

Agnieszka Bieda, Justyna Jasiołek, Paweł Hanus

**WYKORZYSTANIE
KLASYCZNYCH MAP EWIDENCYJNYCH
W PODSTAWOWYCH PRACACH GEODEZYJNYCH**

***USE OF CLASSICAL CADASTRAL MAP
AT BASIC SURVEYING WORK***

Streszczenie

Obecna praktyka geodezyjna z powodzeniem wykorzystuje komputeryzację i informatyzację. Nawet najprostsza praca nie może zostać wykonana bez chociażby najmniejszego udziału metod cyfrowych. Zdarza się jednak że geodeta musi wykorzystać materiały archiwalne, w tym klasyczne mapy ewidencyjne. Niejednokrotnie okazuje się, że konieczne jest przetworzenie takich danych do postaci cyfrowej. W przypadku map papierowych oraz matryc i pierworysów, nie jest to trudne. Wymaga jednak od wykonawcy wiedzy o możliwych zagrożeniach w przypadku nieumiejętnego przeprowadzenia takiego postępowania. Mapy klasyczne należy oczywiście zeskanować a następnie skalibrować, czyli dokonać transformacji do układu, w którym wykonane ma zostać opracowanie.

Celem autorów, którzy przedstawiają zagadnienie w świetle podstawowych prac geodezyjnych, jest ukazanie jak trudno dobrze przygotować mapy w formacie cyfrowym oraz ostrzec wykonawców geodezyjnych przed zbyt dużym zaufaniem do otrzymanych wyników bez konfrontacji ich z rzeczywistością.

Słowa kluczowe: granice, mapa ewidencyjna, mapa klasyczna, mapa do celów projektowych, podział, rozgraniczenie

Summary

Currently performance of geodesy is characterized by a computerization and informatization. Even the simplest job cannot be done without even the smallest share of digital methods. Sometimes, however, a surveyor must make use of archival materials, including classical evidential maps. Often it turns out, that it is necessary to process such data to digital form. In the case of paper maps,

matrices, and manuscript, it is not difficult. However, it requires, from the contractor, the knowledge of potential hazards in case of inability to perform such a procedure. Classical maps, of course, should be scan and then calibrate, i.e. to transform the system in which development is to be made.

The aim of the authors, who present the issue in light of the fundamental work of surveying, is to show how difficult it is to truly prepare maps in digital format and to protect surveying contractor against too much confidence to the results obtained without confronting them with reality.

Key words: *boundaries, cadastral map, classical map, map for project, subdivision, demarcation*

WSTĘP

Dzisiejsze wykonawstwo geodezyjne szeroko korzysta z komputeryzacji i informatyzacji. Biura i urzędy nie są w stanie obejść się już bez komputerów, a ich zleceniodawcy oczekują, że efekty prac będą następstwem racjonalnego wykorzystania danych cyfrowych.

Obecnie żadna praca geodezyjna, nawet najprostsza, począwszy od zgłoszenia przez analizę dokumentacji do wyniku, nie może zostać wykonana bez chociażby najmniejszego udziału metod numerycznych, z wykorzystaniem aplikacji komputerowych.

Najważniejszym etapem każdego opracowania geodezyjnego jest oczywiście sprawdzenie dostępnych materiałów oraz ocena ich przydatności. Niezależnie od wykonywanej pracy geodezyjnej najistotniejszym elementem, o którym informacje uzyskiwane są z dokumentów archiwalnych są granice nieruchomości.

Aktualnie, dla potrzeb ewidencji gruntów, istnieją definicje dwóch odmiennych rodzajów granic nieruchomości. Pierwsza z nich dotyczy tak zwanych granic prawnych, druga granic ewidencyjnych.

Granice prawne powstają na skutek procesów, w wyniku których sporządzony został operat geodezyjno-prawny. Sporządzone w trakcie ich trwania materiały przekazywane są do Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego oraz stanowią podstawę zatwierdzenia granic decyzją administracyjną, uchwałą odpowiedniego organu bądź orzeczeniem sądu. Najistotniejszą czynnością w tych procedurach jest wykonane w terenie oraz w obecności zainteresowanych stron ustalenie granic. Najważniejszym jednak dla wykonawców geodezyjnych jest fakt, iż przyjmowana do Ośrodków dokumentacja pozwala na proste i szybkie odtworzenie granic.

