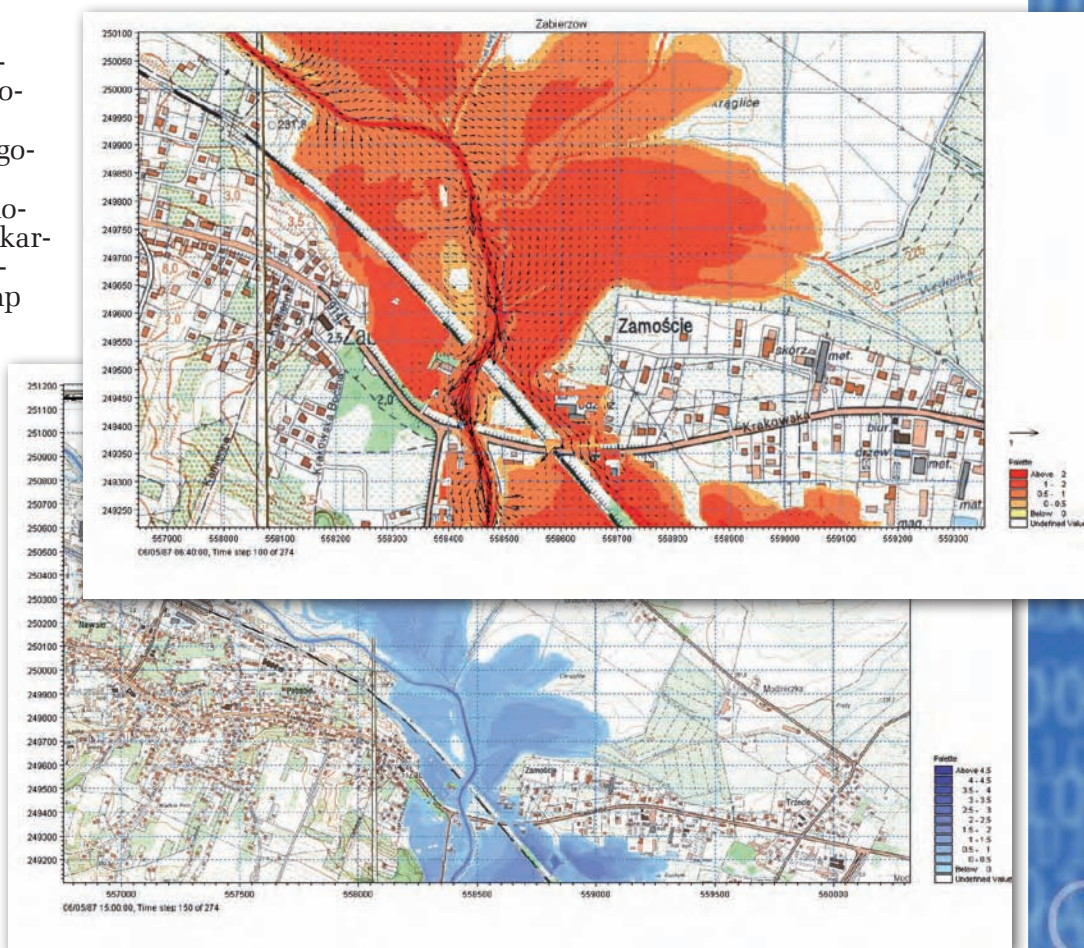


NA KRYZYS

Obowiązująca od 29 listopada 2007 r. dyrektywa powodziowa stawia przed regionalnymi zarządami gospodarki wodnej zadania związane z tworzeniem nowego rodzaju opracowań kartograficznych: map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego.

