



**BŁĘDY NMT I NMPT WYNIKAJĄCE Z AUTOMATYCZNEJ  
KLASYFIKACJI CHMURY PUNKTÓW POCHODZĄCEJ  
Z LOTNICZEGO SKANINGU LASEROWEGO PRZY  
ZASTOSOWANIU OPROGRAMOWANIA TERRASCAN**

***Bogusława Kwoczyńska***

*Uniwersytet Rolniczy im. H. Kollątaja w Krakowie*

***DTM AND DSM ERRORS RESULTING FROM AUTOMATIC  
CLASSIFICATION OF A CLOUD OF POINTS WHICH  
ORIGINATE FROM AERIAL LASER SCANNING USING  
TERRASCAN SOFTWARE***

***Streszczenie***

Kluczowym zagadnieniem w przetwarzaniu danych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego jest filtracja, rozumiana jako procedura eliminacji wszystkich punktów, które nie należą do określonej powierzchni z pomierzonej „chmury punktów”. Pozwala ona wyznaczyć przebieg powierzchni topograficznej, czyli określić NMT. Wstępna klasyfikacja punktów przeprowadzana jest zazwyczaj automatycznie z wykorzystaniem różnego rodzaju algorytmów do automatycznej filtracji danych laserowych. W zależności od zastosowanego oprogramowania istnieje możliwość korekty takiej filtracji poprzez ręczną klasyfikację.

W publikacji dokonano analizy algorytmów wykorzystywanych w oprogramowaniu TerraScan stosowanych do klasyfikacji „chmury punktów”. Porównano wyniki otrzymane przy zastosowaniu algorytmów o różnych parametrach oraz zwrócono uwagę na najczęściej pojawiające się błędy NMT i NMPT. Badania przeprowadzone zostały na danych pochodzących ze skaningu lotniczego wykonanego w 2011 roku, obejmującego część województwa śląskiego. Skanowanie zostało wykonane z pokładu samolotu skanerem LMS-Q680i ze średnią wysokością lotu 850 metrów, a nalot przebiegał w dwóch kierunkach: północ-południe oraz wschód-zachód z kątem poprzecznym skanowania wynoszącym odpowiednio 25 i 30 stopni. Średnia gęstość skanowania w jednym przelocie wynosiła 6 punktów na metr kwadratowy.

**Słowa kluczowe:** skaningu lotniczy, klasyfikacja automatyczna i manualna

### Summary

*Key problem in processing data originating from airborne laser scanning is filtration understood as a procedure of elimination of all points which do not belong to specific surface in measured cloud of points. It enables determination of topographic surface course, that is determine DTM. Preliminary classification is usually performed automatically with use of various algorithms for automatical filtration of laser scanning data. Depending on used program exist possibilities of such filtration correction through manual classification.*

*In the paper analysis of automats applied in classification of cloud of points originating from airborne laser scanning on example of TerraScan program. Results obtained using automates with different parameters were compared, and the most often appearing errors DTM and DSM were taken into consideration. Investigations were performed on data originating from the airborne laser scanning performed in 2011, containing a part of Silesia Voivodship. The scanning was performed from a plane using LMS-Q680i scanner with the average height of flight about 850 meters, and the flight was proceeded in two directions: north-south, and east-west with transverse scanning angle respectively 25 and 30 grades. Average density of scanning in single flight came to 6 points on a square meter.*

**Key words:** *airborne scanning, classification automatic and manual*

### WSTĘP

Pozyskiwanie informacji wysokościowej o elementach pokrycia terenu, jak również o samym terenie, w ostatnich latach bazuje w głównej mierze na danych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego. Rozwój technologii geoinformatycznych wpłynął na wzrost zapotrzebowania na aktualne oraz precyzyjne dane opisujące ukształtowanie terenu. Lotniczy skaning laserowy, często określany akronimami LIDAR (z ang. Light Detection and Ranging) oraz ALS (z ang. Airborne Laser Scanning) jest obecnie dynamicznie rozwijającą się, nowoczesną technologią wykorzystywaną dla pozyskiwania informacji o powierzchni terenu i obiektach terenowych. Skanowanie laserowe dostarcza dane, które charakteryzują się dużą dokładnością sytuacyjną i wysokościową. Jest ono także mniej uzależnione od warunków atmosferycznych, w przeciwieństwie do klasycznych technik fotogrametrycznych [Kulesza, 2007].

