

Robert Krzyżek, Tadeusz Szczutko

Wykorzystanie odbiorników GPS HiperPro firmy Topcon w typowych pracach geodezyjnych z zastosowaniem technologii RTK GPS

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 32, 73-82

2009

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Robert Krzyżek
Tadeusz Szczutko

WYKORZYSTANIE ODBIORNIKÓW GPS HIPERPRO FIRMY TOPCON W TYPOWYCH PRACACH GEODEZYJNYCH Z ZASTOSOWANIEM TECHNOLOGII RTK GPS

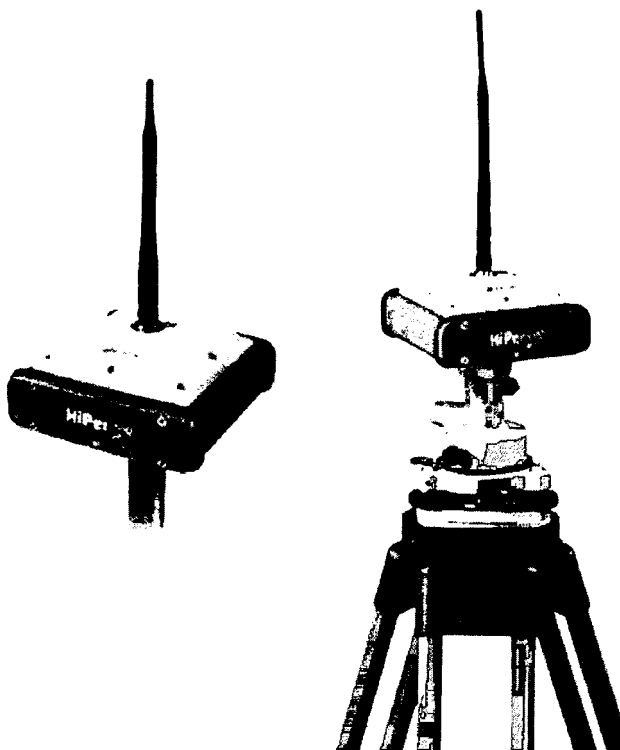
1. Wstęp

Obecnie na rynku geodezyjnym funkcjonuje kilka znaczących firm zajmujących się wdrażaniem coraz to nowszych rozwiązań technologicznych w pracach geodezyjnych. Powstają rozwiązania konstrukcyjne, które umożliwiają łączenie różnych zestawów przyrządów pomiarowych w jeden, np. tachimetry elektroniczne zintegrowane z odbiornikami GPS. Również same odbiorniki GPS, które w chwili obecnej odbierają sygnały satelitarne z systemów GPS i GLONAS, pozwalają znacznie częściej wykonywać typowe pomiary geodezyjne bez zastosowania tachimetrów elektronicznych.

W przypadku pomiarów GPS w głównej mierze wykorzystuje się technologię opartą na pomiarze w czasie rzeczywistym – RTK GPS (*Real Time Kinematic Global Positioning System*) [1]. Należy jednak zdecydowanie podkreślić, że technologia ta nie może w każdym wariancie zastąpić klasycznych metod pomiaru jak np. tachimetria, ale w znacznym stopniu może je uzupełniać. Kiedy jednak już wykonujemy pomiary w czasie rzeczywistym zdecydowanie dostrzegamy zalety tej technologii w odniesieniu do pozostałych metod. Niewątpliwie największą zaletą tej metody pomiaru jest czas w jakim możemy zrealizować nasze prace. Nie chodzi tu tylko o łatwość wykonania samego pomiaru ale także, a właściwie przede wszystkim o sposób dowiązania pomiarów do osnowy geodezyjnej. W klasycznych pomiarach geodezyjnych, obejmujących szczególnie duże obszary, najwięcej trudności napotykamy z założeniem stanowisk pomiarowych i ich nawiązania – ciągi poligonowe, wcięcia, bagnety. W przypadku technologii RTK GPS problem zazwyczaj ogranicza się do dwóch lub trzech punktów osnowy geodezyjnej niezależnie od wielkości

mierzzonego obszaru. Jeden z nich służy jako stanowisko bazowe a pozostałe jako tzw. punkty kontrolne. Stacja bazowa może być punktem naziemnym, np. osnowy szczegółowej lub też punktem sieci stacji permanentnych ASG EUPOS, które zostały uruchomione i funkcjonują w Polsce od czerwca 2008 roku.

