

PILOTAŻOWE PRZYGOTOWANIE MAP ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO NA OBSZARZE REGIONU GÓRNEJ WISŁY

RADOŃ R.

Regionalny Zarząd Gospodarki wodnej w Krakowie; Ośrodek Koordynacyjno – Informacyjny Ochrony
Przeciwpowodziowej; ul. Piłsudskiego 22; 31-109 Kraków; Polska, e-mail: rradon@krakow.rzgw.gov.pl

Streszczenie : Referat dotyczy wykonanych w latach 2009 – 2010 przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie sześciu studiów ochrony przeciwpowodziowej dla zlewni Raby, Wisłoka, Wisłoki, Sanu, Czarnej Staszowskiej i Nidy. Przedstawione zostaną informacje nt. całości prac związanych z opracowaniem specyfikacji technicznej, wyłonieniem wykonawców w przetargach nieograniczonych, nadzoru merytorycznego nad pracami, kontroli oraz odbioru prac, które były realizowane przez zespół pracowników Ośrodka Koordynacyjno – Informacyjnego Ochrony Przeciwpowodziowej (OKI).

Zaprezentowany zostanie standard powyższych opracowań zgodny z obecną wiedzą i możliwościami w zakresie kartowania zagrożenia powodziowego, zarówno w aspekcie pozyskania danych wejściowych (pomiarów geodezyjnych, konieczne materiały kartograficzne oraz informacje dotyczące hydrologii cieków objętych opracowaniem), modelowania hydrodynamicznego z zastosowaniem matematycznych modeli hydraulicznych (jedno i dwuwymiarowych) jak i wyznaczania stref zalewowych. Dla wypracowania powyższego standardu bazowano na doświadczeniach zespołu OKI, wspierającego dyrektora RZGW w Krakowie w koordynacji działań związanych z ochroną przeciwpowodziową w regionie wodnym górnej Wisły, w tym określaniem zagrożenia powodziowego dla rzek i potoków górskich z zastosowaniem modelowania hydrodynamicznego oraz narzędzi GIS doświadczenie to zostało nabyte w licznych szkoleniach, projektach pilotażowych oraz projektach realizowanych wspólnie z partnerami z Polski oraz krajów Unii Europejskiej.

Opracowane w ramach studiów ochrony przeciwpowodziowej modele hydrodynamiczne (jedno- i dwuwymiarowe) stanowią podstawę do opracowywania map zagrożenia powodziowego, które wykonywane są obecnie przez zespół OKI dla zlewni Raby, Wisłoka, Wisłoki, Sanu, Czarnej Staszowskiej i Nidy.

Dodatkowo omówiony zostanie także proces tworzenia map zagrożenia powodziowego dla regionu wodnego górnej Wisły jako naturalnej konsekwencji wykonywanych wcześniej studiów ochrony przeciwpowodziowej oraz stan zaawansowania tych prac w kontekście terminów wymaganych europejską dyrektywą powodziową oraz zapisów polskiej ustawy Prawo wodne.

Słowa kluczowe: powódź, studia ochrony przeciwpowodziowej, mapy zagrożenia powodziowego.

Abstract : The paper concerns six flood protection studies for: Raba, Wisłok, Wisłoka, San, Czarna Staszowska and Nida river catchment areas, carried out in 2009 – 2010 by the Regional Water Management Board in Kraków. The information concerning all works related to developing technical specifications, selection of the executors in open tenders, professional supervision of the works, control and acceptance of the works which were carried out by the team of employees of the Coordination and Information Centre for Flood Protection (OKI), will be presented.

The paper will present the standard of the above-mentioned elaborations in accordance with current knowledge and capabilities in flood hazard mapping, both in terms of input data collection (surveying, necessary cartographic materials and information concerning hydrology of watercourses covered by the study), hydrodynamic modeling using mathematical hydraulic models (one - and two-dimensional) and floodplain zone determination. To achieve this standard, the experience of the OKI team was used, to support Director of the RZGW in Kraków in coordination actions connected with flood protection in the Upper Vistula water region, including determination of flood hazard for rivers and mountain streams using hydrodynamic modelling and GIS tools. The experience has been gained during numerous training courses, pilot projects and projects implemented jointly with partners from Poland and European Union countries.

Hydrodynamic models (one - and two-dimensional), developed in the study, form a basis to prepare flood hazard maps which are currently carried out by the OKI team for: Raba, Wisłok, Wisłoka, San, Czarna Staszowska and Nida river catchment areas.

