

**PORÓWNANIE WPLYWU WYBRANYCH METOD REDUKCJI NMT
W TWORZENIU MAP ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO**

**COMPARISON OF THE IMPACT OF SELECTED DTM REDUCTION METHOD
IN FLOOD HAZARD MAP CREATION**

Krzysztof Bakula

Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej
Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska

SŁOWA KLUCZOWE: numeryczny model terenu, redukcja, mapa zagrożenia powodziowego, duże zbiory danych, LiDAR

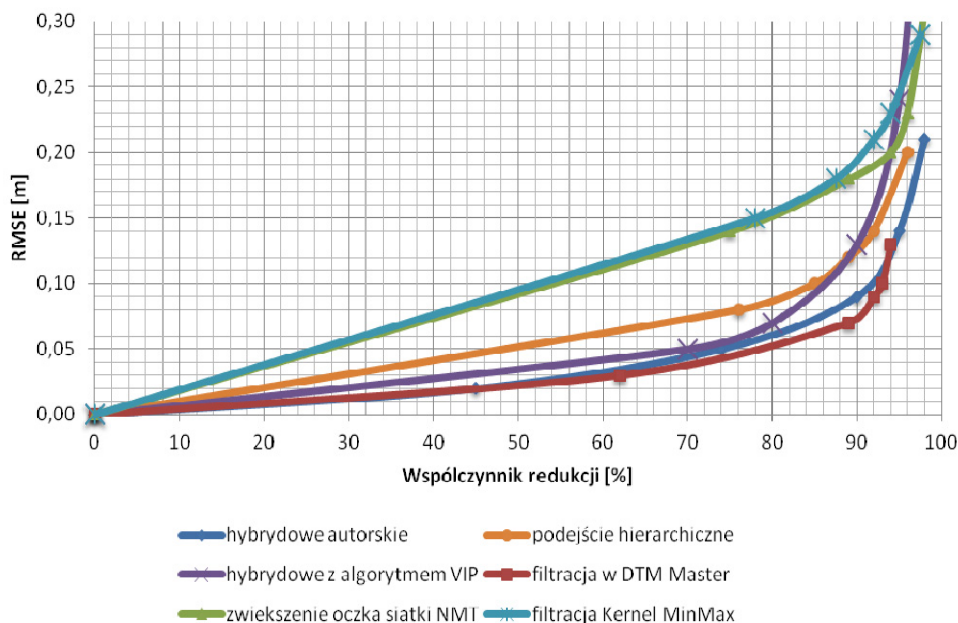
STRESZCZENIE: Oprogramowania tworzące mapy zagrożenia związanego z kataklizmem powodzi opierają się w dużej mierze na danych o terenie w formie numerycznego modelu terenu. Produkt ten generowany jest na podstawie danych ze skaningu laserowego, który dostarcza odpowiednio dokładne, ale i ogromne zbiory danych, stwarzające problemy dla skomplikowanych obliczeń przy modelowaniu hydraulicznym. W niniejszej pracy przedstawiono wpływ redukcji NMT na określanie miejsc potencjalnego wystąpienia katastrofy powodzi poprzez tworzenie map zagrożenia powodziowego. Numeryczny model terenu obszaru testowego poddany został znaczącej redukcji wybranymi metodami, co posłużyło do późniejszych analiz związanych z jej wpływem na wielkość obszaru zagrożonego katastrofą powodzi. Celem badania jest przede wszystkim udowodnienie istnienia możliwości wykorzystania jedynie nieznacznej części informacji zawartej w NMT dla stworzenia równie wysoko dokładnych opracowań co takie, dla pozyskania których wykorzystano oryginalne dane. Wyniki doświadczenia potwierdzają przypuszczenie o niewielkich rozbieżnościach w określeniu miejsc zagrożonych powodzią pomiędzy analizami z użyciem oryginalnych danych i tych poddanych różnowariantowej redukcji.

1. WPROWADZENIE

Ostatnie lata pokazują, że zjawisko powodzi jest powszechne na całym świecie. W Europie rok 2010 zapisał się katastrofami powodującymi ofiary w ludziach i milionowe straty dla gospodarki. Z tego powodu od lat duża uwaga rządów wielu krajów zwrócona jest na zapobieganie powodzi. Znalazło to odzwierciedlenie w *Dyrektywie 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim*, zwanej potocznie „dyrektywą powodziową”, która nakłada państwowym członkowskim UE m.in. obowiązek stworzenia map zagrożenia powodziowego do 2013 roku, wyznaczających obszary zagrożone kataklizmem (Dyrektywa 2007/60/WE). Mapy te obejmować powinny przede wszystkim potencjalny zasięg powodzi, ale również głębokości wody, a w odpowiednich przypadkach, prędkość jej przepływu lub odnośny przepływ wody.

