

Rzeszów, dnia 08.10.2021r.

Opis Przedmiotu Zamówienia

na wykonanie opracowania pn. **"Określenie zagrożenia powodziowego w zlewni cieków: Strug, Hermanówka (ID_226556), Hermanówka (ID_22657494), Matysówka, Młynówka, Czekaj, Rów W1"** Opracowanie realizowane jest w ramach zadania: **„Zabezpieczenie przeciwpowodziowe w zlewni rzeki Malawka, Przyrwa, Matysówka, Mikośka, Paryja, Czekaj i innych poprzez kompleksową realizację działań w zakresie odcinkowego: kształtowania przekroju podłużnego i poprzecznego koryta cieku, budowy obwałowań, budowy murów oporowych, budowy zbiorników wodnych - koncepcja, dokumentacja techniczna”**.

1. Zakres zamówienia – Opis przedmiotu zamówienia

71322000-1 - Usługi inżynierii projektowej w zakresie inżynierii lądowej i wodnej

Stan Istniejący

Miasto Rzeszów jest stolicą województwa podkarpackiego, zajmując powierzchnię ok. 120 km². Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego są opracowane jedynie dla ok. 20% powierzchni miasta. Z uwagi na brak planowania w gospodarowaniu przestrzennym miasta w ostatnich latach stwierdza się powtarzające powodzie błyskawiczne. Dotyczą one miejsc gdzie występuje duży odsetek udziału powierzchni utwardzonych. Dążąc do przeciwdziałania negatywnym skutkom powodzi, a przede wszystkim w celu wyeliminowania zagrożeń spowodowanych powodziami opadowymi (w tym błyskawicznymi) w zlewniach cieków: Strug, Hermanówka (ID_226556), Hermanówka (ID_22657494), Matysówka, Młynówka, Czekaj, niezbędnym jest wykonanie opracowania pn.: **„Określenie zagrożenia powodziowego w zlewni cieków: Strug, Hermanówka (ID_226556), Hermanówka (ID_22657494), Matysówka, Młynówka, Czekaj, Rów W1"** realizowanego w ramach zadania: **„Zabezpieczenie przeciwpowodziowe w zlewni rzeki Malawka, Przyrwa, Matysówka, Mikośka, Paryja, Czekaj i innych poprzez kompleksową realizację działań w zakresie odcinkowego: kształtowania przekroju podłużnego i poprzecznego koryta cieku, budowy obwałowań, budowy murów oporowych, budowy zbiorników wodnych - koncepcja, dokumentacja techniczna”**. Opracowanie dotyczy rzek: Strug, Hermanówka (prawy dopływ Wisłoka), Hermanówka (lewy dopływ Strugu), Matysówka (prawy dopływ Strugu), Młynówka, Czekaj oraz rowu W1 (prawe dopływy Wisłoka). Głównymi celami tego zadania jest:

- I. Wskazanie miejsc najbardziej narażonych na zjawisko występowania powodzi opadowych oraz powodzi błyskawicznych.
- II. Ustalenie przyczyn występowania ww. powodzi na poszczególnych ciekach.
- III. Wskazanie rozwiązań technicznych i nietechnicznych pozwalających na minimalizację lub / i redukcję zagrożeń powstałych w wyniku powodzi opadowych i błyskawicznych.

Zamawiający jest w posiadaniu następujących danych, które zostaną przekazane Wykonawcy wyłoniionemu w drodze przetargu:

1. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
2. Numeryczny Model Terenu w formacie *.XYZ
3. Model hydrauliczny rzeki Hermanówka (ID_22657494) (S01_HERMANÓWKA_2019v1) przygotowany w ramach projektu pn. „Przegląd i aktualizacja map zagrożenia i map ryzyka powodziowego”.
4. Model hydrauliczny rzeki Wiśłok S01_WISŁOK_2019v1 przygotowany w ramach projektu pn. „Przegląd i aktualizacja map zagrożenia i map ryzyka powodziowego”.
5. Model hydrauliczny rzeki Strug S01_STRUG_2019v1 przygotowany w ramach projektu pn. „Przegląd i aktualizacja map zagrożenia i map ryzyka powodziowego”.

Zakres zamawianych prac:

W celu realizacji ww. celów głównych przedmiotowego opracowania tj:

- I. Wskazanie miejsc najbardziej narażonych na zjawisko występowania powodzi opadowych oraz powodzi błyskawicznych.
- II. Ustalenie przyczyn występowania ww. powodzi na poszczególnych ciekach.
- III. Wskazanie rozwiązań technicznych i nietechnicznych pozwalających na minimalizację lub / i redukcję zagrożeń powstałych w wyniku powodzi opadowych i błyskawicznych.

Wykonawca wykona niezbędne prace w zakresie wymienionym pod następującymi etapami:

ETAP A:

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji geodezyjnej oraz obliczeń hydrologicznych Wykonawca zbuduje modele hydrauliczne (Wariant W0) dla cieków objętych opracowaniem (oraz ich istotnych dopływów). Następnie na podstawie wyników obliczeń przejścia fali o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p = 0,1\%$ Wykonawca wyznaczy zasięgi stref zalewowych oraz wskaże newralgiczne miejsca mające wpływ na zagrożenie powodziowe (zarówno od strony hydrologicznej jak i hydraulicznej).

ETAP B:

Na podstawie modeli wykonanych w ramach Etapu A (Wariant W0) Wykonawca dokona wielowariantowej analizy działań inwestycyjnych z zakresu ochrony przeciwpowodziowej w grupie działań:

- Wariant I – obejmujący zadania figurujące w programach i koncepcjach Zamawiającego;
- Wariant II - obejmujący „autorski” pakiet zadań (w tym technicznych i nietechnicznych) mających na celu zaproponowanie przez Wykonawcę opracowania działań mających na celu minimalizację ryzyka

powodziowego (Zidentyfikowanego w ramach ETAPU A), bazujący na ocenie istniejącego stanu ochrony przeciwpowodziowej.

ETAP C:

W ramach prac Wykonawca powinien wykorzystać modele hydrauliczne cieków objętych opracowaniem wykonane w ramach ETAPU A. Dodatkowo Wykonawca powinien zbudować modele sieci kanalizacji deszczowej (na podstawie wektoryzacji sieci), dla odcinków uzgodnionych z Zamawiającym. Następnie Wykonawca dokona obliczeń hydrologicznych polegających na obliczeniu intensywności modelowego deszczu nawalnego o czasie trwania 1 godziny i prawdopodobieństwie $p = 1\%$. Następnie należy opracować hietogram modelowego deszczu nawalnego o zmiennej intensywności w czasie, który posłuży jako warunek brzegowy modelu hydrologicznego cieków objętych opracowaniem oraz modelu sieci kanalizacji deszczowej. Następnie Wykonawca dokona zintegrowanych obliczeń hydraulicznych sieci kanalizacji deszczowej oraz cieków objętych opracowaniem, na podstawie których wyznaczy zasięgi stref zalewowych rzecznych oraz pochodzących wybić wody na powierzchnie terenu z sieci kanalizacji deszczowej.

ETAP D:

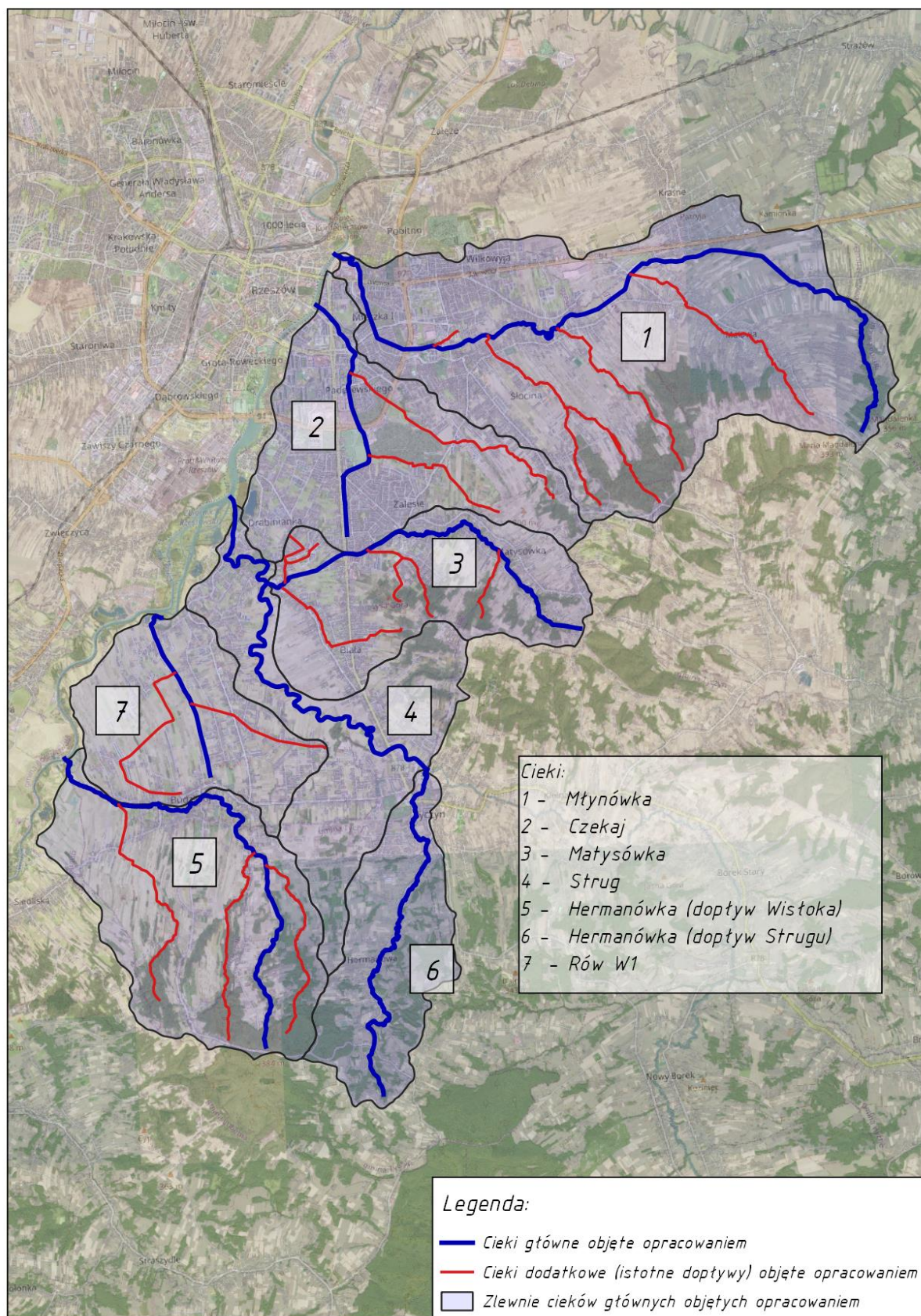
Na podstawie modeli wykonanych w ramach Etapu C Wykonawca dokona wielowariantowej analizy działań inwestycyjnych z zakresu ochrony przeciwpowodziowej mające na celu minimalizację / redukcję zidentyfikowanego w ramach ETAPU C zagrożenia powodziowego związanego z powodzią od cieków objętych opracowaniem oraz związanych z siecią kanalizacji deszczowej.

Wymienione wyżej prace będą podlegać kontroli w zakresie opisanym pod każdym z wymienionych etapów. Kontrola realizowana będzie sukcesywnie w miarę postępu prac. Rozpoczęcie prac w kolejnym etapie możliwe będzie każdorazowo jedynie po uzyskaniu pisemnej akceptacji Zamawiającego.

Szczegółowy zakres przedmiotu zamówienia:

Podstawą opracowania będzie ocena istniejącego stanu zagrożenia powodziowego ze szczególnym uwzględnieniem tzw. „powodzi błyskawicznych” wywołanych intensywnymi opadami atmosferycznymi w zlewniach przedmiotowych cieków, wskazująca obszary zagrożeń dla zabudowy i infrastruktury, w których należy podjąć określone działania ochrony przeciwpowodziowej.

Głównym celem opracowania będą wariantowe analizy hydrauliczne działań technicznych i nietechnicznych z zakresu ochrony przeciwpowodziowej w obszarze zlewni przedmiotowych cieków. Na **Rys. 1** przedstawiono lokalizację cieków głównych oraz ich istotnych dopływów dla których należy wykonać modele hydrauliczne.



Rys. 1 - Wykaz cieków głównych wraz z dopływami objęte modelowaniem.

W ramach wariantu 0 dla cieków, dla których Zamawiający nie posiada danych w postaci modeli hydraulicznych (Hermanówka (ID_226556), Matysówka, Czekaj, Młynówka, Rów W1) Wykonawca powinien zbudować modele hydrauliczne w oparciu o obliczenia hydrologiczne (uwzględniające transformację opadu w odpływ), pomiary geodezyjne uwzględniające pełną inwentaryzację wszystkich budowli w korytach cieków (w tym wylotów wód deszczowych) oraz stan koryta. Dla pozostałych rzek (Strug wraz z dopływem - rzeką Hermanówka) należy w oparciu o wykonaną inwentaryzację geodezyjną i obliczenia hydrologiczne zaktualizować udostępnione przez Zamawiającego modele hydrauliczne. Łącznie, uwzględniając ww. wymagania, modele hydrauliczne (aktualizowane i budowane od podstaw) należy opracować dla cieków o łącznej długości ok. 91,7 km. Ostateczną lokalizację i ilość przekrojów poprzecznych oraz obiektów budowlanych wymagających inwentaryzacji geodezyjnej przed przystąpieniem do wykonania operatu geodezyjnego należy uzgodnić pisemnie z Zamawiającym.

Analizy w ramach Wariantu II prowadzone będą w układzie podwariantów. Ostatecznie w ramach opracowania powstaną 2-3 alternatywne układy działań dla każdej ze zlewni objętej opracowaniem – nazwane odpowiednio Wariantem IIA, IIB, IIC etc. Wybór ostatecznych działań technicznych (w liczbie 2-3 alternatyw dla każdej ze zlewni objętej opracowaniem) wynikać powinien z analiz hydraulicznych, polegających na ocenie wpływu pakietu proponowanych rozwiązań inwestycyjnych na ograniczenie zagrożeń powodziowych pod kątem zabudowy i infrastruktury, w każdej ze zlewni objętej opracowaniem (poprzez analizę zasięgu stref zalewowych dla wariantu wg stanu obecnego i wg proponowanych w danym wariantcie rozwiązań).

Analizy hydrauliczne wykonywane w ramach przedmiotowego opracowania powinny zostać przeprowadzone dla prawdopodobieństwa Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.

ETAP A

1. Identyfikacja danych wejściowych i zebranie kompletu materiałów

Dla potrzeb wykonania przedmiotowego zamówienia Zamawiający udostępni Wykonawcy szereg materiałów wejściowych, które stanowić będą podstawę do opracowania analizy hydraulicznej.

Wymagane do wykorzystania przy realizacji zadania, produkty kartograficzne takie jak Mapa Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP), numeryczny model terenu w układzie PUWG 1992 udostępnione zostaną Wykonawcy wyłonionemu w drodze przetargu.

Podstawowym elementem, będącym równocześnie bazą dla prac związanych z modelowaniem hydraulicznym i analizami zagrożenia powodziowego są modele hydrauliczne oraz wyniki modelowania w postaci zasięgów stref zalewowych (opracowane zarówno dla powodzi rzecznej, jak i miejskiej – kanalizacja deszczowa wraz z ogólnospławną) wraz z głębokościami wody wygenerowanymi w oparciu o numeryczny model terenu.

Dla potrzeb przedmiotowego zamówienia Zlecający przekaze wyłonionemu w drodze przetargu Wykonawcy model hydrauliczny rzeki Wisłok, Strug, Hermanówka - dopływ Strugu.

Model hydrauliczny został opracowany w narzędziu Mike11 firmy DHI jako jednowymiarowy model ruchu nieustalonego bazujący na równaniach Saint Venante'a: równaniu zachowania masy oraz równaniu zachowania energii. Model hydrauliczny przekazany zostanie w formie skatalogowanej. Zawartość katalogu obejmować

będzie następujące elementy:

- plik obliczeń symulacyjnych *.sim11 – spinający poszczególne moduły obliczeniowe modelu (pliki poniżej) oraz zawierający ustawienia czasu i kroku obliczeniowego symulacji;
- plik sieci rzecznej *.nwk11 – zawierający informacje o geometrii i strukturze sieci hydrograficznej oraz obiektach inżynierskich uwzględnionych w modelu;
- plik przekrojów poprzecznych *.xns11 – zawierający informacje o geometrii przekrojów, współczynnikach szorstkości i podziale obszaru przepływu na koryto główne i terasy zalewowe; 7
- plik warunków brzegowych *.bnd11 – zawierający „górne”, „dolne” i „pośrednie” warunki brzegowe modelu – na ogół w postaci określonych wartości przepływów lub hydrogramów przepływów, a także stanów wody;
- plik ustawień parametrów hydrodynamicznych *.hd11 – zawierający szereg parametrów i współczynników określających szczegółowe parametry obliczeń modelowych;
- pliki zawierające dane hydrologiczne (hydrogramy fal dla wezbrania o prawdopodobieństwie $p = 1\%$ oraz $p = 0.2\%$) *.dfs0 – stanowiące dane wejściowe dla plików *.bnd11.

Dane hydrologiczne w postaci hydrogramów fal hipotetycznych (zarówno w zakresie zlewni kontrolowanych jak i niekontrolowanych), stanowiących warunki brzegowe modeli hydraulicznych zawarte są w plikach *.dfs0 przekazywanego Wykonawcy modelu hydraulicznego.

2. Opracowanie obliczeń hydrologicznych

Obliczeń przepływów maksymalnych określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni niekontrolowanych należy dokonać z wykorzystaniem modeli matematycznych typu opad-odpływ. Problem symulacji hydrogramu odpływu powierzchniowego należy rozwiązać metodą hydrogramu jednostkowego posługując się oprogramowaniem HEC-HMS. Dla cieków objętych projektem „Przegląd i aktualizacja map zagrożenia i map ryzyka powodziowego” Zamawiający przekaże Wykonawcy szereg danych w postaci raportów i danych hydrologicznych opracowanych na potrzeby ww. projektu.

2.1. Wymagane scenariusze obliczeniowe przepływów prawdopodobnych

Dane hydrologiczne niezbędne do wykonania przedmiotowego opracowania należy opracować dla 3 scenariuszy związanych z prawdopodobieństwem powodzi:

- Scenariusz I – przepływ o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na sto lat ($Q_{1\%}$),
- Scenariusz II – przepływ o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na pięćset lat ($Q_{0.2\%}$),
- Scenariusz III – przepływ o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na tysiąc lat ($Q_{0.1\%}$).

2.2. Podział zlewni na zlewnie cząstkowe

Na potrzeby przedmiotowego opracowania Wykonawca powinien dokonać podziału zlewni cieków głównych oraz ich istotnych dopływów na zlewnie cząstkowe. Ww. podział powinien uwzględniać następujące założenia:

- 1) Dla każdego istotnego dopływu cieków głównego powinna zostać wydzielona odrębna zlewnia. Obliczony hydrogram przepływu będzie stanowił w modelu hydraulicznym punktowy warunek brzegowy dla cieków głównych
- 2) Dla cieków głównych należy wydzielić zlewnie odpowiadającą za suchą dolinę cieków. Obliczony hydrogram przepływu będzie stanowił w modelu hydraulicznym górny warunek brzegowy.
- 3) Dla cieków głównych należy wydzielić zlewnie znajdujące się pomiędzy istotnymi dopływami. Obliczony warunek przepływu będzie stanowił w modelu hydraulicznym rozłożony warunek brzegowy dla cieków głównych.

Do wyznaczenia ww. podziału fizyczno-geograficznego Zamawiający przekaże następujące dane, które należy wykorzystać tj.:

- Numeryczny model terenu (NMT) do określenia wysokości, a także kierunków i linii spływu wody (przedłużenia cieków do działu wodnego) .
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, do wyznaczenia zlewni cząstkowych

Ostateczny podział zlewni na zlewnie cząstkowe należy uzgodnić z Zamawiającym.

2.3. Określenie maksymalnego opadu dobowego

Dla zlewni rzek objętych opracowaniem Wykonawca powinien określić maksymalny opad dobowy o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia. Przedmiotową wartość Wykonawca powinien określić na podstawie dostępnych danych literaturowych lub pozyskać z IMGW-PIB.

2.4. Określenie przepływów maksymalnych rocznych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia

W zależności od wielkości zlewni obliczenie przepływów maksymalnych o prawdopodobieństwie wystąpienia $Q_{1\%}$, $Q_{0,2\%}$ oraz $Q_{0,1\%}$ dla zlewni cząstkowych rzek objętych przedmiotowym opracowaniem należy wykonać kierując się wytycznymi zawartymi w *Rozporządzeniu Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 10 października 2017 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły*.

2.5. Transformacja opadu w odpływ

W małych zlewniach opad dobowy o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia, transformowany jest w hydrogram odpływu z kulminacją o tym samym prawdopodobieństwie. Wykonawca powinien dokonać rozdziału dobowej sumy opadu na godzinowe przedziały obliczeniowe korzystając z rozkładu beta. Przy obliczeniu hipotetycznych hydrogramów parametry rozkładu beta należy określić metodami optymalizacyjnymi. Za kryterium optymalizacji należy przyjąć zgodność kulminacji przepływu określonego, z modelu transformacji opadu odpływ dla opadu dobowego o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia z przepływem maksymalnym rocznym o tym samym prawdopodobieństwie.

Do obliczenia części średniego opadu całkowitego, która poprzez spływ powierzchniowy i podpowierzchniowy kształtuje hydrogram odpływu bezpośredniego, zwanej opadem efektywnym należy zastosować metodę SCS.

