

OCENA WPŁYWU NMT O RÓŻNEJ ROZDZIELCZOŚCI NA DOKŁADNOŚĆ POZYSKIWANIA LINII CIEKOWYCH

ASSESSMENT OF DTM RESOLUTION INFLUENCE ON THE ACCURACY OF FLOW LINES EXTRACTION

Zofia Szczepaniak-Kołtun

Katedra Geoinformatyki, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji
Politechnika Koszalińska

SŁOWA KLUCZOWE: NMT, GRID, linie ciekowe, generalizacja, analiza hydrologiczna

STRESZCZENIE: Celem przedstawionych prac badawczych była ocena wpływu NMT o różnej rozdzielczości przestrzennej do ekstrakcji linii ciekowych. Przyjmuje się, że im oczko siatki jest mniejsze, tym model terenu bardziej wiernie oddaje rzeczywistość, a tym samym otrzymane dane (w tym przypadku linie spływu) będą dokładniejsze. Dysponując jednak ogromną ilością danych, które w znaczny sposób wpływają na obniżenie mocy obliczeniowej, należy zadać pytanie, czy można uzyskać równie dobre wyniki zmieniając wielkość oczka siatki, a tym samym zmniejszając rozdzielczość NMT. Do przeprowadzenia badań, mających na celu ocenę przydatności NMT, wykorzystano materiały zgromadzone w CODGiK pozyskane w ramach projektu ISOK. Jako dane źródłowe posłużyły pliki tekstowe w formacie ASCII (XYZ) zawierające wysokości punktów w regularnej siatce GRID o oczku 1m, które następnie zostały zgeneralizowane do siatek GRID o oczkach 2 m, 3 m, 4 m i 5 m. W kolejnym kroku, dla NMT o różnej rozdzielczości, wygenerowano linie ciekowe, które zostały poddane analizie. W celu określenia prawidłowości wyników, przebieg linii spływu został porównany z przebiegiem cieków uzyskanym w wyniku bezpośrednich pomiarów. Wybrano trzy pola testowe o różnej charakterystyce, które posłużyły do zrealizowania prac eksperymentalnych. Uzyskane wyniki pokazują, że największą porównywalność wytyczonych linii do rzeczywistego przebiegu cieku, otrzymano dla obszaru z wyraźnie zaznaczoną doliną rzeczną. Z kolei najtrudniejsze do analizy hydrologicznej (a tym samym do wytyczenia linii spływu) są tereny o płaskich, szerokich dolinach.

1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach, dzięki zastosowaniu lotniczego skanowania laserowego (*ang. Airborne Laser Scanning - ALS*), otrzymuje się bardzo dokładne modele rzeźby terenu i pokrycia terenu (NMT i NMPT). NMT odgrywa istotną rolę w modelowaniu hydrologicznym (Wolock i Price, 1994; Quinn *et al.*, 1991), ze względu na wpływ kształtu powierzchni topograficznej terenu podczas symulacji ważnych procesów związanych z przepływem wody, takich jak spływ powierzchniowy, parowanie czy infiltracja (Vazquez i Feyen, 2007). Dzięki zastosowaniu lotniczego skanowania laserowego otrzymuje się bardzo dokładne modele rzeźby terenu, w tym także dla terenów trudno dostępnych (np. pokrytych wysoką roślinnością), co pozwala na dokładniejsze pozyskiwanie wielu danych związanych z modelowaniem hydrologicznym m.in. określeniem linii ściekowych zwanych też liniami ciekowymi, bądź liniami spływu. Określenia te stosowane są

zamiennie i dotyczą wyznaczania linii, którymi odbywa się spływ wody. Różnica w nazewnictwie związana jest głównie ze środowiskiem, z którego pochodzą naukowcy. Nazwa „*linie ściekowe*” najczęściej używana jest w środowisku geografów (Wojskowy Instytut Geograficzny, 1946), natomiast w geodezji i kartografii częściej jest mowa o liniach ciekowych. W związku z tym, w niniejszym artykule proponuje się przyjąć taką nomenklaturę.

