

RAPORT Z WYKONANIA
MAP ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO
I MAP RYZYKA POWODZIOWEGO

ZAŁĄCZNIK NR 3

METODYKA OPRACOWANIA
MAP ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO DLA OBSZARÓW
NARAŻONYCH NA ZALANIE W PRZYPADKU ZNISZCZENIA
LUB USZKODZENIA WAŁÓW PRZECIWPOWODZIOWYCH
(WARIANT CAŁKOWITEGO ZNISZCZENIA OBWAŁOWANIA)

Andrzej Tiukało
Jerzy Niedbała
Michał Łyp
Andrzej Kadłubowski

**Metodyka opracowania map zagrożenia powodziowego
dla obszarów narażonych na zalanie w przypadku
zniszczenia lub uszkodzenia wałów przeciwpowodziowych
(wariant całkowitego zniszczenia obwałowania)**

Celem dokumentu jest określenie jednorodnej metodyki opracowania map zagrożenia powodziowego (MZP) dla obszarów narażonych na zalanie w przypadku całkowitego zniszczenia lub uszkodzenia wałów przeciwpowodziowych, a także unifikacja zasad prezentacji obszarów zagrożenia powodziowego w całym kraju.

Opis metodyki

Mapy zagrożenia powodziowego obszarów narażonych na zalanie wskutek zniszczenia lub uszkodzenia wałów przeciwpowodziowych w wariantcie przedstawiającym sumaryczną strefę potencjalnego zagrożenia powodziowego, wynikają z możliwości awarii w dowolnej lokalizacji chroniącego ją obwałowania. Strefę tą można także identyfikować z obszarami „chronionymi” przez wały przeciwpowodziowe.

Obszary potencjalnie narażone na zalanie opracowywane są w następujący sposób:

1. Analizę przeprowadza się dla wszystkich odcinków obwałowań analizowanych w ramach projektu ISOK.
2. Analiza dotyczy przepływów, dla których prawdopodobieństwo przewyższenia wynosi 1%. Symulacje przerwań wałów znajdujących się w rejonach oddziaływania cofki odmorskiej będą wykonywane dla prawdopodobieństwa 1%, tak jak dla wszystkich pozostałych wałów. Analiza w przypadku obszarów zagrożonych od strony morza i morskich wód wewnętrznych dotyczy stanów wody, dla których prawdopodobieństwo przewyższenia wynosi 1%.
3. Strefę wyznacza się poprzez usunięcie jednostronne obwałowań (osobno dla każdego brzegu).
4. Symulacja przepływu jest przeprowadzana modelami hydrodynamicznymi opracowanymi przez CMPiS IMGW-PIB w ramach projektu ISOK, które będą dostosowane dla właściwego rozwiązania analizowanej sytuacji. Zasadniczą część stanowią modele jednowymiarowe. Nie wyklucza to jednak możliwości stosowania innych typów modeli bazujących na uproszczonych równaniach ruchu Saint – Venanta (załącznik_1). Jednak wszystkie stosowane modele 1D lub w szczególnych przypadkach 2D są zgodne z rozporządzeniem Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji

i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego.