W niniejszym artykule autorzy pragną przedstawić typową pracę geodezyjną związaną z aktualizacją mapy zasadniczej do celów projektowych na terenie województwa małopolskiego. Przedstawiony zostanie również sposób skompletowania dokumentacji geodezyjnej powstałej w wyniku takich pomiarów i złożenia jej do Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Do pomiaru wykorzystano zestaw odbiorników GPS firmy Topcon HiperPro oraz anteny HiperPro – rys. 1



Rys. 1. Zestaw odbiorników GPS firmy Topcon HiperPro

2. Aktualizacja mapy zasadniczej do celów projektowych

Mapa taka musi spełniać określone warunki zawarte w rozporządzeniu ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno - kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie, z 1995 roku. Mapę do celów projektowych wykonuje się w oparciu o mapę zasadniczą przy czym dopuszcza się jej dwukrotne pomniejszenie lub powiększenie w stosunku do mapy zasadniczej. Zgodnie z rozporządzeniem mapa do celów projektowych obejmuje swym zasięgiem również obszar otaczający teren inwestycji w pasie co najmniej 30m.

Treść map dla celów projektowych, poza elementami stanowiącymi treść mapy zasadniczej łącznie z granicami nieruchomości, zawiera [3]:

- opracowane geodezyjnie linie rozgraniczające tereny o różnym przeznaczeniu, linie zabudowy oraz osie ulic, dróg itp., jeżeli zostały ustalone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego lub w decyzji o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu,
- usytuowanie zieleni wysokiej ze wskazaniem pomników przyrody,
- usytuowanie innych obiektów i szczegółów wskazanych przez projektanta, zgodnie z celem wykonywanej pracy.

Z elementów mapy zasadniczej jako najważniejsze można wymienić:

- szczegóły sytuacyjne takie jak zawiewne elementy uzbrojenia podziemnego, chodniki, drogi, drzewa, ogrodzenia trwałe, rowy itp.,
- uzbrojenie podziemne,
- obiekty ewidencji gruntów i budynków takie jak: granice i numery działek ewidencyjnych, granice i oznaczenia użytków gruntowych oraz klas gleboznawczych, obrysy budynków,
- warstvice i pikiety wysokościowe.

Skale map do celów projektowych muszą być dostosowane do rodzaju i wielkości obiektu lub całego zamierzenia budowlanego. Są tu przyjmowane następujące zasady:

- skala map dla inwestycji realizowanej na pojedynczej działce budowlanej nie powinna być mniejsza niż 1:500,

- skala map dla projektowania zespołów obiektów budowlanych oraz terenów budownictwa przemysłowego nie może być mniejsza niż 1:1000,
- skala map dla rozległych terenów z projektowanymi obiektami budowlanymi o dużym rozproszeniu oraz obiektami liniowymi może wynosić 1:2000.