Model rzeźby terenu, w formie numerycznej, może być opisany za pomocą regularnej siatki GRID bądź nieregularnej – TIN. Oba modele są wykorzystywane w modelowaniu hydrologicznym i nie są wolne od błędów i ograniczeń. W siatce kwadratów GRID głównym ograniczeniem jest niedoskonałość w przedstawieniu nieciągłości rzeźby (np.: urwiska skalne, wykopy, nasypy przy drogach, zbocza wąwozów, tarasów, wydmy, skarpy). Stąd, do celów hydrologicznych, to model TIN (z powodu dokładności w odwzorowaniu powierzchni rzeźby) powinien być bardziej preferowany do reprezentowania powierzchni terenu, zwłaszcza dla obszarów o urozmaiconej rzeźbie (Vivoni *et al.*, 2005). Zaletą NMT opartym na bazie w strukturze TIN jest zmienność rozdzielczości przestrzennej dla bardziej efektywnego przechowywania danych, ma większą przydatność do adaptacyjnego przepróbowania powierzchni topograficznej. Jednakże odbywa się to kosztem zwiększonej złożoności struktur danych oraz używanych algorytmów (Zhou *et al.*, 2011), co stanowi największe ograniczenie w zastosowaniu. Dlatego w modelowaniu hydrologicznym powszechnie wykorzystywane są siatki GRID, głównie dzięki swej prostocie i wydajności obliczeniowej (Vazquez i Feyen, 2006). Dysponując ogromną ilością danych, które w znaczny sposób wpływają na obniżenie mocy obliczeniowej, istnieje potrzeba oceny wpływu NMT o różnej rozdzielczości na dokładność pozyskiwania linii ciekowych.

Ważnym zagadnieniem jest także sam proces generalizacji NMT. Istotą problemu jest to, by w procesie zmniejszenia redundancji danych został zachowany jak najbardziej wierny obraz rzeźby terenu. Istnieje wiele metod służących uogólnianiu numerycznego modelu terenu, których zastosowanie jest uzależnione od rodzaju modelu (TIN lub GRID) jak również od końcowego wykorzystania modelu.

Generalizacja numerycznego modelu terenu, opartego na modelu GRID, może odbywać się na wiele sposobów - od prostych (np. wykorzystując algorytmy interpolacyjne najbliższego sąsiada, czy metodę bilinearną) do tych o bardziej złożonej charakterystyce, w której wykorzystuje się hybrydowe podejście poprzez łączenie kilku metod. Takim przykładem jest np. podejście, w którym wyodrębnia się punkty istotne (szczyty, punkty przełęcz, zagłębienia) oraz linie szkieletowe (ciekowe i grzbietowe) z pierwotnego NMT, a następnie uzupełnia się je o punkty z „odchudzonego” numerycznego modelu terenu (Ai i Li, 2010; Zhou i Chen, 2011; Bakula *et al.*, 2012). Takie metody są często wykorzystywane w modelowaniu hydrologicznym (zwłaszcza przy symulacjach związanych z rozprzestrzenianiem się fali powodziowej), z tego względu, że redukcji uległy punkty na obszarach płaskich (Bakula, 2011, 2014).

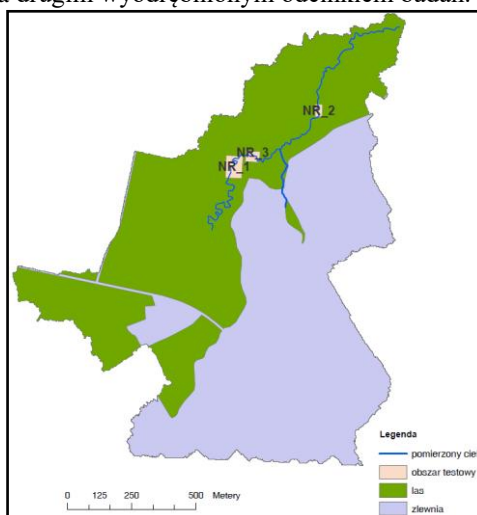
Wygenerowane linie ciekowe, dla NMT o różnej rozdzielczości i porównane z pomiarem bezpośrednim, mają posłużyć autorce do określenia oceny ich przydatności w celu stworzenia w przyszłości modelu sieci cieków w 3D. Badaniom poddane zostały cieki na obszarze leśnym, gdzie nie ma odpowiedniej widoczności na ortofotomapie, a tym samym geometria cieków w bazach topograficznych (np. BDOT10k) jest dla takich obszarów przybliżona.