W tworzonych opracowaniach hydrologicznych szczególną rolę, poza pokryciem terenu, odgrywa wysoce dokładny numeryczny model terenu, dostarczany obecnie za pomocą lotniczego skaningu laserowego. LiDAR wybrany został jako źródło danych do tworzenia NMT dla określania zagrożenia powodziowego z wielu powodów, co wykazane zostało w licznych publikacjach (Kraus, 2003, Mandlburger *et al.*, 2008). Jest to technika, która w szybki sposób dostarcza nam informacji o wysokości terenu. Daje ona punkty o gęstości rzędu od kilku do kilkunastu punktów na metr kwadratowy z dokładnością mniejszą niż 15–20 cm (Cobby *et al.*, 2001; Mandlburger, Briese, 2007). Dane pochodzące ze skaningu laserowego mogą zostać również wykorzystane w określaniu zagrożenia powodziowego w inny sposób. Uczestniczyć mogą m.in. w procesach klasyfikacji pokrycia terenu (Casas *et al.*, 2010), co ma znaczący wpływ na prędkość przechodzenia fali wezbraniowej.

Skaning laserowy może być źródłem danych dla wielu zagadnień w analizach hydrologicznych (Brügelmann, Bollweg, 2004), ale jego głównym zastosowaniem jest bezsprzecznie dostarczenie wysoce dokładnego numerycznego modelu terenu. Przykładem takiego produktu może być NMT o oczku siatki GRID wielkości 1 m, który tworzony jest jako jeden z produktów projektu ISOK, stanowiącego realizację dyrektywy powodziowej w Polsce. Produkt taki z racji swojej rozdzielczości stanowi ogromne zbiory danych, co w opracowaniach wielkoskalowych i złożonych algorytmach związanych z matematyczną definicją modelu ruchu wody, może stwarzać istotne problemy. Wiele programów jest zatem ograniczonych, jeżeli chodzi o liczbę punktów opisujących numeryczny model terenu, co wiąże się ze skomplikowanymi obliczeniami w modelowaniu fali powodziowej (Mandlburger, Briese, 2007).



Rys. 1. Zależność wielkości błędu średniego zredukowanego NMT względem oryginalnego w funkcji współczynnika redukcji

Niniejsza praca jest kontynuacją badań nad możliwościami redukcji danych w postaci numerycznego modelu terenu oraz jej oddziaływaniem na dokładność analiz związanych z określaniem zagrożenia powodziowego. Przewiedzione podczas 7. Sympozjum Mobile Mapping Technology w Krakowie rezultaty (Bakuła, 2011) pokazały, że istnieje możliwość zredukowania informacji wysokościowej o terenie z danych LiDAR o ponad 90%, bez znacznej utraty dokładności uzyskanego NMT (rys. 1).

2. OPIS EKSPERYMENTU

2.1. Obszar testowy

Obszar testowy wykorzystany w opisywanym eksperymencie to teren miasta Wrocławia, szczególnie dotkniętego katastrofą powodzi w 1997 i 2010 roku. Numeryczny model terenu dla tego obszaru pochodzi z danych ze skanera OPTTECH ALTM 2050 o gęstości 3–4 punktów na metr kwadratowy. Pierwotnym celem tego projektu z 2006 roku było stworzenie wysokorozdzielczej ortofotomapy, NMT i NMPT dla miasta Wrocławia. Do analiz związanych z określeniem zagrożenia klęską powodzi wykorzystano dodatkowo przekroje poprzeczne zawierające informacje o kształcie koryta rzecznej, co umożliwiło odtworzenie numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW).

