

WYKORZYSTANIE DANYCH FOTOGRAMETRYCZNYCH DO TWORZENIA ZAŁOŻEŃ DO PROJEKTU SCALENIA GRUNTÓW

Jacek M. Pijanowski✉, Izabela Piech✉, Barbara Posiak✉

Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 253a, 30-198 Kraków, **Polska**

ABSTRAKT

Prace urzędnioworolne, w tym proces scalenia gruntów, umożliwiają kompleksowy rozwój obszarów wiejskich. Są to jednak skomplikowane, pracochłonne i czasochłonne zabiegi. Aby właściwie zaplanować zadania mające na celu dostosowanie struktury przestrzennej obszaru do potrzeb jego zrównoważonego rozwoju należy dokładnie zbadać teren opracowania. Duży potencjał w tym zakresie posiadają produkty fotogrametryczne i wykonane na ich podstawie opracowania.

Celem artykułu jest zaprezentowanie możliwości wykorzystania danych fotogrametrycznych na potrzeby prac urzędnioworolnych. Studium przypadku obejmuje przeprowadzenie analiz dla miejscowości Chodów z wykorzystaniem chmur punktów i ortofotomapy cyfrowej pozyskanych w ramach projektu ISOK.

Rezultatem jest mapa wynikowa przedstawiająca kompleksowe analizy dotyczące charakteru terenu. W pracy zwrócono uwagę na występowanie i lokalizację potencjalnych obszarów problemowych. W artykule pokazano szybki sposób przeprowadzenia analiz, które mają nieocenioną wartość w tworzeniu założeń do projektu scalenia gruntów z wykorzystaniem darmowego oprogramowania.

Słowa kluczowe: założenia do projektu scalenia gruntów, dane fotogrametryczne, lotniczy skaning laserowy

WPROWADZENIE

Zagadnienia dotyczące zarządzania terenów rolnych w Polsce od wielu lat są przedmiotem badań naukowych i projektów pilotażowych. Według Polskiej Normy „Gospodarka ziemią w rolnictwie” (PN-R-04151:1997), zarządzanie terenów rolnych to zespół planowanych zabiegów (technicznych i organizacyjnych) uwzględniających uwarunkowania przyrodnicze, ekonomiczne, prawne i społeczne, mających na celu dostosowanie struktury przestrzennej obszaru do potrzeb racjonalnej organizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (Polska Norma 1997). Z kolei

w ramach prac badawczo-wdrożeniowych realizowanych w Małopolsce w latach 2011–2012 przyjęto następującą definicję urządzeń rolnych, opartą na Polskiej Normie „Gospodarka ziemią w rolnictwie”: urządzenia rolne (urządzenie obszarów wiejskich) to zespół zintegrowanych zabiegów technicznych i organizacyjnych uwzględniający uwarunkowania przyrodnicze, ekonomiczne, prawne i społeczne, mający na celu dostosowanie struktury przestrzennej obszaru do potrzeb jego zrównoważonego rozwoju, w tym nowej organizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (Pijanowski i in. 2012).

✉jacek.pijanowski@urk.edu.pl, ✉rmpiech@cyf-kr.edu.pl, ✉barbara.posiak@urk.edu.pl

Podstawowym dokumentem, który winien służyć kompleksowemu urządzaniu obszarów wiejskich jest gminny plan (program) urządzenioworolny (PUR), pozwalający na analizę uwarunkowań i problemów lokalnych, określenie kierunków rozwoju oraz zapotrzebowania na prace scaleniowe i inne działania w poszczególnych sołectwach. Jak dotąd nie przyjęto żadnych aktów prawnych, które normowałyby sporządzanie takich planów, dlatego też gminy nie mają prawnego obowiązku ich sporządzania (Przegon 2016). Zarówno stopień zaawansowania w sporządzaniu, jak i nomenklatura planów urządzenioworolnych w Polsce jest zróżnicowana. Obligatoryjnym dokumentem, opracowywanym przed wszczęciem postępowania scaleniowego współfinansowanego ze środków unijnych, są natomiast „Założenia do projektu scalenia gruntów”, sporządzane na podstawie Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 10 grudnia 2015 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania oraz wypłaty pomocy finansowej na operacje typu „Scalenie gruntów” w ramach poddziałania „Wsparcie na inwestycje związane z rozwojem, modernizacją i dostosowywaniem rolnictwa i leśnictwa” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020. W gminach, posiadających PUR, założenia te są uszczegółowieniem jego zapisów w skali sołectwa poddawane procesowi scaleniowemu. Z kolei dla sołectw położonych w gminach nieposiadających PUR, założenia muszą zostać opracowane od podstaw, w oparciu o wytyczne dla danego województwa. Są one jedynym instrumentem pozwalającym na kompleksową analizę uwarunkowań rozwoju i właściwe określenie celów urządzania przestrzeni sołectwa. Jak pokazuje przykład wytycznych dla województwa małopolskiego, założenia obejmują bardzo szerokie analizy – w tym analizę stanu melioracji i odwodnienia terenów rolnych oraz dróg transportu rolnego (Wytyczne... 2014), gdyż scalenia powinny dążyć także do ograniczenia strat będących skutkiem występowania erozji wodnej, osunięć ziemi czy powodzi.

Prace urządzenioworolne są zabiegami skomplikowanymi, pracochłonnymi i czasochłonnymi przede wszystkim przez wielkość terenów, które obejmują.

Zazwyczaj jest to obszar sołectwa lub większy. Obecnie układ nowych działek lub regulacja starego układu gruntów realizowane są w płaszczyźnie dwuwymiarowej, w oparciu o mapy analogowe i numeryczne, zasadnicze i ewidencyjne, glebowo-rolnicze i klasyfikacyjne, przyrodnicze, sozologiczne itd. Istnieje konieczność przywiązania większej uwagi do postrzegania krajobrazu w układzie wertykalnym (Przegon 2016). Planowanie efektywnej reorganizacji przestrzeni wiejskiej oraz zabiegów mających na celu rozwój obszarów wiejskich wymaga wykorzystania nowoczesnych technik pomiarowych oraz specjalistycznych narzędzi informatycznych. Do bezpośredniego pomiaru terenu wykorzystywane są klasyczne geodezyjne techniki pomiarowe, takie jak tachimetria elektroniczna czy technika GPS. Są to jednak metody kosztowane i czasochłonne, a ich wykorzystanie uzasadnione jest w przypadku prowadzenia analiz na niedużym obszarze, w szczególnych warunkach dokładnościowych (Kurczyński 2014). Możliwości prowadzenia zaawansowanych analiz trójwymiarowych na rozległych obszarach oferują dane pozyskane metodami fotogrametrycznymi.