Na potrzeby obliczenia opadu efektywnego należy zidentyfikować wartości przewodności hydraulicznej gleb, a następnie przypisać do jednej z 4 grup:

- A. Gleby o małej możliwości powstania odpływu powierzchniowego. Charakteryzują się dobrą przepuszczalnością, dużymi współczynnikami filtracji ($k > 7,6 \text{ mm/h}$). Do grupy tej zalicza się głębokie piaski, piaski z niewielką domieszką gliny, żwiry, głębokie lessy.
- B. Gleby o przepuszczalności powyżej średniej, średni współczynnik filtracji ($3,8 < k < 7,6 \text{ mm/h}$). Należą tu: gleby piaszczyste średnio głębokie, płytkie lessy oraz ły piaszczyste.
- C. Gleby o przepuszczalności poniżej średniej ($1,3 < k < 3,8 \text{ mm/h}$). Należą tu: gleby uwarstwione, posiadające wkładki słabo przepuszczalne oraz ły gliniaste, płytkie ły piaszczyste, gleby o niskiej zawartości części organicznych, gliny o dużej zawartości części ilastych.
- D. Gleby o dużej możliwości powstawania odpływu powierzchniowego. Przepuszczalność gleby bardzo mała i bardzo mała wartość współczynnika filtracji ($k < 1,3 \text{ mm/h}$). Do grupy tej należy gleby gliniaste, gliny pylaste, gliny zasolone, gleby uwarstwione z warstwami nieprzepuszczalnymi.

Przy oznaczaniu wartości przewodności hydraulicznej gleb należy uwzględnić pokrycie terenu, które całkowicie eliminuje retencję glebową (teren y zurbanizowane o gęstej zabudowie)

Wykonawca powinien określić rodzaj gleb występujących na obszarze zlewni. Identyfikację rodzaju gleb należy przeprowadzić w oparciu o mapę glebowo – rolniczą w skali referencyjnej 1 : 25 000 opracowaną w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Bazując na typach gleb zawartych w przedmiotowej mapie należy dokonać ich agregacji, a następnie przypisać je do jednej z 4 grup wymaganych przez przedmiotową metodę. Obszarową zmienność – użytkowania powierzchni każdej ze zlewni cząstkowej, rodzaju gleb, sposobu uprawy i warunków hydrologicznych Wykonawca powinien uwzględnić w wartości CN, obliczając ją jako wartość średnią ważoną ze wzoru:

$$CN = CN_{sr} = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^m CN_j A_j$$

Gdzie:

CN_{sr} - średnia wartość parametru CN,

CN_j - wartość parametru CN dla j-tej powierzchni jednorodnej charakterystyczna dla danego pokrycia zlewni, sposobu użytkowania i rodzaju gleb.

A_j - powierzchnia j-tej powierzchni jednorodnej [km²],

m - liczba powierzchni jednorodnych.

Następnie Wykonawca powinien obliczyć maksymalną potencjalną retencję zlewni cząstkowych S oraz określić wartość strat początkowych S_p korzystając ze wzoru:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

$$S_p = \mu \cdot S$$

Gdzie:

S_p - straty początkowe [mm]

S - potencjalna retencja zlewni [mm],

μ - współczynnik zależny od wartości parametru CN.

Tab. 1 - Wartości współczynnika μ zależnego od parametru CN

CN	μ
$CN \leq 70$	0.075
$70 \leq CN \leq 80$	0.100
$80 \leq CN \leq 90$	0.150
$90 \leq CN$	0.200

Po określeniu grupy glebowej Wykonawca powinien opracować klasy zagospodarowania terenu o bazę danych CORINE LAND COVER oraz BDOT10k.

Do potrzeb określenia odpływu wezbraniowego należy posłużyć się oprogramowaniem HEC-HMS opracowanym przez **Ośrodek Inżynierii Hydrologicznej Korpusu Inżynieryjnego Armii Stanów Zjednoczonych Ameryki**. Spośród metod obliczeń opadu efektywnego Wykonawca powinien wybrać metodę SCS. Do transformacji opadu w odpływ należy wybrać model SCS UH lub skorzystać z modelu Snydera. Ww. obliczenia Wykonawca powinien wykonać dla zadanych prawdopodobieństw Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.

Na tym etapie Wykonawca powinien pozyskać mapę glebowo-rolniczą oraz bazę danych CLC oraz BDOT10k we własnym zakresie.

3. Wykonanie koniecznych prac geodezyjnych

W ramach prac poprzedzających opracowanie modeli hydraulicznych należy opracować wejściowe dane geodezyjne. Zakres tych pracy leży w całości po stronie Wykonawcy. Prace geodezyjne należy wykonać dla wszystkich cieków głównych (Hermanówka – dopływ Wisłoka, Hermanówka – dopływ Strugu, Strug – od ujścia do Hermanówki, Matysówka, Młynówka oraz Czekaj, Rów W1) objętych opracowaniem oraz ich istotnych dopływów.

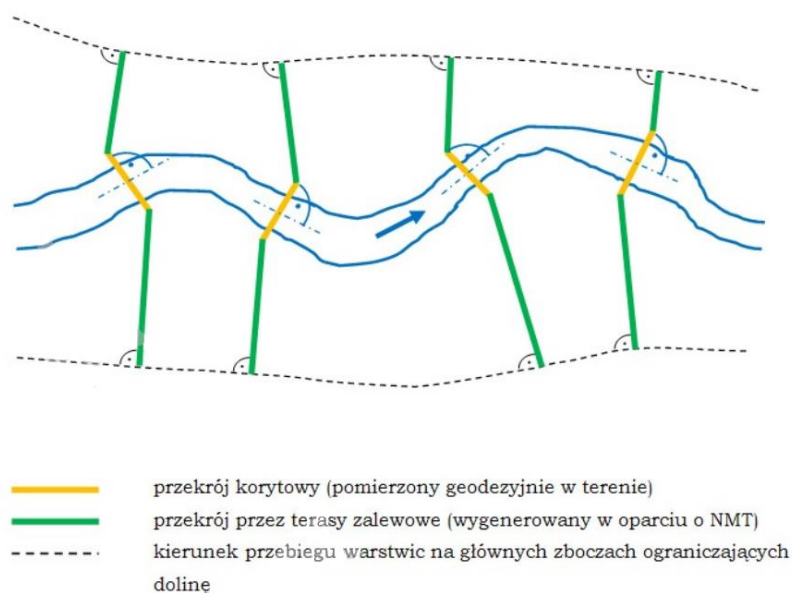
3.1. Opracowanie sytuacyjno-wysokościowe przekrojów poprzecznych

Pomiary geodezyjne powinny zostać wykonane metodą RTK GPS w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej. Przekroje poprzeczne powinny obejmować swym zasięgiem całą dolinę rzek, czyli koryto ciek i terasy zalewowe po obu stronach koryta, tzn. powinny stanowić tzw. przekroje dolinowe. Część przekroju dolinowego dotyczącą koryta ciek należy pomierzyć geodezyjnie w terenie (tzw. typowy przekrój korytowy), natomiast część dotyczącą teras zalewowych należy odwzorować w oparciu o udostępniony przez Zamawiającego Numeryczny Model Terenu (NMT). Przekroje korytowe powinny być tak pomierzone, aby oprócz samego koryta ciek obejmowały również pas terenu o szerokości około 10-20 m licząc na prawo i na lewo od górnej krawędzi skarpy brzegowej koryta. Taki sposób wykonania przekrojów korytowych warunkuje w dalszej kolejności możliwość ich połączenia z przekrojami dla teras zalewowych wygenerowanych w oparciu o NMT, w efekcie czego powstaną przekroje dolinowe.

W miejscach występowania zadrzewień i braku możliwości wykonania pomiaru RTK GPS należy dokonać pomiaru w sposób tradycyjny np.: tyczka geodezyjna, łąta wodowskazowa, pod warunkiem utrzymania dokładności pomiaru.

Przekroje korytowe należy lokalizować w miejscach charakterystycznych (zakola, łuki) jednak nie rzadziej niż co 400 m, licząc po długości ciek i sytuować prostopadłe do jego osi. Szacunkowa minimalna ilość wszystkich przekrojów korytowych, które należy pomierzyć w terenie wynosi 21,5 km.

Przekroje przez terasy zalewowe, które będą generowane w oparciu o NMT, należy sytuować prostopadłe do głównego kierunku biegu doliny, tj. prostopadłe do przebiegu warstwic na głównych zboczach ograniczających dolinę ciek z jego prawej i lewej strony (zgodnie z rysunkiem poniżej).



Rys. 2 - Przekroje przez terasy zalewowe

Na lokalizację przekrojów korytowych należy wybierać miejsca charakterystyczne, tzn. reprezentatywne dla odcinka koryta poniżej i powyżej przekroju (należy brać pod uwagę zmienność kształtu koryta, nachylenia i materiału dna). Należy unikać lokalizowania przekrojów w miejscach nagłych zmian i kierunku przepływu (ostre łuki, meandry itp.).

Przekroje korytowe powinny możliwie jak najdokładniej odzwierciedlać kształt koryta cieku. Niedopuszczalne jest odwzorowanie koryta za pomocą trzech punktów (brzeg, dno, brzeg) jak również uproszczenie jego geometrii do przekroju trapezowego. Pomiary geodezyjne dla przekrojów korytowych powinny być wykonane od strony lewej do prawej, patrząc w kierunku biegu cieku.

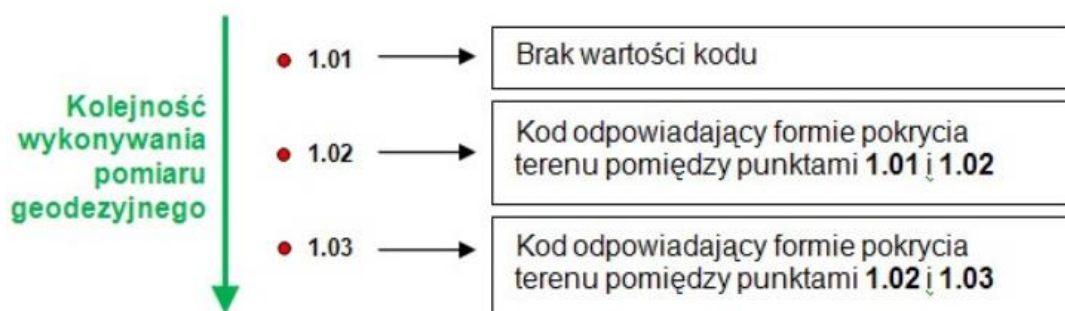
Zarówno w przypadku „typowych” przekrojów poprzecznych, jak również w przypadku przekrojów dla obiektów inżynierskich, należy zidentyfikować formy pokrycia terenu, zgodnie z zamieszczonym w poniższej tabeli schematem kodowania.

Tab. 2 - Schemat identyfikacji form pokrycia terenu.

Część przekroju	Rodzaj pokrycia terenu	Kod
Koryto cieku	ziemia, muł	K01
	piasek	K02
	drobny żwir	K03
	gruby żwir	K04
	kamienie	K05
Skarpy i terasa zalewowa	trawa	
	- niska	T01
	- wysoka	T02
	uprawy zbożowe	T03

Część przekroju	Rodzaj pokrycia terenu	Kod
	las	
	- rzadki	T04
	- gęsty	T05
	zakrzaczenia	
	- niskie	T06
	- wysokie	T07
	nieużytki	T08
	drogi	
	- asfalt	T09
	- beton	T10
	- tłuczeń	T11
	- droga gruntowa	T12
	Obiekty kubaturowe (zabudowa)	
	- niska	T13
	- wysoka	T14

Kolejność kodowania dla poszczególnych punktów pomiarów geodezyjnych (pikiet) musi być zgodna z kierunkiem wykonywania przekroju, tj. od lewej do prawej (patrzac zgodnie z kierunkiem przepływu wody w rzece), przy czym wartość kodu w danym punkcie pomiarowym powinna być przypisana do odcinka go poprzedzającego (wg schematu zamieszczonego poniżej). Dla jednego odcinka pomiędzy kolejnymi punktami pomiarowymi można zdefiniować tylko jeden kod formy pokrycia terenu.



Rys. 3 - Kolejność wykonywania pomiaru geodezyjnego

Operat geodezyjny z pomiarów korytowych przekrojów poprzecznych powinien zawierać:

- Zestawienie tabelaryczne przekrojów wraz z identyfikacją kodów form pokrycia terenu (w arkuszu Excel).
- Szkice sytuacyjne przekrojów z naniesionymi numerami pikiet i kierunkiem z którego wykonana została fotografia.
- Fotografie przekrojów (minimum jedno zdjęcie dla jednego przekroju). Nr fotografii powinien odpowiadać numerowi przekroju (w przypadku większej liczby fotografii dla jednego przekroju – numeracja: Fot. 1A, Fot. 1B, itd.).

- Rysunki przekrojów w skali 1 : 100 / 500 (w przypadku konieczności zapewnienia czytelności rysunku dopuszczalna jest zmiana skali – musi być ona jednoznacznie opisana przy każdym z przekrojów) opracowane w środowisku CAD i zapisane w formacie *.dxf oraz wyeksportowane do formatu *.pdf lub *.jpg.
- Współrzędne punktów sytuacyjno-wysokościowych x,y,z w formacie *.xls

Przedmiotowy operat w części tabelarycznej oraz w części dotyczącej szkiców sytuacyjnych należy wykonać w zarówno w wersji drukowanej jak i elektronicznej, natomiast w części fotograficznej (zdjęcia w formacie *.jpg lub *.tif) oraz rysunkowej (rysunki w formacie *.dxf i pdf lub jpg) tylko w formie elektronicznej. Niezależnie od powyższego w ramach operatu w arkuszu Excel (w wersji elektronicznej) należy sporządzić wykresy wszystkich przekrojów dolinowych – połączonych przekrojów korytowych z przekrojami przez terasy zalewowe). Przekroje dolinowe należy ponumerować zgodnie z numeracją przekrojów korytowych.

Dla wykonanych pomiarów geodezyjnych przekrojów korytowych należy sporządzić warstwę przestrzenną zawierającą informacje o lokalizacji i rzędnych wysokościowych (w tabeli atrybutów) poszczególnych punktów pomiarowych (pikiet) w poszczególnych przekrojach korytowych – o nazwie „nazwa_rzeki_przekroje_koryto”. Dla przekrojów przez terasy zalewowe należy utworzyć odrębną warstwę przestrzenną zawierającą wygenerowane linie przekrojowe – o nazwie „nazwa_rzeki_przekroje_terasy”.

Ww. warstwy należy wykonać w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992, w formacie plików „shapefile” *.shp. Wszystkie wysokościowe pomiary geodezyjne należy wykonać w Europejskim Układzie Wysokości Kronsztad 86. Dokładność pomiarów geodezyjnych powinna być wykonana zgodnie z obowiązującymi w Polsce normami i wytycznymi w tym zakresie.

3.2. Inwentaryzacja oraz opracowanie geodezji obiektów budowlanych

W ramach prac geodezyjnych należy wykonać szczegółową inwentaryzację obiektów budowlanych znajdujących się na ciekach objętych opracowaniem, tj.:

- obiektów mostowych (w tym mostów, przepustów i kładek);
- wylotów kanalizacji deszczowej.

Inwentaryzacja obiektów budowlanych polegać ma na zidentyfikowaniu w terenie rzeczywistych lokalizacji ww. obiektów. Należy zinwentaryzować wszystkie mosty, przepusty, kładki i wyloty kanalizacji deszczowej z podaniem ich współrzędnych geodezyjnych w układzie odniesienia PUWG 1992.

W przypadku mostów i kładek w modelu hydraulicznym należy uwzględnić obiekty które spełniają przynajmniej jedno z poniższych kryteriów.

- posiadają filary o szerokości (lub średnicy) co najmniej 0,5 m;

- posiadają rzędne spodu konstrukcji niższe od poziomu górnych krawędzi skarp cieków;
- posiadają przyczółki, które znajdują się w całości lub częściowo w przekroju korytowym.

W przypadku przepustów w modelu hydraulicznym należy uwzględnić wszystkie przepusty zlokalizowane w korycie cieków.

Inwentaryzując wyloty kanalizacji deszczowej na wszystkich ciekach objętych opracowaniem (cieki główne wraz z ciekami dodatkowymi) należy uwzględnić wszystkie wyloty kanalizacji deszczowej zlokalizowane w korytach przedmiotowych cieków.

W ramach inwentaryzacji obiektów budowlanych dla każdego typu obiektu należy sporządzić odrębne zestawienie tabelaryczne, które powinno uwzględniać takie elementy jak: nr obiektu i jego typ. W przypadku obiektów mostowych należy dodatkowo podać kąt skrzyżowania głównej osi mostu z osią cieku. Zestawienie należy wykonać w wersji drukowanej i elektronicznej (w arkuszu Excel). Ponadto należy sporządzić warstwy przestrzenne zawierające informacje o punktowej lokalizacji (wraz z informacją w tabeli atrybutów o numeracji obiektów, ich typie oraz administratorze) dla wszystkich obiektów.

Należy sporządzić odrębne warstwy dla:

- obiektów mostowych – o nazwie „*obiekty_mostowe*”
- przepusty – o nazwie „*przepusty*”
- kładki – o nazwie „*kladki*”
- wylotów kanalizacji deszczowej – o nazwie „*wyloty_kanalizacji_deszczowej*”.

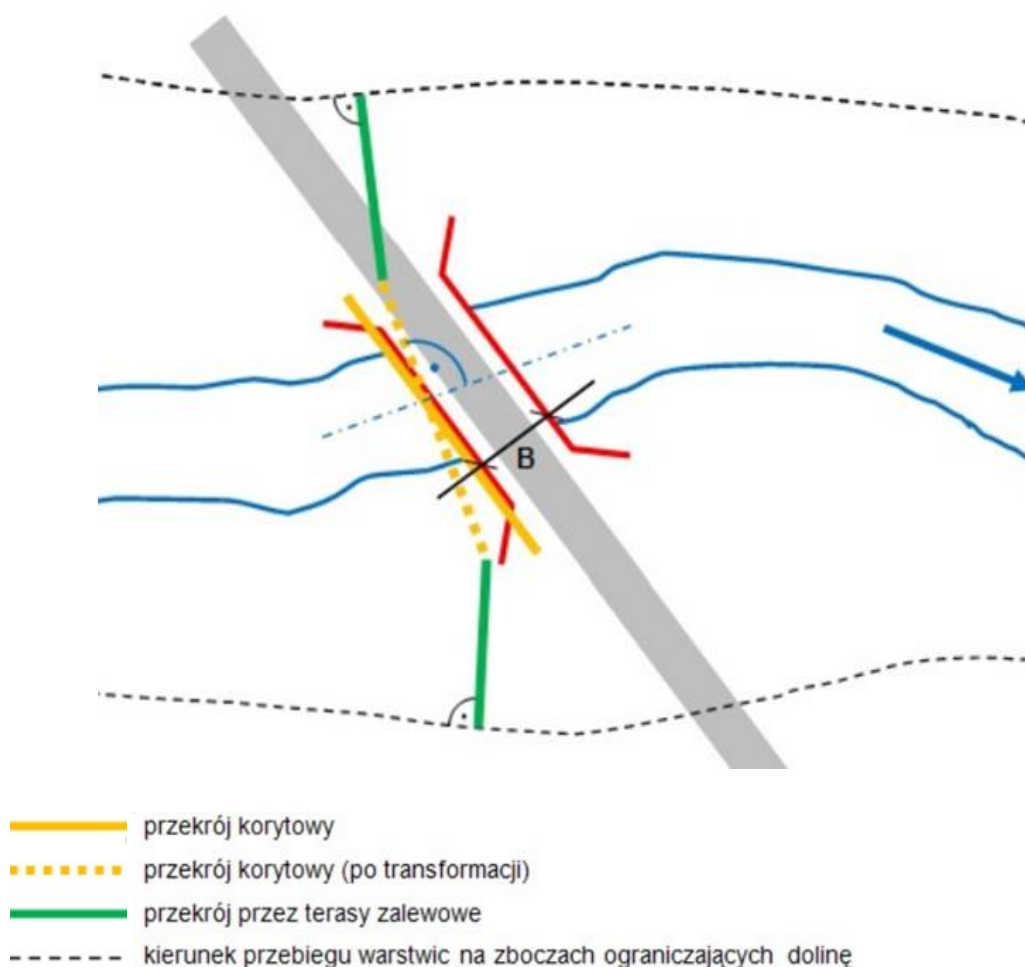
Warstwy te należy wykonać w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992 w formacie plików „shapefile” (shp).

Opracowanie geodezji dla obiektów mostowych, przepustów i kładek polegać ma na pomiarze geodezyjnym przekrojów korytowych w linii górnego stanowiska obiektów. Podczas wykonywania tych przekrojów należy uwzględnić wszystkie elementy konstrukcji obiektów w punktach charakterystycznych, takie jak:

- miejsca zmiany geometrii konstrukcji oraz przyczółków i filarów (załamania kształtu konstrukcji);
- miejsca styczności przyczółków i filarów z częścią poziomą konstrukcji mostu (spód konstrukcji nośnej);
- rzędne korony (jezdni, ciągu pieszego za pomocą minimum 3 punktów – w środku konstrukcji i na wysokości styku ze skarpami cieku) oraz szerokość obiektu mierzona prostopadle do osi głównej mostu.

Niezależnie od powyższego, za pomocą pojedynczego punktu pomiarowego (pikiety) należy zidentyfikować najniższą rzędną dna koryta cieku pod obiektem, w linii dolnego jego stanowiska. Przy pomiarze geodezyjnym koryta w linii górnego stanowiska mostu, przepustu, kładki należy uwzględnić wszystkie punkty styku konstrukcji z korytem cieku. Przykład rozmieszczenia punktów pomiarowych dla

mostu, przepustu, kładki przekrój korytowy wraz z punktami charakterystycznymi konstrukcji obiektu i styku elementów obiektu z przekrojem korytowym) przedstawiono na rysunku nr 8. Dla obiektów, których kąt skrzyżowania głównej osi konstrukcji (oś podłużna) z osią cieku jest różny od 90° , przekroje korytowe oraz pomiary elementów konstrukcyjnych dla górnego stanowiska obiektu należy wykonać w linii faktycznego ich usytuowania względem osi cieku. W takim przypadku przekrój korytowy wraz z przekrojem przez konstrukcję obiektu należy przetransformować do układu prostopadłego do osi cieku (zgodnie ze schematem na rysunku poniżej).