2.2. Metodyka badań

Doświadczenie polegało na ponad dziewięćdziesięcioprocentowej redukcji NMT obszaru testowego sześcioma metodami i porównanie wyników analizy zagrożenia powodziowego dla fragmentu miasta Wrocławia. Wykorzystane podejścia w redukcji modelu terenu bazują na różnych strukturach tego produktu, do stworzenia którego wykorzystano również różne metody filtracji danych. Redukcja ta polegała przede wszystkim na automatyzacji procesu, podczas którego zachowane zostały punkty zawierające istotną informację z punktu widzenia jego wpływu na symulację przejścia fali wezbraniowej. Punkty w nadliczbowy sposób opisujące już zamodelowaną powierzchnię terenu były usuwane ze zbioru danych. Wykorzystane metody redukcji szczegółowo opisane zostały w poprzedniej publikacji (Bakuła, 2011). Pierwszą grupę metod redukcji stanowiły podejścia, w wyniku których otrzymywano strukturę hybrydową numerycznego modelu terenu, gdzie dodatkowe punkty opisujące powierzchnię pozyskiwane były różnymi sposobami. Model hybrydowy autorski wykorzystywał różnice wysokości pomiędzy sąsiednimi punktami siatki GRID – dla każdego punktu, gdy różnica ta w 4 kierunkach była mniejsza niż maksymalna, zadeklarowana wartość ΔZ (nie było obserwowane nachylenie, w którymkolwiek z 4 kierunków) rozpatrywany punkt był usuwany. W drugiej metodzie tworzącej model hybrydowy, punkty wzmacniające regularną siatkę pozyskane były dzięki algorytmowi VIP – ‘very important points’ (Chen, Guevara, 1987). W trzeciej metodzie wykorzystano opcję ‘thinout’ programu DTM Master 5.2.1 firmy Inpho, usuwającą nadliczbowe punkty, gdy dystans do najbliższego punktu jest większy niż zadeklarowana wartość XY lub gdy różnica wysokości pomiędzy danym punktem i wysokością wyinterpolowaną z punktów sąsiednich jest większa od zadeklarowanej wartości Z. Czwarta metoda reprezentowała użycie struktury drzewa czwórkowego. Rozmiar oczka siatki GRID dostosowywany był do ukształtowania terenu. Na terenach płaskich występowało zatem większe oczko siatki, a na

terenach, na których obserwowana jest większą różnicą wysokości – oczko dobrane jako mniejsze, przez co udało się znacznie zredukować wielkość zbioru danych. Piąte podejście było jednym z najprostszych i najbardziej popularnych. Polegało ono na zwiększaniu oczka siatki GRID, przez co znacznie redukuje się rozmiar pliku NMT. Metoda ta jednak powoduje, zanik charakterystycznych form ukształtowania terenu, gdyż im występuje większe oczko siatki GRID, tym kształt terenu jest przedstawiony jako bardziej przybliżony. Wykazano również, że działanie takie ma wpływ na późniejsze analizy hydrauliczne (Haile, Rientjes, 2005). Ostatnią metodą redukcji danych było użycie opcji Kernel MinMax z narzędzi oprogramowania ArcGIS 10, gdzie z zadeklarowanej wielkości operatora do filtrowania danych, pozostawiane były jedynie punkty o maksymalnej i minimalnej wysokości.

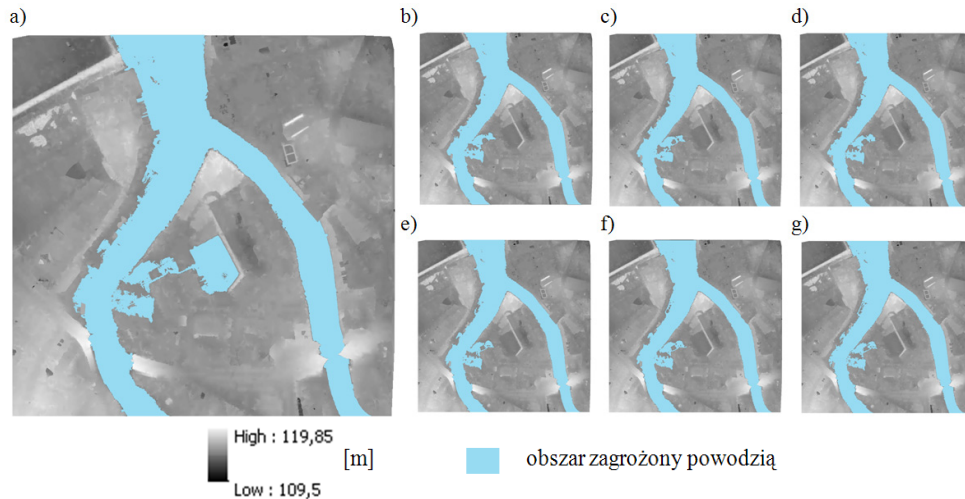
W niniejszym badaniu, dla każdej metody wybrano reprezentatywny NMT (o redukcji ponad 90%) i wykonano symulację wezbraniową rzeki dla kilku poziomów lustra wody tj. numerycznego modelu powierzchni wody – NMPW. W ten sposób wyznaczona została strefa zagrożenia powodziowego, będąca wynikiem przecięcia NMT oraz NMPW. Wyniki te porównano co do powierzchni zagrożonego obszaru pomiędzy sobą, a same metody zostały ocenione pod kątem ich dokładności i możliwej przydatności dla przedstawionego zagadnienia, za pomocą wykonanych przekrojów poprzecznych rzeki.