LIDAR jest przedmiotem badań i zainteresowań wielu naukowców na całym świecie [Andersen, 2002, Melzer i in., 2004, Tóvári i in., 2004, Weinacker i in., 2004]. Coraz częściej spotykamy się z tego typu danymi. Pomimo to, wciąż jeszcze wiele problemów dotyczących tej techniki pomiarowej pozostaje nierozwiązanych. Dane surowe w postaci gęstej chmury punktów można badać wizualnie, praktycznie bez wstępnego przetwarzania, o ile dysponuje się odpowiednim oprogramowaniem do otworzenia plików źródłowych [Hejmanowska i in., 2008].

Wykorzystanie danych pochodzących z technologii lotniczego skaningu laserowego służących do generowania modeli terenu oraz tworzenia produktów pochodnych, jakim jest na przykład znormalizowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu, znane jest od ponad 10 lat. Niezmierna precyzja lotniczego skaningu sięgająca 10÷15 cm po wysokości oraz 30÷50 cm sytuacyjnie wraz z produkcją skanerów nowej generacji (zwiększona częstotliwość wysyłania impulsu i możliwość zarejestrowania więcej niż pierwszego oraz ostatniego odbicia) otworzyła nowe możliwości generowania precyzyjnych modeli terenu. Istotnym zagadnieniem w przetwarzaniu danych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego jest filtracja, rozumiana jako procedura eliminacji wszystkich punktów, które nie należą do określonej powierzchni z pomierzonej „chmury punktów”. Pozwala ona wyznaczyć przebieg powierzchni topograficznej, czyli określić NMT. Wstępna klasyfikacja punktów przeprowadzana jest zazwyczaj automatycznie z wykorzystaniem różnego rodzaju algorytmów do automatycznej filtracji danych laserowych. W zależności od zastosowanego oprogramowania istnieje możliwość korekty takiej filtracji poprzez ręczną klasyfikację.

Wśród komercyjnych oprogramowań dostępnych na rynku i stosowanych do obróbki danych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego popularnym stało się oprogramowanie TerraScan. Jest ono produktem fińskiej korporacji Terrasolid, która jest liderem w dziedzinie oprogramowania służącego obróbce obrazów oraz danych laserowych. TerraScan przynależy do rodziny aplikacji Terra wraz z takimi aplikacjami jak: TerraPark, TerraPhoto, TerraPipe, TerraModeler, TerraStreet oraz TerraSurvey. Oprogramowanie to wykorzystano w badaniach dotyczących zastosowania różnych algorytmów służących do automatycznej klasyfikacji „chmury punktów”. Porównano wyniki otrzymane przy zastosowaniu algorytmów o różnych parametrach oraz zwrócono uwagę na najczęściej pojawiające się błędy NMT i NMPT.

## ŹRÓDŁA DANYCH

Badania przeprowadzone zostały na danych pochodzących ze skaningu lotniczego wykonanego w sierpniu 2011 roku, obejmującego część województwa śląskiego. Skanowanie zostało wykonane z pokładu samolotu skanerem LMS-Q680i ze średnią wysokością lotu 850 metrów, a nalot przebiegał w dwóch kierunkach: północ-południe oraz wschód-zachód z kątem poprzecznym skanowania wynoszącym odpowiednio 25 i 30 stopni. Średnia gęstość skanowania w jednym przelocie wynosiła 6 punktów na metr kwadratowy. Pliki udostępnione zostały w formacie .las.

Dla bloku zostały pomierzone 4 płaszczyzny referencyjne. Płaszczyzny zawierały zarówno elementy służące do georeferencjonowania sytuacyjnego jak i wysokościowego chmury punktów. Pomierzono również 6 płaszczyzn do kontroli sytuacyjno-wysokościowej. Dane zostały udostępnione przez firmę MGGP S.A. w Tarnowie.

## METODYKA BADAŃ

Przetworzenie danych ze skaningu laserowego oraz prace związane z wygenerowaniem Numerycznego Modelu Terenu oraz Numerycznego Modelu Pokrycia Terenu wykonane zostały w oprogramowania firmy Terrasolid przy wykorzystaniu modułów TerraScan i TerraModeler.

### **Charakterystyka oprogramowania Terrascan**

TerraScan to oprogramowanie przeznaczone do przetwarzania punktów pozyskanych za pomocą skaningu laserowego: naziemnego i lotniczego. Algoritmy zaimplementowane w sposób optymalny przetwarzają bez większych trudności milionowe zbiory punktów. W przypadku bardzo dużych zbiorów danych (setki milionów punktów) aplikacja umożliwia ich podział na bloki, po czym powtarzanie przetwarzania przy użyciu makr.

