

J. Wysocki, P. Orłowski
Warsaw Agriculture University

KATASTER TRÓJWYMIAROWY (3D) I NUMERYCZNE MODELE TERENU W URZĄDZANIU OBSZARÓW NIEZURBANIZOWANYCH

© Wysocki J., Orłowski P., 2007

The relief constitutes one of the main elements of information necessary for environment and civil engineering. Engineers dealing with construction of the country roads (expressway) railway location, storage tanks, power network and rural water supply systems etc. need information of the land relief. However design more often is recently carrying out using interactive methods, with consist in a collaboration of the man and computer, during the designing process. This requires digital map and digital land model (DTM). It can be performed by connection of 2D cadastral map with the DTM. In the paper are presented problem of getting digital terrain model for creation of the 3D cadastre.

Rozwój gospodarczy wymaga racjonalnego zarządzania i gospodarowania terenami oraz zasobami (glebowymi, wodnymi itp.). Ważnym czynnikiem rozwoju terenów wiejskich jest rozwój infrastruktury technicznej. Do realizacji tych celów niezbędna jest odpowiednia informacja przestrzenna. Coraz szersze stosowanie komputerów w procesie planowania, projektowania, urządzania i gospodarowania terenami i zasobami zwiększa zapotrzebowanie na informację przestrzenną w formie numerycznej.

Przy realizacji prac w zakresie budowy dróg (lokalnych i tranzytowych), zbiorników retencyjnych, sieci przesyłowych (energetycznych, wodnych) itp. coraz częściej wykorzystywane są interaktywne metody planowania i projektowania polegające na współpracy człowieka z komputerem w procesie projektowym. Wymaga to posiadania numerycznego modelu danego terenu (NMT/DTM) o odpowiedniej dokładności, z możliwością wprowadzenia do pamięci komputera oraz odpowiedniej numerycznej mapy sytuacyjnej. Można to uzyskać przez uzupełnienie danych katastru w wymiarze 2D o trzeci wymiar.

Ważność systemu katastralnego (ewidencji gruntów i budynków), zawierającego w bazie danych szczegółowe informacje dotyczące poszczególnych obiektów katastralnych, obejmującego swym zasięgiem cały obszar określonego terytorium – trudno jest przecenić (Wilkowski W., 2002, 2003, Wysocki J., 2000). Jednak klasyczny system katastralny zawierający informacje w wymiarze 2D (X, Y) staje się niewystarczający wobec szybkiego rozwoju gospodarczego. Coraz więcej zagadnień planistycznych i projektowych ma charakter przestrzenny, wymagający informacji 3D (Kalita W., 2003, Śmigielska W., 2002, Wilkowski W., 2002, Wysocki J., 2000, 2002, 2006). Należy dodać, że w Polsce dysponujemy coraz częściej szczegółową informacją katastralną 2D w postaci numerycznej na nośnikach elektromagnetycznych (Wysocki J., Orłowski P., 1998). Jak wskazują prowadzone badania, problem rozwoju katastru 3D może być rozwiązywany poprzez uzupełnianie katastru 2D o trzeci wymiar (Wysocki J., 2004), tworząc w ten sposób uniwersalny system informacji przestrzennej o terenie (SIT/GIS). Umożliwia to obecny poziom metod numerycznego modelu terenu (Wysocki J., 1997, 2000, 2005). Z drugiej strony, coraz większe możliwości stosowania elektronicznych tachimetrów rejestrujących, techniki GPS metod fotogrametrycznych czy też skaningu laserowego (Wysocki J., 1987, Wysocki J., Karaszkiwicz W., 1998, Wysocki J., 1999, 2000, 2003) do jednoczesnego pozyskiwania trzeciej współrzędnej przy pomiarach katastralnych, nie spowoduje zwiększenia w istotny sposób czaso- i pracochłonności opracowań. Z zagadnieniem katastru 3D wiąże się szereg problemów natury prawnej, związanych z obiektami przestrzennymi „przecinającymi” granice działek (Forrai I., 2003, Soter O., Gorte B., 2003). Obiekty infrastruktury technicznej (np. sieci uzbrojenia terenu) lokalizowane są najczęściej pod i nad powierzchnią terenu. Nie stanowią one części składowych