PODSTAWOWE PRODUKTY FOTOGRAMETRYCZNE, ICH POCHODNE I ZASTOSOWANIE

W tradycyjnym rozumieniu fotogrametria jest to dziedzina nauki i techniki zajmująca się wyznaczeniem położenia, rozmiaru i kształtu obiektów na podstawie zdjęć fotograficznych. Rozwój technologii doprowadził do wyparcia fotogrametrii analogowej (wykorzystującej analogową postać danych i analogowe metody opracowania) przez fotogrametrię cyfrową wykorzystującą cyfrową postać danych początkowych (postać rastrową). Współcześnie jednak analizy dotyczące kształtu i charakteru terenu nie ograniczają się tylko do opracowań bazujących na fotogrametrycznych zdjęciach lotniczych. Aktualnie bardzo ważnym źródłem danych, które ciągle zyskuje na popularności i znaczeniu, są dane pochodzące z lotniczego skaningu laserowego. Dane te zaliczane są do dziedziny produktów teledetekcji aktywnej.

W trakcie pomiaru sygnał jest wysłany z instrumentu, a po odbiciu od obiektu odbierany i analizowany. Impuls laserowy przenika przez pokrywę roślinną, przez co możliwe jest zarejestrowanie informacji o rzeczywistym ukształtowaniu terenu. Postać pozyskanych danych idealnie odpowiada procesowi zautomatyzowanego opracowania (Kurczyński 2014, Pilecka 2013).

Poprzez cyfrowe przetworzenie zdjęcia lotniczego w rzucie środkowym na rzut ortogonalny w określonym odwzorowaniu i układzie współrzędnych otrzymywane jest ortozdjęcie o znanej i jednakowej wielkości piksela terenowego. Połączone w procesie mozaikowania ortozdjęcia tworzą ortofotomapę, która w celu ułatwienia użytkowania jest dzielona na tzw. moduły archiwizacji, często odpowiadające sekcjom map (Kurczyński 2014). Fotogrametryczne zdjęcia lotnicze są także podstawą do tworzenia Numerycznych Modeli Pokrycia Terenu (NMPT) oraz Numerycznych Modeli Terenu (NMT) (Piech 2012). Ortofotomapy cyfrowe mają szerokie zastosowanie. Od wielu lat wykorzystywane są m.in. do kontroli istniejących map ewidencyjnych, wydzielania tzw. powierzchni funkcjonalnych, przy modernizacji ewidencji gruntów i budynków (EGiB), w planowaniu przestrzennym, jako podkład kartograficzny do przedstawienia wyników prac badawczych, w tworzeniu uproszczonego systemu informatycznego, do zasilania bazy wektorowej danych topograficznych i budowy baz tematycznych i in. (Preuss 2004, Wężyk 2015). Zdjęcia lotnicze wykorzystywane są także na etapie kształtowania nowego układu działek w procesie scalenia gruntów (Janus i Taszakowski 2016).

Produktem lotniczego skanowania laserowego jest chmura punktów o współrzędnych (X, Y, Z). Często ze skanerem współpracuje kamera cyfrowa, w wyniku czego na etapie opracowywania produktów chmura punktów otrzymuje dodatkowy atrybut koloru RGB. Dane te znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach nauki i sektorach gospodarki (w działalności związanej ze środowiskiem, gospodarką przestrzenną, pracami geodezyjnym, bezpieczeństwem i zarządzaniem kryzysowym, turystyką i rekreacją i in.). Podstawowymi opracowaniami tworzonymi na bazie

chmur punktów są, tak jak w przypadku zdjęć lotniczych, NMPT i NMT. Są one wykorzystywane m.in. w opracowaniu map zagrożenia i ryzyka powodziowego, do monitorowania ruchów masowych, w modelowaniu erozji wodnej, w opracowywaniu dokumentów planistycznych, w inwentaryzacji infrastruktury technicznej naziemnej (drogi), w analizie potencjału promieniowania słonecznego i in. (Wężyk 2015).

CEL I METODYKA OPRACOWANIA

Celem artykułu jest prezentacja możliwości wykorzystania informacji pochodzących z lotniczego skaningu laserowego – LiDAR (z ang. *Light Detection and Ranging*) oraz ortofotomapy cyfrowej jako źródła danych w planowaniu zabiegów urządzenioworolnych – w szczególności w sporządzaniu założeń do projektu scalenia gruntów. W pracy przedstawiono przykładowe analizy wykonane na podstawie chmury punktów i ortofotomapy cyfrowej, które dostarczają wartościowych informacji na temat obszaru objętego postępowaniem scaleniowym.

Do opracowania wykorzystano dane pochodzące z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, pozyskane w ramach projektu ISOK¹ w postaci barwnej chmury punktów (tab. 1, rys. 1) oraz ortofotomapy. Dodatkowo w analizach wykorzystano warstwę wektorową z granicami działek pochodzącymi z bazy LPIS², pozyskaną z portalu <http://www.geoportal.gov.pl> w układzie PUWG 1992. Wykorzystano ją do wizualizacji wyników analiz – obszarów problemowych z punktu widzenia planowania urządzenioworolnego na tle układu działek w miejscowości Chodów. Wielkość i kształt działek sugerują m.in. kierunek uprawy,

¹ ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami. Podstawowym celem projektu jest utworzenie nowego elementu w znacznym stopniu poprawiającego osłonę społeczeństwa, gospodarki i środowiska przed skutkami powodzi oraz innymi nadzwyczajnymi zagrożeniami (<http://www.isok.gov.pl/pl/>).

² LPIS (*ang.*) – System Identyfikacji Działek Rolnych, baza prowadzona przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (<http://www.arimr.gov.pl>).

który wpływa na występowanie takich procesów jak np. erozja wodna i jest jednym z elementów planowanych podczas tworzenia założeń do projektu scalenia gruntów. W pracy wykorzystano także warstwę ze zbiorem danych państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju (pobrana ze strony <http://www.codgik.gov.pl>). Informacji tych użyto na etapie przygotowania chmury punktów oraz ortofotomapy do wykonania analiz. Chmura punktów w postaci arkuszy o wymiarach ok. 1 km x 1 km oraz ortofotomapa w arkuszach o wymiarach ok. 2 km x 2 km zostały połączone, a następnie docięte do granic miejscowości.

