

*Bogusława Kwoczyńska*

**ZASTOSOWANIE ORTOFOTOMAPY I NUMERYCZNEGO  
MODELU TERENU DO PRZEDSTAWIANIA ZMIAN  
W SPOSOBIE ZAGOSPODAROWANIA  
TERENÓW ROLNYCH**

---

***APPLICATION OF ORTHOPHOTOMAP AND DIGITAL  
TERRAIN MODEL FOR PRESENTATION OF CHANGES  
IN WAYS OF AGRICULTURAL LAND USE***

**Streszczenie**

Zainteresowanie ortofotomapą i Numerycznym Modelem Terenu nie tylko w Polsce, ale także w wielu krajach Unii Europejskiej, wynika z prac związanych z założeniem jednolitego Systemu Informacji Geograficznej. Dostępność ortofotomapy – jej obecność w geoportalach internetowych – sprawia, że wykorzystywana jest do wielu celów. W publikacji przedstawiono możliwość zastosowania ortofotomapy i NMT do oceny zmian w sposobie zagospodarowania przestrzennego terenów rolnych, na przykładzie okolic zbiornika wodnego Domaniów. Wykorzystano do tego celu ortofotomapy wykonane w różnych okresach czasowych, na podstawie zdjęć lotniczych w skali 1:26000 (barwnych i panchromatycznych). Zastosowanie różnych technik komputerowych pozwoliło na wizualizację NMT i graficzne przedstawienie zmian zachodzących na omawianym obiekcie.

**Słowa kluczowe:** ortofotomapa, Numeryczny Model Terenu, zagospodarowanie terenu

***Summary***

*Interest in orthophotomap and Digital Terrain Model, not only in Poland but also in many European Union countries, results from works associated with establishing a uniform Geographic Information System. Availability of orthophotomap - its presence in internet geoportals - causes that it is used for many pur-*

*poses. The paper presents possibility of using orthophotomap and DTM to evaluate changes in the way of agricultural land use, for example, the surroundings of water reservoir Domaniów. Orthophotomaps made at various periods of time, based on aerial photographs of 1:26000 scale (panchromatic and color) were used for this purpose. Application of various computer techniques allowed the visualization of the DTM and graphical representation of changes occurring at the presented site.*

**Key words:** orthophotomap, digital terrain model, land use

## WSTĘP

Powszechność stosowania ortofotomapy do różnego rodzaju opracowań wynika z faktu zmiany zarówno technologii jej opracowania jak i sposobu jej udostępniania. Obecnie praktycznie zaprzestano reprodukcji ortofotomapy technikami fotograficznymi i drukarskimi, a zapis na płytach CD, stosowany zaledwie od kilkunastu lat, zaczyna ustępować transmisji zdalnej. Ortofotomapa jest dzisiaj obecna w geoportalach internetowych co najmniej tak samo często jak mapa topograficzna [Pyka 2009].

Łatwy dostęp do ortofotomapy i Numerycznego Modelu Terenu spowodował, że tymi produktami interesują się nie tylko geodeci, ale także specjaliści różnych dziedzin życia.

W Polsce wykorzystuje się ortofotomapy między innymi do tworzenia:

- map katastralnych (pozyskiwanie aktualnych danych do systemów katastralnych),
- map turystycznych (ortofotomapa wzbogacana jest o informacje istotne dla celów turystycznych, a więc położenie zabytków i kościołów, lokalizacje galerii sztuk i muzeów, kin i teatrów oraz obiektów użyteczności publicznej; rozrysowane są na niej najciekawsze trasy turystyczne po mieście),
- map informacyjno-turystycznych (zastosowanie ortofotomap do planowania i monitoringu środowiska przyrodniczego, jak również zarządzania zasobami wodnymi) [Kwoczyńska i in. 2000].

