

# DTM dla Soly

**Z Kazimierzem Słoniowskim  
i Haliną Szymczak z PPGK z Warszawy,  
współtwórcami DTM dla odcinka Soly,  
rozmawiają  
Katarzyna Pakuła-Kwiecińska  
i Anna Wardziak**





Katastrofalna powódź z 1997 r. uświadomiła władzom konieczność opracowania numerycznego modelu terenu (DTM) obszarów zagrożonych zalaniem. DTM umożliwia dynamiczną analizę przyboru wód oraz symulację ewentualnych zagrożeń. Wykorzystanie tych danych może posłużyć do obrony przed żywiołem. Dlatego wzdłuż rzek wyznaczono pasy terenu, dla których ma być zbudowany DTM. W sierpniu 1998 r. GUGiK ogłosił pierwszy przetarg na wyłonienie generalnego wykonawcy topograficznej bazy danych oraz utworzenie numerycznego modelu terenu dla wybranych odcinków Wisły i Dunajca. Realizację tego zadania rozpoczęto niedawno, gdyż umowę ze zwycięskim konsorcjum podpisano dopiero w kwietniu br. Natomiast pod koniec maja br. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Poznaniu (jednostka wdrożeniowa dla budowy DTM i topograficznej mapy numerycznej w ramach programu Banku Światowego) wystosował zaproszenie do udziału w postępowaniu o udzielenie zamówienia na wykonanie takiego opracowania dla dolin niektórych rzek. Rozstrzygnięcie przetargu nastąpi prawdopodobnie w grudniu br., a zakończenie prac – w czerwcu 2001 r. Przykładem gotowego już DTM odcinka rzeki oraz jego wykorzystania dla potrzeb gospodarki może być praca wykonana przez Państwowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne z Warszawy na zlecenie Okręgowej Dyrekcji Gospodarki Wodnej w Krakowie. Opracowanie to (dotyczące obszaru koryta rzeki Soły) zdobyło w tym roku pierwszą nagrodę w Konkursie Jakości Prac Geodezyjnych organizowanym przez SGP. Tymczasem w pierwszej dekadzie lipca br. Podbeskidzie nawiedziła kolejna powódź. Największe zniszczenia zanotowano w okolicach Rajczy, która znajduje się w obszarze opracowanego DTM.



**GEODETA: Jaki obszar obejmuje nagrodzone opracowanie?**

**KAZIMIERZ SŁONIOWSKI:** 300-metrowy pas długości 25 km wzdłuż koryta Soły na odcinku Żywiec – Rajcza. Ponieważ do map zastosowaliśmy – tak jak to się praktykuje na wydłużonych obiektach – krój wstęgowy, na tym odcinku uzyskaliśmy 27 arkuszy mapy kreskowej.

**Co wchodziło w zakres pracy?**

**K.S.:** Treść techniczna opracowania obejmowała: mapę sytuacyjno-wysokościową w skali 1:1000 wraz z ewidencją gruntów i urządzeniami podziemnymi, numeryczny model terenu (DTM) wraz z dnem rzeki oraz przekroje poprzeczne dna rzeki generowane z DTM.

Mapa tworzy system nakładkowy – w zakresie treści i znaków zgodny z obowiązującą instrukcją K-1 – i spełnia wymogi dokładnościowe skali 1:1000. Rzeźbę terenu przedstawiono za pomocą rysunku warstwicowego, o cięciu zasadniczym 1 m, wygenerowanego z DTM na podstawie siatki pikiet o gęstości 5-8 m oraz linii strukturalnych. Sieć uzbrojenia podziemnego opracowano na podstawie danych uzyskanych w Wojewódzkim Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Żywcu oraz uzgodniono z branżami. Ze względu na małą dokładność części map ewidencyjnych (kataster austriacki) wektoryzacja w rejonie gminy Rajcza została wykonana na podkładzie opracowanej mapy sytuacyjno-wysokościowej. To wszystko zostało zrealizowane w naszej pracowni przez grupkę ludzi.