Additionally, the process of flood hazard maps preparation for the Upper Vistula water region will be presented in the paper, as a natural consequence of carried out earlier flood protection studies and the progress of the works in the context of the time limits required by the European Flood Directive as well as the provisions of the Polish Water Law.

Keywords: flood, flood protection studies, flood hazard maps.

1. Wstęp

Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie w latach 2009-2010 wykonał opracowania, których celem było wyznaczenie zasięgów zalewów dla wielkich wód prawdopodobnych w sześciu zlewniach: Raby, Wiśłoki, Wiślaka, Sanu, Nidy i Czarnej Staszowskiej. Opracowania te pokrywają ponad połowę (56%) obszaru znajdującego się w administracji RZGW w Krakowie i stanowią kontynuację lub aktualizację studiów ochrony przeciwpowodziowej wykonanych w latach 2003-2004.

Wszystkie wyżej wymienione opracowania, spełniają standardy map zagrożenia powodziowego, wymagane Dyrektywą Powodziową 2007/60/WE, a ich zasięg przestrzenny przedstawiono na mapie poniżej (Fig.1).

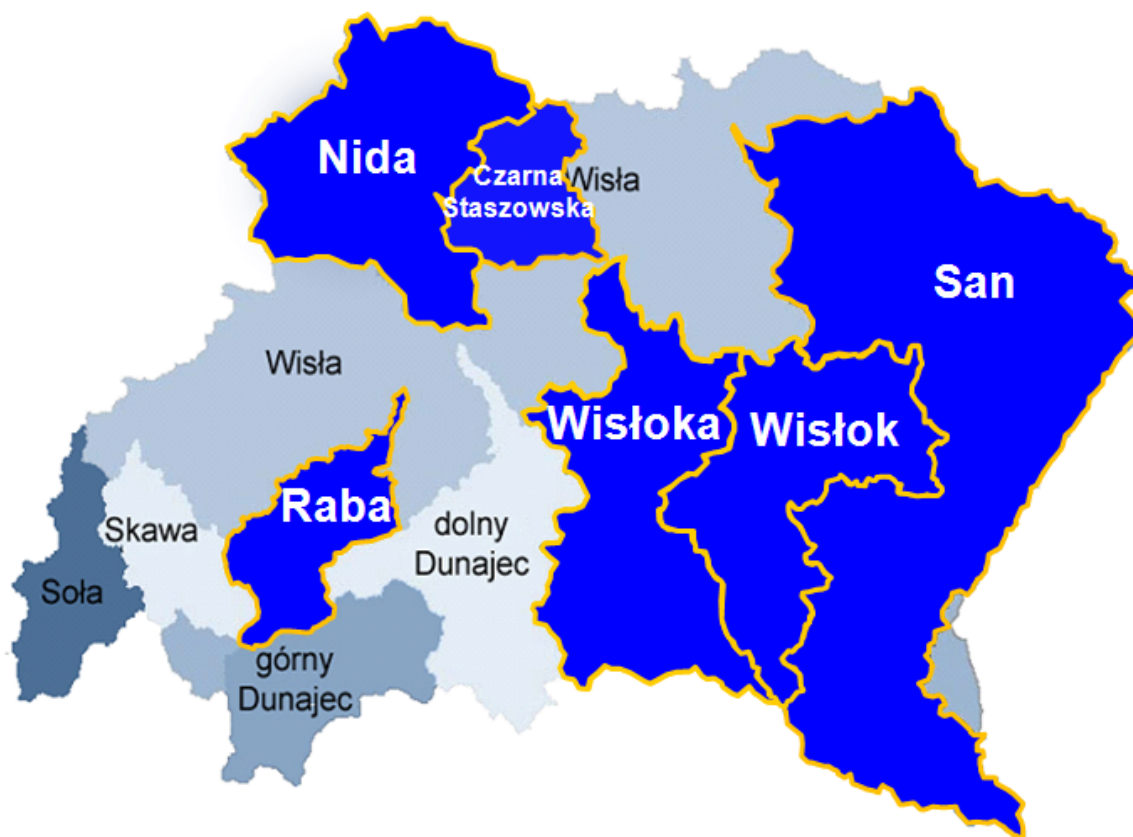


Fig. 1. Obszar RZGW w Krakowie z zaznaczonymi zlewniami (kolor niebieski), dla których w latach 2009-2010 wykonano opracowania studialne wyznaczające zasięgi zalewów dla wielkich wód prawdopodobnych.