Dziś, pod koniec pierwszej dekady XXI wieku, produkcja ortofotomap w Polsce jest wręcz masowa. Ortofotomapy są zamawiane zarówno przez jednostki administracji centralnej, jak i samorządy, praktycznie wszelkich szczebli [Pyka 2009].

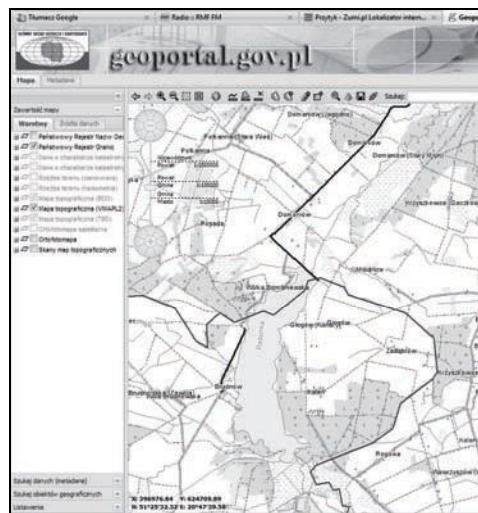
Bogactwo informacji jakie niosą ze sobą zdjęcia lotnicze, a co za tym idzie również i ortofotomapy, skłania użytkowników do częstego ich wykorzystania, bowiem wartość informacyjna ortofotomapy jest zawsze większa niż wartość map kreskowych. Numeryczny Model Terenu powstający w procesie technologicznym generowania ortofotomapy, tworzony praktycznie automatycznie z dowolnym wybranym przez użytkownika oczkiem, pozwala na wizualizację terenu w dowolnym miejscu i z dowolnego kierunku. Dzięki NMT uzyskanie

podstawowych parametrów opisujących elementarne formy terenu jest o wiele łatwiejsze i bardziej precyzyjne. NMT daje możliwość plastycznego zobrazowania opracowywanego obszaru. Najczęściej przedstawiany jest za pomocą dwu- lub trójwymiarowej grafiki, używając urozmaiconej palety barw piksela, która najczęściej odpowiada skali wysokości.

Zastosowanie metod fotogrametrii cyfrowej, a w szczególności wykorzystanie Numerycznych Modeli Terenu oraz ortofotomap cyfrowych daje nowe możliwości w ocenie zmian zachodzących w krajobrazie. Ortofotomapa pozwala na obserwacje obrazu różnych form krajobrazowych, a także sposobów użytkowania, w tej samej skali odniesienia bez posługiwania się symboliką. Wykorzystanie do tego celu zdjęć lotniczych wykonanych w różnych odstępach czasowych stanowi niezmiernie bogate źródło danych o zmianach zachodzących w środowisku naturalnym. Doskonałym tego przykładem są okolice zbiornika wodnego Domaniów w województwie mazowieckim [Kwoczyńska 2005].

## OBIEKT BADAŃ

W 2001 roku na rzece Radomce wybudowano zbiornik retencyjny. Zbiornik ten powstał na skutek spiętrzenia wód zaporą czołową zlokalizowaną w km 64+800 Radomki w miejscowości Domaniów, w odległości około 4 km na południe od m. Przytyk i rozciąga się od zapory do miejscowości Mniszek. Administracyjnie należy do gmin: Przytyk, Wieniawa i Wolanów w województwie mazowieckim, w odległości 25 km na zachód od Radomia (rys. 1).