Tabela 1. Parametry wykorzystanej chmury punktów (standard I pozyskania produktu)

Table 1. Parameters of used point clouds (standard I of the product)

Parametr Parameter	Wartość Value
Format danych Data format	*.laz
Gęstość chmury punktów Density of point clouds	≥ 4 pkt/m ²
Dokładność wysokościowa po wyrównaniu Height accuracy after leveling	$\geq 0,15$ m
Dokładność sytuacyjna po wyrównaniu Situational accuracy after leveling	$\geq 0,5$ m
Intensywność odbicia sygnału The intensity of the signal reflection	tak
Atrybut RGB RGB attribute	tak
Układ współrzędnych sytuacyjnych Situation coordinate system	PL-1992
Altitude coordinate system	(PL-KRON86-NH)
Sklasyfikowana Classified	tak
Data pozyskania Date of acquisition	2014

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

W projekcie ISOK w standardzie I przyjęto podstawową gęstość skanowania równą minimum 4 pkt/m², co oznacza maksymalną odległość punktów w chmurze równą 0,50 m. Jest to duża gęstość

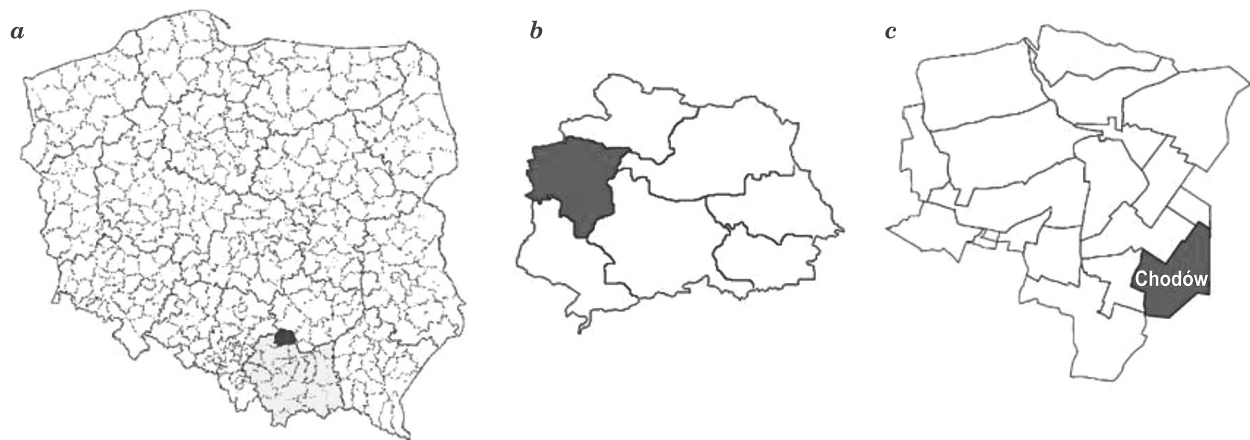
na potrzeby generowania precyzyjnego NMT, a jej zwiększenie jest przydatne do odwzorowywania naturalnych form terenowych oraz ważnych form antropogenicznych (Kurczyński 2014). Drugim wykorzystanym źródłem informacji była ortofotomapa cyfrowa, także pozyskana w ramach projektu ISOK w 2014 r. Jej wielkość terenowa wynosiła 0,25 m × 0,25 m.

OBIEKT OPRACOWANIA

Opracowaniem objęto obszar obrębu ewidencyjnego Chodów położonego w województwie małopolskim, powiecie miechowskim, gminie Charsznica. Obręb ma powierzchnię 453,3 ha i jest zamieszkiwany przez 320 mieszkańców. Lokalizację obiektu na tle jednostek podziału administracyjnego przedstawiono na rysunku 1.

Aż 96% powierzchni wsi stanowią grunty orne ze znaczną dominacją klasy II i IIIa. W dużej mierze są to czarnoziemy wykształcone na lessach, a ich wysoka jakość rolnicza powoduje, że jest to teren o typowo rolniczym charakterze.

Podatność lessów na erozję w połączeniu ze znacznymi spadkami terenu wpływa na powstawanie form erozyjno-denudacyjnych. Obserwowane są ślady spłukiwania powierzchniowego i liniowego, a na obszarach mniejszych spadków terenu – strefy depozycji materiału glebowego. Zjawiska te degradują górną część profilu glebowego, zmniejszając tym samym w istotny sposób wartość rolniczą erodowanych gleb. Często występującą formą erozyjną są także żłobki ablacyjne obserwowane na działkach o wzdłużstokowym układzie, których szerokość wymusza wykonywanie prac wzdłuż stoku – zgodnie ze spadkiem terenu. Ukształtowanie terenu ma także wpływ na występowanie podtopień terenów położonych w dnach dolin bądź w strefach spływu wód opadowych (rys. 2). Z uwagi na intensywne rolnicze wykorzystanie terenu są to główne problemy ograniczające właściwe użytkowanie ziemi. Skutki występowania tych zjawisk mogą być ograniczone przez wprowadzenie odpowiednich zabiegów w ramach prac scaleniowych (Program prac... 2013).

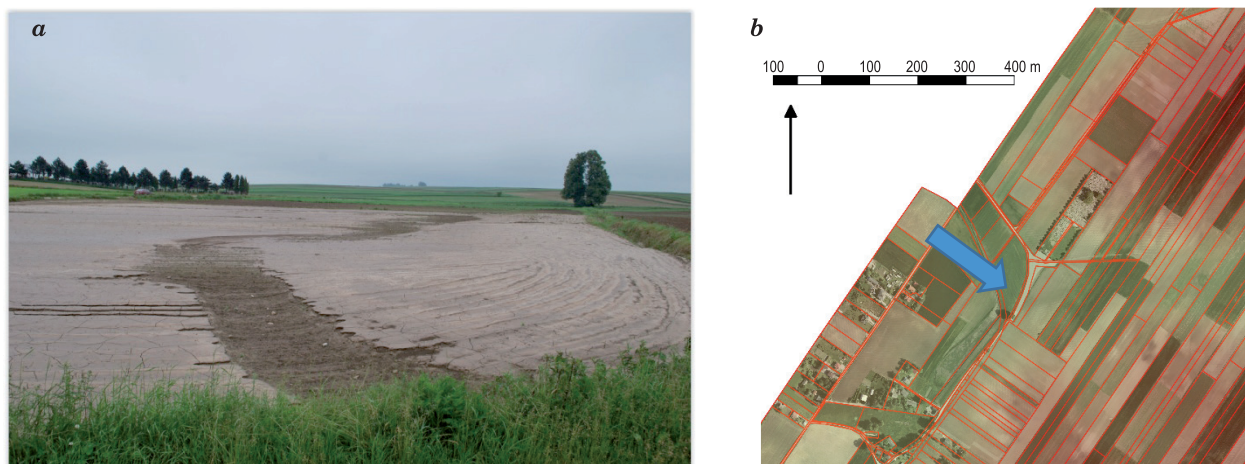


Rys. 1. Lokalizacja obszaru opracowania: *a* – na tle Polski i województwa małopolskiego; *b* – powiatu miechowskiego; *c* – gminy Charsznica