2. METODOLOGIA

2.1. Charakterystyka obszaru badań

Badania zostały przeprowadzone na terenie zlewni ciek Glinianka o powierzchni około 1.45 km². Teren zlewni znajduje się w obszarze makroregionu Pobrzeża Koszalińskiego, na północno-wschodnich krańcach mezoregionu Równiny Białogardzkiej, charakteryzującej się w tej części równinnym krajobrazem glacialnym (Kondracki, 2000). Glinianka to lewy dopływ górnego biegu rzeki Dzierżęcinki. Blisko połowa zlewni – 6.9 km² (w tym cały ciek Glinianka) znajduje się na obszarze leśnym.

Pomimo, iż zlewnia Glinianki jest niewielka i charakteryzuje się nieznacznymi deniwelacjami, udało się na jej terenie wyodrębnić kilka zróżnicowanych obszarów, które posłużyły do przeprowadzenia prac eksperymentalnych. Do dokładnej analizy wybrano trzy takie pola testowe (Rys.1.). Pierwsze pole testowe charakteryzuje się szeroką, płaską dolinką (z tendencją do akumulacji osadów oraz z wykształconymi niewielkimi meandrami), drugie pole to wyraźna, wcięta dolina, a trzecie to obszar przejściowy pomiędzy pierwszym, a drugim wyodrębnionym odcinkiem badań.



Rys. 1. Rozkład pól testowych na tle zlewni Glinianki (opracowanie własne)

2.2. Dane

W związku z tym, że omawiany obszar nie charakteryzuje się skomplikowaną rzeźbą terenu, do badań posłużył wygenerowany NMT w postaci siatki GRID. Jako materiały źródłowe, wykorzystano dane pochodzące z lotniczego skanowania laserowego (ALS) w postaci plików tekstowych (dane ASCII X, Y, Z), w których punkty tworzące regularną siatkę o oczku 1 m zostały przekształcone do postaci rastra. Średni błąd wysokości wynosi 0.2 m - RMSE \approx 0.2 m (Kurczyński, 2012). Dane te zastosowano do wygenerowania NMT o różnych rozdzielczościach.

Do określenia rzeczywistego przebiegu rzeki Glinianki wraz z dopływem posłużył pomiar bezpośredni (wykonany przy pomocy odbiornika GNSS oraz tachimetru wraz

z oprzyrządowaniem). Pomiarom tym został poddany odcinek o długości 2050 m, z czego około 1800 m to pomiar Glinianki, a 250 m jednego z jej dopływów. Do przedstawienia rzeczywistego obrazu przebiegu fragmentu cieką wykorzystano współrzędne ponad 500 pikiet terenowych, które wprowadzone do oprogramowania GIS, posłużyły do przedstawienia linii będących graficzną reprezentacją cieków.

2.3. Metodyka

Numeryczny model rzeźby terenu w postaci regularnej siatki o interwale równym 1 m wygenerowano w oprogramowaniu SAGA GIS. Następnie przepróbkowano dane wejściowe do niższej rozdzielczości generując NMT o oczkach siatki 2 m, 3 m, 4 m, 5 m. Do obliczenia nowych wartości wysokości komórek rastra wykorzystano metodę interpolacji sześcienną, gdzie wartość w nowopowstałej komórce jest wartością ważoną z szesnastu najbliższych leżących komórek.

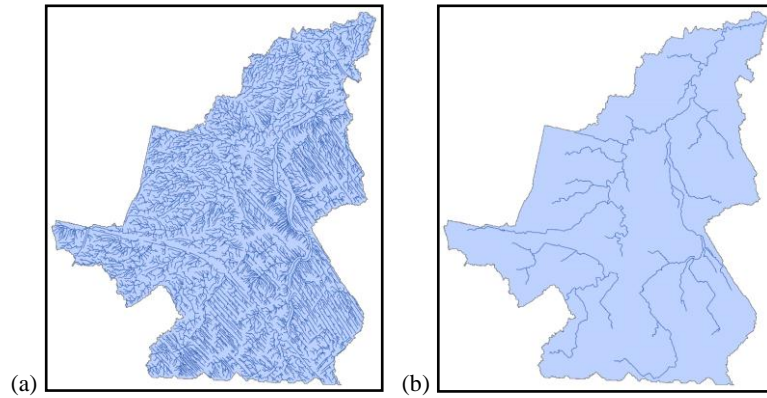
W kolejnym kroku, z NMT usunięto sztuczne artefakty – „nieprawdziwe wgłębienia” – czyli zbiory jednej lub wielu komórek, które ze wszystkich stron są otoczone przez komórki o większych wartościach wysokości (Urbański, 2011). Występowanie takich wgłębień jest przeważnie związane z niedoskonałością modelowania w strukturze GRID i zauważalne jest zwłaszcza przy tworzeniu modelu o mniejszej rozdzielczości (Kochman i Olszewski, 2005). Tak przygotowane numeryczne modele terenu o różnej rozdzielczości, posłużyły do przeprowadzenia badań hydrologicznych.