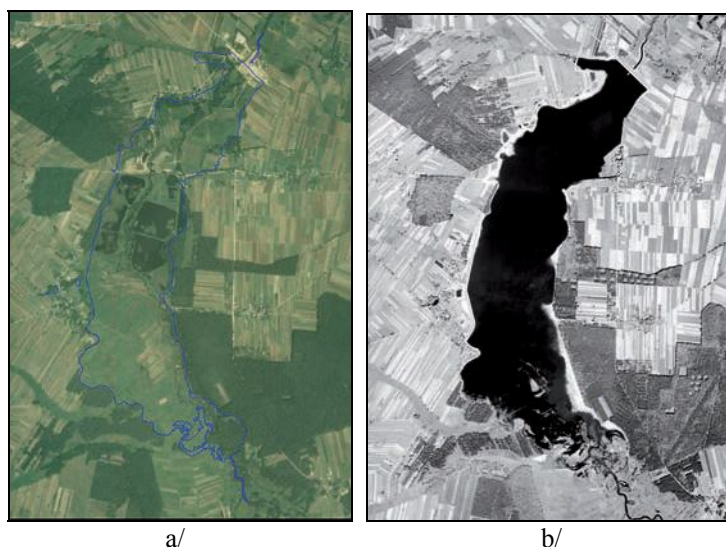


**Rysunek 1.** Lokalizacja zbiornika wodnego Domaniów. Źródło: [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl)  
**Figure 1.** Location of the water reservoir Domaniów. Source: [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl)

Wybudowanie zbiornika spowodowało zmiany w sposobie użytkowania istniejących wokół niego terenów. Wykorzystanie ortofotomapy i NMT do przedstawienia zaistniałych tam zmian było możliwe, dzięki zdjęciom lotniczym wykonanym w okresie przed i po napełnieniu zbiornika.

### OPIS PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

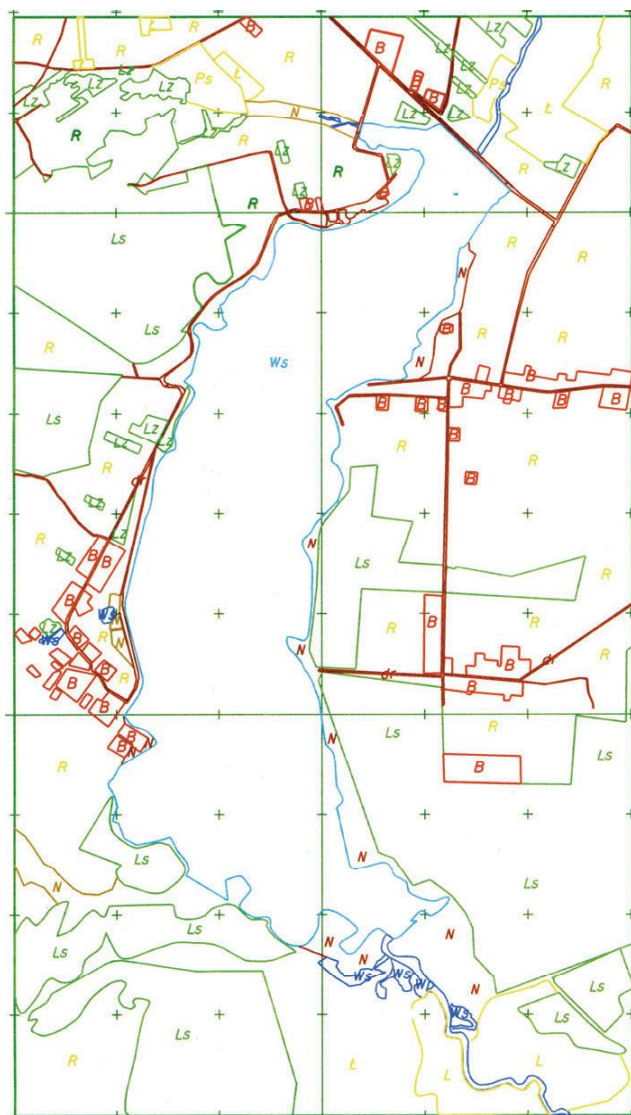
W celu przedstawienia zmian w sposobie zagospodarowania oraz użytkowania terenów przyległych do zbiornika wodnego, jak również zmian dotyczących osadnictwa i rejestracji elementów krajobrazu naturalnego wokół powstałego w 2001 roku zbiornika Domaniów posłużono się ortofotomapami cyfrowymi. Ortofotomapy te wygenerowano na podstawie stereogramów barwnych zdjęć lotniczych w skali 1:26 000 wykonanych w 1997 r. (przed napełnieniem zbiornika) oraz zdjęć panchromatycznych również w skali 1:26 000, ale pochodzących z nalotów prowadzonych w 2001 roku (już po jego napełnieniu). Ortofotomapy wygenerowano na fotogrametrycznej stacji cyfrowej firmy Intergraph w skali 1:5000 z pikselem o rozdzielczości terenowej 0,5 m. (rys. 2a i 2b) [Kwoczyńska 2005]. Na ortofotomapie z roku 1997 dodatkowo została wniesiona granica napełnionego w późniejszym okresie czasu zbiornika wodnego.