2. Studia ochrony przeciwpowodziowej

Wspomniane w poprzednim rozdziale studia ochrony przeciwpowodziowej, z uwagi na ich wysoki poziom merytoryczny i techniczny, zgodny ze standardami narzucanymi dyrektywą powodziową, można potraktować jako pierwszy etap prac zmierzających do wykonania map zagrożenia i ryzyka powodziowego na obszarze działania RZGW w Krakowie w ramach procesu wdrażania dyrektywy powodziowej w Polsce. Zostały one wykonane z wykorzystaniem modelowania hydraulicznego jedno- i dwuwymiarowego i bazują na aktualnych na czas ich powstawania danych geodezyjnych i hydrologicznych oraz na numerycznym modelu terenu wykonanym w ramach projektu dotyczącego opracowania Systemu Identyfikacji Działek Rolnych (LPIS). Głównym elementem studiów są strefy zalewowe dla wielkich wód

o prawdopodobieństwach przewyższenia: 50, 20, 10, 5, 2, 1 i 0.5 % oraz odpowiadające im rzędne zwierciadła wody w poszczególnych przekrojach.

Zawartość tych opracowań spełnia wszystkie standardy narzucane przyszłym mapom zagrożenia powodziowego – jedynym elementem wymagającym dodatkowych działań jest wyznaczenie głębokości wody w poszczególnych strefach zalewowych. Z uwagi na przyjętą metodykę wykonania ww. opracowań, nie jest to jednak proces czasochłonny, ani też nie powoduje dodatkowych kosztów finansowych w budżecie państwa.

Dochowanie standardów stawianych mapom zagrożenia powodziowego możliwe było przede wszystkim dzięki poddawaniu opracowań na każdym z etapów ich realizacji wnikliwym kontrolom merytorycznym przez 8-osobowy zespół spośród pracowników Ośrodka Koordynacyjno – Informacyjnego Ochrony Przeciwpowodziowej w Krakowie. Dzięki tym działaniom możliwa była praktycznie natychmiastowa eliminacja ewentualnych błędów i niedoskonałości, jeszcze przed rozpoczęciem kolejnych etapów wykonywania opracowań. Kontrola ta dotyczyła wszystkich aspektów wykonania projektu, zarówno tych ściśle technicznych i metodycznych jak również graficzno-wizualnych. Podstawą do tej kontroli były opracowane przez RZGW w Krakowie na etapie sporządzania wniosków przetargowych szczegółowe specyfikacje techniczne, bazujące na opracowanych na potrzeby wdrażania dyrektywy powodziowej metodykach dotyczących: wykonywania obliczeń hydrologicznych, przygotowywania produktów geodezyjnych i kartograficznych, tworzenia map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego.

Wszystkie sześć opracowań zostało wykonane przez konsorcja firm inżynierskich wyłonionych w ramach przetargów nieograniczonych. Były to zarówno firmy polskie jak i zagraniczne (niemieckie, angielskie i czeskie), z wieloletnim doświadczeniem w zakresie modelowania oraz kartowania zagrożeń powodziowych.

Prace związane z opracowywaniem studiów ochrony przeciwpowodziowej były (jak wspomniano powyżej) szczegółowo opisane w specyfikacjach technicznych dla poszczególnych postępowań przetargowych. W specyfikacjach tych szczegółowo opisano wszystkie etapy prac w projektach wraz ze wszystkimi elementami podlegającymi kontroli przez personel OKI.

W każdym z projektów wydzielono następujące po sobie i podlegające kontroli etapy prac (pozytywny wynik kontroli prac jednego etapu warunkował rozpoczęcie prac w etapie kolejnym):

- Identyfikacja danych wejściowych i zebranie kompletu materiałów
- Wykonanie koniecznych prac geodezyjnych
- Przeprowadzenie obliczeń hydrologicznych i hydraulicznych
- Wyznaczenie stref zagrożenia powodziowego dla wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia $p=50\%$, $p=20\%$, $p=10\%$, $p=5\%$, $p=2\%$, $p=1\%$ oraz $p=0,5\%$
- Wyznaczenie granic obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią
- Wykonanie analiz przepustowości międzywał wraz z profilami podłużnymi obwałowań ze wskazaniem punktów, w których nastąpi przelanie się wody przez koronę wału
- Opracowanie wyników i raportu końcowego wraz z mapami terenów zalewowych

Studia ochrony przeciwpowodziowej wykonane w latach 2009-2010 bazowały na najnowszych dostępnych danych wejściowych. W przypadku danych hydrologicznych były to informacje pochodzące z zasobów instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Przekroje poprzeczne oraz inwentaryzacja obiektów inżynierskich (mosty, przepusty budowle hydrotechniczne), zostały wykonane w terenie metodą pomiarów bezpośrednich przez wyspecjalizowane firmy geodezyjne wchodzące w skład każdego z konsorcjów. Dane kartograficzne pochodziły z zasobu geodezyjnego kraju i obejmowały mapy topograficzne, ortofotomapy oraz numeryczny model terenu opracowany

metodą fotogrametryczną. Ponadto na etapie budowy modeli hydrologicznych posługowano się mapami rolniczo – glebowymi opracowanymi w IUNG w Puławach.

