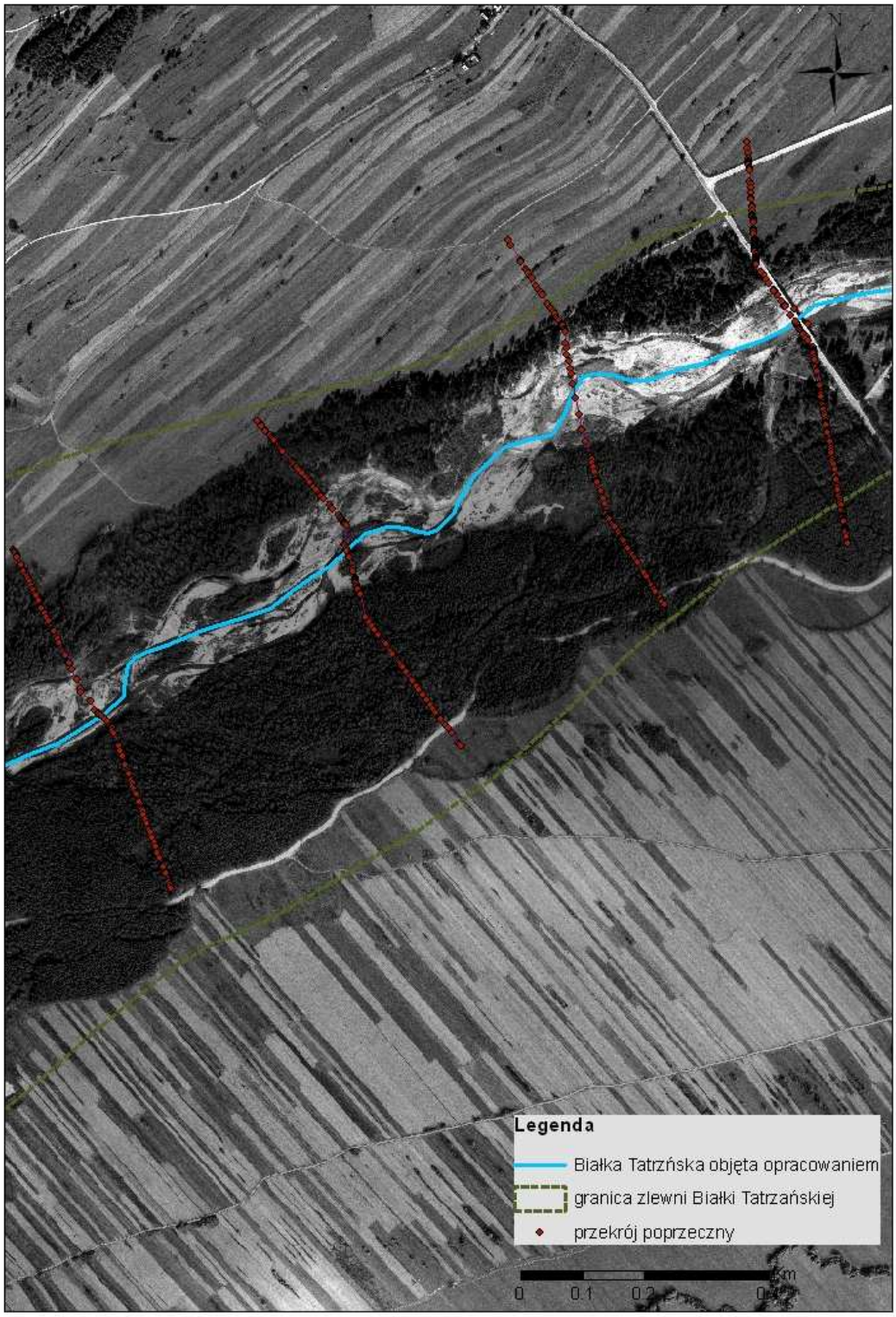


Rysunek 38: Przykładowy przekrój poprzeczny zaimplementowany do modelu

9.5 Szorstkości

Dla każdego z przekrojów poprzecznych, w oparciu o ustalone w terenie kody określające charakter zagospodarowania terenu, dobrano współczynniki szorstkości dla koryta głównego (wg Manninga). Dla określenia współczynników szorstkości na terasach zalewowych wykorzystano natomiast ortofotomapy oraz dane CORINE Land Cover.

Na rysunku poniżej pokazano przykładowy widok fragmentu ortofotomapy z zaznaczonym przekrojem poprzecznym.



Rysunek 39: Przykładowy widok fragmentu ortofotomapy z zaznaczonym przekrojem poprzecznym

W poniższej tabeli 15 zestawiono wartości przyjętych współczynników wg Manninga dla poszczególnych rodzajów pokrycia terenu.

Tabela 15: Zestawienie wartości przyjętych współczynników wg Manninga dla poszczególnych rodzajów pokrycia terenu

NAZWA	KOD	Wartość współczynnika
Zabudowa miejska zwarta	**111**	0,150
Zabudowa miejska luźna	**112**	0,067
Tereny przemysłowe lub handlowe	**121**	0,067
Tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową	**122**	0,025
Lotniska	**124**	0,040
Miejsca eksploatacji odkrywkowej	**131**	0,040
Zwałowiska i hałdy	**132**	0,040
Tereny budowlane	**133**	0,059
Tereny zielone	**141**	0,050
Tereny sportowe i wypoczynkowe	**142**	0,056
Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających	**211**	0,050
Grunty orne stale nawadniane	**212**	0,045
Sady i plantacje	**222**	0,100
Pastwiska	**231**	0,040
Uprawy jednoroczne występujące wraz z uprawami trwałymi	**241**	0,045
Złożone systemy upraw i działek	**242**	0,059
Tereny zajętegłównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej	**243**	0,050
Lasy liściaste	**311**	0,055
Lasy iglaste	**312**	0,055
Lasy mieszane	**313**	0,055
Murawy i pastwiska naturalne	**321**	0,040
Wrzosowiska i zakrzaczenia	**322**	0,045
Roślinność sucholubna (śródziemnomorska)	**323**	0,050
Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian	**324**	0,083
Odsłonięte skały	**332**	0,022
Bagna śródlądowe	**411**	0,059
Cieki	**511**	0,030
Zbiorniki wodne	**512**	0,025
Trawa niska	**T01**	0,036
Trawa wysoka	**T02**	0,040
uprawy zbożowe	**T03**	0,045
Las rzadki	**T04**	0,067
Las gęsty	**T05**	0,100
Zakrzaczenia niskie	**T06**	0,143
Zakrzaczenia wysokie	**T07**	0,111
nieużytki	**T08**	0,040
Drogi asfalt	**T09**	0,020
Drogi beton	**T10**	0,022
Drogi tłuczeń	**T11**	0,025
Drogi gruntowe	**T12**	0,020
Zabudowa niska	**T13**	0,150
Zabudowa wysoka	**T14**	0,150
ziemia, muł	**K01**	0,027
Piasek	**K02**	0,030
drobny żwir	**K03**	0,033
gruby żwir	**K04**	0,036
Kamienie	**K05**	0,040

9.6 Obiekty hydrotechniczne

Na modelowanym obszarze zlewni Białka Tatrzańska nie znajdują się w korycie cieku żadne budowle hydrotechniczne, które w istotny sposób mogą kształtować warunki przepływu wielkich wód.

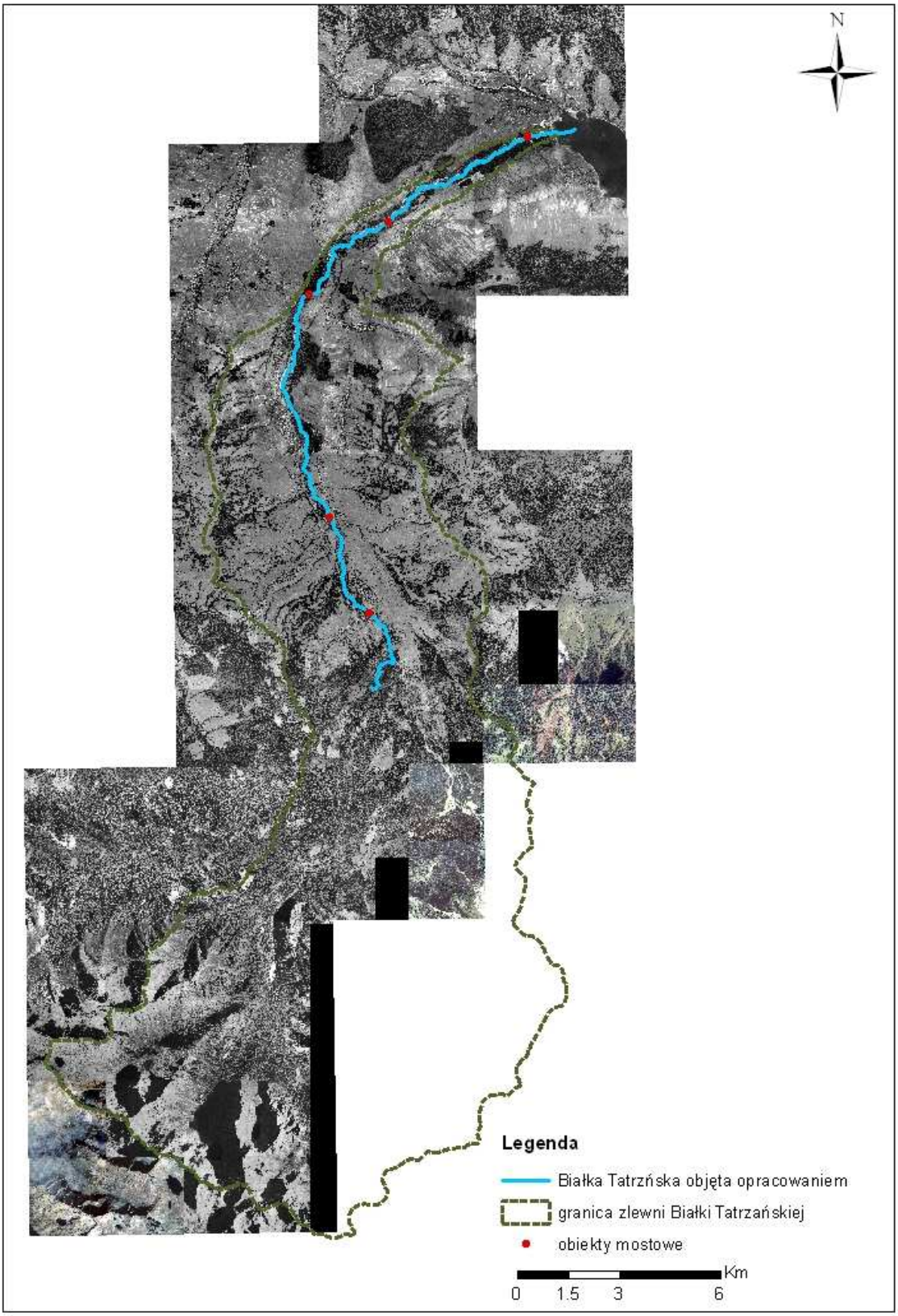
9.7 Obiekty mostowe

Wszelkiego rodzaju budowle mostowe, znajdujące się w korycie cieku to elementy, które w istotny sposób mogą kształtować warunki przepływu wielkich wód. Ich obecność w korycie związana jest ze zmianą takich parametrów hydrodynamicznych takich jak współczynnik szorstkości, promień hydrauliczny czy spadek podłużny dna, co znajduje odzwierciedlenie w wynikach obliczeń, zwłaszcza w prędkościach wody i napełnieniach koryta. Z tego też względu uwzględnienie w modelu tego typu budowli jest nieodzowne z punktu widzenia zachowania odpowiedniej jakości modelu i poprawności wyników obliczeń.

Dla potrzeb budowy modelu hydraulicznego dla odcinka rzeki objętego opracowaniem wykonano szczegółową inwentaryzację geodezyjną wszystkich obiektów mostowych. Łącznie pomierzono w terenie 5 mostów. Inwentaryzacja obejmowała pomiary geodezyjne koryt cieków w miejscu lokalizacji obiektów oraz pomiary samych konstrukcji mostowych w punktach charakterystycznych (takich jak przyczółki i filary, spód i korona konstrukcji). Poniżej w tabeli zestawiono ww. budowle mostowe, a na rysunku poniżej pokazano ich lokalizację.

Tabela 16: Zestawienie obiektów mostowych

L.p.	Kilometraż pomierzonego typowego przekroju korytowego	Rodzaj obiektu inżynierskiego
1	1+422	most drogowy
2	6+744	most drogowy
3	10+503	most drogowy
4	18+173	most drogowy
5	21+559	most drogowy



Rysunek 40: Lokalizacja obiektów mostowych na podkładzie ortofomap

Dla wszystkich budowli mostowych, w oparciu o dane z pomiarów geodezyjnych zostały sporządzone schematy obliczeniowe, na których odwzorowano geometrię koryta cieku pod obiektem oraz geometrię samej konstrukcji mostu, tj. przyczółków, filarów oraz kształtu spodu i korony konstrukcji.

Ponieważ pomiary geodezyjne przekrojów korytowych w miejscu usytuowania obiektów mostowych jak i pomiary samych elementów konstrukcji obiektów wykonywane były w linii faktycznego ich usytuowania (tj. nie zawsze prostopadle do linii cieku), a model hydrauliczny odwzorowuje je tylko w układzie prostopadłym do koryta, dokonano ich transformacji w oparciu o pomierzony kąt skrzyżowania przekroju z linią koryta cieku.

W modelu hydraulicznym, zgodnie z metodyką stosowaną przez Duński Instytut Hydrauliki, każdy z obiektów wprowadzono jako kombinację przepustu – dla przepływu wody pod mostem i przelewu o szerokiej koronie – dla przepływu wody nad mostem (w przypadku ewentualnego przelania się wody przez jego koronę). Przyjęto współczynniki szorstkości dla każdego z obiektów (wg Manninga) oraz wprowadzono informacje o rzędnych dna koryta pod mostem i długości konstrukcji (mierzonej w linii przepływu wody).

Implementacja obiektów mostowych w modelu hydraulicznym wymusza wprowadzenie dodatkowych przekrojów obliczeniowych powyżej i poniżej obiektu, w odległości równej co najmniej maksymalnej szerokości lustra wody pod mostem (tj. maksymalnego światła mostu „B”). Podyktowane jest to koniecznością wyodrębnienienia strefy kontrakcji (zawężenia) strug wody przy przepływie pod obiektem.

9.8 Ustalenie parametrów początkowych

Warunkiem rozwiązania równań Saint – Venanta opisujących przepływ nieustalony jest zdefiniowanie wartości przepływu i stanu wody (rzędnych) dla każdego przekroju obliczeniowego na początku obliczeń symulacyjnych. Wartości te nazywane są warunkami początkowymi. Warunki początkowe mogą obejmować zarówno przepływy w ruchu nieustalonym jak i w ruchu ustalonym.

W przypadku ruchu nieustalonego warunki początkowe są ustalane dla każdego przekroju. Wartości warunków początkowych mogą być oszacowane na podstawie wyników obserwacji wodowskazowych wykonanych w dniu i czasie analogicznym do dnia i czasu rozpoczęcia obliczeń lub przyjęte jako wynik poprzednich obliczeń modelowych.

W przypadku ruchu ustalonego warunki początkowe są automatycznie generowane przez model. Procedura generowania wartości początkowych w przypadku ruchu ustalonego pozwala na

uwzględnienie znanych wartości przepływów i stanów wody (rzędnych) dla przekrojów zlokalizowanych na odcinku rzeki.

Z uwagi na fakt, iż właściwe obliczenia zostały poprzedzone tzw. obliczeniami inicjującymi, których celem jest stabilizacja modelu w początkowym okresie działania, zdecydowano się przyjąć globalne warunki początkowe w wielkości: 10 cm – stan wody i 1 m3/s – przepływ.

Przyjęcie tak niewielkich wartości początkowych i stworzenie pliku inicjującego pozwoliło na uniknięcie oscylacji przepływów i pozwoliło na wydłużenie kroku czasowego we właściwych obliczeniach.

9.9 Przyjęcie warunków brzegowych

Dla zbudowanych w ramach niniejszego opracowania modeli hydraulicznych, dla każdego przepływu prawdopodobnego (p=50%; 20%; 10%; 5%; 2%; 1%; 0,5% oraz 0,1%) określono szczegółowo następujące warunki brzegowe przedstawione w poniższym zestawieniu tabelarycznym. Przy czym w tabeli podano maksymalną wartość przepływu, a w rzeczywistosci przypływ był zadefiniowany jako zmienne w czasie wartości. Jako że w przypadku rzeki Białka mamy do czynienia jedynie z jednym ciekiem (Młynówka jest jedynie rozgałęzieniem Białki), a ilość scenariuszy uwarunkowana jest liczbą cieków ujętych w modelu, dlatego dla każdego prawdopodobieństwa przepływu istnieje jedynie jeden scenariusz.

Tabela 17: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=0,1%

Scenariusz dla p=0,1% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		347,88
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	130,83
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		44,35
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	117,73
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		43,82
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	1,75
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	3,94
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	95,64
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	9,17
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		145,45
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	5,19

Tabela 18: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=0,5%

Scenariusz dla p=0,5% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		264,36
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	94,78
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		32,13
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	85,29
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		31,74
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	1,27
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	2,93
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	71,01
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	6,81
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		107,99
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	3,85

Tabela 19: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=1%

Scenariusz dla p=1% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		228,66
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	79,45
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		26,93
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	71,50
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		26,61
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	1,06
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	2,49
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	60,51
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	5,80
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		92,02
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	3,28

Tabela 20: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=2%

Scenariusz dla p=2% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		193,04
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	64,24
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		21,77
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	57,81
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		21,51
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	0,86
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	2,06
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	50,06
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	4,80
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		76,13
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	2,71

Tabela 21: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=5%

Scenariusz dla p=5% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		145,85
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	44,34
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		15,03
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	39,90
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		14,85
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	0,59
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	1,50
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	36,31
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	3,48
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		55,21
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	1,97

Tabela 22: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=10%

Scenariusz dla p=10% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		110,61
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	29,49
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		10,00
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	26,54
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		9,88
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	0,40
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	1,07
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	26,05
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	2,50
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		39,61
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	1,41

Tabela 23: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=20%

Scenariusz dla p=20% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		75,76
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	15,27
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		5,18
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	13,75
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		5,12
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	0,20
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	0,66
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	16,06
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	1,54
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		24,43
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	0,87

Tabela 24: Zestawienie warunków brzegowych – rzeka Białka Tatrzańska, scenariusz dla wody o prawdopodobieństwie p=50%

Scenariusz dla p=50% dla Białki Tatrzańskiej						
rzeka/zlewnia		typ warunków brzegowych	strona rzeki	kilometraż		przepływ
				górny	dolny	m^3/s
BIAŁKA TATRZAŃSKA	górna granica modelu	Górny	-	0,00		34,62
	od górnej granicy modelu do dopływu Jurgowczyk	Rozłożony	L/P	24761	18396	2,12
	dopływ Jurgowczyk	Skupiony	P	18394		0,72
	od dopływu Jurgowczyk do dopływu Czerwonka	Rozłożony	L/P	18393	10773	1,91
	dopływ Czerwonka	Skupiony	L	10771		0,71
	od dopływu Czerwonka do wodowskazu Trybsz	Rozłożony	L/P	10770	10600	0,03
	od wodowskazu Trybsz do dopływu Młynówka	Rozłożony	L/P	10599	8944	0,23
	od dopływu Młynówka do ujścia	Rozłożony	L/P	8941	853	5,59
MŁYNÓWKA	od Białki do Trybskiej Rzeki	Rozłożony	L/P	4002	2053	0,54
	Trybska Rzeka	Skupiony	P	2052		8,50
	Od Trybskiej Rzeki do Białki	Rozłożony	L/P	2051	209	0,30

9.10 Kalibracja i weryfikacja modelu

W przypadku modelu hydrodynamicznego (ruchu nieustalonego) kalibracja wykonywana jest dla określonego wezbrania powodziowego, dla którego znany jest rozkład czasowy i przestrzenny przepływów oraz stanów wody. Polega na określeniu parametrów modelu w taki sposób aby otrzymać zgodny z powodziowym wezbraniem historycznym, obliczeniowy rozkład stanów wody w profilu podłużnym rzeki, przy prawidłowym układzie warunków brzegowych w postaci hydrogramów przepływu. Zgodność ta sprowadza się do uzyskania zbieżnych hydrogramów stanów wody, zarówno pod względem wartości, jak i czasu w punktach kalibracyjnych (o znanych wartościach historycznych).

Weryfikacja modelu wykonywana jest na wezbraniu powodziowym innym niż wezbranie, dla którego wykonano kalibrację. Polega ona na ocenie zgodności hydrogramów historycznych i obliczeniowych H(t) w tych samych punktach oraz w oparciu o te same parametry modelu, dla których wykonano kalibrację.

Z uwagi na to, że rzeka Białka Tatrzańska jest ciekiem kontrolowanym tj. takim na którym zlokalizowane sa dwa posterunki wodowskazowe możliwa jest do przeprowadzenia kalibracja oraz weryfikacja.

Kalibrację modelu wykonano porównując hydrogram obserwowany (z wezbrania historycznego z 2006r) z hydrogramem obliczeniowym (uzyskanym z modelu), natomiast weryfikację, przeprowadzono dla wezbrania historycznego z 2008r, czyli innego niż wezbranie, dla którego wykonano kalibrację.

Na etapie kalibracji i weryfikacji analizie poddano nastepujace paramtery tj.:

- Współczynnik korelacji (R)
- Specjalny współczynnik korelacji (R_s)
- Całkowity błąd kwadratowy (CBK)
- Błąd stanu kulminacji (ΔH_{max})
- Błąd przepływu kulminacyjnego (ΔQ_{max})
- Przesunięcie kulminacji (Δt_{max})
- Błąd objętości fali wezbraniowej (ΔV_{max})

Współczynnik korelacji określono dla stanów z następującego wzoru, gdzie: h_o – stan obserwowany, h_c - stan obliczeniowy:

$$R = \frac{N\sum_{i=1}^{N} h_{o(i)} \cdot h_{c(i)} - \sum_{i=1}^{N} h_{o(i)} \cdot \sum_{i=1}^{N} h_{c(i)}}{\left\{\left[N\sum_{i=1}^{N} h_{o(i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{N} h_{o(i)}\right)^2\right]\left[N\sum_{i=1}^{N} h_{c(i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{N} h_{c(i)}\right)^2\right]\right\}^{1/2}}$$

Współczynnik korelacji określono dla przepływów z następującego wzoru, gdzie: Q_o – przepływ obserwowany, Q_c - przepływ obliczeniowy:

$$R = \frac{N\sum_{i=1}^{N} Q_{o(i)} \cdot Q_{c(i)} - \sum_{i=1}^{N} Q_{o(i)} \cdot \sum_{i=1}^{N} Q_{c(i)}}{\left\{\left[N\sum_{i=1}^{N} Q_{o(i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{N} Q_{o(i)}\right)^2\right]\left[N\sum_{i=1}^{N} Q_{c(i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{N} Q_{c(i)}\right)^2\right]\right\}^{1/2}}$$

Kryterium określania miar zgodności dla współczynnika korelacji:

- 0,95 < R ≤ 1,00 znakomity
- 0,80 < R ≤ 0,95 bardzo dobry
- 0,70 < R ≤ 0,80 dobry
- 0,60 < R ≤ 0,70 dość dobry
- 0,00 < R ≤ 0,60 niezadowalający

Specjalny współczynnik korelacji określono dla stanów z następującego wzoru, gdzie: h_o – stan obserwowany, h_c - stan obliczeniowy:

$$R_s = \left[\frac{2\sum_{i=1}^{N} h_{o(i)} \cdot h_{c(i)} - \sum_{i=1}^{N} h_{c(i)}^2}{\sum_{i=1}^{N} h_{o(i)}^2}\right]^{1/2}$$

Specjalny współczynnik korelacji określono dla przepływów z następującego wzoru: Q_o – przepływ obserwowany, Q_c - przepływ obliczeniowy:

$$R_s = \left[\frac{2\sum_{i=1}^{N} Q_{o(i)} \cdot Q_{c(i)} - \sum_{i=1}^{N} Q_{c(i)}^2}{\sum_{i=1}^{N} Q_{o(i)}^2} \right]^{1/2}$$

Kryterium określania miar zgodności dla specjalnego współczynnika korelacji:

- $0{,}95 < R_s \leq 1{,}00$ znakomity
- $0{,}85 < R_s \leq 0{,}95$ bardzo dobry
- $0{,}70 < R_s \leq 0{,}85$ dobry
- $0{,}60 < R_s \leq 0{,}70$ dość dobry
- $0{,}00 < R_s \leq 0{,}60$ niezadowalający

Całkowity błąd kwadratowy określono dla stanów z następującego wzoru, gdzie: h_o – stan obserwowany, h_c - stan o obliczeniowy:

$$CBK = \frac{\left[\sum_{i=1}^{N} \left(h_{o(i)} - h_{c(i)} \right)^2 \right]^{1/2}}{\sum_{i=1}^{N} h_{o(i)}} \cdot 100\%$$

Całkowity błąd kwadratowy określono dla przepływów z następującego wzoru: Q_o – przepływ obserwowany, Q_c - przepływ obliczeniowy:

$$CBK = \frac{\left[\sum_{i=1}^{N} \left(Q_{o(i)} - Q_{c(i)} \right)^2 \right]^{1/2}}{\sum_{i=1}^{N} Q_{o(i)}} \cdot 100\%$$

Kryterium określania miar zgodności dla całkowitego błędu kwadratowego:

- $0{,}0 \leq CBK\ [\%] < 3{,}0$ znakomity
- $3{,}0 \leq CBK\ [\%] < 6{,}0$ bardzo dobry
- $6{,}0 \leq CBK\ [\%] < 10{,}0$ dobry
- $10{,}0 \leq CBK\ [\%] < 25{,}0$ dość dobry
- $25{,}0 \leq CBK\ [\%]$ niezadowalający

Błąd stanu kulminacyjnego określono dla stanów jako różnicę rzędnych wartości maksymalnej hydrogramów obliczeniowego i obserwowanego.

Kryterium określania miar zgodności dla błędu stanu kulminacyjnego.

- 0 cm ≤ (ΔH_{max}) < 5 cm znakomity
- 5 cm ≤ (ΔH_{max}) < 10 cm bardzo dobry
- 10 cm ≤ (ΔH_{max}) < 15 cm dobry
- 15 cm ≤ (ΔH_{max}) < 20 cm dość dobry
- 20 cm ≤ (ΔH_{max}) niezadowalający

Błąd przepływu kulminacyjnego określono dla przepływów jako różnicę wartości maksymalnej hydrogramów obliczeniowego i obserwowanego.

Kryterium określania miar zgodności dla błędu przepływu kulminacyjnego.

- 0 % ≤ (ΔQ_{max}) < 3 % znakomity
- 3 % ≤ (ΔQ_{max}) < 6 % bardzo dobry
- 6 % ≤ (ΔQ_{max}) < 10 % dobry
- 10 % ≤ (ΔQ_{max}) < 25 % dość dobry
- 25 % ≤ (ΔQ_{max}) niezadowalający

Przesunięcie kulminacji należy określić dla stanów jako przesunięcie w czasie wartości maksymalnej hydrogramu obliczeniowego i obserwowanego:

Kryterium określania miar zgodności dla przesunięcia kulminacji.

- 0 h ≤ (Δt_{max}) < 0,5 h znakomity
- 0,5 h ≤ (Δt_{max}) < 1,0 h bardzo dobry
- 1,0 h ≤ (Δt_{max}) < 1,5 h dobry
- 1,5 h ≤ (Δt_{max}) < 2,0 h dość dobry
- 2,0 h ≤ (Δt_{max}) niezadowalający

Błąd objętości fali wezbraniowej określono dla przepływów jako różnicę objętości fali obliczeniowej i obserwowanej

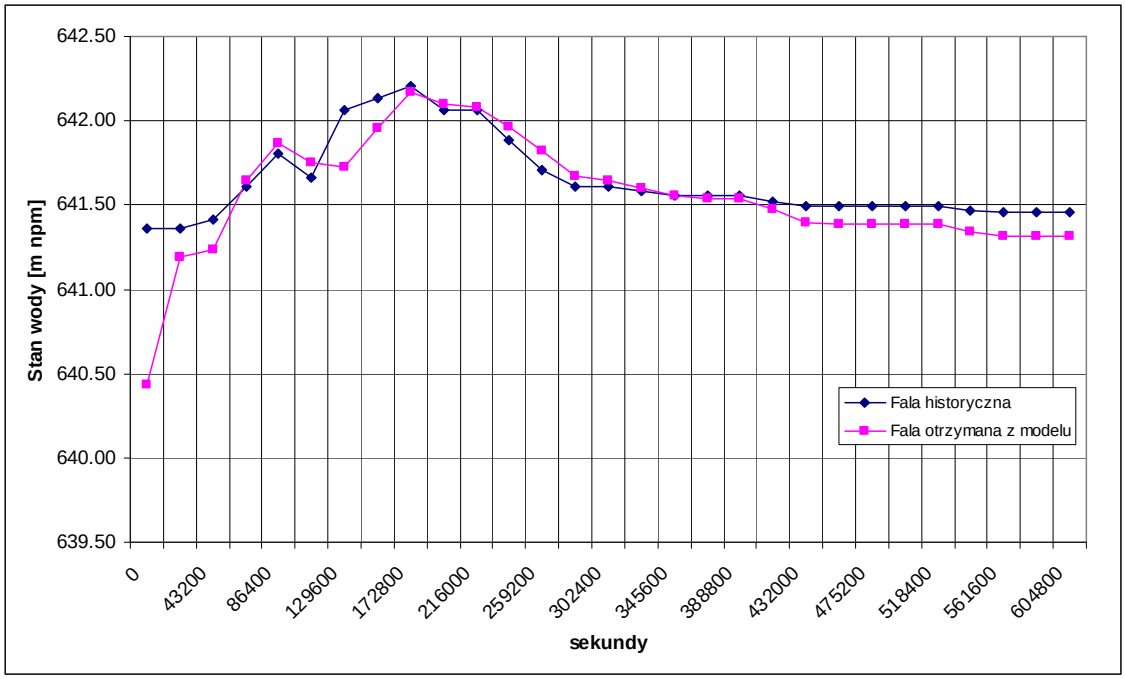
Kryterium określania miar zgodności dla błędu objętości fali wezbraniowej.

- $0\ \% \leq (\Delta V_{max}) < 3\ \%$ znakomity
- $3\ \% \leq (\Delta V_{max}) < 6\ \%$ bardzo dobry
- $6\ \% \leq (\Delta V_{max}) < 10\ \%$ dobry
- $10\ \% \leq (\Delta V_{max}) < 25\ \%$ dość dobry
- $25\ \% \leq (\Delta V_{max})$ niezadowalający

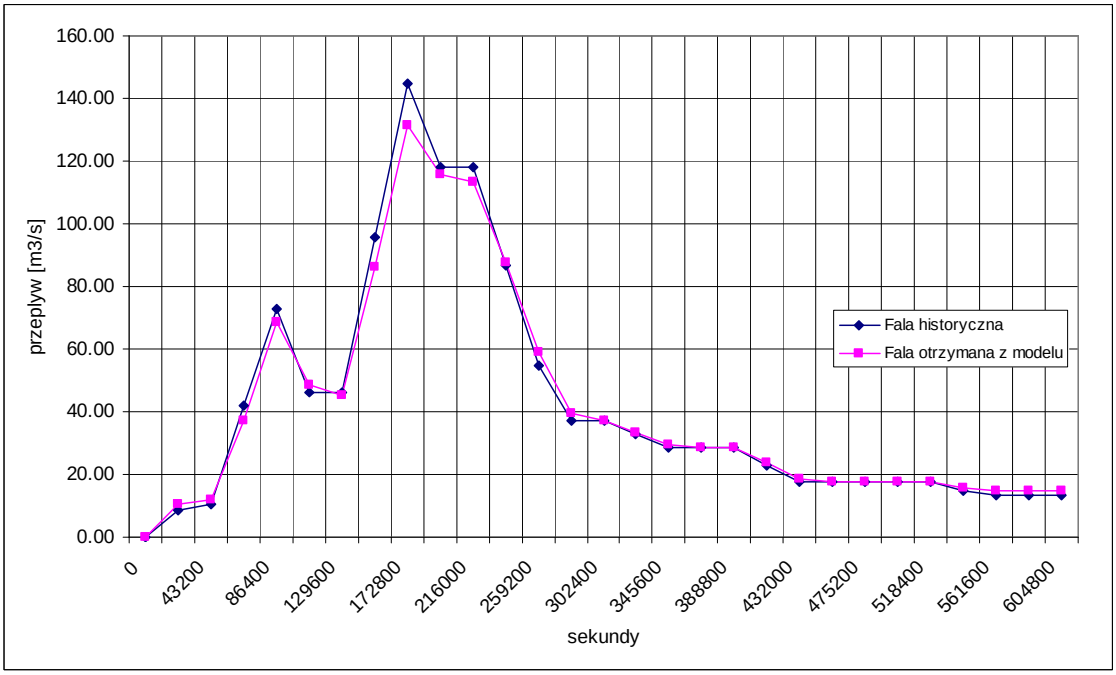
W przypadku kalibracji dla każdego z kryteriów model musiał otrzymać ocenę „znakomity”, „bardzo dobry” lub „dobry”.

W przypadku weryfikacji dla każdego z kryteriów model musiał otrzymać ocenę „znakomity”, „bardzo dobry”, „dobry” lub „dość dobry”.