**Rysunek 2.** Ortofotomapa cyfrowa okolic zbiornika Domaniów wykonana na podstawie: a/ zdjęć lotniczych z 1996r., z wniesionym obecnie zasięgiem zbiornika, b/zdjęć lotniczych z 2001r. ( Źródło: opracowanie własne, na podstawie zdjęć z CODGiK).

**Figure 2.** Digital orthophotomap of Domaniów surroundings made up of: a / aerial photos from 1996 year with the present range of the reservoir drawn out, b / aerial photos from 2001 year. (Source: own elaboration based on photos of CODGiK)

Ortofotomapa wygenerowana ze zdjęć z 2001 roku stanowiła podstawę do sporządzenia (w programie MicroStation) aktualnej mapy użytkowania terenów (rys. 3), stanowiącej nakładkę na ortofotomapy (rys. 4).

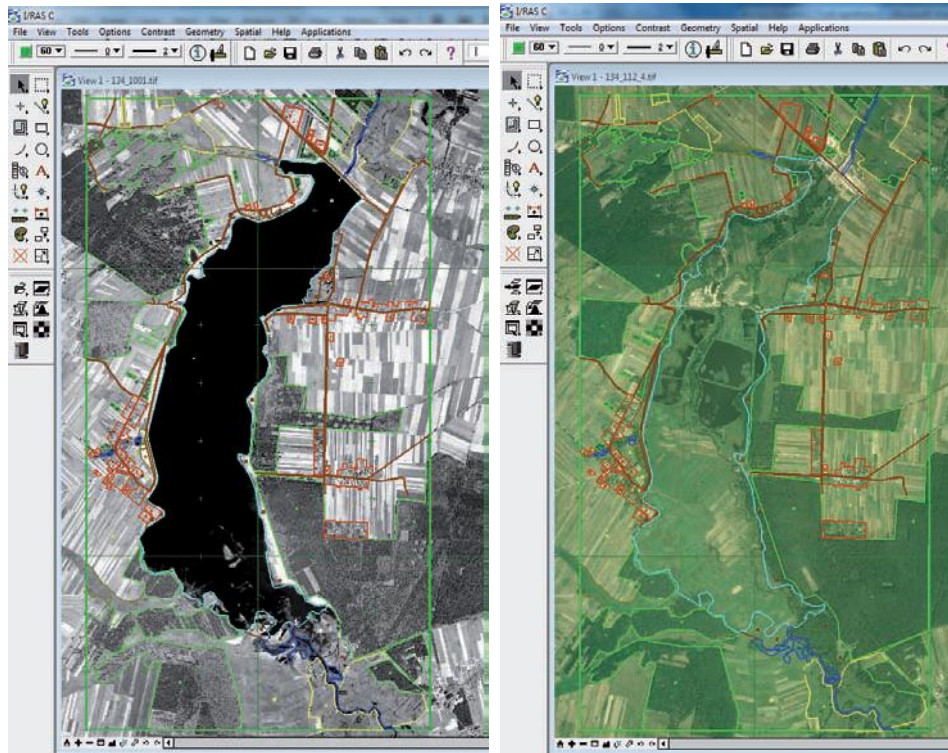


**Rysunek 3.** Mapa użytkowania terenów wokół zbiornika wodnego Domaniów.

Źródło: opracowanie własne

**Figure 3.** Map of land use around the water reservoir Domaniów.

Source: own elaboration



**Rysunek 4.** Ortofotomapa z nakładką mapy użytkowania terenów wokół zbiornika wodnego Domaniów. Źródło: opracowanie własne, na podstawie zdjęć z CODGiK  
**Figure 4.** Orthophotomap with the overlay map of land use around the water reservoir Domaniów. Source: own elaboration based on photos of CODGiK

