



## **WSPOMAGANIE KOMPUSEROWE W PLANOWANIU I ZAGOSPODAROWANIU PRZESTRZENNYM**

***Maria Heldak, Beata Raszka, Jakub Szczepański, Ciecchosław Patrzałek***  
*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

### **COMPUTER-AIDED PLANNING AND SPATIAL DEVELOPMENT**

#### ***Streszczenie***

Praca ma na celu ukazanie możliwości wykorzystania skanera laserowego do ochrony ekosystemów na etapie podejmowania decyzji przestrzennych. Zastosowana laserowa technika automatycznego pomiaru pozwoliła w krótkim czasie uzyskać mierzalne, w pełni obiektywne modele punktowe terenu. Uzyskany skan przetworzono nakładając teksturę dla uzyskania modelu przestrzennego, a następnie wkomponowano elementy zagospodarowania w ich naturalnym otoczeniu. Sporządzona wizualizacja może być pomocna przy wyborze najkorzystniejszego wariantu zagospodarowania przestrzeni, w tym może także prowadzić do ochrony terenu przed jego zainwestowaniem i zarazem do pozostawienia go w formie niezmienionej. Dla potrzeb badań wspomagających ochronę ekosystemów diagnozowano dwa wybrane obiekty zlokalizowane w miejscowościach Sobótka (gm. Sobótka) i Maniów Mały (gm. Mietków). Badania terenowe przeprowadzono w latach 2011/2012 r. Ustalono, że zalesienie jednego z obszaru badań zgodnie z przyjętą polityką rozwoju przestrzennego przesłoni widok na koronę zapory Zbiornika Mietkowskiego.

**Słowa kluczowe:** skanowanie laserowe, skaner 3D, ochrona ekosystemów

#### ***Summary***

*The aim of this work is to show the possibilities of using laser scanner in ecosystems preservation on the stage of making spatial planning de-*

*cisions. The laser technique of automatic measurement enabled us to get measurable and fully objective spot elevation model very quickly. Received scan was converted into spatial model by adding texture and later on merging increments of development in their natural surroundings. The visualization created can be very helpful when choosing the best option of land development; moreover, it can help protecting the land from investments leaving it in its original shape. For the purpose of the research supporting ecosystems preservation, two chosen objects, located in Sobótka (Sobótka commune) and Maniów Mały (Mietków commune), were diagnosed. Field investigations were conducted in the years 2011-2012. It was concluded that the afforestation of one of the investigated area according to the existing regional policy would block the view on the Zbiornik Mietkowski dam coping.*

*Key words: laser scanning, 3D scanner, ecosystems preservation*

## WSTĘP

Planowanie i projektowanie jest czynnością poznawczą, której celem jest znalezienie takiej teorii optymalizacyjnej określonego systemu (np. urządzenia technicznego, struktury organizacji, struktury przestrzennej, gospodarki), z której będzie wynikało, iż system ów spełnia przyjęte kryteria efektywności [Łojewski 1997]. Zadaniem projektowania, jak i wszelkich badań empirycznych nastawionych na rozwiązywanie określonych (użytecznych) celów praktycznych, jest oszacowanie współczynników (parametrów) teorii i twierdzeń optymalizacyjnych formułowanych w poszczególnych dziedzinach nauk praktycznych. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego w schemacie obiegu dokumentów planistycznych oraz procesie decyzyjnym stanowi najistotniejszy element w skali gminy i pozostaje istotnym narzędziem ochrony ekosystemów.

Inwentaryzacja wykonywana na potrzeby prac projektowych przy pomocy naziemnych skanerów laserowych jest wielokrotnie dokładniejsza i w pełni obiektywna w porównaniu z danymi uzyskiwanymi z kopii dostępnych map zasadniczych, czy katastralnych. Ponadto czas sporządzenia modelu oraz uzyskanie danych wyjściowych jest wielokrotnie krótszy od pozyskania danych metodami klasycznymi (np. aktualizacja podkładów mapowych). Rozwój nowoczesnych technologii otwiera nowe możliwości zastosowania informacji przestrzennej. Rzeczywistość wirtualna, projektowanie komputerowe w środowisku GIS, dla wielu firm i instytucji są niezbędnymi narzędziami współcześnie prowadzonej działalności. Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na tego typu narzędzia rośnie