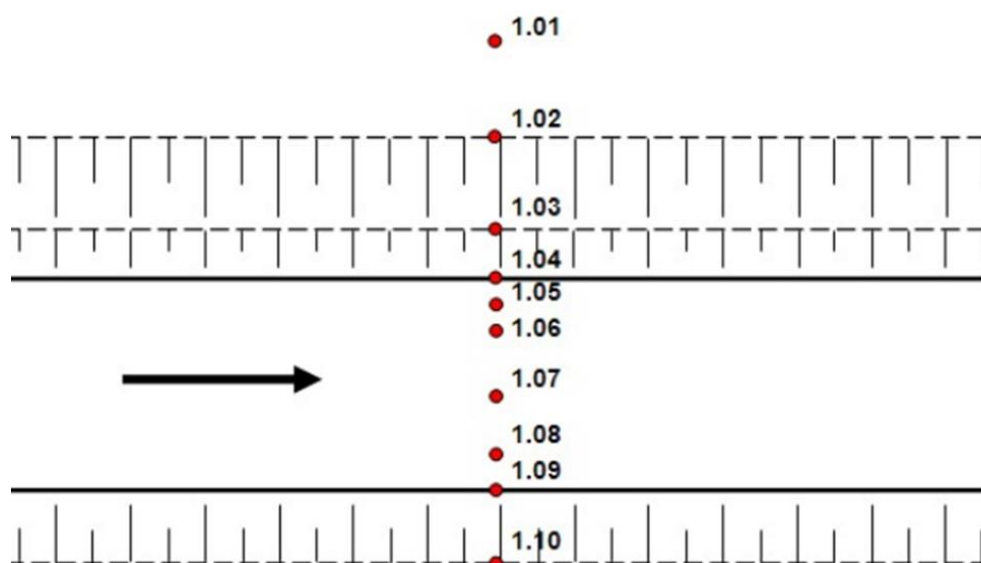
Rys. 4 - Transformacja konstrukcji obiektu do układu prostopadłego do osi cieku

Z transformacją tą wiąże się jednocześnie proces generowania w oparciu o NMT przekrojów przez terasy zalewowe, które w takiej sytuacji powinny być dowiązane do pierwszego i ostatniego punktu pomiarowego dla przetransformowanego przekroju korytowego. Przekroje korytowe oraz przekroje dolinowe (powstałe w wyniku połączenia przekrojów korytowych z przekrojami dla teras zalewowych wygenerowanymi w oparciu o NMT) wykonywane w ramach opracowania geodezji dla obiektów mostowych, kładek i przepustów powinny spełniać wszystkie wymagania jak dla typowych przekrojów poprzecznych.

Operat geodezyjny dla pomiarów przekrojów korytowych w miejscu lokalizacji obiektów mostowych kładek i przepustów i pomiarów konstrukcji obiektów powinien zawierać elementy analogiczne jak w przypadku operatu dla „typowych” przekrojów korytowych, tj.:

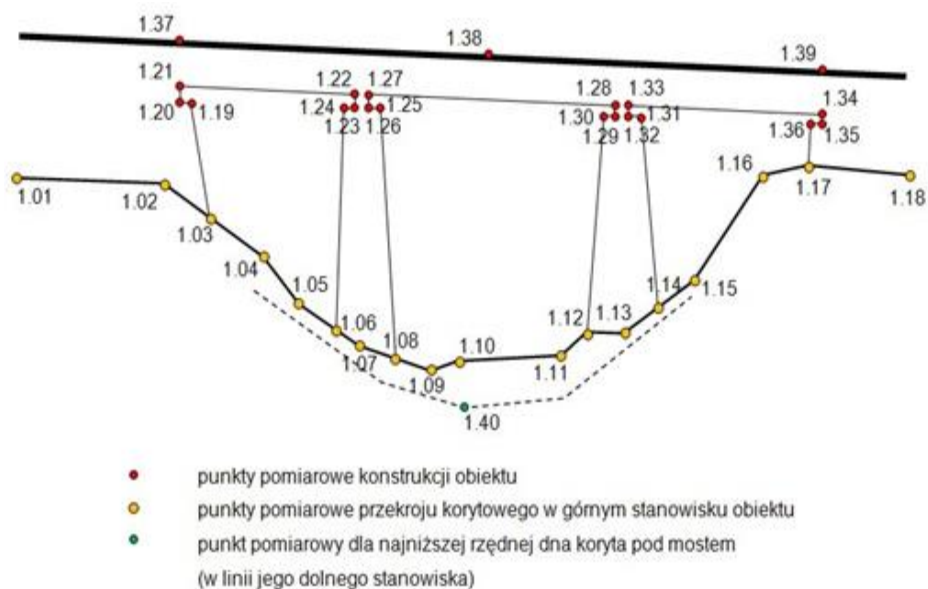
- zestawienie tabelaryczne pomiarów dla przekrojów korytowych, zawierających pomiar konstrukcji obiektu, z identyfikacją kodów form pokrycia terenu dla przekroju korytowego (w arkuszu Excel – wg wzoru tabeli **Tab. 2** dla „typowych” przekrojów korytowych;
- szkice sytuacyjne przekrojów z naniesionymi numerami pikiet i kierunkiem z którego wykonana została fotografia

wg rysunku poniżej jak dla „typowych” przekrojów korytowych;



Rys. 5 - Szkic sytuacyjny

- fotografie przekrojów (minimum jedno zdjęcie dla jednego przekroju). Nr fotografii powinien odpowiadać numerowi przekroju (w przypadku większej liczby fotografii dla jednego przekroju – numeracja: Fot. 1A, Fot. 1B, itd.).
- schemat przekroju wraz z odwzorowaniem geometrii obiektu (w widoku od strony wody górnej). Na schemacie należy nanieść numery wszystkich punktów pomiarowych (pikiet). Wzór wg którego powinien być wykonany taki schemat przedstawiono na rysunku **Rys. 6**.



Rys. 6 - Przykład rozmieszczenia punktów pomiarowych dla mostu

- rysunki przekrojów wraz z odwzorowaniem geometrii obiektu w skali 1:100/500 (w przypadku konieczności zapewnienia czytelności rysunku dopuszczalna jest zmiana skali – musi być ona jednoznacznie opisana przy każdym z przekrojów) opracowane w środowisku CAD i zapisane w formacie *.dxf oraz wyeksportowane do formatu *.pdf lub *.jpg. (przykładowy schemat przedstawia rysunek **Rys. 7**).

Operat w części tabelarycznej oraz w części dotyczącej szkiców sytuacyjnych należy wykonać zarówno w wersji drukowanej jak i elektronicznej, natomiast w części fotograficznej (format *.jpg lub *.tif) oraz rysunkowej tylko w wersji elektronicznej (format *.dxf i *.pdf (*.jpg)). Niezależnie od powyższego, w ramach operatu, w arkuszu Excel (w wersji elektronicznej) należy sporządzić wykresy wszystkich przekrojów dolinowych (tj. połączonych przekrojów korytowych w miejscu lokalizacji obiektów mostowych z przekrojami przez terasy zalewowe). Przekroje dolinowe należy ponumerować zgodnie z numeracją przekrojów korytowych. Informacje o lokalizacji i rzędnych wysokościowych punktów pomiarowych dla przekrojów korytowych w miejscu lokalizacji obiektów mostowych (wraz z punktami pomiarowymi konstrukcji obiektów), a także przebiegu linii przekrojów korytowych i przekrojów przez terasy zalewowe powinny być włączone do warstw przestrzennych dla „typowych” przekrojów poprzecznych.

4. Opracowanie modeli hydraulicznych

Modele hydrauliczne dla cieków objętych przedmiotowym opracowaniem należy zbudować zgodnie z następującymi etapami:

- **Schematyzacja cieku objętego modelem** – etap ten obejmuje identyfikację istniejącej sieci rzecznej, analizę wpływu poszczególnych dopływów na wielkości przepływów powodziowych w cieku objętym modelem, wektoryzację cieku oraz koniecznych do właściwego odwzorowania przepływu wód powodziowych, teras zalewowych wytypowanych do uwzględnienia w modelu. Wektoryzację należy przeprowadzić przy następujących założeniach:
 - a) Wektoryzację należy dokonać po osi cieku – do wykonania zadania należy wykorzystać numeryczny model terenu oraz ortofotomapę zachowując ciągłość geometrii.
 - b) Nadać kilometraż rzeczywisty modelowanym ciekom przyjmując jako kilometr 0+000 węzeł topologiczny z odbiornikiem.

W przypadku teras zalewowych wektoryzację należy dokonać zgodnie z ukształtowaniem doliny, tak, aby we właściwy sposób odwzorować przepływ wód powodziowych całą szerokością doliny. Wektoryzację należy przeprowadzić w oparciu o NMT oraz ortofotomapę. Opracowany w oparciu o ww. metodykę odcinek cieku należy wprowadzić do modelu hydraulicznego, zachowując kilometraż oraz nazwę.

Na tym etapie ze strony Zamawiającego kontroli podlegać będzie:

- a) Możliwość uruchomienia plików sieci rzecznej w oprogramowaniu Mike 11 (plik *.nwk11),
- b) Geometria cieku,
- c) Sposób schematyzacji teras zalewowych (o ile będą występować),
- d) Kilometraż cieku (wartość kilometrażu i sposób jego zapisu),
- e) Nazwa cieku,
- f) Sposób wprowadzenia odcinka cieku do modelu hydraulicznego,

- **Wprowadzenie przekrojów poprzecznych oraz ustalenie współczynników szorstkości** – etap ten obejmuje przygotowanie przekrojów poprzecznych do formatu umożliwiającego zaimportowanie ich do modelu, import danych, analizę współczynników szorstkości pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi w każdym z przekrojów uwzględnionych w modelu. Kilometraż każdego przekroju musi być jednoznacznie wyznaczony poprzez przecięcie linii przekroju poprzecznego (powstałej z połączenia punktów pomiarów geodezyjnych) z linią cieką opracowaną w ramach punktu „schematyzacja cieką objętego modelem”.

W każdym przekroju poprzecznym należy wyznaczyć koryto główne, lewą oraz prawą terasę zalewową. Dla każdego z przekrojów poprzecznych, w oparciu o przypisane dla wszystkich odcinków przekroju poprzecznego kody określające charakter zagospodarowania terenu (wg tabeli kodów opisanej w pkt. „opracowanie sytuacyjno-wysokościowe przekrojów poprzecznych”) należy dobrać współczynniki szorstkości dla koryta głównego. Dla określenia współczynników szorstkości na terasach zalewowych należy wykorzystać ortofotomapy i mapy topograficzne. Współczynniki szorstkości należy ustalić odrębnie dla każdej z teras (lewa, prawa). W przypadku podjęcia współczynnika szorstkości uśrednionego dla terasy jego wartość należy określić jako wartość średnią ważoną z różnych rodzajów typów użytkowania terenu i odpowiadającym im wartości współczynnika szorstkości.

W przypadku przekrojów poprzecznych opisujących terasy zalewowe należy postępować analogicznie jak w przypadku przekrojów poprzecznych koryt / dolin, przy czym kilometraż należy ustalać lokalnie dla każdej z teras, a następnie skorelować go z kilometrażem cieką, do którego przypisana jest dana terasa.

Na tym etapie ze strony Zamawiającego kontroli podlegać będzie:

- a) Możliwość uruchomienia plików sieci rzecznej w oprogramowaniu Mike 11 (plik *.xns11),
 - b) Odwzorowanie geometrii przekroju poprzecznego w modelu,
 - c) Kilometraż przekroju (wartość kilometrażu i sposób jego zapisu),
 - d) Nazwa cieką lub terasy zalewowej, na którym zlokalizowany jest przekrój,
 - e) Sposób wydzielenia koryta głównego i terasy zalewowej,
- **Wprowadzenie budowli inżynierskich** - W modelach hydraulicznych opracowywanych na potrzeby przedmiotowego opracowania obiekty inżynierskie istotne pod względem przepływu wód powodziowych, takie jak: mosty, przepusty (oraz pozostałe obiekty hydrotechniczne) powinny zostać zinwentaryzowane i pomierzone w terenie, a następnie wprowadzone do modelu. Uwzględnienie oddziaływania obiektów inżynierskich na warunki przepływu wód powodziowych ma kluczowe znaczenie w kontekście poprawności produktu końcowego, jakim jest zasięg obszarów zagrożenia powodziowego dla wskazanych w przedmiotowym opracowaniu prawdopodobieństw wystąpienia powodzi.

Zakres i wytyczne inwentaryzacji i pomiarów geodezyjnych zostały szczegółowo opisane w pkt. 3 – Wykonanie koniecznych prac geodezyjnych. Zawarte w nim wskazania dotyczące wyboru obiektów istotnie oddziałujących na warunki przepływu wód powodziowych należy traktować jako ogólniki, natomiast decyzja o tym czy konkretny obiekt powinien zostać zaimplementowany do modelu hydraulicznego powinna być każdorazowo uzgadniana z Zamawiającym i podejmowana indywidualnie. W przypadku uzasadnionych wątpliwości co do zasadności uwzględnienia danego obiektu w modelu, należy skonsultować się z wyznaczonym specjalistą z ramienia Zamawiającego.

W przypadku obiektów mostowych o zwartej konstrukcji, istotnie zawężających pole przepływu wód powodziowych, jak również przepustów, do ich implementacji w modelu hydraulicznym zaleca się stosować metodę polegającą na odwzorowaniu obiektu za pomocą dwóch powiązanych ze sobą struktur opisujących przepływ wody ponad mostem i wewnątrz jego konstrukcji (moduł „structures – culvert/weir w pliku sieci rzecznej NWK11). Ww. metoda jest szczególnie zalecana w sytuacjach, gdy przekrój mostowy znacząco zawęża naturalną szerokość zwierciadła wody, powodując spiętrzenie wody i przelewanie się jej ponad obiektem na znacznej szerokości doliny.

W pozostałych przypadkach, do odwzorowania pracy obiektu zaleca się stosować dedykowany w oprogramowaniu moduł mostowy – dobierając metodę odpowiednią do występujących warunków. Preferowanym w tym zakresie rozwiązaniem jest zastosowanie jednej z metod umożliwiających równocześnie symulację przepływu swobodnego (tj. dla sytuacji gdy zw. wody znajduje się poniżej spodu konstrukcji mostu), jak również pod ciśnieniem (zw. wody pomiędzy spodem konstrukcji mostu, a poziomem jedni), a także w warunkach przepływu ponad obiektem (ponad poziomem jezdnii). Zaleca się skorzystanie z jednej ze standardowo stosowanych w narzędziach do modelowania hydraulicznego metod: „Energy Equation”, „Federal Highway Administration Water Surface Profile” oraz „United States Bureau of Public Roads” – przy czym metodą preferowaną jest metoda „Energy Equation”.

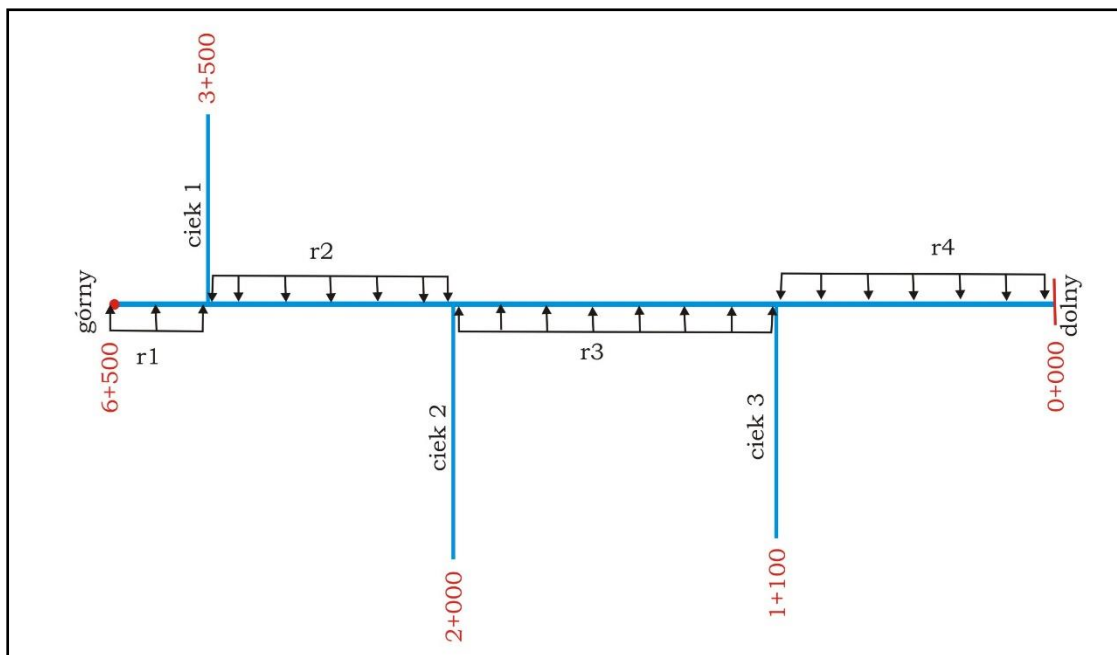
Na tym etapie ze strony Zamawiającego kontroli podlegać będzie:

- a) Decyzja o tym czy dany obiekt powinien zostać uwzględniony w modelu hydraulicznym,
- b) Wybór metody implementacji obiektu,
- c) Sposób schematyzacji obiektu inżynierskiego w modelu,
- d) Poprawność i stabilność uzyskania wyników obliczeń w rejonie występowania obiektu inżynierskiego,

- **Określenie warunków brzegowych**

W modelu hydraulicznym opartym na równaniach Saint-Venanta występują górne i dolne warunki brzegowe oraz opcjonalnie wewnętrzne warunki brzegowe. Górne warunki brzegowe definiowane są w postaci hydrogramów przepływów lub stanów wody. Warunki te muszą być ustalone dla wszystkich odcinków koryt. Dolnym warunkiem brzegowym, zamykającym układ sieci koryt rzecznych, w zależności od przyjętych założeń modelowania może być hydrogram stanów wody (rzędnych) lub krzywa natężenia przepływów.

W ramach przedmiotowego punktu należy opracować scenariusze hydrologiczne dla przepływów wysokich o prawdopodobieństwie wystąpienia Q1%, Q0,2 oraz Q0,1%. Scenariusze te mają obejmować wszystkie modelowane cieki. Dla cieków tych należy opracować wartości przepływów stanowiących górne warunki brzegowe (Q), przepływów rozłożonych (Qr) uwzględniających przyrost wielkości zlewni. Jako dopływy skupione (Qs) należy wprowadzić cieki, które nie zostały objęte modelowaniem, a mogące mieć wpływ na transformację fali powodziowej. Na poniższym rysunku przedstawiono przykładowy schemat wprowadzania warunków brzegowych.



Rys. 8 - Przykładowy schemat sieci rzecznej wraz z wprowadzonymi warunkami brzegowymi.

Warunki należy zestawiać zgodnie z poniższą tabelą. W kolumnach dla poszczególnych scenariuszy (ilość scenariuszy uwarunkowana jest liczbą cieków ujętych w modelu) należy wpisać wartości maksymalne przepływu.

Tab. 3 - Metodyka implementacji warunków brzegowych do modelu hydraulicznego.

Odcinek	Typ warunków brzegowych	Brzeg rzeki	Kilometraż		Opis warunku
			górny	dolny	
górny	górny	-	6+500		górny
górny – ciek 1 (r1)	rozłożony	L/P	6+500	3+500	górny – ciek 1 (r1)
ciek 1	skupiony	L	3+500		ciek 1
ciek 1 – ciek 2 (r2)	rozłożony	L/P	3+500	2+000	ciek 1 – ciek 2 (r2)
ciek 2	skupiony	P	2+000		ciek 2
ciek 2 – ciek 3 (r3)	rozłożony	L/P	2+000	1+100	ciek 2 – ciek 3 (r3)

Odcinek	Typ warunków brzegowych	Brzeg rzeki	Kilometraż		Opis warunku
			górny	dolny	
ciek 3	skupiony	P	1+100		ciek 3
ciek 3 – dolny (r4)	rozłożony	L/P	1+100	0+000	ciek 3 – dolny (r4)
dolny(rzędna)	dolny	-	0+000		dolny

Na tym etapie ze strony Zamawiającego kontroli podlegać będzie:

- Decyzja o tym czy dany obiekt powinien zostać uwzględniony w modelu hydraulicznym,
- Wybór metody implementacji obiektu,
- Sposób schematyzacji obiektu inżynierskiego w modelu,
- Poprawność i stabilność uzyskania wyników obliczeń w rejonie występowania obiektu inżynierskiego,

- Określenie warunków brzegowych**

Dysponując gotowym modelem hydraulicznym należy wykonać obliczenia modelowe dla fal hipotetycznych o kulminacjach odpowiadających przepływowi o prawdopodobieństwie przewyższenia Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.

Na tym etapie ze strony Zamawiającego kontroli podlegać będzie:

- Możliwość uruchomienia plików wynikowych w oprogramowaniu MIKE 11,
- Parametry hydrodynamiczne modelu zapisane w pliku *.hd11,
- Pliki serii czasowych *.dfs0,
- Plik symulacji *.sim11,
- Pliki wyników *.res11,
- Porównanie logicznej ciągłości wartości rzędnych zw. wody w przekrojach poprzecznych dla poszczególnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w celu wyeliminowania niepożądanych oscylacji w modelu,
- Porównanie logicznej ciągłości wartości przepływów w przekrojach poprzecznych, dla poszczególnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w celu wyeliminowania niepożądanych oscylacji w modelu,
- Ilość przekrojów, dla których zestawiono wyniki obliczeń.