Na podstawie powstałych map nasuwa się stwierdzenie, iż obecny zbiornik wodny objął swym zasięgiem znaczną część terenów zielonych wokół cieku wodnego Radomka oraz występujące tam stawy, a także niewielką powierzchnię terenów rolnych i lasów

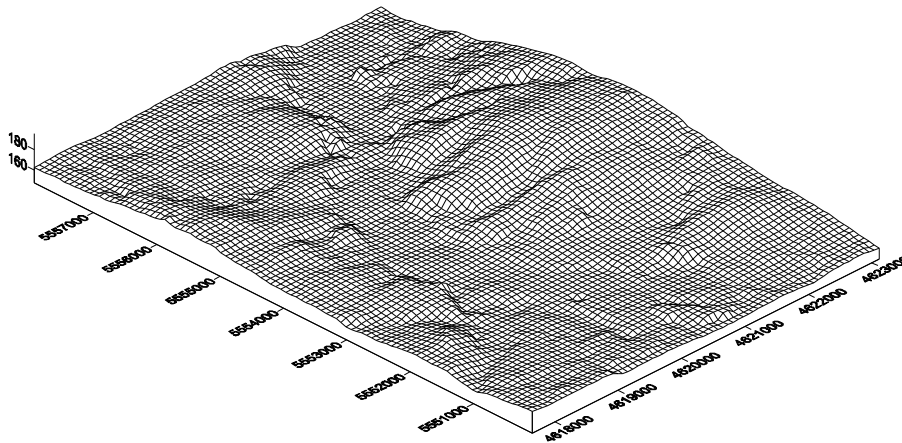
Nowym elementem krajobrazu jaki został zarejestrowany na ortofotomapie jest zapora wybudowana na powstałym zbiorniku wodnym oraz towarzyszące jej urządzenia np. wloty i wyloty. Wybudowaniu zapory towarzyszą zmiany w infrastrukturze sieci dróg i mostów. Można je zaobserwować szczególnie po stronie zachodniej zbiornika. Na nieznacznych obszarach wokół zbiornika nastąpiły zmiany w sposobie użytkowania. Grunty orne zostały zastąpione terenami zielonymi, a w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika tereny zadrzewione obecnie stanowią tereny zielone. W południowej części omawianego obiektu znaczny obszar terenów leśnych obecnie stanowi teren zalewowy, a w części środkowo-zachodniej obok stawów pojawiła się również sieć rowów [Kwoczyńska 2004].

Numeryczny Model Terenu i Numeryczny Model Pokrycia Terenu to dwa standardowe samodzielne produkty, które znajdują coraz szersze zastosowania. Są one również coraz częściej wykorzystywane jako dane źródłowe do tworzenia takich produktów nowej generacji jak trójwymiarowe modele miast czy true-ortho (Biegała T. i in. 2009).