Wyniki kalibracji dla fali z czerwca 2006 roku



Rysunek 41: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (stan wody) - fala z czerwca 2006 roku

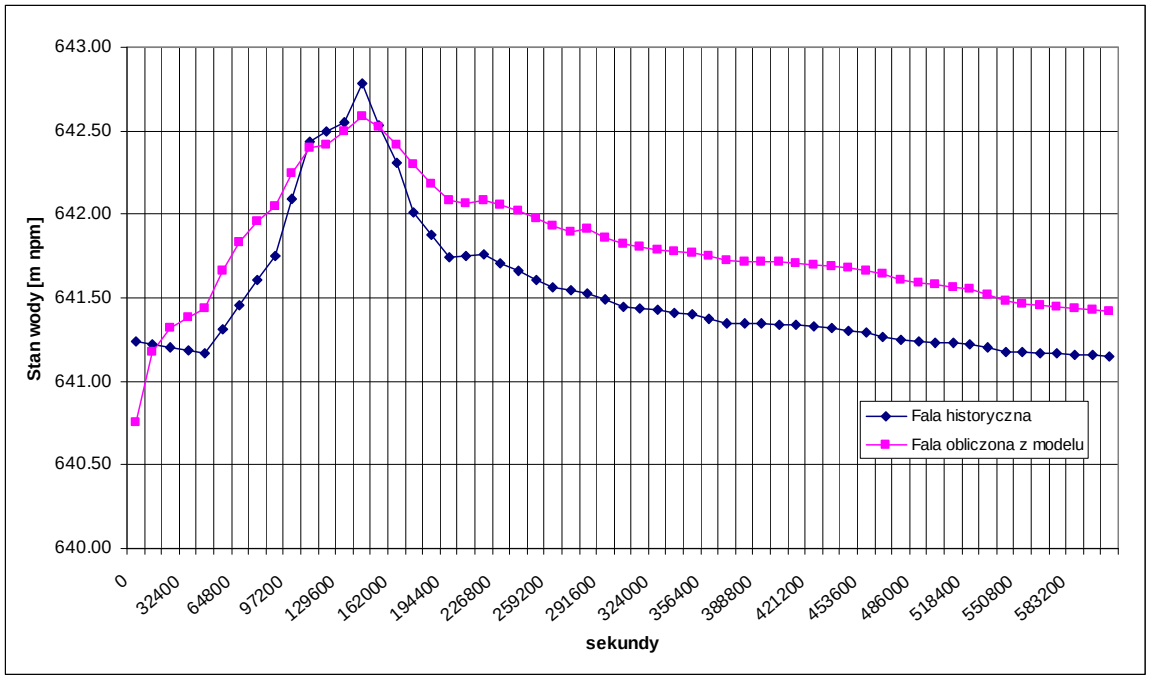


Rysunek 42: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (przepływ) - fala z czerwca 2006 roku

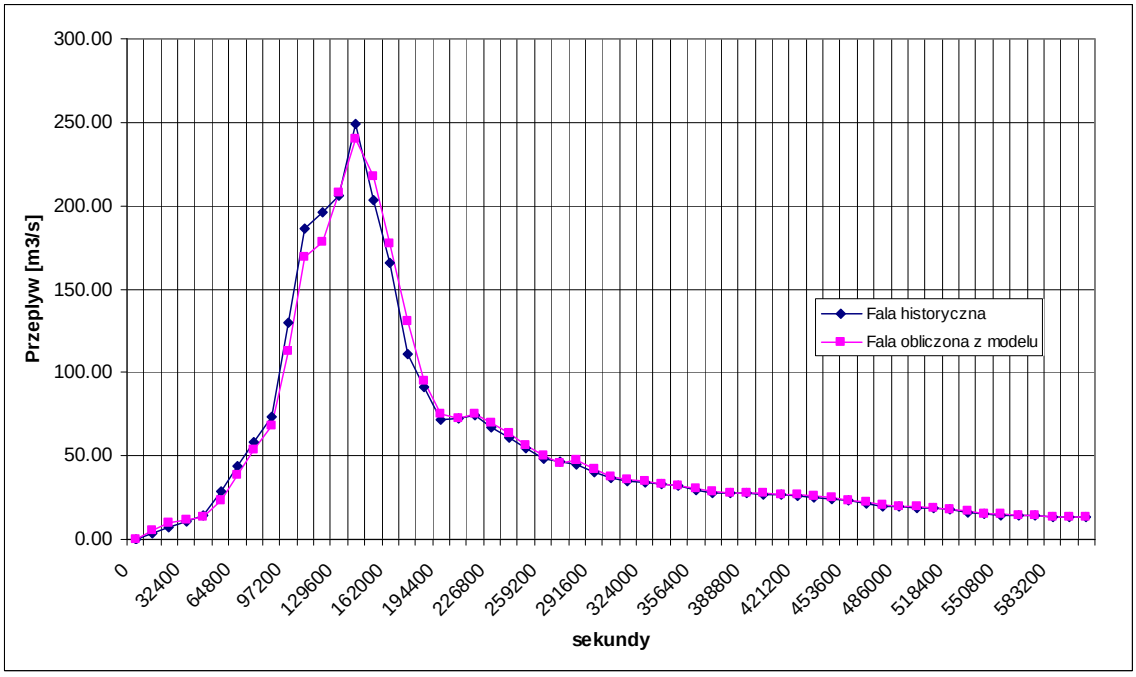
Tabela 25: Zestawienie wyników kryteriów miar zgodności dla przepływu kalibracyjnego z czerwca 2006 roku

Współczynnik / Błąd	Oznaczenie	Wartość	wg. kryterium miar zgodności
Współczynnik korelacji	R_H [-]	0,87	znakomity
Współczynnik korelacji	R_Q [-]	1,00	znakomity
Specjalny współczynnik korelacji	$R_{s\,H}$ [-]	1,00	znakomity
Specjalny współczynnik korelacji	$R_{s\,Q}$ [-]	1,00	znakomity
Całkowity błąd kwadratowy	CBK_H [%]	0,01	znakomity
Całkowity błąd kwadratowy	CBK_Q [%]	0,04	znakomity
Błąd stanu kulminacji	ΔH_{max} [cm]	10	bardzo dobry
Błąd przepływu kulminacyjnego	ΔQ_{max} [%]	5,02	bardzo dobry
Przesunięcie kulminacji	Δt_{max} [h]	0,00	znakomity
Błąd objętości fali wezbraniowej	ΔV_{max} [%]	0,93	znakomity

Wyniki weryfikacji dla fali z lipca 2008 roku



Rysunek 43: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (stan wody) - fala z lipca 2008 roku



Rysunek 44: Wodowskaz Trybsz 2 na rzece Białka Tatrzańska (przepływ) - fala z lipca 2008 roku

Tabela 26: Zestawienie wyników kryteriów miar zgodności dla przepływu weryfikacyjnego z lipca 2008 roku

Współczynnik / Błąd	Oznaczenie	Wartość	wg. kryterium miar zgodności
Współczynnik korelacji	R_H [-]	1,00	znakomity
Współczynnik korelacji	R_Q [-]	1,00	znakomity
Specjalny współczynnik korelacji	$R_{s\,H}$ [-]	1,00	znakomity
Specjalny współczynnik korelacji	$R_{s\,Q}$ [-]	1,00	znakomity
Całkowity błąd kwadratowy	CBK_H [%]	0,01	znakomity
Całkowity błąd kwadratowy	CBK_Q [%]	0,38	znakomity
Błąd stanu kulminacji	ΔH_{max} [cm]	20,00	dość dobry
Błąd przepływu kulminacyjnego	ΔQ_{max} [%]	3,70	bardzo dobry
Przesunięcie kulminacji	Δt_{max} [h]	0,00	znakomity
Błąd objętości fali wezbraniowej	ΔV_{max} [%]	3,70	bardzo dobry

9.11 Wykonanie obliczeń modelowych dla stanu istniejącego (WARIANT 0)

Dysponując gotowym modelem hydraulicznym, wykonano obliczenia modelowe dla fal hipotetycznych o kulminacjach odpowiadających przepływom o prawdopodobieństwie przewyższenia p= 50%; 20%; 10%; 5%; 2%; 1%; 0,5% oraz 0,1%. Wyniki zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 27: Zestawienie wyników obliczeń hydraulicznych dla rzeki Białka Tatrzańska (wraz z rozgałęzieniem – Młynówka) dla stanu istniejącego (WARIANT 0)

L.p.	Kilometraż	Rzędna zwierciadła wody q=0,1%	Rzędna zwierciadła wody q=0,5%	Rzędna zwierciadła wody q=1%	Rzędna zwierciadła wody q=2%	Rzędna zwierciadła wody q=5%	Rzędna zwierciadła wody q=10%	Rzędna zwierciadła wody q=20%	Rzędna zwierciadła wody q=50%
					Białka Tatrzańska				
1	0.00	534,5	534,5	534,5	534,5	534,5	534,5	534,5	534,5
2	853.37	534,59	534,549	534,536	534,524	534,513	534,507	534,503	534,5
3	1301.00	536,679	536,327	536,159	535,975	535,706	535,447	535,132	534,703
4	1541.00	541,498	540,958	540,706	540,424	540,013	539,595	539,107	538,111
5	1813.62	542,906	542,603	542,473	542,338	542,125	541,904	541,617	541,179
6	2309.35	548,15	547,948	547,857	547,762	547,592	547,382	547,13	546,599
7	2815.71	553,659	553,375	553,234	553,063	552,812	552,598	552,321	551,926
8	3062.37	556,289	556,04	555,93	555,811	555,651	555,526	555,289	554,883
9	3104.31	556,425	556,203	556,111	556,024	555,893	555,775	555,536	555,115
10	3302.35	558,837	558,666	558,597	558,504	558,331	558,166	557,936	557,555
11	3651.94	563,123	562,847	562,72	562,581	562,378	562,187	561,953	561,581
12	3725.80	563,742	563,475	563,357	563,239	563,051	562,886	562,672	562,347
13	4302.21	569,614	569,429	569,346	569,258	569,1	568,948	568,734	568,385
14	4858.00	574,706	574,456	574,339	574,218	574,044	573,9	573,703	573,385
15	4952.18	575,982	575,78	575,676	575,566	575,409	575,27	575,094	574,772
16	5054.07	576,284	576,09	575,989	575,88	575,733	575,603	575,445	575,144
17	5313.55	579,675	579,439	579,327	579,208	579,049	578,914	578,76	578,542
18	5834.94	585,648	585,443	585,337	585,218	585,03	584,85	584,633	584,197
19	6068.44	588,938	588,716	588,609	588,486	588,294	588,132	587,92	587,532
20	6091.16	588,975	588,754	588,647	588,523	588,332	588,175	587,973	587,663
21	6370.78	592,468	592,225	592,112	591,993	591,819	591,695	591,495	591,109
22	6674.30	596,44	596,167	596,04	595,893	595,703	595,553	595,372	595,11
23	6874.30	598,31	597,687	597,403	597,113	596,721	596,408	596,063	595,622
24	7221.03	602,78	602,516	602,399	602,273	602,075	601,891	601,669	601,245
25	7271.60	602,866	602,604	602,506	602,413	602,288	602,147	601,957	601,591
26	7380.19	605,022	604,787	604,703	604,641	604,537	604,395	604,183	603,793

27	7653.46	609,534	609,343	609,237	609,123	608,958	608,808	608,628	608,338
28	7702.78	609,947	609,741	609,632	609,518	609,352	609,193	609,004	608,678
29	7947.03	613,676	613,324	613,157	612,984	612,72	612,441	612,107	611,524
30	8451.62	619,19	619,035	618,931	618,822	618,62	618,402	617,918	617,223
31	8942.23	624,381	624,193	624,09	623,967	623,788	623,612	623,417	623,069
32	8955.55	624,517	624,327	624,223	624,098	623,915	623,735	623,541	623,181
33	9429.78	630,512	630,228	630,098	629,934	629,692	629,446	629,159	628,581
34	9960.33	636,284	635,949	635,804	635,643	635,292	634,996	634,678	634,045
35	10436.53	641,09	640,82	640,657	640,479	640,077	639,731	639,333	638,76
36	10576.53	642,58	642,047	641,742	641,418	640,954	640,597	640,205	639,688
37	10600.00	642,724	642,213	641,977	641,764	641,512	641,321	641,142	640,723
38	10971.45	647,019	646,713	646,569	646,422	646,182	645,847	645,481	645,017
39	11520.34	654,663	654,476	654,346	654,206	653,955	653,748	653,376	652,865
40	11979.85	660,683	660,501	660,404	660,284	660,101	659,918	659,703	659,334
41	12430.54	666,799	666,534	666,403	666,261	666,063	665,884	665,636	665,148
42	12905.74	671,746	671,512	671,409	671,302	671,16	671,048	670,826	670,196
43	13431.97	677,838	677,622	677,513	677,401	677,224	677,054	676,743	676,276
44	13922.49	683,759	683,477	683,337	683,184	682,966	682,78	682,565	682,236
45	14415.01	689,49	689,244	689,135	689,001	688,763	688,545	688,3	687,885
46	14899.39	695,129	694,873	694,75	694,614	694,397	694,21	693,936	693,447
47	15452.09	701,145	700,904	700,765	700,626	700,372	700,126	699,828	699,42
48	15951.72	707,806	707,585	707,476	707,359	707,156	706,997	706,762	706,195
49	16568.84	715,526	715,296	715,17	715,034	714,827	714,658	714,467	714,206
50	16998.48	720,116	719,841	719,715	719,583	719,394	719,199	718,936	718,508
51	17573.82	728,003	727,774	727,67	727,541	727,356	727,157	726,955	726,545
52	18092.93	735,662	735,404	735,284	735,155	734,95	734,773	734,571	734,247
53	18252.93	737,23	736,701	736,467	736,215	735,854	735,548	735,201	734,73
54	18533.73	741,753	741,296	741,09	740,875	740,574	740,33	740,04	739,355
55	19060.90	748,801	748,479	748,326	748,148	747,876	747,642	747,371	746,942
56	19596.17	755,772	755,526	755,4	755,266	755,078	754,897	754,68	754,307
57	20144.44	763,564	763,355	763,263	763,154	762,965	762,813	762,579	762,253
58	20862.11	772,549	772,269	772,146	772,02	771,76	771,498	771,198	770,754
59	21499.47	781,349	781,089	780,969	780,842	780,651	780,492	780,312	780,033
60	21619.47	783,488	782,948	782,692	782,43	782,055	781,757	781,417	780,901

61	22066.50	789,048	788,81	788,697	788,571	788,375	788,264	788,114	787,72
62	22493.87	795,052	794,804	794,655	794,497	794,268	794,079	793,87	793,522
63	22498.97	795,142	794,917	794,775	794,621	794,403	794,257	794,085	793,799
64	22617.01	795,718	795,429	795,278	795,117	794,884	794,727	794,479	794,049
65	22885.82	799,801	799,599	799,462	799,251	798,898	798,588	798,258	797,505
66	22887.10	799,823	799,619	799,483	799,272	798,918	798,608	798,278	797,525
67	23094.12	801,905	801,566	801,41	801,202	800,87	800,599	800,295	799,738
68	23318.21	803,385	803,029	802,846	802,633	802,292	801,987	801,616	800,973
69	23344.00	803,577	803,279	803,109	802,887	802,527	802,2	801,803	801,123
70	24762.66	809,375	809,053	808,858	808,632	808,274	807,938	807,542	806,909
Młynówka									
1	0.00	624,381	624,193	624,09	623,967	623,788	623,612	623,417	623,069
2	14.65	626,322	626,313	626,308	626,303	626,293	626,279	626,256	625,876
3	541.79	630,97	630,905	630,879	630,85	630,793	630,677	630,476	630,009
4	1601.75	640,866	640,687	640,62	640,548	640,436	640,336	640,213	639,93
5	2245.00	647,05	646,729	646,69	646,648	646,586	646,532	646,467	646,367
6	2533.23	651,193	650,681	650,629	650,566	650,474	650,397	650,29	650,137
7	2875.69	656,682	656,535	656,522	656,509	656,49	656,474	656,457	656,448
8	3339.73	661,519	661,136	661,111	661,082	661,037	660,999	660,946	660,869
9	3807.22	666,466	666,055	666,042	666,026	666,002	665,981	665,956	665,915
10	4002.00	666,467	666,113	666,098	666,082	666,058	666,036	666,01	665,937

10 Wstępna analiza wyznaczonej strefy zalewowej dla stanu istniejącego.

Oceny dokonano na podstawie analizy przebiegu granicy strefy zalewowej również rozkładu głębokości zalewowych w strefie zalewowej dla prawdopodobieństwa przewyższenia p=1% - jako przepływu najbardziej miarodajnego.

Wykorzystując wcześniej przygotowaną charakterystykę zagospodarowania zlewni określono ilości i rodzaje budynków położonych w wyznaczonej strefie zalewowej. Dodatkowo dokonano analizy głębokości zalewu na obszarach zabudowanych i niezabudowanych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wykazano, że strefa zalewowa dla przepływu Q1% obejmuje w sumie 75 budynków oraz dodatkowo dokonano analizy klas użytkowania terenu. Pod względem ilościowym największą część budynków stanowią kolejno:

- Budynek mieszkalny (64%)
- Budynek gospodarczy (17.33 %)
- Budynek inny (17.33 %)
- Budynek użyteczności publicznej (1.33%)

Tabela 28: Zestawienie budynków położonych w strefie zalewowej Q1%

Rodzaj budynku	Ilość budynków w strefie zalewu Q1%
Budynek mieszkalny	48
Budynek inny	13
Budynek gospodarczy	13
Budynek użyteczności publicznej	1
Suma	**75**

Analizując powierzchnie obszarów zalewowych pod względem klas użytkowania terenu wykazano, że najwiekszą część zalewanych obszarów stanowią odpowiednio:

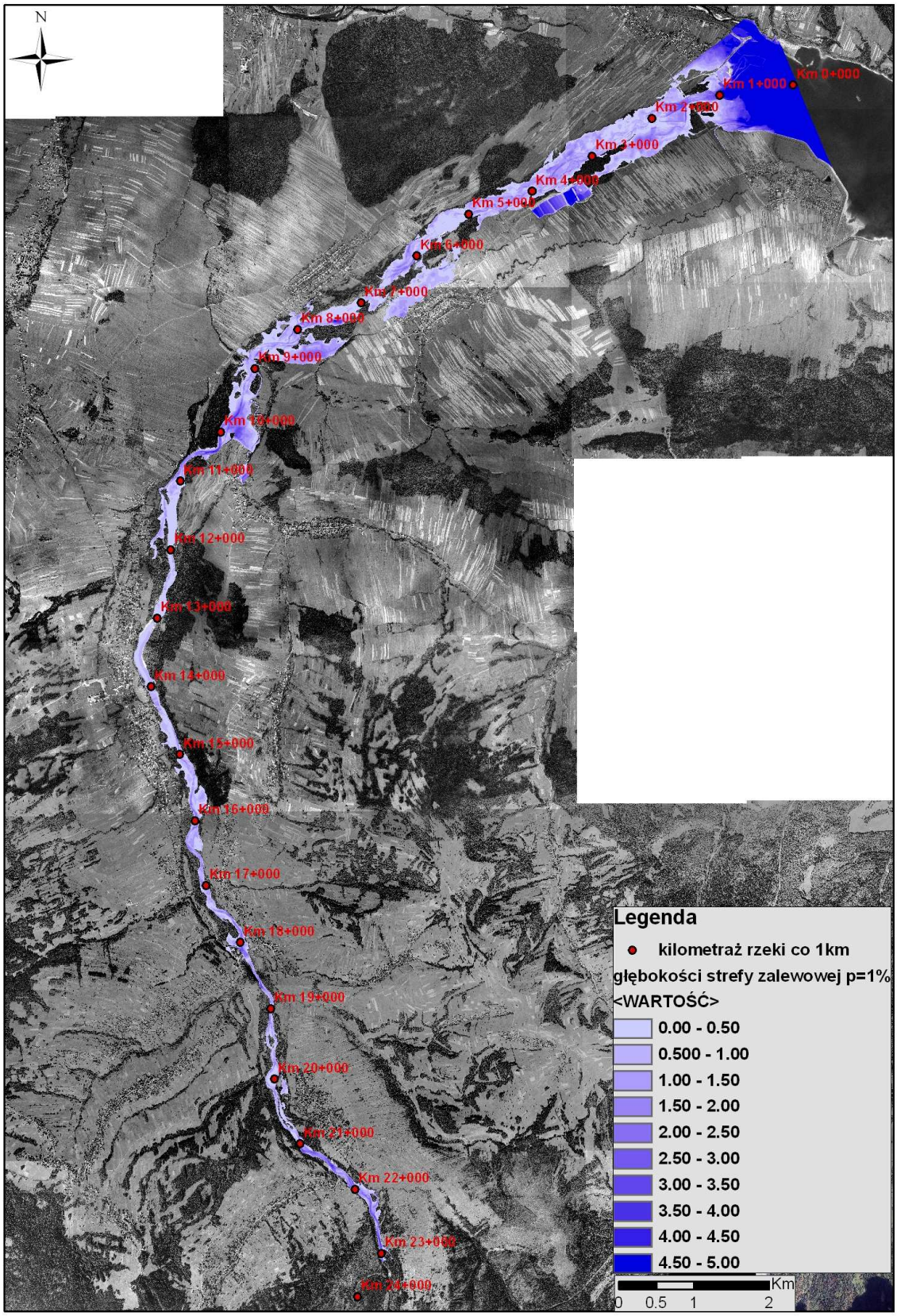
- Lasy (27%)
- Inne (13%)
- Obszary zasiedlone (11%)
- Rolnictwo (10%)
- Obszary przemysłowe (1%)
- Infrastruktura komunikacyjna (1%)

Określenia głębokości w strefie zalewowej wykonano w następujący sposób: Numeryczny model terenu przekonwertowano do postaci rastrowej. Numeryczny model powierzchni wody również przekonwertowano do postaci rastrowej, a następnie wykonano odjęcia NMT od NMPW w wyniku czego otrzymano warstwę rastrową przedstawiająca głębokości zalewu w każdym oczku rastra. Największe średnie głębokości zalewowe wystepują na obszarze leśnym.

Poniżej zestawiono w tabeli klasy użytkowania terenu z określoną powierzchnią terenu zalewowego w [ha] dla wyszczególnionych klas użytkowania terenu. Na rysunku 45 zilustrowano dodatkowo głębokości zalewowe w strefie dla rozpatrywanego w opracowaniu odcinka zlewni rzeki Białki Tatrzańskiej.

Tabela 29: Powierzchnie zalewowe dla poszczególnych klas użytkowania terenu na obszarze zlewni rzeki Białej

Klasa użytkowania terenu	Powierzchnia [ha]
Obszary przemysłowe	3.50
Obszary zasiedlone	19.23
Rolnictwo	40.31
Infrastruktura komunikacyjna	1.66
inna	176.90
Lasy	242.74
Suma	**484.34**



Rysunek 45: Głębokości zalewowe w strefie dla rozpatrywanego w opracowaniu odcinka zlewni rzeki Białka Tatrzańska

11 Analiza koniecznych do wykonania prac związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych oraz przyszłą ochroną przeciwpowodziową dla infrastruktury przy uwzględnieniu ochrony walorów przyrodniczych tego terenu.

11.1 Określenie koniecznych do wykonania lokalnych prac związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych

Na podstawie analizy skutków powodzi z lat ubiegłych wykonany został przez RZGW Kraków plan potrzeb w zakresie utrzymania rzek i potoków oraz usuwania skutków powodzi dla pot. Białka (**Załącznik 8**). Założenia planu wraz z kosztami poszczególnych działań naniesiono w tabelach odpowiednio dla gmin, w zależności od lokalizacji poszczególnych inwestycji. Uproszczoną wersję zakresu prac lokalnych wraz z szacunkowym kosztem planowanych inwestycji przedstawiono w poniższej tabeli 30.

Tabela 30: Zakres lokalnych prac związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych na terenie gmin Łapsze Niżne, Nowy Targ i Bukowina Tatrzańska.

GMINA	Zakres prac związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych	Szacunkowy koszt planowanych inwestycji w złotych
Łapsze Niżne	*brak planowanych prac*	-
Nowy Targ	– zabezpieczenie wyrw brzegowych na odcinku 1+400 - 3+000 km – remont budowli regulacyjnych na odcinku 1+400 - 3+000 km – udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 7+300 - 8+820 km – udrożnienie koryta na odcinku 9+100 - 9+400 km	3.026.000 zł
Bukowina Tatrzańska	– udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 14+300 - 16+500 km – udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 16+800 - 19+000km – udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 20+600 - 23+000km	2.450.000 zł

11.1.1 Gmina Łapsze Niżne

W gminie Łapsze Niżne nie przewidziano prac związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych.

11.1.2 Gmina Nowy Targ

W gminie Nowy Targ przewidziano następujący zakres prac związanych z usunięciem skutków powodzi tj. wyrwy brzegowe, uszkodzone budowle regulacyjne (zagrożona m. Nowa Biała) z lat ubiegłych:

- zabezpieczenie wyrw brzegowych na odcinku 1+400 - 3+000 km,
- remont budowli regulacyjnych na odcinku 1+400 - 3+000 km,
- udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 7+300 - 8+820 km,
- udrożnienie koryta na odcinku 9+100 - 9+400 km.

Szacunkowy koszt wszystkim prac lokalnych związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych na terenie gminy Nowy Targ wynosi 3.026.000 zł.

11.1.3 Gmina Bukowina Tatrzańska

W gminie Bukowina Tatrzańska planowany jest następujący zakres prac związanych z usunięciem skutków powodzi tj. zerwane brzegi oraz uszkodzone budowle kamienne, wyrwy brzegowe (zagrożone m. Jurgów) z lat ubiegłych:

- udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 14+300 - 16+500 km,
- udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 16+800 - 19+000km,
- udrożnienie koryta + narzut kamienny na odcinku 20+600 - 23+000km.

Szacunkowy koszt wszystkim prac lokalnych związanych z usunięciem skutków powodzi z lat ubiegłych na terenie gminy Bukowina Tatrzańska wynosi 2.450.000 zł.

11.2 Określenie celów ochrony przeciwpowodziowej

W ramach opracowania na podstawie pozyskanych od gmin informacji oraz wizji lokalnej dokonano analizy obszaru zlewni, mającej na celu określenie głównych celów ochrony przeciwpowodziowej. Cele te posłużyły w późniejszym kroku do określenia wariantowych propozycji ograniczenia zagrożenia powodziowego na terenie zlewni w gminach Łapsze Niżne, Nowy Targ i Bukowina Tatrzańska.

Cele ochrony dla całego obszaru zlewni przedstawiono na mapie „Lokalizacja najbardziej zagrożonych obszarów określona na podstawie analizy historycznych wezbrań powodziowych oraz miejsc potencjalnego zagrożenia powodziowego na terenie zlewni Białki Tatrzańskiej" w skali 1:20 000 stanowiącej **Załącznik 7** niniejszego opracowania. Dodatkowo zdjęcia z wizji lokalnej przedstawiające miejsca najbardziej zagrożone zamieszczono na płycie CD (**Załącznik 13**).

11.2.1 Gmina Łapsze Niżne

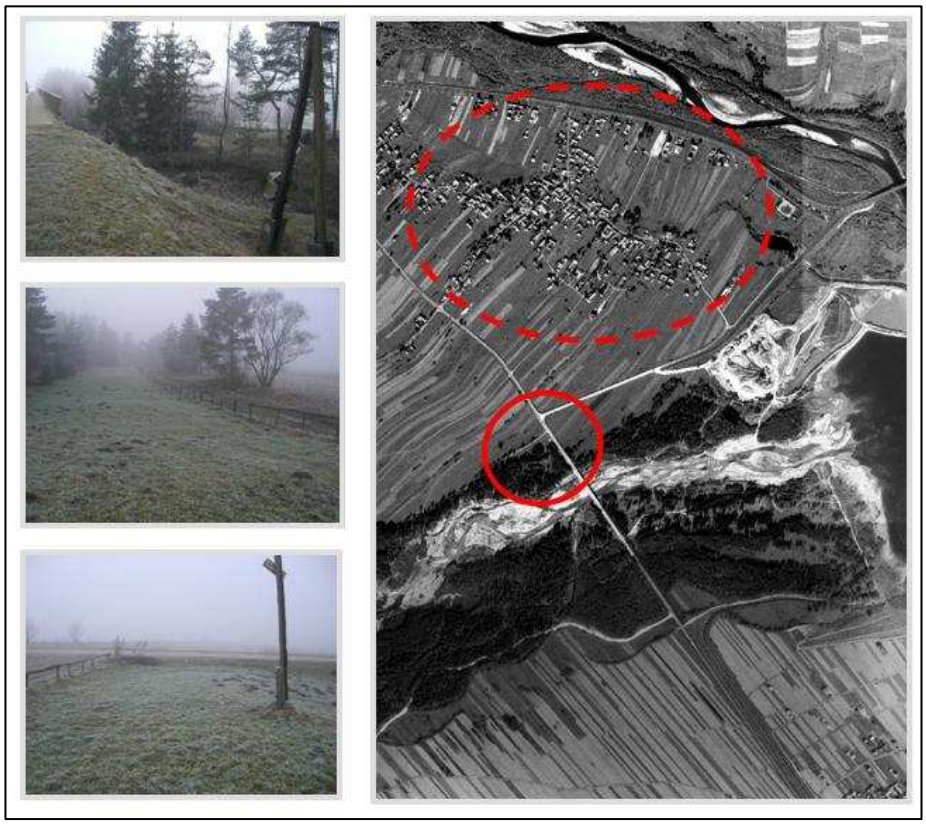
Na podstawie analizy historycznych wezbrań powodziowych w gminie Łapsze Niżne jedynym celem ochrony związanym z przyszłą ochroną przeciwpowodziową dla infrastruktury przy uwzględnieniu ochrony walorów przyrodniczych tego terenu jest teren żwirowni położonej na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki (Rysunek poniżej).

Rysunek 46: Zagrożony obszar żwirowni położonej na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki (gm. Łapsze Niżne)

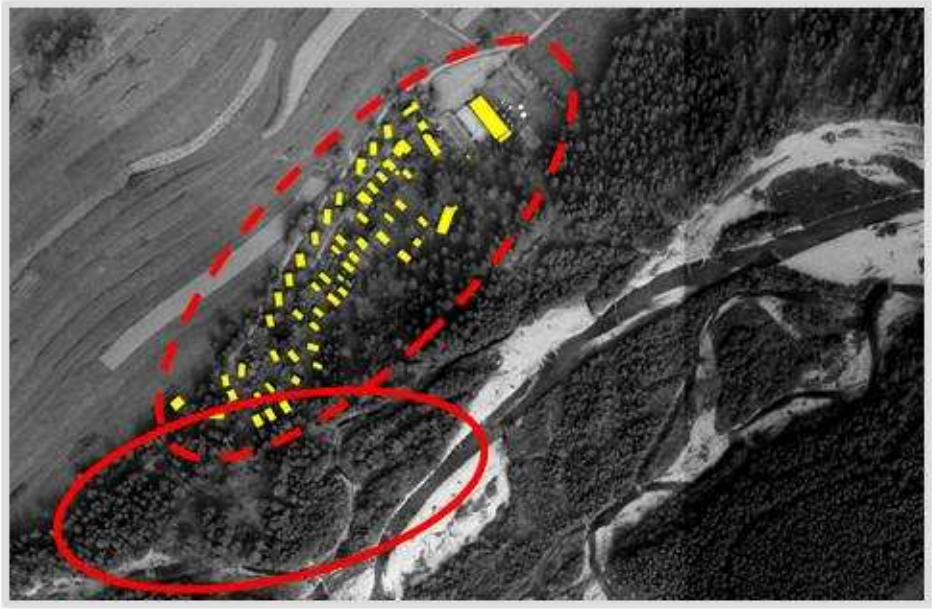
11.2.2 Gmina Nowy Targ

Analiza historycznych wezbrań powodziowych w gminie Nowy Targ pozwoliła określić następujace cele ochrony związane z przyszłą ochroną przeciwpowodziową dla infrastruktury przy uwzględnieniu ochrony walorów przyrodniczych tego terenu:

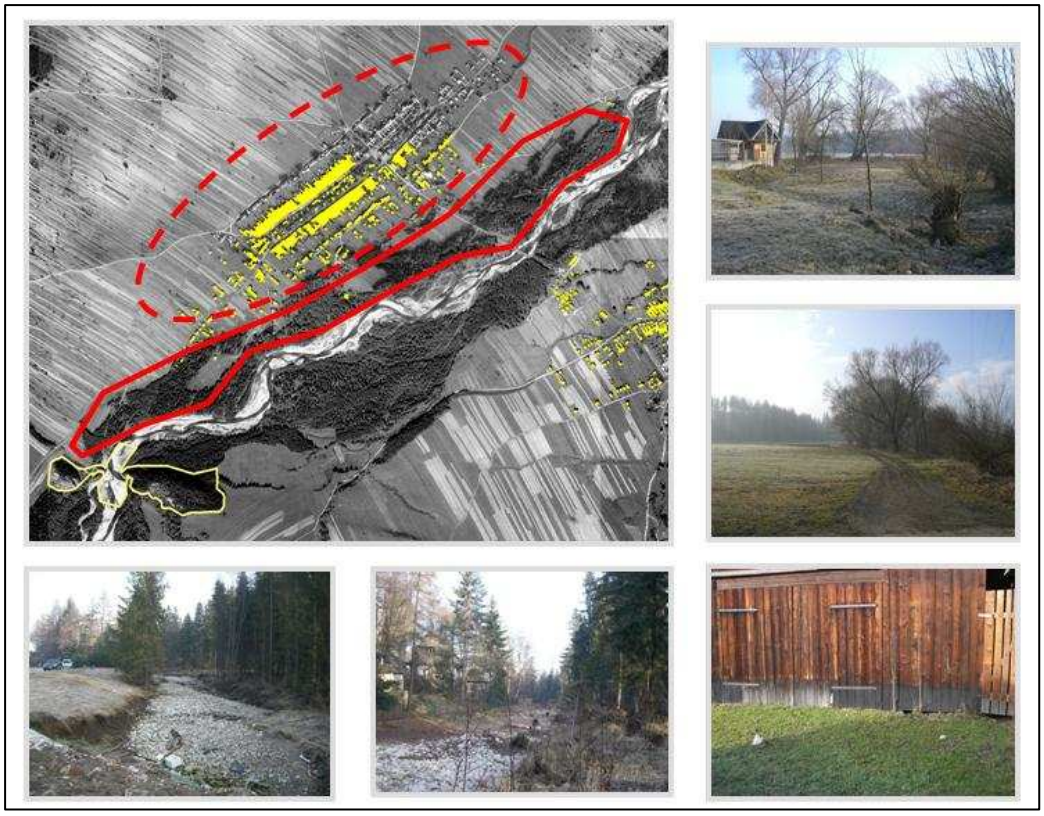
- *miejscowość Dębno* - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422,
- *miejscowość Dębno* - obszary turystyczno-rekreacyjne położone lewostronnie w rejonie mostu na km 3+300 – 4+200,
- *miejscowość Nowa Biała* - obszary położone lewostronnie na km 6+000 – 9+000,
- *miejscowość Nowa Biała, Przełom pod Krempachami* - obszary położone lewostronnie na km 8+500 – 9+500,
- *miejscowości Białka Dolna, Kamieniec, Pod Grapą* - obszary położone lewostronnie na km 10+600 – 13+200,
- *miejscowości Karkoszówka, Kaniówka* - obszary położone lewostronnie na km 14+000 – 17+200,
- *miejscowość Krempachy* - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700.



Rysunek 47: Zagrożone obszare położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 biegu rzeki - miejscowość Dębno (gm. Nowy Targ)

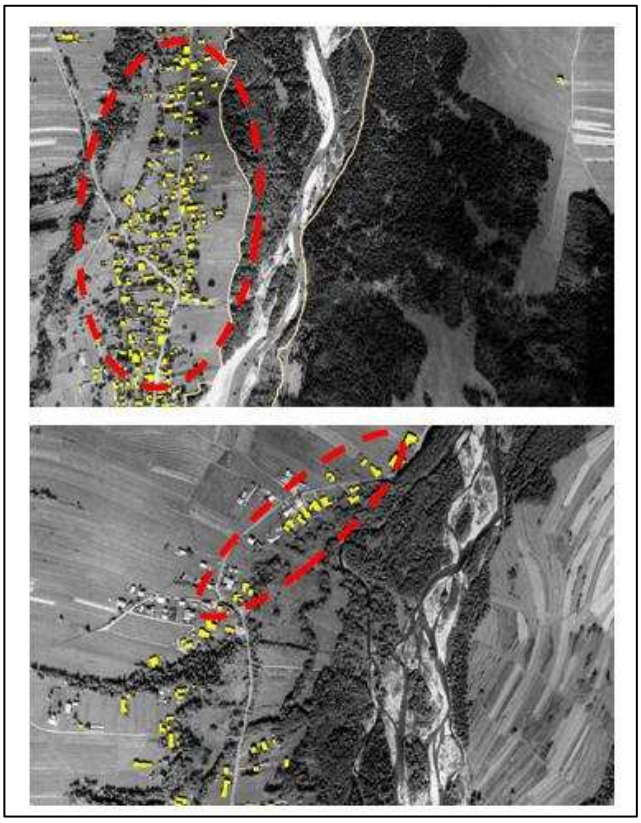


Rysunek 48: Zagrożone obszary turystyczno-rekreacyjne położone lewostronnie w rejonie mostu na km 3+300 – 4+200- miejscowość Dębno (gm. Nowy Targ)

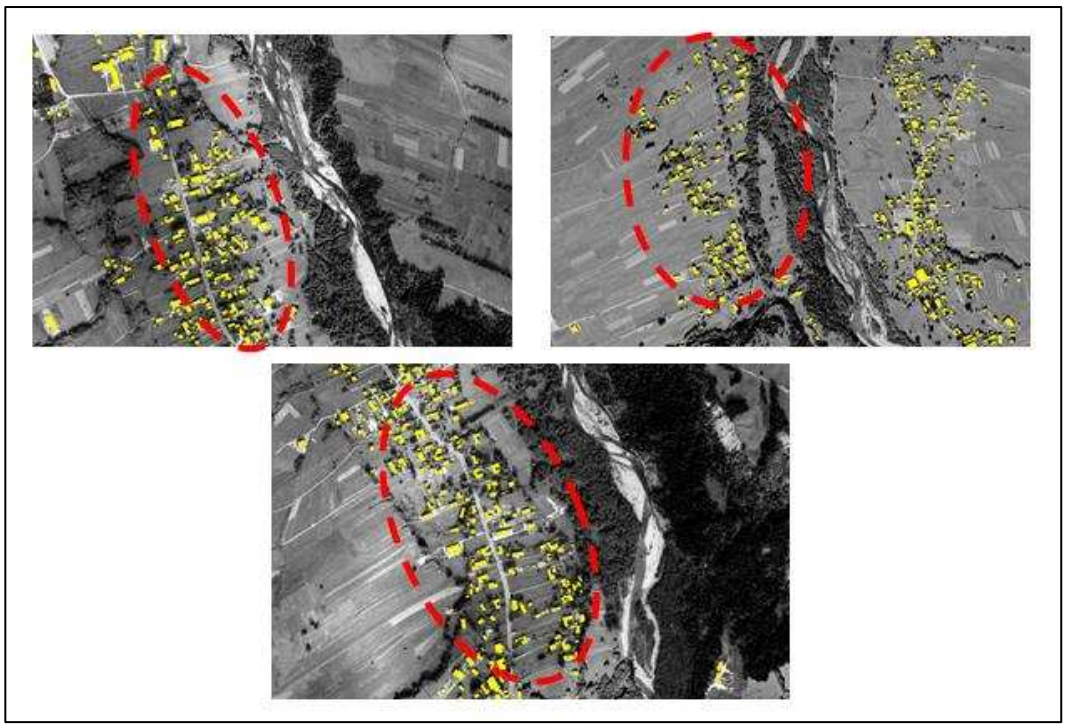


Rysunek 49: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 6+000 – 9+000 - miejscowość Nowa Biała (gm. Nowy Targ)

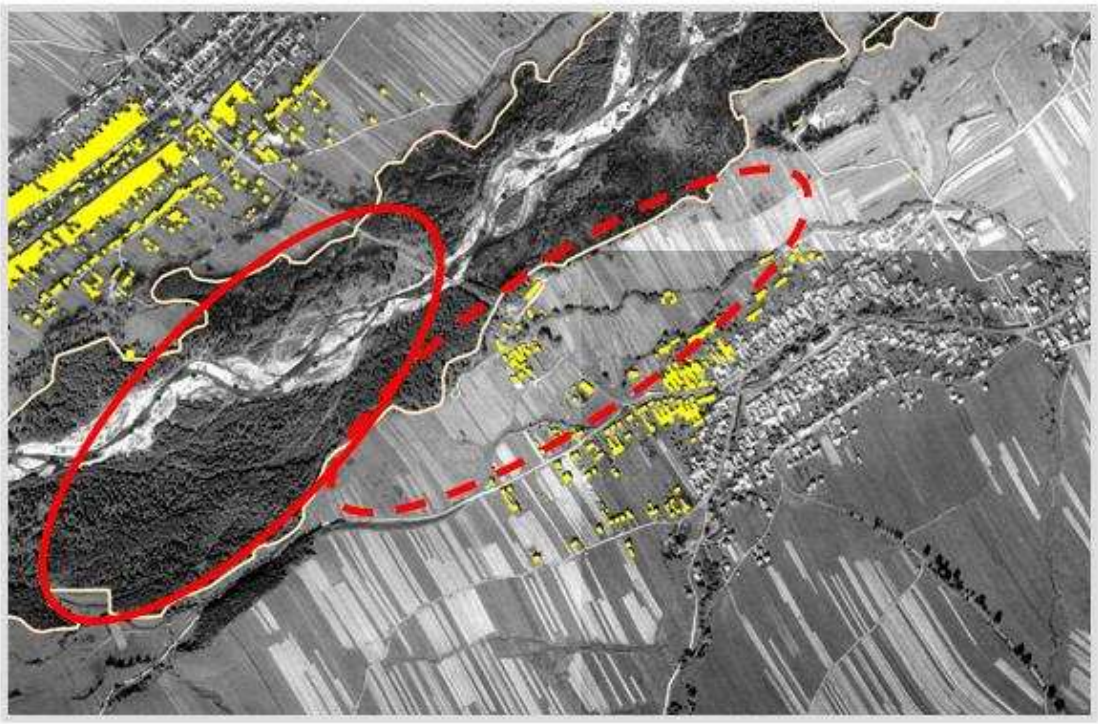
Rysunek 50: Zagrożone obszary obszary położone lewostronnie na km 8+500 – 9+500- miejscowość Nowa Biała, Przełom pod Krempachami (gm. Nowy Targ)