**Jak duży zespół pracował nad tym tematem?**

**K.S.:** Spoza pracowni chciałbym podkreślić udział kierownika naszego Zakładu Z-4 Andrzeja Ćwiklińskiego, który wielokrotnie okazywał nam pomoc i służył radą. Natomiast stały skład zespołu to siedem osób: Teresa Budaszewska (obserwator), Maryla Kossobudzka (obserwator), Janusz Masłowski (obserwator), Marek Siedlecki (obserwator), Halina Szymczak (redaktor), Andrzej Śliwiński (informatyk) i ja. Aby wykonać takie zadanie, trzeba mieć fachowców, którzy dobrze widzą przestrzennie i mają bogate, wieloletnie doświadczenie w rysowaniu map, tak jak nasi obserwatorzy i redaktor. Takich fachowców nie ma już w kraju wielu.

**Do jakich celów ODGW w Krakowie zamówiło to opracowanie?**

**K.S.:** Pod regulację Soły. To jest mała rzeczka, ale bardzo gwałtownie wylewa, porywa mosty i domy, choć przy niskim stanie wody wygląda całkiem niepozornie. Soła w czasie powodzi wyrządziła bardzo dużo szkód, co wyraźnie widzieliśmy na zdjęciach. Numeryczny model terenu i przekroje poprzeczne co ok. 100 m potrzebne były właśnie do celów projektowych.

**HALINA SZYMCZAK:** W czasie wykonywania zdjęć poziom wody był niski, dzięki czemu można było na autografach postawić punkty na dnie rzeki.

**Czy PPGK wykonywało zdjęcia we własnym zakresie?**

**K.S.:** Tak. Dawno już stwierdziliśmy, że robotę warto wykonywać samemu od początku do końca, gdyż wtedy zapewniona jest jej wysoka jakość. Duże deniwelacje terenu (zbocze wznosi się niemal pionowo na wysokość 300-400 m), kręte koryto oraz niewielka wysokość lotu (500 m) sprawiły, że wykonanie zdjęć było bardzo trudne technicznie. „Antek”, który lata powoli, radził sobie jakoś, ale „Cessna 402B” jest szybsza i pilot musiał wykazać duże umiejętności nawigacyjne. Na szczęście dzięki wprawie pilotów wszystko się powiodło.



▲ Od lewej: kierownik zakładu Andrzej Ćwikliński oraz Halina Szymczak, Andrzej Śliwiński, Maryla Kossobudzka, Teresa Budaszewska, Kazimierz Słoniowski i Marek Siedlecki – FOT. ANNA WARDZIAK

◀ Na stronie obok: fragment zdjęcia lotniczego okolic Rajczy (ujście Ujsoły do Soły) wykorzystanego do opracowania DTM