Pilotażowe projekty, których efektem są propozycje w zakresie sposobów tworzenia i redakcji map zagrożenia i ryzyka powodziowego, przeprowadzono w Ośrodku Koordynacyjno-Informacyjnym Ochrony Przeciwpowodziowej w Regionalnym Zarządzie Gospodarki Wodnej w Krakowie przy współdziałaniu Duńskiego Instytutu Hydrauliki (Oddział w Pradze) oraz niemieckiej firmy inżynierskiej Björnson Beratende Ingenieure GmbH (BCE) z Koblencki. Jako obszar pilotażowy dla wykonania map zagrożenia powodziowego wybrano zlewnię Rudawy (leworzeczny dopływ Wisły o długości 35,8 km, powierzchnia zlewni 318 km²), a dla map ryzyka powodziowego – rzekę Silnica (dopływ Nidy, powierzchnia zlewni 49,4 km²). We wstępnym etapie prac obliczono maksymalny przepływ o określonym prawdopodobieństwie pojawienia się. W przypadku Rudawy do kalibracji obliczeń wykorzystano fale historyczne z lat 1986 i 1997, a weryfikacji modelu dokonano na fali z roku 2001. Fale hipotetyczne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia wygenerowano, wykorzystując metodę Reitza-Krepsa. W przypadku Silnicy – z uwagi na brak posterunków wodowskazowych – w celu określenia kształtu hydrogramu wezbrania posłużono się modelami typu opad-odpływ (w szczególności metodami opartymi na hydrogramie jednostkowym SCS UH oraz Wackermana) z wykorzystaniem mapy glebowo-rolniczej Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.



Rys. 1. Mapy rozkładu głębokości zalewu oraz prędkości wody rzeki Rudawy

• DANE DO MODELI

Kolejne etapy prac obejmowały następujące czynności: schematyzację sieci rzecznej, wprowadzenie przekrojów poprzecznych, wprowadzenie budowli inżynierskich, ustalenie parametrów hydrodynamicznych, ustalenie parametrów początkowych oraz wykonanie obliczeń modelowych (zestawienie map i baz danych przestrzennych wykorzystanych przy opracowywaniu projektów zawiera tabela na s. 33).

Odwzorowanie kształtu i przebiegu sieci rzecznej wykonano przy użyciu numerycznego modelu terenu (NMT) z projektu LPIS (CODGiK 2003-2004), na podstawie którego wygenerowano oś cieków oraz granice koryta głównego. Weryfikację danych pozyskanych bezpośrednio z NMT wykonano na podstawie mapy topograficznej w skali 1:10 000 oraz ortofotomapy 1:5000. Koryta cieków odwzoro-

wano według przekrojów geodezyjnych, a tereny zalewowe na podstawie NMT. Po nadaniu przekrojom georeferencji zapisano je w formacie pliku tekstowego i zaimportowano do modelu hydraulicznego.

W modelu hydraulicznym uwzględniono obiekty inżynierskie, takie jak mosty, kładki i przepusty. W przypadku, gdy obiekty nie posiadały szczegółowej dokumentacji inżynierskiej, przyjmowano geometrię na podstawie obliczeń z kart obiektów, natomiast rzędne spodu i korony mostu na podstawie NMT. Wykorzystując NMT, wykonano także poszerzenie przekrojów korytowych do przekrojów obliczeniowych.

Do zdefiniowania wartości współczynnika szorstkości w przekrojach poprzecznych (w podziale na koryto główne oraz prawą i lewą terasę zalewową) posłużyła ortofotomapa. Po ustaleniu parametrów początkowych wykonano obli-