zapotrzebowanie na dane niezbędne do ich funkcjonowania. Technologia skaningu laserowego zmieniła sposób analizy zjawisk zachodzących w otaczającej nas rzeczywistości: od pomiarów geodezyjnych (do punktów dyskretnych) przechodzimy do analiz prowadzonych na trójwymiarowych modelach (3D). Skanowanie laserowe, z technicznego punktu widzenia, jest rozwinięciem i unowocześnieniem metod stosowanych w geodezji.

Skanery laserowe są wykorzystywane zarówno do badań naukowych, jak i zadań komercyjnych. Znacząca liczba prac z wykorzystaniem skanerów została wykonana dla celów modernizacji dróg, autostrad i w różnego rodzaju opracowaniach budowlanych. Skaner laserowy jest również nieocenionym narzędziem przy pracach podziemnych (tunele, kopalnie), skąd pozyskanie informacji było dotychczas znacznie utrudnione. Coraz szersze zastosowanie widoczne jest w architekturze, gdzie odpowiednia jakość dokumentacji odzwierciedlającej stan obiektu jest najważniejszym elementem w ocenie zakresu i metody renowacji. Skaner przydatny jest także w archeologii dla inwentaryzacji poszczególnych warstw wykopalisk, technika ta zaczyna też bardzo prędko funkcjonować w przemyśle filmowym i rozrywkowym, gdzie wykorzystywana jest do tworzenia animacji.

Celem pracy jest analiza możliwości wykorzystania skaningu laserowego do ochrony ekosystemów na etapie podejmowania decyzji przestrzennych. Wizualizacja inwestycji w ich naturalnym otoczeniu, pozwala wybrać najkorzystniejszy wariant zagospodarowania przestrzeni, co jest szczególnie pomocne na etapie podejmowania decyzji o przyszłym kształcie przestrzeni i wypełnieniu jej elementami antropogenicznymi. Dla potrzeb badań wspomagających ochronę ekosystemów diagnozowano dwa wybrane obiekty, jako przykład zastosowania techniki skanowania w planowaniu przestrzennym.

## **METODYKA BADAŃ**

Do wykonania pomiarów terenowych wybrano technikę naziemnego skaningu laserowego. Zmieniła ona sposób analizy zjawisk zachodzących w otaczającej rzeczywistości: od pomiarów geodezyjnych (pomiar punktów dyskretnych) przechodzi się obecnie do analiz prowadzonych na trójwymiarowych modelach (3D). Z technicznego punktu widzenia, skanowanie laserowe jest rozwinięciem i unowocześnieniem metod stosowanych w geodezji. Bezdotykowy pomiar odległości za pomocą promienia laserowego połączony z precyzyjnym pomiarem

kątów pozwala na wyznaczenie współrzędnych XYZ mierzonego punktu z kilkumilimetrową dokładnością. W pomiarach użyto instrumentu Leica ScanStation 2. Uznano, że skaner impulsowy (prędkość 50000 punktów/sek., zasięg 300m (przy 90% albedo) będzie wystarczającym narzędziem do wykonania pomiarów powierzchniowych. Skaner ten rejestruje siłę odbicia powracającego sygnału świetlnego wysłanego przez skaner, co pozwala na uzyskanie dodatkowych informacji np. o wilgotności skanowanych elementów przestrzeni, odmienności użytego do budowy materiału itp. Jest to wynikiem załamania światła (intensywności odbicia) zależnego w dużej mierze od kolorystyki obiektu, w tym przebarwień kolorystycznych [Van Genechten 2008, Vosselman , Mass 2010, Heldak i in. 2012, Szczepański i in. 2012].

Pomiary obszarów w badanych gminach wykonano dla obiektów badawczych w miejscowościach Sobótka (gm. Sobótka) i Maniów (gm. Mietków). Badania terenowe przeprowadzono w latach 2011/2012 r.