3. UZYSKANE REZULTATY

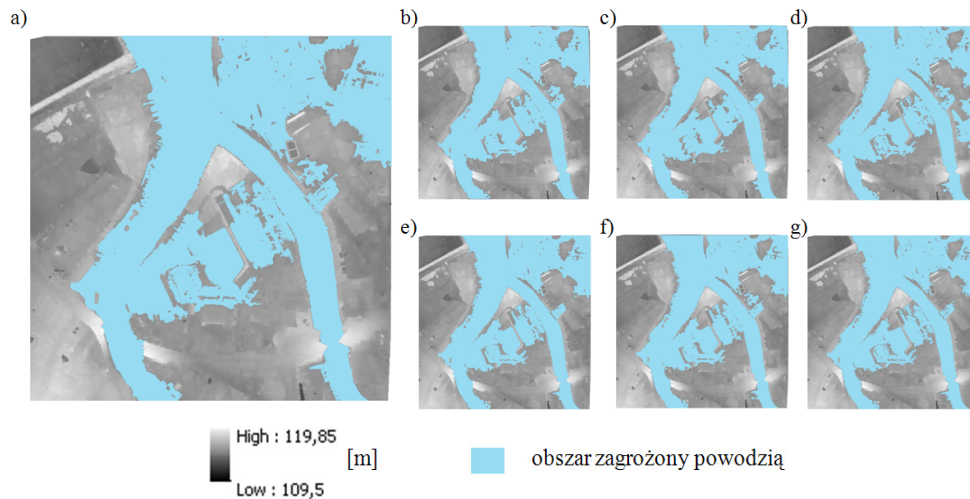
3.1. Analiza powierzchni zagrożonych obszarów

W pierwszej części analiz pod uwagę brano powierzchnie obszaru zalanego w symulacji wezbraniowej. Wynik ten dla kilku poziomów lustra wody został porównany pomiędzy rezultatem bazującym na oryginalnym NMT a stworzonymi w oparciu o zredukowane modele terenu. Wizualny efekt takiego porównania dla dwóch poziomów lustra wody tj. 5.5 m i 6.0 m widoczny jest na rysunkach 2 i 3. Opracowania te nie pokazują stref zagrożenia, wyznaczonych z prawdopodobieństwem przewyższenia wody na danym poziomie np. 1% (tzw. wody stuletniej), tak jak to ma miejsce przy tworzeniu map zagrożenia powodziowego. Prezentują one jedynie obszar zagrożony powodzią przy danym poziomie lustra wody, bez różnicowania jej głębokości. Ma to na celu ukazanie, jaki wpływ na wielkość obszaru, potencjalnie dotkniętego powodzią, może mieć redukcja NMT w analizach hydraulicznych. Podejście takie upraszcza również wzajemne porównanie wyników przy użyciu różnych metod redukcji i umożliwia analizę rezultatów pod kątem badania różnic w powierzchni zalanych obszarów.

W tabeli 1 pokazano zmiany powierzchni wyrażone w procentach dla 5 poziomów lustra wody. Warto zauważyć, że do momentu wystąpienia wody z koryta rzeki odstępstwa te są znikome. Dopiero przy wyższych poziomach wody obserwować można różnice w zalanych obszarach (rys. 2 i 3). Pozostają one natomiast nadal bardzo niewielkie w wizualnej prezentacji. Na uwagę zasługuje niemal identyczny wynik dla wszystkich zredukowanych NMT przy poziomie lustra wody 5.5 m. W tym przykładzie zanotowano w środkowej części obszaru testowego rozbieżność pomiędzy analizą bazującą na oryginalnym a zredukowanymi NMT (rys. 2a). Różnica ta wynosi ok. 5–6% (tab. 1) zalanego obszaru w zależności od wybranej metody. Obszar ten został wskazany jako zagrożony potencjalnym zalaniem po przelaniu się wody wąskim przesmykiem.