5. Wyznaczenie stref zalewowych dla wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.

Wyznaczenie zasięgu stref zagrożenia powodziowego należy wykonać w oparciu o analizę przecięcia numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW) uzyskanym na podstawie wyników modelowania – poziomem zwierciadła wody z numerycznym modelem terenu (NMT). W wyniku przeprowadzonego przecięcia uzyskana winna zostać tzw. mapa różnicowa, na której wartości ujemne oznaczać będą głębokość wody w strefie zalewowej (licząc od poziomu NMT), zaś wartości dodatnie – wysokość nad poziomem zwierciadła wody. Punkty, w których różnica wysokości będzie wynosić zero stworzą linię graniczną, która równocześnie stanowić będzie granicę strefy zalewowej.

5.1. Numeryczny Model Powierzchni Wody.

W celu stworzenia numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW) należy w pierwszej kolejności – na podstawie wyników przeprowadzonego modelowania w punktach modelowych – wyznaczyć profile poprzeczne zwierciadła wody tzw. izolinie, przy założeniu, że przebieg izolinii jest właściwy dla kształtowania się zwierciadła wody w korycie rzeki (prostopadły do doliny rzeki), a następnie przy wykorzystaniu metod interpolacji stworzyć numeryczny model powierzchni wody.

Numeryczny model powierzchni wody należy opracować zarówno dla koryt / dolin rzecznych jak i teras zalewowych.

5.2. Generowanie stref zagrożenia powodziowego.

W oparciu o numeryczny model terenu (NMT) oraz numeryczny model powierzchni wody (NMPW) należy wygenerować poszczególne strefy zagrożenia powodziowego – dla określonych prawdopodobieństw przewyższenia Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%, jako różnicę obu modeli (rastry głębokości). Na bazie uzyskanych wyników należy utworzyć klasy obiektów poligonowych (poligony głębokości).

Powstałe w ten sposób wektorowe zasięgi stref zalewowych należy poddać interpretacji i weryfikacji poprzez odrzucenie obszarów, które nie są połączone bezpośrednio ze strefą zalewową koryta głównego.

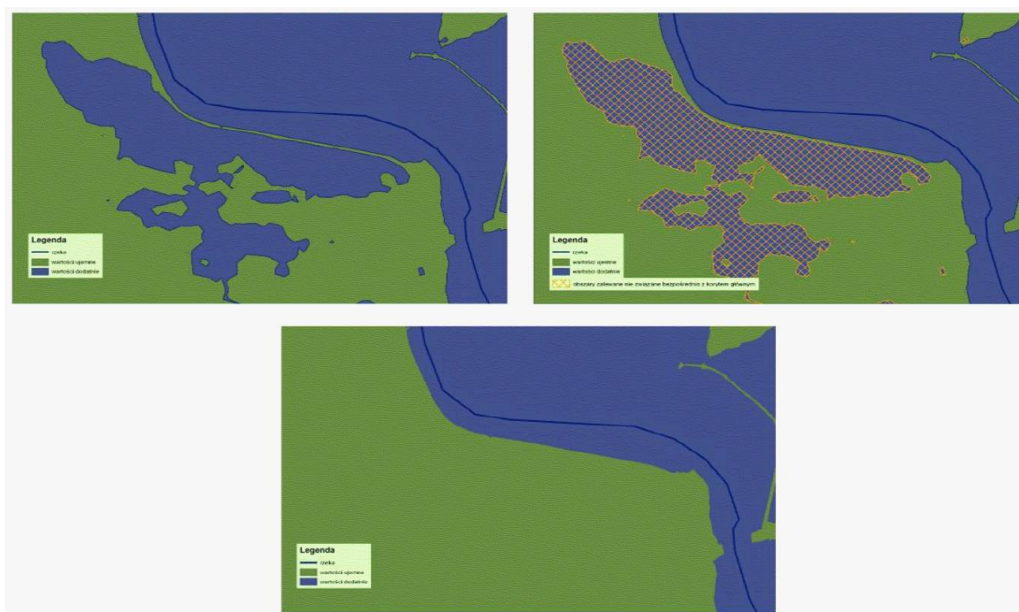
Wygenerowane w oparciu o NMT strefy zagrożenia powodziowego w postaci poligonowej warstwy wektorowej mają bardzo rozbudowaną geometrię ponieważ przy ich generowaniu w każdym charakterystycznym punkcie tj. przy każdej zmianie wartości wysokości powstaje punkt pośredni (wierzchołek) poligonu. Wykonawca na tym etapie powinien wykonać:

- a) uprościć (wygładzić) poligony zasięgów stref zalewowych (generalizacja danych wektorowych), polegającemu na redukcji efektu „schodków” – Rys. 9.
- b) Usunięcie poligonów niezwiązanych hydraulicznie z rzeką - Wygenerowane w oparciu o NMT i NMPW strefy zagrożenia powodziowego, często nie posiadają kontaktu hydraulicznego (nie łączą się bezpośrednio) ze strefą zalewową głównego koryta cieku. Obszary takie należy usunąć. Przykładowy schemat usuwania niepowiązanych ze sobą hydraulicznie stref zalewowych został zaprezentowany na Rys. 10.

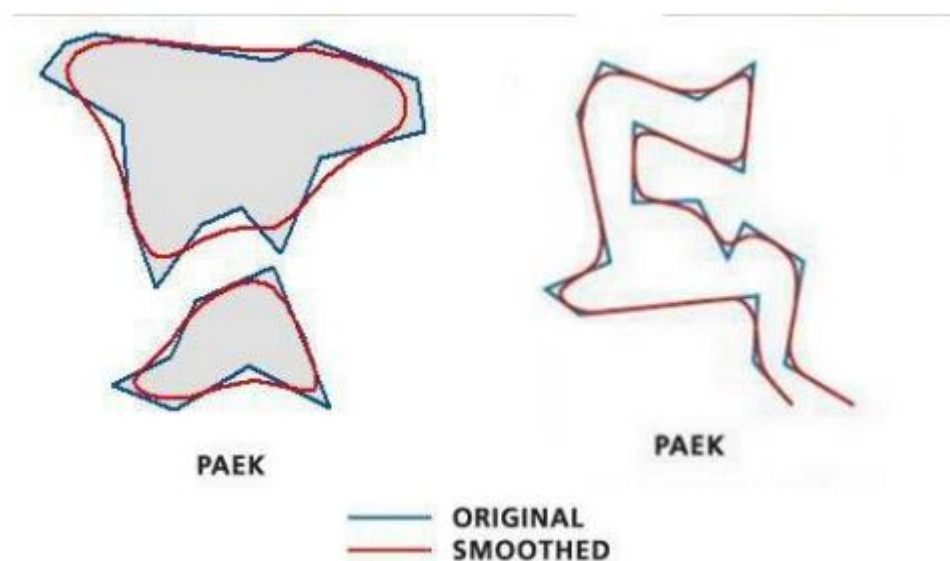
- c) Eliminację małych poligonów – wstępne przeprowadzenie eliminacji poligonów głębokości wody o powierzchni mniejszej niż 200m² poprzez agregowanie ich do sąsiednich większych poligonów. W przypadku braku sąsiada poligon niespełniający kryterium powierzchni powinien zostać usunięty.
- d) Wygładzenie granic stref zalewowych zastosowaniem funkcji kwadratowej oraz średniej ważonej dla współrzędnych wszystkich punktów wejściowych na długości tzw. „ruchomego odcinka” odpowiadającego tolerancji wygładzania. W tym przypadku zaleca się skorzystanie z algorytmu PAEK (Polynomial Approximation with Exponential Kernel). Parametry wygładzania należy przyjąć doświadczalnie, a wstępne wyniki każdorazowo uzgodnić z Zamawiającym.



Rys. 9 - Przykład warstwy poligonowej po konwersji z rastra (czarna linia) oraz po wstępnym wygładzeniu (czerwona linia).



Rys. 10 - Przykładowy schemat usuwania nie powiązanych hydraulicznie stref zagrożenia powodziowego.



Rys. 11 - Przykładowy schemat wygładzania algorytmem PAEK.

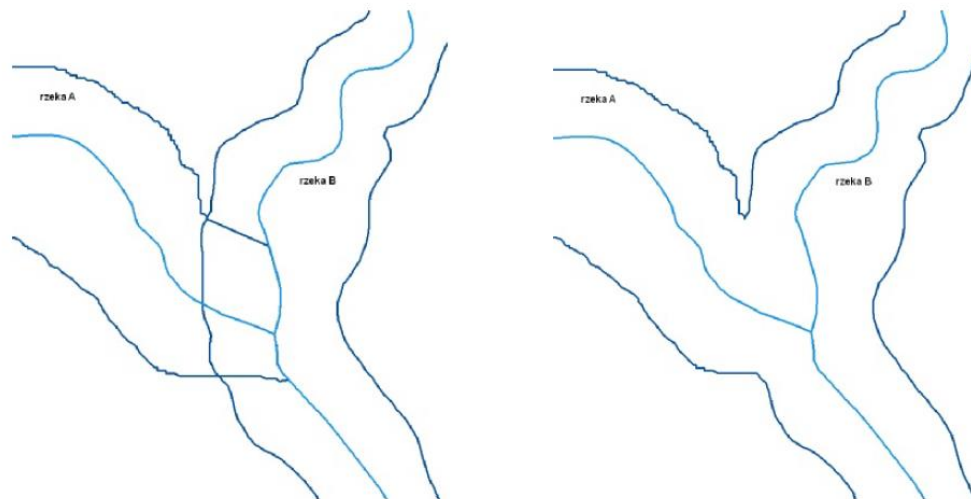
Na tym etapie ze strony Zamawiającego kontroli podlegać będzie:

- Zgodność numerycznego modelu powierzchni wody dla koryt / dolin rzecznych oraz teras zalewowych z rzędnymi zw. wody w przekrojach poprzecznych,
- Zasięg wygenerowanych stref zagrożenia w porównaniu z zasięgiem przekazanego NMPW,

- c) Poprawność geometryczna i topologiczna powstałych warstw (w tym sprawdzenie wygładzenia stref zalewowych w celu uniknięcia struktury typu „zęby” i „pętle”.

5.3. Utworzenie scalonych stref zalewowych.

Powstałe dla każdego z cieków objętych opracowaniem (cieki główne wraz z istotnymi dopływami) strefy zalewowe należy połączyć w jeden obiekt poligonowy osobno dla każdego z prawdopodobieństw ($p = 1\%$, $0,2\%$ oraz $0,1\%$) poprzez zsumowanie zbiorów w oparciu o schemat zamieszczony na **Rys. 12**.



Rys. 12 - Schemat połączenia stref zalewowych.

Wszystkie powstałe na tym etapie klasy obiektów poligonowych należy zapisać do postaci plików *.shp z zachowaniem poprawności geometrii.

Na tym etapie ze strony Zamawiającego kontroli podlegać będzie:

- Zgodność numerycznego modelu powierzchni wody dla koryt / dolin rzecznych oraz teras zalewowych z rzędnymi zw. wody w przekrojach poprzecznych,
- Zasięg wygenerowanych stref zagrożenia w porównaniu z zasięgiem przekazanego NMPW,
- Poprawność geometryczna i topologiczna powstałych warstw (w tym sprawdzenie wygładzenia stref zalewowych w celu uniknięcia struktury typu „zęby” i „pętle”.

5.4. Opracowanie wyników i raportu cząstkowego.

5.4.1. Wykaz danych wektorowych

W ramach prac Wykonawca powinien przygotować numeryczne dane wektorowe zapisane w strukturze plików *.shp, definiujących geometryczny kształt i przestrzenną lokalizację oraz zawierających odpowiedni zestaw informacji opisujących nieprzestrzenne cechy obiektów

wyrażone w formie atrybutów. Poniżej zestawiono wymagane wektorowe warstwy przestrzenne wraz z wymaganą charakterystyką atrybutową:

- 1) Granice zalewu wodą o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$. Wykonawca prześle poligonowe warstwy przestrzenne stref zalewowych dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy		
	ID_HYDR_R	NAZWA_MPHP	Q_TXT
glebokosc_1	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania	Prawdopodobieństwo wystąpienia zalewu
glebokosc_02			
glebokosc_01			

- 2) Wyniki rzędnych zwierciadła wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$. Wykonawca prześle punktowe warstwy przestrzenne z wynikami rzędnych zwierciadła wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. Punkty powinny zostać wygenerowane dla każdego przekroju poprzecznego. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy				
	ID_HYD	NAZWA_M	RZEDNA_1	RZEDNA_02	RZEDNA_01
Max_rzedna_zw .wody	Identyfikator or hydrograficzny rzeki w MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania	Maksymalna rzędna zw. wody wynikająca z modelowania w m n.p.m. dla scenariusza o prawdopodobie ństwie 1%	Maksymalna rzędna zw. wody wynikająca z modelowania w m n.p.m. dla scenariusza o prawdopodobie ństwie 0,2%	Maksymalna rzędna zw. wody wynikająca z modelowania w m n.p.m. dla scenariusza o prawdopodobie ństwie 0,1%

- 3) Granice zlewni. Wykonawca prześle wektorową warstwę przestrzenną z podziałem zlewniowym cieków głównych oraz ich istotnych dopływów. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstwy.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy		
	ID_HYDR_R	NAZWA_MPHP	ZLEWNIA
zlewnie	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania	Nazwa zlewni

- 4) Przekroje poprzeczne rzek - linie. Wykonawca prześle liniową wektorową warstwę przestrzenną z liniami przekrojów poprzecznych odpowiadającym pomierzonym w trakcie prac geodezyjnych przekrojom korytowym i wydłużeniom przekrojów.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy	
nazwa_rzeki_przekroje_oblicz_hyd	ID_HYDR_R	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP
	NAZWA_MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania
	KM_PKT	Kilometraż cieku
	RZEDNA_1	Maksymalna rzędna zw. wody wynikająca z modelowania w m n.p.m. dla scenariusza o prawdopodobieństwie 1%
	RZEDNA_02	Maksymalna rzędna zw. wody wynikająca z modelowania w m n.p.m. dla scenariusza o prawdopodobieństwie 0,2%
	RZEDNA_01	Maksymalna rzędna zw. wody wynikająca z modelowania w m n.p.m. dla scenariusza o prawdopodobieństwie 0,1%
	OPIS	W przypadku gdy dochodzi do podziału na koryto główne i terasę zalewową informacje o nazwie rzeki (korytowa część przekroju) lub nazwa terasy zalewowej

Korytowe przekroje poprzeczne rzek - punkty. Wykonawca prześle punktową wektorową warstwę przestrzenną z punktami pomiarowymi dla wszystkich przekrojów korytowych.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy	
nazwa_rzeki_przekroje_koryto	ID_HYDR_R	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP
	NAZWA_MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania
	Nr_PKT	Numer przekroju i punktu pomiarowego
	X	Współrzędna geograficzna x
	Y	Współrzędna geograficzna y
	Z	Rzędna terenu pomierzonego punktu
	KOD_PKT	Kod punktu
	KOD_TERENU	Kod formy pokrycia terenu
	n	Wartość współczynnika szorstkości
	RZEDNA_ZW	Rzędna zwierciadła wody
	DATA_POM	Data pomiaru w formacie YYYY-MM-DD
	FOTO	Nazwa pliku z dokumentacji fotograficznej dla danego przekroju

- 5) Wydłużenia przekrojów poprzecznych rzek - punkty. Wykonawca prześle punktową wektorową warstwę przestrzenną z punktami wydłużeń dla wszystkich przekrojów korytowych.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy	
nazwa_rzeki_przekroje_koryto	ID_HYDR_R	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP
	NAZWA_MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania
	Nr_PKT	Numer przekroju i punktu pomiarowego
	X	Współrzędna geograficzna x
	Y	Współrzędna geograficzna y
	Z	Rzędna terenu pomierzonego punktu
	KOD_TERENU	Kod formy pokrycia terenu

	KOD_BDOT10	Kod formy zagospodarowania terenu na podstawie BDOT10k
	n	Wartość współczynnika szorstkości

- 6) Lokalizacja obiektów inżynierskich - punkty. Wykonawca przekaze punktową wektorową warstwę przestrzenną z lokalizacją pomierzonych obiektów mostowych.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy	
nazwa_rzeki_obiekty_inzynierskie	ID_HYDR_R	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP
	NAZWA_MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania
	NR_OBIEKTU	Numer inwentaryzowanego obiektu inżynierskiego
	TYP_OBIEKTU	Określenie typu obiektu inżynierskiego (most, kładka, przepust etc.)
	ADMINISTRA	Wskazanie organu administrującego obiektem
	X	Współrzędna geograficzna x
	Y	Współrzędna geograficzna y
	Z	Rzędna terenu pomierzonego punktu

- 7) Punkty pomiarowe obiektów inżynierskich. Wykonawca przekaze punktową wektorową warstwę przestrzenną z geometrią pomierzonych obiektów inżynierskich.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy	
nazwa_rzeki_obiekty_inzynierskie	ID_HYDR_R	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP
	NAZWA_MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania
	NR_OBIEKTU	Numer inwentaryzowanego obiektu inżynierskiego
	TYP_OBIEKTU	Określenie typu obiektu inżynierskiego (most, kładka, przepust etc.)
	NR_PKT	Wskazanie organu administrującego obiektem

	X	Współrzędna geograficzna x
	Y	Współrzędna geograficzna y
	Z	Rzędna terenu pomierzonego punktu
	M	Odległość od punktu dowiązania
	M_ZRED	Odległość zredukowana od punktu dowiązania
	KOD_PKT	Kod punktu
	KOD_TERENU	Kod formy pokrycia terenu
	RZEDNA_ZW	Rzędna zw. wody [m n.p.m.]
	DATA_POM	Data pomiaru w formacie YYYY-MM-DD
	SZER_OB	Szerokość obiektu [m]
	KAT_OSI	Kąt skrzyżowania głównej osi mostu z osią cieku
	ADMIN	Organ administrujący obiektem

5.4.2. Wykaz danych rastrowych

W ramach prac Wykonawca powinien przygotować numeryczne dane rastrowe zapisane w strukturze plików *.GeoTIFF. Poniżej zestawiono wymagane rastrowe warstwy przestrzenne oraz mapy wraz z ich charakterystyką.

1) Mapy z zasięgami stref zalewowych.

Wykonawca prześle mapy w skali 1 : 5000 (sporządzone na podstawie podziału arkuszowego PUWG 1992) z podziałem na prawdopodobieństwa przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$, $p = 0,1\%$. Mapy powinny zawierać następujące elementy:

- Mapa główna – widok w skali 1 : 5000 (na podstawie podziału arkuszowego PUWG 1992), w skład której wchodzić będą:
 - Podkład w postaci ortofotomapy;
 - Rzeki / cieki wraz z ich nazwami z MHP;
 - Kilometraż rzek;
 - Zasięgi strefy zalewowej odpowiadającej danemu prawdopodobieństwu;
 - Lokalizacja punktów newralgicznych mających wpływ na występujące zagrożenie powodziowe. Wykonawca po wykonaniu obliczeń hydraulicznych naniesie na mapy zidentyfikowane miejsca newralgiczne, które dla każdego z prawdopodobieństw wystąpienia powodzi mogą mieć największe znaczenie pod kątem występującego zagrożenia powodziowego. Punkty te powinny mieć numerację / opis spójny z częścią tekstową opracowania.

- Tytuł – nazwa opracowania wraz z godłem arkusza (na podstawie podziału w skali 1 5 000);
 - Skala (w formacie 1 : M) oraz w postaci podziałki liniowej;
 - Orientacja układu arkuszy;
 - Strzałka północy;
 - Legenda
- 2) Numeryczny model powierzchni wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p = 0,1\%$. Wykonawca prześle rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_NMPW</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$.
<i>nazwa_rzeki_500_NMPW</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,2\%$.
<i>nazwa_rzeki_1000_NMPW</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,1\%$.

- 3) Rastry głębokości o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p = 0,1\%$. Wykonawca prześle rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrami głębokości zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$.
<i>nazwa_rzeki_500_GLEBOKOSC</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrami głębokości zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,2\%$.
<i>nazwa_rzeki_1000_GLEBOKOSC</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrami głębokości zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,1\%$.