Niejednokrotnie jednak granice takie nie istnieją. Wówczas wykonując zlecenie geodeta musi oprzeć się na granicach ewidencyjnych, czyli granicach określonych według stanu faktycznego w momencie zakładania ewidencji gruntów. Ustalono je na gruncie w obecności właściciela, ale nie została wydana żadna decyzja w trybie administracyjnym, która by je zatwierdziła. Czasem w ogóle nie ustalono a jedynie przerysowano z istniejących map (np. map kata-

stralnych w skali 1:2880). Ponadto, bardzo często, jedynym dokumentem mówiącym o przebiegu granic jest, cechująca się relatywnie małą dokładnością, klasyczna mapa ewidencyjna. Błędy położenia punktu granicznego wynikają ze skali takiej mapy.

Jest to problem znany i niemożliwy do rozwiązania do czasu wykonania pełnej modernizacji istniejącego operatu ewidencyjnego. Ponieważ jest to proces kosztowny i długi, istnieje konieczność wykorzystywania istniejących materiałów. Pamiętać jednak należy o odpowiednim ich przygotowaniu oraz o należytych oszacowaniu przydatności takich materiałów. Jest to szczególnie istotne kiedy dysponuje się jedynie klasycznymi mapami ewidencyjnymi.

Autorzy zdecydowali się na przedstawienie problemu w świetle podstawowych prac geodezyjnych. W artykule za takie prace uważane są zagadnienia związane z pierwszym i drugim zakresem uprawnień zawodowych. Stąd w pracy omówiono wymogi prawne i dokładnościowe dla opracowań geodezyjno – kartograficznych i czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie oraz dla prac geodezyjno – prawnych związanych z geodezyjną obsługą gospodarki nieruchomości, a następnie zastawiono je z wartościami możliwymi do osiągnięcia w rzeczywistości, które otrzymano na podstawie przeprowadzonych na dostępnych materiałach analiz.

PODSTAWY PRAWNE

Istotne jest aby wykonawcy geodezyjni mieli świadomość tego, na jakiej podstawie wykonują swoje opracowania i z jaką dokładnością powinny być one realizowane.

Chociaż ogłoszony kryzys mógł doprowadzić do ustania inwestycji budowlanych, tak się jednak nie stało. Liczne inwestycje powodują niezwykle szybką dezaktualizację mapy zasadniczej, oraz powodują że koniecznej staje się tworzenie wciąż nowych map do celów projektowych.

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie treścią mapy do celów projektowych jest przede wszystkim treść mapy zasadniczej. Ta z kolei, zgodnie z prawem geodezyjnym, wśród wielu informacji zawiera także aktualne dane z ewidencji gruntów i budynków. Ich szczegółowy zakres określa zaś w rozdziale czwartym rozporządzenie w sprawie ewidencji gruntów i budynków.

Mapa sytuacyjno – wysokościowa do celów projektowych powinna przedstawiać teren inwestycji wraz z odpowiednio dużym obszarem wokół niego. Zobrazowane na niej informacje muszą być aktualne. Jest to szczególnie ważne dla elementów ewidencji gruntów i budynków, które będą miały istotny wpływ na posadowienie nowych obiektów w terenie. Pamiętać jednak należy, że w przypadku umieszczenia na mapie do celów projektowych granic z kla-

sycznych map ewidencyjnych nawet dokładne tyczenie nie gwarantuje lokalizacji obiektu zgodnie z pozwoleniem na budowę.

Wraz z tak zwanym budowlanym bumem wzrosło zapotrzebowanie na prace związane z ustaleniem położenia punktów granicznych oraz ze wznawianiem ustalonych wcześniej znaków granicznych. Liczne przemiany gospodarcze, ale także społeczne, umocniły w świadomości Polaków znaczenie prawa własności do nieruchomości gruntowych. Ich właściciele chcą dokładnie poznać zasięg swojego prawa oraz zakresu w jakim mogą dysponować nieruchomością.

Dla dobrego określenia granic nieruchomości wykonawcą zobowiązuje znajomość przepisów związanych z podziałem nieruchomości, a w szczególności z ich rozgraniczaniem. W pierwszym przypadku będzie to oczywiście ustawa o gospodarce nieruchomościami oraz rozporządzenie w sprawie sposobu i trybu dokonywania podziałów nieruchomości. W drugim prawo geodezyjne i rozporządzenie w sprawie rozgraniczania nieruchomości.