W niniejszej pracy autorzy wykonali zlecenie dotyczące aktualizacji mapy zasadniczej do celów projektowych dla inwestycji realizowanej na pojedynczej działce budowlanej. Skala bazowa mapy zasadniczej wynosiła 1:1000 a więc mapa do celów projektowych została wykonana w skali 1:500. W wyniku wywiadu odszukano 2 punkty osnowy szczegółowej: III klasy o nr 1156, 1158. Pomiar szczegółów terenowych wykonano w całości technologią RTK GPS. Punkt 1158 wykorzystano jako stanowisko bazowe natomiast punkt 1156 jako punkt kontrolny. Dokładność wyznaczenia położenia punktu kontrolnego wynosiła $dx=0.010$, $dy=0.046$ i $dh=-0.025$. Wszystkie punkty: 1156, 1157, 115741, 1158, 1148, 1160 osnowy szczegółowej III klasy wykorzystano jako punkty dostosowania do transformacji. Wykonano pomiary kontrolne i sytuacyjno-wysokościowe. W trakcie wykonywania pomiarów każda pikietą była kodowana, co nie tylko ułatwiło później kartowanie wyników pomiaru, ale także znacznie przyspieszyło prace terenowe – nie wykonywano szkicu polowego. Wszystkie pomiary pikiet terenowych posiadały rozwiązania typu *fixed* przy wartości *PDOP* <6. Współrzędne pomierzonych punktów uzyskano w czasie rzeczywistym w układzie 1965 I strefa. Zastosowano program obliczeniowy TopSurv v. 7.0. Zarówno wykonanie pomiarów sytuacyjno-wysokościowych technologią RTK GPS oraz sporządzenie operatu wykonano zgodnie z wytycznymi G1.12 *Pomiary satelitarne oparte na systemie precyzyjnego pozycjonowania ASG – EUPOS* [2] a także z instrukcją O-3 *Zasady kompletowania dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej* [4]. Choć wytyczne G1.12 odnoszą się do sieci stacji ASG – EUPOS a przedmiotowe pomiary oparte były na stacji bazowej naziemnej nie wchodzącej w skład sieci stacji permanentnych, to skompletowanie operatu starano się wykonać zgodnie z w/w wytycznymi. Najważniejszymi elementami dokumentacji geodezyjnej były oprócz danych opisowych, raporty z pomiarów. Raporty te zawierały parametry transformacji na punktach dostosowania oraz wszystkie niezbędne parametry opisowe każdej pomierzonej pikietą terenowej. Oprócz

współrzędnych geodezyjnych i prostokątnych (odpowiednio w układzie WGS-84 i 1965 I strefa) parametrami tymi były: wewnętrzne błędy pomiaru HRMS i VRMS, status rozwiązania nieoznaczoności *fixed*, liczba satelitów oraz współczynnik PDOP generowany przez liczbę i konstelacje satelitów w trakcie pomiarów na punkcie. Poniżej przedstawiono fragment raportu z pomiaru (przykładowo dla 15 pikiet terenowych) oraz raport transformacji na punktach dostosowania.

RAPORT Z POMIARU PUNKTÓW METODĄ RTK GPS

JB,NMSLEDZIEJ 139,DT09-19-2008,TM16:12:07

MO,AD0,UN1,SF1.0,EC0,EO0.0,AU0

--TopSURV Version 7

STACJA BAZOWA

LS,HR1.897

GPS,PN1158,LA50.003364429,LN20.045273501,EL265.481

GS,PN1158,N 5399045.179982,E 4565310.410010,EL231.870000,

PUNKT KONTROLNY – pomiar

LS,HR2.030

GPS,PN1156_stk,LA50.003768255,LN20.050361550,EL264.791

GS,PN1156_stk,N 5399167.010857,E 4565528.683895,EL231.085717,

HRMS:0.0117, VRMS:0.0126, STATUS:FIXED, SATS:11,

PDOP:1.569

PUNKT KONTROLNY – dane katalogowe

PN1156,N 5399167.02,E 4565528.73,EL231.06

dx=0.010, dy=0.046, dz=-0.025

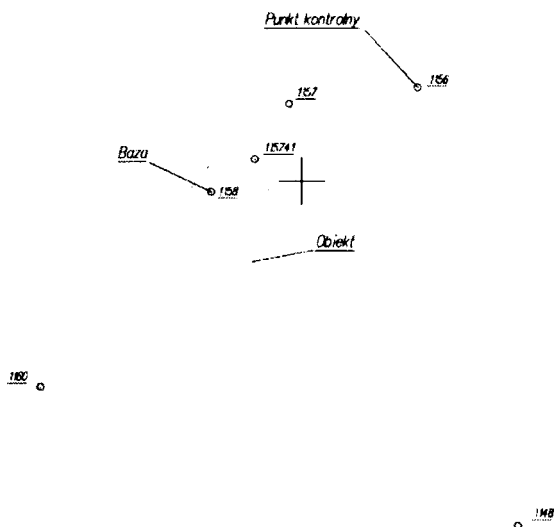
LS	HR2.030			
GPS	PN1	LA50.003359685	LN20.045563450	EL265.100
	PN1	N 5399042.937865	E 4565368.111005	EL231.489642
--HRMS:0.0123	VRMS:0.0121	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.523
GPS	PN2	LA50.003347878	LN20.045557922	EL265.133
	PN2	N 5399039.305438	E 4565366.961398	EL231.522821
--HRMS:0.0112	VRMS:0.0121	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.524
GPS	PN3	LA50.003353324	LN20.045468876	EL265.324
	PN3	N 5399041.226221	E 4565349.257558	EL231.713898
--HRMS:0.0171	VRMS:0.0189	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:1.828
GPS	PN4	LA50.003363959	LN20.045469405	EL265.233

