

CHARAKTERYSTYKA NOWYCH PUNKTÓW PRZEZNACZONYCH DO ABSOLUTNYCH POMIARÓW CIĘŻKOŚCI NA OBSZARZE KRAKOWA*

Piotr Banasik, Bogdan Skorupa
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Streszczenie. W pracy poruszono zagadnienie dotyczące absolutnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości na obszarze Krakowa. W ramach projektu KBN nr 5T12E03730 *Jednolity system grawimetrycznego odniesienia polskich stacji permanentnych GNSS i poligonów geodynamicznych* ustalone zostały na obszarze Krakowa dwa nowe punkty, przeznaczone do pomiarów absolutnych. Z dotychczasowego punktu pomiarów absolutnych nie korzysta się od kilkunastu już lat ze względu na niestabilne warunki pomiarowe. Pomiary przyspieszenia ciężkości ziemskiej były realizowane w odległym o kilkanaście kilometrów Ojcowie, w Obserwatorium Sejsmicznym PAN. Nowe krakowskie punkty znajdują się w budynku Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Forcie „Skała” oraz w Geodezyjnym Laboratorium Metrologicznym na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej. Punkt na terenie AGH położony jest w sąsiedztwie stacji permanentnej GPS KRAW, wchodzącej w skład sieci EPN. W pracy opisano przebieg stabilizacji obu punktów oraz sposób wyznaczenia ich położenia. Podano wartości współrzędnych i wysokości obu punktów. W maju 2007 r. na obu punktach została wykonana pierwsza seria dobowych pomiarów natężenia siły ciężkości.

Słowa kluczowe: pomiary grawimetryczne, stacja permanentna GPS, osnowa grawimetryczna

* Pracę wykonano w ramach projektu KBN 5T12E03730 oraz badań statutowych AGH nr 11.11.150.478.

WPROWADZENIE

Absolutne pomiary przyspieszenia siły ciężkości realizowane są na bazach grawimetrycznych oraz na licznych punktach osnowy grawimetrycznej kraju. Na obszarze Polski istnieje kilkanaście takich punktów. Jeden z nich zlokalizowany był w Krakowie, w dawnym budynku Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego. Wzrastający od dłuższego czasu ruch uliczny wywołuje w tym rejonie mikrosejsmy, które uniemożliwiają uzyskanie wymaganej dokładności pomiarów. Ostatnie bezwzględne pomiary przyspieszenia na tym punkcie zrealizowano w 1978 r. grawimetrem radzieckim GABL.

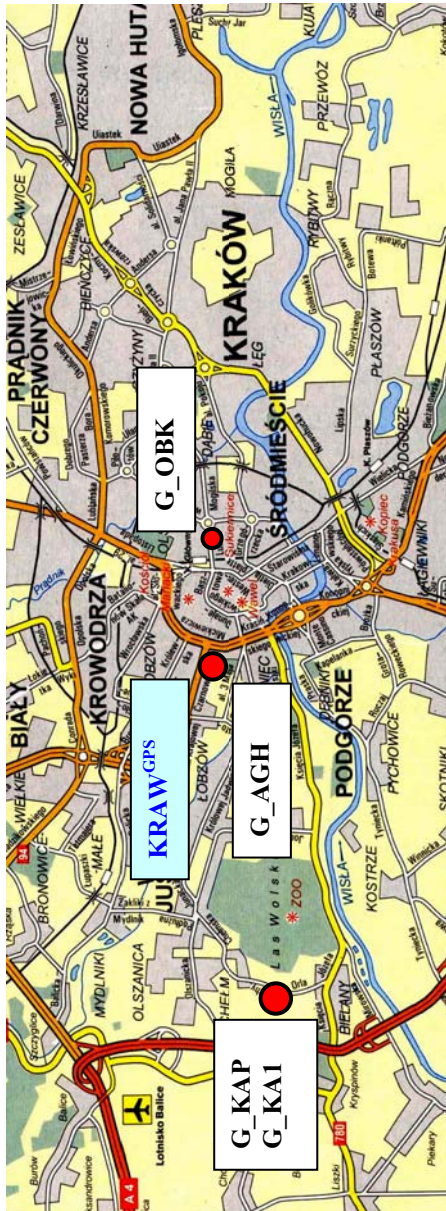
W ramach projektu badawczego KBN nr 5T12E03730 *Jednolity system grawimetryczny odniesienia polskich stacji permanentnych GNSS i poligonów geodynamicznych*, realizowanego na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej pojawiła się możliwość założenia w Krakowie dwóch nowych punktów przeznaczonych do absolutnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości. Na potrzeby niniejszego artykułu obydwu punktom nadano robocze nazwy: G_KAP i G_AGH.