Fig. 1. Location of the study area: *a* – in Poland, Malopolskie voivodeship; *b* – miechowski district; *c* – Charsznica commune

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration



Rys. 2. Przykład efektów na polach uprawnych powstałych wskutek splywu wód opadowych na terenach uprawnych Chodowa: *a* – ślady zalania dna doliny oraz epizodycznego koryta powodziowego – Chodów, czerwiec 2013 r. (Program prac... 2013); *b* – lokalizacja miejsca z fotografii na tle NMT i ortofotomapy

Fig. 2. An example of effects on arable fields as a result of rainwater runoff in cultivated areas of Chodów: *a* – flood traces in the bottom of the valley – June 2013, and episodic flood trough (Program Prac Urzędzenioworolnych... 2013); *b* – localization of photography on NMT and orthophotomap background

Źródło: opracowanie własne

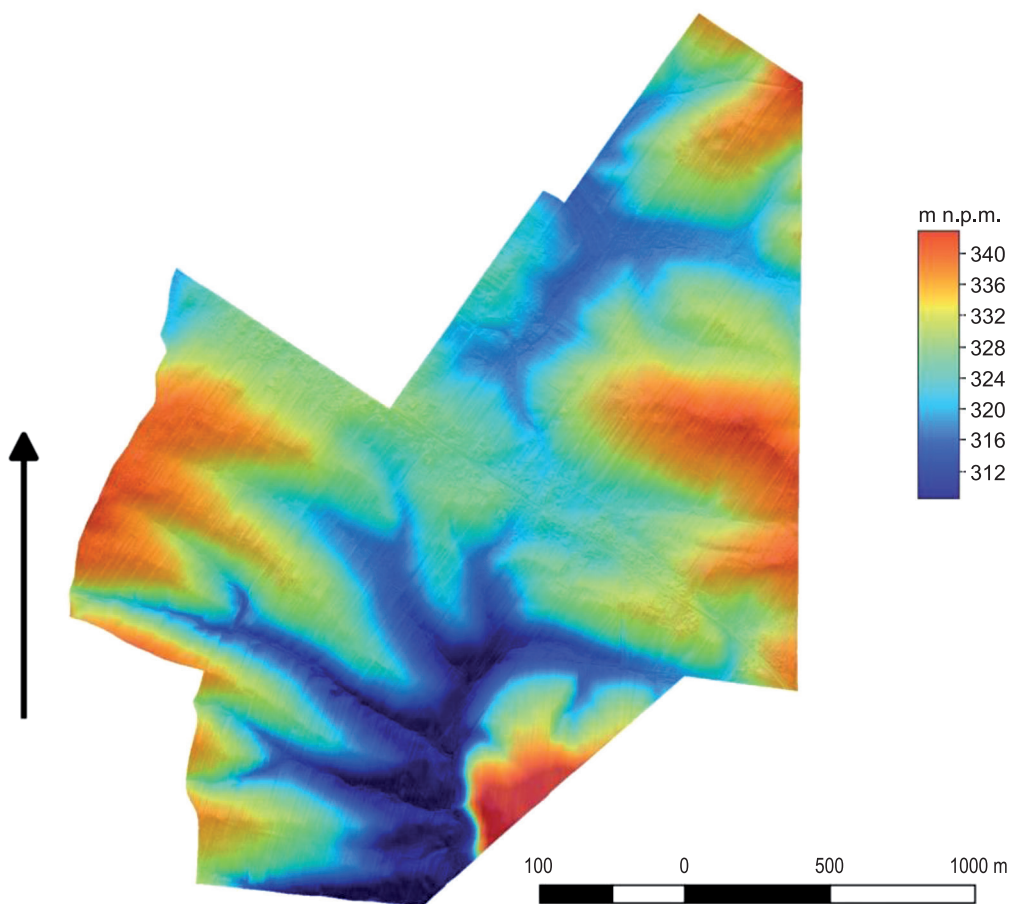
Source: own elaboration

ZASTOSOWANIE TECHNIK FOTOGRAMETRYCZNYCH DO ANALIZ NA POTRZEBY TWORZENIA ZAŁOŻEŃ DO PROJEKTU SCALENIA GRUNTÓW SOŁECTWA CHODÓW

Na etapie przygotowania obiektu do prac scaleniowych do głównych działań zalicza się inwentaryzację i analizę stanu istniejącego. Przygotowywane są niezbędne dane do przeprowadzenia postępowania scaleniowego, a następnie przeprowadzane studia i analizy dotyczące m.in. warunków przyrodniczych czy przestrzennego rozpoznania obszarów narażonych na występowanie ekstremalnych zjawisk naturalnych.

Wyniki analiz stanowią istotną bazę do planowania zadań w postępowaniu urządzenioworolnym. Rezultaty wykonywanych studiów są uwzględniane w szczególności na etapie projektowania: nowej organizacji przestrzennej gospodarstw rolnych i zmian w strukturze użytkowania gruntów, działań mających na celu poprawę warunków wodnych czy kształtowania krajobrazu przyrodniczego (Trystuła 2013).