Rys. 2. Wizualne porównanie obszaru terenów zagrożonych powodzią dla poziomu wody 5.5 m przy wykorzystaniu niezredukowanego NMT [a] i poddanego redukcji za pomocą hybrydowego podejścia autorskiego algorytmu (95% redukcji, RMSE – 0.14m) [b], hierarchicznego podejścia (92%, 0.14m) [c], hybrydowego podejścia z użyciem algorytmu VIP w programie ArcGIS 10 (95%, 0.24m) [d], hybrydowego podejścia z użyciem filtracji programu DTM Master (92%, 0.09m) [e], zwiększenia oczka siatki NMT (94%, 0.20m) [f], filtracji z użyciem funkcji Kernel MinMax programu ArcGIS (92%, 0.21 m) [g]



Rys. 3. Wizualne porównanie obszaru terenów zagrożonych powodzią dla poziomu wody 6.0 m przy wykorzystaniu niezredukowanego NMT [a] i poddanego redukcji za pomocą wymienionych wcześniej metod [b–g]

Jeżeli chodzi o rezultaty dla poziomu lustra wody 6.0 m, to dla 5 metod redukcji są one niezmiernie zbliżone (różnice ok. 0–1%). Jediną metodą obciążoną znaczną różnicą (7% różnicy powierzchni) wielkości obszaru zalanego jest redukcja wejściowego NMT do struktury hybrydowej z użyciem algorytmu VIP (rys. 3d). Podejście to nie powinno jednak zostać przekreślone na tym etapie, gdyż wskazana różnica występuje na brzegu obszaru testowego i ciężko jest określić, jaki wynik otrzymano by w przypadku analizy hydraulicznej z włączeniem do niej sąsiedniego obszaru.

Tab. 1. Różnice w powierzchni zalanych obszarów powstałe w wyniku analiz w oparciu o oryginalny NMT i zredukowany 6 metodami

Poziom wody [m]	Zagrożony obszar na bazie oryginalnego NMT [ha]	Hybrydowe podejście autora	Hierarchiczne podejście	Hybrydowe podejście z użyciem algorytmu VIP	Hybrydowe podejście z użyciem filtracji w programie DTM Master	Powiększanie oczka siatki NMT	Kernel MinMax w ArcGIS
4.0	15.49	-0,10%	0,10%	-0,10%	0,00%	0,00%	0,20%
4.5	16.02	-6,90%	0,10%	0,00%	0,00%	0,60%	0,90%
5.0	17.09	-0,10%	0,20%	-0,40%	0,00%	0,80%	1,20%
5.5	21.07	-5,60%	-5,70%	-6,40%	-5,80%	-5,20%	-5,50%
6.0	41.40	-0,30%	-0,90%	7,00%	-0,40%	-0,20%	-1,10%

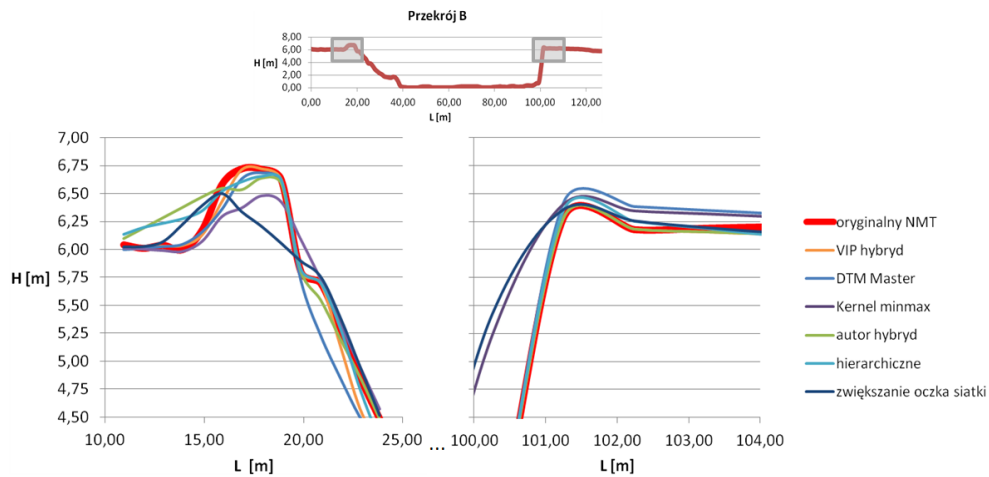
3.2. Analiza porównawcza przekrojów poprzecznych