LOKALIZACJA PUNKTÓW G_KAP I G_AGH

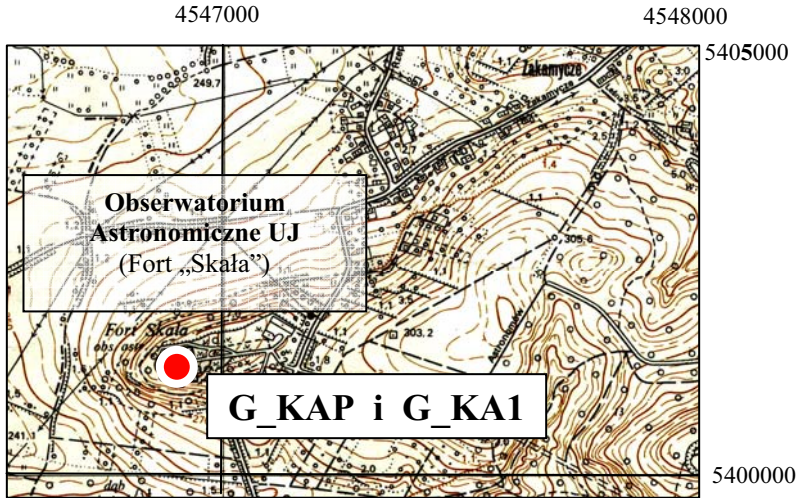
Na wstępną lokalizację dwóch punktów absolutnych wyznaczeń przyspieszenia siły ciężkości w Krakowie wybrano teren Obserwatorium Astronomicznego UJ, znajdujące się na obszarze jednego z dawnych fortów (Fort „Skała”) oraz pomieszczenie Geodezyjnego Laboratorium Metrologicznego, znajdujące się w budynku Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. Oba miejsca spełniają oczekiwania związane z pomiarami grawimetrycznymi.

Punkt w Obserwatorium Astronomicznym znajduje się w odległości ponad 8 km od centrum Krakowa, w oddaleniu od niekorzystnego wpływu ruchu miejskiego (rys. 1). Zróżnicowane ukształtowanie terenu wokół fortu „Skała” (rys. 2) oraz fakt, że teren ten jest częścią Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego, wskazuje, że warunki obserwacji grawimetrycznych będą tu przez długi czas niezmiennie. Powstałe w końcu XIX w. zabudowania fortu zostały osadzone na wapiennej skale wzgórza, będącego pasmem Zrębu Sowińca, otaczającego Kraków od strony zachodniej. Stanowi to stabilną strukturę geologiczną do pomiarów grawimetrycznych (rys. 3).

Lokalizacja drugiego punktu w budynku C-4 Wydziału GGiŚ AGH jest pod tym względem mniej korzystna. Od strony północnej budynku, w odległości 150 m znajduje się najbliższa ulica (ul. Czarnowiejska), od strony wschodniej w odległości 300 m przebiega główny trakt Krakowa – al. Mickiewicza (rys. 1). Jednak miejsce to posiada inne cenne własności.

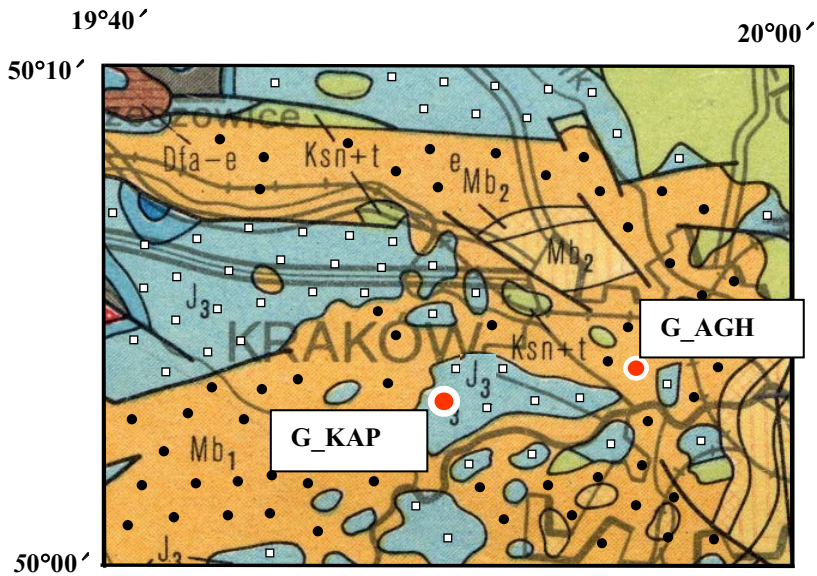


Rys. 1. Rozmieszczenie punktów grawimetrycznych na obszarze Krakowa
Fig. 1. The location of gravimetric points on the area of Kraków