Ukształtowanie terenu ma duży wpływ na wiele elementów projektu scalenia gruntów, takich jak m.in. przeznaczenie gruntów do zalesienia, delimitacja terenów przeznaczonych pod inwestycje z zakresu gospodarki wodnej, kształtowanie dróg transportu rolnego, a przede wszystkim kształtowanie nowego



Rys. 3. Numeryczny model terenu dla sołectwa Chodów, siatka GRID o oczku 1 m

Fig. 3. Digital Terrain Model for Chodów, GRID mesh 1 m

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

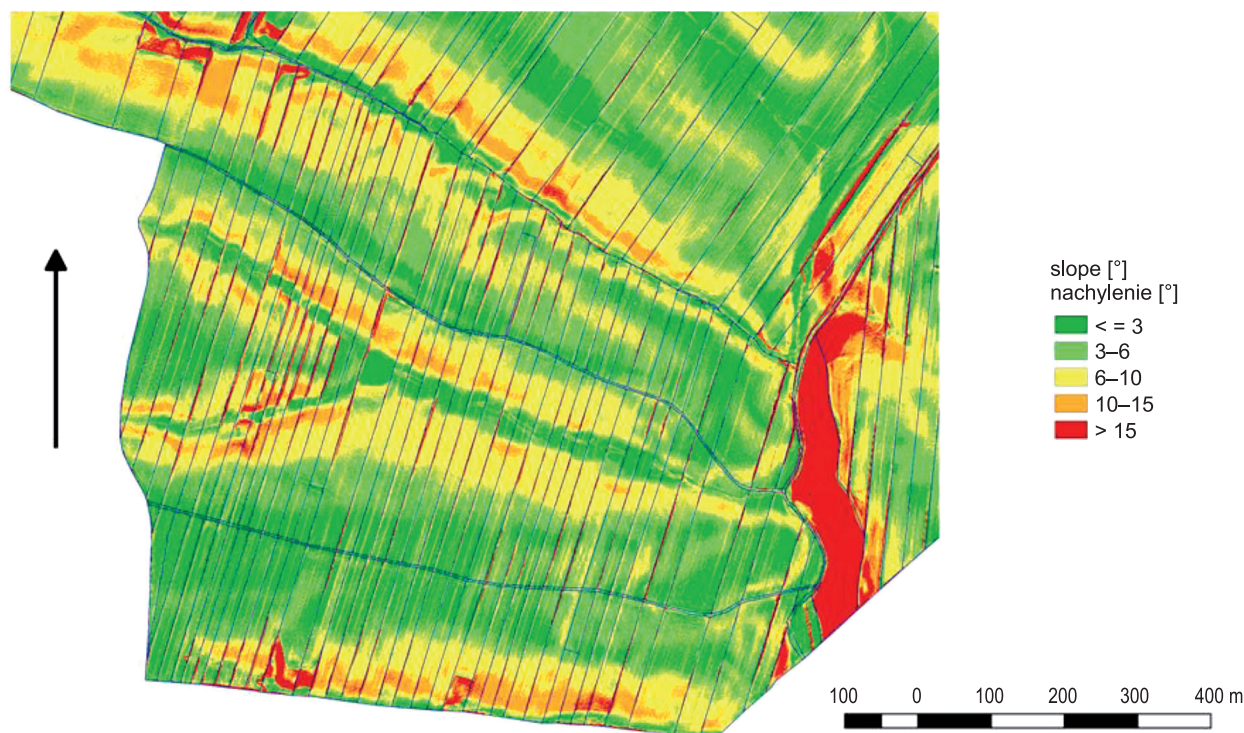
układu działek. Znajomość ukształtowania terenu jest zależna od dostępnych opracowań kartograficznych oraz od przyjętych metod analizy i oceny rzeźby terenu. Informacji o kształcie terenu dostarczają analogowe mapy topograficzne, jednak wykorzystanie takich materiałów jest czasochłonne, a zakres analiz znacznie ograniczony. Korzystniejszym rozwiązaniem jest wykorzystanie NMT (Medyńska-Gulij 2012). NMT jest najprościej definiowany jako numeryczna reprezentacja fizycznej powierzchni terenu z jej morfologicznymi formami. W zakresie tworzenia NMT lotniczy skaning laserowy wypiera modele oparte na zdjęciach lotniczych.

NMT sołectwa Chodów wykonano z wykorzystaniem istniejącej klasyfikacji chmury punktów – wybrano klasę 2 – Ground, czyli punkty leżące na gruncie. Model terenu przedstawiono w strukturze GRID o oczku siatki 1 m (rys. 3). Jest to wystarczający rozmiar oczka do przeprowadzania tego typu analiz

na obszarze wielkości całego sołectwa. Punkty NMT, będące węzłami siatki, mają wysokości interpolowane na podstawie otaczających je punktów pomiarowych. Struktura ta jest łatwiejsza do archiwizacji i ułatwia generowanie innych produktów pochodnych (Kurczyński 2014).

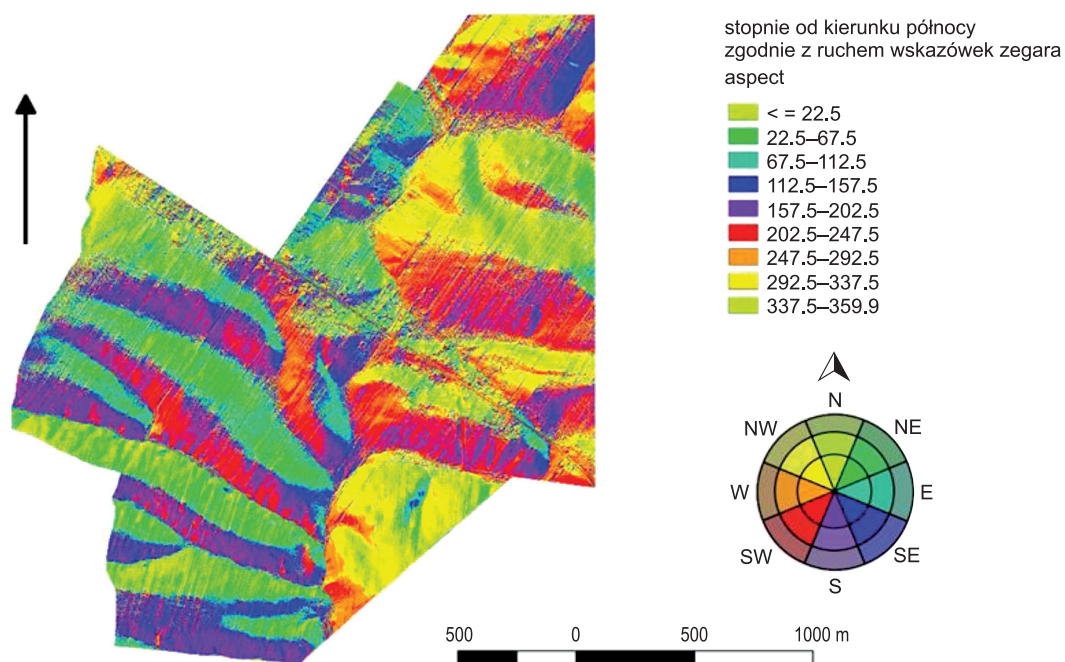
Opracowany model terenu posłużył do przygotowania kolejnych analiz. Jako pierwszą wygenerowano mapę spadków (rys. 4).