Drugą część analiz poświęcono obserwacji zmian w tworzonych na bazie NMT przekrojach poprzecznych wzdłuż rzeki. W prostszych analizach hydraulicznych (modele 1D i 1D/2D) to właśnie na przekrojach poprzecznych wykonywane są obliczenia prędkości i natężenia przepływów rzecznych (Szymkiewicz, Gąsiorowski, 2010). Także w tych fragmentach analizowanego obszaru znajdują się najbardziej kluczowe obiekty dla określania zagrożenia powodziowego tj. brzegi rzeki czy wały przeciwpowodziowe, mające przeciwdziałać ewentualnej powodzi. Zmiana ich wysokości, spowodowana niewłaściwym procesem redukcji NMT, skutkować mogłaby innym wynikiem określenia miejsc zagrożonych powodzią, dlatego też w tej części analiz skupiono się tylko na nadbrzeżnych fragmentach obszaru testowego.

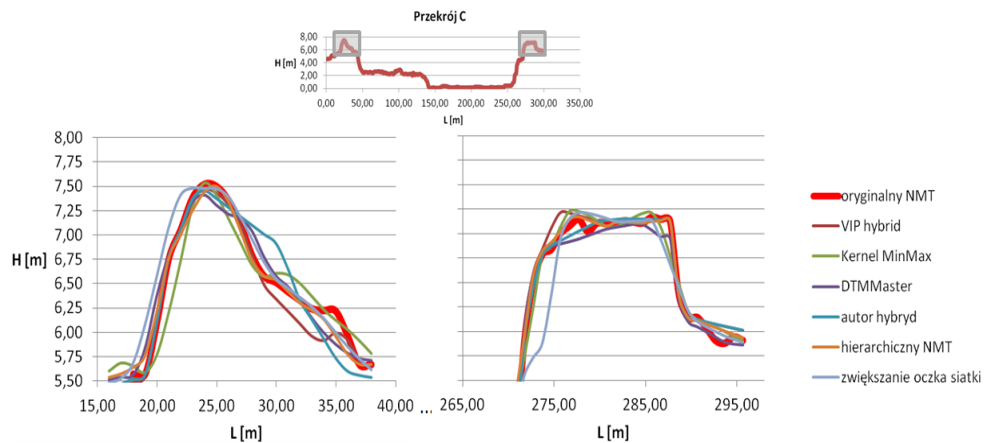
Rysunki 4 i 5 prezentują porównanie przekrojów poprzecznych rzeki powstałych na bazie oryginalnego NMT i zredukowanych 6 metodami (o ponad 90%). Przekroje te mają dość podobny przebieg. W celu weryfikacji wpływu redukcji na późniejsze analizy w tabeli 2 podane zostały wartości maksymalne zanotowane na obydwu brzegach każdego przekroju. Obliczono także błąd średni, będący miarą odstępstwa przekroju zredukowanego NMT od przekroju powstałego z oryginalnych danych.

Analiza danych zawartych w tabeli 2 pokazuje, że błąd średni różnic między zredukowanym a oryginalnym NMT na fragmentach obszaru w pasie koryta rzeczno i terenach nadbrzeżnych, jest dużo mniejszy niż dla całego opracowania i wynosi kilka centymetrów dla każdej z metod redukcji. Dla całego obszaru testowego przy dziewięćdziesięcioprocentowej redukcji danych błąd ten wynosił od kilku do kilkunastu centymetrów w zależności od wykorzystanej metody (rys. 1). Kwestia ta jest dosyć istotna, gdyż pokazuje, że użyte metody redukcji w niewielkim stopniu wpływają na spadek dokładności NMT w rozpatry-

wanych fragmentach obszaru testowego – w bliskim sąsiedztwie rzeki. Zaobserwowano również większe wartości błędu średniego dla metod redukcji opartych na zwiększeniu oczka siatki GRID i selekcji wartości minimalnej i maksymalnej w algorytmie Kernel MinMax, co pokrywa się z rezultatami uzyskanymi dla całego obszaru i świadczy o ich mniejszej skuteczności co do zachowania dokładności produktu w procesie redukcji danych NMT.