	PN4	N 5399044.509925	E 4565349.407000	EL231.622137
--HRMS:0.0112	VRMS:0.0120	STATUS:FIXED	SATS:12	PDOP:1.659
GPS	PN5	LA50.003369621	LN20.045397314	EL265.415
	PN5	N 5399046.452204	E 4565335.079209	EL231.804179
--HRMS:0.0152	VRMS:0.0171	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:1.749
GPS	PN6	LA50.003358819	LN20.045393514	EL265.406
	PN6	N 5399043.125511	E 4565334.277930	EL231.795497
--HRMS:0.0157	VRMS:0.0162	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:1.750
GPS	PN7	LA50.003363436	LN20.045321732	EL265.455
	PN7	N 5399044.743962	E 4565320.007423	EL231.844215
--HRMS:0.0158	VRMS:0.0177	STATUS:FIXED	SATS:10	PDOP:2.455
GPS	PN8	LA50.003362504	LN20.045312335	EL265.351
	PN8	N 5399044.481256	E 4565318.132867	EL231.739329
--HRMS:0.0191	VRMS:0.0199	STATUS:FIXED	SATS:10	PDOP:2.131
GPS	PN9	LA50.003353701	LN20.045302080	EL265.286
	PN9	N 5399041.789642	E 4565316.054810	EL231.674320
--HRMS:0.0124	VRMS:0.0143	STATUS:FIXED	SATS:10	PDOP:1.978
GPS	PN10	LA50.003355328	LN20.045283299	EL265.317
	PN10	N 5399042.342518	E 4565312.322750	EL231.706053
--HRMS:0.0173	VRMS:0.0142	STATUS:FIXED	SATS:10	PDOP:1.868
GPS	PN11	LA50.003362230	LN20.045279993	EL265.401
	PN11	N 5399044.483409	E 4565311.693326	EL231.789504
--HRMS:0.0108	VRMS:0.0147	STATUS:FIXED	SATS:10	PDOP:1.868
GPS	PN12	LA50.003365497	LN20.045272192	EL265.458
	PN12	N 5399045.513308	E 4565310.153837	EL231.847019
--HRMS:0.0134	VRMS:0.0159	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:1.719
GPS	PN13	LA50.003370808	LN20.045190309	EL265.444
	PN13	N 5399047.373530	E 4565293.875345	EL231.832703
--HRMS:0.0139	VRMS:0.0140	STATUS:FIXED	SATS:11	PDOP:1.622
GPS	PN14	LA50.003381412	LN20.045190281	EL265.523
	PN14	N 5399050.649186	E 4565293.914051	EL231.911027
--HRMS:0.0173	VRMS:0.0187	STATUS:FIXED	SATS:9	PDOP:2.114
GPS	PN15	LA50.003378762	LN20.045234831	EL265.497
	PN15	N 5399049.711236	E 4565302.771600	EL231.885534
--HRMS:0.0095	VRMS:0.0143	STATUS:FIXED	SATS:10	PDOP:1.965