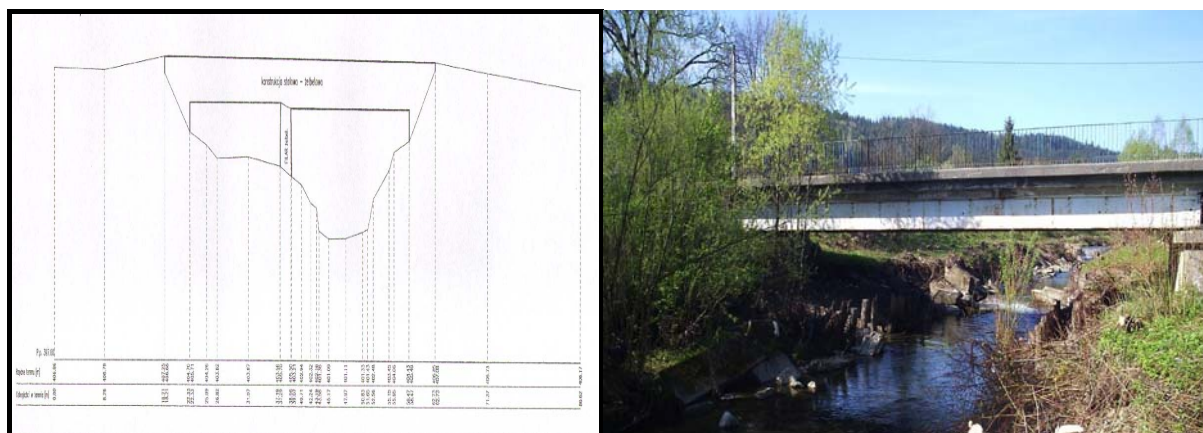


Fig. 2. Schemat z pomiarów geodezyjnych i fotografia mostu.

W przypadku etapów obejmujących prace obliczeniowe z zakresu hydrologii i hydrauliki korzystano głównie z narzędzi do modelowania matematycznego, dodatkowo w przypadku projektów dla zlewni Raby i Sanu wykorzystano w obliczeniach hydrologicznych formuły empiryczne.

Wyznaczenie zasięgu stref zalewowych odbyło się z zastosowaniem modeli hydrodynamicznych. Dla wszystkich cieków objętych projektami wykonano modele jednowymiarowe, natomiast w przypadku większych miast w zlewniach Wisłoka, Wisłoki, Sanu oraz Czarnej Staszowskiej wykonano dodatkowo modele dwuwymiarowe.

Budowa jednowymiarowych modeli hydraulicznych składała się z kilku etapów. Były to:

- implementacja sieci rzecznej,
- wprowadzenie przekrojów poprzecznych,
- identyfikacja parametrów hydrodynamicznych,
- wprowadzenie budowli inżynierskich i hydrotechnicznych,
- ustalenie warunków początkowych,