Zastosowana laserowa technika automatycznego pomiaru pozwoliła w krótkim czasie uzyskać mierzalne, w pełni obiektywne modele punktowe terenu. Metoda naziemnego skaningu laserowego dostarczyła półprodukt w postaci chmury punktów (modelu punktowego) pokrywającego powierzchnię badanego obiektu. Uzyskany skan przetworzono nakładając teksturę dla uzyskania modelu przestrzennego [Gawałkiewicz 2008, Van Genechten 2008, Lorenz i Döllner 2010, Vosselman i Mass 2010, Heldak 2012]. Tak przygotowane modele przestrzenne posłużyły do wizualizacji przykładowych obiektów w odwzorowanym terenie.

## **OPIS OBIEKTÓW ORAZ WYNIKI BADAŃ**

### **Obiekt Maniów Mały**

Teren stanowiący przedmiot opracowania położony jest w miejscowości Maniów Mały w gm. Mietków, na wschód od południowej części Zapory Czołowej Zbiornika Zaporowego Mietków (rys. 1). Obszar badań zlokalizowany jest pomiędzy drogą biegnącą wzdłuż Zapory Czołowej, drogą biegnącą w kierunku Mirosławic oraz ścianą lasu zamykającą obiekt od strony północno-wschodniej. Na terenie badań prowadzone są obecnie uprawy polowe. Teren jest widoczny w krajobrazie z „umownego” punktu widokowego, zlokalizowanego przy zaprze. Z tego miejsca dobrze widoczne jest również Jezioro Mietkowskie, będące

zbiornikiem retencyjnym na rzece Bystrzycy. Zabudowa wsi Maniów Mały rozwija się na południowy wschód od terenu badań.



**Rysunek 1.** Widok terenu opracowania – wieś Maniów Mały, gmina Mietków (obszar po stronie prawej od zapory). Autor: J. Szczepański

**Figure 1.** View on the investigated land – Maniów Mały village, Mietków commune – area on the right side of the dam. Author: J. Szczepański.

Dla miejscowości Maniów Mały obowiązuje Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego wsi Maniów i Maniów Mały [Uchwała Nr XXVIII/173/2006 Rady Gminy w Mietkowie z dn. 22 lutego 2006 r. (Dz. Urz. Woj. Dolnośląskiego Nr 98 z dn. 20 maja 2006 r., poz. 1698)]. Teren zlokalizowany na wschód od zapory oznaczony jest na rysunku planu symbolem R2 – tereny rolnicze. Dla terenów tych obowiązują następujące ustalenia:

a) grunty rolne w rozumieniu przepisów ustawy o ochronie gruntów rolnych w tym z przeznaczeniem na zalesienie, urządzenie parku wiejskiego, zadrzewienia i zakrzewienia śródpolne z zakazem zabudowy wchodzącym w skład gospodarstw rolnych budynkami mieszkalnymi oraz innymi budynkami i urzą-



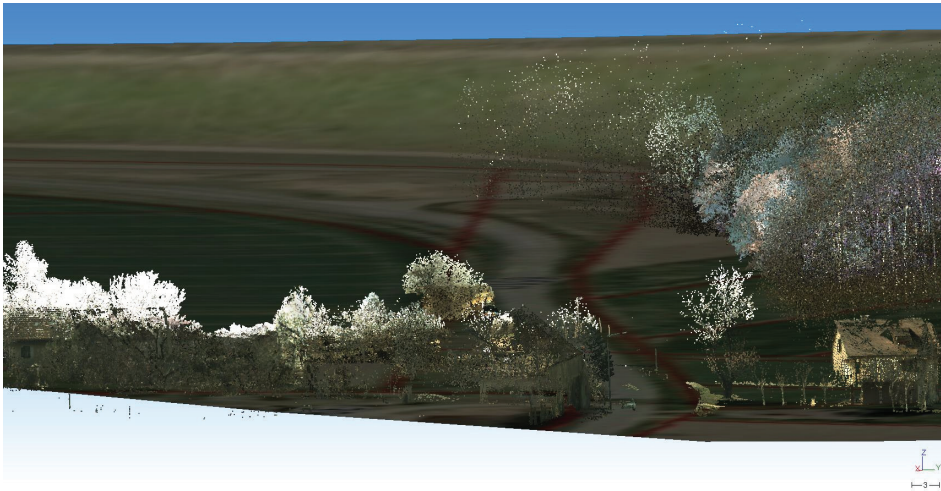
dzeniami służącymi produkcji rolniczej oraz przetwórstwu rolno – spożywczemu, budynkami i urządzeniami służącymi bezpośrednio do produkcji rolniczej uznanej za dział specjalny, stosownie do przepisów o podatku dochodowym od osób fizycznych i podatku dochodowym od osób prawnych,