Rys. 4. Fragmenty przekrojów poprzecznych rzeki dla oryginalnego i zredukowanych NMT – przekrój B



Rys. 5. Fragmenty przekrojów poprzecznych rzeki dla oryginalnego i zredukowanych NMT – przekrój C

Na rysunkach 4 i 5 zauważono, że redukcja danych powoduje pewnego rodzaju wygładzenia NMT na profilach poprzecznych koryta i terenów nadbrzeżnych rzeki. Jest to oczywiście spowodowane redukcją danych – zmniejszeniem liczby punktów opisujących powierzchnię terenu. Choć przebieg linii przekrojów jest na przedstawionych rysunkach nieznacznie różny od siebie, to wartości maksymalne wysokości brzegu, ukazane w tabeli 2, mają zbliżone wartości do tych z oryginalnego NMT. Wartości te są ważne dla analiz hydraulicznych, gdyż to one decydują, czy w danym miejscu, woda wystąpi z brzegów czy nie. Tylko w nielicznych przypadkach zaobserwowano wysokości maksymalne niższe od występujących na nieprzetworzonym NMT. Różnice te wynosiły od kilku do kilkunastu centymetrów i są poniżej dokładności źródła danych.

Tab. 2. Porównanie zredukowanych 6 metodami numerycznych modeli terenu z oryginalnym na przykładzie 3 przekrojów za pomocą ukazania maksymalnych wysokości obydwu brzegów rzeki i błędu RMS

[m]	oryginalny NMT	Hybrydowe podejście autora	Hierarchiczne podejście	Hybrydowe podejście z użyciem algorytmu VIP	Hybrydowe podejście z użyciem filtracji w programie DTM Master	Powiększanie oczka siatki NMT	Kernel MinMax w ArcGIS
Przekrój A RMSE	–	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03
H max brzeg lewy	6.05	6.00	6.05	6.06	6.08	6.03	6.05
H max brzeg prawy	6.03	5.76	5.95	5.81	5.77	6.04	6.04
Przekrój B RMSE	–	0.01	0.01	0.01	0.02	0.14	0.09
H max brzeg lewy	6.72	6.64	6.65	6.72	6.69	6.50	6.48
H max brzeg prawy	6.28	6.28	6.35	6.28	6.42	6.36	6.41
Przekrój C RMSE	–	0,06	0,05	0,03	0,03	0,05	0,07
H max brzeg lewy	7.52	7.46	7.50	7.47	7.41	7.48	7.53
H max brzeg prawy	7.16	7.15	7.17	7.21	7.10	7.22	7.23

4. PODSUMOWANIE

Celem pracy jest przede wszystkim udowodnienie istnienia możliwości wykorzystania jedynie nieznacznej części informacji zawartej w NMT dla stworzenia równie wysoko dokładnych opracowań co takie, dla pozyskania których wykorzystano oryginalne dane. Redukcja ponad 90% danych gwarantuje nadal dokładność całego modelu z błędem średnim w granicach zakładanej dokładności lotniczego skaningu laserowego (tj. poniżej 15–20 cm). Wyniki doświadczenia potwierdzają przypuszczenie o niewielkich rozbieżnościach w określeniu miejsc zagrożonych powodzią pomiędzy analizami z użyciem oryginalnych danych i tych poddanych różnowariantowej redukcji, co potwierdza tabela 1

z różnicami w powierzchni obszarów zagrożonych oraz tabela 2 porównująca przebieg i zachowanie informacji o wartościach maksymalnych na przekrojach poprzecznych rzeki.

Reasumując, zanotowano bardzo zbliżone wyniki w określaniu zagrożenia powodziowego przy użyciu oryginalnego i zredukowanych NMT. Różnice te nie przekraczały kilku procent powierzchni zalanego obszaru. Na szczególną uwagę zasługują przy tym podejścia, w których stopień redukcji wiązał się z nachyleniem terenu (podejścia bazujące na modelu o strukturze hybrydowej oraz podejście hierarchiczne), które najwierniej określały wysokość terenu analizowanego obszaru w porównaniu z oryginalnymi danymi. Badanie potwierdza możliwość otrzymania niezmiernie zbliżonych wyników map zagrożenia powodziowego, jeżeli korzysta się z redukcji NMT, co dla znacznych obszarów, na jakich mogą zdarzać się tego typu katastrofy, a co za tym idzie, dla dużych zbiorów danych, okazuje się nierzadko koniecznością związaną z ograniczeniami spowodowanymi możliwościami obliczeniowymi oprogramowania jak i samego komputera.