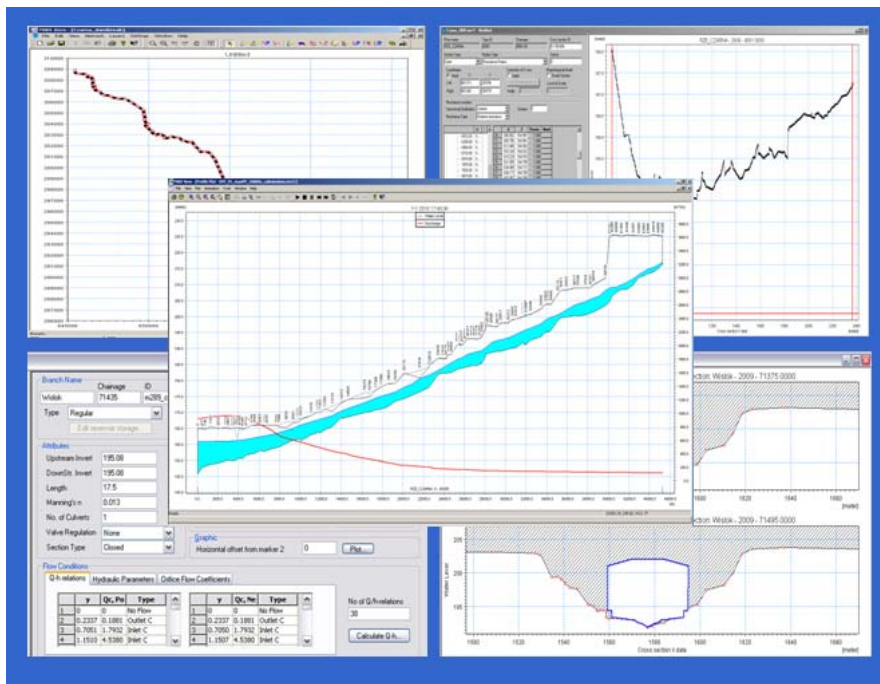


Fig. 3. Elementy składowe modelu jednowymiarowego.

W przypadku modelu dwuwymiarowego prace były wykonywane zgodnie z następującym schematem:

- opracowanie numerycznego modelu terenu
- opracowanie numerycznego modelu współczynnika szorstkości
- ustalenie parametrów podstawowych
- ustalenie parametrów hydraulicznych

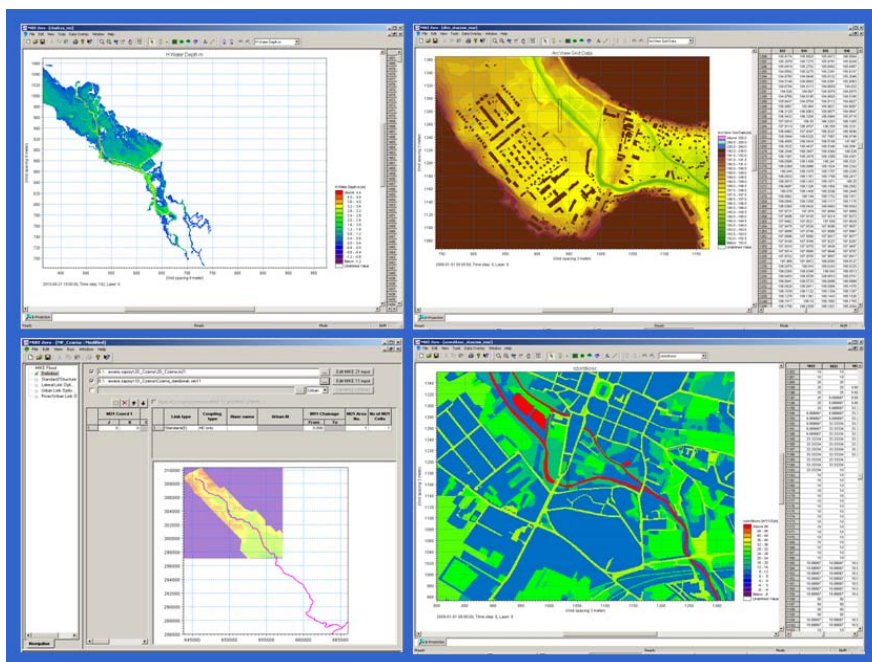


Fig. 4. Elementy składowe modelu dwuwymiarowego.

Dysponując wynikami modelowania sporządzono mapy prezentujące zasięgi stref zalewowych o różnym prawdopodobieństwie przewyższenia. Wyznaczenia zasięgu stref zagrożenia

powodziowego dokonano w oparciu o analizę przecięcia numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW) z numerycznym modelem terenu (NMT). NMPW został zbudowany jako model TIN (Triangulated Irregular Network) wyznaczony w oparciu o zbiór linii nieciągłości wynikających z wytyczenia przekrojów poprzecznych, punktów rozproszonych znajdujących się na tych przekrojach oraz granicy TIN wyznaczonej jako obwiednia poprowadzona po wierzchołkach przekrojów. Rzędne wysokościowe służące do budowy modelu stanowiły rzędne zwierciadła wód prawdopodobnych opracowane w ramach obliczeń modelowania hydraulicznego.

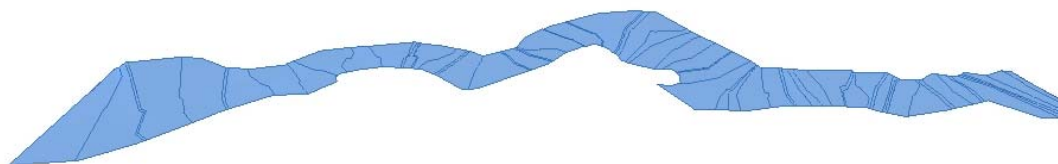


Fig. 5. Numeryczny model powierzchni wody (NMPW).