Rys. 2. Ukształtowanie powierzchni terenu w okolicach Obserwatorium Astronomicznego UJ (fragment mapy w układzie „1965”)

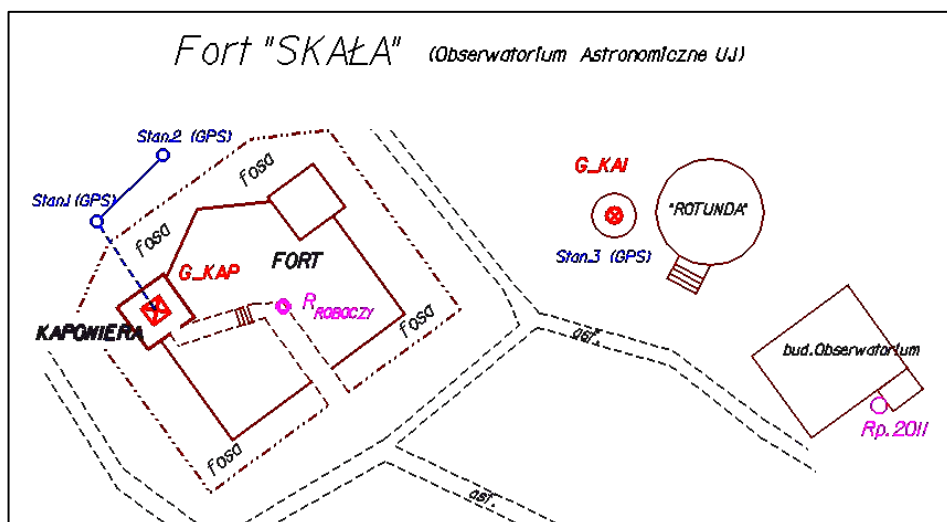
Fig. 2. The landscape on the area of Astronomical Observatory of the Jagiellonian University (a part on a map in „1965” co-ordinate system)



Rys. 3. Położenie punktów na tle mapy geologicznej z okolic Krakowa (J_3 – jurajskie wapienie, dolomity; Mb_1 – gliny, piaski)