Rysunek 51: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 10+600 – 13+200 - miejscowość Białka Dolna, Kamieniec, Pod Grapą (gm. Nowy Targ)



Rysunek 52: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 14+000 – 17+200 - miejscowość Karkoszówka, Kaniówka (gm. Nowy Targ)



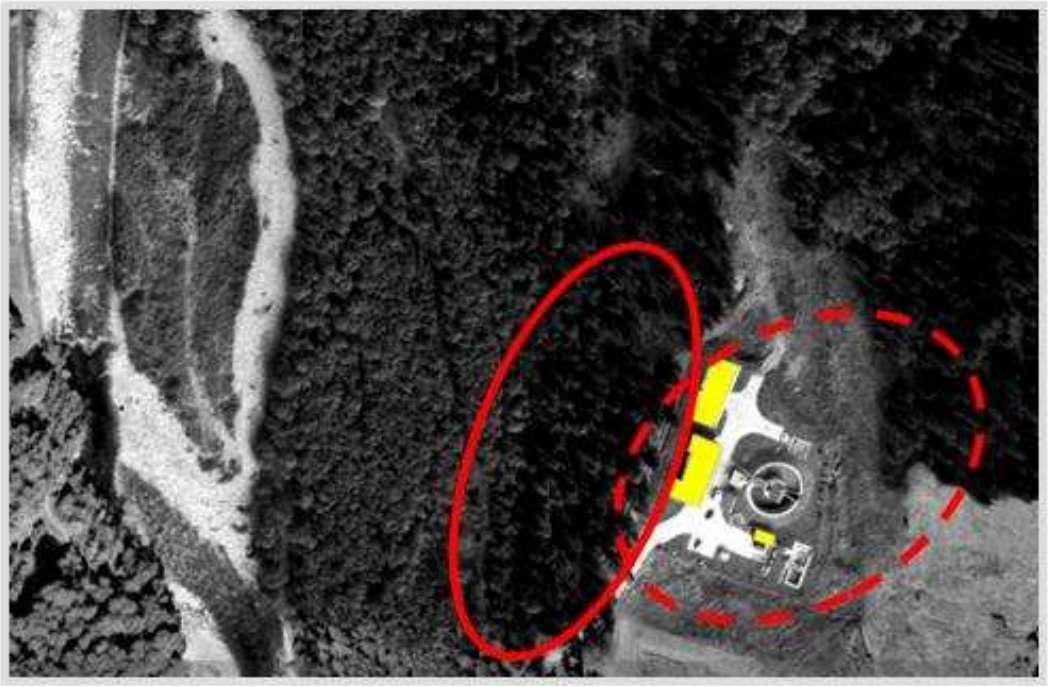
Rysunek 53: Zagrożone obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 - miejscowość Krampachy (gm. Nowy Targ)

11.2.3 Gmina Bukowina Tatrzańska

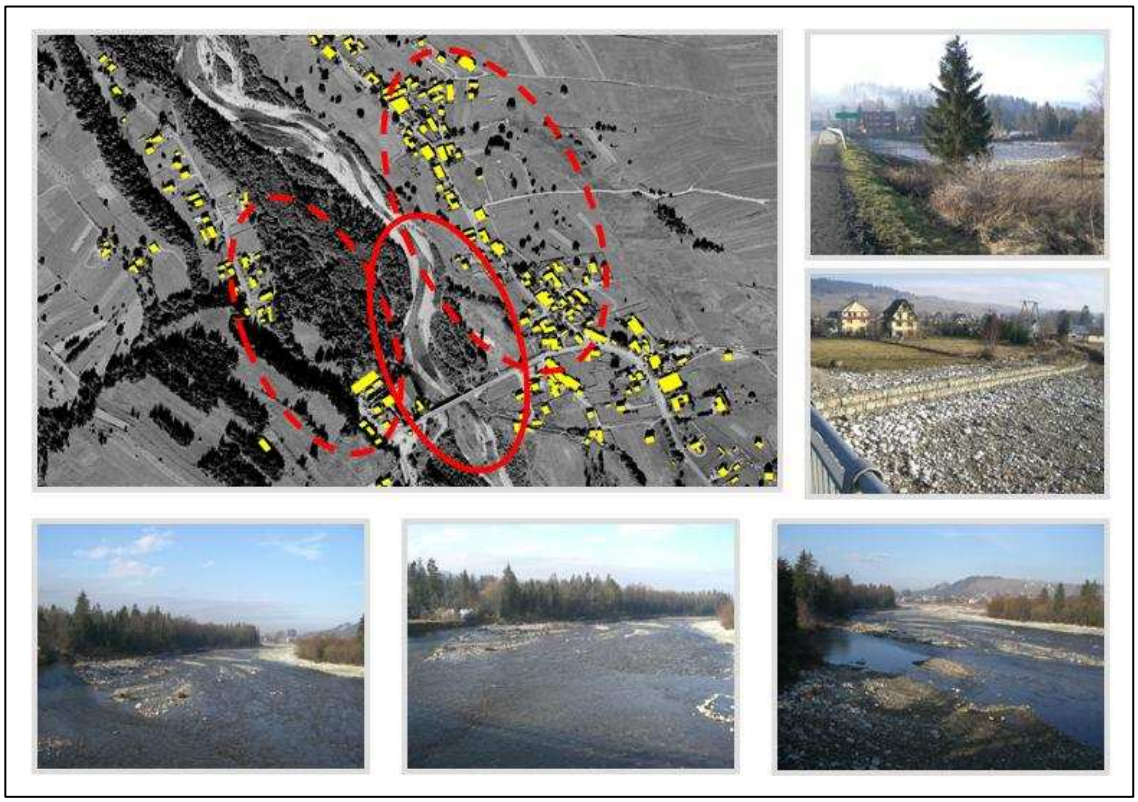
W gminie Bukowina Tatrzańska analiza historycznych wezbrań powodziowych wskazała następujące cele ochrony związane z przyszłą ochroną przeciwpowodziową dla infrastruktury przy uwzględnieniu ochrony walorów przyrodniczych tego terenu:

- *miejscowość Białka Tatrzańska* - obszary położone lewostronnie na km 13+100 – 14+200,
- *miejscowość Czarna Góra* - oczyszczalnia ścieków położona prawostronnie na km 15+800,
- *miejscowości Czarna Góra, Bukowina Tatrzańska* - obszary położone prawo- i lewostronnie na km 17+300 – 18+200,
- *miejscowość Jurgów* - obszary położone w rejonie mostu w Jurgowie na km 19+900 – 21+600.

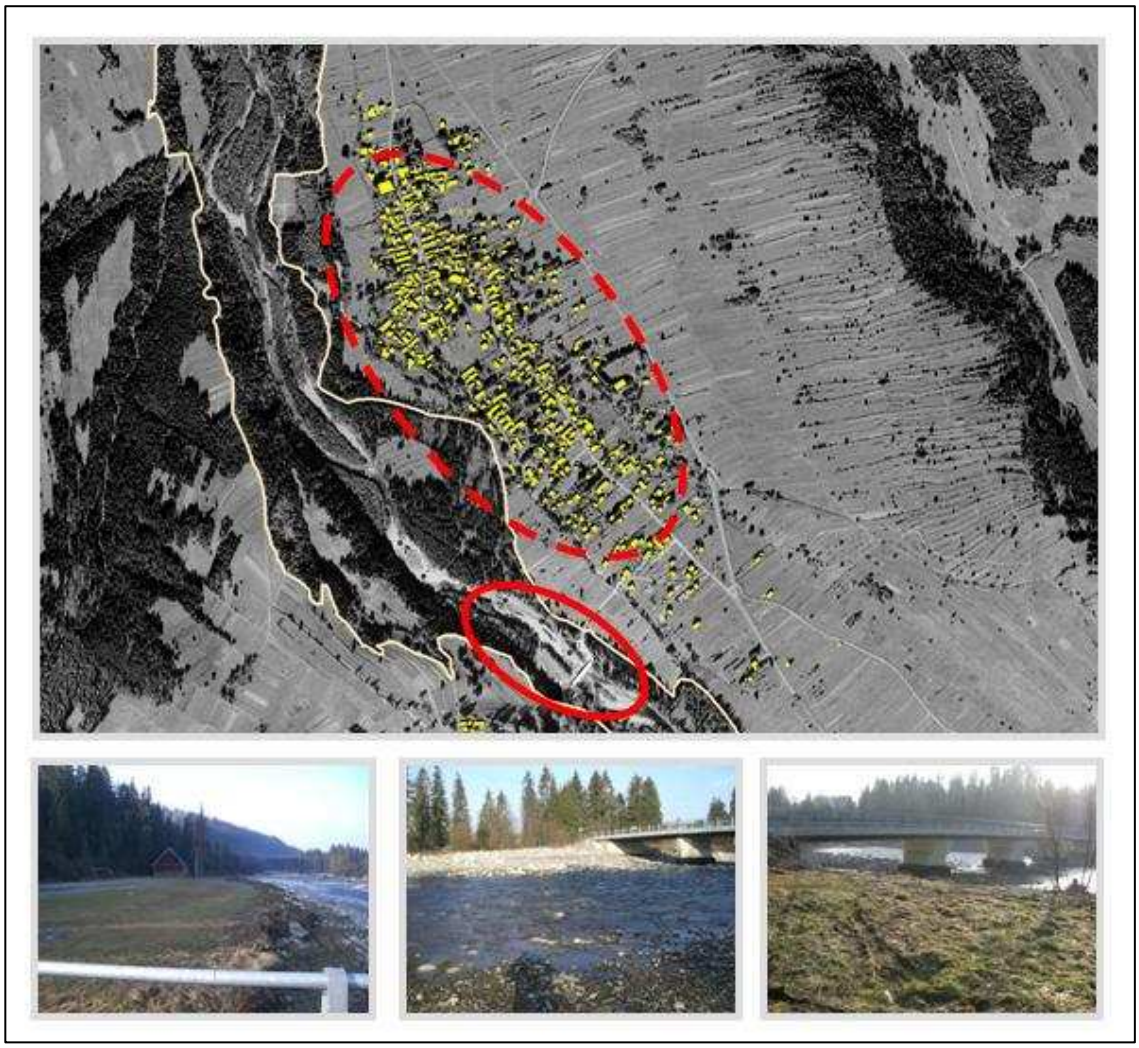
Rysunek 54: Zagrożone obszary położone lewostronnie na km 13+100 – 14+200- miejscowość Białka Tatrzańska (gm. Bukowina Tatrzańska)



Rysunek 55: Zagrożony obszar oczyszczalni ścieków położonej prawostronnie na km 15+800 - miejscowość Czarna Góra (gm. Bukowina Tatrzańska)



Rysunek 56: Zagrożone obszary położone prawo- i lewostronnie na km 17+300 – 18+200- miejscowości Czarna Góra, Bukowina Tatrzańska (gm. Bukowina Tatrzańska)



Rysunek 57: Zagrożone obszary położone w rejonie mostu w Jurgowie na km 19+900 – 21+600- miejscowość Jurgów (gm. Bukowina Tatrzańska)

11.3 Analiza wpływu infrastruktury mostowej na sytuację powodziową na obszarze zlewni Białka Tatrzańska

11.3.1 Sprawdzenie spełnienia warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie

W związku z zaistniałą sytuacją jaka miała miejsce podczas ostatniej powodzi w 2008r. tj. zniszczenia dwóch mostów oraz zahamowaniem przepływu przez drzewa zatrzymane na przęsłach mostów w czasie wezbrań na rzece Białka Tatrzańska dla wszystkich pięciu mostów sprawdzono czy spełnione są warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (mosty) zgodnie z Rozporządzeniem ministra transportu i gospodarki wodnej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

Według rozporządzenia mosty:

- na drogach klasy A, S, GP (drogi krajowe) powinny być projektowane na prawdopodobieństwo 0,3%;
- na dogach klasy G, Z (drogi wojewódzkie i powiatowe) na prawdopodobieństwo 0,5%;
- na dogach klasy L, D (drogi gminne) na prawdopodobieństwo 1%.

Dla wszystkich mostów powinna być zapewniony zapas 1,0 m między rzędną wody spiętrzonej przed mostem a spodem konstrukcji.

Dodatkowo spełniony powinnien być warunek na światła mostu (Ze względu na górski charakter cieku jego światło należy zwiększyć o 15%.) :

<u>Światło mostu</u> obliczono ze wzoru:

$$L = B_{og} \cdot \left(\frac{Q_m}{Q_{og}} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot P^{\frac{-3}{2}}$$

gdzie:

Bog – szerokość koryta głównego dla rzędnej wody miarodajnej – dla przekroju mostu

Qog – przepływ w korycie głównym niezabudowanym –

Qm – przepływ miarodajny

P – dopuszczalny stopień rozmycia przekroju mostowego

W celu sprawdzenia poniższych warunków z uwagi na to, że most Bukowina Tatrzańska / Czarna Góra (km 18+173) znajduje się na drodze krajowej zgodnie z rozporządzeniem dodatkowo dokonano obliczeń modelowych dla Wariantu „0" dla prawdopodobieństwa przewyższenia p=0,3%.

Warunek 1 dotyczący zapasu wysokości 1,0 m, zapewnionego między rzędną wody spiętrzonej przed mostem, a spodem konstrukcji:

Warunek ten spełniają poniższe mosty (Tabela 30):

Most 2 – na drodze powiatowej Nowa Biała / Krempachy (km 6+744),

Most 3 - na drodze powiatowej Gronków / Gliniki (km 10+503),

Most 4 - na drodze krajowej Bukowina Tatrzańska /Czarna Góra (km 18+173).

Warunku tego nie spełniają poniższe mosty (Tabela 30):

Most 1 – na drodze powiatowej w Dębnie (km 1+422),

Most 5 - na drodze wojewódzkiej w Jurgowie (km 21+559).

Na moście w Dębnie niedobór wymiaru obiektu jest tak duży (160 cm) , że powoduje przelewanie się wód powyżej konstrukcji mostu. Spód konstrukcji mostowej dla mostu w Jurgowie jest o 40 cm za nisko.

Tabela 31: Sprawdzenie warunku dotyczącego zapasu między rzędną wody spiętrzonej przed mostem, a spodem konstrukcji

L.p.	Droga	prawdopodobieństwo	Kilometraż	Spód konstrukcji	Rzęda zw. Wody	Spód konstrukcji - Rzęda zw. wody
1	powiatowa	Q=0.5%	1+422	540,400	540,958	-0,558
2	powiatowa	Q=0.5%	6+744	599,950	597,687	2,263
3	powiatowa	Q=0.5%	10+503	643,510	642,047	1,463
4	krajowa	Q=0.3%	18+173	738,360	736,894	1,466
5	wojewódzka	Q=0.5%	21+559	783,590	782,948	0,642

Warunek 2 dotyczący światła mostu:

Warunek ten spełniają poniższe mosty (tabela 31):

Most 1 – na drodze powiatowej w Dębnie (km 1+422),

Most 2 – na drodze powiatowej Nowa Biała / Krempachy (km 6+744),

Most 4 - na drodze krajowej Bukowina Tatrzańska /Czarna Góra (km 18+173),

Most 5 - na drodze wojewódzkiej w Jurgowie (km 21+559).

Warunku tego nie spełniają poniższe mosty (tabela 31):

Most 3 - na drodze powiatowej Gronków / Glinki (km 10+503),

Niedobór światła mostu 3 w Gronków / Glinki na drodze powiatowej (km 10+503) wynosi 5,5 m.

Tabela 32: Sprawdzenie warunku dotyczącego światła mostu

L.p.	Droga	prawdopodobieństwo	Kilometraż	Światło mostu	Wymagane światło mostu	Wymagane światło mostu - światło mostu
1	powiatowa	Q=0.5%	1+422	120	100,74	19,260
2	powiatowa	Q=0.5%	6+744	80	74,75	5,250
3	powiatowa	Q=0.5%	10+503	75	80,5	-5,500
4	krajowa	Q=0.3%	18+173	77	63,25	13,750
5	wojewódzka	Q=0.5%	21+559	59	57,5	1,500

W związku z powyższym, czyli niespełnieniem zgodnie z rozporządzeniem ministra transportu i gospodarki wodnej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie dla trzech z pięciu obiektów mostowych na terenie zlewni zaleca się przebudowę następujących mostów, sugerując niżej wymienione rozwiązania:

- Most 1 – na drodze powiatowej w Dębnie (km 1+422) – podwyższenie konstrukcji mostu,
- Most 3 - na drodze powiatowej Gronków / Glinki (km 10+503) – poszerzenie światła mostu,
- Most 5 - na drodze wojewódzkiej w Jurgowie (km 21+559) - podwyższenie konstrukcji mostu.

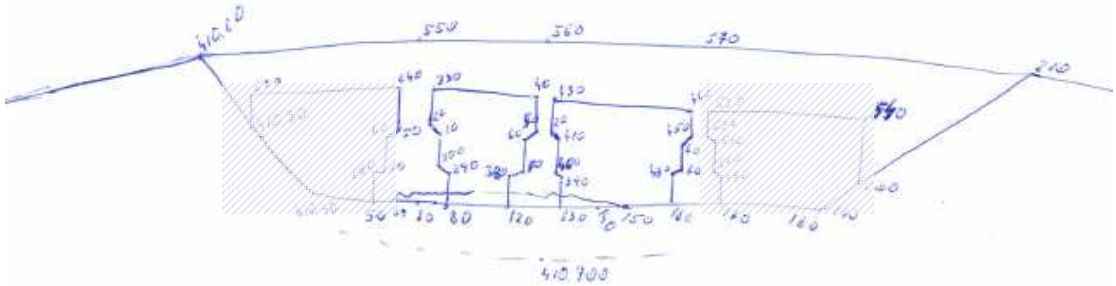
11.3.2 Wyznaczenie strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta

W związku z tym wyznaczona przy pomocy obliczeń modelowych dla stanu istniejącego strefa zalewowa nie potwierdziła dokładnie zaistniałych w czasie powodzie 2008 zderzeń (obszarów zalewanych), podjęto decyzję aby sprawdzić dodatkowo w jaki sposób ulegnie zmianie granica zalewu przy założeniu, że część przęsel mostowych z uwagi na transportowany i blokujący rumosz drzewny będzie zamknięta.

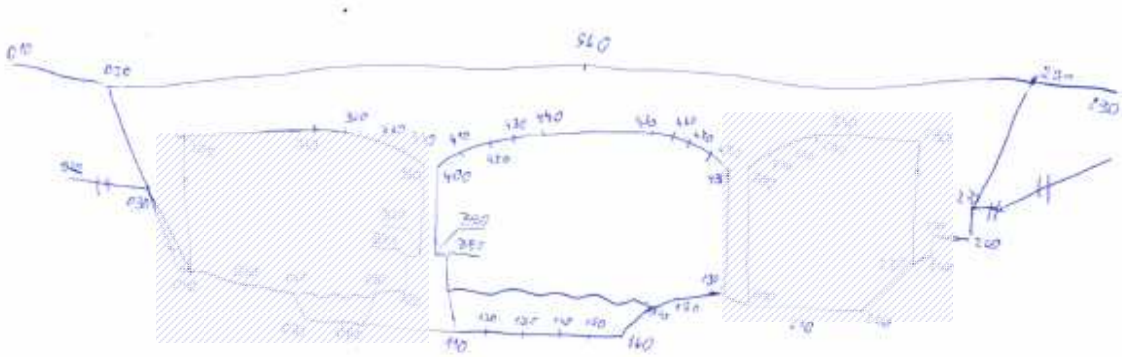
W ten sposób można sprawdzić negatywny wpływ rumowiska oraz rumosza drzewnego blokujacego przęsła mostowe na zwiększenie obszaru strefy zaleowej na obszarze zlewni oraz podwyższenie głębokości zalewowych. Na tej podstwie będzie można w przyszłości przewidzieć i zalecić poprawę sytuacji powodziowej nie tylko w miejscach wyznaczonych dla Wariantu „0", ale także na obszarach, w pobliżu których przęsła piętrzonych mosty pod naporem transportownego rumoszu i rumowiska są blokowane.

Obliczenia modelowe zostały przeprowadzone dla prawdopodobieństwa przewyższenia p=1%, przy założeniu, że przedstawione na rysunku przęsła poszczególnych obiektów mostowych są

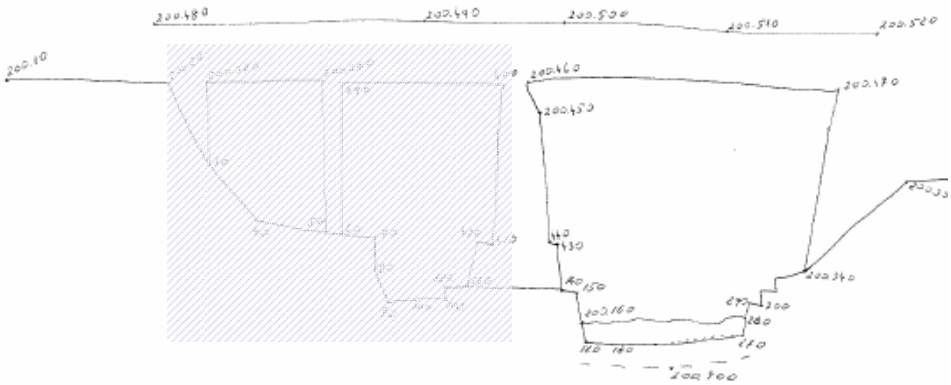
zamknięte. W identyczny sposób jak na po niższych schematach przęsła mostów zostały zamknięte i w taki sposób odwzorowane w modelu hydraulicznym.



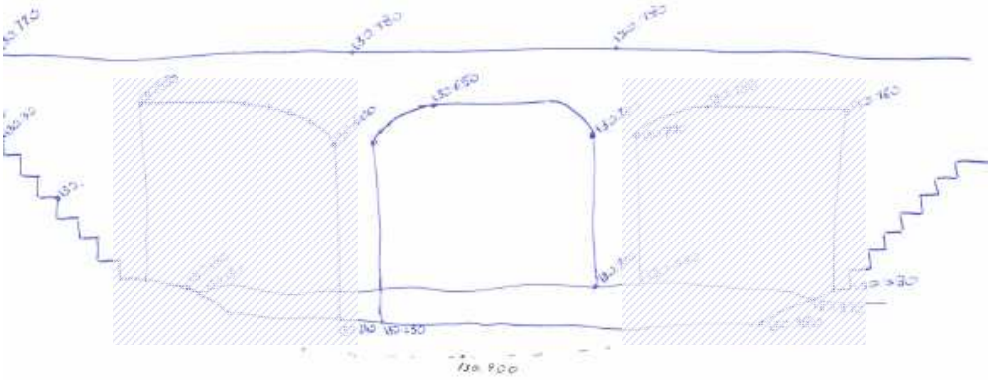
Rysunek 58: Przyjety schemat budowli mostowej (21+559 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta



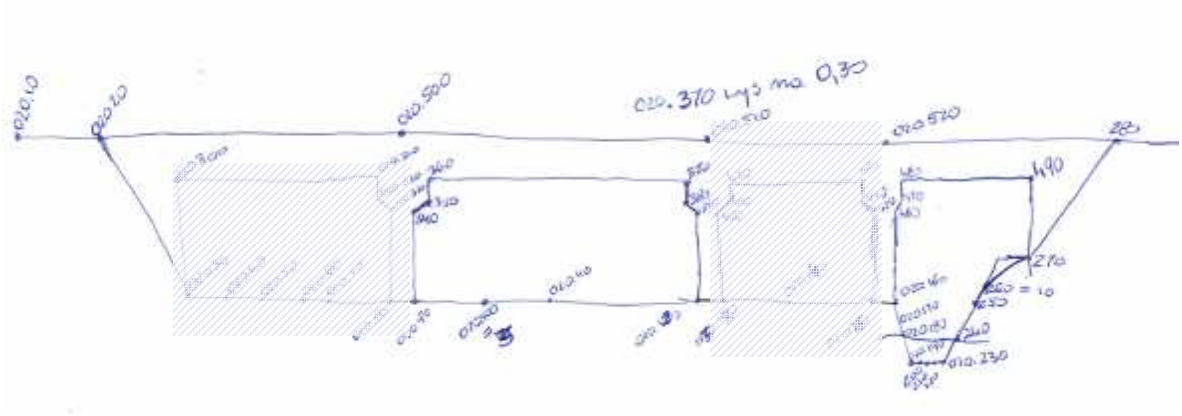
Rysunek 59: Przyjety schemat budowli mostowej (18+173 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta



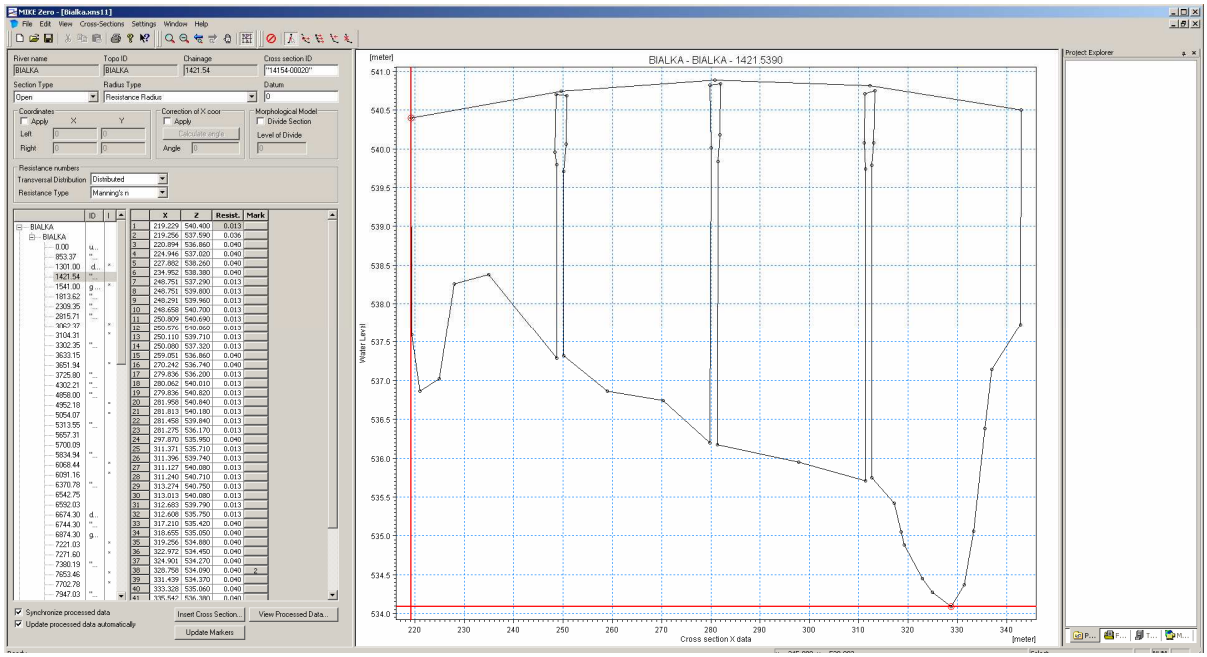
Rysunek 60: Przyjety schemat budowli mostowej (10+503 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta



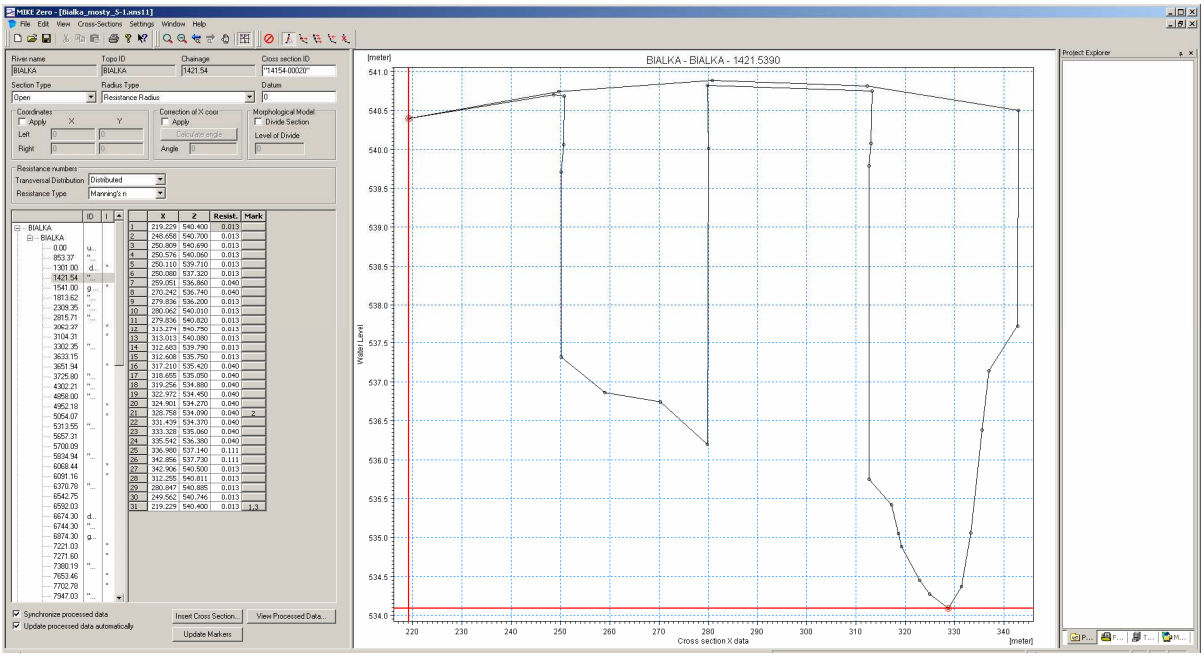
Rysunek 61: Przyjety schemat budowli mostowej (6+744 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta



Rysunek 62: Przyjety schemat budowli mostowej (1+422 km) w celu wyznaczenia strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta

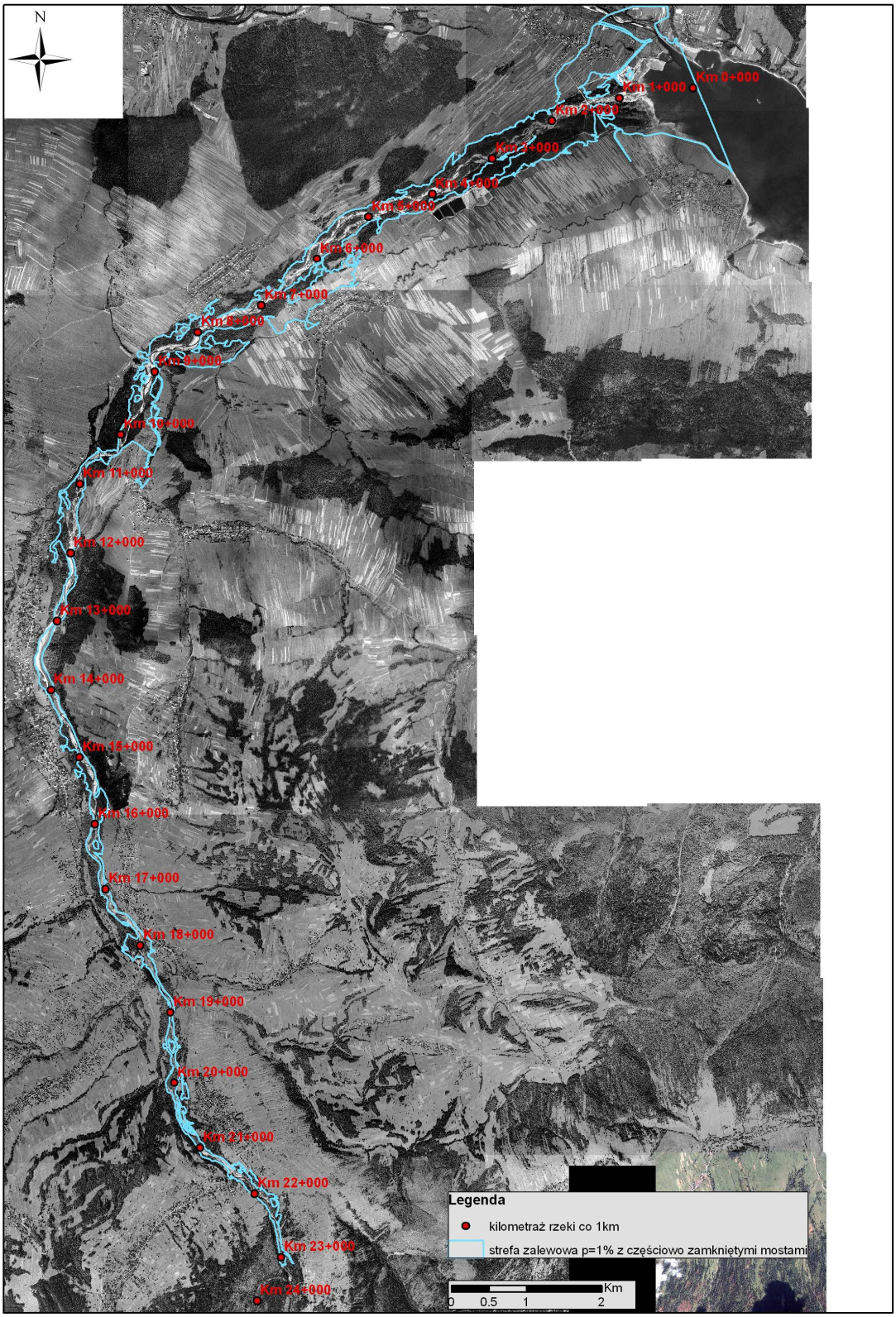


(1)

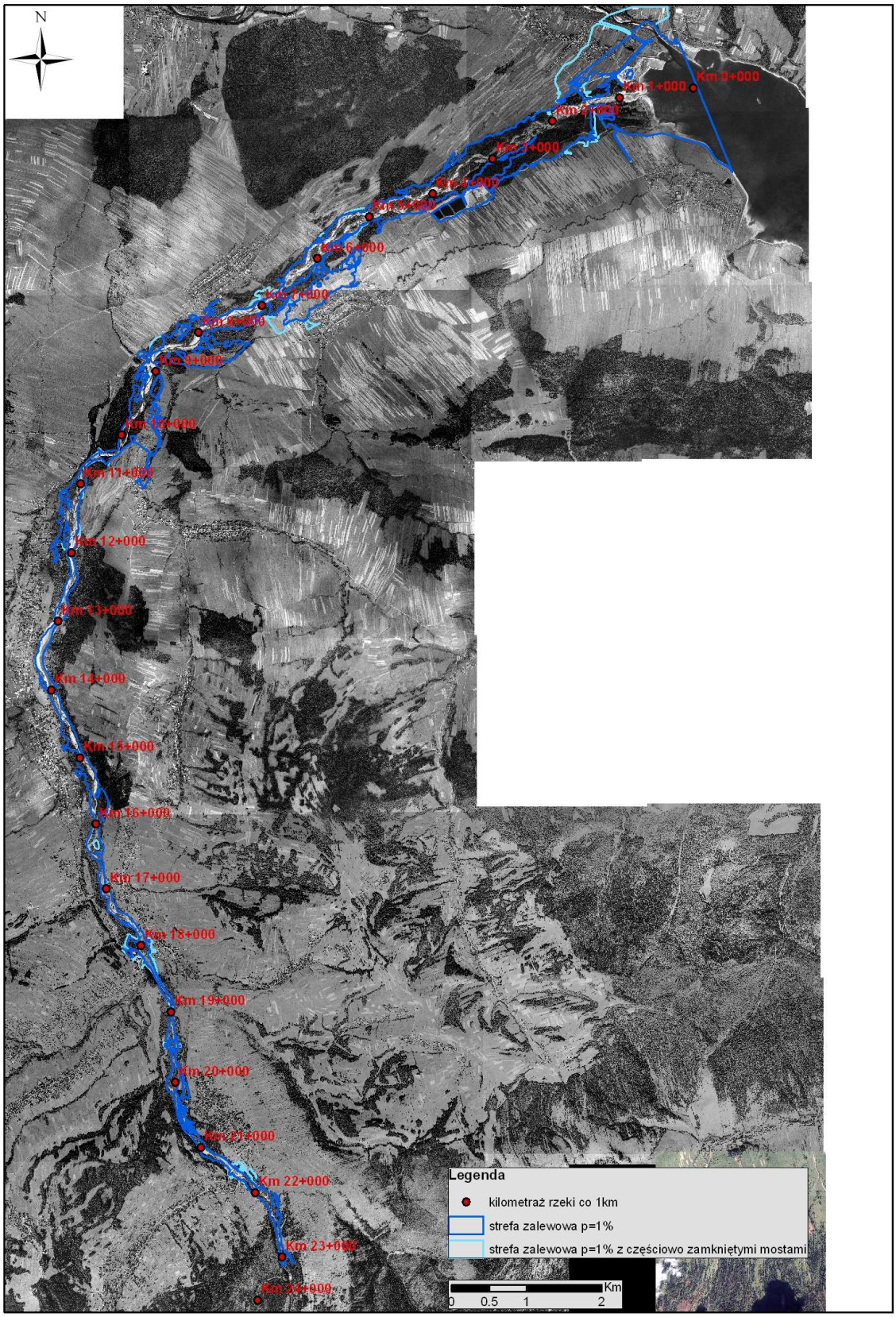


(2)

Rysunek 63: Zaimplementowany do modelu przekrój mostowy (21+559 km): (1) wszystkie przesęła mostowe otwarte; (2) część przesęł mostowych jest zamknięta



Rysunek 64: Wyznaczona strefa zalewowe dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta



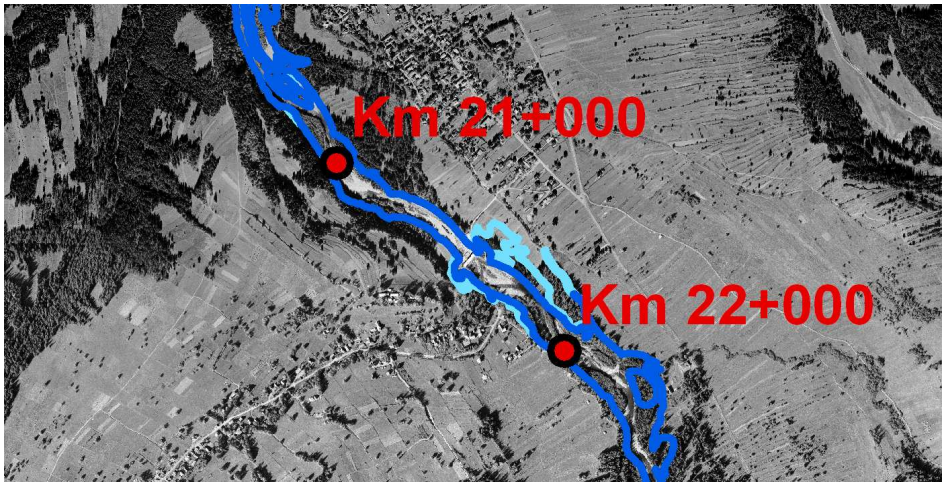
Rysunek 65: Porównanie strefy zalewowej dla wariantu 0 z wyznaczoną strefą zalewową dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta

Metodykę wyznaczenia strefy zalewowej opisano w punktach 15-16.