W kolejnym etapie, na podstawie wygenerowanych różnych NMT, wyekstrahowano linie ściekowe. Istnieje wiele algorytmów pozwalających wyznaczyć linie spływu na podstawie modelu rzeźby terenu przedstawionego za pomocą regularnej siatki GRID. Do najbardziej znanych należą D8 - *deterministic eight node* (O'Callaghan i Mark, 1984), Rho8 - *random eight-node* (Fairfield i Leymarie, 1991), FD8 oraz FRho8 tzw. MDF- *Multiple Flow Direction* (Quinn *et al.*, 1991), DEMON – *Digital Elevation Model Networks* (Costa-Cabral i Burges, 1994). W przeprowadzonych wcześniej pracach testowych stwierdzono, że korzystając z ww. algorytmów na omawianym obszarze otrzymuje się porównywalne wyniki, dlatego w opisywanych tutaj badaniach do określenia kierunku spływu powierzchniowego został wykorzystany algorytm D8. Służy on do wytyczenia linii ciekowych, poprzez wyliczenie różnicy wysokości pomiędzy analizowaną komórką rastrową, a pozostałymi w jej otoczeniu. Jest to powszechnie stosowany algorytm, zaimplementowany w wielu oprogramowaniach GIS m.in. ArcGIS, SAGA GIS, GRASS/QGIS. Ponieważ wykorzystując algorytm można wygenerować linie spływu dla prawie każdej komórki rastra, ważnym elementem jest określenie wartości progowej powstawania cieką (*ang. channel initiation threshold*) (Rys.2.).

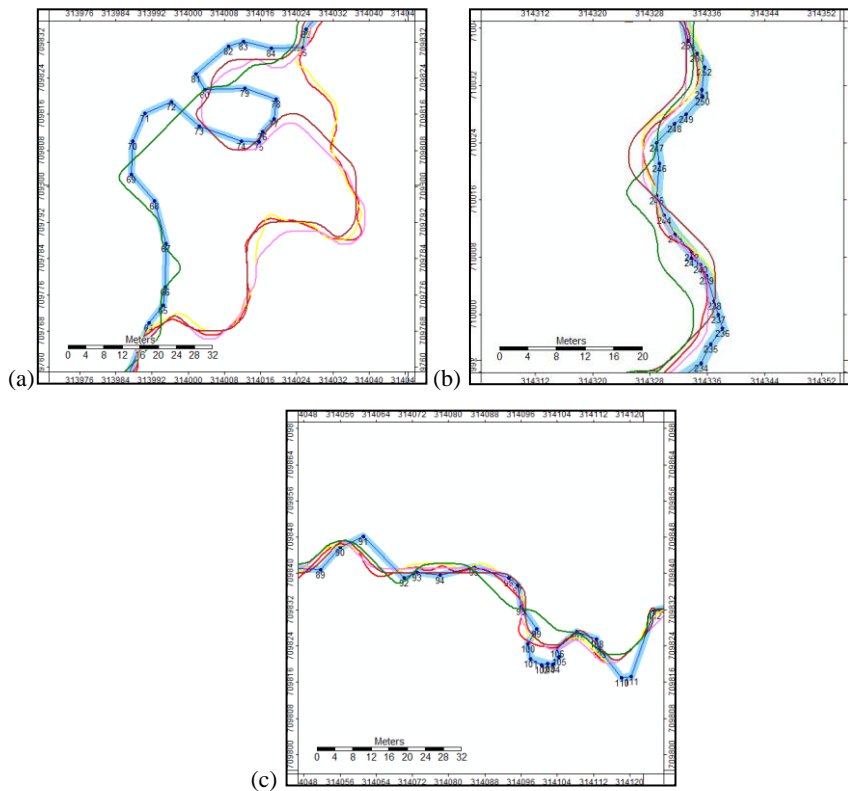
Wielkość ta ma kluczowe znaczenie dla wyznaczenia miejsca, w którym nadmiar spływającej wody przekształca się w ciek. Mając dane z pomiarów bezpośrednich rzeki Glinianki i jej dopływu, można było przeprowadzić prace eksperymentalne, które pozwoliły na oszacowanie takiej wartości progowej, dzięki której uzyskano linie spływu najbardziej zbliżone ilościowo do rzeczywistej liczby cieków na danym obszarze.