Oprogramowanie działa w środowisku Microstation. Wczytywane jest do środowiska CAD za pomocą aplikacji MDL. Dane zawierające punkty są wczytywane z plików binarnych w formacie LAS lub tekstowych XYZ.

Program TerraScan poszerza możliwości Microstation o następujące funkcje:

- definiowanie punktów w klasy,
- przeklasyfikowanie punktów ręcznie na profilach, a także przy użyciu automatycznych procedur wykrywania punktów: niskich, odizolowanych, wysokich, terenu, wegetacji, linii kolejowych, dróg,
- klasyfikacja obiektów 3D w sposób interaktywny,
- wizualizacja chmury punktów jako profile; umożliwia to użytkownikowi usuwanie niepotrzebnych punktów,
- detekcja dachów budynków oraz linii wysokiego napięcia,
- tworzenie modeli 3D budynków ręcznie lub automatycznie,
- eksport danych do plików tekstowych a także jako wysokościowe obrazy rastrowe. [Kulesza, 2007].

### **Procedury stosowane w TerraScan do automatycznej klasyfikacji chmury punktów**

TerraScan oferuje wiele narzędzi do automatycznej klasyfikacji punktów. Filtrację przeprowadza się w kilku etapach, automatycznie lub ręcznie, wykorzystując wbudowane funkcje. Do filtracji służy narzędzie *Classify – Routine*. W narzędziu tym istnieje kilka różnych sposobów filtracji – można je łączyć, aby uzyskać pożądany efekt. Można stworzyć również odpowiednie makra do klasyfikacji automatycznej, dzięki czemu istnieje możliwość przeprowadzenia klasyfikacji całego bloku.

Głównymi procedurami stosowanymi podczas klasyfikacji automatycznej są:

- Classify low points,
- Classify isolated points,
- Classify ground,
- Classify below surface,
- Classify by height from ground,
- Classify buildings.

Funkcja *Low points* klasyfikuje punkty położone niżej niż punkty znajdujące się w sąsiedztwie. Jedną z opcji pozwala dokonać klasyfikacji w zaznaczonym obszarze i przede wszystkim określić minimalną różnicę wysokości pomiędzy punktami, jak również odległość między dwoma sąsiadującymi punktami. Automat ten zapewnia wstępną eliminację błędnych punktów mających wpływ na NMT.

Funkcja *Isolated points* pozwala znaleźć pojedyncze punkty, które znajdują się powyżej lub poniżej gruntu. Za pomocą opcji *Within* można określić, w jakim promieniu automat ma szukać punktów, natomiast za pomocą *If fewer than* można wskazać liczbę punktów sąsiadujących z danym punktem w danym promieniu.

Wykrycie punktów należących do powierzchni terenu umożliwia procedura *Ground*. Wybór punktów jest kontrolowany za pomocą parametru *Max building size*, który określa maksymalny rozmiar budynku. Na podstawie wyselekcjonowanych punktów tworzy się model powierzchni TIN. Algorytm dodaje kolejne punkty modyfikując początkowy model, aby coraz wierniej odzwierciedlał ukształtowanie terenu. Wykorzystuje on informację o kącie iteracyjnym oraz odległości iteracyjnej. Parametry te określają, jak blisko płaszczyzny trójkąta powinien znajdować się punkt, by został sklasyfikowany jako punkt terenowy. Należy przyjmować mały kąt iteracyjny dla terenów płaskich, natomiast duży dla górzystych. Parametr *Terrain angle* określa, jakie może być maksymalne pochylenie terenu.

Kolejną procedurą, która jest wykorzystywana podczas automatycznej klasyfikacji jest *Below surface*. Stosuje się ją już po wyodrębnieniu punktów terenowych, gdyż wtedy możliwe jest zlokalizowanie punktów znajdujących się pod prawdziwą powierzchnią terenu. Funkcja pozwala określić, jak nisko może znajdować się punkt, by został on określony jako punkt błędny.