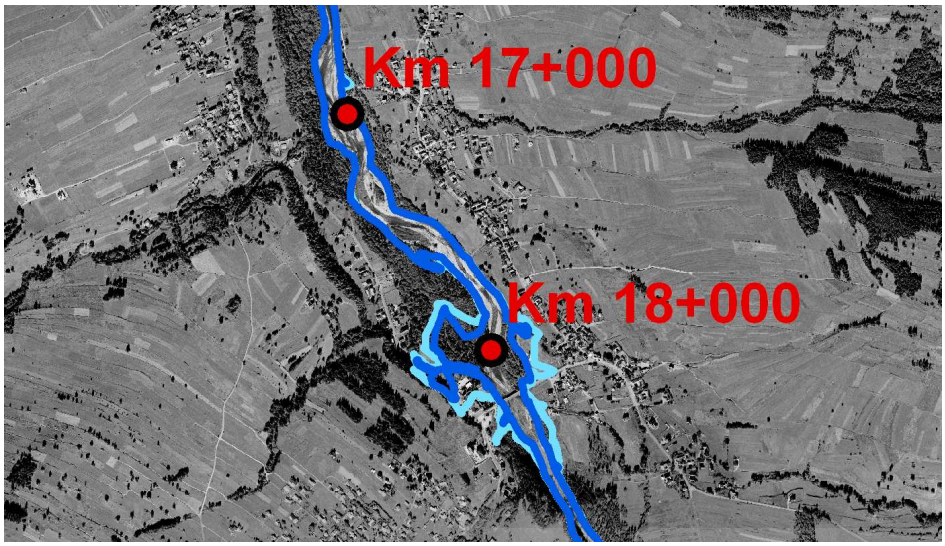
Porównując strefę zalewową dla wariantu „0” oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta możliwość największego wpływu zablokowania przęseł mostowych na zwiększenie zagrożenia powodziowego dla obszarów zasiedlonych oraz istniejącej infrastruktury stwarzają mosty:

- km 21+559 (Most Jurgów),
- km 18+173 (Most Bukowina Tatrzańska/Czarna Góra),
- km 6+744 (Most Nowa Biała/Krempachy),
- km 1+422 (Most Dębno).

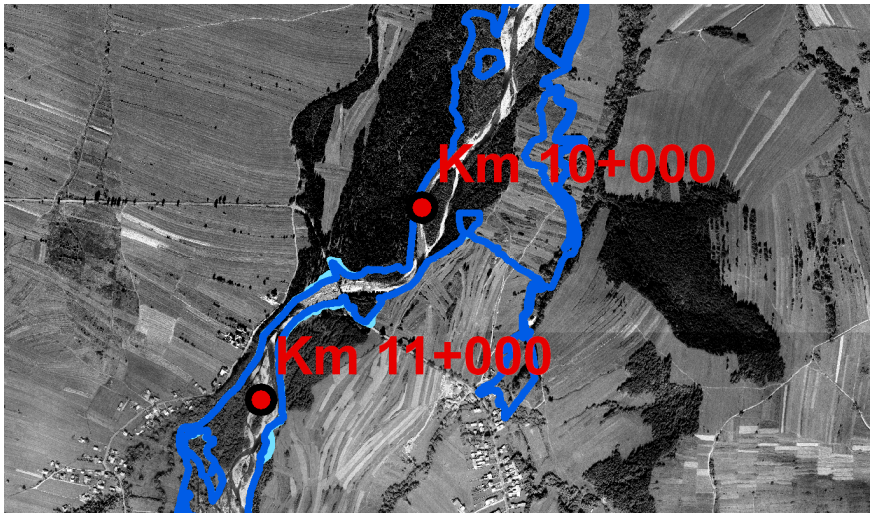
W dokładniejszy sposób zoobrazowane jest to na poniższych rysunkach.



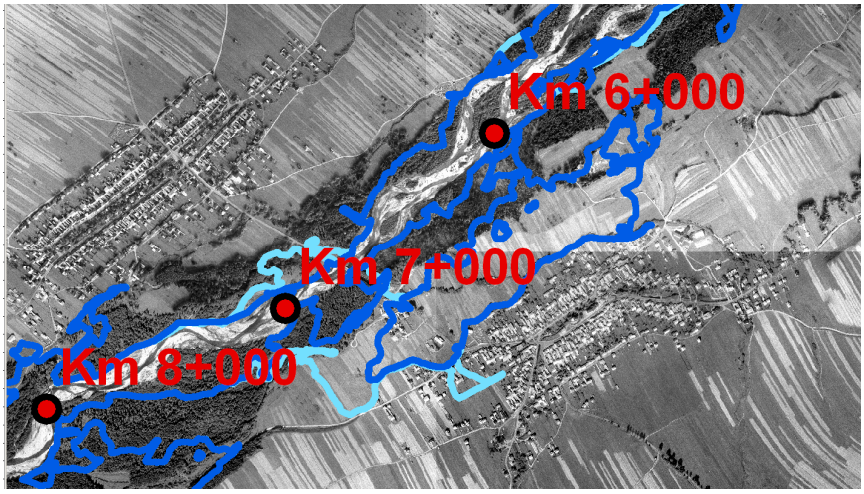
Rysunek 66: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 21+559)



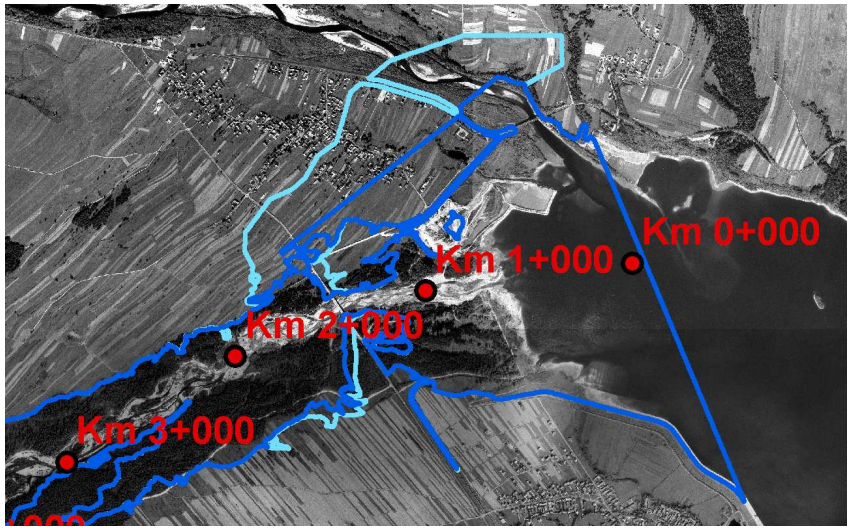
Rysunek 67: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 18+173)



Rysunek 68: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 10+503)



Rysunek 69: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 6+744)



Rysunek 70: Różnice w wyznaczonej stefie zalewowej dla wariantu 0 oraz dla wariantu przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta dla obszaru w pobliżu mostu (km 1+422)

12 Zalecenia dotyczące poprawy sytuacji powodziowej wynikającej z niespełnienia warunków dot. mostów

Na podstawie analizy wpływu infrastruktury mostowej na sytuację powodziową zwracając szczególną uwagę na :

- ocenę wezbrań historycznych,
- spełnienie warunków zgodnie z rozporządzeniem ministra transportu i gospodarki wodnej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych,
- granice strefy zalewowej dla wody „stuletniej" przy założeniu, że część przesęł mostowych jest zamknięta

zalecono w koncepcji dla mostów mających największy wpływ na pogorszenie sytuacji powodziowej w przypadku zablokowania przęseł mostowych przez rumosz drzewny i rumowisko zastosowanie działań ochronnych mających powstrzymać transport rumoszu drzewnego oraz w sposób kontrolowany jego zmniejszenie.

Na podstawie niemieckich i austriackich doświadczeń w zakresie działań ochrony przeciwpowodziowej dla rzek górskich w celu ochrony obiektów mostowych oraz terenów przyległych jako jedno z najnowocześniejszych i najskuteczniejszych rozwiązań zaproponowano w koncepcji „zaporę przeciwrumoszową" (niem. Wildholzrechen) (rysunki poniżej) [12]. Zapora ta ma nie tylko za zadanie zabezpieczenie mostów przed zniszczeniem w wyniku rumoszu drzewnego, ale również zabezpieczać obszary chronione np. obszary Natury 2000 przez zniszczeniem w wyniku zbierających się w czasie powodzi drzew.

Rysunek 71: Przykłady „zapory przeciwrumoszowej": A – krata przeciwrumoszowa, B – V-kształtna zapora przeciwrumoszowa, C, D- sieć przeciwrumoszowa [12].

Jako rozwiazązania najbardziej zalecane w przypadku rzeki Białka Tatrzańska (tj. rzeka o dużym spadku i dużym ruchu rumoszu drzewnego oraz rumowiska kamiennego w czasie wezbrań powodziowych) jest „zapora przecirumoszowa" wykonana w postacie palisady ze stalowych rur posadowionych na wbijanych palach (rysunek 71 – przykład B) [12].

Zapora ta jest projektowana na wodę o prawdopodobieństwie p=1%, przy założeniu że górne rzędne palisady są posadowione 2m powyżej rzędnej zwierciadła wody dla tego prawdopodobieństwa na tym odcinku. Palisada/Zapora wykonana jest ze zabetonowanych stalowych rur o średnicy 80 cm i wysokości około 4,5 m. Rury posadowione są na palach wierconych do głębokości około 9m. Głębokości palowania są określane na etapie projektu budowlanego, tak samo jak dobór ilości rur, który uzależniony jest od szerokości przekroju poprzecznego koryta. Dodatkowo dno koryta i boczne skarpy po wykonaniu palisady zabezpieczone są narzutem kamiennym. Kształt V palisady ma na celu zbieranie rumoszu drzewnego w sposób kontrolowany poprzez konstrukcję palisadową stanowiącą coś w rodzaju „kieszeniowej" przeszkody (rysunek 72) [13, 14].

Rysunek 72: Przykład projektu „zapory przeciwrumoszowej" w Pöllat / Wildbach oraz Leizach [13, 14]

Na odcinku zlewni Białka Tatrzańska takie rozwiązanie jest zalecane w czterech miejscach zlokalizowanych przed następującymi obiektami obiektami mostowymi:

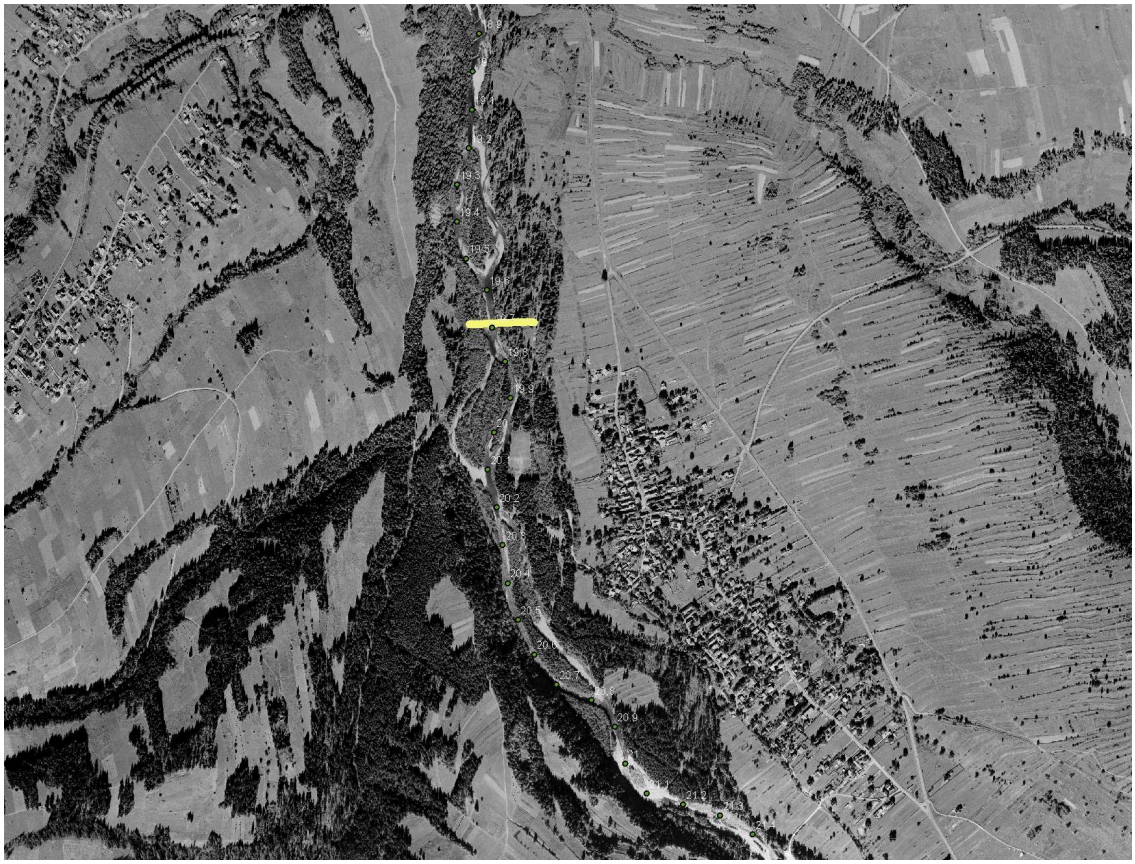
- km 21+559 (Most Jurgów),
- km 18+173 (Most Bukowina Tatrzańska/Czarna Góra),
- km 6+744 (Most Nowa Biała/Krempachy),

- km 1+422 (Most Dębno).

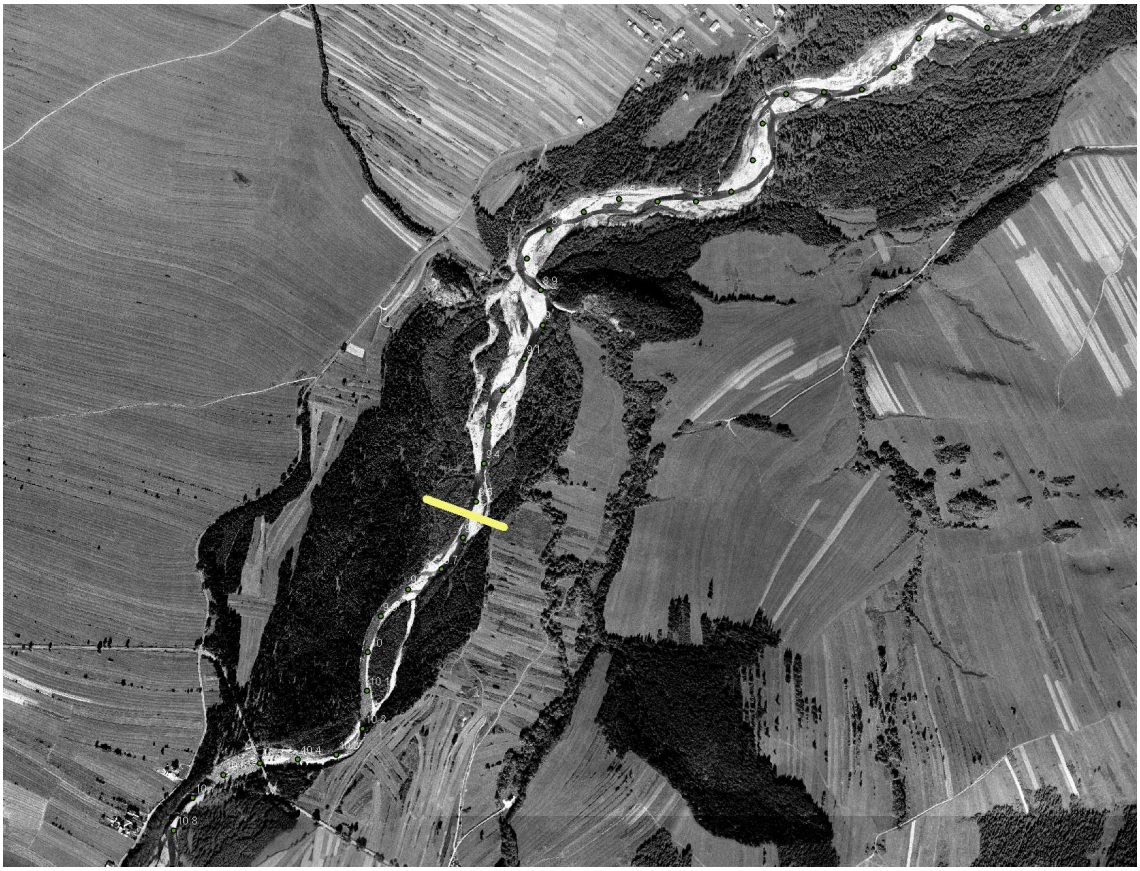
Na podstawie przeprowadzonej analizy strefy zalewowej, lokalizacji obszarów zabudowanych dokonano wstępnej lokalizacji zapór przeciwrumoszowych, w taki sposób aby w przypadku ich piętrzenia w czasie powodzi nie były przyczyną dodatkowego zagrożenia powodziowego na obszarze zlewni. Dodatkowo sugerowano się łatwych dojazdem do miejsca poponowanej palisady, tak aby po przejściu fali powodziowej ochotnicze straże pożarne /mieszkańcy mogli w łatwy sposób dotrzec usunąć z palisady zebrane w czasie powodzi drzewa itp. Proponowana lokalizacja zapór przeciwrumoszowych to odpowiednie kilometraże biegu rzeki, przedstawiono dodatkowo na poniższych rysunkach:

- km 22+400 - gmina Bukowina Tatrzańska (rysunek 73)
- km 19+700 - gmina Bukowina Tatrzańska (rysunek 74)
- km 9+600 - gmina Nowy Targ (rysunek 75)
- km 4+900 - gmina Nowy Targ (rysunek 76)

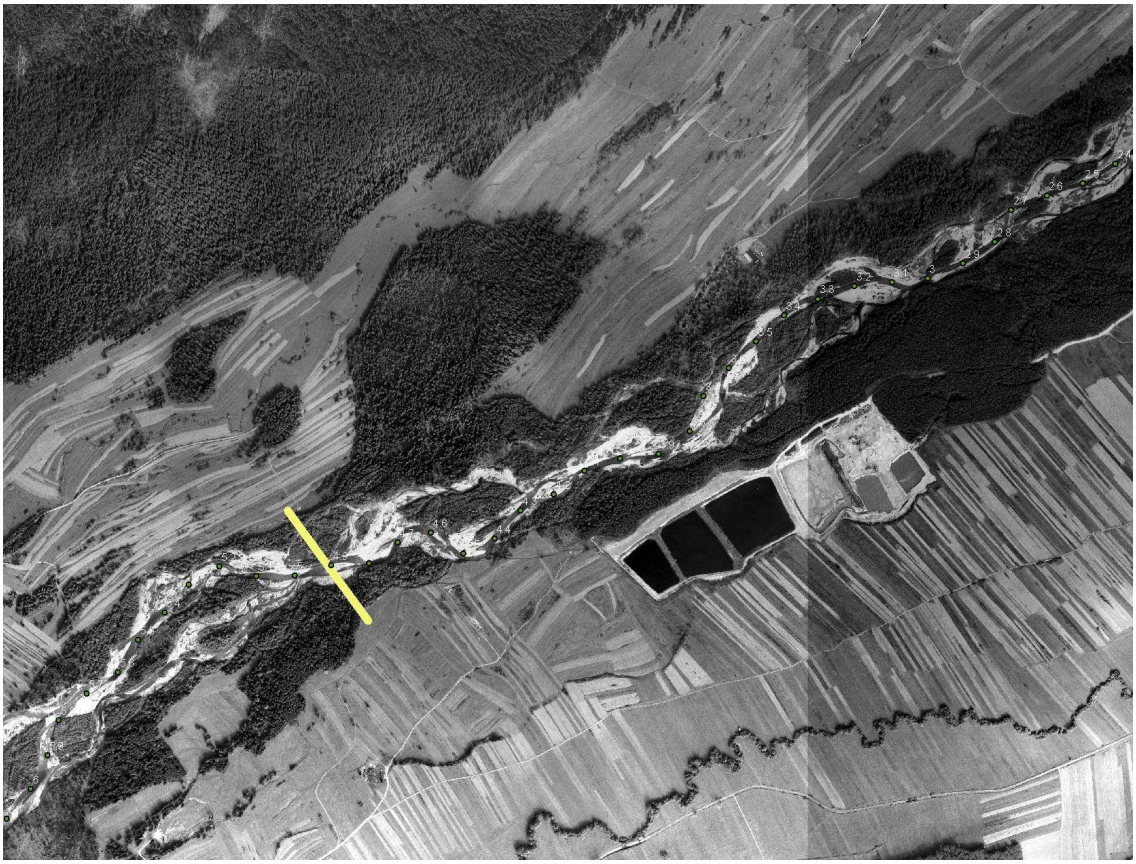
Rysunek 73: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 22+400



Rysunek 74: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 19+700



Rysunek 75: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 9+600



Rysunek 76: Zalecana lokalizacja zapory przeciwrumoszowej na km 4+900

Poniżej zestawiono zdjęcia z dokumentacji fotograficznej budowanych i istniejących w Niemczach już „zapór przeciwrumoszowych" w Leizach oraz Pöllat / Wildbach w niemieckich Alpach.

Rysunek 77: Dokumentacja fotograficzna budowy „zapory przeciwrumoszowej" w Pöllat / Wildbach [13]

Rysunek 78: Dokumentacja fotograficzna budowy „zapory przeciwrumoszowej" w Leizach [14]

Rysunek 79: Dokumentacja fotograficzna będących już w eksploatacji „zapór przeciwrumoszowych" w Pöllat / Wildbach i Leizach w niemieckich Alpach [13, 14]

Szacunkowy koszt budowy jednej palisady (bagrowanie, koszty materiałów budowlanych, koszt wbijania pali, itp.) to 1.402.128 zł. Zakładając, że miałyby powstać cztery palisady koszt budowy palisad przy podziale na poszczególne gminy rozkłada się w sposób następujący:

- Łapsze Niżne 0 zł
- Nowy Targ 2.804.256 zł
- Bukowina Tatrzańska 2.804.256 zł

Całkowity koszt budowy dla wszystkich palisad na obszarze całej zlewni wynosi 5.608.512,00 zł.

13 Wariantowe propozycje ograniczenia zagrożenia powodziowego

W związku z tym, że przyszła ochrona przeciwpowodziowa dla infrastruktury powinna uwzględniać również ochronę walorów przyrodniczych obszaru zlewni jako kryterium przy wyborze wariantów przyjęto czynnik jakim jest obszar Natury 2000.

Oznaczo to, że:

- dla WARIANTU 1 przyjęto, że działania inwestycyjne z zakresu planowanej ochrony przeciwpowodziowej zlokalizowane są tylko poza obszarem sklasyfikowanym jako „Natura 2000". Lokalizacja proponowanych działań z zakresu ochrony przeciwpowodziowej wynikała przede wszystkim ze wskazania przez gminy oraz zarząd zlewni obszarów zalewanych na przestrzeni historycznych przepływów powodziowych, a nie obszarów zasiedlonych położonych w granicach strefy zalewowej.
- dla WARIANTU 2 zaproponowano zarówno przeciwpowodziowe działania inwestycyjne poza jak i na obszarze „Natury 2000". WARIANT 2 jest rozszerzonym WARIANTEM 1, który dodatkowo uwzględnia działania inwestycyjne z zakresu ochrony przeciwpowodziowej na terenie Natury 2000.

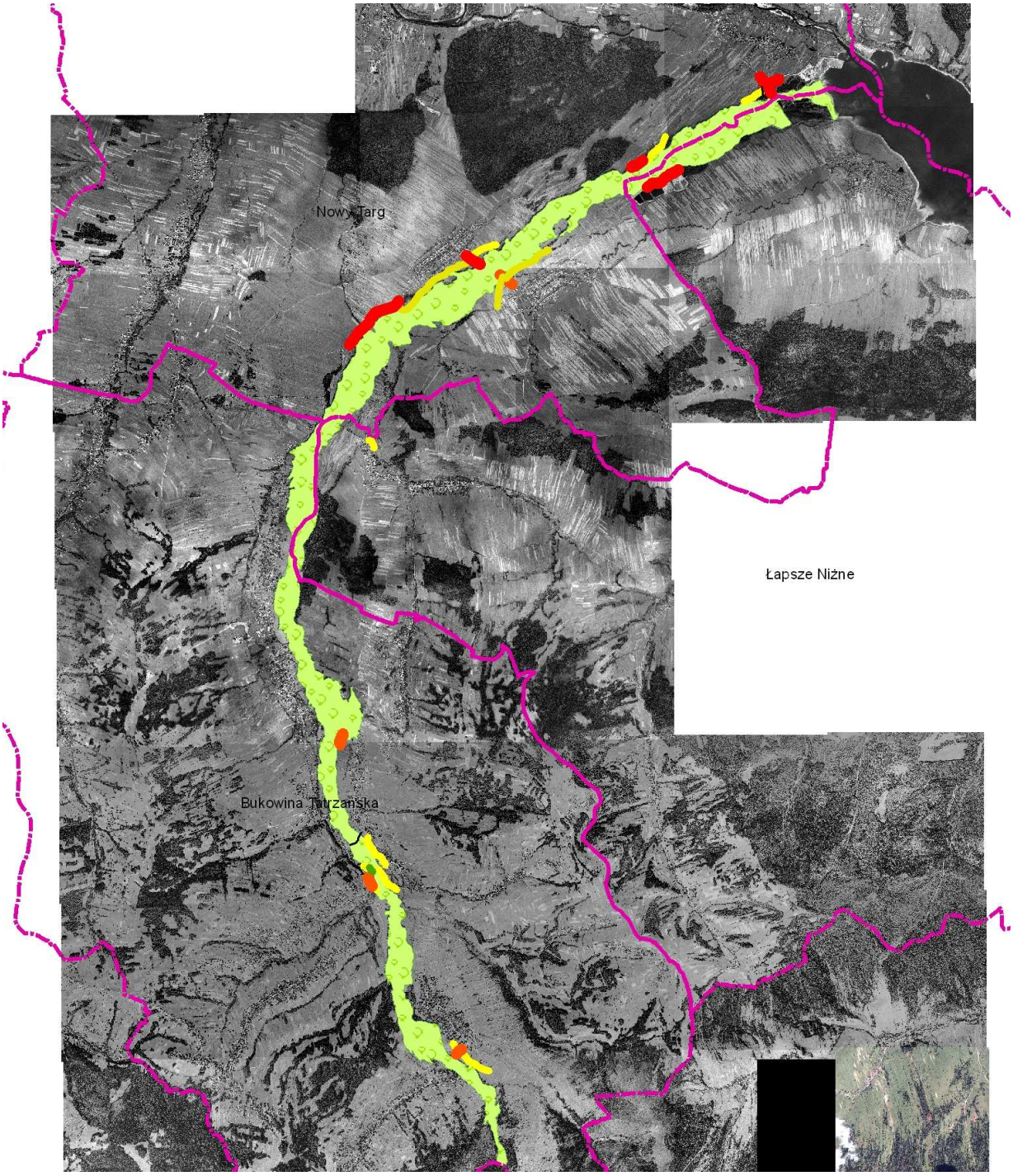
Główne cele ochrony dla poszczególnych gmin specyzowano i opisano w punkcie 11.2

13.1 WARIANT 1

WARIANT 1 to działania inwestycyjne z zakresu ochrony przeciwpowodziowej zlokalizowane tylko poza obszarem Natury 2000 na obszarze zlewni Białka Tatrzańska dotyczące:

– budowy obwałowań przeciwpowodziowych,
– przebudowy infastruktury drogowej poprzez podwyższenie rzędnej niwelety dróg,
– itp.

Wszystkie działania z zaznaczonym obszarem Natury 2000 pokazano na poniższym rysunku. Lokalizacja zaproponowanych działań z zakresu ochrony przeciwpowodziowej wynikała przede wszystkim ze wskazania przez gminy oraz zarząd zlewni obszarów zalewanych na przestrzeni historycznych przepływów powodziowych, a nie tylko obszarów zasiedlonych zlokalizowanych w granicach strefy zalewowej. W ten sposób ujęto i zabezpieczono tereny zagrozone powodzią nie tylko w ujęciu klasycznego przepływu powodziowego, ale również wzięto pod uwagę specyfikę cieku górskiego ze znacznącym wpływem transportu rumowiska i rumoszu drzewnego na przepływy powodziowe.



Rysunek 80: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 z zaznaczonym obszarem Natura 2000

Wszystkie działania dla wariantu 1 ponumerowano odpowiednio w celu łatwiejszej identyfikacji poszczególnych działań. Zestawienie tabelaryczne wszystkich proponowaych działań w ramach wariantu 1 przedstawiono w tabeli 33. Wszystkie działania inwestycyjne przedstawiono również w skali 1: 5 000 w **załączniku 14**. Planowane działania inwestycyjne dla wariantu 1 przedstawione są również na mapie zbiorczej planowanych działań w skali 1:20 000 (**załącznik 9.1**).

Tabela 33: Zestawienie proponowanych działań w ramach wariantu 1

Działanie	Lokalizacja inwestycji	Numer inwestycji	Opis działania inwestycyjnego
1.1.1	Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki Białki – gm. Łapsze Niżne	1.1.1.0	Podwyższenie rzędnej niwelty drogi przed żwirownią na długości 530m średnio o 0,5m.
1.1.2	miejscowość Gliniki - obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki – gm. Łapsze Niżne	1.1.2.0	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 150 m i maksymalnej wysokości 2,5 m (średnia wysokość projektowanego wału - 1,8m).
1.2.1	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 – gm. Nowy Targ	1.2.1.1	Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m (średnio 0,36m) na długości 306m
		1.2.1.2	Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m (średnio 0,2m) na długości 112 m.
		1.2.1.3	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 400 m i maksymalnej wysokości 2,2m (średnia wysokość projektowanego wału - 1,6m)
1.2.2	miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900 - gm. Nowy Targ	1.2.2.1	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi o wysokość maksymalną 0,5m (średnio 0,2m) na długości 195m
		1.2.2.2	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 540m i maksymalnej wysokości 1,2m (średnia wysokość projektowanego wału - 0,8m)
1.2.3	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 - gm. Nowy Targ	1.2.3.1	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy o wysokość maksymalną 1m (średnio 0,2m) na długości 250m
		1.2.3.2	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 1430m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość projektowanego wału - 0,9m) na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
		1.2.3.3	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 460m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość projektowanego wału - 0,5m) na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
		1.2.3.4	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi prowadzącej w kierunku „Przełomu pod Krempachami” o średnią wysokość 0,8m na długości 1013m.

1.2.4	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 - gm. Nowy Targ	1.2.4.1	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy na długości 222m o wysokość maksymalną 2m (średnio 1,2m)
		1.2.4.2	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 792m i maksymalnej wysokości 1,3m (średnia wysokość projektowanego wału - 0,5m) na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
		1.2.4.3	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 455m o maksymalnej wysokości 2,5m (średnia wysokość projektowanego wału - 1,5m) na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
1.3.1	miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800 - gm. Bukowina Tatrzańska	1.3.1.0	Budowa obwałowania przeciwpowodziowegoo długości 180m o średniej wysokości 1,5m
1.3.2	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 17+700 – 18+200 - gm. Bukowina Tatrzańska	1.3.2.0	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 520m o średniej wysokości 1,2m
1.3.3	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 18+200 – 18+600 - gm. Bukowina Tatrzańska	1.3.3.0	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 420m o średniej wysokości wału 1,5m.
1.3.4	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200 - gm. Bukowina Tatrzańska	1.3.4.1	Wzmocnienie i podwyższenie o 1,8 m brzegów narzutem kamiennym na długości 80m
		1.3.4.2	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 110m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość projektowanego wału - 1,5m)
1.3.5	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500 - gm. Bukowina Tatrzańska	1.3.5.1	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi w Bukowinie o wysokość maksymalną 0,5m (średnio 0,2m) na długości 100m
		1.3.5.2	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 160m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość projektowanego wału - 0,5m)
1.3.6	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 - gm. Bukowina Tatrzańska	1.3.6.1	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego / Podwyższenie rzędnej niwelety drogi na wysokość maksymalną 1,5m (średnio 0,5m) na długości 550 m
		1.3.6.2	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego / Podwyższenie rzędnej niwelety drogi na wysokość maksymalną 1,5m (średnio 0,3m) na długości 109 m

		1.3.6.3	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego / Podwyższenie rzędnej niwelety drogi na wysokość maksymalną 1,5m (średnio 0,3m) na długości 140 m

13.1.1 Gmina Łapsze Niżne

W gminie Łapsze Niżne dla Wariantu 1 z zakresu działań inwestycyjnych ochrony przeciwpowodziowej dla infrastruktury zaproponowano dla :

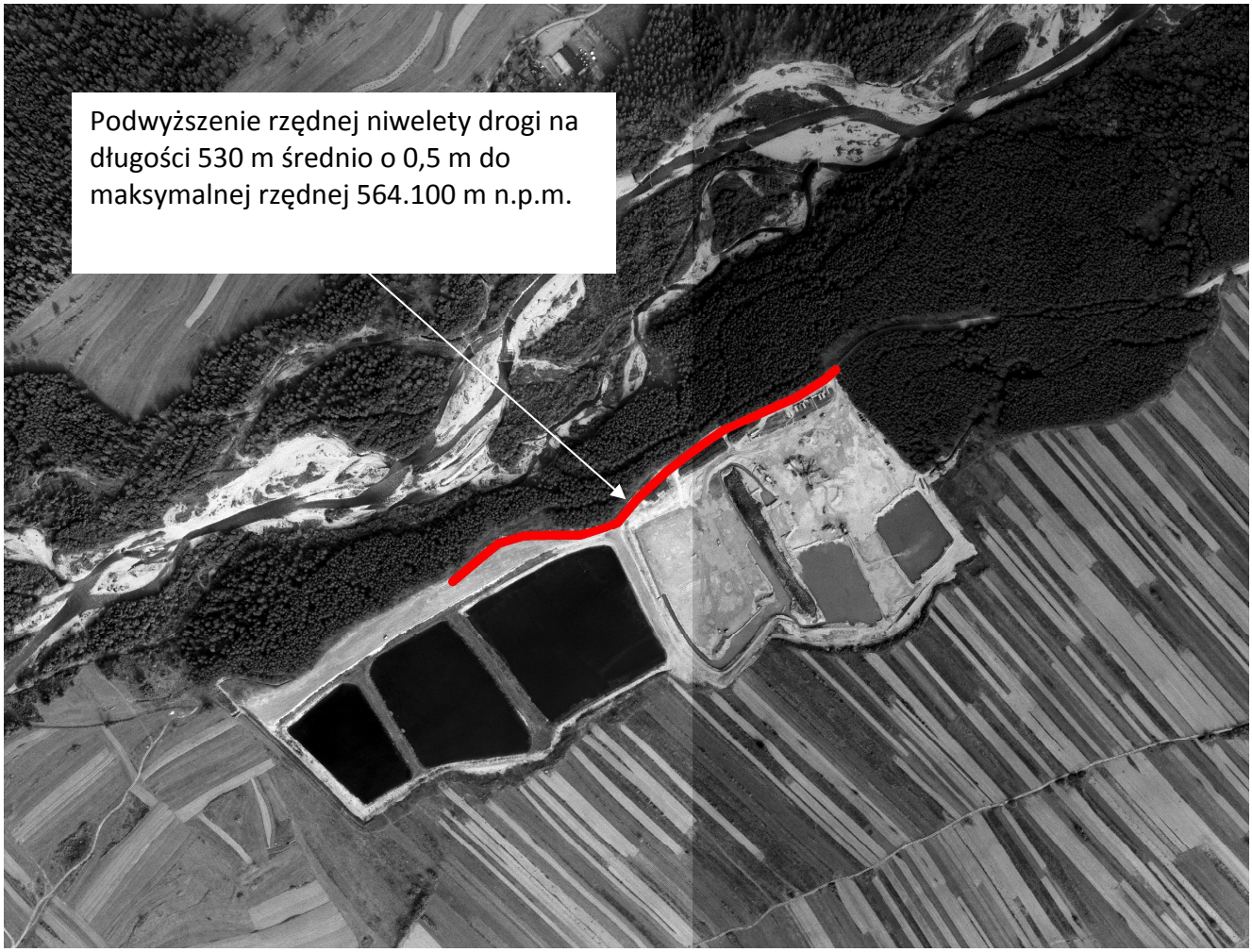
- **DZIAŁANIE 1.1.1.0** - Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki:

  Podwyższenie rzędnej niwelty drogi przed żwirownią do maksymalnej rzędnej niwelety 564.100 m n.p.m., przy czym średnia wysokość drogi na całym tym odcinku tj. 530 m powinna zostać podwyższona o 0,5 m (rysunek 81).