W następnym etapie przeprowadzanych badań wygenerowano linie spływu dla różnych NMT. Otrzymane w formie wektorowej sieci linii ciekowych zostały wygładzone w celu uzyskania lepszej wizualizacji, a następnie zostały przyrównane do przebiegu linii prezentującej Gliniankę, pozyskanej z pomiarów terenowych (Rys.3.).

Ocena wpływu NMT o różnej rozdzielczości na dokładność pozyskiwania linii ciekowych



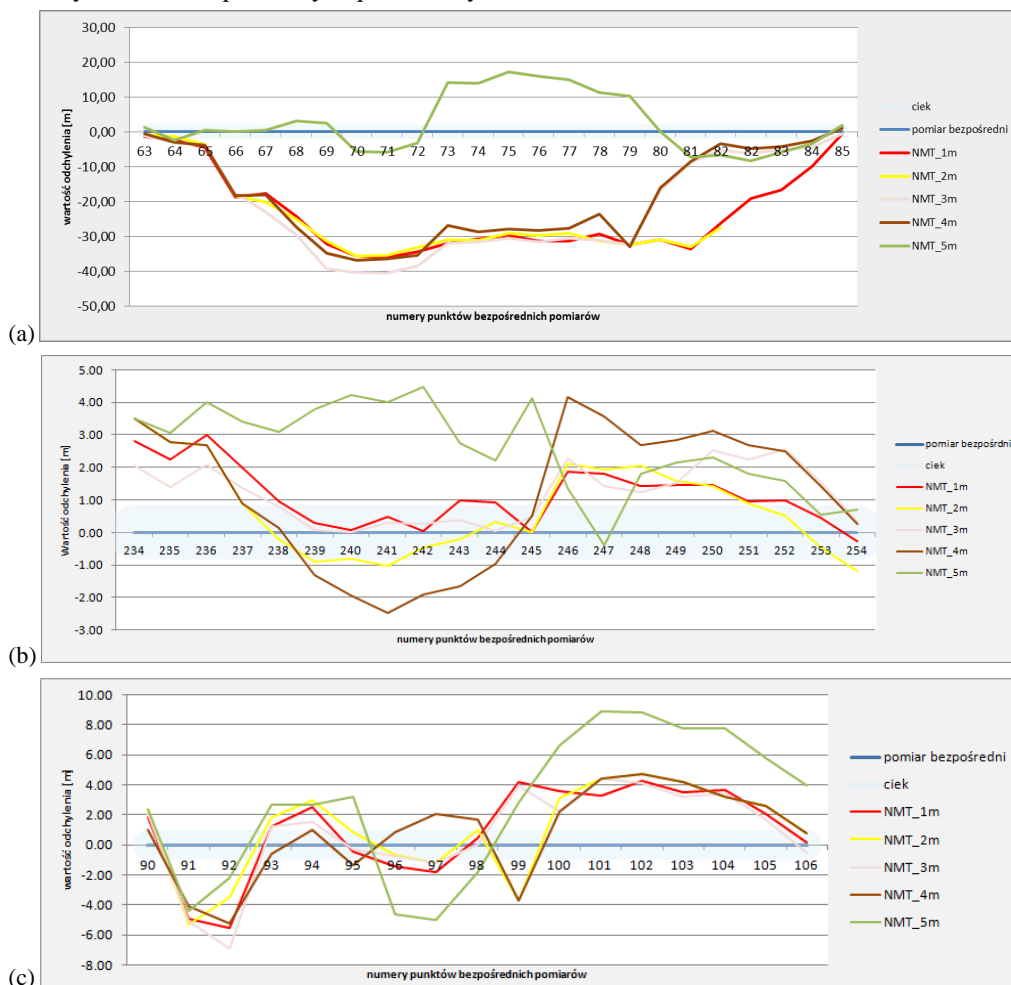
Rys. 2. Wyznaczenie linii spływu z zastosowaniem różnej wartości progowej:
a – wartość progowa 100 pikseli, b – wartość progowa 10000 pikseli
(opracowanie własne)