**W jakim okresie były robione zdjęcia?**

**K.S.:** Na przełomie kwietnia i maja ub.r.

**Jakie zdjęcia wykonano na obszarze opracowania?**

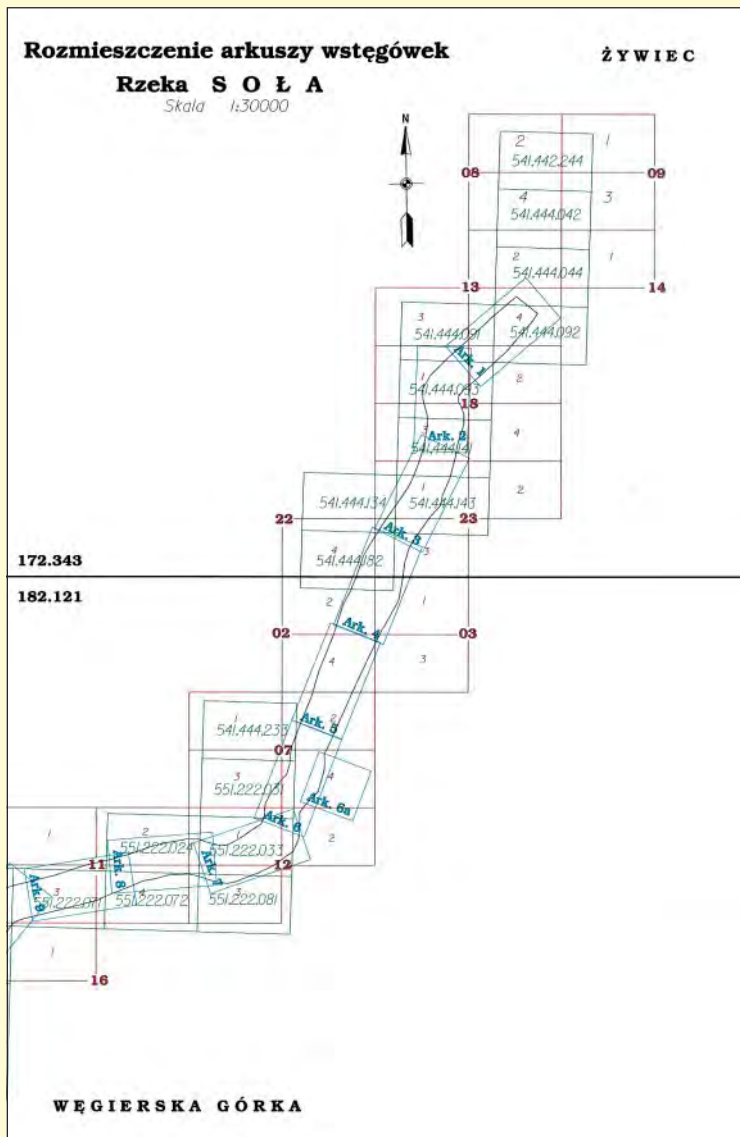
**K.S.:** Około 200 czarno-białych zdjęć w skali 1:4000. Wykonanie ich zostało poprzedzone założeniem osnowy fotogrametrycznej potrzebnej do rozwinięcia aerotriangulacji. Fotopunkty były sygnalizowane przed nalotem krzyżami maltańskimi (krzyże malowane na papierze umocowanej do podłoża za pomocą kołków).

**Jakie były kolejne etapy opracowania?**

**K.S.:** Po wykonaniu zdjęć odbył się pomiar osnowy terenowej metodą GPS w nawiązaniu do punktów najnowszej osnowy POLREF. Następnym etapem była aerotriangulacja, czyli zagęszczenie osnowy fotogrametrycznej punktami wiążącymi, niezbędnymi do opracowania mapy na autografach. Aerotriangulacja jest wykonywana na stereokomparatorze precyzyjnym. Wykorzystujemy Stekometr C Zeissa, który nie ustępuje dokładnością autografom analitycznym. Błąd wyznaczenia położenia punktu w aerotriangulacji po wyrównaniu jest rzędu 5-8 mikrometrów w skali zdjęcia. Czasami nawet uzyskujemy większe dokładności, ale wówczas sygnalizowane są nie tylko fotopunkty, ale również punkty wiążące. Po wyznaczeniu współrzędnych punktów wiążących następuje etap rysowania map na autografach (są one wprawdzie analogowe, ale sprzężone z komputerami). Wykorzystujemy autografy Wilda A10 i A8. Również na Stekometrze jest rysowana mapa – ten instrument adaptowany został do rysowania map przez Politechnikę Warszawską, choć jego pierwotne przeznaczenie to wyznaczanie współrzędnych.

**W którym momencie zaczyna się opracowanie numeryczne?**

**K.S.:** Dane do modelu numerycznego są zbierane na autografach w trakcie rysowania mapy. Są to: siatka pikiet o dużym zagęszczeniu (z której generowane są również warstwy), linie nieciągłości i punkty charakterystyczne terenu.



#### Jak długo trwała realizacja tego opracowania?

**K.S.:** Pracę tę można podzielić na dwa etapy. Pierwszy z nich – wykonanie zdjęć – to jest zawsze loteria, bo do nalotu potrzebna jest odpowiednia pogoda. W Polsce mamy bardzo mało dni dogodnych do wykonywania zdjęć fotogrametrycznych. Jest to wczesna wiosna (marzec, kwiecień) i jesień (wrzesień, październik). O tym często zapominają zleceniodawcy. Dobrze też, żeby poziom wody był jak najniższy, bo wtedy widoczne jest dno rzeki. Zgrania wymaga również wykonanie sygnalizacji z nalotem. W przypadku Soły nie zdążyliśmy wykonać zdjęć w 1997 r., ponieważ po zasygnalizowaniu fotopunktów zaskoczyła nas zima. Wróciliśmy do prac wiosną. W sumie nalot trwał 2 dni. Pomiar osnowy GPS-em zajął niewiele więcej (3 dni), a warto pamiętać o tym, że kiedyś klasycznie mierzono się tygodniami. Natomiast drugi etap – praca kameralna – trwał ok. 3-4 miesiące.