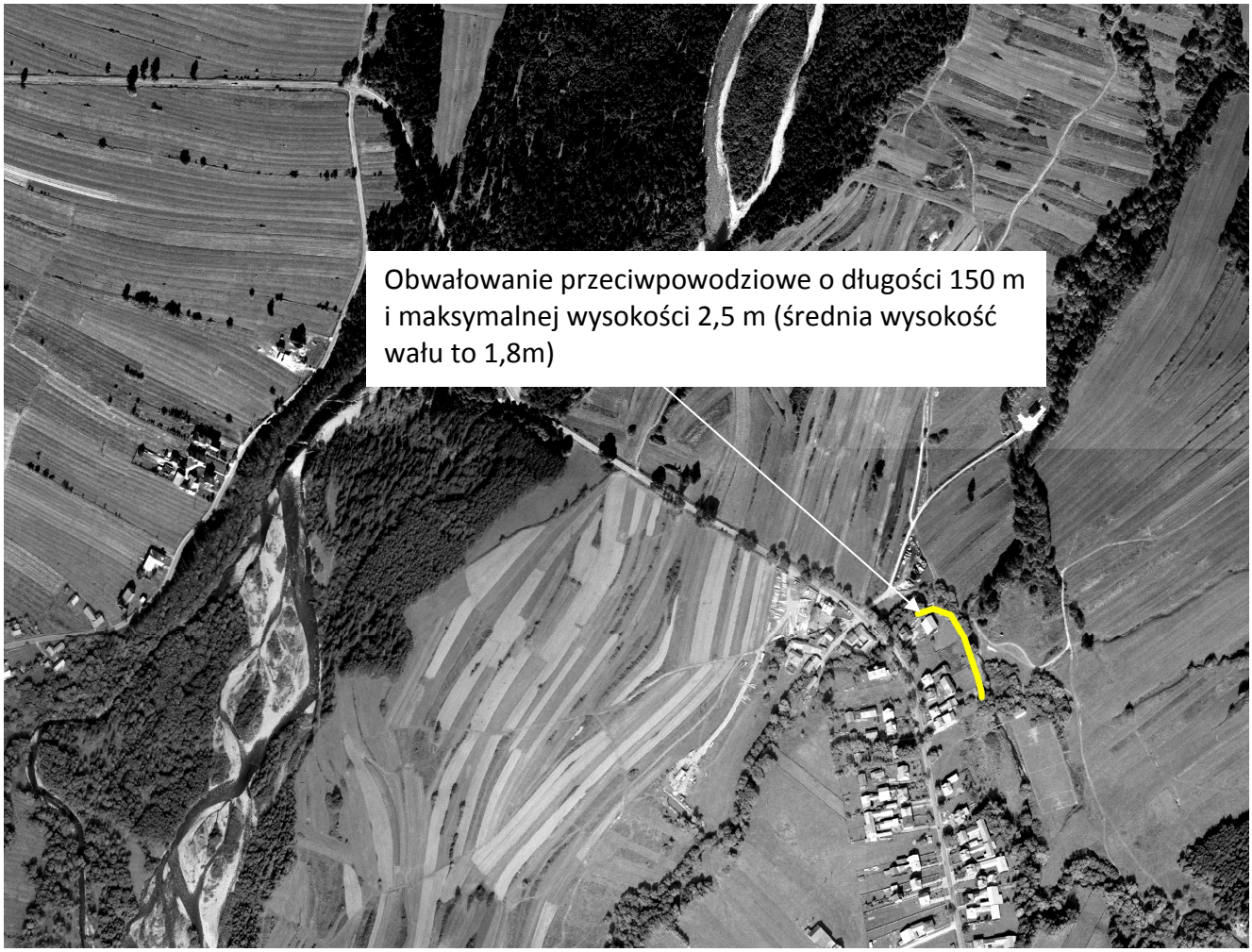
- **DZIAŁANIE 1.1.2.0** - miejscowość Gliniki - obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki:

  Wybudowanie obwałowania przeciwpowodziowego o długości 150 m i maksymalnej wysokości 2,5 m i średniej wysokości wału 1,8m i maksymalnej wysokości 2,5 m. Lokalizację przedstawiono na rysunku 82.

Wszystkie działania inwestycyjne przedstawiono również w skali 1: 5 000 w **załączniku 14**.



Rysunek 81: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Łapsze Niżne - Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki (Działanie 1.1.1.0 / (2.1.1.0))



Rysunek 82: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Łapsze Niżne - Obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki (Działanie 1.1.2.0 / (2.1.2.0))

13.1.2 Gmina Nowy Targ

W gminie Nowy Targ dla Wariantu 1 z zakresu działań inwestycyjnych ochrony przeciwpowodziowej dla infrastruktury zaproponowano :

- **DZIAŁANIA 1.2.1.1 – 1.2.1.3** - miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422

  Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m: (1) na długości 306m oraz (2) drogi dojazdowej na długości 112 m. Dodatkowo zaproponowano budowę obwałowania przeciwpowodziowego o długości 400 m i maksymalnej wysokości 2,2 m w miejscu istniejącej polnej drogi (Średnie Pola) (rysunek 83).

- **DZIAŁANIA 1.2.2.1 – 1.2.2.3** - miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900

Podwyższenie rzędnej niwelety drogi o wysokość maksymalną 0,5m (średnio o 0,4m) na długości 195m do rzędnej 562,929 m n.p.m. Dodatkowo zaproponowano budowę obwałowania przeciwpowodziowego o długości 540 m i maksymalnej wysokości 1,2 m (średnia wysokość wału - 0,8m) (rysunek 84).

- **DZIAŁANIA 1.2.3.1 – 1.2.3.4** - miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300

  - Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy o wysokość maksymalną 1m (średnio o 0,2m) na długości 250m
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 1430 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,9m) na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 460 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,5m) na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
  - Podwyższenie rzędnej niwelety drogi prowadzącej w kierunku „Przełomu pod Krempachami" o średnią wysokość 0,8 m na długości 1013m

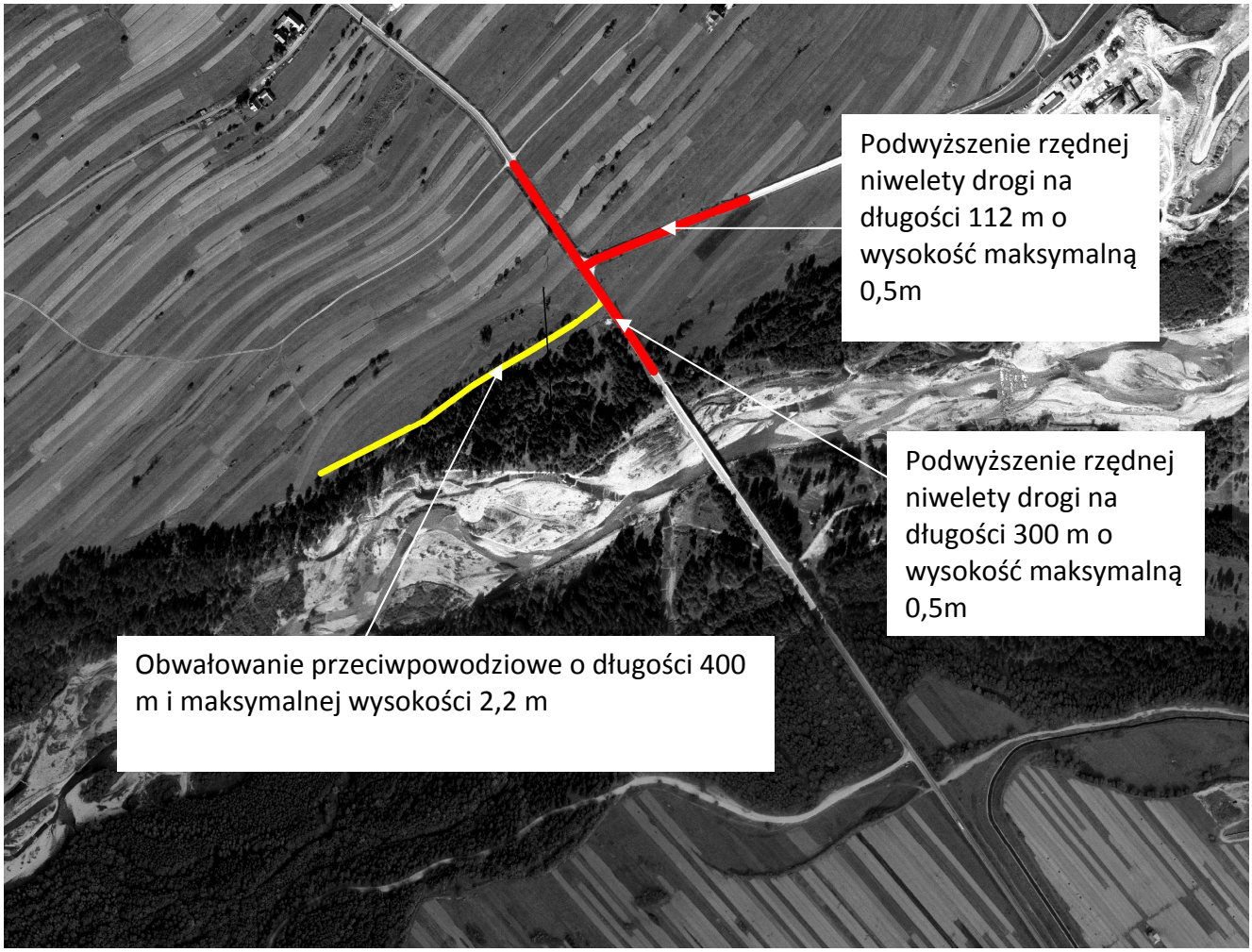
  Lokalizację przedstawiono na rysunkach 85 i 86.

- **DZIAŁANIA 1.2.4.1 – 1.2.4.3** - miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700

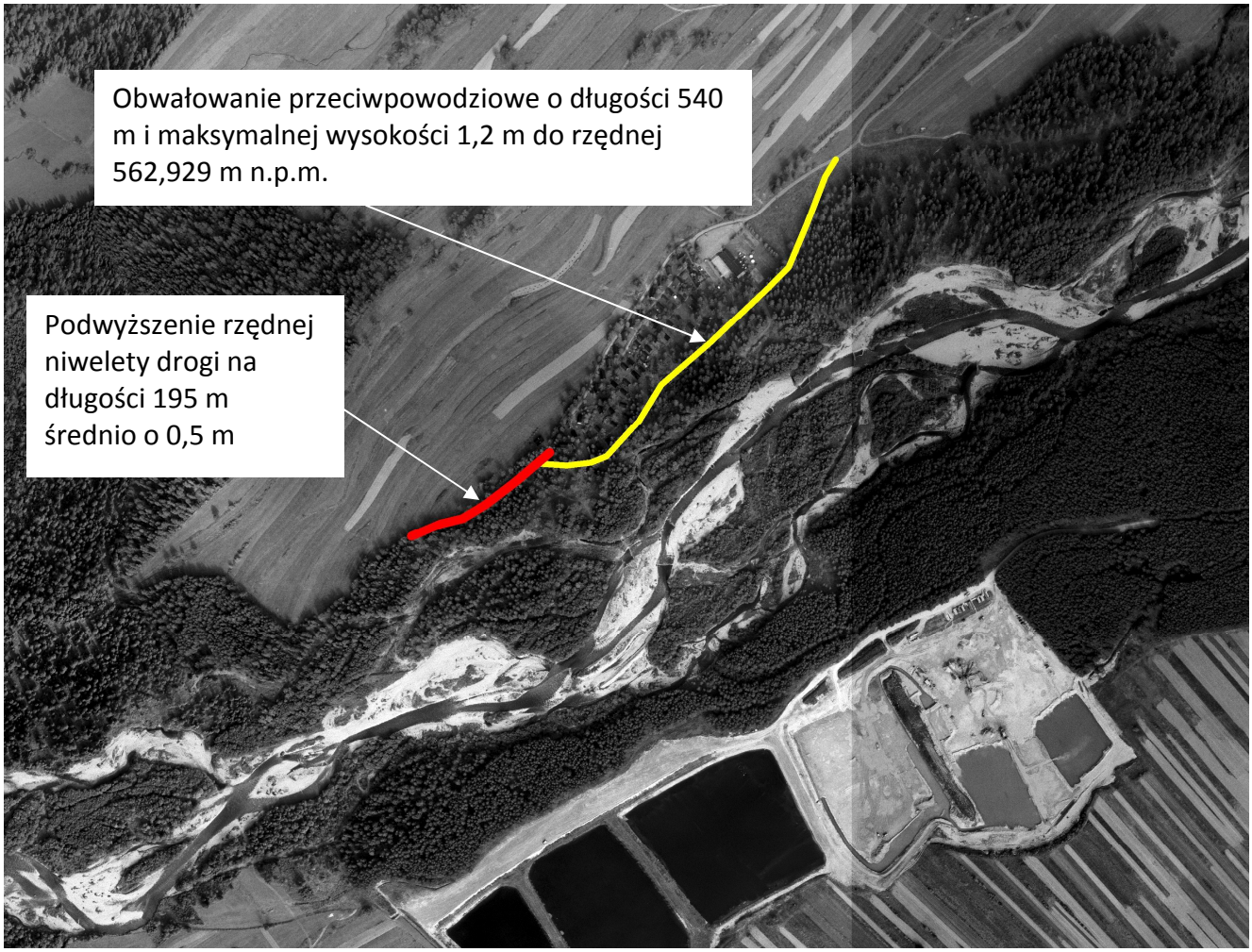
  - Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy na długości 222m o wysokość maksymalną 2m (średnio o 1,2m)
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 792m i maksymalnej wysokości 1,3m (średnia wysokość wału - 0,5m) na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 455m o maksymalnej wysokości 2,5m (średnia wysokość wału - 1,5m) na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy

  Lokalizację przedstawiono na rysunku 87.

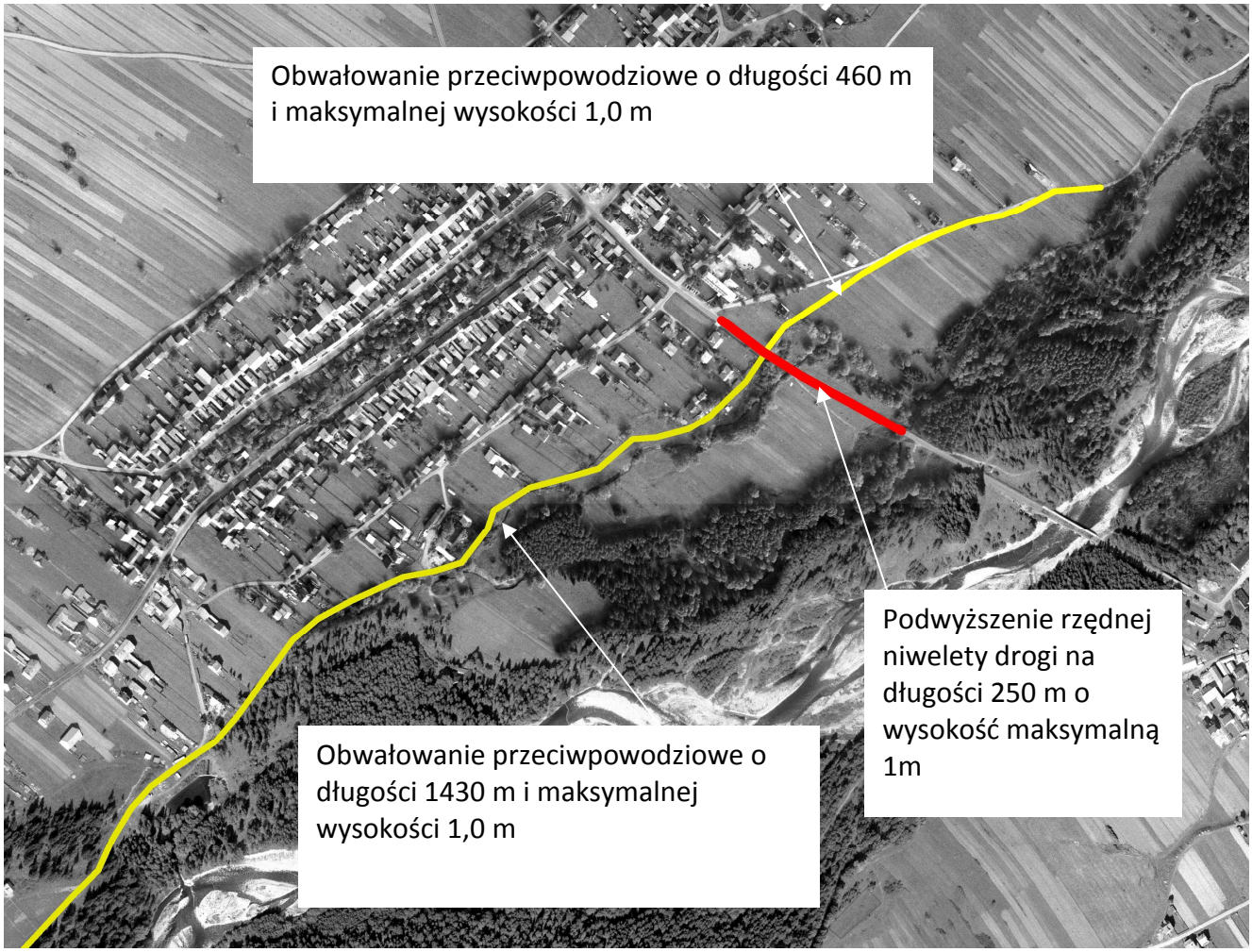
Wszystkie działania inwestycyjne przedstawiono również w skali 1: 5 000 w **załączniku 14**.



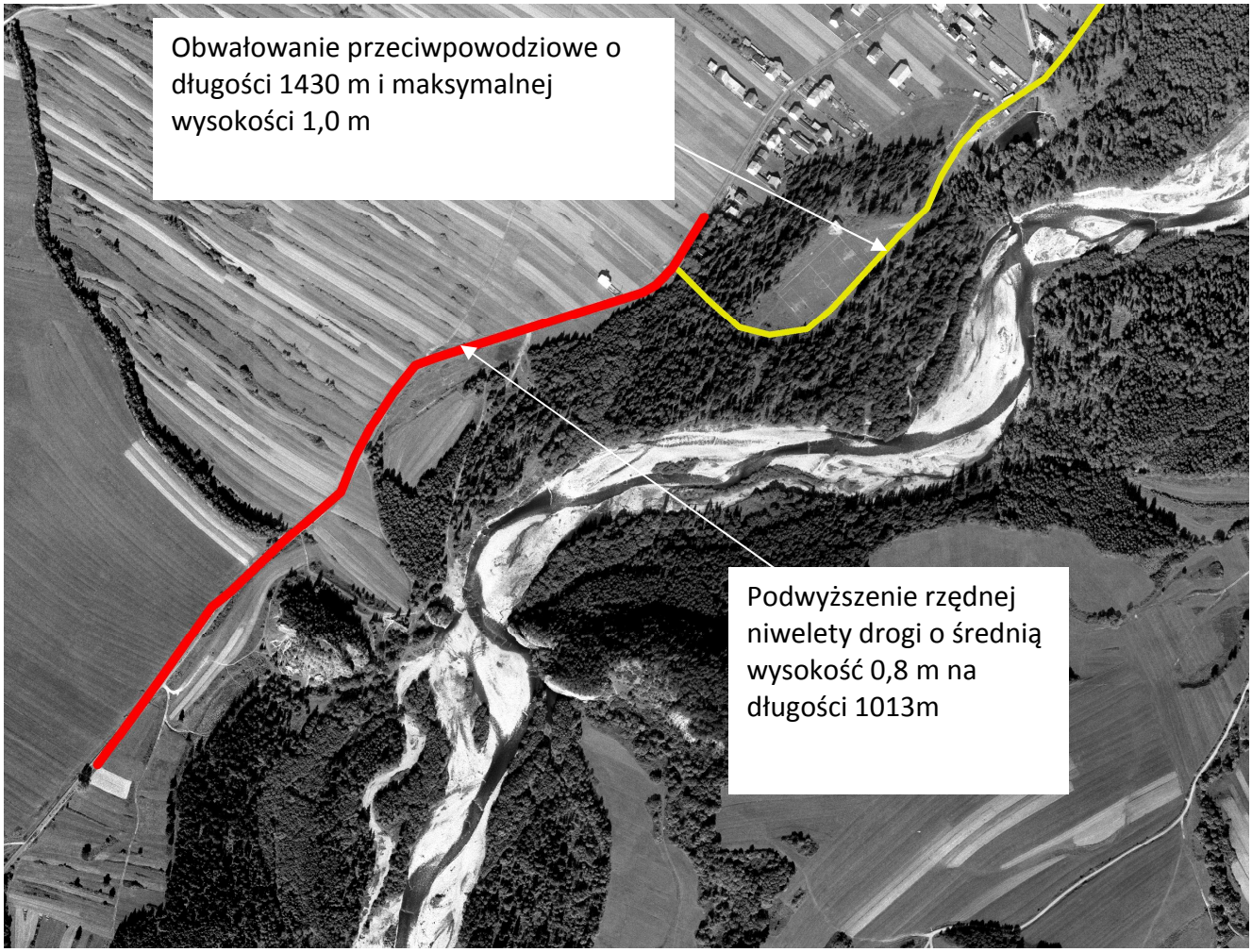
Rysunek 83: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 [Działania 1.2.1.1 – 1.2.1.3 (2.2.1.1 – 2.2.1.3)]



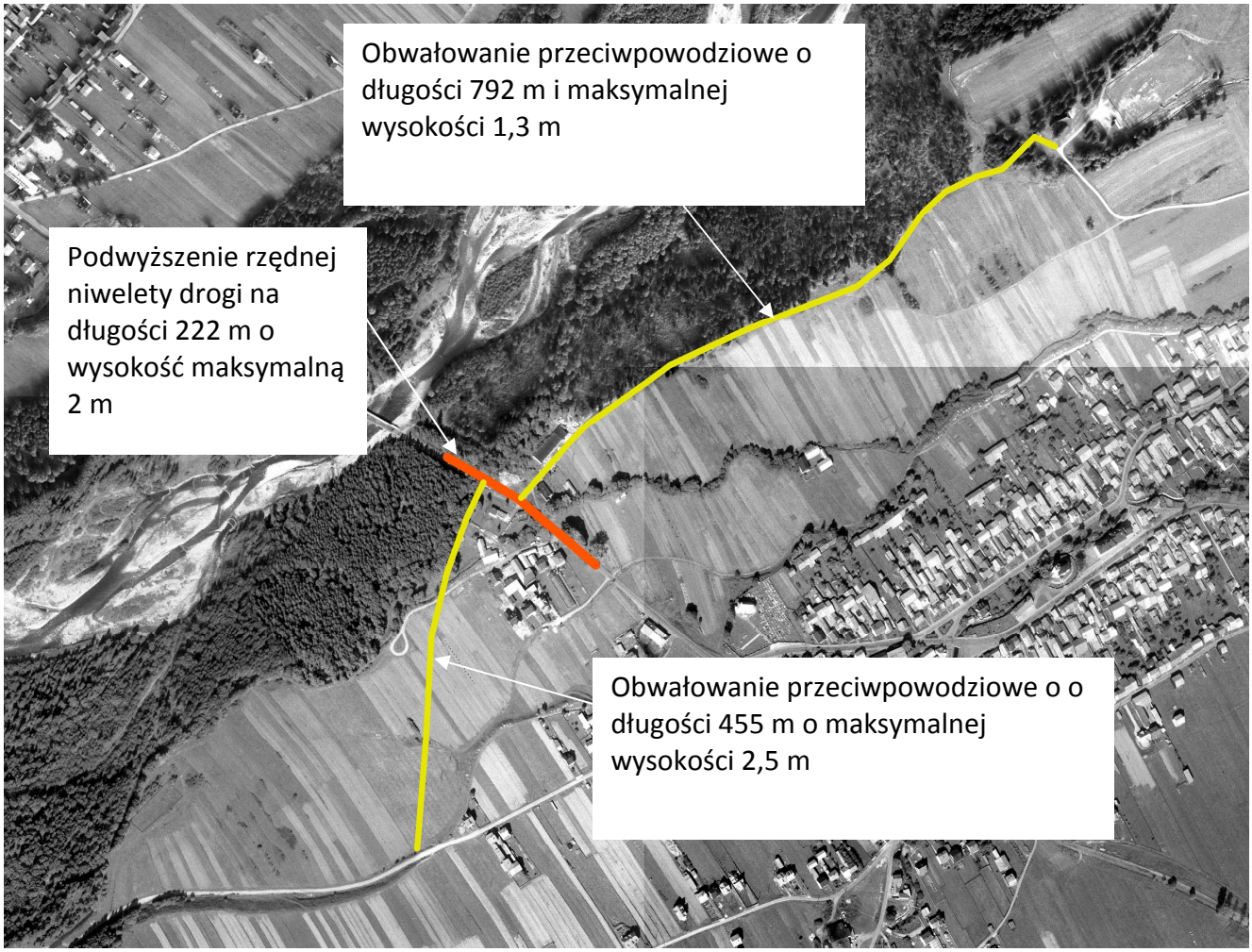
Rysunek 84: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Dębno - obszary rekreacyjno-turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 - 3+900 [Działania 1.2.2.1 – 1.2.2.2 (2.2.2.1 – 2.2.2.2)]



Rysunek 85: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 (część I) [Działania 1.2.3.1 – 1.2.3.3 (2.2.3.1 – 2.2.3.3)]



Rysunek 86: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 (część II) [Działania: 1.2.3.1; 1.2.3.4 (2.2.3.1; 2.2.3.4)]



Rysunek 87: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Nowy Targ - miejscowość Krempachy - obszary obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 [Działania 1.2.4.1 – 1.2.4.3 (2.2.4.1 – 2.2.4.3)]

13.1.3 Gmina Bukowina Tatrzańska

W gminie Bukowina Tatrzańska dla Wariantu 1 z zakresu działań inwestycyjnych ochrony przeciwpowodziowej dla infrastruktury zaproponowano :

- **DZIAŁANIE 1.3.1.0** - miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800

  Budowa obwałowania przeciwpowodziowego/ podwyższenie rzędnej niwelty o długości 180 m o średnią wysokość 1,5 m (rysunek 88).

- **DZIAŁANIE 1.3.2.0** - miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 17+700 – 18+200,

  Budowa obwałowania przeciwpowodziowego/ podwyższenie rzędnej niwelty o długości 520 m o średnią wysokość 1,2 m (rysunek 89).

- **DZIAŁANIE 1.3.3.0** - miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 18+200 – 18+600,

  Budowa obwałowania przeciwpowodziowego/ podwyższenie rzędnej niwelty o długości 420 m o średniej wysokości wału 1,5 m (rysunek 90).

- **DZIAŁANIA 1.3.4.1 - 1.3.4.2** - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200,

  - Wzmocnienie i podwyższenie o 1,8 m brzegów narzutem kamiennym na długości 80 m
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 110 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,6m)

  Lokalizację przedstawiono na rysunkach 91, 92.

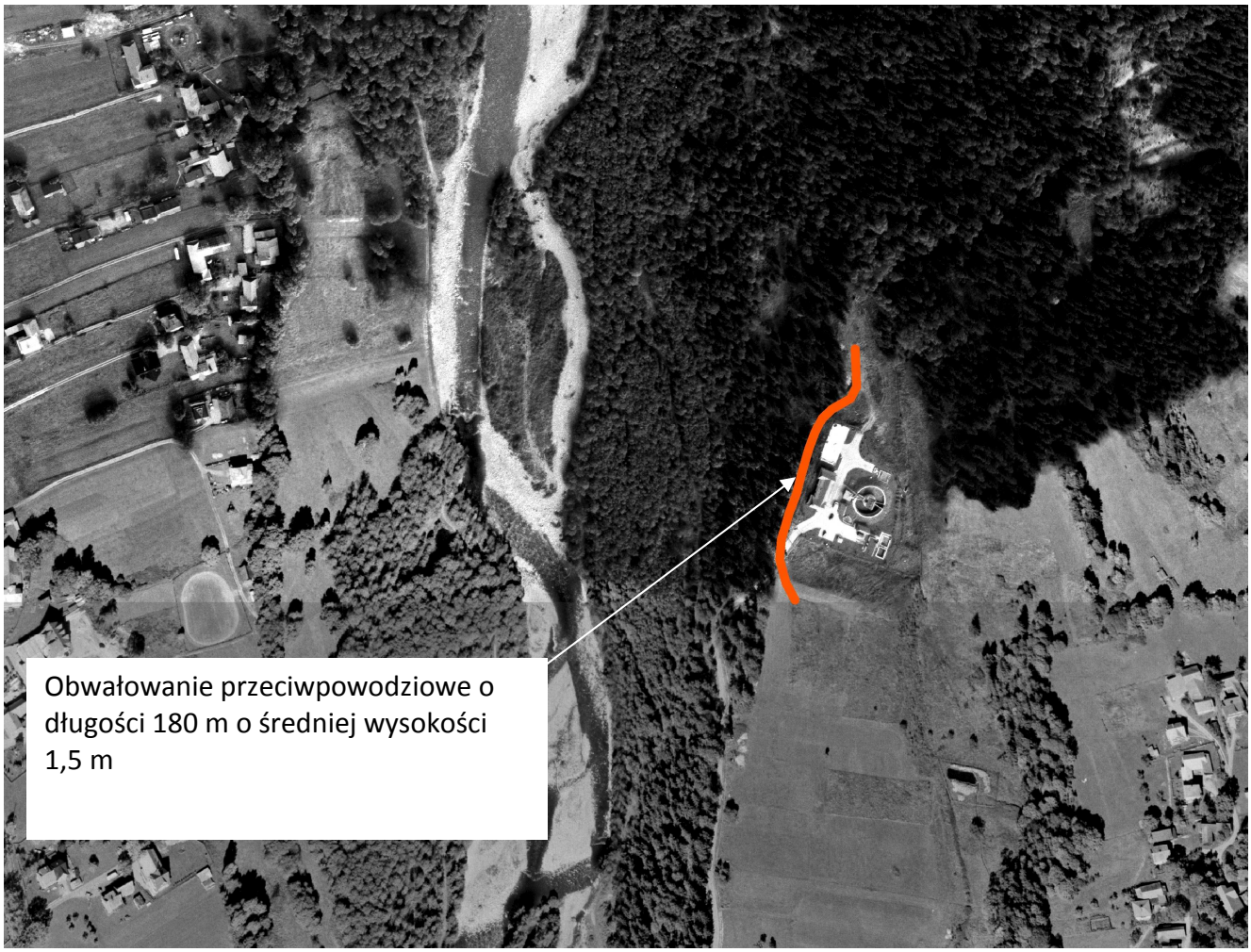
- **DZIAŁANIA 1.3.5.1 -1.3.5.2** - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500,

  - Podwyższenie rzędnej niwelety drogi w Bukowinie o wysokość maksymalną 0,5m (średnio o 0,2m) na długości 100m
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 160 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,5m)

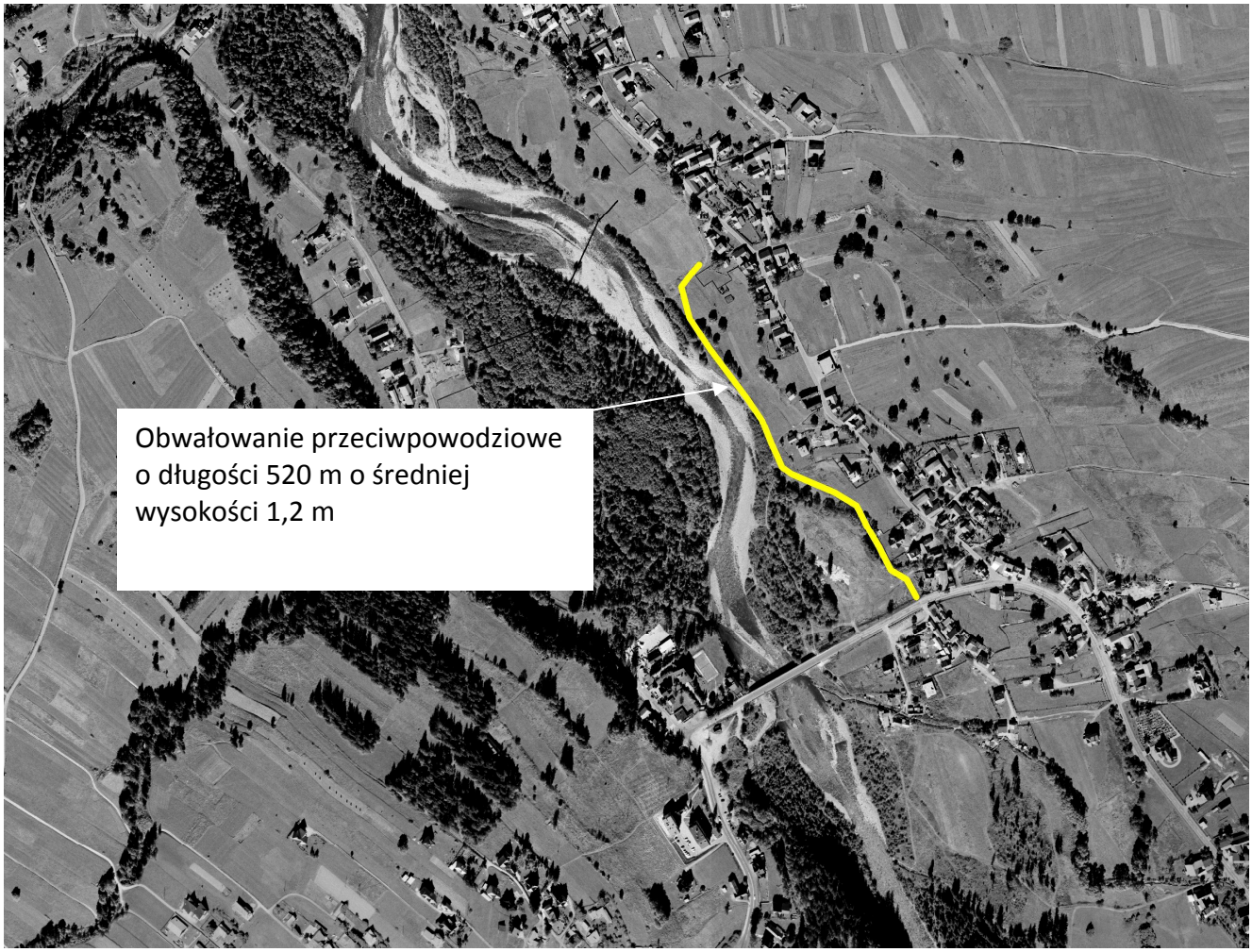
  Lokalizację przedstawiono na rysunku 93.

- **DZIAŁANIA 1.3.6.1 -1.3.6.2** - miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000,

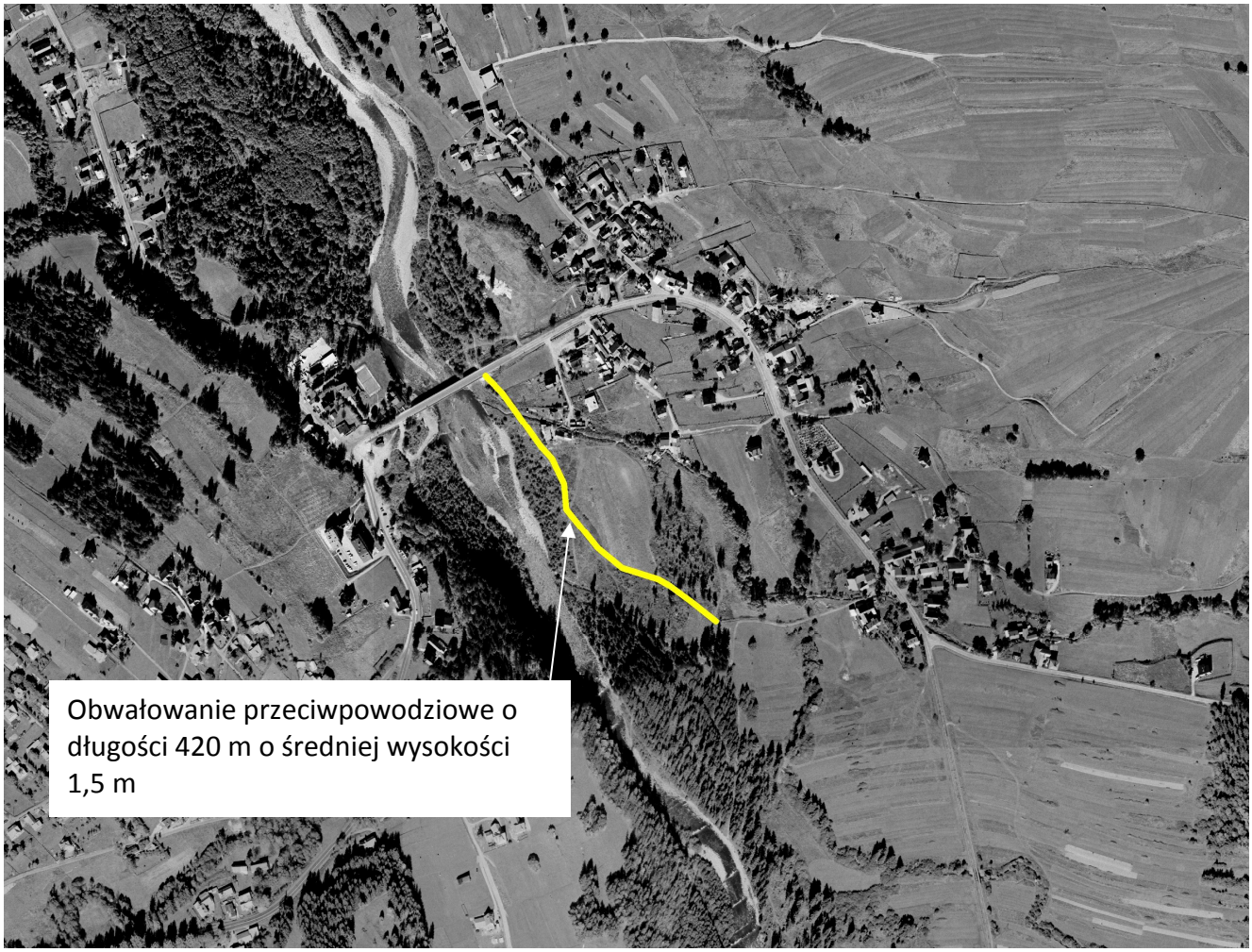
Podwyższenie rzędnych niwelety dróg dojazdowych na most / budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości: (1) 550 m (2) 109 m i (3) 140 m (rysunek 94).