nieruchomości określonych w katastrze w ramach struktury istniejących działek ale „przecinają” w przestrzeni ich granice, ograniczając w ten sposób prawo własności danej nieruchomości (Wysocki J.,2000,Wysocki J.,2002,2006). Odnosi się to zarówno do samej budowli jak i jej stref ochronnych (np. przy sieciach przesyłowych), gdzie występują ograniczenia w zabudowie i zagospodarowaniu. Klasyczny system katastralny zawierający informacje o granicach władania i użytkowania w wymiarze 2D (X,Y) jest niewystarczający w takich sytuacjach, ponieważ nie pozwala na przestrzenne zlokalizowanie danego obiektu w stosunku do granic oraz powierzchni istniejących działek, i wymaga w związku z tym uzupełnienia istniejących danych katastralnych o trzeci wymiar (Z/H). Dokładność generowania informacji 3D odniesionej do powierzchni terenu będzie związana w podstawowym stopniu z dokładnością aproksymacji i zobrazowania tej powierzchni. W pracy, na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych (Wysocki J.,2007) przedstawiono metodę oceny dokładności aproksymacji powierzchni terenu w zależności od dokładności określenia wysokości punktów NMT, przy kątach nachylenia terenu obejmujących główny zakres potrzeb przy tworzeniu katastru 3D w przeciętnych warunkach. Metoda została zapisana w postaci formuły:

$$m_h^2 = 0,55 A^2 + 0,000015 (D^2 \operatorname{tg} \alpha)^2 + (D 0,0020)^2$$

gdzie:

m_h - średni błąd wysokości wyznaczanego (interpolowanego) punktu powierzchni terenu, określający również dokładność aproksymacji powierzchni terenu na podstawie punktów odniesienia (punktów NMT),

0,55 - współczynnik zależny od zastosowanej metody interpolacji powierzchniowej,

A - parametr charakteryzujący przy pomocy błędu średniego dokładność określenia (pomiaru) wysokości punktów odniesienia (punktów NMT),

0,000015 - współczynnik wynikający z wpływu kąta α , występującego tutaj jako parametr związany z oddziaływaniem warunków terenowych (chropowatość terenu (Wysocki J.,1985),

D - przeciętna odległość punktów siatki odniesienia (NMT),

α - przeciętny kąt nachylenia terenu na opracowywanym obszarze,

C = D t - charakteryzuje przy pomocy współczynnika t (0,0020) wpływ chropowatości terenu na dokładność aproksymacji jego powierzchni przy małych (bliskich zera) wartościach kąta nachylenia terenu α i różnych wielkościach D.

Proponowana metoda oceny dokładności cyfrowej aproksymacji powierzchni terenu na podstawie przedstawionej formuły może znaleźć zastosowanie w zagadnieniach wykorzystania cyfrowych modeli terenu dla potrzeb tworzenia katastru trójwymiarowego, przede wszystkim może znaleźć zastosowanie do:

- prognozowania dokładności numerycznej/cyfrowej aproksymacji powierzchni terenu w zależności od dokładności wyznaczenia wysokości punktów NMT, przeciętnej odległości tych punktów oraz nachyleń terenu na rozpatrywanym obszarze,

- pogładowej oceny przez użytkownika dokładności cyfrowej aproksymacji powierzchni terenu jaką może oszacować na podstawie posiadanej siatki punktów NMT, spełniającej założone, powyższe warunki.

Należy dodać, że opracowana formuła dobrze spełnia kryteria dokładności przyjęte dla mapy zasadniczej w warunkach polskich. Dla potrzeb porównawczych przyjmujemy „tachimetryczną” dokładność określenia wysokości punktów NMT $A = \pm 0,05\text{m}$ a ich przeciętną odległość $D = 50\text{m}$. Zauważymy, że praktycznie stosowane zasadnicze cięcia warstwicowe h na mapach wielkoskalowych wykorzystywanych do potrzeb projektowania technicznego w warunkach polskich wynoszą najczęściej; 0,5m dla przedziału a) ($\alpha \leq 2^\circ$) oraz 1m dla przedziału b) ($2^\circ \leq \alpha \leq 6^\circ$).

Stąd dla przedziału a) i $h = 0,5\text{m}$ oraz:

- średniego kąta nachylenia terenu w tym przedziale $\alpha = 1^\circ$, dla mapy zasadniczej $m_h = \pm 1/3 h$ czyli będzie równy $\pm 0,17\text{m}$, zaś wartość tego błędu obliczona według formuły jest równa $\pm 0,20\text{m}$,

- maksymalnego kąta nachylenia terenu w tym przedziale $\alpha = 2^\circ$, dla mapy zasadniczej $m_h = \pm 2/3h$ czyli będzie równy $\pm 0,33m$, zaś według formuły będzie to $\pm 0,35m$.