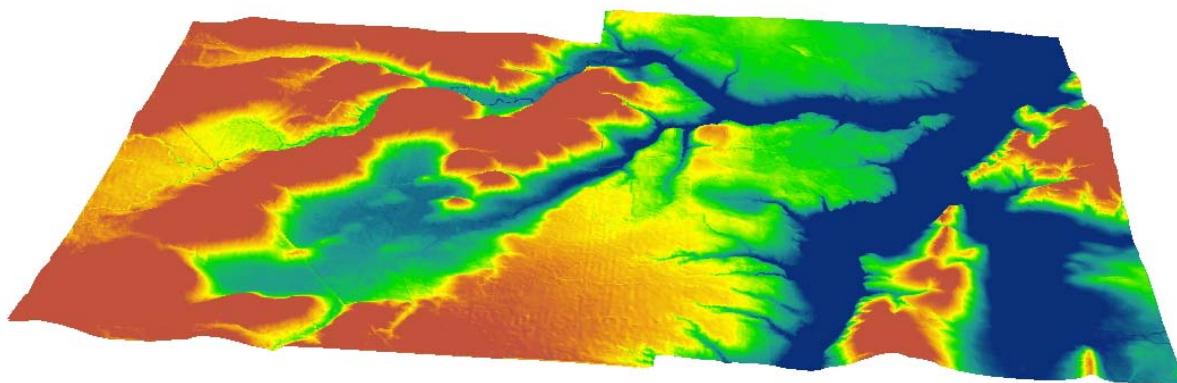


Fig. 6. Numeryczny model powierzchni terenu (NMT).

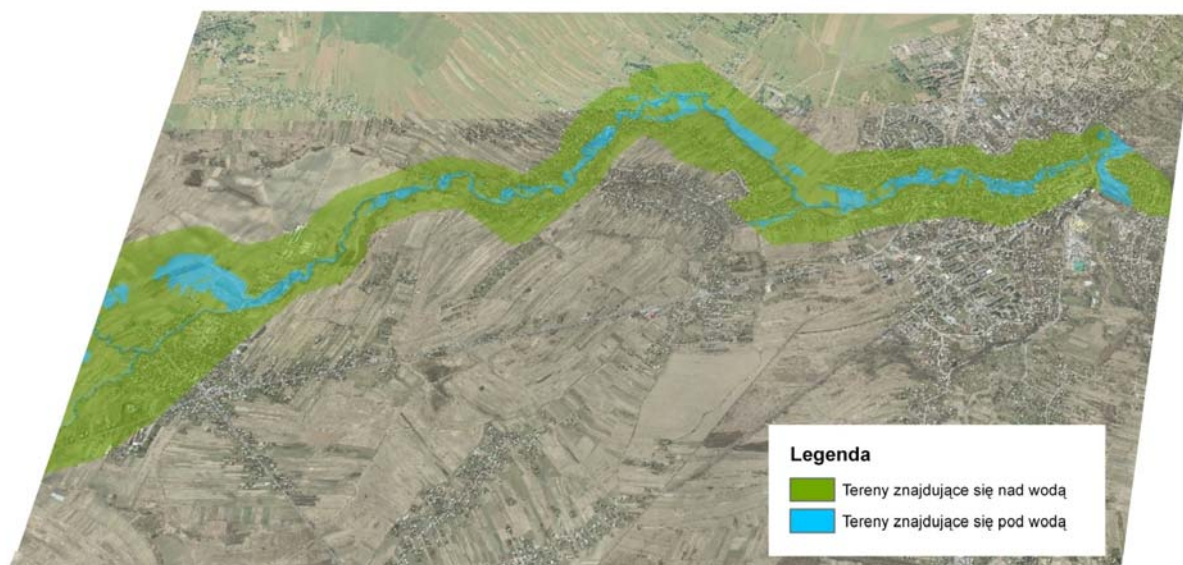


Fig. 7. Wygenerowana strefa zalewowa.

Dysponując gotowym numerycznym modelem powierzchni wody opracowanym w ramach studiów ochrony przeciwpowodziowej, wynikami modelowania 2D dla wybranych miast a także skalibrowanymi i zweryfikowanymi modelami 1D i 2D, pracownicy Ośrodka Koordynacyjno - Informacyjnego Ochrony Przeciwpowodziowej rozpoczęli prace związane z wykonywaniem map zagrożenia powodziowego dla cieków objętych sześcioma opisanymi powyżej projektami. Z uwagi na zmiany w Prawie wodnym, które zastąpiło strefę zalewową Q0,5% scenariuszem niskiego zagrożenia powodziowego Q0,2% konieczne było przeprowadzenie obliczeń hydrologicznych oraz modelowania hydraulicznego dla wszystkich cieków objętych wyżej opisanymi opracowaniami. W przypadku scenariuszy wysokiego (Q10%), oraz średniego zagrożenia powodziowego (Q1%) czynności te nie były wymagane – posłużono się istniejącym NMPW.