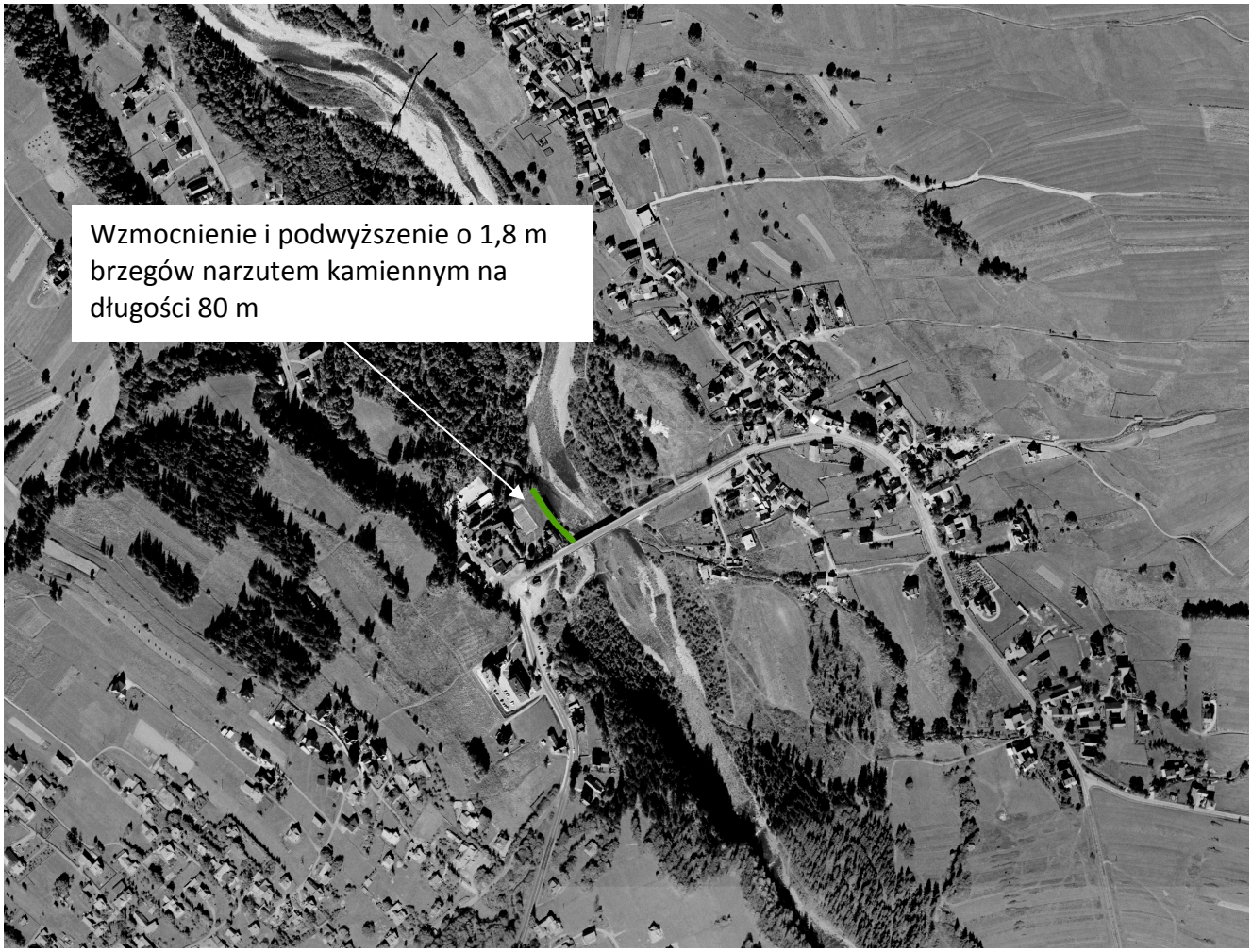
Rysunek 88: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800 [Działanie 1.3.1.0 (2.3.1.0)]



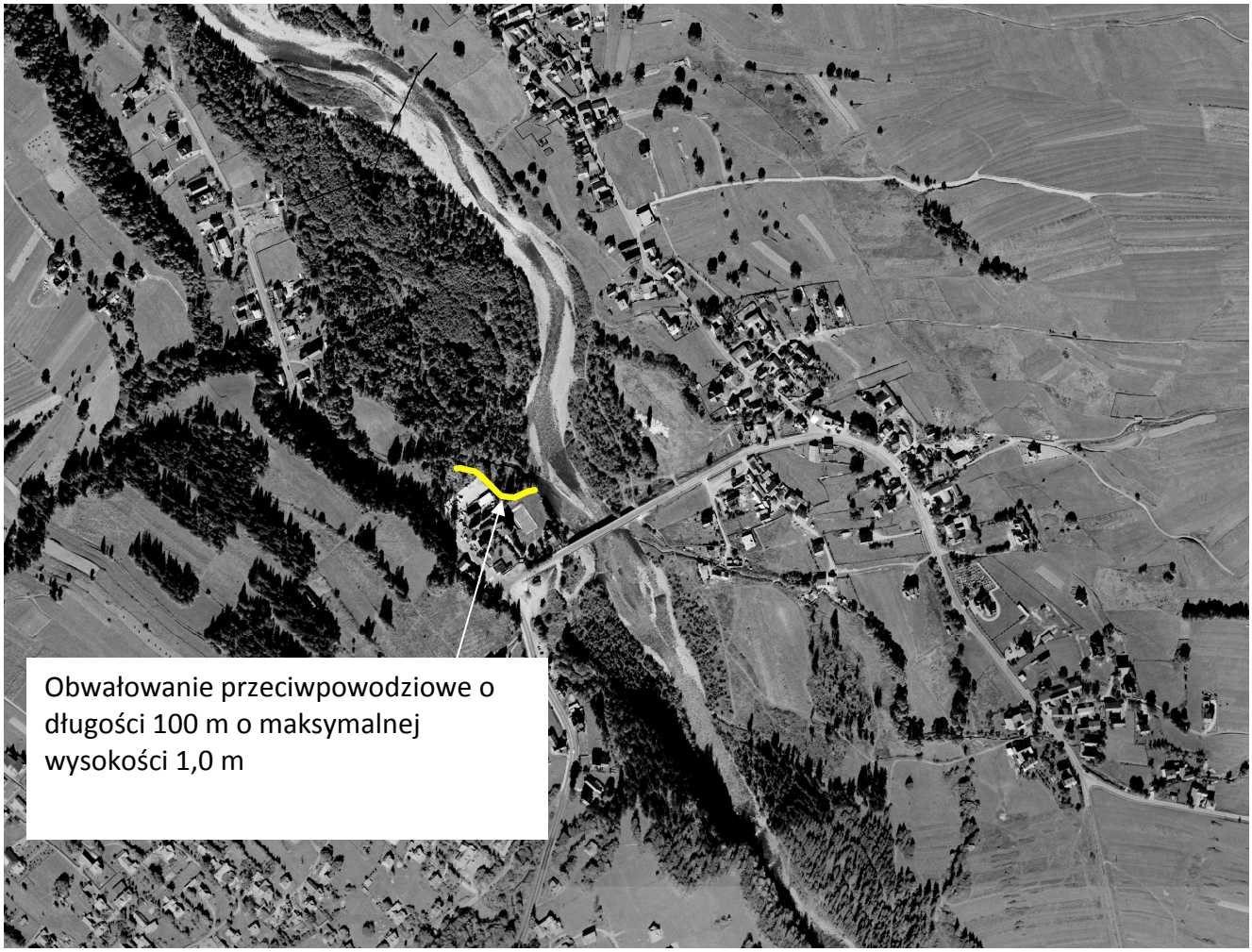
Rysunek 89: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Czarna Góra – obszar położony prawostronnie na km 17+700 -18+200 [Działanie 1.3.2.0 (2.3.2.0)]



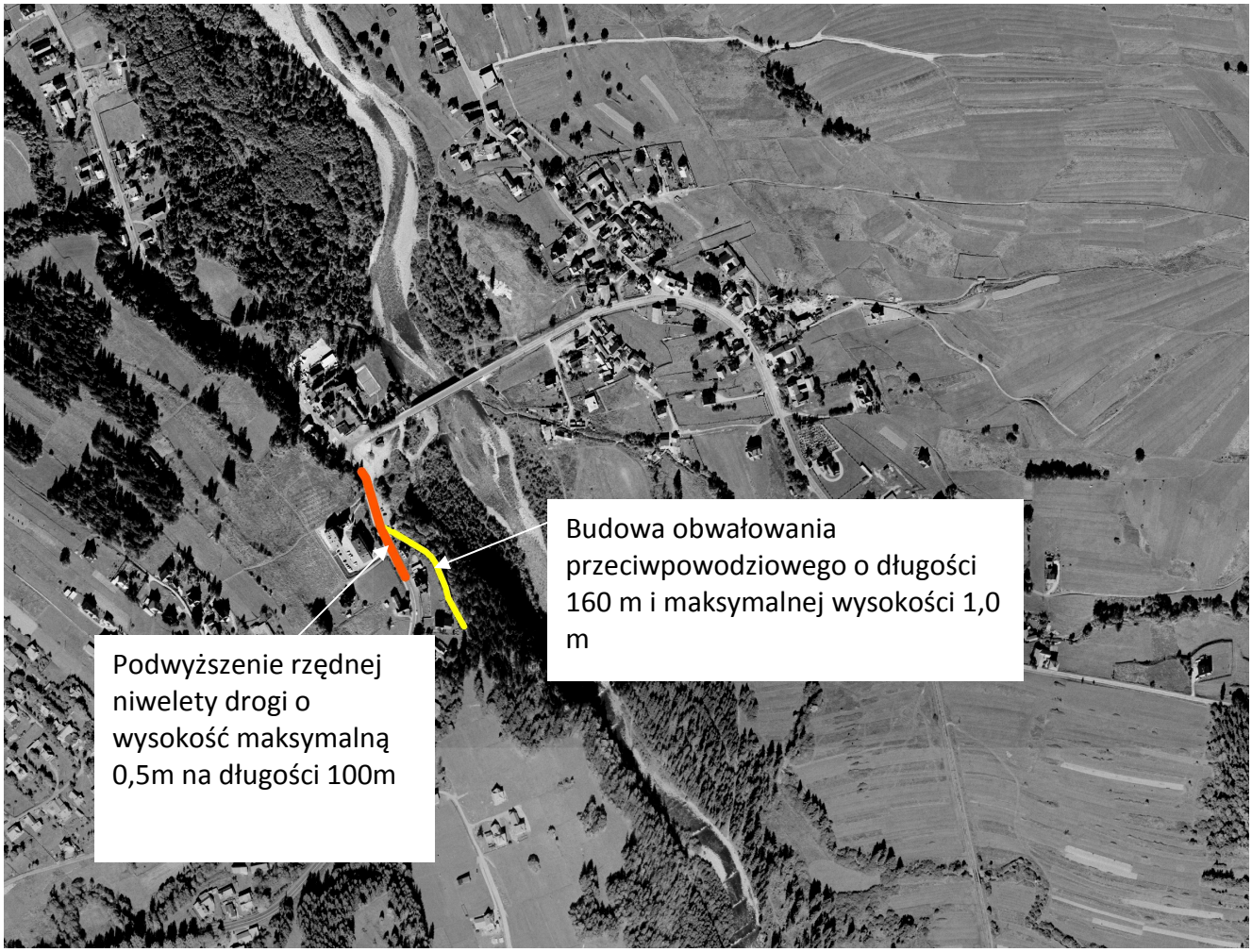
Rysunek 90: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Czarna Góra (Budy Cygańskie) obszar położony prawostronnie na km 18+200 -18+600 [Działanie 1.3.3.0 (2.3.3.0)]



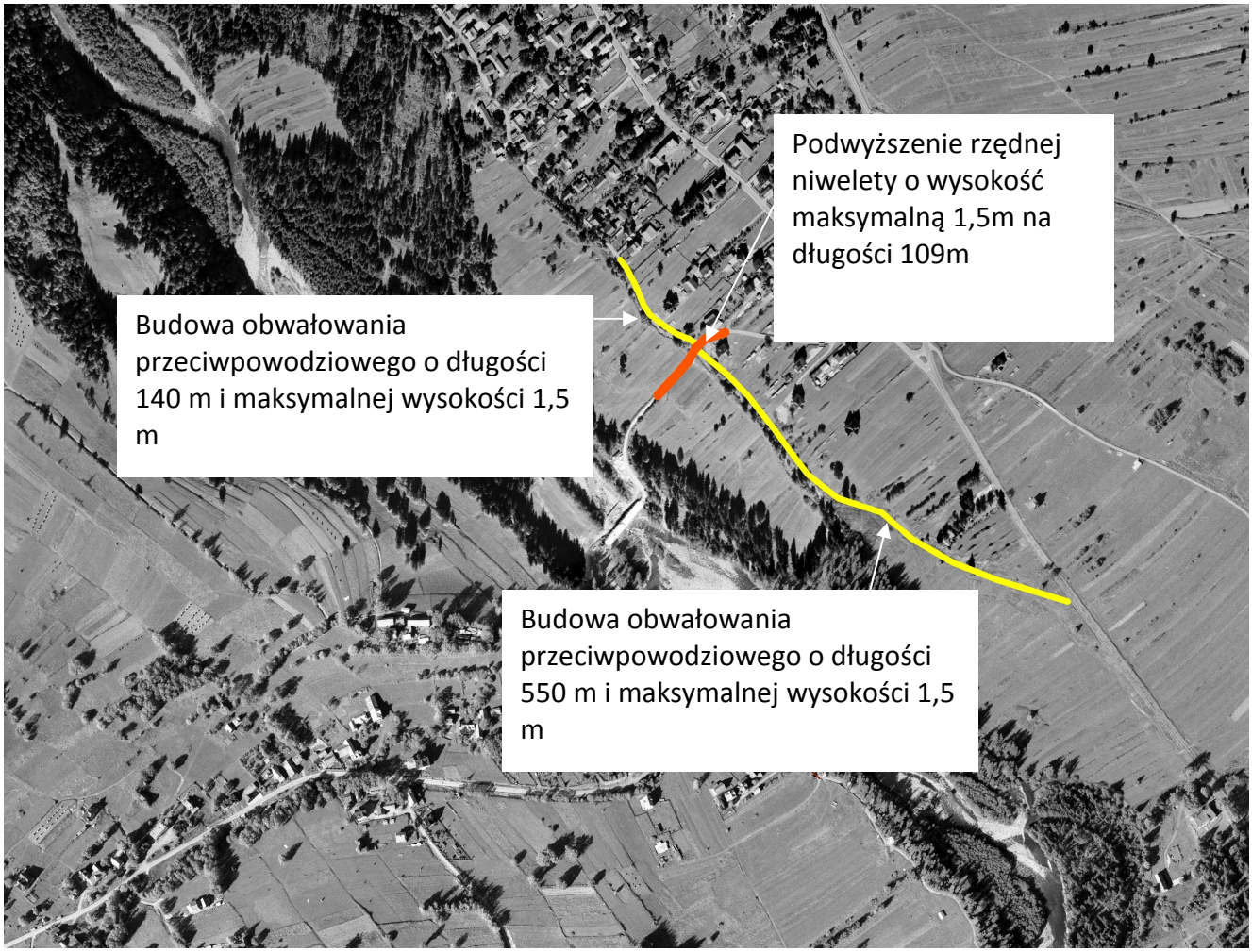
Rysunek 91: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszar położony lewostronnie na km 18+000 -18+200 (część I) [Działanie 1.3.4.1 (2.3.4.1)]



Rysunek 92: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszar położony lewostronnie na km 18+000 -18+200 (część II) [Działanie 1.3.4.2 (2.3.4.2)]



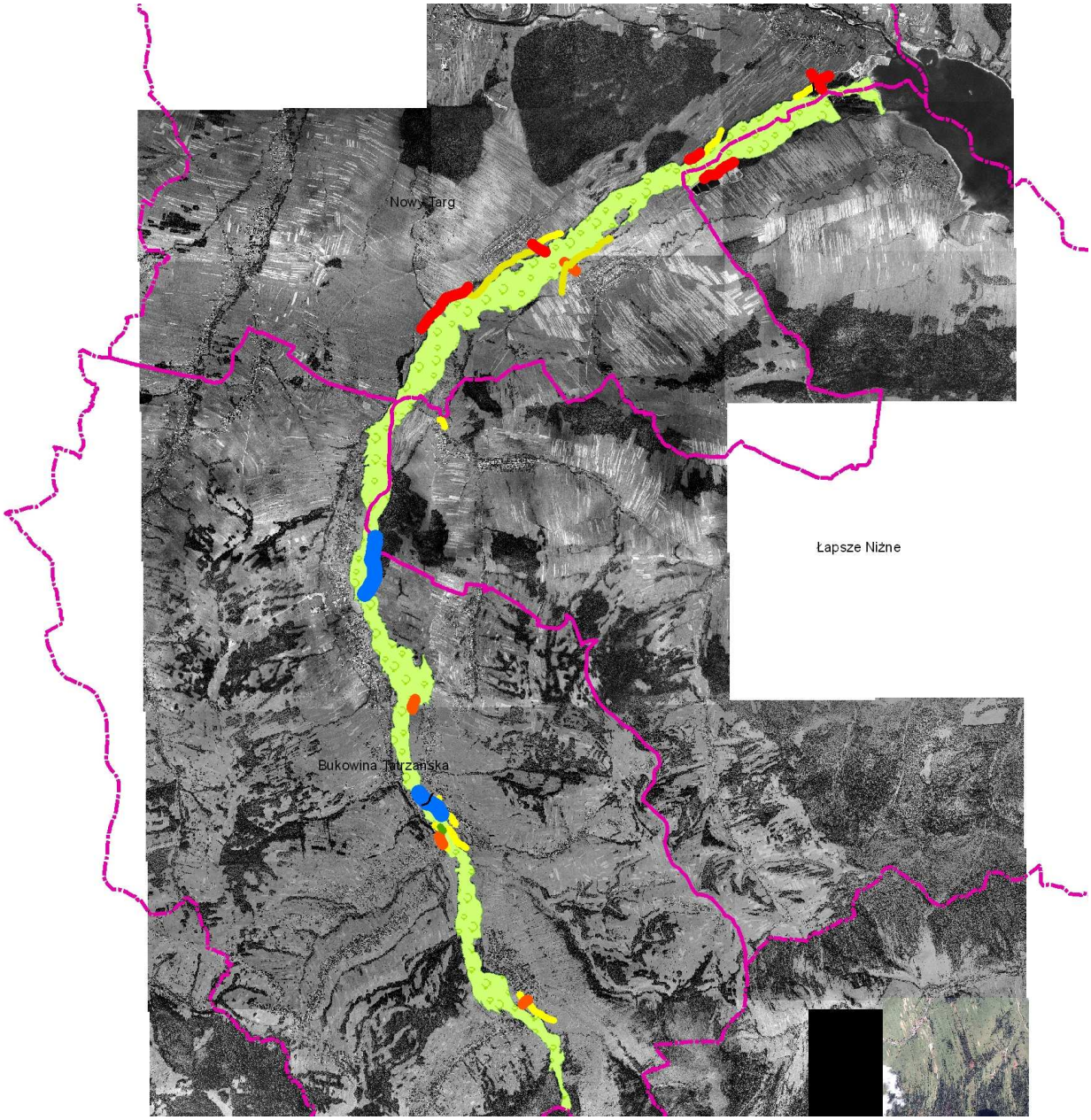
Rysunek 93: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszar położony lewostronnie na km 18+200 -18+500 [Działania 1.3.5.1 – 1.3.5.2 (2.3.5.1 – 2.3.5.2)]



Rysunek 94: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 1 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Jurgów obszar położony prawostronnie na km 21+300 - 22+000 [Działania 1.3.6.1 – 1.3.6.3 (2.3.6.1 – 2.3.6.3)]

13.2 WARIANT 2

WARIANTU 2 to działania inwestycyjne z zakresu ochrony przeciwpowodziowej częściowo zlokalizowane poza obszarem Natury 2000 na obszarze zlewni Bialka Tatrzanska (WARIANT 1) oraz jak i na obszarze Natury 2000. Oznacza to, że WARIANT 2 jest rozszerzonym WARIANTEM 1, który dodatkowo uwzględnia działania inwestycyjne z zakresu ochrony przeciwpowodziowej na terenie Natury 2000. W przypadku działań na terenie „Natura 2000" zdecydowano się na udrożnienie starorzecza koryta Białki Tatrzańskiej w km 12+900 – 13+900 oraz km 17+400 – 17+900. Na rysunku 95 przedstawiono wszystkie planowane działania inwestycyjne dla wariantu 2 na podkładzie ortoftomap.



Rysunek 95: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 2 z zaznaczonym obszarem Natura 2000

Tabela 34: Zestawienie proponowanych działań w ramach wariantu 2

Działanie	Lokalizacja inwestycji	Numer inwestycji	Opis działania inwestycyjnego
2.1.1	Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki Białki – gm. Łapsze Niżne	2.1.1.0 (1.1.1.0)	Podwyższenie rzędnej niwelty drogi przed żwirownią na długości 530m średnio o 0,5m.
2.1.2	miejscowość Gliniki - obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki – gm. Łapsze Niżne	2.1.2.0 (1.1.2.0)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 150m i maksymalnej wysokości 2,5m.
2.1.3	Białka Tatrzańska na odcinku 12+900 - 13+900 – gm. Łapsze Niżne, Bukowina Tatrzańska	2.1.3.0	Udrożnienie starorzecza Białki Tatrzańskiej na odcinku 12+900 - 13+900 na długości 964m
2.2.1	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 – gm. Nowy Targ	2.2.1.1 (1.2.1.1)	Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m na długości 306m
		2.2.1.2 (1.2.1.2)	Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m na długości 112 m.
		2.2.1.3 (1.2.1.3)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 400m i maksymalnej wysokości 2,2m
2.2.2	miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900 - gm. Nowy Targ	2.2.2.1 (1.2.2.1)	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi o wysokość maksymalną 0,5m na długości 195m
		2.2.2.2 (1.2.2.1)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 540m i maksymalnej wysokości 1,2m
2.2.3	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 - gm. Nowy Targ	2.2.3.1 (1.2.3.1)	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy o wysokość maksymalną 1m na długości 250m
		2.2.3.2 (1.2.3.2)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 1430m i maksymalnej wysokości 1,0m na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
		2.2.3.3 (1.2.3.3)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 460m i maksymalnej wysokości 1,0m na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
		2.2.3.4 (1.2.3.4)	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi prowadzącej w kierunku „Przełomu pod Krempachami" o średnią wysokość 0,8m na długości 1013m.
2.2.4	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 - gm. Nowy Targ	2.2.4.1 (1.2.4.1)	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy na długości 222m o wysokość maksymalną 2m
		2.2.4.2 (1.2.4.2)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 792m i maksymalnej wysokości 1,3m

			na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
		2.2.4.3 (1.2.4.3)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 455m o maksymalnej wysokości 2,5m na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
2.3.1	miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800 - gm. Bukowina Tatrzańska	2.3.1.0 (1.3.1.0)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowegoo długości 180m o średniej wysokości 1,5m
2.3.2	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 17+700 – 18+200 - gm. Bukowina Tatrzańska	2.3.2.0 (1.3.2.0)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 520m o średniej wysokości 1,2m
2.3.3	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 18+200 – 18+600 - gm. Bukowina Tatrzańska	2.3.3.0 (1.3.3.0)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 420m o średniej wysokości wału 1,5m.
2.3.4	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200 - gm. Bukowina Tatrzańska	2.3.4.1 (1.3.4.1)	Wzmocnienie i podwyższenie o 1,8m brzegów narzutem kamiennym na długości 80m
		2.3.4.2 (1.3.4.2)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 110m i maksymalnej wysokości 1,0m
2.3.5	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500 - gm. Bukowina Tatrzańska	2.3.5.1 (1.3.5.1)	Podwyższenie rzędnej niwelety drogi w Bukowinie o wysokość maksymalną 0,5m na długości 100m
		2.3.5.2 (1.3.5.2)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 160m i maksymalnej wysokości 1,0m
2.3.6	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 - gm. Bukowina Tatrzańska	2.3.6.1 (1.3.6.1)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 550m
		2.3.6.2 (1.3.6.2)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 109m
		2.3.6.3 (1.3.6.3)	Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 140m
2.3.7	Białka Tatrzańska na km 17+400 - 17+900	2.3.7.0	Udrożnienie starorzecza Białki na długości 510m

Wszystkie działania dla wariantu 2 ponumerowano odpowiednio w celu łatwieszej identyfikacji poszczególnych działań. Zestawienie tabelaryczne wszystkich proponowanych działań w ramach wariantu 2 przedstawiono w powyższej tabeli 34. Wszystkie działania inwestycyjne przedstawiono również w skali 1: 5 000 w **załączniku 14.** Planowane działania inwestycyjne dla wariantu 2 przedstawione są również na mapie zbiorczej planowanych działań w skali 1:20 000 (**załącznik 9.2**)

13.2.1 Gmina Łapsze Niżne

W gminie Łapsze Niżne dla Wariantu 2 z zakresu działań inwestycyjnych ochrony przeciwpowodziowej dla infrastruktury planowane są te same działania jak w Wariancie 1, czyli:

- **DZIAŁANIE 2.1.1.0** - Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki:

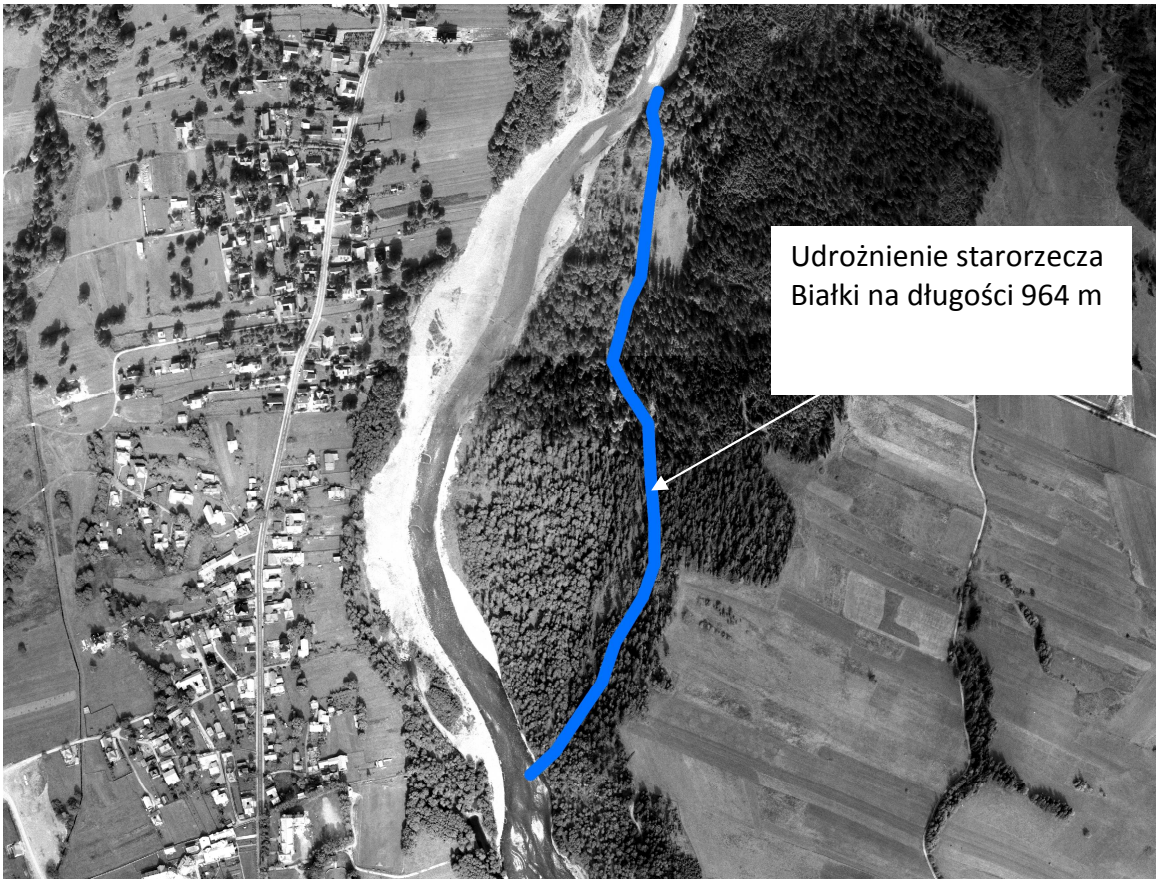
Podwyższenie rzędnej niwelty drogi przed żwirownią do maksymalnej rzędnej niwelety 564.100 m n.p.m., przy czym średnia wysokość drogi na całym tym odcinku tj. 530 m powinna zostać podwyższona o 0,5 m (rysunek 81).

- **DZIAŁANIE 2.1.2.0** - miejscowość Gliniki - obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki:

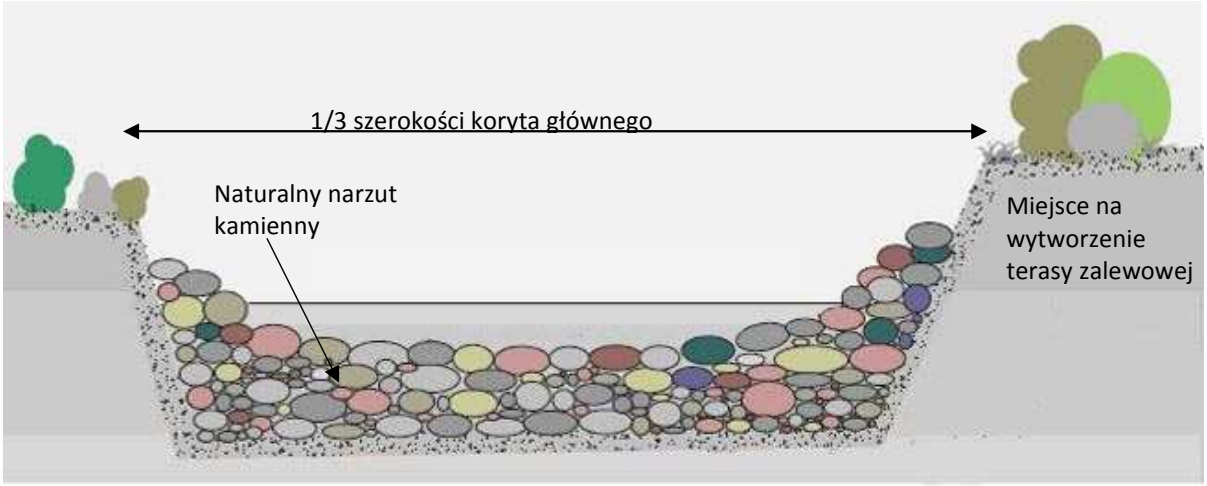
Wybudowanie obwałowania przeciwpowodziowego o długości 150 m i maksymalnej wysokości 2,5 m i średniej wysokości wału 1,8m i maksymalnej wysokości 2,5 m. Lokalizację przedstawiono na rysunku 82.

Dodatkowo planowane są działania (**DZIAŁANIE 2.1.3.0**) z zakresu udrożnienia starorzecza Białki Tatrzańskiej na odcinku 12+900 - 13+900 (Rys. 96). Wszystkie działania mające na celu odtworzenie i udrożnienie starorzecza Białki Tatrzańskiej powinny być prowadzone według zasad dobrej praktyki dla potoków górskich, tzn. powinien zostać odtworzony naturalny stan starorzecza jak najbardziej zbliżony do stanu koryta głównego, przy zachowaniu proporcji szerokości koryta w stosunku do koryta głównego 1/3 (szerokość nowotworzonego koryta 7,0m). Przykładowy rysunek nowoodtworzonego starorzecza pokazano na rysunku 97.

Wszystkie działania inwestycyjne przedstawiono również w skali 1: 5 000 w **załączniku 14**.



Rysunek 96: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 2 – gmina Bukowina Tatrzańska / gmina Łapsze Niżne – miejscowość Białka Tatrzańska - obszar położony prawostronnie na km 12+900 - 13+900 [Działanie 2.1.3.0]



Rysunek 97: Wizualizacja nowoodtworzonego starorzecza

13.2.2 Gmina Nowy Targ

W gminie Nowy Targ dla Wariantu 2 z zakresu działań inwestycyjnych ochrony przeciwpowodziowej dla infrastruktury planowane są jedynie te same działania jak w Wariancie 1, czyli:

- **DZIAŁANIA 1.2.1.1 – 1.2.1.3** - miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422

  Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m: (1) na długości 306m oraz (2) drogi dojazdowej na długości 112 m. Dodatkowo zaproponowano budowę obwałowania przeciwpowodziowego o długości 400 m i maksymalnej wysokości 2,2 m w miejscu istniejącej polnej drogi (Średnie Pola) (rysunek 83).

- **DZIAŁANIA 1.2.2.1 – 1.2.2.3** - miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900

  Podwyższenie rzędnej niwelety drogi o wysokość maksymalną 0,5m (średnio o 0,4m) na długości 195m do rzędnej 562,929 m n.p.m. Dodatkowo zaproponowano budowę obwałowania przeciwpowodziowego o długości 540 m i maksymalnej wysokości 1,2 m (średnia wysokość wału - 0,8m) (rysunek 84).

- **DZIAŁANIA 1.2.3.1 – 1.2.3.4** - miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300

  - Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy o wysokość maksymalną 1m (średnio o 0,2m) na długości 250m
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 1430 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,9m) na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
  - Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 460 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,5m) na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
  - Podwyższenie rzędnej niwelety drogi prowadzącej w kierunku „Przełomu pod Krempachami" o średnią wysokość 0,8 m na długości 1013m

  Lokalizację przedstawiono na rysunkach 85 i 86.

- **DZIAŁANIA 1.2.4.1 – 1.2.4.3** - miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700

- Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy na długości 222m o wysokość maksymalną 2m (średnio o 1,2m)
- Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 792m i maksymalnej wysokości 1,3m (średnia wysokość wału - 0,5m) na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy
- Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 455m o maksymalnej wysokości 2,5m (średnia wysokość wału - 1,5m) na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy

Lokalizację przedstawiono na rysunku 87.

Wszystkie działania inwestycyjne przedstawiono również w skali 1: 5 000 w **załączniku 14**. Dla Wariantu 2 działania na obszarze Natury 2000 na terenie gminy Nowy Targ nie są planowane.

13.2.3 Gmina Bukowina Tatrzańska

W gminie Bukowina Tatrzańska dla Wariantu 2 oprócz prac z zakresu działań inwestycyjnych ochrony przeciwpowodziowej opisanych w Wariancie 1, czyli:

- **DZIAŁANIE 1.3.1.0** - miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800

  Budowa obwałowania przeciwpowodziowego/ podwyższenie rzędnej niwelty o długości 180 m o średnią wysokość 1,5 m (rysunek 88).

- **DZIAŁANIE 1.3.2.0** - miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 17+700 – 18+200,

  Budowa obwałowania przeciwpowodziowego/ podwyższenie rzędnej niwelty o długości 520 m o średnią wysokość 1,2 m (rysunek 89).

- **DZIAŁANIE 1.3.3.0** - miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 18+200 – 18+600,

  Budowa obwałowania przeciwpowodziowego/ podwyższenie rzędnej niwelty o długości 420 m o średniej wysokości wału 1,5 m (rysunek 90).

- **DZIAŁANIA 1.3.4.1 - 1.3.4.2** - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200,

  - Wzmocnienie i podwyższenie o 1,8 m brzegów narzutem kamiennym na długości 80 m

- Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 110 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,6m)

Lokalizację przedstawiono na rysunkach 91, 92.

- **DZIAŁANIA 1.3.5.1 -1.3.5.2** - miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500,

- Podwyższenie rzędnej niwelety drogi w Bukowinie o wysokość maksymalną 0,5m (średnio o 0,2m) na długości 100m
- Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 160 m i maksymalnej wysokości 1,0m (średnia wysokość wału - 0,5m)

Lokalizację przedstawiono na rysunku 93.