b) dopuszcza się lokalizację obiektów i urządzeń infrastruktury technicznej dla potrzeb rolnictwa i mieszkańców wsi,

c) dla obszarów objętych ochroną konserwatorską należy przestrzegać zasad ochrony dziedzictwa kulturowego i zabytków oraz dóbr kultury współczesnej określonych w niniejszym planie.

Obecnie, ze względu na ustalenia planu miejscowego, nie jest możliwe wykorzystanie terenu dla funkcji mieszkaniowej. Dopuszczone jest natomiast urządzenie parku wiejskiego, wprowadzenie zadrzewień i zakrzewień śródpolnych, a także lokalizacja obiektów i urządzeń infrastruktury technicznej dla potrzeb rolnictwa i mieszkańców wsi.

Metryczny model terenu pozwala na wkomponowanie zieleni w różnej skali i według różnych układów. Z racji ekspozycji, teren ten powinien być chroniony także przed przesłonięciem wysoką roślinnością. Wprowadzone nasadzenia powinny przyjąć formę niewysokich krzewów lub pojedynczych drzew.



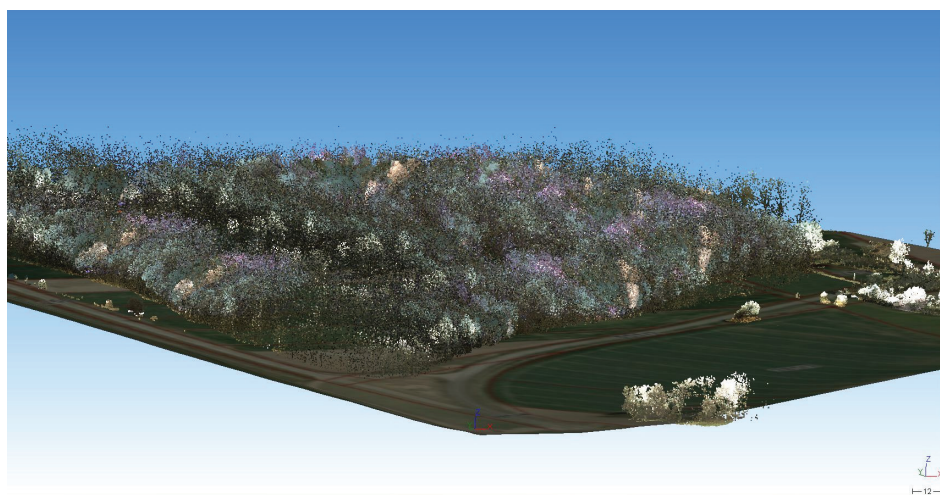
**Rysunek 2.** Metryczny model obszaru opracowania z wkomponowaną zielenią niską zgodnie z polityką przestrzenną. Autor: J. Szczepański, C. Patrzalek

**Figure 2.** Metric model of the investigated land merged with the low shrubs according to the regional policy. Author: J. Szczepański, C. Patrzalek.

W dokumencie Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Mietków obszar badań, w zdecydowanej większości, znajduje się w terenie projektowanych dolesień. Jedynie niewielki fragment zlokalizowany po stronie południowo – zachodniej przewidziano, jako tereny upraw rolnych (symbol na rysunku studium R). Planowanie zalesienia tego obszaru wydaje się nie do końca przemyślane biorąc pod uwagę walory widokowe terenu o czym świadczy także wykonana wizualizacja (rys. 2, 3).

Zalesienie obszaru badań zgodnie z przyjętą polityką rozwoju przestrzennego przesłoni widok na koronę zapory. Lepszym wariantem zagospodarowania terenu byłoby nasadzenie zieleni niskiej w formie naprowadzającej w kierunku punktu widokowego.