Numeryczny Model Terenu, który powstał dla celów ortofotomapy może służyć także wielu innym celom jak np.:

- wykonaniu w dowolnym miejscu profili,
- określeniu kątów nachylenia i spadków terenu,
- obliczeniu objętości,
- wygenerowaniu widoków perspektywicznych,
- dla celów poglądowych - przedstawieniu rzeźby terenu okolic zbiornika

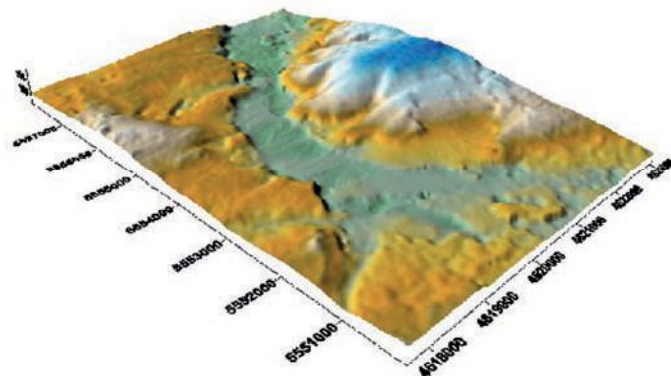
(rys. 5).



**Rysunek 5.** Numeryczny Model Terenu okolic zbiornika wodnego Domaniów (model GRID). Źródło: opracowanie własne

**Figure 5.** Digital Terrain Model of Domaniów surroundings water reservoir (model GRID). Source: own elaboration

W planowej gospodarce zasobami wodnymi Numeryczne Modele Terenu mogą być wykorzystane w zakresie obejmującym budowę systemów przeciwpowodziowych i inwentaryzacji wałów przeciwpowodziowych oraz określeniu obszarów zalewowych. Można je wizualizować na wiele sposobów. Najczęściej stosowana jest wizualizacja NMT za pomocą siatki GRID lub palety barw (rys. 6).



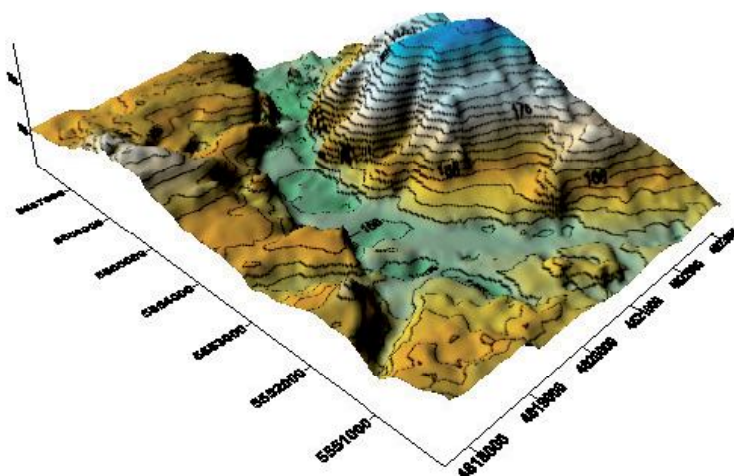
**Rysunek 6** NMT okolic zbiornika wodnego Domaniów (paleta barw).

Źródło: opracowanie własne

**Figure 6.** DTM of Domaniów surroundings water reservoir (color palette).

Source: own elaboration

Dla lepszego przedstawienia rzeźby bardzo często nakłada się warstwicę powstałe z danego NMT. Programy i sprzęt używany do wizualizacji pozwala na przedstawienie modelu w dowolnej skali przy dynamicznej zmianie pozycji oglądania (rys. 7).



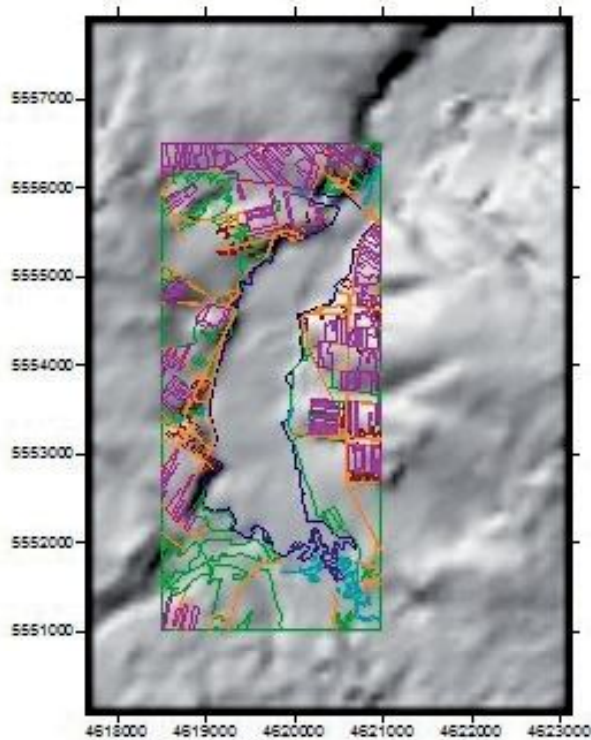
**Rysunek 7.** NMT okolic zbiornika wodnego Domaniów (paleta barw z warstwicami).