- **DZIAŁANIA 1.3.6.1 -1.3.6.2** - miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000,

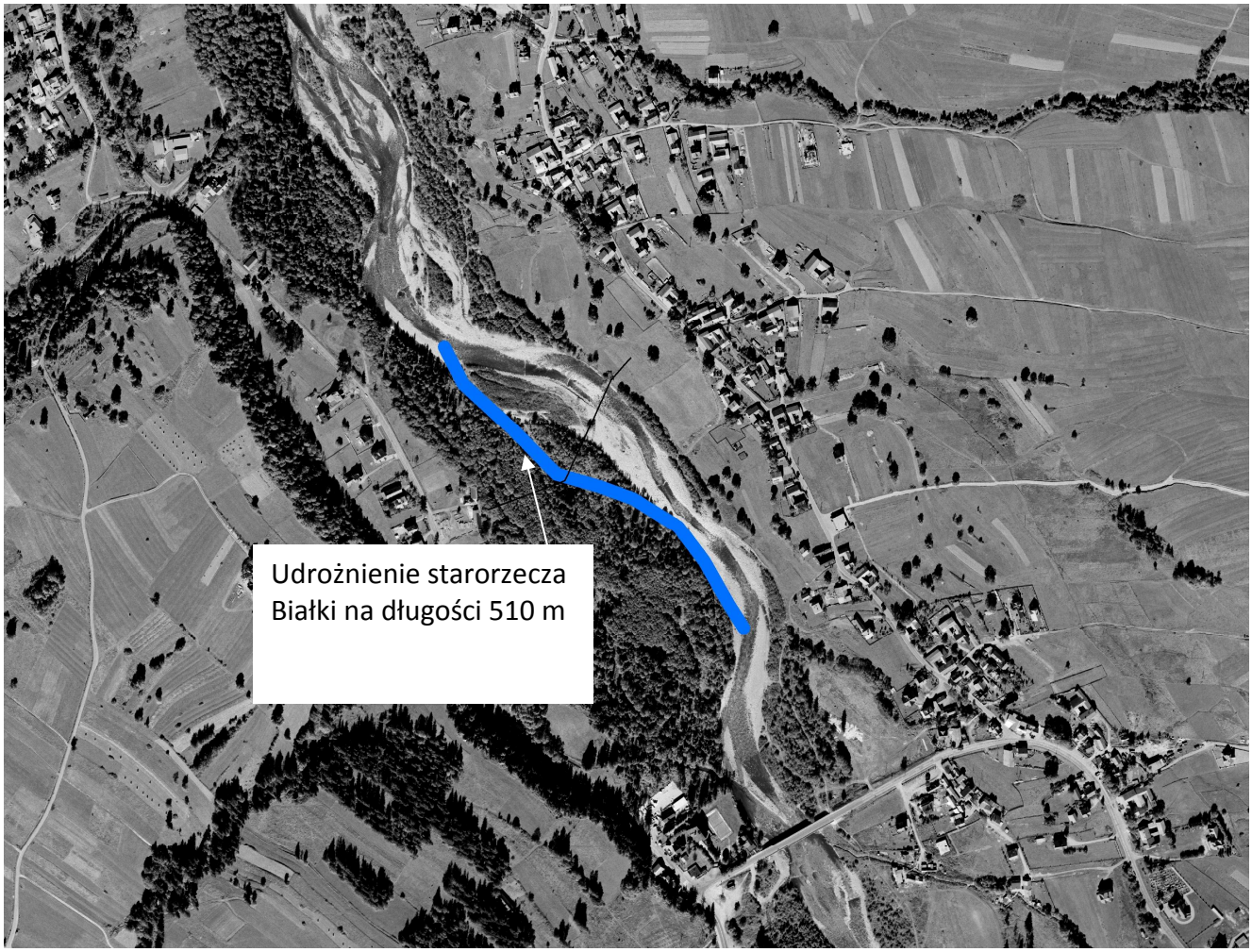
Podwyższenie rzędnych niwelety dróg dojazdowych na most / budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości: (1) 550 m (2) 109 m i (3) 140 m (rysunek 94).

Planowane są dodatkowo działania na obszarze Natury 2000 na terenie gminy poprzez udrożnienie starorzecza Białki Tatrzańskiej na odcinkach:

- **DZIAŁANIE 2.1.3.0** - obszar położony prawostronnie na km 12+900 - 13+900 (rysunek 96)

- **DZIAŁANIE 2.3.7.0** - obszar położony lewostronnie na km 17+400 - 17+900 (rysunek 98).

Wszystkie działania mające na celu odtworzenie i udrożnienie starorzecza Białki Tatrzańskiej na obszarze położonym lewostronnie na km 17+400 - 17+900 powinny być prowadzone według zasad dobrej praktyki dla potoków górskich, tzn. powinien zostać odtworzony naturalny stan starorzecza jak najbardziej zbliżony do stanu koryta głównego, przy zachowaniu proporcji szerokości koryta w stosunku do koryta głównego 1/3 (szerokość nowotworzonego koryta 6,75m). Przykładowy rysunek nowoodtworzonego starorzecza pokazano na rysunku 97.



Rysunek 98: Proponowane działania inwestycyjne dla Wariantu 2 – gmina Bukowina Tatrzańska - miejscowość Bukowina Tatrzańska - obszar położony lewostronnie na km 17+400 - 17+900 [Działanie 2.3.7.0]

14 Wykonanie obliczeń modelowych dla WARIANTU 1 i WARIANTU 2

Dla obu wariantów po zaimplementowaniu do modelu planowanych działań inwestycyjnych zostały wykonane obliczenie modelowe.

W przypadku wariantu 1 z uwagi na to, że planowane działania z zakresu ochrony są prowadzone w górnych odcinkach tarasy zalewowej, a częściowo poza obszarami strefy zalewowej w samym modelu poprzez obliczenia nie jest możliwe całkowite odzwierciedlenie wpływu planowanyh działań, ponieważ same rzędne zw. wody i wielkości przepływów pozostają praktycznie bez zmian. Planowane działania wpływają jedynie na przebieg granicy strefy zalewowej. A odwzorowania tego dokonano w kolejnym etapie poprzez odcięcie stefy zalewowej np. poprzez oś projektowanego wału. W ten sposób zredukowana została strefa zalewowa w miejscach planowanych działań.

W przypadku wariantu 2 pozostawiono w modelu zaimplementowane działania inwestycyjne w ramach wariantu 1, wprowadzając do modelu (do istniejących przekroi poprzecznych) nowozaprojektowane drugie koryto (udrożnione starorzecze) na odcinkach km 12+900 - 13+900 oraz km 17+400 - 17+900. Dla tek przygotowanego modelu wykonano obliczenia hydrauliczne.

Wyniki modelowych obliczeń hydraulicznych przedstwiono tabelarycznie:

- dla wariantu 1 w tabeli 35,
- dla wariantu 2 w tabeli 36.

Tabela 35: Zestawienie wyników obliczeń hydraulicznych dla rzeki Białka Tatrzańska (wraz z rozgałęzieniem – Młynówka) dla WARIANTU 1

L.p.	Kilometraż	Rzędna zwierciadła wody q=0,1%	Rzędna zwierciadła wody q=0,5%	Rzędna zwierciadła wody q=1%	Rzędna zwierciadła wody q=2%	Rzędna zwierciadła wody q=5%	Rzędna zwierciadła wody q=10%	Rzędna zwierciadła wody q=20%	Rzędna zwierciadła wody q=50%
					Białka Tatrzańska				
1	0.00	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5
2	853.37	534.59	534.549	534.536	534.524	534.513	534.507	534.503	534.5
3	1301.00	536.679	536.328	536.159	535.975	535.707	535.447	535.132	534.703
4	1541.00	541.498	540.958	540.706	540.424	540.013	539.596	539.107	538.111
5	1813.62	542.909	542.606	542.475	542.34	542.126	541.904	541.617	541.179
6	2309.35	548.151	547.948	547.858	547.762	547.592	547.382	547.13	546.599
7	2815.71	553.659	553.375	553.235	553.062	552.812	552.598	552.321	551.926
8	3062.37	556.289	556.04	555.93	555.811	555.651	555.526	555.289	554.883
9	3104.31	556.425	556.206	556.116	556.028	555.893	555.775	555.536	555.115
10	3302.35	558.837	558.657	558.581	558.492	558.323	558.166	557.936	557.552
11	3651.94	563.122	562.846	562.719	562.579	562.377	562.187	561.953	561.581
12	3725.80	563.749	563.48	563.358	563.229	563.04	562.875	562.664	562.345
13	4302.21	569.614	569.43	569.348	569.259	569.099	568.948	568.734	568.385
14	4858.00	574.706	574.456	574.339	574.218	574.044	573.9	573.703	573.385
15	4952.18	575.982	575.78	575.676	575.566	575.409	575.27	575.094	574.772
16	5054.07	576.284	576.09	575.989	575.88	575.733	575.603	575.445	575.144
17	5313.55	579.675	579.439	579.327	579.208	579.049	578.914	578.76	578.542
18	5834.94	585.648	585.443	585.337	585.218	585.03	584.85	584.633	584.197
19	6068.44	588.938	588.716	588.609	588.486	588.294	588.132	587.92	587.532
20	6091.16	588.975	588.754	588.647	588.523	588.332	588.175	587.973	587.663
21	6370.78	592.468	592.225	592.112	591.993	591.819	591.695	591.495	591.109
22	6674.30	596.44	596.167	596.04	595.893	595.703	595.553	595.372	595.11
23	6874.30	598.31	597.687	597.403	597.113	596.721	596.408	596.063	595.622
24	7221.03	602.78	602.516	602.399	602.273	602.075	601.891	601.669	601.245
25	7271.60	602.866	602.604	602.506	602.413	602.288	602.147	601.957	601.591
26	7380.19	605.022	604.787	604.703	604.641	604.537	604.395	604.183	603.793
27	7653.46	609.534	609.343	609.237	609.123	608.958	608.808	608.628	608.338
28	7702.78	609.947	609.741	609.632	609.518	609.352	609.193	609.004	608.678
29	7947.03	613.676	613.324	613.157	612.984	612.72	612.441	612.107	611.524

30	8451.62	619.19	619.035	618.931	618.822	618.62	618.402	617.918	617.223
31	8942.23	624.381	624.193	624.09	623.967	623.788	623.612	623.417	623.069
32	8955.55	624.517	624.327	624.223	624.098	623.915	623.735	623.541	623.181
33	9429.78	630.512	630.228	630.098	629.934	629.692	629.446	629.159	628.581
34	9960.33	636.284	635.949	635.804	635.643	635.292	634.996	634.678	634.045
35	10436.53	641.09	640.82	640.657	640.479	640.077	639.731	639.333	638.76
36	10576.53	642.58	642.047	641.742	641.418	640.954	640.597	640.205	639.688
37	10600.00	642.724	642.213	641.977	641.764	641.512	641.321	641.142	640.723
38	10971.45	647.019	646.713	646.569	646.422	646.182	645.847	645.481	645.017
39	11520.34	654.663	654.476	654.346	654.206	653.955	653.748	653.376	652.865
40	11979.85	660.683	660.501	660.404	660.284	660.101	659.918	659.703	659.334
41	12430.54	666.799	666.534	666.403	666.261	666.063	665.884	665.636	665.148
42	12905.74	671.746	671.512	671.409	671.302	671.16	671.048	670.826	670.196
43	13431.97	677.838	677.622	677.513	677.401	677.224	677.054	676.743	676.276
44	13922.49	683.759	683.477	683.337	683.184	682.966	682.78	682.565	682.236
45	14415.01	689.49	689.244	689.135	689.001	688.763	688.545	688.3	687.885
46	14899.39	695.129	694.873	694.75	694.614	694.397	694.21	693.936	693.447
47	15452.09	701.145	700.904	700.765	700.626	700.372	700.126	699.828	699.42
48	15951.72	707.806	707.585	707.476	707.359	707.156	706.997	706.762	706.195
49	16568.84	715.526	715.296	715.17	715.034	714.827	714.658	714.467	714.206
50	16998.48	720.116	719.841	719.715	719.583	719.394	719.199	718.936	718.508
51	17573.82	728.003	727.774	727.67	727.541	727.356	727.157	726.955	726.545
52	18092.93	735.662	735.404	735.284	735.155	734.95	734.773	734.571	734.247
53	18252.93	737.23	736.701	736.467	736.215	735.854	735.548	735.201	734.73
54	18533.73	741.753	741.296	741.09	740.875	740.574	740.33	740.04	739.355
55	19060.90	748.801	748.479	748.326	748.148	747.876	747.642	747.371	746.942
56	19596.17	755.772	755.526	755.4	755.266	755.078	754.897	754.68	754.307
57	20144.44	763.564	763.355	763.263	763.154	762.965	762.813	762.579	762.253
58	20862.11	772.549	772.269	772.146	772.02	771.76	771.498	771.198	770.754
59	21499.47	781.349	781.089	780.969	780.842	780.651	780.492	780.312	780.033
60	21619.47	783.488	782.948	782.692	782.43	782.055	781.757	781.417	780.901
61	22066.50	789.048	788.81	788.697	788.571	788.375	788.264	788.114	787.72
62	22493.87	795.052	794.804	794.655	794.497	794.268	794.079	793.87	793.522
63	22498.97	795.142	794.917	794.775	794.621	794.403	794.257	794.085	793.799
64	22617.01	795.718	795.429	795.278	795.117	794.884	794.727	794.479	794.049

65	22885.82	799.801	799.599	799.462	799.251	798.898	798.588	798.258	797.505
66	22887.10	799.823	799.619	799.483	799.272	798.918	798.608	798.278	797.525
67	23094.12	801.905	801.566	801.41	801.202	800.87	800.599	800.295	799.738
68	23318.21	803.385	803.029	802.846	802.633	802.292	801.987	801.616	800.973
69	23344.00	803.577	803.279	803.109	802.887	802.527	802.2	801.803	801.123
70	24762.66	809.375	809.053	808.858	808.632	808.274	807.938	807.542	806.909
Młynówka									
1	0.00	624.381	624.193	624.09	623.967	623.788	623.612	623.417	623.069
2	14.65	626.322	626.313	626.308	626.303	626.293	626.279	626.256	625.876
3	541.79	630.97	630.905	630.879	630.85	630.793	630.677	630.476	630.009
4	1601.75	640.866	640.687	640.62	640.548	640.436	640.336	640.213	639.93
5	2245.00	647.05	646.729	646.69	646.648	646.586	646.532	646.467	646.367
6	2533.23	651.193	650.681	650.629	650.566	650.474	650.397	650.29	650.137
7	2875.69	656.682	656.535	656.522	656.509	656.49	656.474	656.457	656.448
8	3339.73	661.519	661.136	661.111	661.082	661.037	660.999	660.946	660.869
9	3807.22	666.466	666.055	666.042	666.026	666.002	665.981	665.956	665.915
10	4002.00	666.467	666.113	666.098	666.082	666.058	666.036	666.01	665.937

Tabela 36: Zestawienie wyników obliczeń hydraulicznych dla rzeki Białka Tatrzańska (wraz z rozgałęzieniem – Młynówka) dla WARIANTU 2

L.p.	Kilometraż	Rzędna zwierciadła wody q=0,1%	Rzędna zwierciadła wody q=0,5%	Rzędna zwierciadła wody q=1%	Rzędna zwierciadła wody q=2%	Rzędna zwierciadła wody q=5%	Rzędna zwierciadła wody q=10%	Rzędna zwierciadła wody q=20%	Rzędna zwierciadła wody q=50%
					Białka Tatrzańska				
1	0.00	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5	534.5
2	853.37	534.59	534.549	534.536	534.524	534.513	534.507	534.503	534.5
3	1301.00	536.679	536.328	536.159	535.975	535.707	535.448	535.132	534.703
4	1541.00	541.499	540.958	540.706	540.424	540.014	539.597	539.105	538.111
5	1813.62	542.909	542.606	542.475	542.34	542.126	541.906	541.617	541.179
6	2309.35	548.151	547.948	547.858	547.762	547.593	547.383	547.13	546.599
7	2815.71	553.66	553.375	553.234	553.063	552.813	552.599	552.321	551.926
8	3062.37	556.289	556.04	555.93	555.811	555.651	555.526	555.288	554.883
9	3104.31	556.425	556.207	556.116	556.028	555.893	555.775	555.536	555.115
10	3302.35	558.837	558.657	558.581	558.492	558.324	558.167	557.935	557.552
11	3651.94	563.122	562.846	562.718	562.579	562.378	562.188	561.953	561.581
12	3725.80	563.749	563.48	563.358	563.229	563.04	562.876	562.663	562.345
13	4302.21	569.614	569.43	569.348	569.259	569.1	568.949	568.733	568.385
14	4858.00	574.706	574.456	574.339	574.218	574.044	573.9	573.703	573.385
15	4952.18	575.982	575.78	575.676	575.567	575.409	575.27	575.094	574.772
16	5054.07	576.284	576.09	575.989	575.881	575.734	575.604	575.444	575.144
17	5313.55	579.675	579.439	579.327	579.208	579.049	578.915	578.76	578.542
18	5834.94	585.649	585.443	585.337	585.218	585.03	584.851	584.632	584.197
19	6068.44	588.939	588.716	588.609	588.486	588.294	588.132	587.919	587.532
20	6091.16	588.975	588.754	588.647	588.524	588.332	588.176	587.972	587.663
21	6370.78	592.468	592.225	592.112	591.993	591.819	591.696	591.495	591.109
22	6674.30	596.44	596.167	596.04	595.894	595.703	595.554	595.372	595.11
23	6874.30	598.311	597.687	597.403	597.113	596.722	596.41	596.063	595.622
24	7221.03	602.781	602.516	602.399	602.273	602.076	601.891	601.669	601.245
25	7271.60	602.866	602.604	602.506	602.414	602.289	602.148	601.956	601.591
26	7380.19	605.022	604.787	604.703	604.641	604.537	604.396	604.182	603.793
27	7653.46	609.534	609.343	609.237	609.123	608.959	608.809	608.628	608.338

28	7702.78	609.948	609.741	609.632	609.518	609.352	609.194	609.003	608.678
29	7947.03	613.677	613.324	613.157	612.984	612.721	612.442	612.106	611.524
30	8451.62	619.19	619.035	618.931	618.822	618.621	618.403	617.917	617.223
31	8942.23	624.381	624.193	624.09	623.967	623.788	623.612	623.417	623.069
32	8955.55	624.517	624.327	624.223	624.098	623.916	623.736	623.541	623.181
33	9429.78	630.512	630.228	630.098	629.934	629.693	629.447	629.158	628.581
34	9960.33	636.284	635.949	635.804	635.643	635.293	634.997	634.676	634.046
35	10436.53	641.09	640.821	640.657	640.479	640.078	639.732	639.332	638.76
36	10576.53	642.58	642.047	641.743	641.418	640.955	640.598	640.204	639.689
37	10600.00	642.724	642.213	641.977	641.764	641.513	641.321	641.141	640.723
38	10971.45	647.019	646.713	646.569	646.422	646.183	645.848	645.48	645.017
39	11520.34	654.663	654.476	654.346	654.206	653.956	653.748	653.375	652.865
40	11979.85	660.683	660.501	660.404	660.284	660.101	659.918	659.702	659.334
41	12430.54	666.799	666.534	666.403	666.261	666.064	665.884	665.635	665.148
42	12905.74	671.746	671.512	671.409	671.302	671.16	671.049	670.825	670.196
43	13431.97	677.505	677.322	677.209	677.075	676.867	676.679	676.425	676.042
44	13922.49	683.173	682.965	682.868	682.763	682.615	682.485	682.325	682.104
45	14415.01	689.448	689.215	689.111	688.976	688.744	688.532	688.292	687.882
46	14899.39	698.149	694.87	694.748	694.612	694.396	694.21	693.936	693.447
47	15452.09	701.145	700.905	700.765	700.626	700.373	700.127	699.828	699.42
48	15951.72	707.806	707.585	707.476	707.359	707.157	706.998	706.762	706.195
49	16568.84	715.526	715.296	715.171	715.034	714.828	714.658	714.467	714.206
50	16998.48	720.116	719.841	719.715	719.583	719.394	719.199	718.936	718.508
51	17573.82	727.981	727.744	727.632	727.525	727.341	727.16	726.939	726.497
52	18092.93	735.666	735.401	735.278	735.148	734.942	734.766	734.564	734.243
53	18252.93	737.23	736.701	736.467	736.215	735.854	735.548	735.201	734.73
54	18533.73	741.753	741.296	741.09	740.875	740.574	740.33	740.04	739.355
55	19060.90	748.801	748.479	748.326	748.148	747.876	747.642	747.371	746.942
56	19596.17	755.772	755.526	755.4	755.266	755.078	754.897	754.68	754.307
57	20144.44	763.564	763.355	763.263	763.154	762.965	762.813	762.579	762.253
58	20862.11	772.549	772.269	772.146	772.02	771.76	771.498	771.198	770.754
59	21499.47	781.349	781.089	780.969	780.842	780.651	780.492	780.312	780.033
60	21619.47	783.488	782.948	782.692	782.43	782.055	781.757	781.417	780.901
61	22066.50	789.048	788.81	788.697	788.571	788.375	788.264	788.114	787.72
62	22493.87	795.052	794.804	794.655	794.497	794.268	794.079	793.87	793.522

63	22498.97	795.142	794.917	794.775	794.621	794.403	794.257	794.085	793.799
64	22617.01	795.718	795.429	795.278	795.117	794.884	794.727	794.479	794.049
65	22885.82	799.801	799.599	799.462	799.251	798.898	798.588	798.258	797.505
66	22887.10	799.823	799.619	799.483	799.272	798.918	798.608	798.278	797.525
67	23094.12	801.905	801.566	801.41	801.202	800.87	800.599	800.295	799.738
68	23318.21	803.385	803.029	802.846	802.633	802.292	801.987	801.616	800.973
69	23344.00	803.577	803.279	803.109	802.887	802.527	802.2	801.803	801.123
70	24762.66	809.375	809.053	808.858	808.632	808.274	807.938	807.542	806.909
Młynówka									
1	0.00	624.381	624.193	624.09	623.967	623.788	623.612	623.417	623.069
2	14.65	626.322	626.313	626.308	626.303	626.293	626.279	626.256	625.876
3	541.79	630.97	630.905	630.879	630.85	630.793	630.677	630.476	630.009
4	1601.75	640.866	640.687	640.62	640.548	640.436	640.336	640.213	639.93
5	2245.00	647.051	646.729	646.69	646.648	646.586	646.532	646.467	646.367
6	2533.23	651.194	650.681	650.629	650.566	650.474	650.397	650.29	650.137
7	2875.69	656.683	656.535	656.522	656.509	656.49	656.474	656.457	656.448
8	3339.73	661.52	661.136	661.111	661.082	661.037	660.999	660.946	660.869
9	3807.22	666.468	666.055	666.042	666.026	666.002	665.981	665.956	665.915
10	4002.00	666.468	666.113	666.098	666.082	666.058	666.036	666.01	665.937

15 Dostosowanie numerycznego modelu terenu (NMT) do celów generowania stref zalewowych

Numeryczny model rzeźby terenu (NMT) (ang. Digital Terrain Model – DTM) jest numerycznym odwzorowaniem powierzchni terenu (a więc powierzchni ciągłej) w sposób dyskretny czyli za pomocą skończonej liczby punktów.

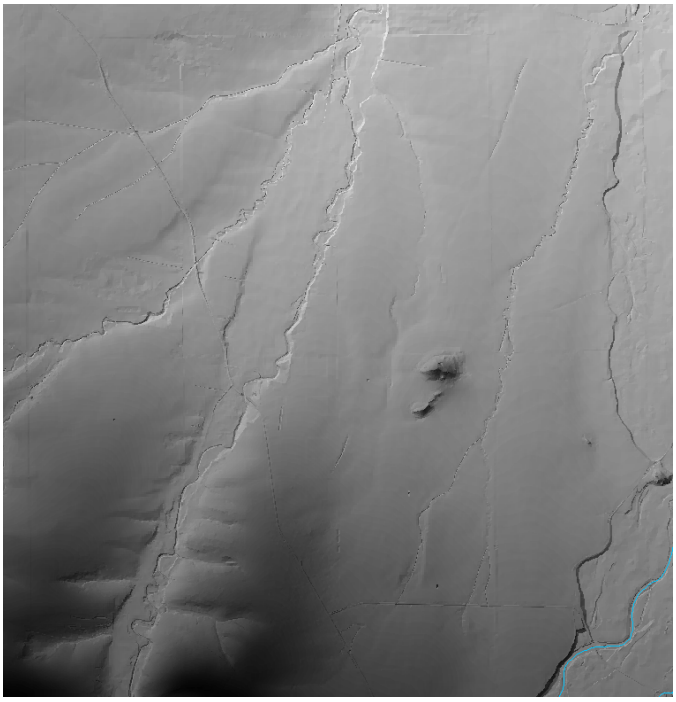
NMT jest reprezentowany przez punkty rozłożone regularnie lub nieregularnie na powierzchni terenu i zazwyczaj dodatkowo uzupełniony poprzez punkty reprezentujące morfologiczne formy terenu takie jak:

- linie szkieletowe (grzbiety, cieki),
- linie nieciągłości (urwiska, skarpy),
- powierzchnie wyłączeń (budynki, cieki),
- pikiety ekstremalne (wierzchołki, dna).

Wykorzystany w opracowaniu NMT został wykonany metodą fotogrametryczną w oparciu o zdjęcia lotnicze w skali 1:13 000 zrealizowane w latach 2003-2005.

Metoda fotogrametryczna polega na wykorzystaniu zdjęć lotniczych i sprowadza się do zbudowania modelu oraz stereodigitalizacji powierzchni terenu. Czynności tej dokonuje się z wykorzystaniem autografów (analitycznych lub cyfrowych) poprzez pomiar tzw. punktów masowych, w miarę dokładnie pokrywających opracowywany teren oraz dodatkowych punktów reprezentujących formy terenowe, takie jak linie szkieletowe lub linie nieciągłości. Do zalet tej metody można zaliczyć znaczną szybkość (możliwość automatyzacji procesu) oraz dokładność uzyskiwanych wyników, natomiast główną jej wadą jest słabe odwzorowywanie rzeźby tereny na obszarach zalesionych i zabudowanych.

Z uwagi na sposób jego zapisu (pliki tekstowe ASCII), niezbędne było opracowanie NMT do formatu umożliwiającego wygenerowanie stref zalewowych. Podjęto decyzję o interpolacji plików do formatu nieregularnych trójkątów (ang. TIN), a następnie zapis do postaci rastrowej (ang. GRID). Przyjęto oczko siatki NMT o wartości 2 m.

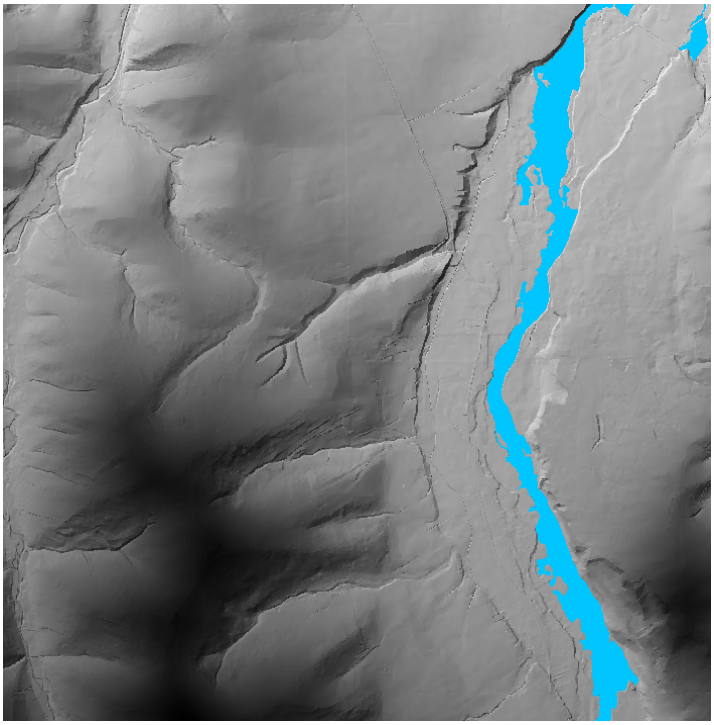


Rysunek 99: Arkusz NMT przygotowany do generowania stref zalewowych (fragment arkusza M-34-89-C-c-2)

16 Wyznaczenie zasięgu stref zalewowych

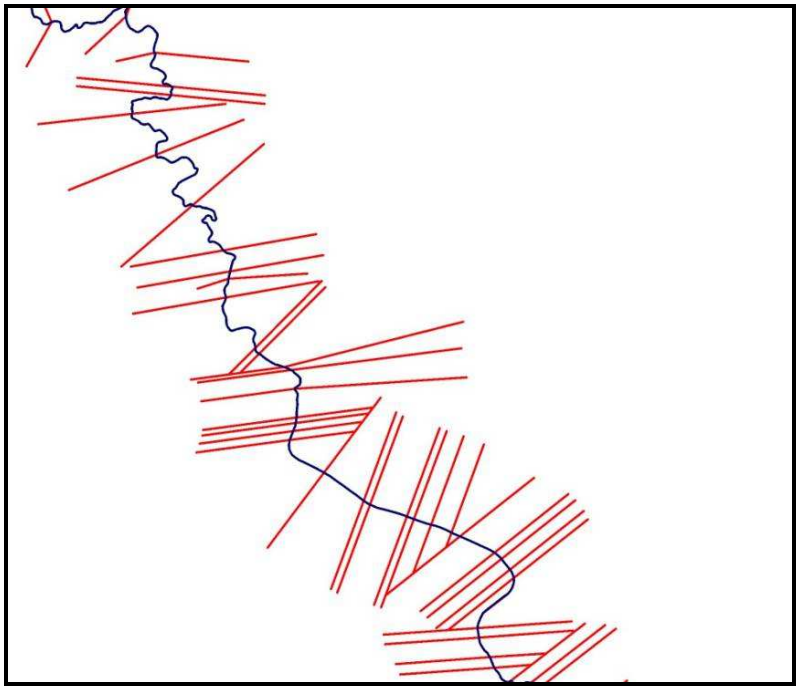
Wyznaczanie zasięgu stref zalewowych polegało na połączeniu wyników symulacji stanów wody z Numerycznym Modelem Terenu (NMT). W tym celu zbudowano Numeryczny Model Powierzchni Wody (NMPW) oparty na profilach zwierciadła wody w przekrojach poprzecznych. Profile te następnie wprowadzono do NMPW jako zbiór linii nieciągłości o współrzędnych x, y, wynikających z lokalizacji i kształtu przekroju oraz poziomu zwierciadła wody z. Otrzymany zbiór izolinii poddano następnie rasteryzacji, aby utworzyć numeryczny model powierzchni wody złożony z kwadratów (model GRID).

Iloczyn logiczny obydwu modeli (NMT i NMPW) dał w efekcie linię przecięcia powierzchni terenu z powierzchnią zwierciadła wody, która była poszukiwaną granicą strefy zalewu.

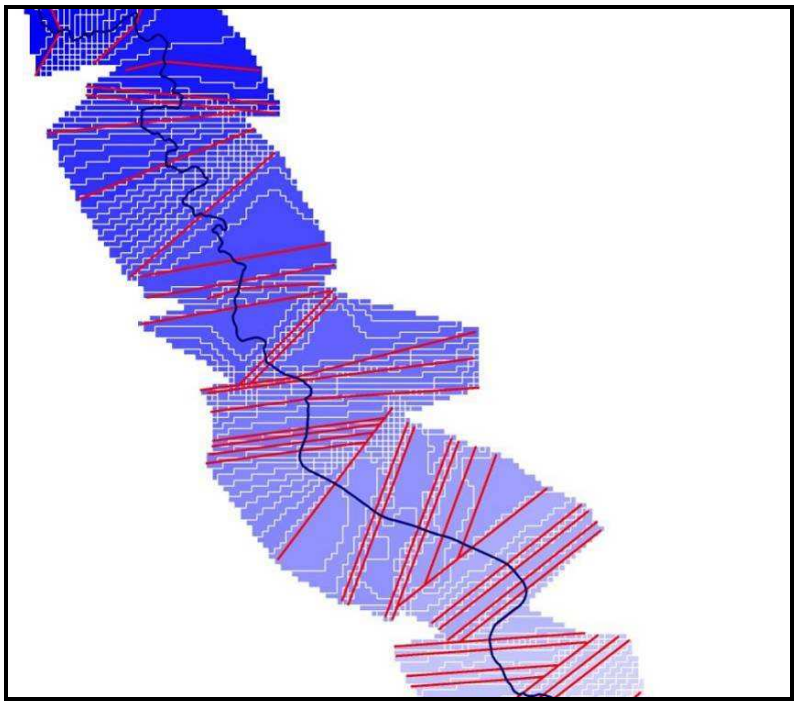


Rysunek 100: Strefa zalewowa powstała na skutek przecięcia NMT oraz NMPW (fragment arkusza M-34-89-C-c-2)

Linia przecięcia dwóch modeli powierzchni została wygenerowana a następnie zapisana w postaci linii łamanej, której węzły posiadają trzy współrzędne. W tej postaci jest przechowywana w NMT. Jednak dla potrzeb wykonania analiz topologicznych związanych z mapami topograficznymi (analiza charakterystyki zabudowy doliny rzecznej) niezbędne było wykonanie ortogonalnych rzutów granic stref na płaszczyznę i zapisanie ich w poszczególnych warstwach mapy.



Rysunek 101: NMPW w postaci izolinii

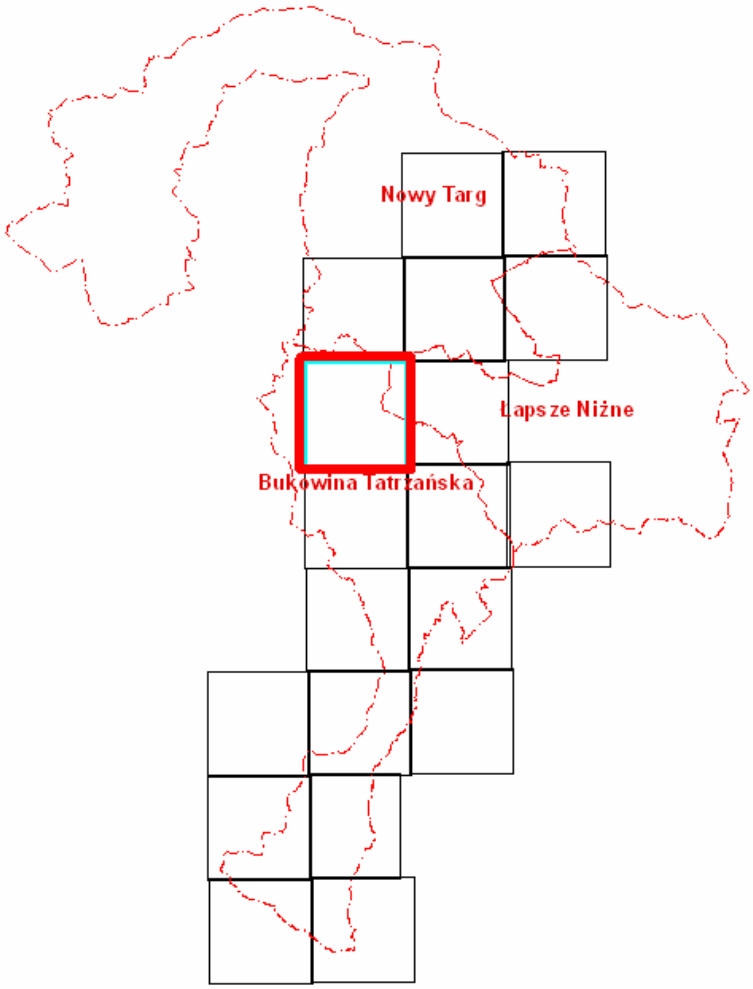


Rysunek 102: NMPW w postaci izolinii oraz nieregularnych poligonów.

Analizując wykonane strefy zalewu zwrócono szczególną uwagę na obszary, które zidentyfikowane zostały przez system jako tereny zalane, a które stanowią lokalne obniżenia powierzchni terenu oddzielone od rzeki przez naturalne jego ukształtowanie lub przez budowle inżynierskie. Obszary takie zostały wyłączone z zasięgu stref zalewowych. Strefy zalewowe zostały poddane interpretacji oraz korekcie.

17 Opracowanie map zagrożenia powodziowego dla wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wszystkich wariantów

Dysponując wygenerowanymi w oparciu o Numeryczny Model Terenu strefami zalewowymi dla Białki Tatrzańskiej opracowano mapy prezentujące przestrzenny zasięg stref zalewowych dla odpowiednich wód prawdopodobnych. Obszar zlewni zgodnie z specyfikacją został podzielony na 19 arkusze, z których strefy zalewowe znalazły się na 9 z nich, i dla tych arkuszy zostały opracowane mapy terenów zalewowych. Arkusze (M-34-89-C-c-2; M-34-89-C-b-4; M-34-89-C-b-2; M-34-89-C-b-3; M-34-89-C-c-4; M-34-89-C-d-1; M-34-89-C-d-3; M-31-01-A-b-1; M-34-89-C-a-4) te zostały wyznaczone zgodnie z poniższym indeksem.



Rysunek 103: Arkusz z indeksem map

Mapy zostały wykonane zgodnie ze specyfikacją w skali 1:10 000 w oparciu o ortofotomapę przekazaną przez Zamawiajacego. Przykład przedstawiono na rysunku 103.

Mapy przedstawiające granice zostały wykonanew dwóch egzemplarzach dla wariantów w następujacy sposób:

– WARIANT „0”

Mapy zagrożenia powodziowego dla wariantu „0” wykonano na 9 arkuszach dla wód prawdopodobnych 0,1%. 50%; 20%; 10%; 5%; 2%; 1%; 0,5%.

– WARIANT „1”

Mapy zagrożenia powodziowego dla wariantu „1” wykonano na 9 arkuszach dla wód prawdopodobnych 0,1%. 10%; 1% zaznaczając planowane działania inwestycyjne.