Mapy spadków terenu (mapy nachylenia terenu) są podstawą do delimitacji obszarów zagrożonych występowaniem powodzi, bądź erozji wodnej gleb. Spadki terenu przedstawione na rysunku 4 przyporządkowano do pięciu klas ($<3^\circ$, $3-6^\circ$, $6-10^\circ$, $10-15^\circ$, $>15^\circ$). Jest to podział przyjęty przez Józefaciuk i Józefaciuk (1999) do wyznaczania podatności gleby na erozję wodną powierzchniową. Znajomości nachylenia terenu wymagają także inwestycje związane z lokalizacją nowych dróg oraz urządzeń melioracyjnych.



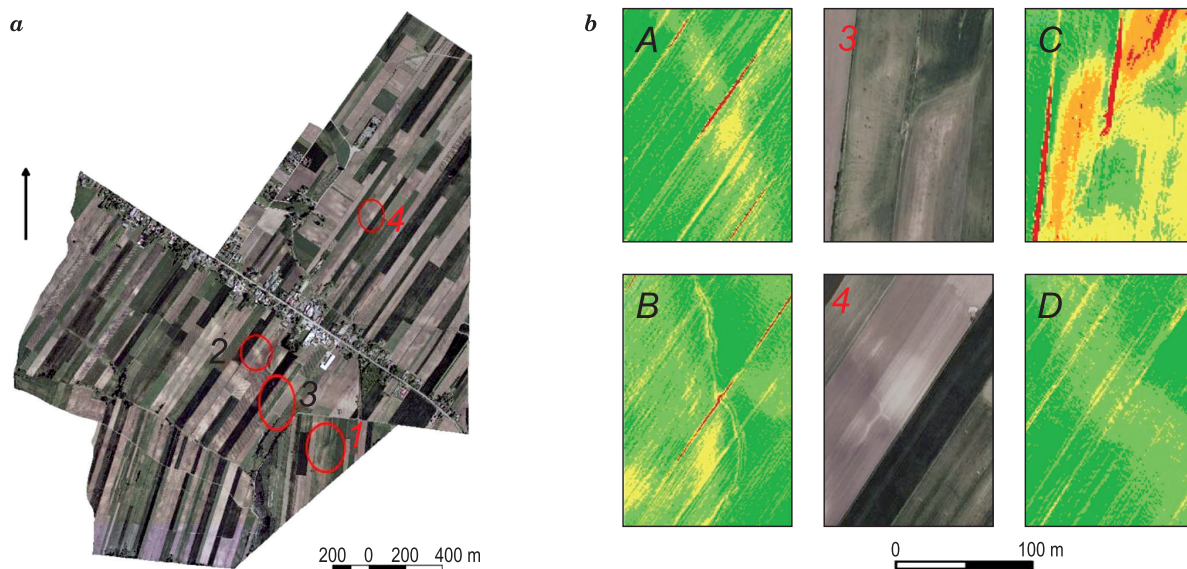
Rys. 4. Mapa spadków (w stopniach) dla fragmentu sołectwa Chodów z granicami działek pochodzącymi z systemu LPIS
Fig. 4. Map of slopes (in degrees) for a fragment Chodów village with boundaries of parcels from the LPIS system

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration



Rys. 5. Mapa ekspozycji stoków względem kierunków geograficznych dla miejscowości Chodów
Fig. 5. Map of aspects of slopes relative to geographical directions for Chodów

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration



Rys. 6. Identyfikacja obszarów problemowych: *a* – na ortofotomapie (1–4); *b* – na mapie spadków (A–D) i lokalizacja tych obszarów dla miejscowości Chodów

Fig. 6. Identification of problem areas: *a* – on orthophotos (1–4); *b* – on slopes map (A–D) and location of these areas for of Chodów

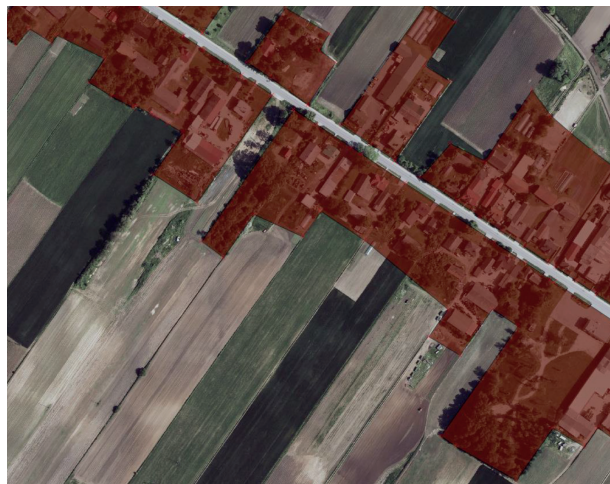
Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

Analizy spadków są przydatne także przy wskazywaniu terenów do transformacji użytków i zalesień.

Na podstawie NMT wykonano następnie mapę ekspozycji stoków. Obszar przyporządkowano do ośmiu grup ze względu na kierunki geograficzne główne i pośrednie pierwszego stopnia (na rys. 5 przedstawiono reprezentację kolorystyczną na legendzie mapy). Taka reprezentacja terenu jest podstawą do sporządzania map spływu powierzchniowego, generowania linii spływu, analizy spływu do konkretnego punktu w wybranym obszarze badanego obiektu scaleniowego, a także lokalizacji stref zagrożenia powodziowego (Trystuła 2013).

Szerokie zastosowanie w analizie terenów na potrzeby planowania założeń do projektu scalenia gruntów mają aktualne ortofotomapy cyfrowe. Dają możliwość szybkiego wskazania obszarów problemowych, takich jak miejsca występowania spływów powierzchniowych czy obszarów dotkniętych erozją powierzchniową (rys. 6).

Ortofotomapy dają także możliwość wydzielenia terenów zabudowanych i zagospodarowanych, które mogą być wyłączone z procesu scalenia gruntów (rys. 7) oraz konfrontacji danych katastralnych z realnym zagospodarowaniem terenu.