5.4.3. Modele hydrauliczne

Po wykonaniu obliczeń Wykonawca zobowiązany jest do przekazania Zamawiającemu kompletu danych wejściowych i wyjściowych:

Modele hydrauliczne:

- pliki obliczeń symulacyjnych – spinające poszczególne moduły obliczeniowe modeli (pliki poniżej) oraz zawierające ustawienia czasu i kroku obliczeniowego symulacji – w formacie *.sim11;
- pliki sieci rzecznej – zawierające informacje o geometrii i strukturze sieci hydrograficznej oraz obiektach inżynierskich uwzględnionych w modelu – formacie *.nwk11;
- pliki przekrojów poprzecznych – zawierające informacje o geometrii przekrojów, współczynnikach szorstkości i podziale obszaru przepływu na koryto główne i terasy zalewowe – w formacie *.xns11;
- pliki warunków brzegowych – zawierające „górne”, „dolne” i „pośrednie” warunki brzegowe modeli – na ogół w postaci określonych wartości przepływów lub hydrogramów przepływów, a także stanów wody – w formacie *.bnd11;
- pliki ustawień parametrów hydrodynamicznych – zawierające szereg parametrów i współczynników określających szczegółowe parametry obliczeń modelowych – w formacie *.hd11;
- pliki zawierające dane hydrologiczne (hydrogramy fal obowiązujące dla map zagrożenia powodziowego i aktualizacji map zagrożenia powodziowego dla wezbrania o prawdopodobieństwie $p = 1\%$, $p = 0.2\%$ oraz $p = 0,1\%$) – stanowiące dane wejściowe dla plików warunków brzegowych – w formacie *.dfs0;
- pliki wynikowe zawierające wyniki obliczeń hydraulicznych jednowymiarowych – w formacie *.res.11

5.4.4. Raporty cząstkowe

W raportach cząstkowych dotyczących opisu prac wykonanych w ramach rozdziałów związanych z pomiarami geodezyjnymi, modelowaniem hydrologicznym i hydraulicznym oraz generowaniem stref zalewowych należy przedłożyć w szczególności:

- W rozdziale „Opracowanie geodezji przekrojów poprzecznych”:
 - Opis wyboru miejsca wykonania przekrojów korytowych oraz ich usytuowania względem osi cieku;
 - Zestawienie odległości pomiędzy przekrojami;
 - Wypełnione tabele w operacie geodezyjnym;
 - Szkice sytuacyjne z pomiarów przekrojów korytowych, rysunki przekrojów oraz fotografie dla przekrojów;

- Przekroje przez terasy zalewowe;
- Połączone przekroje korytowe z przekrojami przez terasy zalewowe (przekroje dolinowe);
- Warstwy przestrzenne dla punktów pomiarowych, linii przekrojów korytowych i linii przekrojów przez terasy zalewowe;
- Tabele w operacie geodezyjnym w części dotyczącej kodów form pokrycia terenu;
- Zestawienie przyjętych kodów dla każdego z przekrojów.
- W rozdziale „Inwentaryzacja oraz opracowanie geodezji obiektów inżynierskich”:
 - Opis pomiarów przekrojów korytowych i obiektów mostowych oraz hydrotechnicznych (zdjęcie punktów charakterystycznych przekroju korytowego w górnym stanowisku obiektów oraz samej konstrukcji obiektu);
 - Tabele w operacie geodezyjnym w części dotyczącej opracowania geodezji obiektów inżynierskich;
 - Szkice sytuacyjne, rysunki wraz z odwzorowaniem geometrii obiektu w skali i schematy dla pomiarów geodezyjnych obiektów inżynierskich oraz fotografie obiektów;
 - Przekroje przez terasy zalewowe (w miejscu występowania obiektów);
 - Połączone przekroje korytowe z przekrojami przez terasy zalewowe (przekroje dolinowe w miejscu występowania obiektów);
 - Warstwy przestrzenne dla zinwentaryzowanych i pomierzonych w terenie obiektów mostowych i hydrotechnicznych, linii przekrojów korytowych i linii przekrojów przez terasy zalewowe w miejscu występowania obiektów;
 - Opis włączenia do warstw przestrzennych dla „typowych” przekrojów poprzecznych informacji o lokalizacji i rzędnych wysokościowych poszczególnych punktów pomiarowych dla przekrojów korytowych w miejscach występowania obiektów inżynierskich oraz o usytuowaniu linii przekrojowych (przekroje korytowe oraz przekroje przez terasy wygenerowane w oparciu o NMT).
- W rozdziale „Obliczenia hydrologiczne”:
 - Opis przyjętych do obliczeń hietogramów hipotetycznych;
 - Rodzaje gleb przypisane do grup A, B, C, D;
 - Stworzone klasy zagospodarowania;
 - Przyjęte wartości parametru CN;
 - Rozkłady natężenia opadu efektywnego;
 - Czasy opóźnienia;
 - Zestawienie spadków zlewni.
- W rozdziale „Opracowanie modelu hydraulicznego”:
 - Odcinki cieków po weryfikacji;

- Schematyzacja teras zalewowych;
- Zestawienie kilometrażu cieków (wartość kilometrażu i sposób jego zapisu);
- Nazwy cieków;
- Opis sposobu wprowadzenia odcinka cieku do modelu hydraulicznego;
- Opis sposobu odwzorowania geometrii przekroju poprzecznego w modelu;
- Zestawienie kilometrażu przekrojów (wartość kilometrażu i sposób jego zapisu);
- Zestawienie nazw cieków i teras zalewowych, na których zlokalizowane są przekroje;
- Opis sposobu wydzielenia koryta głównego oraz teras zalewowych;
- Opis sposobu schematyzacji obiektów inżynierskich w modelu;
- Zestawienie kilometrażu obiektów (wartość kilometrażu i sposób jego zapisu);
- Zestawienie nazw cieków, na których zlokalizowane są obiekty;
- Zestawienie parametrów hydraulicznych obiektów;
- Opis przyjęcia warunków brzegowych;
- Zestawienie kilometrażu punktów modeli, w których wprowadzone zostały warunki brzegowe (wartość kilometrażu i sposób jego zapisu);
- Zestawienie nazw cieków, na których zlokalizowane są punkty warunków brzegowych;
- Zestawienie brzegów cieków, na których zlokalizowane są dopływy skupione;
- Zestawienie wartości przepływów dla poszczególnych prawdopodobieństw przewyższenia;
- Porównanie logicznej ciągłości wartości przepływów w przekrojach poprzecznych, dla poszczególnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w celu wyeliminowania niepożądanych oscylacji w modelu;
- Zestawienie wyników obliczeń dla poszczególnych przekrojów.
- W rozdziale „Wyznaczanie stref zalewowych”:
 - Opis zgodności numerycznego modelu powierzchni wody dla koryt / dolin rzecznych oraz teras zalewowych z rzędnymi zwierciadła wody w przekrojach poprzecznych;
 - Opis poprawności geometrycznej i topologicznej powstałych warstw (w tym sprawdzenie wygładzenia stref zalewowych w celu uniknięcia struktur typu „zęby”, „pętle” itp.).
- W rozdziale „Podsumowanie i wnioski”:
 - Opis w języku nietechnicznym wykonanych prac (wykonanie pomiarów geodezyjnych, obliczeń hydrologicznych, budowy modelu hydraulicznego, wykonanie stref zalewowych).

- Opis zidentyfikowanych przyczyn zagrożenia powodziowego z podziałem na przyczyny związane z zagospodarowaniem terenu oraz związane z parametrami hydraulicznymi koryta i obiektami inżynierskimi.

Raporty należy wykonać w wersji elektronicznej, w formacie *.doc i *.pdf

ETAP B:

1. Przeprowadzenie wariantowych analiz hydraulicznych

W ramach przedmiotowego zamówienia należy przeprowadzić wariantowe analizy hydrauliczne dla działań inwestycyjnych planowanych do realizacji oraz proponowanych przez Wykonawcę na ciekach objętych opracowaniem (cieki główne wraz z istotnymi dopływami). Celem tych analiz jest sprawdzenie na modelach hydraulicznych efektywności poszczególnych działań – w dwóch podstawowych wariantach obliczeń:

- **Wariant I** – zawierający zadania wynikające z dokumentów o charakterze „programów” i „koncepcji” opracowanych przez Zamawiającego.
- **Wariant II** – zawierający działania techniczne proponowane przez Wykonawcę – stanowiące wynik autorskich analiz w zinventaryzowanych obszarach zagrożeń, wynikających z oceny istniejącego systemu ochrony przeciwpowodziowej. W ramach Wariantu II powstaną ostatecznie 2-3 alternatywne podwarianty działań inwestycyjnych o nazwach „Wariant IIA”, „Wariant IIB” i ewentualnie „Wariant IIC”.

Ww. wariantowe analizy hydrauliczne należy wykonać dla fali powodziowej Q1%, a następnie sprawdzić skuteczność przyjętych rozwiązań pod kątem zapewnienia ochrony przeciwpowodziowej przy przepływach Q0,2% oraz Q0,1%.

Przed przystąpieniem do przeprowadzenia analiz hydraulicznych w ramach Etapu B opracowania, w oparciu o informacje znajdujące się w „programach” i „koncepcjach” źródłowych, należy określić i opisać ogólny zakres prac planowanych do realizacji w ramach każdego działania oraz zestawzić w tabelach podstawowe parametry techniczne proponowanych do realizacji zadań. Kolejność opisu działań i zestawienie charakteryzujących ich parametrów technicznych powinna być zgodna z kolumną „Nr zadania” – wg wzoru podanego w tabelach poniżej. W poniższych tabelach, kolumnę „Km wg opracowań RZGW” należy wypełnić po implementacji obiektów do modeli hydraulicznych. Wartość oraz notacja kilometrażu musi być zgodna z kilometrażem sieci rzecznej objętej pomiarami geodezyjnymi wykonanymi na potrzeby niniejszego opracowania oraz opracowaniem pn. „Przegląd i aktualizacja map zagrożenia i map ryzyka powodziowego”.

Zestawienie tabelaryczne działań objętych analizami w ramach „Wariantu I” należy wykonać wg poniższych wzorów.

Tabela 1. Zestawienie planowanych obwałowań przeciwpowodziowych.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Planowana klasa obwałowani a	Planowana powierzchni a obszaru chronionego [ha]	Planowane rzędne korony [m n.p.m.]
1						
2						
...						
n						

Tabela 2. Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych planowanych do modernizacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km ciek (od – do)	Zakres prac	Klasa obwałowania po modernizacji	Powierzchnia obszaru chronionego po modernizacji [ha]	Planowane rzędne korony [m n.p.m.]
1							
2							
...							
n							

Tabela 3. Zestawienie obwałowań przeciwpowodziowych przewidzianych do likwidacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km ciek (od – do)	Klasa obwałowania	Powierzchnia obszaru chronionego [ha]	Rzędne korony [m n.p.m.]
1						
2						
...						
n						

Tabela 4. Zestawienie planowanych budowli hydrotechnicznych.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km ciek (od – do)	Rodzaj budowli (stopień, zapora czołowa, jaz...)	Planowana wysokość piętrzenia [m]
1					
2					
...					
n					

Tabela 5. Zestawienie budowli hydrotechnicznych wskazanych do modernizacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km ciek (od – do)	Zakres prac modernizacyj nych	Rodzaj budowli (stopień, zapora czołowa,	Planowana wysokość piętrzenia [m]
1						
2						
...						
n						

Tabela 6. Zestawienie budowli hydrotechnicznych wskazanych do likwidacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Rodzaj budowli (stopień, zapora czołowa, jaz...)	Planowana wysokość piętrzenia [m]
1					
2					
...					
n					

Tabela 7. Zestawienie planowanych udrożeń i regulacji koryt cieków.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Planowany zakres prac udrożeń i regulacyjnych	Planowane budowle regulacyjne
1					
2					
...					
n					

Tabela 8. Zestawienie planowanych zbiorników wielozadaniowych.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Nazwa zbiornika	Planowana pojemność całkowita [mln m ³]	Planowana pojemność stałej rezerwy powodziowej	Planowana pojemność stałej rezerwy powodziowej	Planowana wysokość zapory czołowej [m]	Planowana funkcja zbiornika	Planowany odpływ niebezpieczny poniżej zapory
1										
2										
...										
n										

Tabela 9. Zestawienie planowanych zbiorników wielozadaniowych przeznaczonych do modernizacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Nazwa zbiornika	Zakres prac modernizacyjnych	Planowana pojemność całkowita [mln m ³]	Pojemność powodziowa po modernizacji [mln m ³]	Wysokość zapory czołowej po modernizacji [mln m ³]	Funkcja zbiornika po modernizacji
1									
2									
...									
n									

Tabela 10. Zestawienie planowanych zbiorników małej retencji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Planowana pojemność całkowita [mln m ³]	Planowana pojemność powodziowa [mln m ³]	Planowana wysokość zaporę czołowej [m]	Planowana funkcja zbiornika
1							
2							
...							
n							

Tabela 11. Zestawienie zbiorników małej retencji planowanych do modernizacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Zakres prac modernizacyjnych	Planowana pojemność całkowita [mln m ³]	Planowana pojemność powodziowa [mln m ³]	Planowana wysokość zaporę czołowej [m]	Planowana funkcja zbiornika
1								
2								
...								
n								

Tabela 12. Zestawienie planowanych polderów.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Planowana pojemność całkowita [mln m ³]
1				
2				
...				
n				

Tabela 13. Zestawienie polderów planowanych do modernizacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Zakres prac modernizacyjnych	Planowana pojemność całkowita [mln m ³]
1					
2					
...					
n					

Tabela 14. Zestawienie planowanych obiektów mostowych.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Planowane światło mostu [m]	Planowana rzędna spodu konstrukcji [m n.p.m.]
1					
2					
...					
n					

Tabela 15. Zestawienie obiektów mostowych planowanych do modernizacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Zakres prac modernizacyjnych	Planowane światło mostu po modernizacji [m]	Planowana rzędna spodu konstrukcji pod modernizacji [m n.p.m.]
1						
2						
...						
n						

Tabela 16. Zestawienie obiektów mostowych planowanych do likwidacji.

Nr obiektu	Nr zadania	Rzeka	Km cieku (od – do)	Światło mostu [m]	Rzędna spodu konstrukcji [m n.p.m.]
1					
2					
...					
n					

Dla zadań będących przedmiotem analiz w ramach Wariantu I należy utworzyć warstwy przestrzenne w formacie plików *.shp, zawierające atrybuty poszczególnych obiektów wg powyższych tabel.

Przy opracowaniu warstw informacyjnych – w zależności od rodzaju atrybutu należy zastosować odpowiedni format zapisu danych. W przypadku pozycji „Km cieku” należy zastosować tekstowy format danych w notacji „0+000”. Dla plików wektorowych z obwałowaniami przeciwpowodziowymi należy zastosować liniową klasę obiektów, dla zbiorników retencyjnych (w tym zbiorniki małej retencji i polderów) – poligon, natomiast dla pozostałe działania należy zapisać jako punkt.

W zakresie implementacji rodzajów działań technicznych do modeli hydraulicznych, w ramach analiz prowadzonych w Wariantie I, należy dokonać odpowiedniej modyfikacji plików tworzących strukturę modeli, tak aby każdy planowany obiekt został w poprawny sposób odwzorowany w modelu tj.:

- W przypadku implementacji do model nowych obwałowań należy:

- Zmodyfikować przekroje poprzeczne w modelu na odcinku objętym obwałowaniem, wprowadzając za pomocą co najmniej trzech punktów (dwa punkty dla podstawy wału i minimum jeden punkt dla korony wału) przekrój projektowanego obwałowania;
- Dokonać korekty punktów rozdziału przepływu na strefy (koryto główne, terasy zalewowe, zawale);
- Zmodyfikować strukturę opisującą przepływ wody na zawalu (modyfikacja przekrojów zawala, korekta lub wprowadzenie nowych linii strukturalnych opisujących kierunki przepływu wody na zawalu);
- Dokonać aktualizacji numerycznego modelu terenu (NMT) poprzez wprowadzenie informacji o lokalizacji i wysokości obwałowania;
- W razie konieczności dokonać „dogęszczenia” przekrojów w analizowanych obszarze (interpolacja przekrojów w modelu).
- W przypadku modernizacji do modelu nowych obiektów hydrotechnicznych lub modernizacji obiektów istniejących należy:
 - Wprowadzić za pomocą odpowiednich struktur (przekroje, przelew, przepust) informacje o projektowanej geometrii obiektu lub modyfikacji istniejącej geometrii (kształt koryta przez i za obiektem, kształt przekroju przelewu, geometria urządzeń upustowych lub przepustów wbudowanych w obiekt);
 - W razie konieczności dokonać korekty punktów przepływu na strefy (koryto główne i terasy zalewowe);
 - Dokonać korekty współczynników szorstkości w przekroju obiektowym oraz w obrębie obiektu;
 - W razie konieczności należy dokonać „dogęszczenia” przekrojów w analizowanym obszarze (interpolacja przekrojów w modelu).
- W przypadku implementacji do modelu działań polegających na udrożnieniu lub regulacji koryta należy:
 - Skorygować kształt przekrojów poprzecznych w obrębie koryta, tak aby odpowiadał projektowanym parametrom przekroju regulacyjnego – na całym odcinku objętym udrożnieniem lub regulacją;
 - Dokonać korekty punktów rozdziału przepływu na strefy (koryto główne i terasy zalewowe);
 - Dokonać korekty współczynników szorstkości w przekrojach na odcinku objętym udrożnieniem lub regulacją;
 - W razie konieczności należy dokonać „dogęszczenia” przekrojów w analizowanym obszarze (interpolacja przekrojów w modelu).
- W przypadku implementacji do modelu działań polegających na budowie dużych zbiorników o znaczeniu wielozadaniowym oraz zbiorników małej retencji należy:

- Dokonać analizy i ewentualnej korekty pojemności czaszy zbiornika w oparciu o numeryczny model terenu dla założonej jego lokalizacji i parametrów wymienionych w źródłowych „programach” i „koncepcjach”;
- Dla skorygowanej pojemności zbiornika (obejmującej pełny zakres przewidywanego piętrzenia) opracować krzywą pojemności zbiornika. Krzywa ta powinna uwzględniać wszystkie charakterystyczne poziomy piętrzenia;
- Wprowadzić do modelu planowany zbiornik, poprzez odpowiednią modyfikację przekrojów poprzecznych znajdujących się w obrębie projektowanego zasięgu zalewu zbiornika. Modyfikacja przekrojów powinna polegać na korekcie ich pojemności (retencji), tak, aby za pomocą przekrojów położonych w czaszy zbiornika odwzorować rzeczywiste napełnienia zbiornika dla kolejnych poziomów piętrzenia, aż do poziomu odpowiadającego projektowanej rzędnej korony zapory;
- Dokonać aktualizacji numerycznego modelu terenu (NMT) poprzez wprowadzenie informacji o kształcie i pojemności czaszy projektowanego zbiornika;
- Dokonać korekty punktów rozdziału przepływu na strefy (koryto główne i terasy zalewowe) – w obrębie modyfikowanych przekrojów w czaszy zbiornika;
- W razie konieczności należy dokonać „dogęszczenia” przekrojów w analizowanym obszarze (interpolacja przekrojów w modelu);
- Wprowadzić do modelu informację o geometrii i rzędnych zapory zbiornika – poprzez modyfikację istniejącego lub wprowadzenie nowego kształtu przekroju poprzecznego w lokalizacji odpowiadającej przekrojowi zapory czołowej zbiornika;
- Wprowadzić do modelu algorytm opisujący sterowanie urządzeniami zrzutowymi zapory zbiornika (spusty, przelewy) – wg istniejących instrukcji gospodarowania wodą, lub w przypadku braku takich instrukcji – wg uproszczonych założeń. W przypadku obiektów „niesterowalnych” takich jak np.: suche zbiorniki, w modelu należy odwzorować za pomocą odpowiednich struktur hydraulicznych (przelew, przepust) informacje o projektowanej geometrii urządzeń upustowych lub przelewów wbudowanych w korpus zapory zamykającej zbiornik.
- W przypadku implementacji do modelu działań polegających na budowie polderów powodziowych należy:
 - Zmodyfikować strukturę opisującą przepływ wody na terasach zalewowych (modyfikacja przekrojów, korekta lub wprowadzenie nowych linii strukturalnych opisujących kierunki przepływu wody na terasach) – zgodnie z projektowaną lokalizacją i kierunkiem przepływu wody w obszarze polderu;
 - Zmodyfikować przekroje poprzeczne w modelu na odcinku objętym planowanym polderem, tak aby prawidłowo odwzorować jego projektowaną pojemność;
 - Dokonać aktualizacji numerycznego modelu terenu (NMT) poprzez wprowadzenie informacji o kształcie i pojemności czaszy projektowanego polderu;

- W obszarze polderu dokonać korekty punktów rozdziału przepływu na strefy (koryto główne, terasy zalewowe);
- W razie konieczności należy dokonać „dogęszczenia” przekrojów w analizowanym obszarze (interpolacja przekrojów w modelu);
- W miejscu lokalizacji przelewu bocznego polderu wprowadzić w modelu struktury hydrauliczne opisujące geometrię przelewu polderu.
- W przypadku implementacji do modelu działań polegających na budowie lub modernizacji istniejących obiektów mostowych należy:
 - Dokonać implementacji w strukturze modelu obiektu mostowego, tak aby w poprawny sposób odwzorować przypadek przepływu wody pod i nad obiektem;
 - Dokonać odpowiedniej korekty współczynników szorstkości w przekroju mostowym;
 - Dokonać korekty punktów rozdziału na strefy (koryto główne i terasy zalewowe);
 - W razie konieczności należy dokonać „dogęszczenia” przekrojów w analizowanym obszarze (interpolacja przekrojów w modelu).

W przypadku konieczności likwidacji obiektów istniejących w modelach hydraulicznych – struktury i obiekty należy usunąć, doprowadzając model hydrauliczny do poprawnego formatu, który odwzoruje prawidłowo przepływ wody w cieku i terasach zalewowych dla sytuacji „bez obiektu”.

W sytuacji istotnej zmiany ukształtowania terenu, wynikającej z zakresu realizacji poszczególnych działań inwestycyjnych (budowa, modernizacja lub likwidacja obwałowań, profilowanie terenu pod poldery itp.) zmiany te należy wprowadzić również w numerycznym modelu terenu, będącej w późniejszej fazie opracowania podstawą do opracowania zasięgów stref zalewowych dla wód Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%, dla każdego z analizowanych wariantów. Zmodyfikowany w ramach Wariantu I numeryczny model terenu należy przekazać Zamawiającemu w formacie *.GeoTIFF.

Dla zadań inwestycyjnych objętych analizami należy wykonać obliczenia symulacyjne, uwzględniające wpływ planowanych obiektów na kształtowanie się przepływów wody Q1%. Dodatkowo, należy również przeanalizować ich skuteczność pod kątem ochrony przeciwpowodziowej dla wody Q0,2% oraz Q0,1%. Po przeprowadzeniu procesu modelowania hydraulicznego w ramach Wariantu I Wykonawca opracuje wyniki obliczeń hydraulicznych, zawierające zestawienie rzędnych zw. wody w wartości przepływów w każdym z przekrojów obliczeniowych.