Źródło: opracowanie własne

**Figure 7.** DTM of Domaniów surroundings water reservoir (color palette with contour lines). Source: own elaboration



Na wizualizację NMT można nakładać wyniki badań, czego przykładem jest rysunek 8, na którym na NMT w postaci mapy cieniowanej jako nakładkę zastosowano wykonaną mapę użytkowania terenu.



**Rysunek 8.** NMT okolic zbiornika wodnego Domaniów (mapa cieniowana z mapą użytkowania terenu). Źródło: opracowanie własne

**Figure 8.** DTM of Domaniów surroundings water reservoir (shadow map together with map of land use). Source: own elaboration

## PODSUMOWANIE

Po dokonaniu analizy ortofotomap sporządzonych na podstawie zdjęć pochodzących z różnych okresów czasowych, jak również mapy użytkowania terenu, należy stwierdzić, że zmiany w sposobie zagospodarowania oraz użytkowania omawianego obszaru są znacznie mniejsze niż należałoby się tego spodziewać. Mogło to być spowodowane faktem, iż zdjęcia z 2001 roku były wykonane w okresie próbnego napełnienia zbiornika. Większych zmian należałoby oczekiwać w późniejszym czasie. Wszelkie zmiany możliwe były do zaobser-

wowania, dzięki szczególnym walorom jakie posiada ortofotomapa, a których pozbawione są mapy kreskowe. Kartometryczność ortofotomap przemawia za stosowaniem ich nie tylko do celów porównawczych, ale również za wykorzystaniem ich do celów aktualizacji istniejących podkładów mapowych.

## BIBLIOGRAFIA

- Biegała T., Preuss R. *Ocena jakości NMPT tworzonych metodą dopasowania cyfrowych zdjęć lotniczych*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji vol. 20, 2009, s. 25–34.
- Kwoczyńska B., Noga K. *Wykorzystanie ortofotomapy cyfrowej do opracowania map tematycznych*.
- Druga Międzynarodowa Konferencja nt. Kataster, Fotogrametria, Geoinformatyka – nowoczesne technologie i perspektywy rozwoju. Uniwersytet Państwowy „Politechnika Lwowska”, Ukraina, Lwów 17-19.10.2000, s. 185–192.
- Kwoczyńska B. *Zmiany elementów krajobrazu wokół zbiornika wodnego Domaniów zarejestrowane na podstawie ortofotomap cyfrowych*. 17 rozdział w monografii z serii Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. PAN Komisja Technicznej Infrastruktury wsi. Kraków 4/2004, s. 135–143.
- Kwoczyńska B. *Zastosowanie Numerycznego Modelu Terenu i ortofotomapy cyfrowej w rejestrowaniu zmian zachodzących w krajobrazie na przykładzie Zbiornika Domaniów*. ZN AR Kraków nr 417, Geodezja zeszyt 2, 2005.
- Pyka K. *Jak ocenić jakość fotometryczną ortofotomapy?* Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji vol. 19, Kraków 2009, s. 363–371.

Dr inż. Bogusława Kwoczyńska  
Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 253a  
e-mail: rmkwoczy@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Ryszard Hycner*