Zgodnie ze wspomnianymi przepisami dla przeprowadzenia podziału nieruchomości konieczne jest przyjęcie granic zewnętrznych nieruchomości podlegającej podziałowi. Następuje ono w wyniku badania dokumentów określających stan prawny tej nieruchomości. W przypadku ich braku geodeta musi skorzystać z danych wykazanych w katastrze.

Podczas rozgraniczenia, zgodnie z prawem geodezyjnym, przy ustalaniu przebiegu granic bierze się pod uwagę znaki i ślady graniczne oraz dostępną dokumentację stwierdzającą stan prawny nieruchomości lub w przypadku jej braku, określającą położenie punktów i przebieg linii granicznych, w tym także różnego rodzaju mapy. Rozporządzenie wśród wielu innych wymienia także mapy ewidencyjne gruntów, w tym mapy katastralne.

ANALIZA ISTNIEJĄCYCH KLASYCZNYCH MAP EWIDENCYJNYCH

Wykorzystanie klasycznych map ewidencyjnych związane jest z koniecznością przeprowadzenia wielu istotnych czynności technicznych. Dla otrzymania ich numerycznej wersji należy je zeskanować, a następnie dokonać ich kalibracji oraz wektoryzacji. Dokładność ustalenia współrzędnych punktu załamania granicy zależy od kilku czynników i może zostać wyznaczona ze wzoru:

$$m_p = \pm \sqrt{m_{wk}^2 + m_T^2 + m_W^2}$$

gdzie:

- m_p – błąd ustalenia współrzędnych punktów,
- m_{wk} – błąd wkreślenia elementu na mapę,
- m_T – błąd transformacji mapy,
- m_W – błąd wektoryzacji granic.

Dla mapy ewidencyjnej w skali 1:2000 przyjmuje się, że wynosi on co najmniej 20 cm. Najczęściej jest on jednak większy, stąd za dopuszczalną przyjmuje się trzykrotność tej wartości. Wynika to z kilku prostych założeń:

- błąd wkreślenia elementu na mapę: niemożliwy do oszacowania błąd osobowy, który zaistniał na etapie powstawania oryginału mapy,
- błąd transformacji mapy: iloczyn grubości linii granicznej zgodny z instrukcją K-1 na mapie (0.18 mm dla map w skali 1:500 oraz 0.13 mm dla pozostałych) oraz mianownika skali tej mapy,
- błąd wektoryzacji: pomijany, wynosi zazwyczaj mniej niż 0.33 błędu transformacji.

Analizy przeprowadzono na danych otrzymanych z Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Krakowie. Były to skany map ewidencyjnych (gmina Skawina) w skali 1:2000 w kroju obrębowym oraz współrzędne osnowy szczegółowej, wykorzystywanej podczas założenia ewidencji gruntów, w państwowym układzie współrzędnych „1965”. Punkty osnowy o znanych współrzędnych mogą stanowić punkty dostosowania dla kalibracji zeskanowanych map ewidencyjnych. Tabela nr 1 zawiera zestawienie analizowanych map wraz z liczbą dostępnych punktów dostosowania.

Tabela 1. Analizowane mapy ewidencyjne
Table 1. Analysed cadastral maps

Obręb	Nr arkusza mapy	Liczba punktów dostosowania
Facimiech	1	12
	2	11
Jaśkowice	2	8
Ochodza	1	10
Pozowice	1	14
	2	10
	3	11
	4	6

Źródło: opracowanie własne.
Source: own study.

Mapy transformowano w programie EwMapa, wykorzystując wszystkie dostępne punkty dostosowania. Program umożliwia kalibrację map w kroju obrębowym z wykorzystaniem trzech rodzajów transformacji, których opis zamieszczono w tabeli nr 2.

Bezpośrednim następstwem zastosowanych na mapach rastrowych transformacji jest oczywiście możliwość pewnych modyfikacji elementów znajdujących się na tych obrazach.