**H.S.:** Opracowanie kameralne było niezwykle czasochłonne. Na tym terenie były katastry austriackie (w skali 1:2880), z których dane trzeba było wpasować w naszą mapę. Istotne było, by ewidencja znalazła się na mapach, żeby projektant wiedział, co go czeka w przypadku wywłaszczenia. Po powodzi bardzo zmieniła się granica rzeki, a na naszej mapie pokazany został zasięg zalewu. Są miejsca, gdzie woda wylała na znacznych obszarach, a w Milówce powódź porwała nawet most.

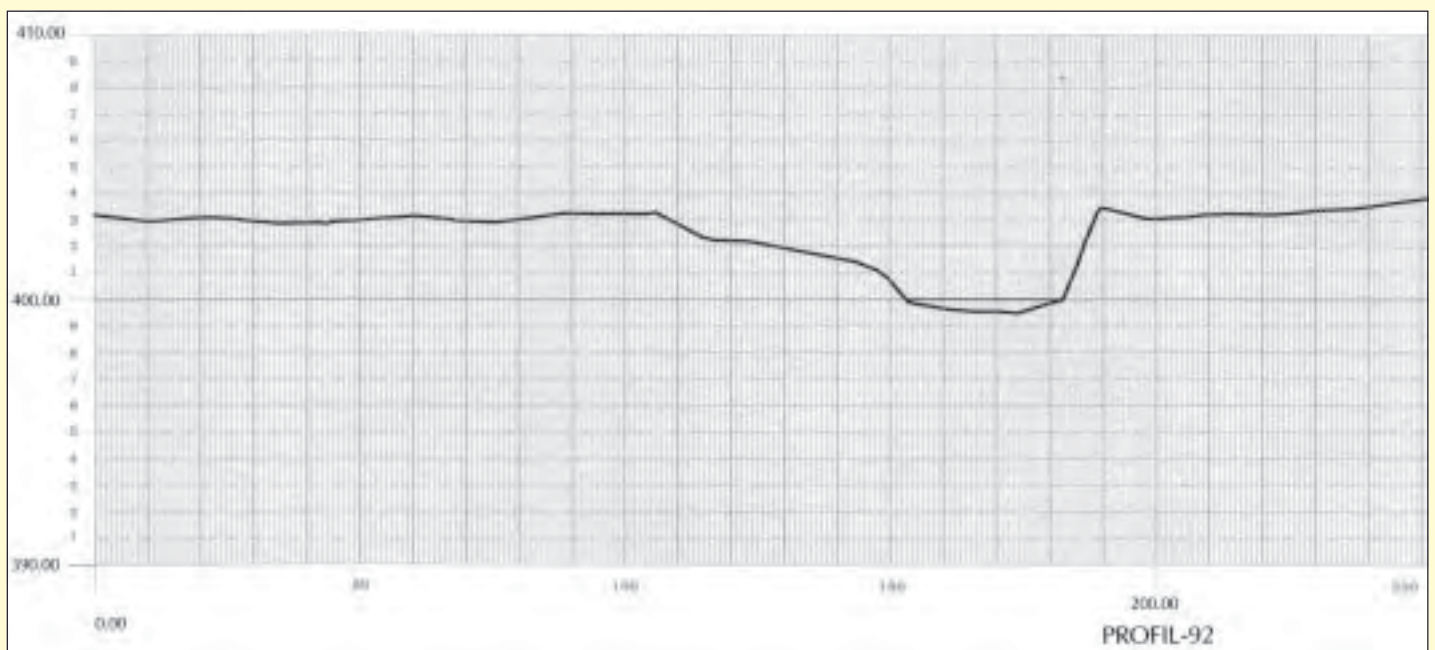
#### Jakie dokładności udało się uzyskać w wyniku opracowania?