**RAPORT PARAMETRÓW TRANSFORMACJI NA PUNKTACH
DOSTOSOWANIA
DLA POMIARU PUNKTÓW METODĄ RTK GPS**

JB,NMSLEDZIEJ 139,DT09-19-2008,TM16:17:28
MO,AD0,UN1,SF1.0,EC0,EO0.0,AU0
--Solve localization from control points.
CT,PN1148,DM4,RH0.000148,RV0.000000
EP,TM01:00:00,LA50.002250230,LN20.051032719,HT256.015,RH0.000,R
V0.000,GM0,CL2
RP,PN1148,N 5398696.300000,E 4565656.010000,EL222.410000,--
CT,PN1156,DM4,RH0.000112,RV-0.000000
EP,TM01:00:00,LA50.003768287,LN20.050361781,HT264.666,RH0.000,R
V0.000,GM0,CL2
RP,PN1156,N 5399167.020000,E 4565528.730000,EL231.060000,--
CT,PN1157,DM4,RH0.000052,RV0.000000
EP,TM01:00:00,LA50.003686184,LN20.045669406,HT266.119,RH0.000,R
V0.000,GM0,CL2
RP,PN1157,N 5399143.510000,E 4565390.560000,EL232.510000,--
CT,PN1158,DM4,RH0.000020,RV-0.000000
EP,TM01:00:00,LA50.003364429,LN20.045273501,HT265.481,RH0.000,R
V0.000,GM0,CL2
RP,PN1158,N 5399045.180000,E 4565310.410000,EL231.870000,--
CT,PN1160,DM4,RH0.000145,RV-0.000000
EP,TM01:00:00,LA50.002648453,LN20.044406799,HT264.237,RH0.000,R
V0.000,GM0,CL2
RP,PN1160,N 5398826.340000,E 4565134.890000,EL230.620000,--
CT,PN115741,DM4,RH0.000014,RV0.000000
EP,TM01:00:00,LA50.003487048,LN20.045500105,HT265.580,RH0.000,R
V0.000,GM0,CL2
RP,PN115741,N 5399082.450000,E 4565356.030000,EL231.970000,--
--Solve localization from control points.
HA,N 5398696.300000,E
4565656.010000,TH5398696.299946,TE4565656.009863,RT0.460304702,
SC0.9998660034
VA,PV1,N 5398696.300000,E 4565656.010000,LZ-
33.604945,SO0.0,SA0.0,GN
CS,CO3,ZGTDS Localization ZoneGroup,ZNSLEDZIEJ 139,DNWGS
1984

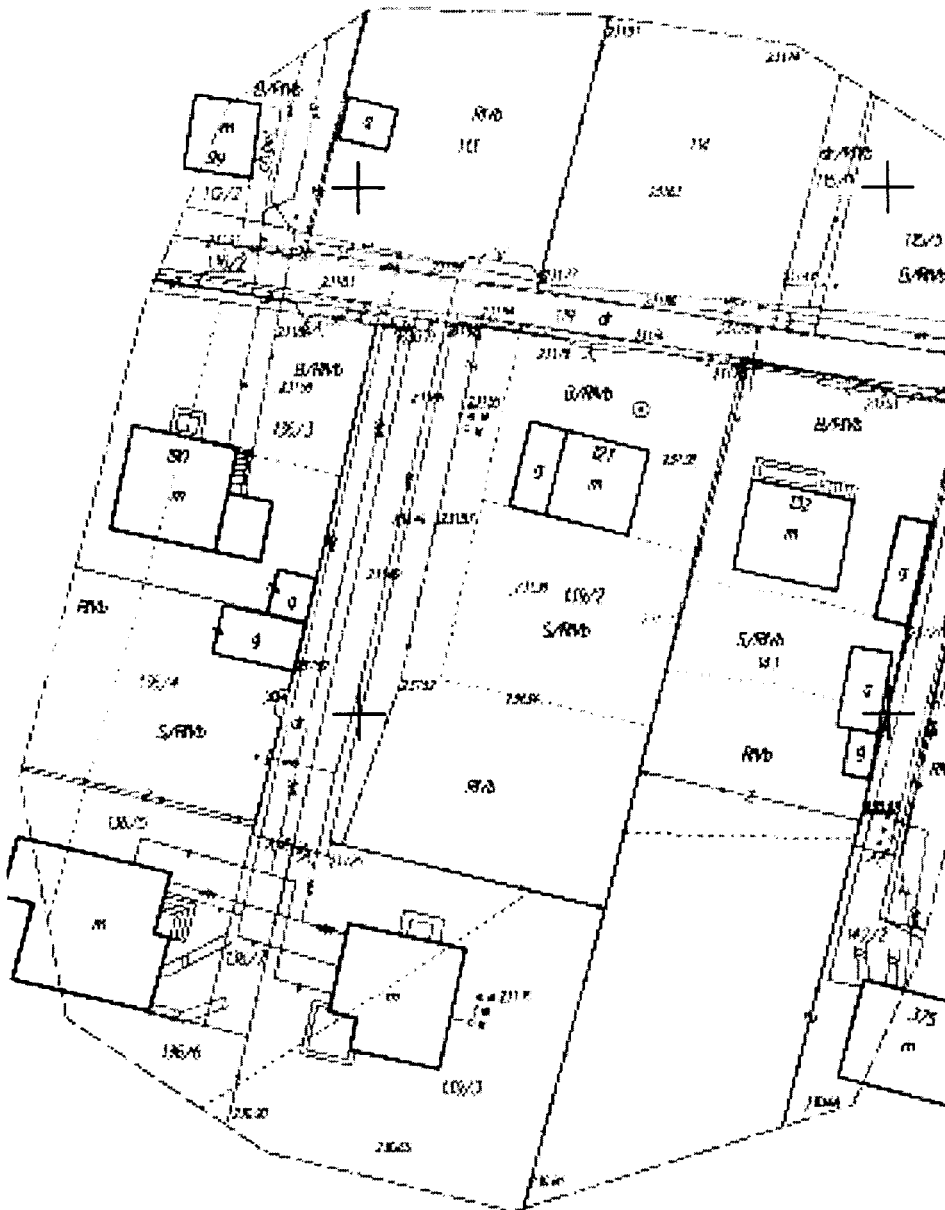
Niezbędnym elementem składu takiego operatu jest także szkic polowy lokalizacji obiektu i osnowy geodezyjnej – rys. 2.