Rys. 3. Graficzna prezentacja linii ciekowych dla różnego NMT (kolor niebieski – ciek pomierzony, czerwony – NMT 1 m, żółty – NMT 2m, różowy – NMT 3m, brązowy – NMT 4 m, zielony – NMT 5 m) a – pole testowe nr 1, b – pole testowe nr 2, c – pole testowe nr 3 (opracowanie własne)

2.4. Analiza dokładności

Tak przygotowane dane poddano następnie analizie dokładności. Jako źródło danych referencyjnych (kontrolnych) przyjęto graficzny obraz Glinianki pozyskany z pomiarów bezpośrednich, dlatego przypisano im wartość „0”. Następnie obliczono odległości od najbliższej leżącej punktów każdego z wyekstrahowanej linii ciek dla różnego NMT do linii ciek przyjętej jako referencyjnej. Z otrzymanych danych obliczono odchylenie standardowe oraz określono maksymalne i minimalne odchylenie. Odchylenia te zostały przedstawione za pomocą wykresów (Rys.4) oraz w postaci tabelarycznej (tabela 1). Ponieważ pole testowe nr 3 stanowiło obszar przejściowy, dlatego w tabeli zestawiono dane tylko z dwóch pozostałych pól testowych.



Rys. 4. Prezentacja odchylen linii ciekowych wygenerowanych dla różnego NMT od danych kontrolnych dla każdego pola testowego; a – pole testowe nr 1, b – pole testowe nr 2, c – pole testowe nr 3 (opracowanie własne)

Tabela 1. Analiza dokładności odchyień linii cieków dla wybranych pól testowych

Badany teren	Pole testowe nr1			Pole testowe nr2		
	Odchylenie standardowe [m]	Odchylenie maksymalne [m]	Odchylenie minimalne [m]	Odchylenie standardowe [m]	Odchylenie maksymalne [m]	Odchylenie minimalne [m]
NMT_1	14.40	36.00	0.60	0.85	3.00	0.04
NMT_2	14.37	35.60	0.30	1.03	3.51	0.02
NMT_3	14.66	40.60	0.50	0.84	2.55	0.02
NMT_4	13.29	36.79	0.50	1.57	4.15	0.14
NMT_5	5.93	17.30	0.00	1.60	4.47	0.40

Jak przedstawia analiza wyników, największe odchylenia (ponad 40 m) zanotowano w obrębie pola testowego nr1, czyli na obszarze, gdzie koryto rzeki płynęło w szerokiej dolinie. W obszarze pola testowego nr 2 (charakteryzującego się wyraźnie zarysowaną wąską doliną) otrzymano dużo dokładniejsze wyniki. Maksymalne odchylenia wyekstrahowanych cieków nie przekroczyły 5 m dla żadnego z NMT.

Wielkość odchylenia standardowego obliczano w stosunku do danych referencyjnych. Najlepsze wyniki, czyli wskazujące najmniejszą wartość odchylenia, uzyskano w polu testowym nr 1 dla linii cieków wygenerowanych dla NMT o najniższej rozdzielczości (oczko siatki 5 m). Dla pola testowego nr 2, ciekii otrzymane z NMT 1 m i NMT 3 m charakteryzowały się najmniejszą zmiennością rozkładu od danych źródłowych.

Dla poszczególnych pól testowych określono także zbieżność wytyczonych linii ciekowych z przyjętymi danymi referencyjnymi. Za zbieżny punkt przyjęto traktować taki, który znajduje się w korycie rzeki Glinianka.