5. LITERATURA

Bakula K., 2011. Reduction of DTM obtained from LiDAR for flood modelling. Proceedings of 7th Symposium on Mobile Mapping Technology, 13–16 czerwca, Kraków (złożone do redakcji).

Brügelmann R., Bollweg A.E., 2004. Laser altimetry for river management. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXV, B2, Istanbul, Turkey, pp. 234–239.

Casas A., Lane S. N., Yu D., Benito G., 2010. A method for parameterising roughness and topographic sub-grid scale effects in hydraulic modelling from LiDAR data. *Hydrology and Earth System Sciences (HESS)*, Vol. 7, pp. 2261–2299.

Chen Z. T., Guevara J. A., 1987. Systematic selection of very important point (VIP) from digital terrain model for constructing triangular irregular networks. *Proceedings of International Symposium on Computer-Assisted Cartography (AUTO-CARTO 8)*, Baltimore, U.S.A., pp. 50–56.

Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, Dz. U. L 288/27–34.

Haile A.T., Rientjes T.H.M., 2005. Effects of LiDAR resolution in flood modeling: A model sensitivity study for the city of Tegucigalpa, Honduras. ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop "Laser scanning 2005", Enschede, the Netherlands, September 12–14, 2005.

Kraus K., 2003. LaserScanDTMs for Modeling Flood Risk Areas. Photogrammetric Week 2003. Stuttgart, Germany. <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/phowo03/kraus.pdf>

Mandlbürger, G., C. Briese, 2007. Using Airborne Laser Scanning for Improved Hydraulic Models. International Congress on Modeling and Simulation, Christchurch, New Zealand http://www.mssanz.org.au/MODSIM07/papers/12_s27/UsingAirbone_s27_Mandlbürger_.pdf

Mandlbürger G., Hauer C., Höfle B., Habersack H., Pfeifer N., 2008. Optimisation of LiDAR derived terrain models for river flow modelling. *Hydrology and Earth System Sciences (HESS)*, Vol. 5, pp. 3605–3638.

Szymkiewicz R., Gąsiorowski D., 2010. *Podstawy hydrologii dynamicznej*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, s. 111–120.

COMPARISON OF THE IMPACT OF SELECTED DTM REDUCTION METHOD IN FLOOD HAZARD MAP CREATION

KEY WORDS: DEM/DTM, reduction, flood hazard map, large data sets, LiDAR

SUMMARY: Software for creating flood risk maps and simulation of flood water is based on Digital Terrain Model (DTM). Such product is generated on a basis of laser scanning data which provide appropriately accurate results and huge data sets as well, what causes many problems for hydrodynamic – numerical calculations. The essential issue for such data is high redundancy which can guarantee the opportunity to thin it out. However, it is possible to provide suitable DTM for flood modeling by its intelligent reduction, which could still ensure sufficient accuracy for application such as hydrodynamic modeling.

In this paper, the impact of DTM reduction on determination of area at risk of flood disaster by creating flood hazard maps was presented. Digital terrain model of case study was significantly reduced with use of six selected methods, what gave possibility for subsequent analysis of reduction impact on the size of the area endangered by a flood disaster. This reduction was based on the automation of the process where points, containing key information, were retained while redundant points, duplicating information about terrain height, were removed from the data set. For comparison of the result of reduction, such reduced models were used in practice to determine flood risk by creating flood hazard maps for selected water levels. For each reduction method, flood simulation with different river water level (i.e. digital water surface model) was created. In this way, area endangered by flood was determined in result of the intersection of digital terrain model and digital water surface model. Size of such area was compared then for each approach with the results obtained on the basis of original DTM data and methods were assessed in terms of their accuracy, efficiency and suitability for presented issues.

The aim of this research is particularly to prove that it is possible to use only small percentage of the information contained in DTM for the creation as highly accurate studies as can be obtained from original data. The results of experiment confirm the assumption of small disparities in identifying areas endangered by flood disaster between analysis with use of original data and those reduced by various methods. Difference between results from unreduced and reduced DTMs was very slight what proves that well-generalized models of terrain can be effectively used in that application.

Mgr inż. Krzysztof Bakula
e-mail: k.bakula@wp.eu
telefon: 22 2347694