Rys. 2. Szkic lokalizacji obiektu i osnowy geodezyjnej

Ważnym czynnikiem przy wyborze stanowiska stacji bazowej oraz punktów dostosowania jest ich lokalizacja. Generalnie zaleca się aby przedmiotowy obiekt i stacja bazowa znajdowały się wewnątrz figury powstałej przez połączenie ze sobą linią łamaną zewnętrznych punktów dostosowania.

Efektem finalnym wszystkich prac geodezyjnych jest mapa sytuacyjno-wysokościowa. Przeskalowany obraz fragmentu mapy przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Fragment mapy sytuacyjno-wysokościowej.

3. Podsumowanie i wnioski

Jak już wspomniano na wstępie technologia RTK GPS nie jest metodą, którą można stosować zawsze i wszędzie bez względu na warunki terenowe. Do największych przeszkód należy przesłonięcie horyzontu co wiąże się z utratą odbioru sygnałów satelitarnych (minimum 5 tych samych satelitów dla bazy i odbiornika ruchomego) i koniecznością kolejnych inicjalizacji pomiaru. Niezależnie jednak od tego metoda pomiaru oparta na czasie rzeczywistym jest nie tylko dokładną ale przede wszystkim bardzo ekonomiczną technologią. Oczywiście cena zakupu właściwej aparatury pomiarowej nie jest małą kwotą ale przy obecnych możliwościach technicznych w dziedzinie geodezji inwestycja taka jest bardzo pożądana. Pomiar geodezyjny z wykorzystaniem technologii RTK GPS cechuje więc wysoka dokładność, szybkość pomiarów, minimalna liczba punktów osnowy geodezyjnej do wykorzystania niezależnie od wielkości mierzonego obszaru. Szczególnie w chwili obecnej kiedy na terenie naszego kraju funkcjonuje już sieć stacji permanentnych ASG-EUPOS wykorzystywanie tej metody pomiaru będzie znacznie łatwiejsze i co raz bardziej propagowane w środowisku geodezyjnym.

Literatura:

- [1] Krzyżek R., *Zastosowanie RTK GPS do pomiarów wykonywanych w celu opracowania map wielkoskalowych*, praca doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza, 2004.
- [2]. Wytyczne G1.12 „*Pomiary satelitarne oparte na systemie precyzyjnego pozycjonowania ASG – EUPOS*”. Główny Geodeta Kraju, Warszawa 2008
- [3] Rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995 r. w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 25, poz. 133)
- [4] Instrukcja techniczna O-3, *Zasady kompletowania dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej*. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, 1992.