3. WNIOSKI

Wyniki badań nad dokładnością pozyskiwania linii ciekowych dla numerycznych modeli terenu o różnej rozdzielczości pozwalają sformułować następujące wnioski:

- w wyraźnie zarysowanych wąskich dolinach (pole testowe nr 2) najlepsze wyniki uzyskano dla linii spływu wyekstrahowanych dla NMT o oczku siatki 1 m i 2 m. Otrzymano blisko 60% zbieżności danych z obrazem ciekiiu pozyskanego z bezpośrednich pomiarów (odpowiednio dla pozostałych NMT porównywalność ta wyniosła: 3 m – 45%, 4 m – 25%, 5 m – 15%)
- dla płaskich, szerokich dolin (pole testowe nr 1) linie ciekowe wygenerowane dla NMT o większej i średniej rozdzielczości wykazują mniejszą porównywalność niż dla linii pozyskanych z NMT 5 m
- dla obszaru przejściowego (pole testowe nr 3) otrzymane wyniki są porównywalne dla obszarów o podobnej charakterystyce

4. PODSUMOWANIE

Rezultaty przedstawionego podejścia pokazują, że na wygenerowanie linii spływu jak najlepiej oddających rzeczywisty przebieg cieków, ma wpływ przyjęta rozdzielczość NMT. Dla żadnego z testowanych modeli rzeźby terenu na badanym obszarze, nie uzyskano jednak satysfakcjonujących wyników. Nawet niewielka zlewnia nie jest jednorodna pod względem podłoża, wielkości i szerokości dolin rzecznych, ilości zalegających materiałów fluwialnych. Powoduje to, że generowane linie spływu dla NMT o różnej rozdzielczości uzyskują inną dokładność dla poszczególnych części zlewni.

Brak zadowalających wyników można upatrywać w kilku aspektach.

- W przeprowadzonym eksperymencie, podczas generowania NMT, pominięto etap tzw. *wypalania sieci rzecznej* powodujący uwzględnienie dna rzeki w modelu wysokościowym. Zabieg ten poczyniono celowo z następujących powodów. Nie chciano wykorzystać do tego celu geometrii cieków z baz topograficznych, gdyż dane te, na omawianym obszarze, wykazywały przybliżone położenie, które w wielu miejscach znacząco odbiegało od rzeczywistego położenia koryta rzeczno. Nie użyto również do tego celu danych z pomiarów terenowych, po to, by nie „narzucać” położenia generowanym ciekom. Główny celem nie było stworzenie zbieżnego modelu linii ciekowych z graficzną prezentacją cieków baz topograficznych, lecz określenie dokładności pozyskiwania linii ciekowych dla różnego NMT w porównaniu z rzeczywistym obrazem cieków pozyskanego z pomiarów terenowych.
- Wykorzystanie danych z lotniczego skanowania laserowego dla obszarów pozbawionych trzeciego wymiaru, do których zalicza się tereny wodne, może prowadzić do przypadkowych ekstrakcji linii ciekowych. Nie należy zatem automatycznie zakładać, że otrzymane wyniki dla analiz hydrograficznych, opierające się tylko na wykorzystaniu NMT są poprawne lub wiarygodne (Wise, 2000).

Potrzeba zatem przeprowadzenia kolejnych eksperymentów z uwzględnieniem mniejszych zlewni cząstkowych, zastosowania różnych filtrów przy tworzeniu NMT, a także wprowadzeniu dodatkowych danych jak sieć rzeczna, czy drogową. W celu określenia doboru jak najlepszej rozdzielczości NMT planuje się przeprowadzić porównawcze prace eksperymentalne dla różnych modeli przedstawiających rzeźbę terenu. Ponadto, obecnie realizuje się badania oceniające przydatność NMT o różnej rozdzielczości dla automatycznego generowania linii ciekowych dla zlewni znajdującej się na obszarze wzgórz morenowych. Badania te będą tematem kolejnych publikacji.

LITERATURA:

- Ai T., Li J., 2010. A DEM generalization by minor valley branch detection and grid filling, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, pp. 198-207.
- Bakuła K., 2011. Reduction of DTM obtained from LiDAR data for flood modelling, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 22, pp. 51-61.
- Bakuła K., 2014. Porównanie algorytmów ekstrakcji punktów istotnych w uproszczeniu numerycznych modeli terenu, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 26, pp. 11-21.