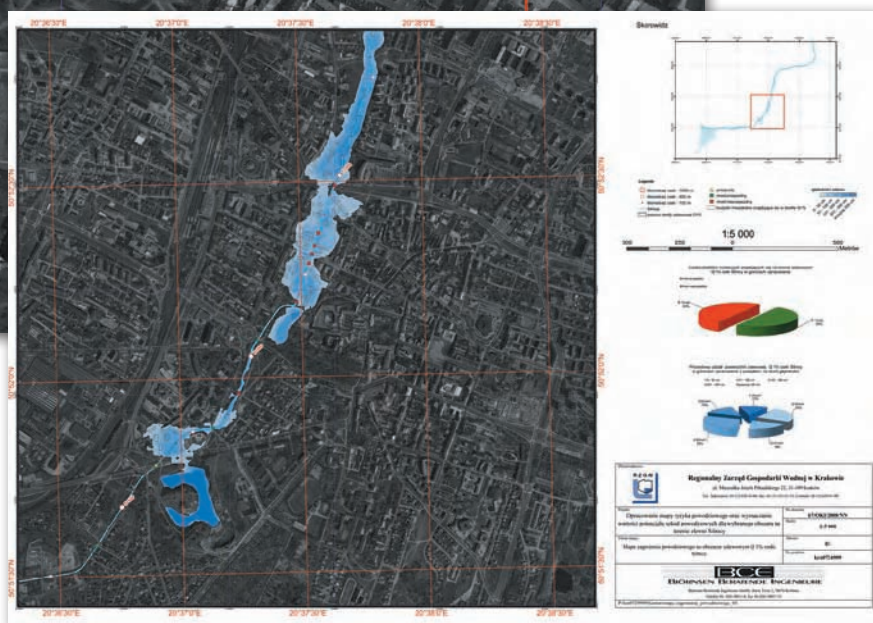
Rys. 4.
Fragment
mapy ryzyka
powodziowego
- potencjalnych
strat
powodziowych
dla rzeki Silnicy

czenia modelowe dla fal hipotetycznych o kulminacji odpowiadającej przepływowi o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia.

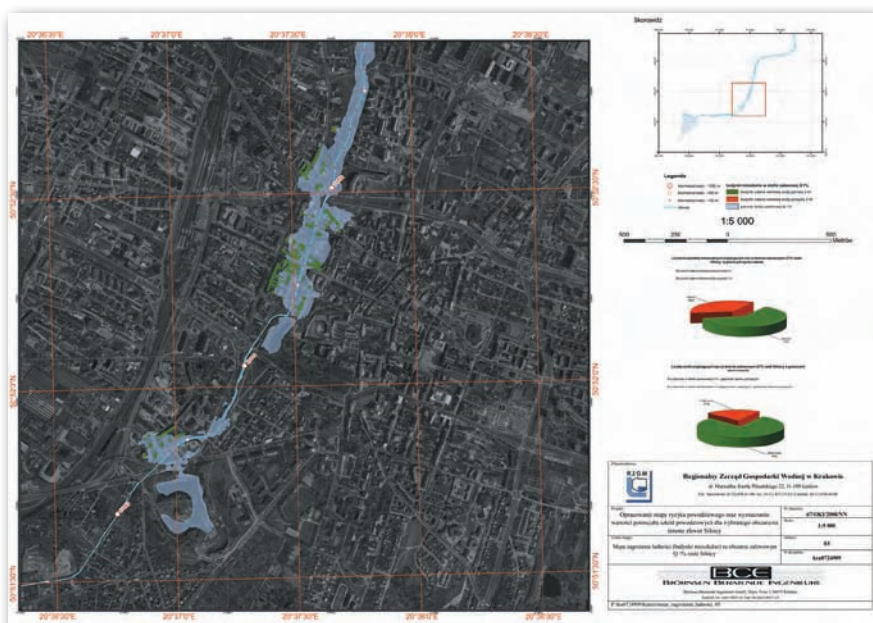
● MAPY ZAGROŻENIA

Do utworzenia map zagrożenia powodziowego dla rzeki Rudawy wprowadzono modele dwuwymiarowe w oprogramowaniu MIKE 21, wykorzystując NMT w postaci TIN (nieregularne trójkąty). Informację o budynkach pozyskano na podstawie map topograficznych w skali 1:10 000. Model dwuwymiarowy obliczał w każdym kroku czasowym wartości napełnienia, przepływu i prędkości dla każdej komórki obliczeniowej tożsamej z rozmiarem piksela NMT wynoszącym 3 x 3 m. Przykład map obejmujących rozkład głębokości zalewu oraz prędkości wody dla rzeki Rudawy prezentuje rys 1.