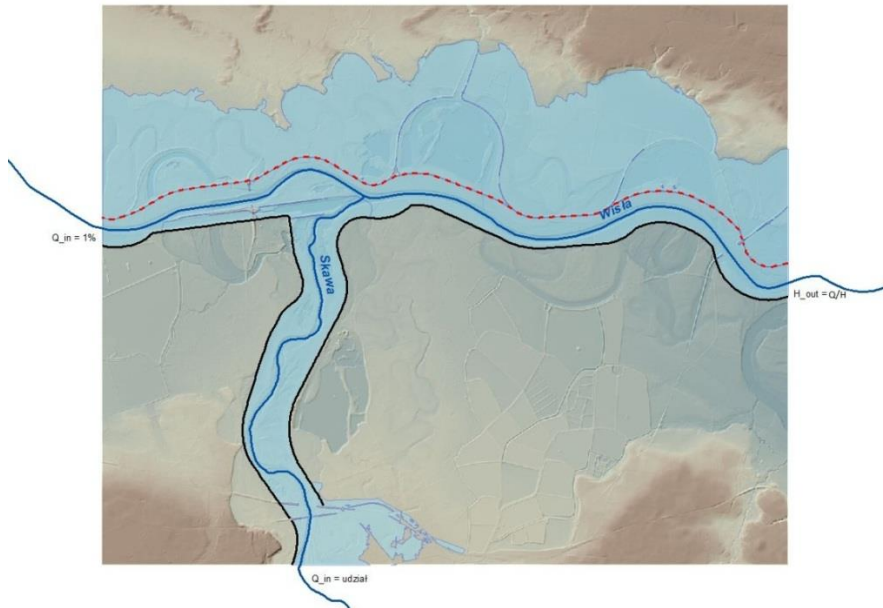
5. Symulacje prowadzone są dla ruchu ustalonego.
6. W przypadku gdy ukształtowanie terenu lub warunki hydrologiczne tego wymagają modelowanie będzie przeprowadzone dla ruchu nieustalonego.
7. W przypadku gdy ukształtowanie dna doliny analizowanego odcinka tego wymaga sieć rzeczna modeli będzie rozbudowywana (branch/link/floodplain).
8. Wynikowe warstwy przestrzenne stanowiąc będą osobny zestaw warstw numerycznych o strukturze odpowiadającej warstwom w projekcie ISOK, których powiązania z bazą ISOK zostaną ustalone z zamawiającym.
9. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się możliwość odstępstw od wyżej opisanej metody. Odstępstwa te będą posiadały dokumentację ze wskazanym ich zasięgiem przestrzennym oraz opis przyczyn.

Kolejne kroki symulacji, zmierzające do określenia obszarów narażonych na zalanie w obszarze zawała:

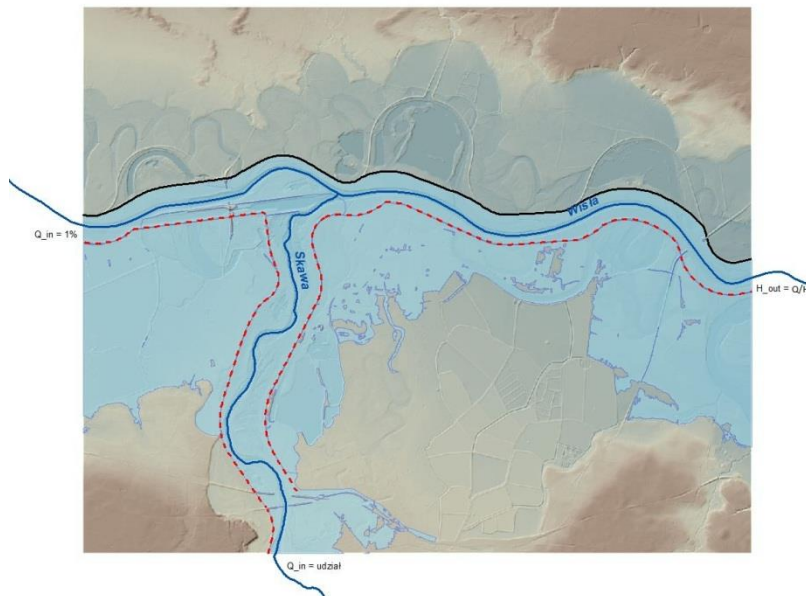
1. Stan rzeczywisty – widoczne wszystkie obwałowania.



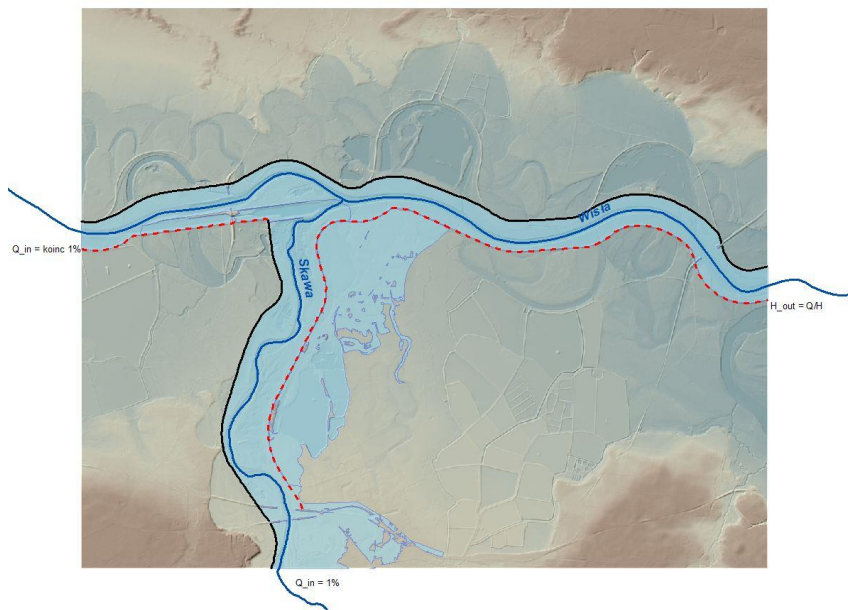
2. Określenie strefy na lewym zawalu Wisły (linią czerwoną przerywaną oznaczono wały „usunięte z modelu”, linią czarną oznaczono wały pozostawione z markerami).