W toku prac nad formułowaniem polityki przestrzennej oraz prac nad planem miejscowym wizualizacja może być wykorzystana, jako argument przemawiający za wyborem najkorzystniejszego rozwiązania projektowego. Obraz przestrzenny można także wykorzystać w upublicznieniu projektu planu miejscowego, w toku prowadzenia dyskusji publicznej [Heldak 2012].



**Rysunek 3.** Metryczny model obszaru opracowania z wkomponowaną zielenią wysoką zgodnie z polityką przestrzenną. Autor: J. Szczepański, C. Patrzalek

**Figure 3.** Metric model of the investigated land merged with the low shrubs according to the regional policy. Author: J. Szczepański, C. Patrzalek.

### **Obiekt Sulistrowiczki**

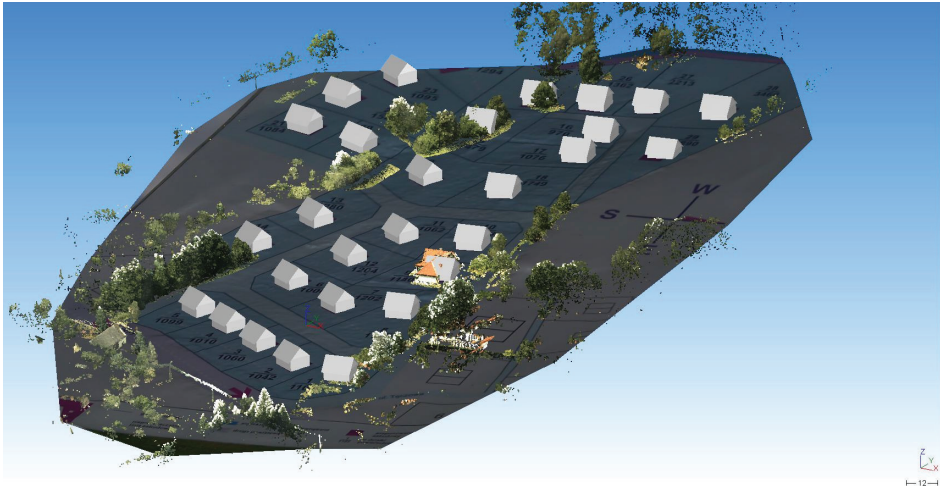
Obiekt badawczy położony jest w miejscowości Sulistrowiczki w gm. Sobótka, na zboczu góry Ślęzy, na jej południowo-wschodnim skłonie. Obszar poddany badaniom znajduje się na północny zachód od drogi powiatowej biegnącej z Sobótki przez Sulistrowiczki w kierunku Świdnicy. Na terenie badań zlokalizowane są tereny użytków rolnych – obecnie odłogowane oraz zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna (rys. 4). Teren jest szczególnie eksponowany w krajobrazie z drogi powiatowej. Zabudowa wsi Sulistrowiczki posiada charakter zabudowy zagrodowej, w jej części centralnej, oraz charakter zabudowy letniskowej w formie obiektów całorocznych, głównie poza historyczną częścią miejscowości.



**Rysunek 4.** Widok terenu opracowania – miejscowość Sulistrowiczki, gmina Sobótka. Autor: M. Hełdak

**Figure 4.** View on the investigated land – Sulistrowiczki, Soótka commune. Author: M. Hełdak.





**Rysunek 5.** Metryczny model obszaru opracowania z wkomponowaną zabudową na podstawie projektu zagospodarowania terenu zgodnie z ustaleniami planu miejscowego w miejscowości Sulistrowiczki. Autor: J. Szczepański, C. Patrzalek

**Figure 5.** Metric model of the investigated land merged with the buildings according to the land development plan in Sulistrowiczki. Author: J. Szczepański, C. Patrzalek.