Tabela 2. Metody transformacji w programie EwMapa
Table 2. Methods of transformation in program EwMapa

Rodzaj transformacji	Minimalna liczba punktów dostosowania	Wzory opisujące transformację
Helmerta	2	$X_w = X_0 + X_p k \cos \gamma - Y_p k \sin \gamma$ $Y_w = Y_0 + X_p k \sin \gamma + Y_p k \cos \gamma$ <p>gdzie: X_p, Y_p – współrzędne w układzie pierwotnym X_w, Y_w – współrzędne w układzie wtórnym $[X_0, Y_0]$ – wektor przesunięcia k – współczynnik skali γ – kąt obrotu</p>
afiniczna	3	$X_w = X_0 + X_p k_x \cos \gamma_x - Y_p k_y \sin \gamma_y$ $Y_w = Y_0 + Y_p k_x \sin \gamma_x + X_p k_y \cos \gamma_y$ <p>gdzie: X_p, Y_p – współrzędne w układzie pierwotnym X_w, Y_w – współrzędne w układzie wtórnym $[X_0, Y_0]$ – wektor przesunięcia k_x, k_y – współczynniki skali γ_x – kąt obrotu osi X układu pierwotnego γ_y – kąt obrotu osi Y układu pierwotnego</p>
wielomianowa	6	$X_w = a_0 + a_1 X_p + a_2 Y_p + a_3 X_p Y_p + a_4 X_p^2 + a_5 Y_p^2 + \dots$ $Y_w = b_0 + b_1 X_p + b_2 Y_p + b_3 X_p Y_p + b_4 X_p^2 + b_5 Y_p^2 + \dots$ <p>gdzie: X_p, Y_p – współrzędne w układzie pierwotnym X_w, Y_w – współrzędne w układzie wtórnym a_0–a_5, b_0–b_5 – współczynniki transformacji</p>

Źródło: opracowanie własne.
 Source: own study.

Transformacja Helmerta, jako transformacja przez podobieństwo, powoduje stosunkowo najmniejsze zniekształcenia. Przesuwa jedynie raster, obraca go oraz przeskalowuje. Zastosowany w niej współczynnik skali jest taki sam we wszystkich kierunkach. Jej prostota powoduje, iż w przypadku nierównomiernie rozmieszczonych punktów dostosowania mogą zaistnieć duże błędy. Zawsze jednak wiernie zostaną odtworzone kąty między liniami na mapach. W niektórych przypadkach, np. przy nieliniowych zniekształceniach mapy jakimi są skurcze map, błędy skanowania o reprodukcji, jest to wadą.

Transformacja afiniczna nie jest wpasowaniem konforemnym. Skale są pochodnymi kierunku wpasowywanych linii i nie zależą od położenia punktu. Po jej zastosowaniu linie proste pozostają liniami prostymi.

Transformacje wielomianowe z kolei, chociaż w efekcie nie dają dużych błędów kalibracji rastra, mogą być powodem znacznych zniekształceń. W wielu przypadkach linie proste stają się krzywymi drugiego stopnia. Tego typu defor-

macje, niezauważone, mogą sprawić, że wykonawcy geodezyjni przekonani iż dobrze wykonali przekształcenie klasycznej mapy do postaci cyfrowej, sugerując się niewielkim błędem wpasowania rastra, niechcący zafałszują przebieg granic.

EwMapa dokonuje wpasowania tylko wtedy kiedy może podać błąd transformacji. Dzieje się tak gdy liczba dostępnych punktów dostosowania jest o jeden większa niż wymagane minimum.

Rastry kalibrowano wykorzystując wszystkie dostępne punkty dostosowania. Otrzymane błędy transformacji zestawiono w tabeli nr 3.

Tabela 3. Błędy transformacji
Tabela 3. Errors of transformation

Obręb	Nr arkusza mapy	Błąd transformacji [m]		
		Helmerta	Afinicznej	Wielomianowej 2-go stopnia
Facimiech	1	0,52	0,25	0,18
	2	0,50	0,22	0,17
Jaškowice	2	0,91	0,22	0,13
Ochodza	1	0,37	0,24	-
Pozowice	1	0,92	0,33	0,23
	2	0,78	0,15	0,11
	3	1,01	0,26	0,14
	4	1,66	0,55	-