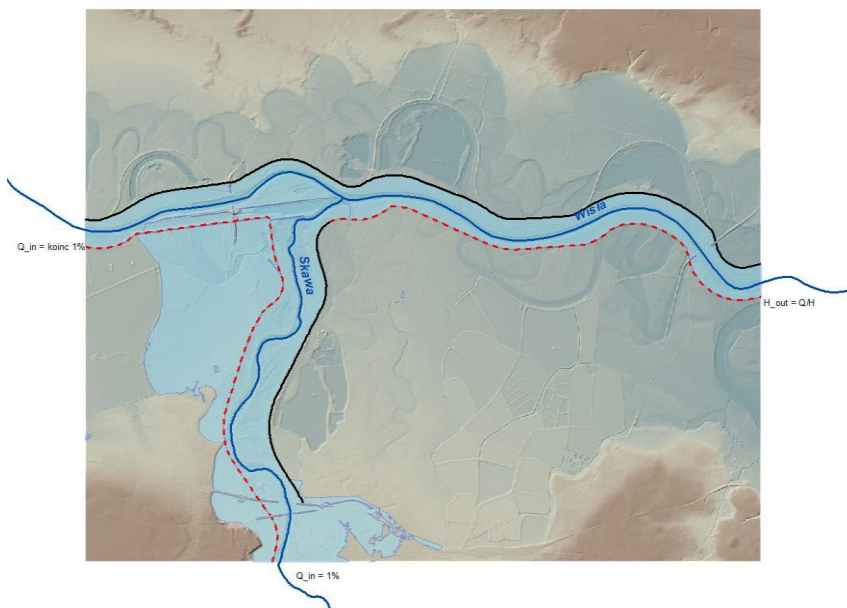
3. Określenie strefy na prawym zawalu Wisły (kolory linii j.w.)



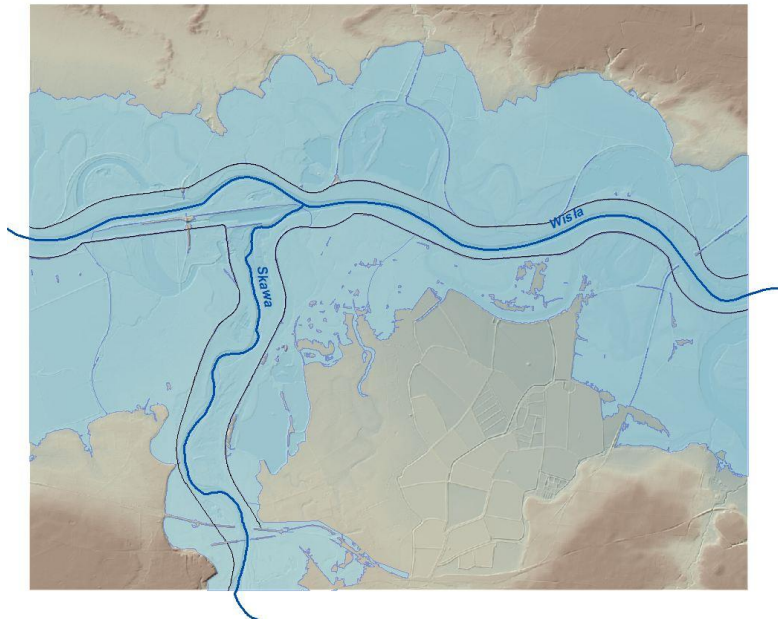
4. Określenie strefy na prawym zawalu Skawy (kolory linii j.w.)