W przypadku map zagrożenia powodziowego wykonywanych dla Silnicy (rys. 2) strefa zagrożenia powodziowego wraz z głębokościami stref zalewowych stworzona została jako różnica dwóch modeli – NMT oraz numerycznego modelu powierzchni wody. Na mapie zaznaczono ponadto kilometry rzek, linii rzecznej, budowle hydrotechniczne, budowle mostowe oraz ich przejezdność w czasie powodzi, naniesiono także zarysy budynków mieszkalnych znajdujących



Rys. 2. Mapa zagrożenia powodziowego dla rzeki Silnicy



Rys. 3. Mapa ryzyka powodziowego - zagrożenia ludności dla rzeki Silnicy

ZESTAWIENIE DANYCH PRZESTRZENNYCH WYKORZYSTANYCH PRZY OPRACOWANIU PROJEKTÓW DLA RZECI RUDAWY ORAZ SILNICY

Nazwa projektu pilotażowego	Model oraz wizualizacja zagrożenia powodziowego dla rzeki Rudawy z wykorzystaniem oprogramowania Mike Flood (modelowanie jedno- i dwuwymiarowe)	Opracowanie map ryzyka powodziowego oraz wyznaczanie wartości potencjalnych strat powodziowych dla wybranego obszaru na terenie zlewni Silnicy	
Produkt finalny	Mapy zagrożenia powodziowego (zasięg i głębokości zalewu wodą o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 0,1\%$)	Mapy zagrożenia powodziowego (zasięg i głębokości zalewu wodą o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$)	Mapy ryzyka powodziowego przedstawiające: ● potencjalne straty powodziowe ● zagrożenia ludności ● kategorie działalności przemysłowej, ● obszary chronione oraz inne istotne źródła zanieczyszczeń
Wykorzystane dane przestrzenne	<ul style="list-style-type: none"> ● NMT wykonany metodą fotogrametryczną ze zdjęć lotniczych 1:13 000 w ramach LPIS (CODGiK 2003-2004) ● przekroje geodezyjne koryta rzeki Rudawy (IMiGW 2005-2007) ● mapy topograficzne 1:10 000 (CODGiK 1994) 	<ul style="list-style-type: none"> ● NMT wykonany metodą fotogrametryczną ze zdjęć lotniczych 1:13 000 w ramach LPIS (CODGiK 2003-2004) ● przekroje geodezyjne koryta rzeki Silnicy (Geoprojekt 2006) ● mapy topograficzne 1:10 000 (CODGiK 1994) ● mapy zasadnicze 1:1000 (Geoprojekt 2006) ● ortofotomapy 1:5000 ze zdjęć lotniczych 1:13 000 (CODGiK 2003-2004) ● mapy glebowo-rolnicze 1:25 000 (IUNiG 2008) ● mapy hydrograficzne 1:50 000 (CODGiK 2004) 	<ul style="list-style-type: none"> ● NMT wykonany metodą fotogrametryczną ze zdjęć lotniczych 1:13 000 w ramach LPIS (CODGiK 2003-2004) ● przekroje geodezyjne koryta rzeki Silnicy (Geoprojekt 2006) ● mapy topograficzne 1:10 000 (CODGiK 1994) ● mapy zasadnicze 1:1000 (Geoprojekt 2006) ● ortofotomapy 1:5000 wykonane ze zdjęć lotniczych 1:13 000 (CODGiK 2003-2004) ● baza danych topograficznych TBD (CODGiK 2006) ● warstwa informacyjna „budynki 3D” (Techmex) ● CORINE Land Cover 2000 (GIOŚ 2004) ● mapy glebowo-rolnicze 1:25 000 (IUNiG 2008) ● mapy hydrograficzne 1:50 000 (CODGiK 2004) ● mapy sozologiczne 1:50 000 (CODGiK 2005) ● mapa geośrodowiskowa 1:50 000 (PIG)

się w wygenerowanej strefie zalewowej. Ten ostatni element możliwy był dzięki wykorzystaniu pochodzącej z TBD warstwy „budynki”.