Obecnie obowiązuje tu zmiana miejscowego planu ogólnego zagospodarowania przestrzennego gminy Sobótka w odniesieniu do terenu położonego we wsi Sulistrowiczki, (symbol – 11MN, powierzchnia – 4,63 ha) [uchwała VIII/55/2003 Rady Miejskiej w Sobótce z dn. 27 maja 2003 r. (Dz. Urz. Woj. Dolnośląskiego Nr 130 z dn. 21 sierpnia 2003 r., poz. 2302). Plan miejscowy będący zmianą obejmuje swoim zasięgiem dz. nr ew. 11/3, 11/4, 11/5 oraz częściowo dz. nr ew. 11/8, 11/9, 11/12 i 11/13].

Opracowanie to wprowadza wewnętrzny podział terenu na zespoły oznaczone symbolami 1MN, 2MN, 3MN, 4MN, 5MN, 6TD, 7TD, 8TD, 9TD i 10TD, w tym:

- 1 MN – 0,52 ha – zabudowa mieszkaniowa – 5 działek;
- 2 MN – 0,83 ha – zabudowa mieszkaniowa – 7 działek;
- 3 MN – 0,24 ha – zabudowa mieszkaniowa – 2 działki;
- 4 MN – 1,80 ha – zabudowa mieszkaniowa – 4 działki;
- 5 MN – 0,60 ha – zabudowa mieszkaniowa – 1 działka;
- 6 TD – 0,16 ha – droga wewnętrzna o szerokości w liniach rozgraniczających 10 m;
- 7 TD – 0,28 ha – droga wewnętrzna o szerokości w liniach rozgraniczających 10 m;

- 8 TD – 0,10 ha – droga wewnętrzna o szerokości w liniach rozgraniczających 10 m;
- 9 TD – 0,08 ha – droga dojazdowa o szerokości w liniach rozgraniczających 5,5 m;
- 10 TD – 0,02 ha – droga piesza o szerokości w liniach rozgraniczających 4,5 m.

Graficznie podziały wymienionych zespołów (1MN do 5MN) na działki budowlane o powierzchniach w granicach 1000–1300 m<sup>2</sup> są orientacyjne. Zgodnie z ustaleniami planu miejscowego, w ramach podziałów terenu powierzchnię działek można zwiększać lub zmniejszać przyjmując założenie, że obszary działek nie powinny być mniejsze niż 1000 m<sup>2</sup>, przy czym zewnętrzne wymiary kompleksów ustalono jako obowiązujące. Przyjmując powyższe uwarunkowania zaproponowano sposób zagospodarowania przestrzennego, wkomponowując projektowaną zabudowę w zbrocze masywu Ślęży. Zobrazowano w ten sposób przyszły obraz przestrzenny tej części miejscowości (rys. 5, 6).



**Rysunek 6.** Metryczny model obszaru opracowania z wkomponowaną zabudową na podstawie projektu zagospodarowania terenu zgodnie z ustaleniami planu miejscowego w miejscowości Sulistrowiczki. Autor: J. Szczepański, C. Patrzalek

**Figure 6.** Metric model of the investigated land merged with the buildings according to the land development plan in Sulistrowiczki. Author: J. Szczepański, C. Patrzalek.

Tym samym, biorąc pod uwagę możliwości zainwestowania terenu oraz projekt zagospodarowania terenu, zaproponowano realizację osiedla mieszkaniowego nawiązując do konfiguracji terenu. W koncepcji projektowane

działki mają ponad 1000 m<sup>2</sup> powierzchni; dzięki temu zainwestowanie obszaru nie powinno doprowadzić do nadmiernego zagęszczenia zabudowy. Mankamentem są jednak znaczne gabaryty obiektów mieszkalnych.