– WARIANT „2”

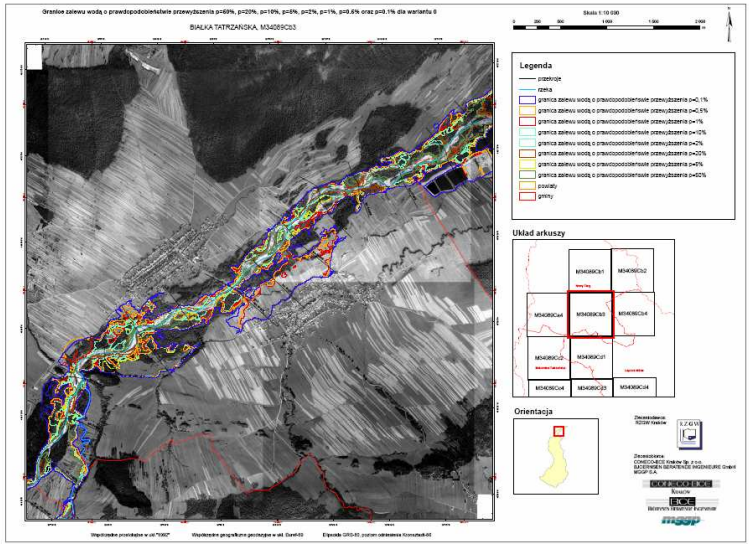
Mapy zagrożenia powodziowego dla wariantu „2” wykonano na 9 arkuszach dla wód prawdopodobnych 0,1%. 10%; 1% zaznaczając planowane działania inwestycyjne.

Wszystkie mapy dla trzech wariantów zostały dodatkowo zapisane w formie elektronicznej w postaci plików .jpg oraz .pdf (**załącznik 13**). W wersji drukowanej mapy w skali 1:10 000 zostały zamieszczone odpowiednio w załącznikach**:**

Załącznik 10: Mapy przedstawiające granice zalewu wody o prawdopodobieństwie przewyższenia p=50%, p=20%, p=10%, p=5%, p=2%, p=1%, p=0,5% oraz p=0,1%, dla WARIANTU 0

Załącznik 11: Mapy przedstawiające granice zalewu wody o prawdopodobieństwie przewyższenia p=10%, p=1% oraz p=0,1%, dla WARIANTU 1

Załącznik 12: Mapy przedstawiająca granice zalewu wody o prawdopodobieństwie przewyższenia p=10%, p=1% oraz p=0,1%, dla WARIANTU 2



Rysunek 104: Przykład stworzonej mapy zagrożenia powodziowego dla zlewni Białka Tatrzańska.

18 Analiza finansowa planowanych działań inwestycyjnych

18.1 Szacunkowe koszty inwestycji dla poszczególnych wariantów

Szacunkowe zestawienie kosztów realizacji poszczególnych inwestycji sporządzono na podstawie Biuletynu cen robót ziemnych i inżynierskch SEKOCENBUD z III kwartału 2009r. i kosztorysów inwestorskich podobnych działań wykonywanych przez biura konsorcjum.

Jako koszty składowe budowy wału (podwyższenia rzędnej niwelety drogi) rozumiane są m.in.:

- przebudowa infrastruktury technicznej kolidującej z proponowaną inwestycją
- roboty pomiarowe
- wykonanie wszystkich niezbędnych przygotowawczych oraz robót ziemnych
- humusowanie i obsianie skarp
- asfaltowanie drogi
- itp.

Jako koszty składowe udrożnienia starorzecza rozumiane są m.in.:

- karczowanie drzew
- roboty pomiarowe
- wykonanie wszystkich niezbędnych przygotowawczych oraz robót ziemnych
- sadzenie drzew
- wykonanie narzutu kamiennego
- itp.

Dodatkowe działania inwestycyjne których zostaną określone koszty to m.in. wzmocnienie i podwyższenie brzegów narzutem kamiennym na pewnym odcinku biegu rzeki.

Szacunkowe koszty poszczególnych inwestycji zgodnie ze specyfikacją zestawiono w tabelach zbiorczych 37 dla wariantu 1 oraz 38 wariantu 2 oraz określono szczegółowo w zależności od planowanych działań dla poszczególnych gmin w punktach poniżej.

Tabela 37: Zestawienie kosztów proponowanych działań w ramach wariantu 1

Gmina	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]	%
Łapsze Niżne	**2.030,1**	**2.476,7**	**10,7**
Nowy Targ	**12.777,8**	**15.588,9**	**67,6**
Bukowina Tatrzańska	**4.097,4**	**4.998,8**	**21,7**

Tabela 38: Zestawienie kosztów proponowanych działań w ramach wariantu 2

Gmina	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]	%
Łapsze Niżne	**3.087,7**	**3.767,0**	**15,1**
Nowy Targ	**12.777,8**	**15.588,9**	**62,3**
Bukowina Tatrzańska	**4.644,9**	**5.666,8**	**22,6**

18.1.1 Gmina Łapsze Niżne

Poniżej dokonano szczegółowego zestawienia kosztów planowanych działań inwestycyjnych dla wariantu 1 i wariantu 2 na terenie gminy Łapsze Niżne.

Tabela 39: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Łapsze Niżne w ramach wariantu 1

Numer działania inwestycyjnego	Opis działania inwestycyjnego	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]
1.1.1.0	Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki: Podwyższenie rzędnej niwelty drogi przed żwirownią na długości 530m średnio o 0,5m.	1.575,4	1.922,0
1.1.2.0	Miejscowość Gliniki - obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki: Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 150m i maksymalnej wysokości 2,5 m.	454,7	554,7

Tabela 40: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Łapsze Niżne w ramach wariantu 2

Numer działania inwestycyjnego	Opis działania inwestycyjnego	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]
2.1.1.0 (1.1.1.0)	Obszar żwirowni położonej prawostronnie na km 3+330 – 4+200 biegu rzeki: Podwyższenie rzędnej niwelty drogi przed żwirownią na długości 530m średnio o 0,5m.	1.575,4	1.922,0
2.1.2.0 (1.1.2.0)	Miejscowość Gliniki - obszar położony prawostronnie w zlewni Młynówki przy dopływie Trybskiej rzeki na km 10+500 biegu rzeki Białki: Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 150m i maksymalnej wysokości 2,5m.	454,7	554,7
2.1.3.0	Białka Tatrzańska na odcinku 12+900 - 13+900 – gm. Łapsze Niżne, Bukowina Tatrzańska Udrożnienie starorzecza Białki Tatrzańskiej na odcinku 12+900 - 13+900 na długości 964m	1.057,6	1.290,3

18.1.2 Gmina Nowy Targ

Poniżej dokonano szczegółowego zestawienia kosztów planowanych działań inwestycyjnych dla wariantu 1 i wariantu 2 na terenie gminy Nowy Targ.

Tabela 41: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Nowy Targ w ramach wariantu 1

Numer działania inwestycyjnego	Opis działania inwestycyjnego	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]
1.2.1.1	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m na długości 306m	990,3	1.208,2
1.2.1.2	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m na długości 112m.	378,4	461,7
1.2.1.3	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 400m i maksymalnej wysokości 2,2m	991,1	1.209,1
1.2.2.1	miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi o wysokość maksymalną 0,5m na długości 195m	613,0	747,9
1.2.2.2	miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 540m i maksymalnej wysokości 1, m	658,8	803,8
1.2.3.1	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy o wysokość maksymalną 1m na długości 250m	560,0	683,2
1.2.3.2	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 1430m i maksymalnej wysokości 1,0m na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	1.667,9	2.034,9
1.2.3.3	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 460m i maksymalnej wysokości 1,0m na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	386,7	471,8
1.2.3.4	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi prowadzącej w kierunku „Przełomu pod Krempachami” o średnią wysokość 0,8m na długości 1013m.	3.843,7	4.689,3
1.2.4.1	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy na długości 222m o wysokość	1.064,8	1.299,0

	maksymalną 2m		
1.2.4.2	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 792m i maksymalnej wysokości 1,3m na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	608,9	742,9
1.2.4.3	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 455m o maksymalnej wysokości 2,5m na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	1.014,1	1.237,2

Tabela 42: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Nowy Targ w ramach wariantu 2

Numer działania inwestycyjnego	Opis działania inwestycyjnego	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]
2.2.1.1 (1.2.1.1)	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m na długości 306m	990,3	1.208,2
2.2.1.2 (1.2.1.2)	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 Podwyższenie rzędnej niwelety dróg dojazdowych na most o wysokość maksymalną 0,5m na długości 112 m.	378,4	461,7
2.2.1.3 (1.2.1.3)	miejscowość Dębno - obszary położone lewostronnie w rejonie mostu na km 1+422 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 400m i maksymalnej wysokości 2,2m	991,1	1.209,1
2.2.2.1 (1.2.2.1)	miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi o wysokość maksymalną 0,5m na długości 195m	613,0	747,9
2.2.2.2 (1.2.2.2)	miejscowość Dębno - obszary turystyczne położone lewostronnie na km 3+200 – 3+900 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 540m i maksymalnej wysokości 1,2m	658,8	803,8
2.2.3.1 (1.2.3.1)	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy o wysokość maksymalną 1m na długości 250m	560,0	683,2
2.2.3.2 (1.2.3.2)	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 1430m i maksymalnej wysokości 1,0m na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	1.667,9	2.034,9
2.2.3.3 (1.2.3.3)	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 460m i maksymalnej wysokości 1,0m na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	386,7	471,8
2.2.3.4 (1.2.3.4)	miejscowość Nowa Biała - obszary położone lewostronnie na km 6+500 – 9+300 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi prowadzącej w kierunku „Przełomu pod Krempachami” o średnią wysokość	3.843,7	4.689,3

	0,8m na długości 1013m.		
2.2.4.1 (1.2.4.1)	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy na długości 222m o wysokość maksymalną 2m	1.064,8	1.299,0
2.2.4.2 (1.2.4.2)	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 792m i maksymalnej wysokości 1,3m na odcinku poniżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	608,9	742,9
2.2.4.3 (1.2.4.3)	miejscowość Krempachy - obszary położone prawostronnie na km 6+100 – 7+700 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 455m o maksymalnej wysokości 2,5m na odcinku powyżej drogi dojazdowej do mostu Nowa Biała/Krempachy	1.014,1	1.237,2

18.1.3 Gmina Bukowina Tatrzańska

Poniżej dokonano szczegółowego zestawienia kosztów planowanych działań inwestycyjnych dla wariantu 1 i wariantu 2 na terenie gminy Bukowina Tatrzańska.

Tabela 43: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Bukowina Tatrzańska w ramach wariantu 1

Numer działania inwestycyjnego	Opis działania inwestycyjnego	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]
1.3.1.0	miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800 Budowa obwałowania przeciwpowodziowegoo długości 180m o średniej wysokości 1,5m	307,4	375,0
1.3.2.0	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 17+700 – 18+200, Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 520m o średniej wysokości 1,2m	863,8	1.053,8
1.3.3.0	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 18+200 – 18+600, Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 420m o średniej wysokości wału 1,5m.	903,5	1.102,2
1.3.4.1	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200, Wzmocnienie i podwyższenie o 1,8m brzegów narzutem kamiennym na długości 80m	368,1	449,1
1.3.4.2	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 110m i maksymalnej wysokości 1,0m	157,6	192,3
1.3.5.1	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi w Bukowinie o wysokość maksymalną 0,5m na długości 100m	409,0	498,9

1.3.5.2	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 160m i maksymalnej wysokości 1,0m	165,9	202,4
1.3.6.1	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 550m	446,3	544,5
1.3.6.2	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 109m	140,9	171,9
1.3.6.3	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 140m	155,6	189,8

Tabela 44: Zestawienie kosztów proponowanych działań na terenie gminy Bukowina Tatrzańska w ramach wariantu 2

Numer działania inwestycyjnego	Opis działania inwestycyjnego	Szacunkowy koszt inwestycji netto [tys. zł]	Szacunkowy koszt inwestycji brutto [tys. zł]
2.3.1.0 (1.3.1.0)	miejscowość Czarna Góra – obszar oczyszczalni ścieków położony prawostronnie na km 15+800 Budowa obwałowania przeciwpowodziowegoo długości 180m o średniej wysokości 1,5m	307,4	375,0
2.3.2.0 (1.3.2.0)	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 17+700 – 18+200, Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 520m o średniej wysokości 1,2m	863,8	1.053,8
2.3.3.0 (1.3.3.0)	miejscowość Czarna Góra obszary położone prawostronnie na km 18+200 – 18+600, Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 420m o średniej wysokości wału 1,5m.	903,5	1.102,2
2.3.4.1 (1.3.4.1)	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200, Wzmocnienie i podwyższenie o 1,8m brzegów narzutem kamiennym na długości 80m	368,1	449,1
2.3.4.2 (1.3.4.2)	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+000 – 18+200 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 110m i maksymalnej wysokości 1,0m	157,6	192,3
2.3.5.1 (1.3.5.1)	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500 Podwyższenie rzędnej niwelety drogi w Bukowinie o wysokość maksymalną 0,5m na długości 100m	409,0	498,9
2.3.5.2 (1.3.5.2)	miejscowość Bukowina Tatrzańska obszary położone lewostronnie na km 18+200 – 18+500 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o długości 160 m i maksymalnej wysokości 1,0 m	165,9	202,4
2.3.6.1 (1.3.6.1)	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 550 m	446,3	544,5

2.3.6.2 (1.3.6.2)	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 109m	140,9	171,9
2.3.6.3 (1.3.6.3)	miejscowość Jurgów obszary położone prawostronnie na km 21+300 - 22+000 Budowa obwałowania przeciwpowodziowego o wysokości maksymalnej 1,5m na długości 140m	155,6	189,8
2.3.7.0	Białka Tatrzańska na km 17+400 - 17+900 Udrożnienie starorzecza Białki na długości 510m	547,5	667,9

Szczegółowy kosztorys dla wszystkich działań inwestycyjnych dla wszystkich wariantów stworzono w formacie Excel i zamieszczono na płycie CD (**załączniku 13**). Przykład przedstawiono poniżej.

	Warianty :		Wariant 1 / Wariant 2				Wariant 1 / Wariant 2			
	Działania:		1.1.2.0 (2.1.2.0)				1.2.1.3 (2.2.1.3.0)			
Lp	Pozycja kosztów	Jednostka odniesienia	Ilość jednostek.	Cena jednostkowa w zł	Wartość w tyś. zł bez VAT	Wartość w tyś. zł z VAT	Ilość jednostek.	Cena jednostkowa w zł	Wartość w tyś. zł bez VAT	Wartość w tyś. zł z VAT
1	POZYSKANIE TERENU									
1,1	**Zakup nieruchomości gruntowej**	**ha**	**0,212**	**10000**	**2,12**	**2,5864**	**0,548**	**10000**	**5,48**	**6,6856**
1,2	Wyłączenie gruntów z produkcji wraz z z opłatami rocznymi		0,212	185000	**39,22**	**47,8484**	0,548	185000	**101,38**	**123,6836**
	Razem 1.2 Wyłączenie gruntów z produkcji				**41,3**	**50,4**			**106,9**	**130,4**
1,3	Aktualizacja map	ha	1,11	500	0,555	0,6771	2,95	500	1,475	1,7995
1,4	Opłaty notarialne, wpis do księgi wieczystej, 7% wartości działek	%	7	2120	0,1484	0,181048	7	5480	0,3836	0,467992
	Razem 1. Pozyskanie terenu				**42,0**	**51,3**			**108,7**	**132,6**
2	PRZYGOTOWANIE TERENU									
2,1	Karczowanie drzew śr. do 35 cm	szt	0	62,0	0,0	0,0	0	62,0	0,0	0,0
2,2	Karczowanie drzew śr. od 36- 55 cm	szt	0	141,6	0,0	0,0	0	141,6	0,0	0,0
2,3	Karczowanie zagajników	ha	0	17655,3	0,0	0,0	0	17655,3	0,0	0,0
2,6	Zdjęcie warstwy ziemi urodzajnej	m^2	2120	5,3	11,2	13,6	5780	5,3	30,4	37,1
2,7	Przemieszczenie humusu	m^3	424	36,0	15,3	18,6	1156	36,0	41,6	50,8
	Razem 2. Przygotowanie terenu				**26,4**	**32,2**			**72,0**	**87,9**
3	BUDOWA OBIEKTÓW PODSTAWOWYCH									
3,1	**Korpus wału - drogi**									
3,1,1	Formowanie korpusu	m^3	1903,5	110,0	209,3	255,4	4544	110,0	499,7	609,7
3,2	**Droga na koronie zapory**									
3,2,1	Droga na koronie zapory L=3,5m	m^2	0	363,9	0,0	0,0	0	363,9	0,0	0,0
	Razem 3.2 Droga				**209,3**	**255,4**			**499,7**	**609,7**
3.5	**Koryto odpływowe**									
3,5,1	Wykopy	m^3	0	19,89	0,0	0,0	0	19,89	0,0	0,0
3,5,2	Narzut kamienny	m^2	0	134,55	0,0	0,0	0	134,55	0,0	0,0
3,5,3	Ubezpieczenie powierzchni geowłókniną	m^2	0	7,02	0,0	0,0	0	7,02	0,0	0,0
3,5,4	Piaskowa warstwa podsypkowa grubości 10 cm	m^2	0	7,02	0,0	0,0	0	7,02	0,0	0,0
	Razem 3,5 Koryto odpływowe				**0,0**	**0,0**			**0,0**	**0,0**
	Razem 1 - 3				**277,8**	**338,9**			**680,5**	**830,2**
5	**PRACE PRZYGOTOWAWCZE , PROJEKTOWE, OBSŁUGA INWESTORSKA**									
5,1	Studia, analizy, operat wodnoprawny w wysokości 1,3%od pkt. 2, 3	%	1,3	235,8	3,1	3,7	1,3	571,8	7,4	9,1
5,2	Koszt opracowania dokumentacji projektowej w wysokości 4,5 % od pkt. 2 - 3	%	4,5	235,8	10,6	12,9	4,5	235,8	10,6	12,9
5,3	Wiercenia geologiczne z badaniami otwór φ ± = 150mm	m	16	190	3,04	3,7088	45	190	8,55	10,431
5,3,1	Wiercenia złożowe i obiektowe, sondy penetracyjne	szt	4	1600	6,4	7,8	4	1600	6,4	7,8
5,3,2	Badania laboratoryjne	zestaw	8	300	2,4	2,928	8	300	2,4	2,928
5,5	Koszty nadzoru inwestorskiego w wysokości 2 % od pkt 2 - 4	%	2	235,8	0,5	0,6	2	235,8	0,5	0,6
5,6	Koszty inżyniera kontraktu w wysokości 4,5 % od pkt 2 - 4	%	4,5	235,8	10,6	12,9	4,5	235,8	10,6	12,9
5,7	Koszty nadzoru autorskiego w wysokości 15 % od pkt. 5.2	%	15	235,8	35,4	43,1	15	235,8	35,4	43,1
	Razem 5 Prace przygotowawcze, projektowe i obsługa inwestorska				**72,0**	**87,8**			**81,8**	**99,8**
	Razem 1 - 5				**349,8**	**426,7**			**762,4**	**930,1**
6	**Rezerwa na roboty i wydatki nieprzewidziane w wysokości 30% liczona od całości nakładów**	%	30	**349,8**	**104,9**	**128,0**	30	**762,4**	**228,7**	**279,0**
	Łączna Wartość Kosztorysowa				**454,7**	**554,7**			**991,1**	**1209,1**

Rysunek 105: Przykład szczegółowego kosztorysu.

19 Harmonogram działań dla wdrożenia i realizacji programu

Realizacje planowanych inwestycji ze względów organizacyjnych, technologicznych planuje się wykonać w okresie 3 lat dla gminy Łapsze Niżne i Bukowina Tatrzańska oraz w czasie 4 lat na terenie gminy Nowy Targ. Prace bez względu na wybrany wariant inwestycyjny należy prowadzić według poniżej zaporoponowanego harmonogramu dla poszczególnych gmin.

Tabela 45: Wstępny harmonogram prac inwestycyjnych dla gminy Łapsze Niżne

NR SKŁAD	NAZWA OBIEKTU	ROK I				ROK II				ROK III			
		KW I	KW II	KW III	KW IV	KW I	KW II	KW III	KW IV	KW I	KW II	KW III	KW IV
0	**Wykonanie dokumentacji projektowej wraz z uzyskaniem wszystkich uzgodnień**												
I	***POZYSKANIE TERENU***												
1,1	*Przygotowanie inwestycji do realizacji wykupy terenu,*												
1,2	*Przygotowanie terenu*												
1,3	*Ścinanie i karczowanie*												
1,4	*Zdjęcie warstwy ziemi urodzajnej*												
1,5	*Przemieszczenie humusu*												
II	***BUDOWA KORPUSÓW OBWAŁOWAŃ***												
2,1	*Roboty ziemne*												
2,2	*Humusowanie i obsiew*												
III	***PRZEBUDOWY DRÓG***												
3,1	*Roboty rozbiórkowe*												
3,2	*Roboty ziemne*												
3,3	*Wykonywanie nawierdzchni drogowych*												
IV	***UDRAŻNIANIE STARORZECZY***												
4,1	*Wykopy*												
4,2	*Umocnienie koryt*												
V	***NADZORY***												
5,1	*Nadzór autorski*												
5,2	*Nadzór inwestorski*												
5,3	*Inżynier kontraktu*												

Tabela 46: Wstępny harmonogram prac inwestycyjnych dla gminy Nowy Targ

NR SKŁAD	NAZWA OBIEKTU	ROK I				ROK II				ROK III				ROK IV			
		KW I	KW II	KW III	KW IV	KW I	KW II	KW III	KW IV	KW I	KW II	KW III	KW IV	KW I	KW II	KW III	KW IV
0	**Wykonanie dokumentacji projektowej wraz z uzyskaniem wszystkich uzgodnień**																
I	***POZYSKANIE TERENU***																
1,1	*Przygotowanie inwestycji do realizacji wykupy terenu,*																
1,2	*Przygotowanie terenu*																
1,3	*Ścinanie i karczowanie*																
1,4	*Zdjęcie warstwy ziemi urodzajnej*																
1,5	*Przemieszczenie humusu*																
II	***BUDOWA KORPUSÓW OBWAŁOWAŃ***																
2,1	*Roboty ziemne*																
2,2	*Humusowanie i obsiew*																
III	***PRZEBUDOWY DRÓG***																
3,1	*Roboty rozbiórkowe*																
3,2	*Roboty ziemne*																
3,3	*Wykonywanie nawierdzchni drogowych*																
IV	***NADZORY***																
4,1	*Nadzór autorski*																
4,2	*Nadzór inwestorski*																
4,3	*Inżynier kontraktu*																

Tabela 47: Wstępny harmonogram prac inwestycyjnych dla gminy Bukowina Tatrzańska

NR SKŁAD	NAZWA OBIEKTU	ROK I				ROK II				ROK III			
		KW I	KW II	KW III	KW IV	KW I	KW II	KW III	KW IV	KW I	KW II	KW III	KW IV
0	**Wykonanie dokumentacji projektowej wraz z uzyskaniem wszystkich uzgodnień**												
I	***POZYSKANIE TERENU***												
1,1	*Przygotowanie inwestycji do realizacji wykupy terenu,*												
1,2	*Przygotowanie terenu*												
1,3	*Ścinanie i karczowanie*												
1,4	*Zdjęcie warstwy ziemi urodzajnej*												
1,5	*Przemieszczenie humusu*												
II	***BUDOWA KORPUSÓW OBWAŁOWAŃ***												
2,1	*Roboty ziemne*												
2,2	*Humusowanie i obsiew*												
III	***PRZEBUDOWY DRÓG***												
3,1	*Roboty rozbiórkowe*												
3,2	*Roboty ziemne*												
3,3	*Wykonywanie nawierdzchni drogowych*												
IV	***UDRAŻNIANIE STARORZECZY***												
4,1	*Wykopy*												
4,2	*Umocnienie koryt*												
V	***UMOCNIENIA BRZEGÓW***												
5,1	*Wykopy*												
5,2	*Wykonanie opasek*												
VI	***NADZORY***												
6,1	*Nadzór autorski*												
6,2	*Nadzór inwestorski*												
6,3	*Inżynier kontraktu*												

Zakres prac budowlanych do wykonania jest bardzo duży. Część robot może być realizowana wyłącznie przez specjalistyczne przedsiębiorstwa (przebudowa linii energetycznych, telekomunikacyjnych, gazowych itp.).

Realizacje inwestycji należy rozpocząć od przebudowy infrastruktury technicznej kolidującej z proponowaną inwestycją. Jednocześnie należy przygotować teren pod budowę - uporządkować i oczyścić oraz prowadzić robory ziemne.

Część robót wykonywana powinna być jedynie w okresie letnim, część natomiast może trwać w okresie zimy. Dotyczy to głównie prac przygotowawczych. Niektóre roboty mogą być prowadzone w okresie lekkich mrozów. Wszelkie urządzenia biotechniczne skarp obwałowania /drogowych muszą być wykonywane w pełni okresu wegetacji.

Należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe wykonanie obwałowań. W trakcie realizacji należy przeprowadzic badania kontrolne gruntu. Prace powinny być przeprowadzone zgodnie z obowiązujacymi normami i przepisami oraz pod kontrolą nadzoru technicznego. Szczegółowy harmonogram terminowy realizacji zadań, przygotowany przez Wykonawcę i zatwierdzony przez Inwestora, powinien uwzględniać wszystkie przerwy technologiczne zawiązane m.in. z przeprowadzanymi badaniami laboratoryjnymi oraz sezonowoscią wykonywanych prac.

19.1 Określenie opracowań niezbędnych do uzyskania pozwolenia na budowę

Po rozpatrzeniu, zaopiniowaniu i zatwierdzeniu niniejszej koncepcji, szczególnie po wyborze przez Inwestora wariantu rozwiązań, należy wykonać pełną (kompletną) dokumentację techniczną dla inwestycji. Dokumentacja techniczna przedsięwzięcia powinna składać się z:

- raportu oddziaływania na środowisko na etapie Ustalenia Lokalizacji Inwestycji Celu Publicznego (raportu oddziaływania na Naturę 2000)
- materiałów do wniosku o Ustalenie Lokalizacji Inwestycji Celu Publicznego na terenach gdzie obowiązują miejscowe plany zagospodarowania i uzyskanie decyzji lub zmiana miejscowego planu zagospodarowania tam gdzie on obowiązuje, a jego zapisy nie są zgoodne z planowaną inwestycją
- materiałów niezbędnych do uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody tj. przygotować raport oodziaływania na środowisko i uzyskać decyzję środowiskową

- wykonania projektu prac geologiczno-inżynierskich
- wykonania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej
- przygotowania dokumentacji niezbędnej do wykonania podziału i wykupu gruntów objętych inwestycją
- przygotowania operatu wodnoprawnego i uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego
- uzyskania niezbędnych opinii uzgodnień dla etapu projektu budowlanego (warunki technicznej przebudowy, wykonywania robót, uzgodnienia w ZUDP itp.)
- projektu budowlanego w zakresie zgodnym z wymogami Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. Nr,120, poz. 1133)
- projektów wykonawczych poszczególnych zadań inwestycyjnych wraz z niezbędnymi załącznikami specjalistycznymi, m.in.:
    - przedmiaru robót i kosztorysu robót
    - sepcyfikacji wykonania i odbioru robot
- projektów branżowych dotyczących przebudowy i modernizacji urządzeń kolidujących

Dla wykonania ww. projektów niezbędne jest opracowanie:

1. mapy zasadniczej w skali 1:1000 całego obszaru objętego inwestycją wraz z obrzeżami;
2. map sytuacyjno-wysokościowych o skalach mniejszych (np. 1:500) dla wycinków inwestycji;
3. inwentaryzacji zadrzewień i zakrzewień do usunięcia;
4. dokumentacji geologiczo-inżynierskiej ze szczegółowymi zaleceniami odnośnie posadowienia projektowanych budowli;
5. innych materiałów i danych wymaganych specyfiką dokumentacji technicznych innych branż.

19.2 Określenie inwestycji towarzyszących

Ewentualne inwestycje towarzyszące powinny zostać określone przez Wykonawcę na etapie projektu budowlanego.

20 Analiza planowanych w ramach koncepcji działań inwestycyjnych – porównanie wariantów

Porównując ze sobą oba warianty inwestycyjne „1” i „2” biorąc jako sytuację wyjściową – stan istniejący - wariant „0” oraz sytuację powodziową z uwagi na przepływy historyczne wzięto pod uwagę następujące czynniki takie jak:

- zawężenie granicy stef obszarów zalewowych,
- zmniejszenie głębokości zalewowych obszarze zlewni,
- ilości działań prowadzonych na terenie „Natura 2000”,
- koszt poszczególnych działań w ramach wariantu „1” i wariantu „2”

za bardziej zalecany wariant uznaje się wariant 1. W koncepcji wykazano, że mimo proponowanych działań mających na celu poprawę ochrony przeciwpowowdziowej na terenie zlewni Białka Tatrzańska prowadzonych na obszarze koryta głównego oraz w jego ścisłym pobliżu efekt jest niewielki, a koszt działań inwestycyjnych zdecydowanie wyższy. Dlatego proponuje się jako pierwszorzędne zabezpieczenie wszystkich zagrożonych obszarów na terenie zlewni przy pomocy działań zaproponowanych w ramach warinatu 1, a w przyszłości w przypadku pogarszającej się sytuacji powdziowej będzie można dodatkowo rozpocząć działania zlokalizowane w samym korycie rzeki i w jej bliskim położeniu (Natura 2000).

W chwili obecnej za najbardziej odpowiednie wydaje się ochrona obszarów zasiedlonych, uwzględniajac ochronę walorów przyrodniczych tego terenu (czyli brak prac inwestycyjnych na terenie Natury 2000). Podsumowując zalecanym w koncepcji wariantem jest wariant 1.

21 Lista załączników

Załącznik 1: Zestawienie godeł arkuszy Numerycznego Modelu Terenu (NMT) otrzymany od Zamawiającego.

Załącznik 2: Zestawienie godeł arkuszy ortofotomapy otrzymany od Zamawiającego.

Załącznik 3: Zestawienie godeł arkuszy map topograficznych otrzymany od Zamawiającego.

Załącznik 4: Pozyskane dane hydrologiczne z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie na potrzeby programu pt. „Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow. nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego."

Załącznik 5: Pismo do gmin dotyczące udostępnienia dokumentów planistycznych związanych z zagospodarowaniem przestrzennym oraz wytypowania terenów wymagających ochrony przed zalaniem z uwagi na ich zagospodarowanie, wartość gospodarczą lub kulturową oraz szczególne znaczenie społeczne.

Załącznik 6: Otrzymane z gminy dokumenty dotyczące zagospodarowania przestrzennego, powodzi historycznych wraz z ankietą oraz obszary i obiekty zagrożone powodzią

Załącznik 7: Mapa „Lokalizacja najbardziej zagrożonych obszarów określona na podstawie analizy historycznych wezbrań powodziowych oraz miejsc potencjalnego zagrożenia powodziowego na terenie zlewni Białki Tatrzańskiej" w skali 1:20 000

Załącznik 8: Plan potrzeb w zakresie utrzymania rzek i potoków oraz usuwania skutków powodzi dla pot. Białka

Załącznik 9: Mapa „Lokalizacja działań inwestycyjnych z zakresu ochrony przeciwpowodziowej na terenie zlewni Białka Tatrzańska" w skali 1:20 000

Załącznik 10: Mapy przedstawiające granice zalewu wody o prawdopodobieństwie przewyższenia p=50%, p=20%, p=10%, p=5%, p=2%, p=1%, p=0,5% oraz p=0,1%, dla WARIANTU 0 w skali 1:10 000

Załącznik 11: Mapy przedstawiające granice zalewu wody o prawdopodobieństwie przewyższenia p=10%, p=1% oraz p=0,1%, dla WARIANTU 1 w skali 1:10 000

Załącznik 12: Mapy przedstawiająca granice zalewu wody o prawdopodobieństwie przewyższenia p=10%, p=1% oraz p=0,1%, dla WARIANTU 2 w skali 1:10 000

Załącznik 13: Płyta CD z elektroniczą wersją danych

Załącznik 14: Mapy przedstawiające planowane działania inwestycyjne dla wariantów 1 i 2 w skali 1: 5 000

22 Podsumowanie i wnioski

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na zlecenie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie w ramach projektu pn. „Program ochrony przeciwpowodziowej doliny pot. Białka na odcinku w km 0+000 – 24+500 na terenie pow. nowotarskiego i tatrzańskiego woj. małopolskiego" według umowy nr 944/OKI/2009 zawartej w dniu 31.08.2009 r. w Krakowie.

Głównym celem projektu było opracowanie programu ochrony przeciwpowodziowej dla infrastruktury w miejscowościach położonych w dolinie pot. Białka w km 0+000 (ujście pot. do Zbiornika Czorsztyńskiego) do km 24+500 (ujście pot. Jaworzynka (Jaworowy) do pot. Białka), programu bazującego na wariantowej analizie zabezpieczenia przeciwpowodziowego w kontekście aktualnego zagrożenia powodziowego.

W opracowaniu zaproponowano dwa najbardziej optymalne rozwiązania dot. ochrony przed powodzią uwzględniające ochronę walorów przyrodniczych tego terenu, z uwagi na usytuowanie pot. Białka na obszarze Natura 2000 (nr. PLH 120024), w tym również w środkowym biegu na terenie rezerwatu „Przełom Białki pod Krempachami" poprzez zastosowanie jako kryterium wariantowości właśnie obszaru Natury 2000. To znaczy dla wariantu 1 przyjęto, że działania inwestycyjne z zakresu ochrony przeciwpowodziowej zlokalizowane tylko poza obszarem Natury 2000 (tj. budowa obwałowań; podwyższenie rzędnej niwelety drogi; wzmocnienie i podwyższenie brzegów narzutem kamiennym na pewnym odcinku biegu rzeki), natomiast dla wariantu 2 zaproponowano zarówno działania inwestycyjne poza jak i na obszarze Natury 2000. Wariant 2 jest rozszerzonym wariantem 1 dodatkowo uwzględniającym działania inwestycyjne z zakresu ochrony przeciwpowodziowej na terenie Natury 2000 (wprowadzenie drugiego koryta poprzez udrożnienie starorzecza).

Dodatkowo sprawdzono wariant przy założeniu, że część przepustów mostowych jest zamknięta w związku ze zbierającym się rumoszem drzewnym w czasie powodzi, po to aby okreslić w jaki sposób zwiększa się obszar strefy zalewowej. W nawiązaniu do tego zalecono w koncepcji odwołując się do niemieckich rozwiązań zastosowanie zapory „przeciwrumoszowej". Dodatkowo sprawdzono, czy spełnienione są warunki zgodnie z rozporządzeniem ministra transportu i gospodarki wodnej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. Dla trzech z pięciu obiektów mostowych na terenie obszaru modelowania zaleca się przebudowę następujących mostów, sugerując niżej wymienione rozwiązania:

- Most 1 – na drodze powiatowej w Dębnie (km 1+422) – podwyższenie konstrukcji mostu,

- Most 3 - na drodze powiatowej Gronków / Glinki (km 10+503) – poszerzenie światła mostu,
- Most 5 - na drodze wojewódzkiej w Jurgowie (km 21+559) - podwyższenie konstrukcji mostu.

Dla wszystkich wariantów – wariantu 0, wariantu 1 oraz wariantu 2 wygenerowane zostały stefy zalewowe, a następnie opracowane mapy zagrożenia powodziowego.

Dodatkowo zgodnie z podziałem administracyjnym dla gmin w obszarze planowanych inwestycji określone zostały koszty poszczególnych działań i harmonogram ich wdrażania.

Ostatecznie porównano ze sobą oba warianty inwestycyjne „1” i „2” biorąc pod uwagę następujące czynniki takie jak:

- zawężenie granicy stef obszarów zalewowych,
- zmniejszenie głębokości zalewowych na obszarze zlewni,
- ilości działań prowadzonych na terenie „Natura 2000”,
- koszt poszczególnych działań w ramach wariantu „1” i wariantu „2”.

Za bardziej zalecany wariant uznaje się wariant 1, ponieważ w chwili obecnej za najbardziej odpowiednie wydaje się ochrona obszarów zasiedlonych na obszarze zlewni, uwzględniająca ochronę walorów przyrodniczych tego terenu (czyli brak prac inwestycyjnych na terenie „Natura 2000”). Podsumowując ostatecznie zalecanym przez Wykonawcę rozwiązaniem w koncepcji jest wariant 1.

23 Literatura

1. **Kondracki J., 2002.** Geografia regionalna Polski. Warszawa. ISBN 83-01-13897-1.
2. http://www.mount.cad.pl
3. Atlas hydrologiczny Polski. 1987. IMGW W-wa.
4. Obszary NATURA 2000 w Małopolsce, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Krakowie, Kraków 2009, ISBN 978-83-61191-16-2
5. http://www.krempachy.ugnowytarg.pl
6. Zalacznik_do_Uchwaly_Nr_XXVI_228_2005
7. http://www.mount.cad.pl/
8. www.tpn.pl/
9. http://www.alert24.pl
10. **Parczewski W.** 1960. Warunki występowania nagłych wezbrań na małych ciekach, Wiad. Służby Hydrol. i Meteorom, T. VIII. z. 3.
11. **Bojarski A:, Jeleński J., Jelonek M., Litewka T., Wyźga B., Zalewski J.** Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich, Warszawa, 2005
12. **Bergmeister K., Suda J., Hübl J., Rudolf-Miklau F.** „Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren – Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele“, Ernst&Sohn, 2009
13. **Wasserwirtschaftsamt Kempten,** Broszura: Treibholzfänger Pöllat / Wildbach
14. **Wasserwirtschaftsamt Rosenheim,** Broszura: Hochwasserschutz Mangfalltal – Wildholzrechen und Sohlrampe Leitzach