● MAPY RYZYKA – STANDARDY

Dla wykonywanych w projekcie map ryzyka powodziowego zastosowano standardy niemieckie wykorzystywane przy tworzeniu Atlasu Renu wraz z wartościami majątkowymi oszacowanymi dla terenu Niemiec (z podziałem na majątek nieruchomy i ruchomy). Standardy te dotyczyły: przyjęcia granicznej głębokości określającej stopień zagrożenia (2 m), sześciu klas użytkowania terenu, a także stosowania się do metody funkcji strat zależnych od klas użytkowania terenu. Komplet map wypełniających treść zapisów dyrektywy powodziowej (dla scenariusza średniego prawdopodobieństwa powodzi – zasięg zalewu wody Q1%) dzieli się na 3 odrębne grupy. Są to mapy ryzyka powodziowego przedstawiające:

- zagrożenie ludności (rys. 3),
- potencjalne straty powodziowe (rys. 4),
- kategorie działalności przemysłowej, obszary chronione oraz inne istotne źródła zanieczyszczeń.

● ZAGROŻENIE LUDNOŚCI

Do wykonania map ryzyka powodziowego przedstawiających zagrożenie ludności wymagane było posiadanie infor-

macji o liczbie mieszkańców dla danego terenu. Wobec braku danych o zasiedleniu poszczególnych budynków, określono liczbę ludności, poddając analizie następujące warstwy informacyjne GIS: „budynki” z TBD oraz „budynki 3D” z zasobów UM Kielce. Przyjęcie budynku modelowego o odpowiedniej powierzchni, wysokości kondygnacji oraz liczbie zamieszkujących osób pozwoliło na stworzenie warstwy zawierającej budynki w strefie zagrożenia powodziowego o atrybutach informujących o liczbie mieszkańców oraz głębokości zalania wodą (mniejszej i większej niż 2 m).

● STRATY POWODZIOWE

Niezbędne do opracowania map potencjalnych strat powodziowych informacje o 6 klasach użytkowania terenu (obszary zasiedlone, obszary przemysłowe, infrastruktura komunikacyjna, rolnictwo, lasy i inne) pozyskano na podstawie TBD, bazy danych CORINE Land Cover (wektorowa baza danych o dokładności mapy w skali 1:100 000) oraz map topograficznych 1:10 000. Dla określenia średniej głębokości dla każdego z poligonów tworzących poszczególne klasy użytkowania terenu wykorzystano warstwę z głębokościami zalewu opracowaną przy tworzeniu map zagrożenia powodziowego (zawierały informacje o głębokości zalewu dla każdego piksela rastra). Na podstawie danych głębokościowych dla każdego

z poligonów wyliczono średnią głębokość zalewową i wielkość potencjalnych strat (będących funkcją głębokości). Następnie zsumowano wielkości potencjalnych strat w klasie użytkowania i utworzono mapy potencjalnych strat, wykorzystując odpowiednie przedziały wielkości wyrażone w euro (0-1 tys., 1-100 tys., 100 tys.-1 mln, 1-10 mln, powyżej 10 mln).

● KATEGORIE DZIAŁALNOŚCI I OBSZARY CHRONIONE

Do wykonania ostatniej grupy map ryzyka powodziowego konieczne było zidentyfikowanie instalacji wymagających pozwoleń zintegrowanych (Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC) zgodnie z załącznikiem I do dyrektywy 96/61/WE z 24 września 1996 r. oraz obszarów chronionych określonych w załączniku IV do dyrektywy 2000/60/WE z 23 października 2000 r. Wobec braku zagregowanych warstw GIS-owych dla tego typu obiektów, stworzono je na podstawie: informacji udostępnionych na stronie internetowej Ministerstwa Środowiska, rozproszonych warstw informacyjnych GIS z RZGW, TBD oraz map hydrograficznych, sozologicznych i geośrodowiskowych.

Opracowanie zespołu pracowników
Ośrodka Koordynacyjno-Informacyjnego
Ochrony Przeciwpowodziowej RZGW
w Krakowie pod redakcją **Krzysztofa Kondziółki**