Rys. 7. Wyznaczenie terenów zabudowanych i użytkowanych gospodarczo

Fig. 7. Designation of built-up and economically used areas

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

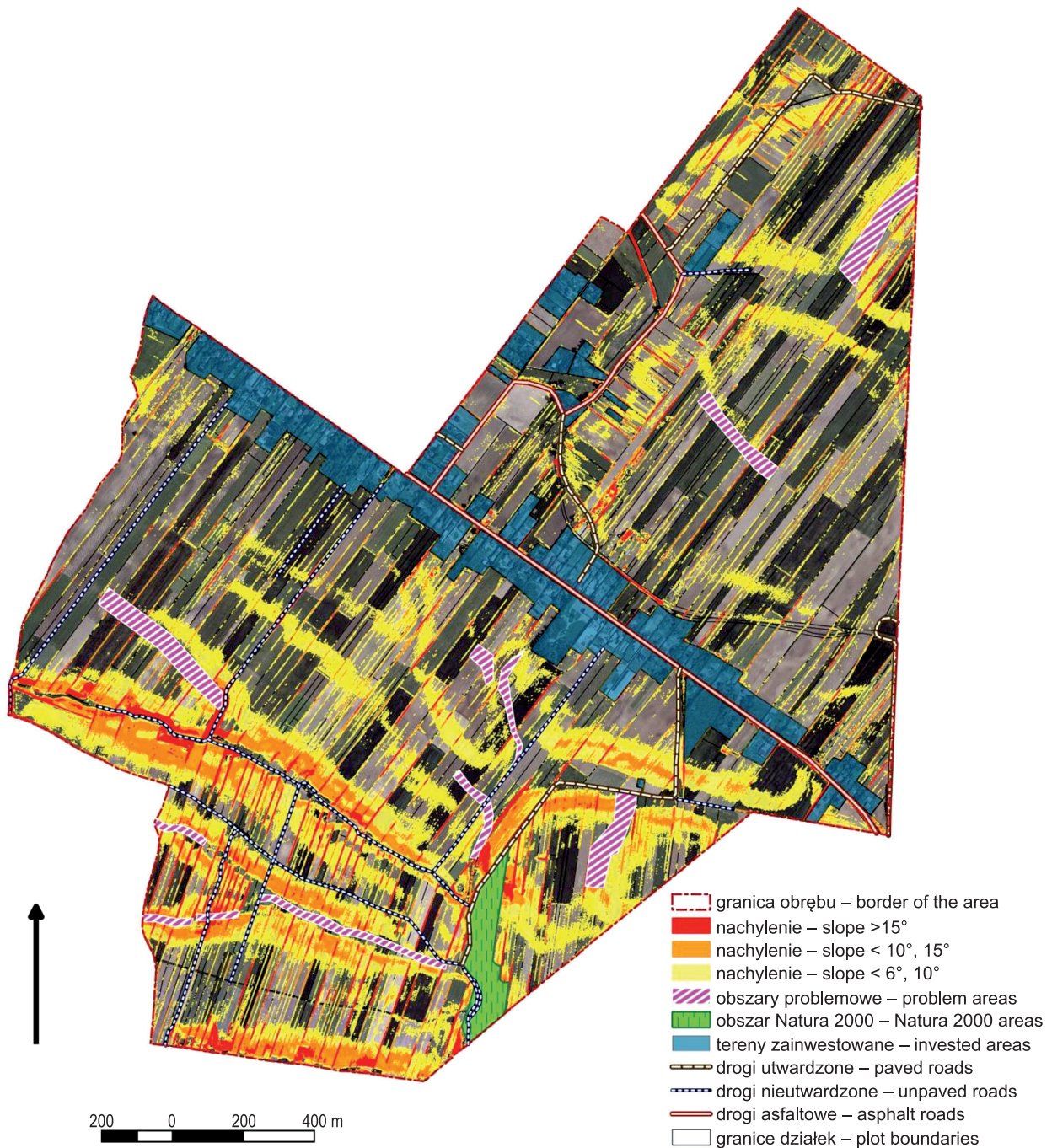
Analizy przeprowadzone w ramach przedstawionej pracy oparto na danych dostępnych bezpłatnie dla podmiotów realizujących zadania publiczne oraz wykorzystano darmowe oprogramownie – Lastools, SAGA GIS, Qgis.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Zarówno założenia do projektu scalenia gruntów, jak i PUR opisują stan istniejący, który jest bazą do zaplanowania prac urządzenioworolnych i podstawą do wydania postanowienia o wszczęciu postępowania scaleniowego. Założenia są narzędziem do rozpoznania problemów i ograniczeń związanych z rolniczą przestrzenią produkcyjną, a także zawierają propozycje nowego zagospodarowania terenów. W artykule zaprezentowano możliwości wykorzystania produktów fotogrametrycznych na potrzeby tworzenia założeń do projektu scalenia gruntów. Opisane w poprzednim rozdziale analizy można również przedstawić w formie zbiorczej, co jest bardzo wygodnym narzędziem dla zespołu opracowującego założenia do projektu scalenia gruntów. Na rysunku 8 przedstawiono mapę wynikową sporządzoną dla sołectwa Chodów.

Wyniki analiz przestrzennych przedstawiono na tle ortofotomapy. W pierwszej kolejności na jej podstawie wyodrębniono obszary zainwestowane (zabudowania, cmentarz oraz obszary intensywnie zadrzewnione, sady) i drogi transportu rolnego. Jest to ważny etap, który pozwala na weryfikację danych zawartych w EGiB. Na mapę naniesiono także obszar objęty siecią Natura 2000, PLH 120075 ustanowiony do ochrony murawy kserotermicznej ze stanowiskami storczyków. Kolejno po wizualnej analizie ortofotomapy wskazano obszary problemowe (widoczne ślady powierzchniowej erozji wodnej).

Na podstawie mapy nachyleń wydzielono obszary o spadkach wynoszących $<6-10^\circ$, $<10-15^\circ$ i powyżej 15° , które zajmują kolejno 17,3%, 3,7% i 1,5% powierzchni miejscowości (nie wliczając terenów zabudowanych i obszaru Natura 2000). W miejscowości Chodów dominują gleby silnie i bardzo silnie podatne na zmywy, dlatego też tereny te są zagrożone



Rys. 8. Mapa wynikowa z zestawieniem przeprowadzonych analiz dla miejscowości Chodów

Fig. 8. A result map with a set of performed analysis for Chodów village

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

średnim, silnym i bardzo silnym stopniem erozji. Proces delimitacji terenów o poszczególnych nachyleniach przeprowadzono automatycznie, co znacznie przyspiesza pracę nad założeniami do projektu scalenia gruntów w porównaniu z metodami tradycyjnymi. Należy też zwrócić uwagę, że w zestawieniu ujęto także miedze, drogi i rowy, które przecinają tereny o znacznych spadkach, co ma znaczenie dla prędkości odpływu wody (rys. 8).