Aby można było przeprowadzić klasyfikację elementów pokrycia terenu, należy wyodrębnić kilka rodzajów klas oraz ustalić cechy grup, a dokładniej zakres wysokości, do którego mają przynależeć elementy pokrycia terenu. Algorytm *By height from ground* wymaga wcześniej sklasyfikowanych punktów terenowych. Na ich podstawie budowany jest tymczasowy model powierzchni TIN, a w dalszej kolejności porównywane są wysokości pozostałych punktów położonych ponad tą powierzchnią. Algorytm jest stosowany do klasyfikacji

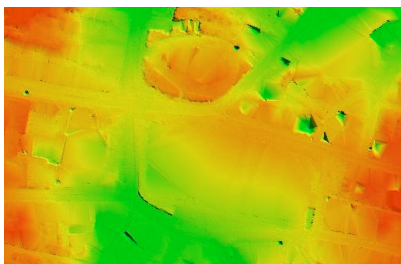
różnych klas wegetacji, a także jako wstęp do detekcji drzew lub klasyfikacji budynków. W rezultacie klasa z wysoką roślinnością powinna dodatkowo zawierać punkty odpowiadające budynkom, koronom drzew lub przewodom elektrycznym.

Ostatnią ważną procedurą zapewniającą automatyczną klasyfikację budynków jest funkcja *Buildings*. Zasada działania tego algorytmu polega na wyszukiwaniu tych samych płaszczyzn. Wymagane jest sklasyfikowanie wcześniej punktów znajdujących się powyżej powierzchni terenu. Zaleca się stosowanie tego algorytmu tylko na najwyższej klasie roślinności, by uniknąć np. sklasyfikowania samochodów na budynki. W automacie tym wskazać należy powierzchnię najmniejszego budynku oraz dokładność wysokościową punktów laserowych (*Z tolerance*). Warto również zaznaczyć opcje *Use echo information*, ponieważ punkty odbite od dachu posiadają tylko jedno odbicie (echo) natomiast punkty, które odbijają się od drzew posiadają wiele odbić.

Algorytmy: *Low points*, *Isolated points*, *Ground*, *Below surface* służą do klasyfikacji automatycznej i pozyskania NMT, natomiast: *Classify by height from ground* i *Classify buildings* wykorzystywane są do automatycznej klasyfikacji oraz tworzenia NMPT.

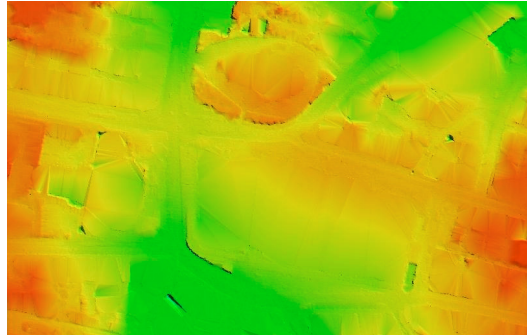
## WYNIKI

Podczas automatycznej klasyfikacji gruntu, pominięcie jednego z algorytmów służących do wstępnej filtracji chmury punktów i zastosowanie tylko *Classify ground*, spowoduje nie usunięcie punktów poniżej gruntu, będących błędnymi punktami (Rys. 1). Efekty działania algorytmów uwzględniających wstępną filtrację można zaobserwować na rysunku 2. Widoczne są różnice pomiędzy NMT powstałym w obydwu przypadkach. Na rysunku 1 widać znacznie więcej punktów znajdujących się poniżej gruntu, które są błędne, lecz należą do NMT.



Źródło: opracowanie własne.  
Source: own elaboration.

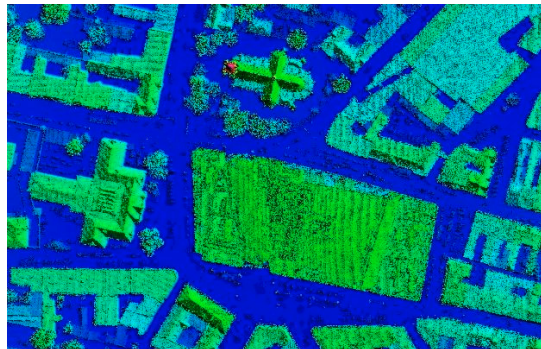
**Rysunek 1.** NMT stworzony tylko za pomocą funkcji *Classify ground*  
**Figure 1.** DTM created using only function *Classify ground*



Źródło: opracowanie własne.  
Source: own elaboration.