Dla przedziału b) i $h = 1,0m$ oraz:

- średniego kąta nachylenia terenu w tym przedziale $\alpha = 4^\circ$, dla mapy zasadniczej $m_h = \pm 2/3 h$, czyli będzie równy $\pm 0,66m$, zaś wartość tego błędu obliczona według formuły będzie równa $\pm 0,68m$,

- najmniejszego kąta nachylenia terenu w tym przedziale $\alpha = 2^\circ$, dla mapy zasadniczej $m_h = \pm 1/3 h$, czyli będzie równy $\pm 0,33m$, zaś wartość tego błędu obliczona według formuły będzie równa $\pm 0,35m$,

- maksymalnego kąta nachylenia terenu w tym przedziale $\alpha = 6^\circ$, dla mapy zasadniczej $m_h = \pm 1h$ czyli będzie równy $\pm 1,0 m$, zaś według formuły będzie to $\pm 1,02m$.

Wynika stąd, że otrzymana na podstawie przeprowadzonych badaniach eksperymentalnych formuła wykazuje dużą spójność z kryteriami przewidywanymi dla mapy zasadniczej w warunkach polskich. Jest to ważna dodatkowa przesłanka, iż proponowana metoda oceny dokładności cyfrowej aproksymacji powierzchni terenu na podstawie przedstawionej formuły może znaleźć praktyczne zastosowanie w zagadnieniach wykorzystania cyfrowych modeli terenu dla potrzeb tworzenia katastru trójwymiarowego.

Jak już wspomniano, szybki rozwój gospodarczy powoduje, że coraz więcej zagadnień planistycznych i projektowych ma charakter przestrzenny, wymagający informacji 3D. Jak wskazują prowadzone badania racjonalnym rozwiązaniem tego problemu może być uzupełnienie danych katastru w wymiarze 2D o trzeci wymiar (Z/H), tworząc w ten sposób uniwersalny system informacji przestrzennej o terenie (SIT/GIS). Biorąc pod uwagę fakt, że w procesie przetwarzania geoinformacji, obiektywne koszty pozyskiwania informacji stanowią ok. 70% kosztów ogólnych, takie rozwiązanie należy uznać za racjonalne z punktu widzenia szybko wzrastających potrzeb gospodarczych, powodujących wzrastające zapotrzebowanie na informację 3D.

1. Forrai I., Kirschner G.: *An Interdisciplinary 3D Cadastre Development Project in Practice. FIG Working Week 2003. Paris, April 13-17, 2003.*
2. Kalita W.: *Numeryczny model terenu jako baza danych przestrzennych w wybranych zagadnieniach gospodarki wodnej. Mat. konf. "Współczesna geodezja w rozwoju nauk technicznych, przyrodniczych i ekonomicznych", s. 107-110, SGGW-Rogów 2003.*
3. Śmigielka W.: *Zagadnienie zastosowania metod numerycznego modelu terenu dla potrzeb projektowych i eksploatacyjnych zbiorników wodnych. Zesz. Nauk. Pol. Rzesz., Nr 195, s. 209-211, Rzeszów 2002.*
4. Soter E., Gorte B.: *Height in the Cadastre – Integrating Point and Parcel Boundaries. FIG Working Week 2003. Paris, April 13-17, 2003.*
5. Wilkowski W., i inni.: *Systemy katastralne i przekształcenia struktury przestrzennej obszarów wiejskich w krajach Unii Europejskiej i w Polsce. Wydawnictwo SGGW, ss. 165, Warszawa 2002.*
6. Wilkowski W.: *Światowe trendy w rozwoju katastru i gospodarki nieruchomości. Przegląd Geodezyjny nr 9/2003, s. 3-10, Warszawa 2003.*
7. Wysocki J.: *Problemy dokładności nowoczesnych technik opracowania wielkoskalowych map warstwicznych pod kątem potrzeb wodnomelioracyjnych. Rozprawy naukowe i monografie, Wydawnictwo SGGW-AR, ss. 100, Warszawa 1987.*
8. Wysocki J.: *On the approximation of the land surface in the computerised methods of working out contour lines. Ann. Wars. Agricult. Univ. SGGW, Land Reclam 28, 1997.*
9. Wysocki J., Karaszkiwicz W.: *Możliwości wykorzystania numerycznego modelu terenu metodą GPS jako bazy danych dla nakładki wysokościowej do mapy katastralnej Międzynarodowa Konferencja „Cadastre, Photogrammetry, Geoinformatics”, Zeszyty Naukowe Politechniki Lwowskiej, Geodezja, kartografia i aerofotosjomka. Vyp. 29, s. 179-186, Wydaw. „Lwowska Politechnika”, Lwów. 1998.*
10. Wysocki J., Orłowski P.: *O dokładności digitalizacji w procesie transformacji map ewidencyjnych dla potrzeb katastru., Przegląd Geodezyjny, nr 11/1998, s. 22-23, Warszawa 1998.*
11. Wysocki J.: *Numeryczny model terenu jako baza danych dla przestrzennego urządzania zlewni i potrzeb konstrukcji inżynierskich. Konf., SGGW, PAN „Problemy kształtowania środowiska obszarów wiejskich”, Przegł. Nauk. Wyd. IiKŚ, z. 15, s. 66-72 Warszawa 1998.*
12. Wysocki J., : *Metody GPS i możliwości ich zastosowania do tworzenia*