Przeprowadzone w ten sposób analizy są cennym źródłem informacji do planowania nowych dróg transportu rolnego oraz do projektowania nowego układu działek, co wpłynie na kierunek uprawy (a także do wskazywania terenów do transformacji użytków i do zadrzewień). Duże znaczenie ma tutaj także mapa ekspozycji stoków, dzięki której określa się nasłonecznienie stoku istotne do wydajności produkcji rolnej oraz czasu zatrzymania wody w glebie. Mapa ta pozwala określić również kierunek spływu powierzchniowego, co z kolei jest podstawą do projektowania budowli przeciwpowodziowych i urządzeń wodno-melioracyjnych.

PODSUMOWANIE

Dynamiczny rozwój technologii, w tym technologii związanych z pomiarami fotogrametrycznymi, sprawił, że dane pozyskiwane tą metodą są coraz szerzej dostępne i coraz częściej stosowane. Wykorzystanie pochodnych lotniczego skaningu laserowego i cyfrowych zdjęć lotniczych wydaje się niezastąpionym sposobem do wykonania wieloaspektowych analiz, np. analiz dotyczących dużych obszarów (całej wsi). Plusem zaprezentowanej metodyki jest niewątpliwie szybkość przeprowadzania analiz. Wnikliwa inwentaryzacja terenu ma bardzo duże znaczenie na etapie planowania kierunków zmian w przestrzeni rolniczej. Kompleksowa analiza dotycząca charakteru terenu zwraca uwagę na występowanie obszarów problemowych. Założenia do projektu scalenia gruntów mają natomiast za zadanie zaproponowanie działań mających na celu zrównoważony rozwój obszarów wiejskich. Sama chmura punktów posiadająca georeferencję oraz atrybut RGB stanowi bardzo interesujący produkt końcowy, stwarza jednak

możliwość generowania kolejnych produktów, które mają nieocenioną wartość w kontekście badania terenu, sporządzania analiz i studiów dotyczących obiektu przeznaczonego do przeprowadzenia prac urządzenioworolnych. Ortofotomapy są produktami o wysokich walorach interpretacyjnych oraz stanowią doskonały podkład do prezentacji wyników analiz przestrzennych. Istotne znaczenie w przygotowaniu założeń do projektu scalenia gruntów ma aktualność wykorzystywanych danych.

PIŚMIENNICTWO

- ARiMR – Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARMA – The Agency for Restructuring and Modernisation of Agriculture), <http://www.arimr.gov.pl>, dostęp (access): 20.08.2017.
- Gospodarka ziemią w rolnictwie – technologia (Land management in agriculture – technology). PN-R-04151:1997, PKN.
- Janus, J., Taszakowski, J. (2016). Ocena struktury przestrzennej obszarów wiejskich województwa małopolskiego w aspekcie zapotrzebowania na prace scaleniowe (Evaluation of the spatial structure of rural areas of the Małopolskie voivodeship in terms of the demand for land consolidation processes). Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków.
- Józefaciuk, A., Józefaciuk, C. (1999). Ochrona gruntów przed erozją (Protection of land against erosion). Wyd. IUNG, Puławy.
- ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju (Informatic System of Country Protection), <http://www.isok.gov.pl/pl/>, dostęp (access): 17.08.2017.
- Kurczyński, Z. (2014) Fotogrametria (Photogrammetry). Wydawnictwo Naukowe PWN SA.
- Medyńska-Gulij, B. (2012). Kartografia i geowizualizacja (Cartography and geovisualization). Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Piech, I. (2012). Opracowanie numerycznego modelu pokrycia terenu dla potrzeb miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Preparation of digital surface model for the purpose of the local plan of spatial development). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 1(II), 147–156.
- Pijanowski, J.M., Woch, F., Franke, R., Smieszko, W., Ender, H., Korta, G., Kozłowski, J. (2012). Zintegrowane plany rozwoju obszarów wiejskich (ZPROW) jako

- ważne zadanie administracji regionalnej odpowiedzialnej za urządzenia rolne w Polsce (Integrated Rural Development Plans (ZPROW) as an important task of regional administration responsible for rural management works in Poland). Monografia. Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków.
- Pilecka, E. (2013). Teledetekcja jako metoda analizy ruchów masowych (Remote sensing as a method of analyzing mass movements). *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* 84, 103–115.
- Preuss, R. (2004). Zakres zastosowań cyfrowej ortofotomapy w Polsce (The scope of applications of the digital orthophotomap in Poland). *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* 14, 1–11.
- Program prac urządzeniowo-rolnych dla gminy Charsznica (Program of equipment and agricultural work for the Charsznica commune) (2013), Kraków.
- Przegon, W. (2016). Geodezja rolna i architektura krajobrazu w kształtowaniu przestrzeni rurestycznej (Agricultural geodesy and landscape architecture in managing the space of rural space). Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków.
- Wężyk, P. (2015). Podręcznik dla uczestników szkoleń z wykorzystania produktów LiDAR (A handbook for training participants on the use of LiDAR products. A handbook for training participants on the use of LiDAR products), Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 10 grudnia 2015 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania oraz wypłaty pomocy finansowej na operacje typu „Scalanie gruntów” w ramach poddziałania „Wsparcie na inwestycje związane z rozwojem, modernizacją i dostosowywaniem rolnictwa i leśnictwa” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020. Dz.U. 2015 poz. 2180.
- Trystuła, A. (2013). Geowizualizacja w procesie zarządzania przestrzeni wiejskiej (Geovisualization in the process of managing rural space). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2(III), 27–34.
- Wytyczne do opracowania założeń do projektu scalenia gruntów wraz z oceną wpływu projektu na środowisko. (2014). Departament Rolnictwa i Geodezji, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.

USE PHOTOGRAMMETRIC DATA IN AGRICULTURAL-ARRANGEMENT WORKS

ABSTRACT

Arrangement-agricultural works including land consolidation process enable comprehensive rural areas development. However, these procedures are complicated, laborious and time-consuming. To properly plan the tasks that aim to adapting the spatial structure of the area to needs of its sustainable development it is necessary to thoroughly investigate the development area. Great potential in this area possess photogrammetric data and analysis based on it. The aim of this article is to present possibilities of using photogrammetric data for arrangement-agricultural works. Case study concerns analysis for Chodów village with using point clouds and orthophotography gained within ISOK program. The result is a map showing comprehensive analyzes of the terrain. The research draws attention to the occurrence and location of potential problem areas. The article shows a quick way to generate inestimable analyzes for creating assumptions for the land consolidation project, using free software.

Key words: agricultural-arrangement works, land consolidation, photogrammetric data, airborne laser scanning