**Rysunek 2.** NMT stworzony z wykorzystaniem funkcji do wstępnej filtracji danych  
**Figure 2.** DTM created using function for initial data filtration

Zadaniem algorytmu *By height from ground* jest przeniesienie punktów na odpowiednie klasy roślinności (Rys. 3). Algorytm ten niestety nie zapewnia wyodrębnienia obiektów nie należących do klas roślinności takich jak: budynki, samochody czy słupy itp. Budynki można wstępnie przeklasyfikować automatycznie. Algorytm ten jednak nie przeniesie z klasy roślinności wysokiej wszystkich punktów należących do klasy budynków, część punktów należy przeklasyfikować ręcznie. Podobnie samochody, linie energetyczne i słupy należy przenieść ręcznie na odpowiednią klasę.



Źródło: opracowanie własne.  
Source: own elaboration.

**Rysunek 3.** Wynik działania automatu *By height from ground*  
**Figure 3.** Result of action of automat *By height from ground*

Algorytm *Ground* można stosować przy różnych ustawieniach parametrów, co powoduje zmieniającą się liczbę punktów należących do klasy gruntu (tabela 1), przy przeprowadzanej automatycznej klasyfikacji chmury punktów. Kolejne rysunki 4-6 przedstawiają NMT powstały po zastosowaniu trzech automatów, w których zmieniany był parametr kąta oraz odległości iteracyjnej zgodnie z tabelą 1.

**Tabela 1.** Automaty *Ground* ze zmiennymi parametrami kąta oraz odległości iteracyjnej wykorzystane do tworzenia NMT

**Table 1.** *Ground* automats with variable parameters of angle and iterative distance applied to DTM creation

Nr automatu	Kąt iteracyjny [°]	Odległość iteracyjna [m]	Liczba punktów w klasie gruntu
I	1.50	0.50	323 691
II	6.00	1.40	674 305
III	10.00	2.50	829 634

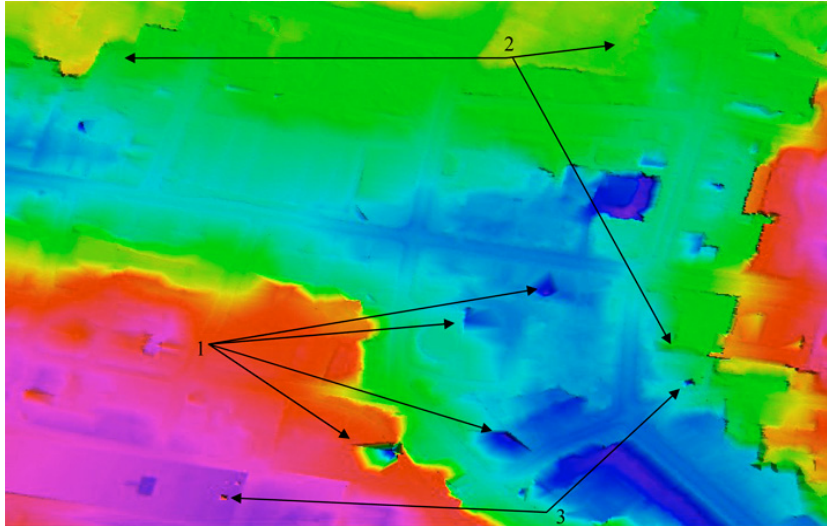
Zródło: opracowanie własne.

W wyniku działania powyższych automatów widoczne są następujące różnice w NMT:

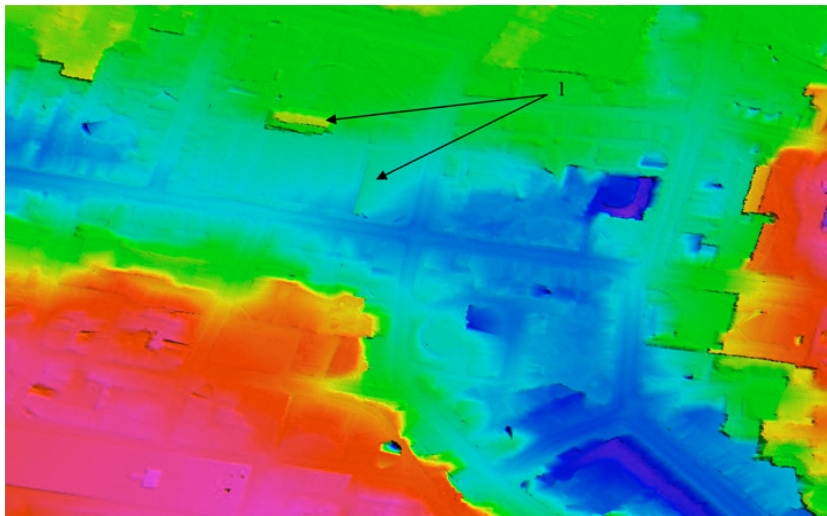
- W automacie I (Rys. 4) dostrzegane są wielkie trójkąty w okolicach m.in. budynków (zejścia do piwnic) (1), można zauważyć ścięcie niektórych skarp (2) oraz widoczne są punkty, które znajdują się poniżej gruntu – szumy (3);
- W automacie II (Rys. 5) efekt trójkątowania i ściętych skarp jest znacznie mniejszy niż w automacie I, lecz można dostrzec uchwycone obiekty powyżej gruntu (tarasy, schody) (1);
- W automacie III (Rys. 6) widoczna jest znaczna ilość uchwyconych budynków, tarasów czy też schodów (1).