numerycznego modelu terenu (NMT) dla inżynierii środowiska. Przegląd Naukowy WłiKS, z.17, Warszawa 1999. 13. Wysocki J.: Kataster jako baza danych dla Krajowego Systemu Informacji o Terenie. Przegl. Nauk. Wydz. IiKS SGGW, z.18, s. 169-172, Warszawa 2000. 14. Wysocki J.: Geodezja z fotogrametrią dla inżynierii środowiska i budownictwa. Wydawnictwo SGGW ss.362 (podręcznik dot. przez MEN), Warszawa 2000. 15. Wysocki J., Kegler A.: Kataster a system informacji przestrzennej. Prace Nauk. Instytutu Górnictwa Polit. Wrocławskiej, Nr 90, s.301-304, Wrocław 2000. 16. Wysocki J.: O metodach numerycznego modelu terenu dla budownictwa, inżynierii i kształtowania środowiska. Mat.konf. "Metody geodezji, fotogrametrii i teledetekcji dla inżynierii środowiska i budownictwa". s.404-412, SGGW, Warszawa, 2000. 17. Wysocki J.: Numeryczne modele terenu i zagadnienie ich zastosowania w kształtowaniu zabudowy obszarów wiejskich. Mat. konf. nt. „Inżynierskie i przestrzenne aspekty zabudowy obszarów niezurbanizowanych”, s.73-74. SGGW, Warszawa 2002. 18. Wysocki J.: Zagadnienie oceny dokładności aproksymacji powierzchni terenu przy pomocy metod geodezyjnych "Cadastre, Photogrammetry, Geoinformatics", Lwów 2003. Zeszyty Naukowe Politechniki Lwowskiej, Geodezja, kartografija i aerofotosjomka, Vyp. 64. Wydaw. „Lwowska Politechnika”, Lwów 2003. 19. Wysocki J.: Zagadnienie katastru trójwymiarowego. Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska. Zesz. 1(28), s.184-187, Warszawa 2004. 20. Wysocki J.,: Dokładność aproksymacji powierzchni terenu z wykorzystaniem modeli cyfrowych w aspekcie badań eksperymentalnych. Międzynarodowa Konferencja "Kataster, Fotogrametria, Geoinformatyka" Kraków 2005. Zeszyty Naukowe Politechniki Lwowskiej, Geodezja, kartografija i aerofotosjomka. Vyp. 66, Wydaw. „Lwowska Politechnika”, Lwów 2005. 21. Wysocki J.: Metody numerycznego modelu terenu oraz kataster trójwymiarowy w urządzaniu i rozwoju terenów niezurbanizowanych (wiejskich). Przegląd Geodezyjny Nr 9, s.13-15, Warszawa 2006. 22. Wysocki J.,: Wpływ spadków terenu oraz dokładności określenia wysokości punktów NMT na dokładność cyfrowego modelu powierzchni terenu. Międzynarodowa Konferencja „Cadastre, Photogrammetry, Geoinformatics”, Zeszyty Naukowe Politechniki Lwowskiej, Geodezja, kartografija i aerofotosjomka. Vyp., s. Wydaw. „Lwowska Politechnika”, Lwów. 2007.

Recenzował: dr inż. Tadeusz Wrona

УДК 322.33:528.44

Ю. Губар, Р. Михальчук
Національний університет „Львівська політехніка”

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ КОЕФІЦІЄНТІВ КОРИГУВАННЯ В МЕТОДИЧНОМУ ПІДХОДІ, ЩО БАЗУЄТЬСЯ НА ЗІСТАВЛЕННІ ЦІН ПРОДАЖУ ПОДІБНИХ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

© Губар Ю., Михальчук Р., 2007р.

В статье проведено исследование и анализ коэффициентов коррекции в методическом подходе, который основывается на сопоставлении продаж подобных земельных участков. Исследованы основные факторы: коррекция условий финансирования; коррекция условий продаж; коррекция на дату продаж; коррекция на размер населенного пункта; коррекция на