- Bakuła K., Olszewski R., Bujak Ł., Gnat M., Kietlińska E., Stankiewicz M., 2013. Generalizacja NMT w opracowaniu metodologii reprezentacji rzeźby terenu na mapach topograficznych, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 26, pp. 23-37.
- Costa-Cabral M., Burges S.J., 1994. Digital elevation model networks (DEMON): A model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas, *Water Resources Research*, 30, pp. 1681-1692.
- Fairfield J., Leymarie P., 1991. Drainage networks from grid digital elevation model, *Water Resources Research*, 27(5), pp.709-717.
- Kochman M, Olszewski R., 2005. Wieloskalowe modelowanie rzeźby terenu, *Polski Przegląd Kartograficzny*, 37 (3), s. 171-184.
- Kondracki J., 2000. *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
- Kurczyński Z., 2012. Mapy zagrożenia powodziowego i mapy ryzyka powodziowego a dyrektywa powodziowa, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 23, pp. 209-217.
- O'Callaghan J.F., Mark D.M., 1984. The extraction of drainage networks from digital elevation data, *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 28, pp. 323-344.
- Quinn P.F., Beven K.J., Chevallier P., Planchon O., 1991. The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain model, *Hydrological Processes*, 5, pp. 59-79.
- Urbański J., 2011. *GIS w badaniach przyrodniczych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Vazquez R.F., Feyen J., 2007. Assessment of the effects of DEM gridding on the predictions of basin runoff using MIKE SHE and a modelling resolution of 600 m, *Journal of Hydrology*, 334, pp. 73-87.
- Vivoni, E.R., Ivanov, V.Y., Bras, R.L., Entekhabi, D., 2005. On the effect of triangulated terrain resolution on distributed hydrologic modeling, *Hydrological Processes*, 19 (11), pp. 2101-2122.
- Wise, S., 2000. Assessing the quality for hydrological applications of digital elevation models derived from contours. *Hydrological Processes*, 14, pp. 1909-1929.
- Wojskowy Instytut Geograficzny, 1946. *Słownictwo Służby Geograficznej*, Biblioteka Służby Geograficznej nr 19, Edynburg.
- Wolock, D.M., Price, C.V., 1994. Effects of digital elevation model map scale and data resolution on a topography-based watershed model, *Water Resources Research*, 30 (11), pp. 3041-3052.
- Zhou Q., Chen Y., 2011. Generalization of DEM for terrain analysis using a compound method. In: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66, pp. 38-45.
- Zhou Q., Pilesjö P., Chen Y, 2011. Estimating surface flow paths on a digital elevation model using a triangular facet network, *Water Resources Research*, 47 (7), W07522.

**ASSESSMENT OF DTM RESOLUTION INFLUENCE
ON THE ACCURACY OF FLOW LINES EXTRACTION**

KEY WORDS: DTM, GRID, flow lines, generalization, hydrological analysis

Summary

The aim of the presented research was to evaluate the effect of ATM of different resolution to the extraction of drainage lines. It is assumed that the smaller the mesh opening is, the more accurately terrain model reflects the reality. Moreover, obtained data (here: flow lines) will be more accurate. However, disposal of a huge amount of data significantly influences the reduction of computational power. should be considered if by changing the size of the mesh and thereby reducing the resolution of DTM can be obtained equally good results. To conduct research which assess the suitability of DTM were used materials collected in CODGiK (Geodesic and Cartographic Documentation Center). Obtained under the project ISOK (IT system of the Country's Protection Against Extreme Hazards). As the source of data were used text files in ASCII format, containing the height of points with a regular grid with resolution of 1 meter. Next, they were generalized to GRID with a mesh aperture of 1, 2, 3, 4 and 5 meters. In the next step drain lines were generated, which been the subject of analysis to DTM of different resolution. In order to define the accuracy of the results, the course of the flow lines was compared with the drainage lines obtained as a result of direct measurement. Three text Fields with different characteristic were used to present experimental works. The results show that the biggest similarity of delineated flow lines with the real course of drainage line, was obtained for the area of prominent river valley. However, areas of broad and flat valleys are the most difficult to hydrological analysis (and thereby to delineate flow lines).

Dane autora / Author details:

mgr Zofia Szczepaniak-Kołtun
e-mail:zofia.szczepaniak@tu.koszalin.pl
telefon:94 34 86 728

Przesłano / Submitted 31.10.2016
Zaakceptowano /Accepted 30.12.2016