Porównując powyższe automaty można stwierdzić, że w danej sytuacji najlepszym okazał się automat II - najwięcej punktów poprawnie sklasyfikowanych - będzie on wymagał najmniej klasyfikacji manualnej. Można również zauważyć, iż pierwszy automat byłby najlepszy do terenów płaskich, gdzie są bardzo małe różnice wysokości, natomiast ostatni dla terenów górzystych, gdzie różnice wysokości są bardzo duże.

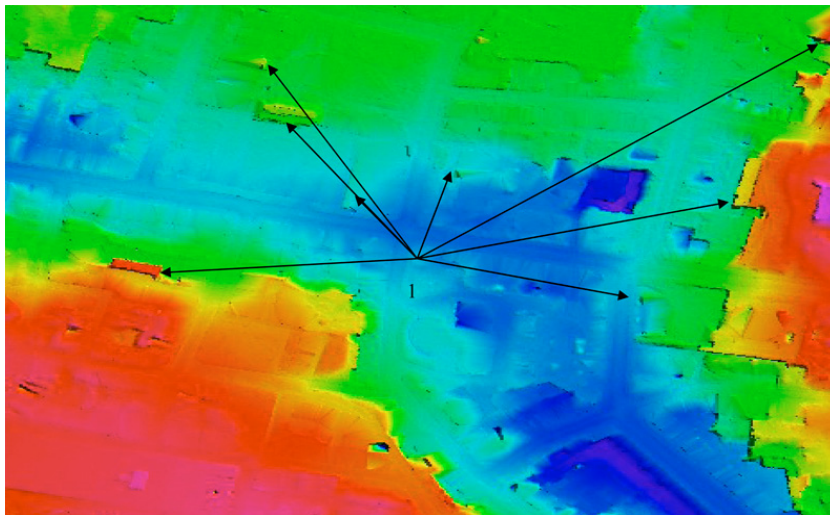




**Rysunek 4.** NMT po zastosowaniu automatu I  
**Figure 4.** DTM after application of automat I



**Rysunek 5.** NMT po zastosowaniu automatu II  
**Figure 5.** DTM after application of automat II



Źródło: opracowanie własne.  
Source: own elaboration.

**Rysunek 6.** NMT po zastosowaniu automatu III  
**Figure 6.** DTM after application of automat III

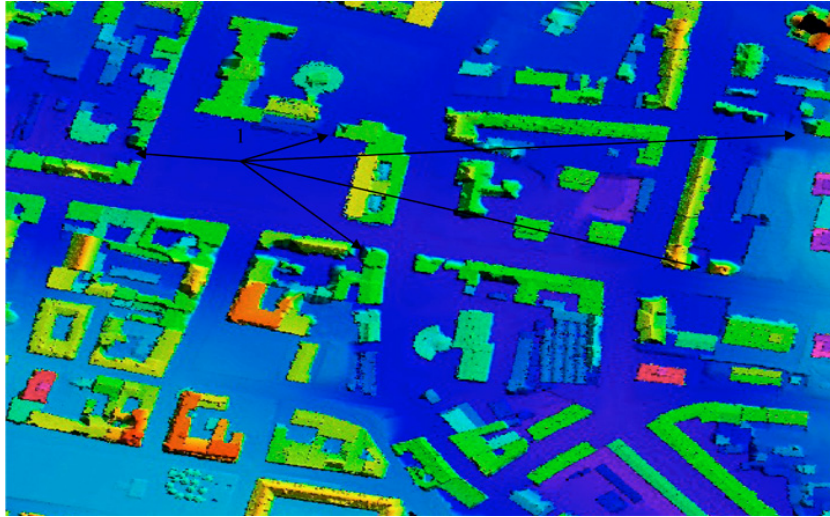
NMPT podobnie jak NMT został stworzony przy zastosowaniu trzech automatów, w tym wypadku różniących się parametrem  $Z$  tolerance (dokładność wysokościowa punktów). Spowodowało to zmianę ilości punktów na klasie budynki i roślinności wysokiej, co widoczne jest w tabeli 2. Rysunki 7-9 przedstawiają NMPT powstały przy tak ustalonym parametrze.