Mapy zagrożenia powodziowego powstają wg następującego schematu: wewnątrz granic administracyjnych miast dla których zostały opracowane modele 2D pokazywana jest informacja o zasięgu stref i głębokościach wody pochodzącą z modeli 2D (jako informacja dokładniejsza), natomiast poza ich granicami do wizualizacji zagrożenia powodziowego i głębokości wody wykorzystano strefy z modeli 1D. Wizualizacja prędkości wody wykonywana jest natomiast wyłącznie w obszarach objętych modelami 2D – na osobnych arkuszach map. Wynika to z faktu, iż w przypadku modeli 1D nie jest możliwe zaprezentowanie wiarygodnej informacji o lokalnych prędkościach wody w poszczególnych punktach stref zalewowych, gdyż modele te pozwalają na wyznaczenie jedynie uśrednionych prędkości wody w poszczególnych przekrojach poprzecznych rzeki.

Krosno M-34-80-D-c-3

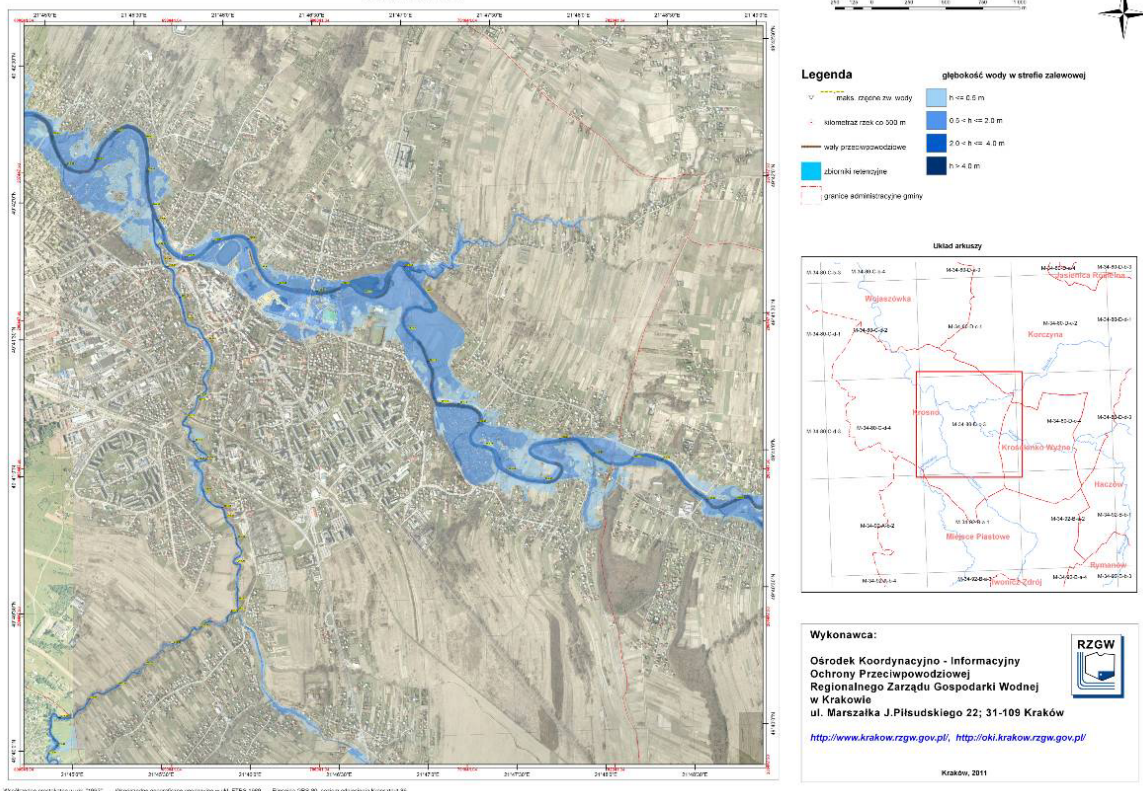


Fig. 8. Mapa zagrożenia powodziowego – rozkład głębokości.

Mapa zagrożenia powodziowego dla obszaru zlewni Wisłoka. Scenariusz [Q1%] wraz z rozkładem prędkości wody.