Wyniki obliczeń dla każdego z cieków objętego opracowaniem należy zestawić w tabelach, gdzie dla każdego z przekrojów modelowych należy podać obliczoną rzędną zwierciadła wody Q1%, Q0,2% oraz Q0,1% w m n.p.m. (z dokładnością do 0,01m). Przekroje należy zestawić wg kilometrażu modelowego (korespondującego z przygotowanym kilometrażem w ramach ETAPU A) wg notacji „0+000”.

Modele hydrauliczne opracowane w ramach analiz objętych Wariantem I należy przekazać Zamawiającemu w formacie następujących plików:

- plik obliczeń symulacyjnych *.sim11 – spinający poszczególne moduły obliczeniowe modelu (pliki poniżej) oraz zawierający ustawienia czasu i kroku obliczeniowego symulacji;
- plik sieci rzecznej *.nw11 – zawierający informacje o geometrii i strukturze sieci hydrograficznej

oraz obiektach inżynierskich uwzględnionych w modelu;

- plik przekrojów poprzecznych *.xns11 – zawierający informacje o geometrii przekrojów, współczynnikach szorstkości i podziale obszaru przepływu na koryto główne i terasy zalewowe;
- plik warunków brzegowych *.bnd11 – zawierający „górne”, „dolne” i „pośrednie” warunki brzegowe modelu – na ogół w postaci określonych wartości przepływów lub hydrogramów przepływów, a także stanów wody;
- plik ustawień parametrów hydrodynamicznych *.hd11 – zawierający szereg parametrów i współczynników określających szczegółowe parametry obliczeń modelowych;
- pliki zawierające dane hydrologiczne (hydrogramy fal dla wezbrania o prawdopodobieństwie $p = 1\%$, $p = 0.2\%$ oraz $p=0.1\%$) *.dfs0 – stanowiące dane wejściowe dla plików *.bnd11.

Należy zapewnić możliwość uruchomienia wszystkich formatów wymienionych wyżej plików w oprogramowaniu MIKE 11.

W oparciu o wyniki analiz hydraulicznych w ramach Wariantu I należy opracować zasięgi zalewu dla wody o prawdopodobieństwie Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%, uwzględniające wpływ działań ujętych w analizowanych programach i koncepcjach na ochroną przeciwpowodziową terenów położonych w dolinach cieków objętych opracowaniem.

Zasięgi zalewu należy opracować w sposób analogiczny jak w przypadku wyznaczania stref zalewowych w ramach ETAPU A.

W ramach Wariant II analiz hydraulicznych (etap tzw. analiz „autorskich” Wykonawcy) należy wykonać analizy w układzie wariantów alternatywnych (2-3 podwariantów – alternatyw). Analizy te będą nazywane odpowiednio „Wariantem IIA”, „Wariantem IIB” i ew. „Wariantem IIC”. Jeden z analizowanych wariantów powinien oprócz zadań typowo technicznych obejmować środki nietechniczne (np. zwiększenie retencji zlewni związanej z przeznaczeniem terenu pod tereny zielone). Przewidziane środki techniczne i nietechniczne należy odzwierciedlić w ramach dodatkowej warstwy GIS i uwzględnić na mapach wynikowych.

Działania proponowane w ramach kolejnych podwariantów Wariantu II powinny być autorskimi propozycjami Wykonawcy, wynikającymi z doświadczeń zebranych na wcześniejszych etapach realizacji opracowania. Przy formułowaniu listy zadań inwestycyjnych w ramach Wariantu II należy jednak mieć na uwadze zakres działań proponowanych w ramach analizowanych w Wariantcie I programów i koncepcji. Analizy w ramach Wariantu II (wraz z podwariantami) należy wykonać dla każdego z cieków objętego opracowaniem.

Decyzja o przyjmowaniu określonych „zestawów działań” w ramach analizowanych wariantów autorskich powinna opierać się na analizie aktualnego zagospodarowania terenu (klasy użytkowania, obiekty kubaturowe i infrastruktura liniowa) – w kontekście wpływu tych działań na ograniczenie zagrożeń powodziowych.

Dla analiz hydraulicznych prowadzonych w ramach Wariantu II, jak również opracowanych na podstawie modelowania hydraulicznego, analiz przestrzennych oraz arkuszy map prezentujących wyniki

analiz wariantowych, należy zastosować jak w przypadku analiz wykonywanych w ramach Wariantu I. Dotyczy to następujących elementów:

- Sposobu modyfikacji modeli hydraulicznych;
- Modyfikacji NMT w zakresie obwałowań, polderów i zbiorników;
- Zestawień tabelarycznych dla obiektów planowanych do realizacji / likwidacji
- Opracowania i zestawienia wyników przeprowadzonych obliczeń (rzędne zw. wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p = 0,1\%$);
- Generowania zasięgu strefy zalewowej dla wody $Q1\%$, $Q0,2\%$ oraz $Q0,1\%$;
- Opracowania warstwa przestrzennych w zakresie wizualizacji poszczególnych działań technicznych;

2. Wybór rekomendowanego wariantu działań

Dla wszystkich analizowanych wariantów należy przeprowadzić analizę porównawczą kosztów i korzyści zaproponowanych rozwiązań, uwzględniającą z jednej strony wartość planowanych prac, z drugiej zaś efekty działań ochronnych.

Rezultaty analizy będą stanowić podstawę do wyboru spośród zaproponowanych wariantów alternatywnych, które w najbardziej efektywny sposób przyczynią się do redukcji zagrożenia powodziowego w zlewniach.

W ramach opracowania należy dokonać tabelarycznego (porównawczego) zestawienia wszystkich analizowanych wariantów (Wariant W0, Wariant WI oraz podwariantu Wariantu II). Zestawienie takie powinno zawierać następujące elementy:

- Porównanie rzędnych zw. wody $Q1\%$, $Q0,2\%$ oraz $Q0,1\%$ dla poszczególnych wariantów;
- Porównanie powierzchni zagrożonej zalewem wody $Q1\%$, $Q0,2\%$ oraz $Q0,1\%$ dla każdego z wariantów;
- Porównanie szacunkowej liczby ludności zagrożonej zalewem wodą $Q1\%$, $Q0,2\%$ oraz $Q0,1\%$ w każdym z wariantów;
- Porównanie szacunkowych kosztów działań w ramach poszczególnych wariantów;

Ocena wariantów działań inwestycyjnych wykonana na tym etapie opracowania powinna zawierać element priorytetyzacji poszczególnych działań. Ostatecznie w oparciu o przeprowadzone porównania wariantów należy wskazać wariant rekomendowany.

3. Opracowanie wyników i raportu cząstkowego

3.1. Wykaz danych wektorowych.

W ramach prac Wykonawca powinien przygotować numeryczne dane wektorowe zapisane w strukturze plików *.shp, definiujących geometryczny kształt i przestrzenną lokalizację oraz zawierających odpowiedni zestaw informacji opisujących nieprzestrzenne cechy obiektów wyrażone w formie atrybutów. Dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych (Wariant I, podwarianty Wariantu II oraz wariant preferowany) Wykonawca w osobnych katalogach

(struktura katalogowa uzgodniona zostanie z Zamawiającym) przekazać poniższe zestawione poniżej dane:

- 1) Granice zalewu wodą o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$. Wykonawca przekazać poligonowe warstwy przestrzenne stref zalewowych dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. Poniżej przedstawione zostały wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:
 - a. **glebokosc_p%_WI** – warstwa poligonowa z zasięgiem strefy zalewowej dla danego prawdopodobieństwa ($p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$) wyznaczona w ramach wariantu WI.
 - b. **glebokosc_p%_WII** – warstwa poligonowa z zasięgiem strefy zalewowej dla danego prawdopodobieństwa ($p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$) wyznaczona w ramach wariantu WII. W przypadku występowania podwariantów należy przygotować warstwy przestrzenne dla każdego z podwariantów – o nazwie **glebokosc_p%_WIIa**, **b** itd .
 - c. **glebokosc_p%_Wp** – warstwa poligonowa z zasięgiem strefy zalewowej dla danego prawdopodobieństwa ($p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$) wyznaczona w ramach wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- identyfikator hydrograficzny rzeki MPHP - **ID_HYD_R**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- prawdopodobieństwo przewyższenia - **Q_TXT**.

- 2) Wyniki rzędnych zwierciadła wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$. Wykonawca przekazać punktowe warstwy przestrzenne z wynikami rzędnych zwierciadła wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. Punkty powinny zostać wygenerowane dla każdego przekroju poprzecznego. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **max_rzedna_zw_WI** – maksymalne rzędne zwierciadła wód powodziowych wynikających z modelowania działań inwestycyjnych dla Wariantu WI.
- b. **max_rzedna_zw_WII** - maksymalne rzędne zwierciadła wód powodziowych wynikających z modelowania działań inwestycyjnych dla Wariantu WII. W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **max_rzedna_zw_WIIa**, **b** itd.
- c. **max_rzedna_zw_Wp** - maksymalne rzędne zwierciadła wód powodziowych wynikających z modelowania działań inwestycyjnych dla wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- identyfikator hydrograficzny rzeki MPHP - **ID_HYD_R**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- maksymalną rzędną zw. wody wynikającą z modelowania w m n.p.m. dla prawdopodobieństwa $p = 1\%$ - **RZEDNA_1**.
- maksymalną rzędną zw. wody wynikającą z modelowania w m n.p.m. dla prawdopodobieństwa $p = 0,2\%$ - **RZEDNA_02**.
- maksymalną rzędną zw. wody wynikającą z modelowania w m n.p.m. dla prawdopodobieństwa $p = 0,1\%$ - **RZEDNA_01**.

3) Lokalizacja nowych obiektów mostowych. Wykonawca przekaże punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obiekty_mostowe_proj_WI** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów mostowych w ramach wariantu WI.
- b. **obiekty_mostowe_proj_WII** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów mostowych w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_mostowe_proj_WII a,b** itd
- c. **obiekty_mostowe_proj_Wp** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów mostowych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- kilometraż cieków - **KM_TXT**.
- Planowane światło mostu w [m] - **SWIATLO**.
- Planowana rzędna spodu konstrukcji [m n.p.m.] – **RZEDNA**

4) Lokalizacja planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych. Wykonawca przekaże punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obiekty_mostowe_mod_WI** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach wariantu WI.
- b. **obiekty_mostowe_mod_WII** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_mostowe_mod_WII a,b** itd

- c. **obiekty_mostowe_proj_Wp** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- kilometraż cieków - **KM_TXT**.
- Planowane światło mostu w [m] - **SWIATLO**.
- Planowana rzędna spodu konstrukcji [m n.p.m.] – **RZEDNA**
- Zakres planowanych prac (modernizacja / likwidacja) - **ZAKRES**

- 5) Lokalizacja planowanych nowych wałów przeciwpowodziowych. Wykonawca przekaże liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów planowanych do wykonania wałów przeciwpowodziowych. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_WI** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WI.
- b. **obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_WII** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_WII a, b** itd.
- c. **obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_Wp** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych obwałowań przeciwpowodziowych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieków od - do- **KM_TXT**
- planowana klasa - **KLASA**
- planowana powierzchnia chroniona [ha] – **POW_CHRO**
- planowana rzędna korony wałów od – do [m n.p.m.] - **RZEDNE_KOR**

6) Lokalizacja planowanych do modernizacji wałów przeciwpowodziowych. Wykonawca prześle liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów planowanych do modernizacji / likwidacji. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_WI** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do modernizacji obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WI.
- b. **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_WII** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_WII a, b** itd.
- c. **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_Wp** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- kilometr cieków od - do- **KM_TXT**.
- planowana klasa - **KLASA**.
- planowana powierzchnia chroniona [ha] – **POW_CHRO**
- planowana rzędna korony wałów od – do [m n.p.m.] - **RZEDNE_KOR**
- zakres prac przewidzianych w ramach likwidacji / modernizacji - **ZAKRES**

7) Lokalizacja nowych obiektów hydrotechnicznych. Wykonawca prześle punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów planowanych do wykonania obiektów hydrotechnicznych. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obiekty_hydrotechniczne_proj_WI** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WI.
- b. **obiekty_hydrotechniczne_proj_WII** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_hydrotechniczne_proj_WII a, b** itd.
- c. **obiekty_hydrotechniczne_proj_Wp** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obiektów hydrotechnicznych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometr cieków od - do- **KM_TXT**
- rodzaj planowanej budowli - **RODZAJ**
- planowana wysokość piętrzenia [m] – **WYS_PIETRZE**

8) Lokalizacja planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych. Wykonawca przekaże punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obiekty_hydrotechniczne_mod_WI** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WI.
- b. **obiekty_hydrotechniczne_mod_WII** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_hydrotechniczne_proj_WII a, b** itd.
- c. **obiekty_hydrotechniczne_proj_Wp** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obiektów do modernizacji / likwidacji hydrotechnicznych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometr cieków od - do- **KM_TXT**
- zakres planowanych prac - **ZAKRES**
- rodzaj planowanej budowli - **RODZAJ**
- planowana wysokość piętrzenia [m] – **WYS_PIETRZE**

9) Lokalizacja planowanych do wykonania regulacji. Wykonawca przekaże liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją planowanych do wykonania regulacji cieków. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **udroznienia_regulacje_WI** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania prac udrożnieniowych w ramach wariantu WI.
- b. **udroznienia_regulacje_WII** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania prac udrożnieniowych w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **udroznienia_regulacje_WII a, b** itd.

- c. **udroznienia_regulacje _Wp** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania prac udroźnieniowych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieków od - do- **KM_TXT**
- zakres planowanych prac - **ZAKRES**
- planowane budowle regulacyjne – **BUD_REG**

10) Lokalizacja nowych zbiorników (małej retencji, wielozadaniowych, polderów). Wykonawca przekaże poligonowe warstwy przestrzenne (zasięg czaszy zbiornika) z lokalizacją planowanych do wykonania zbiorników. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **zbiorniki_poldery_proj_WI** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do wykonania zbiorników w ramach wariantu WI.
- b. **zbiorniki_poldery_proj_WII** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych zbiorników w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **zbiorniki_poldery_proj_WII a, b** itd.
- c. **zbiorniki_poldery_proj_Wp** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych zbiorników w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieków od - do- **KM_TXT**
- planowana pojemność całkowita [mln m³] - **POJ_CALC**
- planowana pojemność rezerwy powodziowej [mln m³] – **POJ_POW**
- planowana wysokość zapory czołowej [m] – **WYS_ZAP**
- planowana funkcja zbiornika - **TYP**

11) Lokalizacja zbiorników przeznaczonych do modernizacji (małej retencji, wielozadaniowych, polderów). Wykonawca prześle poligonowe warstwy przestrzenne (zasięg czaszy zbiornika) z lokalizacją planowanych do modernizacji zbiorników. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **zbiorniki_poldery_mod_WI** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do wykonania zbiorników w ramach wariantu WI.
- b. **zbiorniki_poldery_mod_WII** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do modernizacji zbiorników w ramach wariantu WII. przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **zbiorniki_poldery_mod_WII a, b** itd.
- c. **zbiorniki_poldery_mod_Wp** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do modernizacji zbiorników w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieków od - do - **KM_TXT**
- planowana pojemność całkowita [mln m³] - **POJ_CALC**
- planowana pojemność rezerwy powodziowej [mln m³] – **POJ_POW**
- planowana wysokość zapory czołowej [m] – **WYS_ZAP**
- planowana funkcja zbiornika - **TYP**

3.2. Wykaz danych rastrowych.

4) Mapy z zasięgami stref zalewowych i lokalizacją zadań inwestycyjnych.

Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca prześle mapy w skali 1 : 5000 (sporządzone na podstawie podziału arkuszowego PUWG 1992). Mapy powinny zostać przygotowane dla każdego z Wariantów inwestycyjnych z osobną z podziałem na prawdopodobieństwa przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$, $p = 01\%$. Mapy powinny zawierać następujące elementy:

- Mapa główna – widok w skali 1 : 5000 (na podstawie podziału arkuszowego PUWG 1992), w skład której wchodzić będą:
 - Podkład w postaci ortofotomapy;
 - Rzeki / cieków wraz z ich nazwami z MPHP;
 - Kilometraż rzek;
 - Zasięgi strefy zalewowej odpowiadającej danemu prawdopodobieństwu oraz wariantowi obliczeniowemu;
 - Lokalizacja występujących w danym wariantzie obliczeniowym miejsc newralgicznych na ciekach objętych opracowaniem.

- Lokalizacja inwestycji wraz z opisem numeru zadania – każda inwestycja realizowana w ramach zadanego wariantu inwestycyjnego powinna być zaznaczona (w zależności od klasy obiektu – punkt, linia, poligon) oraz opisana. Opis powinien być zgodny z numerem zadania zawartym w części tabelarycznej oraz wersji elektronicznej.
- Tytuł – nazwa opracowania wraz z godłem arkusza (na podstawie podziału w skali 1 5 000);
- Skala (w formacie 1 : M) oraz w postaci podziałki liniowej;
- Orientacja układu arkuszy;
- Strzałka północy;
- Legenda

5) Numeryczny model powierzchni wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p = 0,1\%$. Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca prześle rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_NMPW_WI</i> <i>nazwa_rzeki_100_NMPW_WII</i> <i>nazwa_rzeki_100_NMPW_Wp</i>	Dla każdego z wariantów Wykonawca przygotuje pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$. W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki_100_NMPW_WIIa,b,c itd.</i>
<i>nazwa_rzeki_500_NMPW_WI</i> <i>nazwa_rzeki_500_NMPW_WII</i> <i>nazwa_rzeki_500_NMPW_Wp</i>	Dla każdego z wariantów Wykonawca przygotuje pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,2\%$. W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki_500_NMPW_WIIa,b,c itd.</i>
<i>nazwa_rzeki_1000_NMPW_WI</i> <i>nazwa_rzeki_1000_NMPW_WII</i> <i>nazwa_rzeki_1000_NMPW_Wp</i>	Dla każdego z wariantów Wykonawca przygotuje pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,1\%$. W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki_1000_NMPW_WIIa,b,c itd.</i>

- 6) Rastry głębokości o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p = 0,1\%$. Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca przekaże rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC_WI</i> <i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC_WII</i> <i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC_Wp</i>	Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca przygotowuje Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrami głębokości zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$. W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki__100_NMPW_WIIa,b,c itd</i>
<i>nazwa_rzeki_500_GLEBOKOSC_WI</i> <i>nazwa_rzeki_500_GLEBOKOSC_WII</i> <i>nazwa_rzeki_500_GLEBOKOSC_Wp</i>	Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca przygotowuje Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrami głębokości zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,2\%$. W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki__500_NMPW_WIIa,b,c itd</i>
<i>nazwa_rzeki_1000_GLEBOKOSC_WI</i> <i>nazwa_rzeki_1000_GLEBOKOSC_WII</i> <i>nazwa_rzeki_1000_GLEBOKOSC_Wp</i>	Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca przygotowuje Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrami głębokości zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,1\%$. W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki__1000_NMPW_WIIa,b,c itd</i>

3.3 Modele hydrauliczne

Po wykonaniu obliczeń Wykonawca zobowiązany jest do przekazania (dla wszystkich wykonanych wariantów inwestycyjnych) Zamawiającemu modeli hydraulicznych w postaci:

- pliki obliczeń symulacyjnych – spinające poszczególne moduły obliczeniowe modeli (pliki poniżej) oraz zawierające ustawienia czasu i kroku obliczeniowego symulacji – w formacie *.sim11;
- pliki sieci rzecznej – zawierające informacje o geometrii i strukturze sieci hydrograficznej oraz obiektach inżynierskich uwzględnionych w modelu – formacie *.nw11;

- pliki przekrojów poprzecznych – zawierające informacje o geometrii przekrojów, współczynnikach szorstkości i podziale obszaru przepływu na koryto główne i terasy zalewowe – w formacie *.xns11;
- pliki warunków brzegowych – zawierające „górne”, „dolne” i „pośrednie” warunki brzegowe modeli – na ogół w postaci określonych wartości przepływów lub hydrogramów przepływów, a także stanów wody – w formacie *.bnd11;
- pliki ustawień parametrów hydrodynamicznych – zawierające szereg parametrów i współczynników określających szczegółowe parametry obliczeń modelowych – w formacie *.hd11;
- pliki zawierające dane hydrologiczne (hydrogramy fal obowiązujące dla map zagrożenia powodziowego i aktualizacji map zagrożenia powodziowego dla wezbrania o prawdopodobieństwie $p = 1\%$, $p = 0.2\%$ oraz $p = 0.1\%$) – stanowiące dane wejściowe dla plików warunków brzegowych – w formacie *.dfs0;
- pliki wynikowe zawierające wyniki obliczeń hydraulicznych jednowymiarowych – w formacie *.res.11

3.4 Opracowanie raportu cząstkowego

W raportach cząstkowych dotyczących opisu prac wykonanych w ramach wielowariantowych należy przedłożyć w szczególności:

- W rozdziale „Opis poszczególnych wariantów działań inwestycyjnych”:
 - Lista działań analizowanych w poszczególnych wariantach;
 - Budowa i modyfikacja modeli hydraulicznych;
 - Zestawienie rzędnych zwierciadła wody dla poszczególnych prawdopodobieństw;
 - Porównanie efektów dla wariantu W0 z poszczególnymi wariantami w tym;
 - Zestawienie efektów działań na powierzchnię stref zalewowych (Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%);
 - Powierzchnia terenów komunikacyjnych, przemysłowych, mieszkaniowych i rolnych w strefach zalewowych (Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%);
 - Liczba budynków mieszkalnych, przemysłowych, gospodarczych i użyteczności publicznej w zasięgu stref zalewowych Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.
 - Orientacyjna liczba mieszkańców w strefach zalewowych Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.
- W rozdziale „Porównanie efektów dla każdego z wariantów”:
 - Porównanie efektów dla wariantu W0 ze wszystkimi wariantami w tym;
 - Zestawienie efektów działań na powierzchnię stref zalewowych (Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%);

- Powierzchnia terenów komunikacyjnych, przemysłowych, mieszkaniowych i rolnych w strefach zalewowych (Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%);
- Liczba budynków mieszkalnych, przemysłowych, gospodarczych i użyteczności publicznej w zasięgu stref zalewowych Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.
- Orientacyjna liczba mieszkańców w strefach zalewowych Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%.
- Przewidywany koszt wykonania poszczególnych wariantów;
- W rozdziale „Podsumowanie i wnioski”:
 - Skrócony opis poszczególnych wariantów; w tym uzasadnienie wyboru wariantu preferowanego;
 - Porównanie efektów dla każdego z wariantów w zasięgu stref zalewowych Q1%, Q0,2% oraz Q0,1%;

Raporty należy wykonać w wersji elektronicznej, w formacie *.doc i *.pdf

ETAP C:

W ramach prac Wykonawca powinien wykorzystać modele hydrauliczne cieków objętych opracowaniem wykonane w ramach ETAPU A (cieki główne wraz z istotnymi dopływami). Dodatkowo Wykonawca powinien zbudować modele sieci kanalizacji deszczowej (na podstawie wektoryzacji sieci), dla odcinków uzgodnionych z Zamawiającym. Następnie Wykonawca powinien dokonać obliczeń hydrologicznych polegających na obliczeniu intensywności modelowego deszczu nawalnego o czasie trwania max. 1 godziny i prawdopodobieństwie $p = 1\%$. Następnie należy opracować hietogram modelowego deszczu nawalnego o zmiennej intensywności w czasie, który posłuży jako warunek brzegowy modelu hydrologicznego cieków objętych opracowaniem oraz modelu sieci kanalizacji deszczowej. Następnie Wykonawca dokona zintegrowanych obliczeń hydraulicznych sieci kanalizacji deszczowej oraz cieków objętych opracowaniem, na podstawie których wyznaczy zasięgi stref zalewowych rzecznych oraz pochodzących wybić wody na powierzchnie terenu z sieci kanalizacji deszczowej.