**Tabela 2.** Automaty *Buildings* ze zmiennym parametrem  $Z$  tolerance wykorzystane do tworzenia NMPT

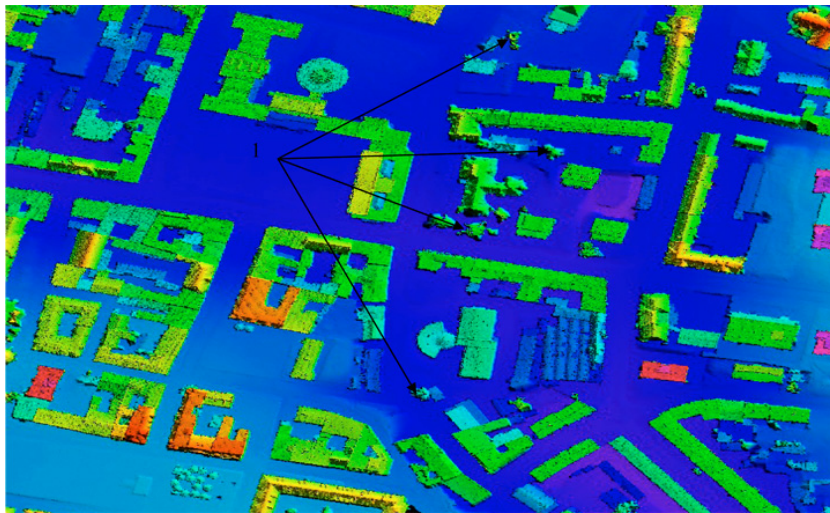
**Tabela 2.** Buildings automats with variable parameter  $Z$  tolerance applied to create DTCM

Nr automatu	$Z$ tolerance [m]	Liczba punktów w klasie budynki	Liczba punktów w klasie roślinności wysokiej
I	0.05	584 565	1 488 034
II	0.12	1 110 106	962 493
III	0.20	1 259 460	813 139

Źródło: opracowanie własne.

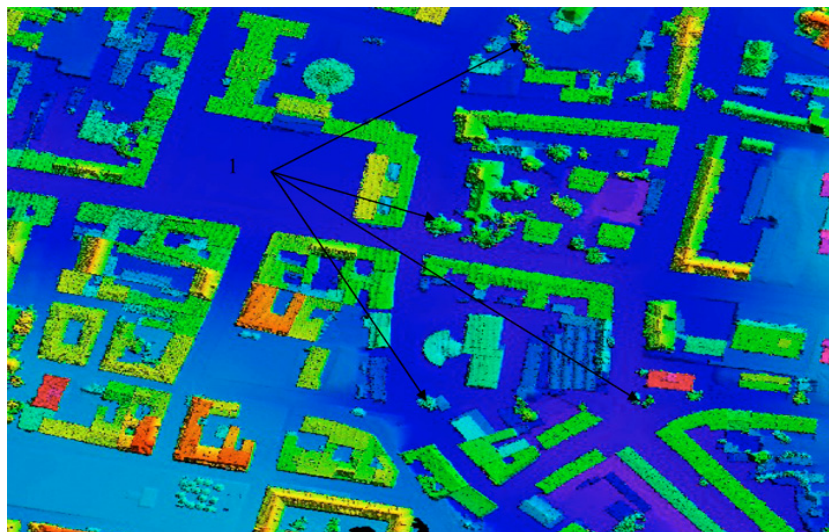


**Rysunek 7.** NMPT po zastosowaniu automatu I.  
**Fig. 7.** DSM after application of automat I.



Źródło: opracowanie własne.  
Source: own elaboration.

**Rysunek 8.** NMPT po zastosowaniu automatu II  
**Figure 8.** DSM after application of automat II



Źródło: opracowanie własne.  
Source: own elaboration.