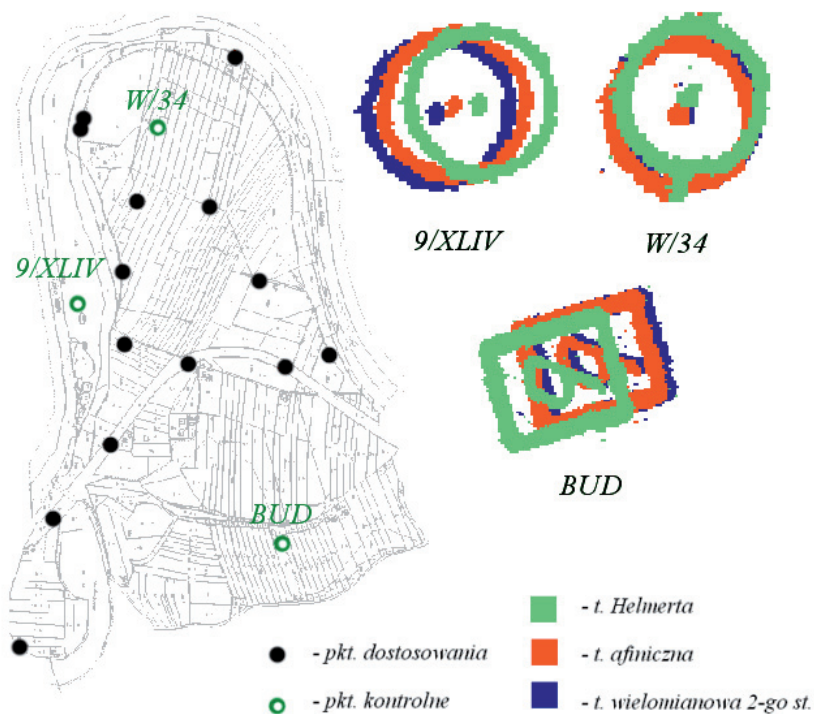
Zródło: opracowanie własne.

Source: own study.

Otrzymane wartości najlepiej obrazuje przykład graficzny. Rysunek nr 1 przedstawia rozłożenie punktów dostosowania oraz punktów, w których porównywano wynik różnych transformacji na arkuszu mapy ewidencyjnej.

Punkty 9/XLIV oraz W/34 to punkty osnowy pomiarowej założonej podczas pomiaru granic ewidencyjnych. Obecnie Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej nie dysponuje ich współrzędnymi. Podczas przeliczenia współrzędnych między układami „Borowa Góra” i „1965” nie dysponowano odpowiednimi danymi pomiarowymi aby otrzymały je te punkty. Punkt BUD to tak naprawdę niewielki budynek gospodarczy. Porównywano położenie jego narożników.

Dla fragmentów mapy umiejscowionych wewnątrz punktów dostosowania (punkt W/34) poszczególne rodzaje transformacji nie powodują dużych rozbieżności. Niestety już poza takimi polami (9/XLIV, BUD) od wyboru metody wpasowania rastra zależeć będzie położenie budynków i granic nieruchomości.



Źródło: opracowanie własne.
Source: own study.

Rysunek 1. Mapa ewidencji gruntów z punktami dostosowania oraz punktami dla porównania

Figure 1. Cadastral map with points of adjustment and points for comparison

W miejscu gdzie program dokonuje ekstrapolacji widać wyraźnie, że środki okręgów symbolizujących punkt osnowy (9/XLIV) nie nachodzą na siebie. Podobnie zachowuje się fragment mapy z budynkiem (BUD). Wraz ze wzrostem odległości punktów dostosowania od badanego punktu na mapie powstałe rozbieżności mogą powiększać się. Różnice współrzędnych między elementami kontrolnymi po transformacji różnymi metodami zamieszczono w tabeli 4.

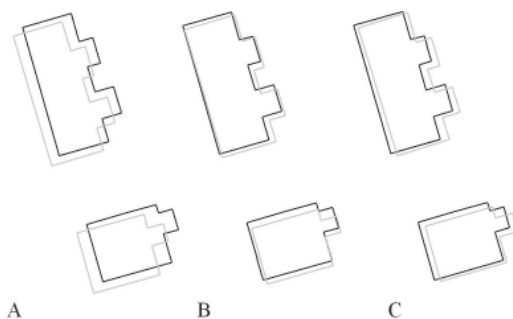
Ta sama mapa po skalibrowaniu jej różnymi metodami może uzyskać odmienne formy, z których nie można wybrać właściwej bez konfrontacji ich z pomiarem terenowym. Na rysunku 2 porównano efekt wektoryzacji rastrow po kalibracji (kolor szary) z pomiarem terenowym (kolor czarny).