**K.S.:** Dokładność wysokościowa modelu wyniosła +/- 20 cm. Osnowa fotogrametryczna mierzona była z dokładnością MXYH +/- 2 cm. Na etapie aerotriangulacji uzyskaliśmy średni błąd położenia punktu +/- 8 cm, a błąd transformacji na autografie +/- 10 cm. W efekcie daje to błąd wysokościowego położenia punktu w granicach 15 cm.

◀ Fragment planu rozmieszczenia arkuszy wstępówek Soły

Na stronie obok: Fragment mapy numerycznej koryta Soły

▼ Przykładowy profil uzyskany z DTM





## Jakie oprogramowanie wykorzystano podczas prac?

**H.S.:** Numeryczna mapa sytuacyjno-wysokościowa w skali 1:1000 została opracowana autogrametrycznie w systemie MicroStation metodą kameralnego uczytelnienia zdjęć lotniczych, sprawdzenia makroskopowego i pomiaru uzupełniającego. Model numeryczny wypuszczamy z wykorzystaniem aplikacji do MicroStation Site Works lub MGM Modeler. Ewidencja gruntów została opracowana poprzez zeskanowanie map ewidencyjnych, ich transformację i wektoryzację z zastosowaniem programu IRAS/B w systemie MicroStation.

Dla całego opracowania wykonano profile poprzeczne, obejmujące szerokość pasa opracowania, w module określonym przez zamawiającego (aplikacja Site Works). Programy te mieliśmy wdrożone wcześniej. Instrumenty analogowe zostały adaptowane do opracowań numerycznych. Jednak problemy techniczne pojawiają się non stop i pomagają nam je rozwiązywać informatyk.

## Czy w czasie prac pojawiały się jakieś inne kłopoty i trudności?

**K.S.:** Poza samym wykonaniem zdjęć, które było dość trudne, w trakcie opracowania kameralnego praca była żmudna, bo teren jest górzysty i miejscami zakryty. Mapa momentami była dość gęsta sytuacyjnie. Rysowanie dna wymagało szczególnej uwagi i skupienia, by stereoskopowo stawać dokładnie na dnie. Przez niezbyt głęboką i czystą wodę widać było dno, a pomiar kontrolny przeprowadzony w terenie dał bardzo dobre wyniki. Nawiasem mówiąc, sporym osiągnięciem jest to, że ze zdjęć lotniczych udało nam się zrobić również model numeryczny dna rzeki.

## Czym to opracowanie zasłużyło sobie na nagrodę w Konkursie Jakości Prac Geodezyjnych organizowanym przez SGP?

**K.S.:** Z tego, co się dowiedzieliśmy, komisji podobała się oryginalność tego wykonania, bo do tej pory w naszej geodezji produktem finalnym był wyplot w postaci mapy kreskowej. Tutaj obok materiału graficznego mamy model numeryczny, który można później numerycznie przetwarzać i przeprowadzać na nim różnego rodzaju symulacje...

## ...I projektować np. regulację tej rzeki. Jest trochę satysfakcji z takiej pracy?

**H.S.:** Na pewno tak. W ubiegłym roku podczas wykonywania tego opracowania wszyscy zrezygnowaliśmy z urlopow. Zaangażowanie zespołu było ogromne. Nie spodziewaliśmy się, że to będzie takie ciekawe przedsięwzięcie. Poza tym cieszy, że praca wykonana przez polskich fotogrametrów wykazała wielką przydatność fotogrametrii dla potrzeb gospodarki narodowej.

Z przyjemnością myślimy też o tym, że nasz DTM został od razu wykorzystany do projektowania regulacji rzeki.

## Czy macie Państwo kolejne ambitne plany na przyszłość?

**H.S.:** Zaczynamy właśnie podobne opracowanie, ale dla Wisły na odcinku od Annapola k. Sandomierza do Włocławka. W sumie pas o długości 380 km i szerokości do wałów plus 100 m za wałami. Skala opracowania – 1:10 000. Obejmuje ono, oprócz samej mapy, numeryczny model terenu (o dokładności wysokościowej +/- 50 cm) oraz ortofotomapę.

Dziękujemy za rozmowę i życzymy dalszych sukcesów. ■