1. Wytypowanie wylotów objętych modelowaniem

Na podstawie wykonanej w ramach Etapu A inwentaryzacji geodezyjnej Wykonawca wytypuje wyloty odcinków sieci kanalizacji deszczowej, które objęte zostaną modelowaniem hydraulicznym. Ostateczną lokalizację i ilość wylotów objętych modelowaniem należy uzgodnić pisemnie z Zamawiającym.

2. Budowa modeli hydraulicznych sieci kanalizacji deszczowej

2.1 Budowa topologii modeli hydraulicznych

Dla wytypowanych wylotów Wykonawca zbuduje modele hydrauliczne sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej). Elementy sieci kanalizacji deszczowej należy zwektoryzować wykorzystując w tym celu ogólnodostępne serwisy WMS lub innych materiałów, które Wykonawca powinien pozyskać we własnym zakresie. Zebrane wyżej materiały źródłowe (inwentaryzacja geodezyjna wylotów i materiały pozyskane przez Wykonawcę) należy wykorzystać do budowy topologii modelu kanalizacji deszczowej w tym:

- Odcinki sieci kanalizacji deszczowej;
- Studzienki rewizyjne, zbiorniki etc.;
- Przepompownie ścieków;
- Przelewy burzowe;

W przypadku zidentyfikowania przez Wykonawcę innych obiektów technicznych na sieci kanalizacji deszczowej (ogólnospławnej), które mogą mieć istotny wpływ na hydraulikę / pracę systemu odprowadzania wód opadowych ich lokalizację i ewentualną implementację należy uzgodnić z Zamawiającym.

Parametry geometryczne i hydrauliczne (wymiary, materiały, rzędne i inne) elementów sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) Wykonawca powinien pozyskać we własnym zakresie.

Przebieg i ilość zwektoryzowanych obiektów sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) dla każdego z wylotów należy pisemnie uzgodnić z Zamawiającym. Po ostatecznej akceptacji od strony Zamawiającego całkowitej niezbędnej liczby obiektów technicznych wchodzących w skład infrastruktury sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) na podstawie zinwentaryzowanych danych wejściowych Wykonawca przystąpi do budowy topologii modelu sieci kanalizacji deszczowej.

2.2 Określenie zlewni dla elementów sieci kanalizacji deszczowej objętej modelowaniem

Dla wytypowanych w pkt. 2.1 odcinków sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) Wykonawca powinien określić zlewnie całkowite. Następnie zlewnie należy podzielić na zlewnie cząstkowe w sposób pozwalający na możliwie jak najwierniejsze odwzorowanie obciążania sieci wodami opadowymi. W kolejnym kroku dla każdej ze zlewni cząstkowych określić niezbędne parametry hydrologiczne umożliwiające obliczenie opadu efektywnego. Parametry hydrologiczne zlewni zurbanizowanych powinny być ustalone przez Wykonawcę w oparciu o dostępne dane (ortofotomapy, mapy sytuacyjno wysokościowe) i potwierdzone / zaktualizowane w wyniku przeprowadzonej przez Wykonawcę wizji w terenie.

3. Obliczenia hydrologiczne

Na tym etapie Wykonawca powinien wyznaczyć warunki brzegowe dla modeli sieci rzecznych oraz modeli sieci kanalizacji deszczowych w przypadku wystąpienia deszczu nawalnego o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 100 lat ($p = 1\%$).

3.1. Określenie czasu trwania i wysokości opadu nawalnego

Dla zlewni rzek objętych opracowaniem oraz zlewni sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) Wykonawca powinien określić czas trwania opadu nawalnego (nie dłuższy niż 1 godzina) oraz jego wysokość. Przedmiotową wartość Wykonawca powinien określić na podstawie dostępnych danych literaturowych lub pozyskać z IMGW-PIB.

3.2. Określenie czasowej zmienności (rozkładu) natężenia deszczu nawalnego

Czasowa zmienność natężenia deszczu obok czasu trwania i sumy opadu ma zasadniczy wpływ na wielkość wezbrania. W związku z powyższym dla przyjętego opadu nawalnego Wykonawca powinien w oparciu o zalecenia zawarte w DVWK (1984) przyjąć jedno z następujących rozkładów intensywności deszczu w czasie:

- Na początku zdarzenia;
- W środku zdarzenia;
- Na końcu zdarzenia.

3.3. Transformacja opadu w odpływ

Wykorzystując opad nawałny o prawdopodobieństwie $p = 1\%$ o zmiennej intensywności w czasie wykonawca powinien:

- a) Dla każdej zlewni cząstkowej **modelu sieci rzecznych** (rzek objętych przedmiotowym opracowaniem) obliczyć hydrogramy odpływu.
- b) Dla każdej zlewni cząstkowej modelu sieci kanalizacji deszczowej **(w tym ogólnospławnej)** wyznaczyć hydrogramy spływu powierzchniowego.

W przypadku modeli hydraulicznych sieci rzecznych hydrogramy odpływu należy obliczyć wykorzystując w tym celu przygotowany w ramach Etapu A model hydrologiczny zlewni (z podziałem na zlewnie cząstkowe) rzek objętych opracowaniem. W przypadku sieci kanalizacji deszczowej spływ powierzchniowy należy obliczyć wykorzystując w tym celu natywne moduły transformacji opadu w odpływ.

4. Połączenie modeli sieci rzecznej wraz z modelem sieci kanalizacji deszczowej / wykonanie obliczeń

Po przygotowaniu modeli sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) oraz modeli sieci rzecznych Wykonawca powinien dokonać zintegrowanych obliczeń hydraulicznych. Integracja modeli 1D może odbywać się za pomocą modułów integrujących model sieci rzecznej z modułem sieci kanalizacji deszczowej lub w inny sposób pozwalający na odwzorowanie równoczesnej pracy modelu sieci kanalizacji deszczowej z modelem sieci rzecznej obciążanych deszczem nawałnym o prawdopodobieństwie wystąpienia $p = 1\%$.

5. Obliczenia hydrauliczne

5.1. Opracowanie wyników i raportu cząstkowego.

5.1.1. Wykaz danych wektorowych

W ramach prac Wykonawca powinien przygotować numeryczne dane wektorowe zapisane w strukturze plików *.shp, definiujących geometryczny kształt i przestrzenną lokalizację oraz zawierających odpowiedni zestaw informacji opisujących nieprzestrzenne cechy obiektów wyrażone w formie atrybutów. Poniżej zestawiono wymagane wektorowe warstwy przestrzenne wraz z wymaganą charakterystyką atrybutową:

- 1) Granice zalewu wodą o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ dla deszczu błyskawicznego. Wykonawca przekaże poligonowe warstwy przestrzenne stref zalewowych dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy		
	ID_HYDR_R	NAZWA_MPHP	Q_TXT
glebokosc_1_FF	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania	Prawdopodobieństwo wystąpienia zalewu

- 2) Wyniki rzędnych zwierciadła wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$. Wykonawca prześle punktowe warstwy przestrzenne z wynikami rzędnych zwierciadła wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia 1% dla każdego z cieków objętego opracowaniem. Punkty powinny zostać wygenerowane dla każdego przekroju poprzecznego. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Atrybuty warstwy		
	ID_HYDR_R	NAZWA_MPHP	RZEDNA_1FF
Max_rzedna_zw.wody	Identyfikator hydrograficzny rzeki w MPHP	Nazwa rzeki wg opracowania	Maksymalna rzędna zw. wody wynikająca z modelowania w m n.p.m. dla scenariusza o prawdopodobieństwie 1% dla opadu błyskawicznego

- 3) Wybicia hydrauliczne na sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej). Wykonawca prześle punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją wybić hydraulicznych wód opadowych z sieci kanalizacji deszczowej (lokalizacja przebiegu wód na powierzchni terenu). Strukturę atrybutową plików należy uzgodnić z Zamawiającym.
- 4) Przeciążenia sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej). Wykonawca prześle liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją przeciążeń występujących w systemie odprowadzenia wód opadowych. Strukturę atrybutową plików należy uzgodnić z Zamawiającym.

5.1.2. Wykaz danych rastrowych

W ramach prac Wykonawca powinien przygotować numeryczne dane rastrowe zapisane w strukturze plików *.GeoTIFF oraz *.pdf (w zależności od rodzaju przekazywanych danych). Poniżej zestawiono wymagane rastrowe warstwy przestrzenne oraz mapy wraz z ich charakterystyką.

- 1) Mapy z zasięgami stref zalewowych.
Wykonawca prześle mapy w skali 1 : 5000 (sporządzone na podstawie podziału arkusowego PUWG 1992). Mapy powinny zawierać następujące elementy:
 - Mapa główna – widok w skali 1 : 5000 (na podstawie podziału arkusowego PUWG 1992), w skład której wchodzić będą:
 - Podkład w postaci ortofotomapy;
 - Rzeki / ciekі wraz z ich nazwami z MPHP;
 - Kilometraż rzek;
 - Odcinki sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) objęte modelowaniem.
 - Zasięgi strefy zalewowej dla prawdopodobieństwa $p = 1\%$ w wyniku wystąpienia opadu błyskawicznego;
 - Lokalizacja punktów newralgicznych mających wpływ na występujące zagrożenie powodziowe. Wykonawca po wykonaniu obliczeń hydraulicznych naniesie na mapy zidentyfikowane miejsca newralgiczne, które mogą mieć największe znaczenie pod kątem występujących powodzi błyskawicznych. Punkty te powinny mieć numerację / opis spójny z częścią tekstową opracowania.
 - Lokalizacja punktów newralgicznych sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) – lokalizacja przebieg hydraulicznych i przeciążeń sieci.
 - Tytuł – nazwa opracowania wraz z godłem arkusza (na podstawie podziału w skali 1 : 5 000);
 - Skala (w formacie 1 : M) oraz w postaci podziałki liniowej;
 - Orientacja układu arkuszy;
 - Strzałka północy;
 - Legenda
- 2) Numeryczny model powierzchni wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). Wykonawca prześle rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_NMPW_FF</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia deszczu nawałnego).

- 3) Rastry głębokości o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia deszczu nawalnego) . Wykonawca prześle rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC_FF</i>	Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrami głębokości zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia deszczu nawalnego).

5.1.3. Modele hydrauliczne

Po wykonaniu obliczeń Wykonawca zobowiązany jest do przekazania Zamawiającemu kompletu danych wejściowych i wyjściowych:

Modele hydrauliczne sieci rzecznej:

- pliki obliczeń symulacyjnych – spinające poszczególne moduły obliczeniowe modeli (pliki poniżej) oraz zawierające ustawienia czasu i kroku obliczeniowego symulacji – w formacie *.sim11;
- pliki sieci rzecznej – zawierające informacje o geometrii i strukturze sieci hydrograficznej oraz obiektach inżynierskich uwzględnionych w modelu – formacie *.nwk11;
- pliki przekrojów poprzecznych – zawierające informacje o geometrii przekrojów, współczynnikach szorstkości i podziale obszaru przepływu na koryto główne i terasy zalewowe – w formacie *.xns11;
- pliki warunków brzegowych – zawierające „górne”, „dolne” i „pośrednie” warunki brzegowe modeli – na ogół w postaci określonych wartości przepływów lub hydrogramów przepływów, a także stanów wody – w formacie *.bnd11;
- pliki ustawień parametrów hydrodynamicznych – zawierające szereg parametrów i współczynników określających szczegółowe parametry obliczeń modelowych – w formacie *.hd11;
- pliki zawierające dane hydrologiczne (hydrogramy fal dla wezbrania o prawdopodobieństwie $p = 1\%$ w wyniku wystąpienia opadu błyskawicznego)– stanowiące dane wejściowe dla plików warunków brzegowych – w formacie *.dfs0;
- pliki wynikowe zawierające wyniki obliczeń hydraulicznych jednowymiarowych – w formacie *.res.11

Modele hydrauliczne sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej):

- pliki modelu hydraulicznego – pliki zawierające geometrię, parametry hydrologiczne, parametry hydrauliczne modelu sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) – model hydrauliczny sieci wraz z modelem hydrologicznym.
- pliki wynikowe modelu sieci rzecznej (w tym ogólnospławnej) zawierające wyniki obliczeń hydraulicznych jednowymiarowych.

5.1.4. Raporty cząstkowe

W raportach cząstkowych dotyczących opisu prac wykonanych w ramach modelowania jednowymiarowego sieci rzecznych i sieci kanalizacji deszczowych w wyniku wystąpienia opadu nawałnego :

- W rozdziale „Cel i zakres opracowania”:
 - Skrócony opis zakresu opracowania, obszaru objętego opracowaniem, wykorzystanych danych wejściowych oraz wykorzystanej technologii w celu wykonania obliczeń hydraulicznych sieci rzecznych i sieci kanalizacji deszczowej (wraz z siecią ogólnospławną);
- W rozdziale „Obliczenia hydrologiczne”:
 - Opis przyjętego czasu trwania i wysokości opadu nawałnego;
 - Opis przyjętego typu zmienności opadu nawałnego w czasie wraz z opisem metodyki obliczeniowej transformacji do zadanego typu zmienności;
 - Opis modyfikacji modelu hydrologicznego sieci rzecznych;
 - Prezentacja wartości serii czasowych po transformacji opadu w odpływ;
- W rozdziale „Budowa modelu sieci kanalizacji deszczowej”:
 - Opis wytypowanych do modelowania wylotów sieci kanalizacji deszczowej (wraz z kanalizacją ogólnospławną);
 - Opis wytypowanych do modelowania odcinków sieci kanalizacji deszczowej (wraz z kanalizacją ogólnospławną)
 - Opis wektoryzacji elementów sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) wraz z zestawieniem w formie graficznej i tabelarycznej poszczególnych obiektów.
 - Opis wyznaczania zlewni w modelu sieci kanalizacji deszczowej (w tym kanalizacji ogólnospławnej) wraz z opisem dotyczącym podziału na zlewnie cząstkowe.
 - Opis weryfikacji parametrów zlewni w wyniku przeprowadzonej wizji terenowej.
 - Opis budowy modelu hydrologicznego sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej).
- W rozdziale „Modyfikacja modelu sieci rzecznej”;

- Opis implementacji warunków brzegowych powstałych w wyniku wystąpienia opadu nawałnego do modeli sieci rzecznych;
- W rozdziale „Integracja modelu sieci rzecznej z modelem sieci kanalizacji deszczowej”;
 - Opis wykorzystanej metodyki integracji jednowymiarowych modeli hydraulicznych sieci rzecznych i sieci kanalizacji deszczowych (w tym kanalizacji ogólnospławnej).
- W rozdziale „Wyniki modelowania”;
 - Zestawienie tabelaryczne wyników rzędnych zw. wody oraz przepływów w przekrojach poprzecznych wg notacji „0+000”
 - Zestawienie napełnień przewodów sieci kanalizacji deszczowej.
 - Zestawienie napełnień studzienek i zbiorników znajdujących się na sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej)
- W rozdziale „Wyznaczanie stref zalewowych”;
 - Opis wyznaczania stref zalewowych (analogicznie do Etapu A)
- W rozdziale „Podsumowanie i wnioski”;
 - Opis w języku nietechnicznym wykonanych prac (wektoryzacja sieci, budowa modeli hydraulicznych sieci kanalizacji deszczowej, obliczenia hydrologiczne, integracja jednowymiarowych modeli hydraulicznych).
 - Opis stanu technicznego istniejącego systemu odprowadzającego wody opadowe.
 - Opis zidentyfikowanych przyczyn zagrożenia powodziowego z podziałem na przyczyny związane z zagospodarowaniem terenu oraz związane z parametrami hydraulicznymi koryta i obiektami inżynierskimi (analogicznie do Etapu A).
 - Opis zidentyfikowanych przyczyn związanych z podtopieniami wywołanymi pracą systemów odprowadzania wód opadowych. Wskazanie miejsc newralgicznych z wyróżnieniem miejsc, w których dochodzi do wybić hydraulicznych oraz przeciążeń sieci.

ETAP D:

Na podstawie modeli wykonanych w ramach Etapu C Wykonawca dokona wielowariantowej analizy działań inwestycyjnych z zakresu ochrony przeciwpowodziowej mającej na celu minimalizację / redukcję zidentyfikowanego w ramach Etapu C zagrożenia powodziowego związanego z powodzią od cieków objętych opracowaniem oraz związanych z siecią kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej).

1. Przeprowadzenie wariantowych analiz hydraulicznych

W ramach przedmiotowego zamówienia należy przeprowadzić wariantowe analizy hydrauliczne dla działań inwestycyjnych planowanych do realizacji oraz proponowanych przez Wykonawcę na ciekach objętych opracowaniem oraz sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej). Celem tych analiz jest sprawdzenie na modelach hydraulicznych efektywności poszczególnych działań w wypadku wystąpienia opadu nawałnego – w dwóch podstawowych wariantach obliczeń:

- **Wariant I ff** – zawierający zadania wynikające z dokumentów o charakterze „programów” i „konceptji” opracowanych przez Zamawiającego. Wykonawca może wykorzystać modele hydrauliczne przygotowane w ramach Wariantu I – Etapu B, a następnie zmodyfikować warunki odwzorowujące odpływ opadu nawałnego.
- **Wariant II ff** – zawierający działania techniczne proponowane przez Wykonawcę – stanowiące wynik autorskich analiz w zinventaryzowanych obszarach zagrożeń powstałych w wyniku wystąpienia opadu nawałnego zarówno w sieci rzecznej jak i w systemach odprowadzających wody opadowe. W ramach **Wariantu II ff** powstaną ostatecznie 2-3 alternatywne podwarianty działań inwestycyjnych o nazwach „**Wariant IIA ff**”, „**Wariant IIB ff**” i ewentualnie „**Wariant IIC ff**”.

Ww. wariantowe analizy hydrauliczne należy wykonać dla fali powodziowej $p = 1\%$ w przypadku wystąpienia opadu nawałnego o zmiennej intensywności w czasie. Zakres prac planowanych do realizacji w ramach każdego działania należy dokładnie opisać oraz zestawzić w tabelach, których wzory zostały opisane w Etapie B. W przypadku działań inwestycyjnych mających na celu optymalizację pracy sieci kanalizacji deszczowej (w tym sieci ogólnospławnej) Wykonawca w uzgodnieniu z Zamawiającym przygotuje autorskie wzory tabel, w których wyszczególnione zostaną działania inwestycyjne dot. sieci kanalizacji deszczowych (w tym sieci ogólnospławnej).

W zakresie implementacji rodzajów działań technicznych do modeli hydraulicznych sieci rzecznych, w ramach analiz prowadzonych w **Wariantcie II ff**, należy dokonać odpowiedniej modyfikacji plików tworzących strukturę modeli, wprowadzając obiekty w sposób opisany w ramach **Etapu B** niniejszego opracowania. W przypadku implementacji autorskich działań technicznych na sieci kanalizacji deszczowej (w tym sieci ogólnospławnej) Wykonawca dokona odpowiednich modyfikacji topologii, parametrów hydrologiczno – hydraulicznych modeli sieci kanalizacyjnych.

W sytuacji istotnej zmiany ukształtowania terenu, wynikającej z zakresu realizacji poszczególnych działań inwestycyjnych (budowa, modernizacja lub likwidacja obwałowań, profilowanie terenu pod poldery itp.) zmiany te należy wprowadzić również w numerycznym modelu terenu, będącej w późniejszej fazie opracowania podstawą do opracowania zasięgów stref zalewowych dla wody $p = 1\%$ w wyniku wystąpienia opadu nawałnego, dla każdego z analizowanych wariantów. Zmodyfikowany w ramach **Wariantu I ff** oraz **Wariantów II ff** numeryczny model terenu należy przekazać Zamawiającemu w formacie *.GeoTIFF.