Tabela 4. Różnice współrzędnych dla punktów kontrolnych po transformacji
Table 4. Differences of coordinates of points to a post-transition

Punkt	Rodzaj transformacji	Rodzaj transformacji	Odległość [m]
9/XLIV	Helmerta	Afiniczna	0.94
	Afiniczna	Wielomianowa	0.64
	Wielomianowa	Helmerta	1.53
W/34	Helmerta	Afiniczna	0.81
	Afiniczna	Wielomianowa	0.27
	Wielomianowa	Helmerta	0.71
BUD	Helmerta	Afiniczna	2.18
	Afiniczna	Wielomianowa	0.59
	Wielomianowa	Helmerta	2.77

Źródło: opracowanie własne.

Source: own study.



Źródło: opracowanie własne.

Source: own study.

Rysunek 2. Metody transformacji a pomiar terenowy: A – transformacja Helmerta, B – transformacja afiniczna, C – transformacja wielomianowa 2-go stopnia

Figure 2. Methods of transformation and the measurement:

A – Helmert's transformation, B – affine transformation, C- polynomial transformation

Dla wybranego fragmentu rzeczywistość najlepiej oddaje raster wpasowany metodą afiniczną. Choć od czasu powstania mapy zmienił się kształt budynków to ich zasadniczy kontur oddany jest w stopniu wystarczającym aby stwierdzić zbieżność mapy z terenem i uzasadnić jej wykorzystanie w pracy geodezyjnej.

PODSUMOWANIE

Podsumowując należy podkreślić, że:

1. Analizując posiadane materiały można stwierdzić, iż najlepszą metodą kalibracji skanów klasycznych map ewidencyjnych jest transformacja afiniczna.

2. Błędy w opracowaniach geodezyjnych wykorzystujących mapy analogowe mogą być efektem niekompletnych materiałów, a w szczególności braku punktów dostosowania i ich złego rozmieszczenia.

3. Przed błędami wykonawcę ustrzec może jedynie umiejętność oszacowania przydatności otrzymanych wyników.

4. Niewielkie błędy transformacji nie oznaczają, że dostępne materiały pozwolą na pewniejsze określenie położenia punktów granicznych.

BIBLIOGRAFIA

- Bieda A., Hanus P. *Real estate boundaries on maps for projects*, Geomatics and Environmental Engineering, vol. 4, no. 2, Kraków 2010.
- Hanus P. *Ocena przydatności dokumentacji byłego katastru austriackiego dla potrzeb prac geodezyjnych*, Rozprawa doktorska AGH, Kraków 2006, praca niepublikowana.
- Hycner R., Hanus P. *Wykonawstwo geodezyjne*, Wydawnictwo GALL, Katowice 2007.
- Instrukcja techniczna G-4: Pomiaru sytuacyjny i wysokościowe, CODGiK, Warszawa 1988.
- Instrukcja techniczna G-5: Ewidencja gruntów i budynków, GUGiK, Warszawa 2003.
- Instrukcja techniczna K-1: Mapa zasadnicza, CODGiK, Warszawa 1998.
- Rozporządzenie w sprawie ewidencji gruntów i budynków z dn. 29 marca 2001 roku (Dz. U. Nr 38, poz. 454).
- Rozporządzenie w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno – kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie z dn. 21 lutego 1995 roku (Dz. U. Nr 25, poz. 133).
- Rozporządzenie w sprawie rozgraniczania nieruchomości z dnia 14 kwietnia 1999 roku (Dz. U. Nr 45, poz. 453).
- Rozporządzenie w sprawie sposobu i trybu dokonywania podziałów nieruchomości z dnia 7 grudnia 2004 roku (Dz. U. Nr 268, poz. 2663).
- Ustawa o gospodarce nieruchomościami z dnia 21 sierpnia 1997 roku (Dz. U. Nr 115, poz. 741, z póź. zm.).
- Ustawa prawo budowlane z dn. 7 lipca 1994 roku (Dz. U. Nr 89, poz. 414, z póź. zm.).
- Ustawa prawo geodezyjne i kartograficzne z dn. 17 maja 1989 roku (Dz. U. Nr 30, poz. 163, z póź. zm.).

Artykuł powstał w ramach badań statutowych Katedry Geomatyki

Mgr inż. Agnieszka Bieda
Mgr inż. Justyna Jasiołek
Dr inż. Paweł Hanus
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Katedra Geomatyki
30-059 Kraków, al. A. Mickiewicza 30, paw. C-4, pokój 406
e-mail: bieda@agh.edu.pl
jasiołek@agh.edu.pl
phanus@agh.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Karol Noga*