## PODSUMOWANIE

Debata nad rozwojem przestrzennym zabudowy, w tym nad funkcją zainwestowania (infrastruktura techniczna, zabudowa mieszkaniowa, zabudowa przemysłowa, zieleń leśna), czy nad jej formą (wysokości budynków, ich kubatury itp.), poparta wizualizacją, bardziej przemawia do decydentów przyjmujących ostatecznie dokumenty planistyczne w drodze uchwał. Jak podkreśla Chmielewski (2001) przy podejmowaniu decyzji dotyczących zagospodarowania przestrzeni bezwzględnie konieczne jest rozpoznanie terenu pod względem przyrodniczych, kulturowych i technicznych komponentów środowiska. Szczególnie ważne staje się uświadomienie konsekwencji ustaleń zapisanych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, stanowiącym podstawę do uzyskania pozwolenia na budowę. Kistowski (2003) postuluje, aby realizacja szeroko rozumianych zasad zrównoważonego i trwałego rozwoju na poziomie regionalnym odbywała się poprzez zintegrowane zarządzanie przestrzenią. Wydaje się, że wskazanie to winno obowiązywać na wszystkich szczeblach planowania i zagospodarowania przestrzennego. Ponadto warunkowane być powinno kompleksowym i zintegrowanym rozpoznaniem uwarunkowań społeczno-ekonomiczno-przyrodniczych. Biorąc pod uwagę także wymaganą zgodność planu miejscowego z polityką przestrzenną, także zapisy studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy stają się istotne dla ochrony ekosystemów. Metoda skaningu laserowego może być tu bardzo pomocna. Przeprowadzone analizy wykazały, że zobrazowanie ustaleń planu miejscowego w zakresie rozwoju nowej zabudowy pokazało, że nie zawsze ustalenia planu w prawidłowy sposób honorują uwarunkowania krajobrazowe. W omawianych przypadkach ustalenia planów przyzwalają na realizację zbyt dużych gabarytowo budynków mieszkalnych. Natomiast wprowadzenie zalesienia nie zawsze jest korzystne funkcjonalnie, a wręcz może doprowadzić do przesłonięcia panoramy widokowej i modyfikuje ją niekorzystnie z punktu widzenia estetyki krajobrazu.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Chmielewski T.J. (2001). System planowania przestrzennego harmonizującego przyrodę i gospodarkę, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin.
- Gawałkiewicz R. (2008). 3 razy Trimble. Magazyn Goinforacyjny Nr 4 (155) kwiecień 2008, s. 16-17.
- Heldak M. (2012). Decyzje planistyczne a przemiany krajobrazu kulturowego obszarów wiejskich. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Monografie CL, Wrocław.
- Heldak M., Szczepański J., Patrzalek C. (2012). Using the 3D computer skaning method in the environment al impast assessment. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Infrastructure and Ecology of Rural Areas. Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie. Komisja Techniczna Infrastruktury Wsi, 1/IV 2012. Kraków, s. 49-59.
- Kistowski M. (2003). Regionalny model zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska Polski a strategie rozwoju województw, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Gdańsk-Poznań.
- Lorenz H., Döllner J., (2010). 3D feature surface properties and their application in geovisualization. Computers Environmental and Urban Systems. Volume 36, Issue 6, November 2010, p. 476-483.
- Łojewski S. (1997). Elementy metodologii projektowania systemów przestrzennych, Wyd. Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy.
- Szczepański J., Orczykowski T., Tokarczyk T. (2012). Using 3D Terrestrial Laser Scanning (TLS) for Surveying Hydrotechnical Structures when Preparing Flood Hazard Maps. Polish Journal of Environmental Studies, Vol 21, Nr 5, s. 1405-1412
- Van Genechten B. (2008). Theory and practice on Terrestrial Laser Scanning: Training material based on practical applications, Universidad Politecnica de Valencia Editorial.
- Vosselman G. and Maas H.G. (2010). Airborne and Terrestrial Laser Scanning, Whittles Publishing.

prof. UP, dr hab. Beata Raszka  
dr hab. inż. Maria Heldak  
dr inż. Jakub Szczepański  
mgr inż. Ciechosław Patrzalek  
Katedra Gospodarki Przestrzennej  
Uniwersytet Przyrodniczy  
ul. Grunwaldzka 53  
50-357 Wrocław

e-mail: [beata.raszka@up.wroc.pl](mailto:beata.raszka@up.wroc.pl)  
e-mail: [maria.heldak@up.wroc.pl](mailto:maria.heldak@up.wroc.pl)  
e-mail: [jakub.szczepanski@up.wroc.pl](mailto:jakub.szczepanski@up.wroc.pl)  
e-mail: [ciechoslaw.patrzalek@up.wroc.pl](mailto:ciechoslaw.patrzalek@up.wroc.pl)

Artykuł przygotowany w ramach projektu badawczego N N 305103840