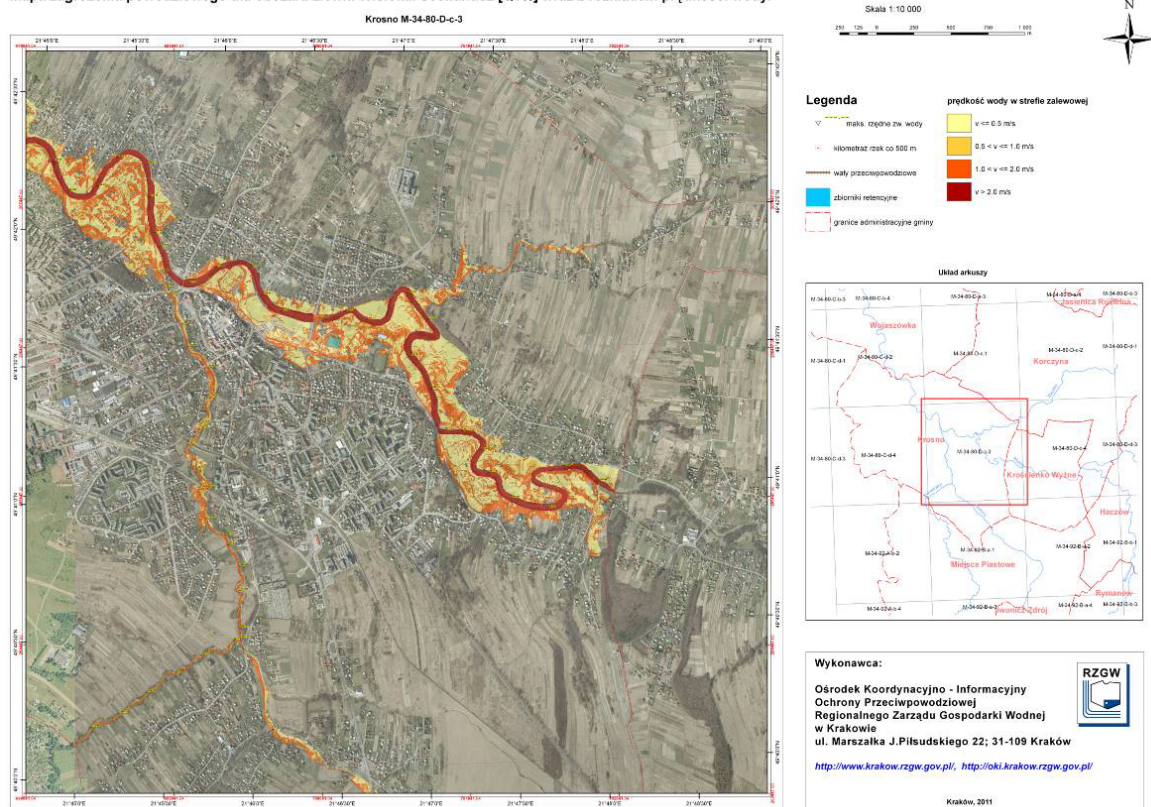


Fig. 9. Mapa zagrożenia powodziowego – rozkład prędkości.

Podsumowanie

Aktualny stan zaawansowania prac RZGW w Krakowie w zakresie dostosowania studiów ochrony przeciwpowodziowej do standardu map zagrożenia powodziowego przedstawia się następująco:

- Do końca stycznia 2012 wykonane zostały mapy zagrożenia powodziowego Q1% w zlewniach Raby, Wisłoki, Wisłoka, Nidy i Czarnej Staszowskiej.
- Obecnie wykonywane są prace związane z opracowaniem map zagrożenia powodziowego Q1% w zlewni Sanu.
- Równocześnie trwają prace związane z wykonywaniem obliczeń hydrologicznych i hydraulicznych dla scenariusza niskiego zagrożenia powodziowego, tj. Q0,2%.
- Do końca br. zostaną wykonane mapy zagrożenia powodziowego Q10%, Q0.2% dla sześciu zlewni objętych opracowaniami opisanymi w przedmiotowym artykule.

Podsumowując, RZGW w Krakowie będzie dysponować do końca 2012 roku mapami zagrożenia powodziowego dla zlewni pokrywających 56% obszaru jego działania. Pozwoli to wykorzystywać te produkty w ramach działań planistycznych wykonywanych zarówno w ramach działań statutowych RZGW jak i w ramach Programu ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły. Będzie to zarazem wkładem RZGW w Krakowie w proces wdrażania zapisów dyrektywy powodziowej w naszym kraju.