5. Określenie strefy na lewym zawalu Skawy (kolory linii j.w.)



6. Docelowy obszar „potencjalnie” narażony na zalanie [...]

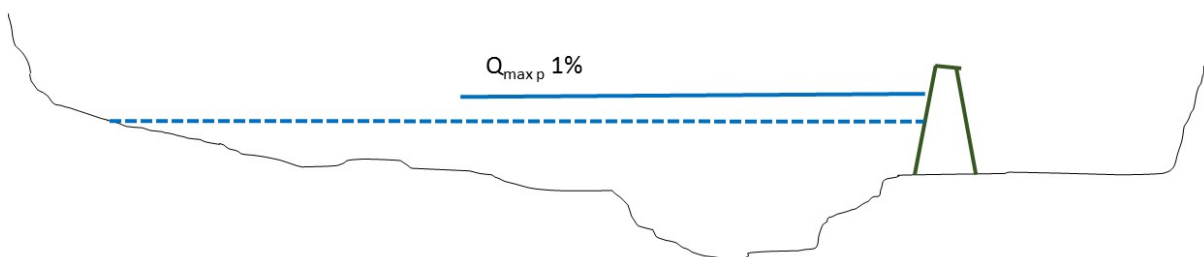


Załącznik_1

Metodyka wykorzystania uproszczonych równań Saint – Venanta dla wyznaczenia rzędnych zwierciadła wody w przypadku usunięcia lewostronnego (prawostronnego) obwałowania na odcinku pomiędzy dwoma profilami wodowskazowymi zastosowana do modelowania hydrodynamicznego typu 1D

- a) usunięcie obwałowania zmienia geometrię przekroju. Przy tej samej objętości przepływu mamy większy przekrój poprzeczny. W konsekwencji rzędna zwierciadła wody odpowiadająca przepływowi maksymalnemu o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia będzie niższa.

Problem jest w tym, że dla każdego profilu zmiana rzędnej będzie inna, ponieważ będzie to wynikało ze zmienności geometrii przekrojów.



- b) nową wartość rzędnej zwierciadła wody można uzyskać przez rozwiązanie równania przepływu ustalonego niejednostajnego w kanale otwartym:

Ustalony przepływ niejednostajny jest szczególnym przypadkiem równania ruchu nieustalonego. Z tego powodu równanie przepływu niejednostajnego można wyprowadzić z równań de Saint – Venanta opisujących jednowymiarowy (1D) przepływ nieustalony wolnozmienny. Dla kanałów otwartych o zmiennym kształcie poprzecznym z uwzględnieniem nierównomierności rozkładu prędkości równania de Saint – Venanta mają postać:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = -gAS$$

gdzie:

- h – rzędna zwierciadła wody,
- Q – przepływ,
- B – szerokość kanału na poziomie zwierciadła wody,
- β – współczynnik korygujący efekt uśrednienia prędkości,
- g – przyspieszenie ziemskie,
- A – przekrój poprzeczny liczony do poziomu zwierciadła wody,
- S – spadek linii energii.

Dla ruchu ustalonego powyższe równania można uprościć, ponieważ:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

to równanie:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \text{upraszcza się do} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

co oznacza stały przepływ na odcinku kanału.

Ponieważ:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = 0$$

to równanie:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = -gAS \quad \text{upraszcza się do} \quad \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = -gAS$$

a przy założeniu przepływu w kierunku dodatnim otrzymujemy zależność:

$$\frac{dh}{dx} = -\frac{\beta Q^2}{gA} \frac{dA^{-1}}{dx} - \frac{n^2 Q^2}{R^{4/3} A^2}$$

a po zróżniczkowaniu:

$$\frac{dh}{dx} = \frac{\frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}} - \frac{\beta Q^2 B}{g A^3} s}{1 - \frac{\beta Q^2 B}{g A^3}}$$

gdzie:

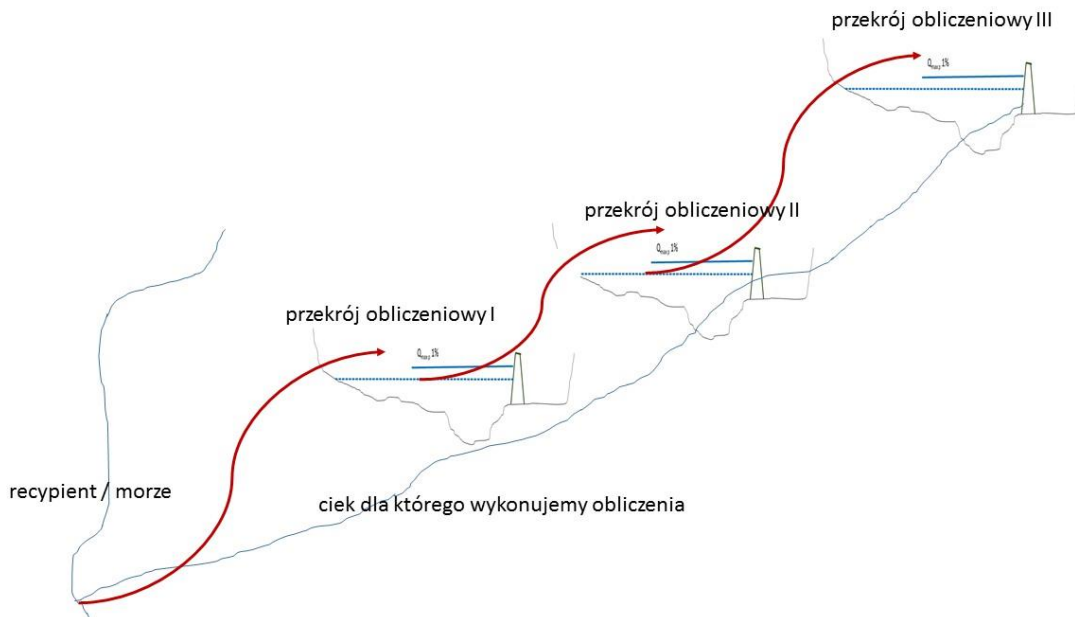
- n – współczynnik oporu ruchu,
- R – promień hydrauliczny,
- s – spadek dna.

Równanie powyższe opisuje zmianę napętnienia koryta. Rozwiązaniem równania, przy znanej wartości przepływu jest funkcja określająca napętnienie koryta w dowolnym punkcie (na obliczeniowym odcinku).

[Opis oparty na publikacji Romuald Szymkiewicz - *Modelowanie matematyczne przepływów w rzekach i kanałach*].

- c) proponowany schemat obliczeniowy będzie wyglądał następująco:
 - a. obliczenia będą prowadzone dla przepływów maksymalnych o prawdopodobieństwie $p = 1\%$,
 - b. obliczenia należy rozpocząć dla najniższego przekroju obliczeniowego przyjmując odpowiednią wartość rzędnej zwierciadła wody odpowiadającej przepływowi o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$. W przypadku rzek uchodzących do morza będzie to określona wartość poziomu morza, a w przypadku rzek mających swój recypient będzie to rzędna zwierciadła wody recypienta w lokalizacji ujścia,
 - c. do iteracyjnego rozwiązania równania zamieszczonego powyżej wykorzystane będą charakterystyki uzyskane z modelowania hydrodynamicznego MIKE 11 HD, które były wykonywane w ramach projektu ISOK. Chodzi w tym przypadku np. o wielkości spadku tarcia, części współczynników oporów ruchu, nateżenia przepływu w profilach niekontrolowanych itp.
 - d. pierwszym etapem prac będzie przygotowanie geometrii wszystkich przekrojów obwałowanych, tj.:
 - i. usunięcie lewostronnego obwałowania,
 - ii. usunięcie prawostronnego obwałowania,

- e. następnie zostaną wykonane obliczenia iteracyjne od najniższego profilu obliczeniowego w górę ciek, według schematu zamieszczonego poniżej:



- i. bazując na znanej rzędnej zwierciadła wody odpowiadającej rzędnej przepływu maksymalnego o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia na recypiente (morzu), przy wykorzystaniu części charakterystyk hydraulicznych uzyskanych z modelu hydrodynamicznego i charakterystyki rozszerzonych przekrojów poprzecznych, obliczamy iteracyjnie rzędną zwierciadła wody w przekroju obliczeniowym I,
- ii. bazując na znanej rzędnej zwierciadła wody odpowiadającej rzędnej przepływu maksymalnego o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczonej w poprzednim kroku dla przekroju obliczeniowego I, przy wykorzystaniu części charakterystyk hydraulicznych uzyskanych z modelu hydrodynamicznego i charakterystyki rozszerzonych przekrojów poprzecznych, obliczamy iteracyjnie rzędną zwierciadła wody w przekroju obliczeniowym II,
- iii. całą procedurę powtarzamy aż do wykonania obliczeń dla ostatniego (najwyżej położonego) przekroju obliczeniowego.