Dla zadań inwestycyjnych objętych analizami należy wykonać obliczenia symulacyjne, uwzględniające wpływ planowanych obiektów na kształtowanie się przepływów wody $Q_{1\%}$ w wyniku wystąpienia deszczu nawałnego. Po przeprowadzeniu procesu modelowania hydraulicznego w ramach **Wariantu I ff** oraz **Wariantu II ff** Wykonawca opracuje wyniki obliczeń hydraulicznych, zawierające zestawienie rzędnych zw. wody w wartości przepływów w każdym z przekrojów obliczeniowych. Dodatkowo w ramach ww. wariantów Wykonawca opracuje wyniki obliczeń hydraulicznych napełnień przewodów sieci kanalizacji deszczowej i obiektów punktowych takich jak studnie rewizyjne, zbiorniki retencyjne.

Wyniki obliczeń dla każdego z cieków objętego opracowaniem należy zestawić w tabelach, gdzie dla każdego z przekrojów modelowych należy podać obliczoną rzędną zwierciadła wody $Q_{1\%}$ (w przypadku wystąpienia opadu nawałnego), w m n.p.m. (z dokładnością do 0,01m). Przekroje należy zestawić wg kilometrażu modelowego (korespondującego z przygotowanym kilometrażem w ramach ETAPU A) wg notacji „0+000”.

2. Wybór rekomendowanego wariantu działań

Analogicznie jak w przypadku wyboru rekomendowanego wariantu działań w trakcie Etapu B dla wszystkich analizowanych wariantów należy przeprowadzić analizę porównawczą kosztów i korzyści zaproponowanych rozwiązań, uwzględniającą z jednej strony wartość planowanych prac, z drugiej zaś efekty działań ochronnych.

Rezultaty analizy będą stanowić podstawę do wyboru spośród zaproponowanych wariantów alternatywnych, które w najbardziej efektywny sposób przyczynią się do redukcji zagrożenia powodziowego w zlewniach.

W ramach opracowania należy dokonać tabelarycznego (porównawczego) zestawienia wszystkich analizowanych wariantów (Wariant W0 ff, Wariant WI ff oraz podwariantu Wariantu II ff). Zestawienie takie powinno zawierać następujące elementy:

- Porównanie rzędnych zw. wody $Q_{1\%}$ w przypadku wystąpienia opadu nawałnego, dla poszczególnych wariantów;
- Porównanie powierzchni zagrożonej zalewem wody $Q_{1\%}$ (w wyniku wystąpienia deszczu nawałnego), dla każdego z wariantów;
- Porównanie szacunkowej liczby ludności zagrożonej zalewem wodą $Q_{1\%}$ (w wyniku wystąpienia deszczu nawałnego) w każdym z wariantów;
- Porównanie wypełnień sieci kanalizacji deszczowej w wyniku wystąpienia deszczu nawałnego o prawdopodobieństwie wystąpienia $Q_{1\%}$;

- Porównanie wypełnień (w tym wybić hydraulicznych) z obiektów punktowych typu studnie, zbiorniki na sieci kanalizacji deszczowej w wyniku wystąpienia opadu nawałnego o prawdopodobieństwie wystąpienia Q1%.
- Porównanie szacunkowych kosztów działań w ramach poszczególnych wariantów;

Ocena wariantów działań inwestycyjnych wykonana na tym etapie opracowania powinna zawierać element priorytetyzacji poszczególnych działań. Ostatecznie w oparciu o przeprowadzone porównania wariantów należy wskazać wariant rekomendowany.

3. Opracowanie wyników i raportu cząstkowego

3.1. Wykaz danych wektorowych.

W ramach prac Wykonawca powinien przygotować numeryczne dane wektorowe zapisane w strukturze plików *.shp, definiujących geometryczny kształt i przestrzenną lokalizację oraz zawierających odpowiedni zestaw informacji opisujących nieprzestrzenne cechy obiektów wyrażone w formie atrybutów. Dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych (Wariant I ff, podwarianty Wariantu II ff oraz wariant preferowany) Wykonawca w osobnych katalogach (struktura katalogowa uzgodniona zostanie z Zamawiającym) prześle dane wektorowe z wynikami głębokości, maksymalnymi rzędnymi zwierciadła wody:

- 1) Granice zalewu wodą o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). Poniżej przedstawione zostały wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:
 - a. **glebokosc_Q1%_WI_ff** – warstwa poligonowa z zasięgiem strefy zalewowej dla prawdopodobieństwa $p = 1\%$ (w przypadku wystąpienia opadu nawałnego) wyznaczona w ramach wariantu WI.
 - b. **glebokosc_Q1%_WIIa_ff** – warstwa poligonowa z zasięgiem strefy zalewowej dla prawdopodobieństwa $p = 1\%$ (w przypadku wystąpienia opadu nawałnego) wyznaczona w ramach WII. W przypadku występowania podwariantów należy przygotować warstwy przestrzenne dla każdego z podwariantów – o nazwie **glebokosc_Q1%_WIIa_ff**, **b_ff** itd .
 - c. **glebokosc_Q1%_Wp** – warstwa poligonowa z zasięgiem strefy zalewowej dla danego prawdopodobieństwa ($p = 1\%$, $p = 0,2\%$ oraz $p=0,1\%$) wyznaczona w ramach wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- identyfikator hydrograficzny rzeki MPHP - **ID_HYD_R**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- prawdopodobieństwo przewyższenia - **Q_TXT**.

2) Wyniki rzędnych zwierciadła wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **max_rzedna_zw_WI_ff** – maksymalne rzędne zwierciadła wód powodziowych wynikających z modelowania działań inwestycyjnych dla Wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- b. **max_rzedna_zw_WII_ff** - maksymalne rzędne zwierciadła wód powodziowych wynikających z modelowania działań inwestycyjnych dla Wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **max_rzedna_zw_WII_ffa,b** itd.
- c. **max_rzedna_zw_Wp_ff** - maksymalne rzędne zwierciadła wód powodziowych wynikających z modelowania działań inwestycyjnych dla wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- identyfikator hydrograficzny rzeki MPHP - **ID_HYD_R**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- maksymalną rzędną zw. wody wynikającą z modelowania w m n.p.m. dla prawdopodobieństwa $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego) - **RZEDNA_1FF**.

3) Lokalizacja nowych obiektów mostowych. Wykonawca przekaże punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obiekty_mostowe_proj_WI_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów mostowych w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- b. **obiekty_mostowe_proj_WII_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów mostowych w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_mostowe_proj_WII_ff a,b** itd
- c. **obiekty_mostowe_proj_Wp** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów mostowych w ramach Wariantu preferowanego Wp.

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- kilometraż cieków - **KM_TXT**.

- Planowane światło mostu w [m] - **SWIATLO**.
- Planowana rzędna spodu konstrukcji [m n.p.m.] – **RZEDNA**

4) Lokalizacja planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych. Wykonawca prześle punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- obiekty_mostowe_mod_WI_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- obiekty_mostowe_mod_WII_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_mostowe_mod_WII_ffa,b** itd
- obiekty_mostowe_proj_Wp_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- kilometraż cieku - **KM_TXT**.
- Planowane światło mostu w [m] - **SWIATLO**.
- Planowana rzędna spodu konstrukcji [m n.p.m.] – **RZEDNA**
- Zakres planowanych prac (modernizacja / likwidacja) - **ZAKRES**

5) Lokalizacja planowanych nowych wałów przeciwpowodziowych. Wykonawca prześle liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów planowanych do wykonania wałów przeciwpowodziowych. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_WI_ff** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_WII_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_WII_ff a, b** itd.

- c. **obwalowania_przeciwpowodziowe_proj_Wp_ff** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych obwałowań przeciwpowodziowych w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometr cieków od - do- **KM_TXT**
- planowana klasa - **KLASA**
- planowana powierzchnia chroniona [ha] – **POW_CHRO**
- planowana rzędna korony wałów od – do [m n.p.m.] - **RZEDNE_KOR**

- 6) Lokalizacja planowanych do modernizacji wałów przeciwpowodziowych. Wykonawca przekaże liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów planowanych do modernizacji / likwidacji. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_WI_ff** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do modernizacji obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- b. **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_WII_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obwałowań przeciwpowodziowych w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotuje odrębne warstwy o nazwie **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_WII_ff a, b** itd.
- c. **obwalowania_przeciwpowodziowe_mod_Wp_ff** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów mostowych w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**;
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**;
- kilometr cieków od - do- **KM_TXT**.
- planowana klasa - **KLASA**.
- planowana powierzchnia chroniona [ha] – **POW_CHRO**
- planowana rzędna korony wałów od – do [m n.p.m.] - **RZEDNE_KOR**
- zakres prac przewidzianych w ramach likwidacji / modernizacji – **ZAKRES**

7) Lokalizacja nowych obiektów hydrotechnicznych. Wykonawca przekaże punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją obiektów planowanych do wykonania obiektów hydrotechnicznych. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obiekty_hydrotechniczne_proj_WI_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do wykonania obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- b. **obiekty_hydrotechniczne_proj_WII_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_hydrotechniczne_proj_WII_ff a, b** itd.
- c. **obiekty_hydrotechniczne_proj_Wp_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obiektów hydrotechnicznych w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieku od - do- **KM_TXT**
- rodzaj planowanej budowli - **RODZAJ**
- planowana wysokość piętrzenia [m] – **WYS_PIETRZE**

8) Lokalizacja planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych. Wykonawca przekaże punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **obiekty_hydrotechniczne_mod_WI_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia deszczu nawałnego).
- b. **obiekty_hydrotechniczne_mod_WII_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych do modernizacji / likwidacji obiektów hydrotechnicznych w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **obiekty_hydrotechniczne_proj_WII_ff a, b** itd.
- c. **obiekty_hydrotechniczne_proj_Wp_ff** – klasa punktowa z lokalizacją planowanych obiektów do modernizacji / likwidacji hydrotechnicznych w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieku od - do- **KM_TXT**
- zakres planowanych prac - **ZAKRES**
- rodzaj planowanej budowli - **RODZAJ**
- planowana wysokość piętrzenia [m] – **WYS_PIETRZE**

9) Lokalizacja planowanych do wykonania regulacji. Wykonawca prześle liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją planowanych do wykonania regulacji cieków. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **udroznienia_regulacje_WI_ff** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania prac udroźnieniowych w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- b. **udroznienia_regulacje_WII_ff** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania prac udroźnieniowych w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **udroznienia_regulacje_WII_ff a, b** itd.
- c. **udroznienia_regulacje_Wp_ff** – klasa liniowa z lokalizacją planowanych do wykonania prac udroźnieniowych w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieku od - do- **KM_TXT**
- zakres planowanych prac - **ZAKRES**
- planowane budowle regulacyjne – **BUD_REG**

10) Lokalizacja nowych zbiorników (małej retencji, wielozadaniowych, polderów). Wykonawca prześle poligonowe warstwy przestrzenne (zasięg czaszy zbiornika) z lokalizacją planowanych do wykonania zbiorników. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **zbiorniki_poldery_proj_WI_ff** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do wykonania zbiorników w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).
- b. **zbiorniki_poldery_proj_WII_ff** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych zbiorników w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego).

przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **zbiorniki_poldery_proj_WII_ff a, b** itd.

- c. **zbiorniki_poldery_proj_Wp_ff** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych zbiorników w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawalnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieku od - do- **KM_TXT**
- planowana pojemność całkowita [mln m3] - **POJ_CALC**
- planowana pojemność rezerwy powodziowej [mln m3]– **POJ_POW**
- planowana wysokość zapory czołowej [m] – **WYS_ZAP**
- planowana funkcja zbiornika – **TYP**

11) Lokalizacja zbiorników przeznaczonych do modernizacji (małej retencji, wielozadaniowych, polderów). Wykonawca przekaze poligonowe warstwy przestrzenne (zasięg czaszy zbiornika) z lokalizacją planowanych do modernizacji zbiorników. Poniżej przedstawiono wymagane warstwy przestrzenne wraz z charakterystyką:

- a. **zbiorniki_poldery_mod_WI_ff** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do wykonania zbiorników w ramach wariantu WI (w wyniku wystąpienia opadu nawalnego).
- b. **zbiorniki_poldery_mod_WII_ff** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do modernizacji zbiorników w ramach wariantu WII (w wyniku wystąpienia opadu nawalnego). W przypadku występowania podwariantów Wariantu WII Wykonawca przygotowuje odrębne warstwy o nazwie **zbiorniki_poldery_mod_WII_ff a, b** itd.
- c. **zbiorniki_poldery_mod_Wp_ff** – klasa poligonowa z lokalizacją planowanych do modernizacji zbiorników w ramach Wariantu preferowanego Wp (w wyniku wystąpienia opadu nawalnego).

Atrybuty warstwy powinny zawierać:

- numer zadania - **NR_ZAD**
- nazwę rzeki wg opracowania - **NAZWA_MPHP**
- kilometraż cieku od - do- **KM_TXT**
- planowana pojemność całkowita [mln m3] - **POJ_CALC**
- planowana pojemność rezerwy powodziowej [mln m3]– **POJ_POW**
- planowana wysokość zapory czołowej [m] – **WYS_ZAP**
- planowana funkcja zbiornika - **TYP**

- 12) Lokalizacja liniowych działań inwestycyjnych na sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej). Wykonawca prześle liniowe warstwy przestrzenne z lokalizacją inwestycji dotyczących rozbudowy, modernizacji, likwidacji liniowych elementów sieci kanalizacji deszczowej. Strukturę atrybutową plików należy uzgodnić z Zamawiającym.
- 13) Lokalizacja punktowych działań inwestycyjnych a sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) Wykonawca prześle punktowe warstwy przestrzenne z lokalizacją inwestycji dotyczących rozbudowy, modernizacji, likwidacji punktowych elementów sieci kanalizacji deszczowej. Strukturę atrybutową plików należy uzgodnić z Zamawiającym.
- 14) Lokalizacja przestrzennych działań inwestycyjnych na sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej). Wykonawca prześle poligonowe warstwy przestrzenne z lokalizacją i opisem powierzchniowych działań technicznych i nietechnicznych (np. zwiększenie retencji zlewni). Strukturę atrybutową plików należy uzgodnić z Zamawiającym.

3.2. Wykaz danych rastrowych.

- 1) Mapy z zasięgami stref zalewowych i lokalizacją zadań inwestycyjnych.

Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca prześle mapy w skali 1 : 5000 (sporządzone na podstawie podziału arkuszowego PUWG 1992). Mapy powinny zostać przygotowane dla każdego z Wariantów inwestycyjnych dla prawdopodobieństwa przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). Mapy powinny zawierać następujące elementy:

- Mapa główna – widok w skali 1 : 5000 (na podstawie podziału arkuszowego PUWG 1992), w skład której wchodzić będą:
 - Podkład w postaci ortofotomapy;
 - Rzeki / cieki wraz z ich nazwami z MPHP;
 - Kilometraż rzek;
 - Zasięgi strefy zalewowej odpowiadającej danemu wariantowi obliczeniowemu;
 - Lokalizacja występujących w danym wariantcie obliczeniowym miejsc newralgicznych na ciekach objętych opracowaniem oraz sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej).
 - Lokalizacja działań inwestycyjnych na ciekach objętych opracowaniem i sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) wraz z opisem numeru zadania – każda inwestycja realizowana w ramach zadanego wariantu inwestycyjnego powinna być zaznaczona (w zależności od klasy obiektu – punkt, linia, poligon) oraz opisana. Opis powinien być zgodny z numerem zadania zawartym w części tabelarycznej oraz wersji elektronicznej.

- Tytuł – nazwa opracowania wraz z godłem arkusza (na podstawie podziału w skali 1 : 5 000);
- Skala (w formacie 1 : M) oraz w postaci podziałki liniowej;
- Orientacja układu arkuszy;
- Strzałka północy;
- Legenda

- 2) Numeryczny model powierzchni wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w przypadku wystąpienia opadu nawałnego). Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca prześle rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego) dla każdego z cieków objętego opracowaniem. W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_NMPW_WI_ff</i> <i>nazwa_rzeki_100_NMPW_WII_ff</i> <i>nazwa_rzeki_100_NMPW_Wp_ff</i>	Dla każdego z wariantów Wykonawca przygotuje pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z numerycznym modelem powierzchni wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki_100_NMPW_WII_ffa,b,c itd.</i>

- 3) Rastry głębokości o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (dla opadu nawałnego). Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca prześle rastrowe pliki przestrzenne dla poszczególnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ (w przypadku wystąpienia opadu nawałnego dla każdego z cieków objętego opracowaniem). W tabeli poniżej przedstawiona została charakterystyka warstw.

Nazwa warstwy	Opis warstwy
<i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC_WI_ff</i> <i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC_WII_ff</i> <i>nazwa_rzeki_100_GLEBOKOSC_Wp_ff</i>	Dla każdego z wariantów inwestycyjnych Wykonawca przygotuje Pliki rastrowe w formacie *.GeoTIFF z rastrowymi głębokościami zalewu dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ (w wyniku wystąpienia opadu nawałnego). W przypadku podwariantów Wariantu II należy przygotować pliki o nazwie <i>nazwa_rzeki_100_NMPW_WII_ff a,b,c itd</i>

3.5 Modele hydrauliczne

Po wykonaniu obliczeń Wykonawca zobowiązany jest do przekazania (dla wszystkich wykonanych wariantów inwestycyjnych) Zamawiającemu modeli hydraulicznych w postaci:

Modele hydrauliczne sieci rzecznej:

- pliki obliczeń symulacyjnych – spinające poszczególne moduły obliczeniowe modeli (pliki poniżej) oraz zawierające ustawienia czasu i kroku obliczeniowego symulacji – w formacie *.sim11;
- pliki sieci rzecznej – zawierające informacje o geometrii i strukturze sieci hydrograficznej oraz obiektach inżynierskich uwzględnionych w modelu – formacie *.nwk11;
- pliki przekrojów poprzecznych – zawierające informacje o geometrii przekrojów, współczynnikach szorstkości i podziale obszaru przepływu na koryto główne i terasy zalewowe – w formacie *.xns11;
- pliki warunków brzegowych – zawierające „górne”, „dolne” i „pośrednie” warunki brzegowe modeli – na ogół w postaci określonych wartości przepływów lub hydrogramów przepływów, a także stanów wody – w formacie *.bnd11;
- pliki ustawień parametrów hydrodynamicznych – zawierające szereg parametrów i współczynników określających szczegółowe parametry obliczeń modelowych – w formacie *.hd11;
- pliki zawierające dane hydrologiczne (hydrogramy fal obowiązujące dla map zagrożenia powodziowego i aktualizacji map zagrożenia powodziowego dla wezbrania o prawdopodobieństwie $p = 1\%$ -dla opadu nawalnego) – stanowiące dane wejściowe dla plików warunków brzegowych – w formacie *.dfs0;
- pliki wynikowe zawierające wyniki obliczeń hydraulicznych jednowymiarowych – w formacie *.res.11

Modele hydrauliczne sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej):

- pliki modelu hydraulicznego – pliki zawierające geometrię, parametry hydrologiczne, parametry hydrauliczne modelu sieci kanalizacji deszczowej (w tym ogólnospławnej) – model hydrauliczny sieci wraz z modelem hydrologicznym. Dla każdego wariantu obliczeniowego plik modelu powinien zawierać komplet działań inwestycyjnych.
- pliki wynikowe modelu sieci rzecznej (w tym ogólnospławnej) zawierające wyniki obliczeń hydraulicznych jednowymiarowych dla każdego z wariantów obliczeniowych.

3.6 Opracowanie raportu cząstkowego

W raportach cząstkowych dotyczących opisu prac wykonanych w ramach wielowariantowych należy przedłożyć w szczególności:

- W rozdziale „Opis poszczególnych wariantów działań inwestycyjnych”;
 - Lista działań analizowanych w poszczególnych wariantach;
 - Budowa i modyfikacja modeli hydraulicznych (sieci rzecznej oraz kanalizacji deszczowej);
 - Zestawienie rzędnych zwierciadła wody dla poszczególnych prawdopodobieństw;
 - Porównanie efektów dla wariantu W0 z poszczególnymi wariantami w tym;
 - Zestawienie efektów działań na powierzchnię strefy zalewowych Q1% dla powodzi błyskawicznej,
 - Powierzchnia terenów komunikacyjnych, przemysłowych, mieszkaniowych i rolnych w strefie zalewowej Q1% powodzi błyskawicznej;
 - Liczba budynków mieszkalnych, przemysłowych, gospodarczych i użyteczności publicznej w zasięgu strefy zalewowej Q1% powodzi błyskawicznej,
 - Orientacyjna liczba mieszkańców w strefie zalewowej Q1% powodzi błyskawicznej,
 - Zestawienie efektów działań na ilość przeciążeń występujących w sieci kanalizacji deszczowej,
 - Zestawienie efektów działań na ilość podtopień powodowanych siecią kanalizacji deszczowej.
- W rozdziale „Porównanie efektów dla każdego z wariantów”:
 - Porównanie efektów dla wariantu W0 ze wszystkimi wariantami w tym;
 - Zestawienie efektów działań na powierzchnię strefy zalewowej Q1% powodzi błyskawicznej;
 - Powierzchnia terenów komunikacyjnych, przemysłowych, mieszkaniowych i rolnych w strefie zalewowej Q1% powodzi błyskawicznej;
 - Liczba budynków mieszkalnych, przemysłowych, gospodarczych i użyteczności publicznej w zasięgu strefy zalewowej Q1% powodzi błyskawicznej;
 - Orientacyjna liczba mieszkańców w strefach zalewowych Q1% powodzi błyskawicznej.
 - Zestawienie efektów działań na ilość przeciążeń występujących w sieci kanalizacji deszczowej,
 - Zestawienie efektów działań na ilość podtopień powodowanych siecią kanalizacji deszczowej.

- Przewidywany koszt wykonania poszczególnych wariantów;
- W rozdziale „Podsumowanie i wnioski”:
 - Skrócony opis poszczególnych wariantów; w tym uzasadnienie wyboru wariantu preferowanego;
 - Porównanie efektów dla każdego z wariantów.

Raporty należy wykonać w wersji elektronicznej, w formacie *.doc i *.pdf