**Rysunek 9.** NMPT po zastosowaniu automatu III  
**Figure 9** DSM after application of automat III

Różnice w działaniu powyższych automatów są następujące:

- W automacie I (Rys. 7) wiele budynków nie zostało uchwyconych (1) z powodu zbyt małej wartości parametru określającego tolerancję wysokości punktów;
- W automacie II (Rys. 8) większość budynków zostało poprawnie zaklasyfikowanych, ale pojawiły się również drzewa, które zostały uchwycone jako budynki (1);
- W automacie III (Rys. 9) można dostrzec znaczną ilość drzew zaklasyfikowanych jako budynki (1), a liczba punktów w klasie budynki jest podobna do tej samej, co w automacie II.

Automat I znacznie odbiega od dwóch pozostałych, najlepszym spośród zastosowanych automatów okazał się automat II.

Przytoczone przykłady wskazują jak ważny jest dobór odpowiednich procedur, a także ustalenie dla nich właściwych parametrów przy zastosowaniu automatycznej klasyfikacji chmury punktów, w celu pozyskania poprawnego NMT oraz NMPT. Istotny wpływ ma tutaj charakter samego terenu, jak również pora skanowania (w okresie letnim wiązka lasera nie zawsze dociera do gruntu, lecz odbija się od górnej powierzchni upraw). Automatyczna klasyfikacja budynków wymaga w większości wypadków korekty manualnej, szczególnie ma to miejsce w przypadkach dużych, przestronnych budynków o płaskich dachach (hale produkcyjne, supermarkety) oraz budynków znajdujących się w pobliżu

skarp, bowiem automat klasyfikuje je do klasy gruntu. Podczas automatycznej klasyfikacji punktów niestety automaty nie mają możliwości przeniesienia na odpowiednią klasę punktów, które znajdują się na samochodach, pociągach, czy też słupach i liniach energetycznych. Takie punkty należy przeklasyfikować ręcznie, tak by powstał poprawny NMPT.

## PODSUMOWANIE

Zastosowanie automatycznej klasyfikacji, podczas przetwarzania danych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego, w znaczny sposób ułatwia, jak również przyspiesza prace przy tworzenia NMT i NMPT z chmury punktów. Stosowane algorytmy nie dają jednak stuprocentowej skuteczności, konieczne jest późniejsze przeprowadzenie ręcznej weryfikacji i korekty procesu automatycznego, co pociąga za sobą wydłużenie czasu i wzrost kosztów opracowania. Klasyfikacja manualna wymaga jednak mniejszych nakładów, jeśli w zastosowanych wcześniej automatach zostały dobrane optymalne wielkości parametrów umożliwiających klasyfikację punktów na odpowiednie warstwy. Znajomość wpływu poszczególnych z nich bezpośrednio przekłada się na wierność i dokładność powstających modeli terenu. Ciągłe prowadzone są prace nad udoskonaleniem istniejących metod filtracji bądź poszukiwaniem nowych, bardziej skutecznych rozwiązań zmniejszających błędy filtracji automatycznej, co przyczynia się do znacznej redukcji prac manualnych.

## LITERATURA

- Andersen H.E., 2002, The use of airborne laser scanner data (LIDAR) for forest measurement applications, WFCA, Washington.
- Hejmanowska B., Borowiec N., Badurska M., 2008, Przetwarzanie lotniczych danych lidarowych dla potrzeb generowania NMT i NMPT, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 18a, Szczecin 2008, s. 151-162.
- Kulesza Ł. 2007, Automatyczna detekcja i modelowanie budynków przy pomocy programu Terrascan, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 17a, Kraków 2007, s. 415-424.
- Melzer T., Briese Ch., 2004, Extraction and Modeling of Power Lines from ALS Point Clouds, Proc. 28th Austrian Assoc. Pattern Recog. Workshop, Hagenberg, Austria.
- Tóvári D., Vögtle T., 2004, Classification methods for 3D objects in laserscanning data, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXV/3B, Stambuł.
- Weinacker H., Kock B., Heyder U., Weinacker R., 2004, Development of filtering, segmentation and modeling modules for LIDAR and multispectral data as a fundament of an automatic forest inventory system, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVI-8/W2.

*Bogusława Kwoczyńska*

---

Dr inż. Bogusława Kwoczyńska  
Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie  
ul. Balicka 253a  
adres e-mail: [rmkwoczy@cyf-kr.edu.pl](mailto:rmkwoczy@cyf-kr.edu.pl)  
tel. 12 662-45-05