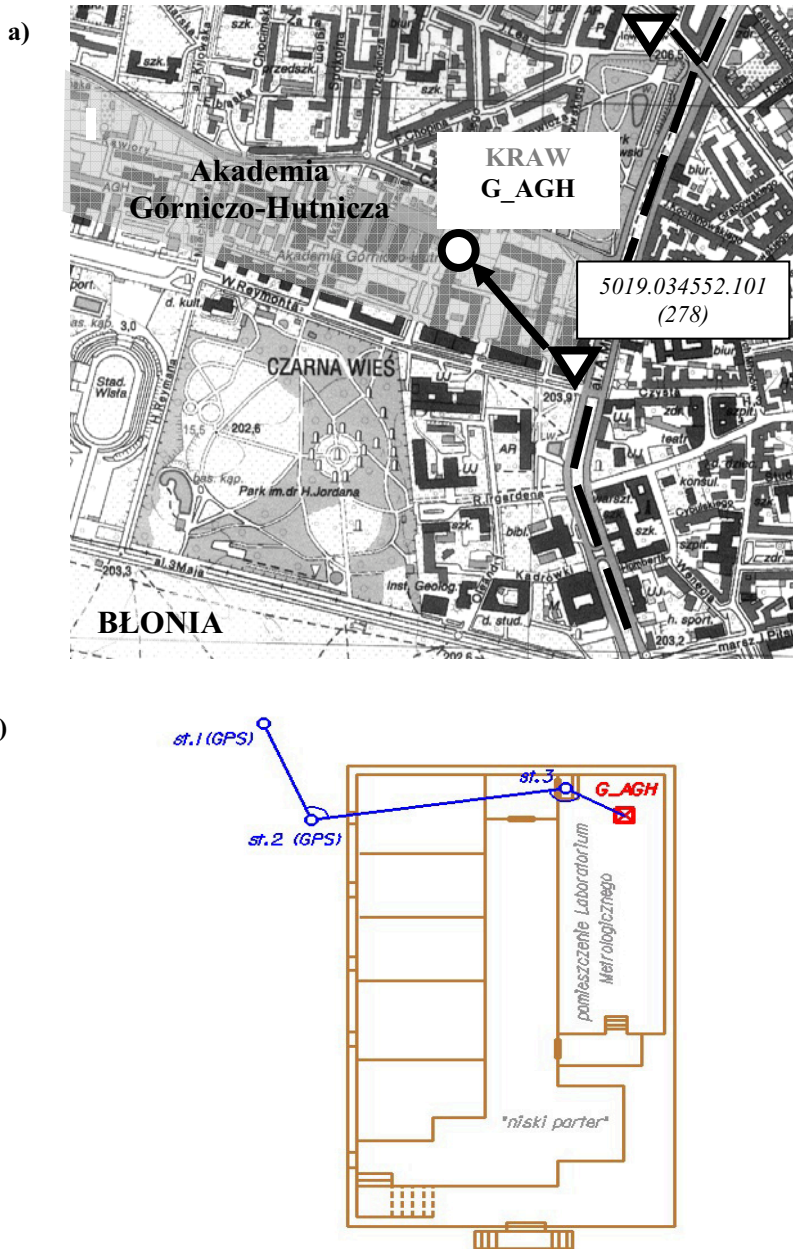
Fig. 3. The location of the points on the background of geological map on the area of Kraków (J_3 – jurassic limestones, dolomites; Mb_1 – clays, sands)

Na dachu budynku C-4, niemal dokładnie nad punktem grawimetrycznym, znajduje się stacja permanentna GPS – KRAW, wchodząca w skład sieci ASG-EUPOS i EPN. W pobliżu przebiega ciąg osnowy wysokościowej I kl. (rys. 5a). Punkt grawimetryczny został zlokalizowany w pomieszczeniu Laboratorium Metrologicznego AGH, wykonującego m.in. komparację łąt niwelacyjnych i instrumentów geodezyjnych. Pomieszczenie to znajduje się w podziemiach budynku na tzw. „niskim parterze”. Oba punkty G_KAP i G_AGH zlokalizowane zostały w budynkach placówek naukowych, wykorzystujących badania pola grawitacyjnego Ziemi. Wybór miejsca pod budowę obu punktów poprzedzony został wywiadem terenowym zrealizowanym w styczniu 2007 r. W Obserwatorium, na miejsce lokalizacji punktu, wybrano pomieszczenie tzw. Kaponiery, znajdujące się w budynku Fortu „Skała” (rys. 4). Stabilność miejsca usadowienia (posadzki) obu punktów sprawdzono za pomocą pomiaru grawimetrem statycznym Scintrex CG-3. Wyniki testów wykazały brak mikrosejsm, uniemożliwiających wykonywanie pomiarów grawimetrycznych. Dodatkowo na zewnątrz budynku fortu, na betonowej płycie wyznaczono miejsce dla ekscentru (G_KA1), przeznaczonego głównie do pomiarów względnych (rys. 4 i 7b).



Rys. 4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych na terenie Obserwatorium Astronomicznego UJ (Fort „Skała”)

Fig. 4. The location of survey points on the area of Astronomical Observatory of the Jagiellonian University (the „Skała” Fort)



Rys. 5. Lokalizacja punktu G_AGH na terenie Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie: a) położenie punktu względem stacji KRAW i osnowy wysokościowej kl. I, b) rozmieszczenie stanowisk GPS do wyznaczenia współrzędnych punktu G_AGH

Fig. 5. The location of the G_AGH point on the area of AGH in Kraków: a) the point's localisation in relation to KRAW and the first order vertical network, b) a distribution of GPS stations used for a co-ordinates determination of the G_AGH point

STABILIZACJA PUNKTÓW G_KAP ORAZ G_AGH

Na betonowej posadzce pomieszczenia Kaponiery wyznaczono kwadrat o boku 100 cm pod przyszły słup punktu G_KAP. Boki kwadratu zorientowano w kierunku N-S oraz W-E. Następnie nacięto posadzkę, odkuto i odgruzowano jego wnętrze (rys. 6).



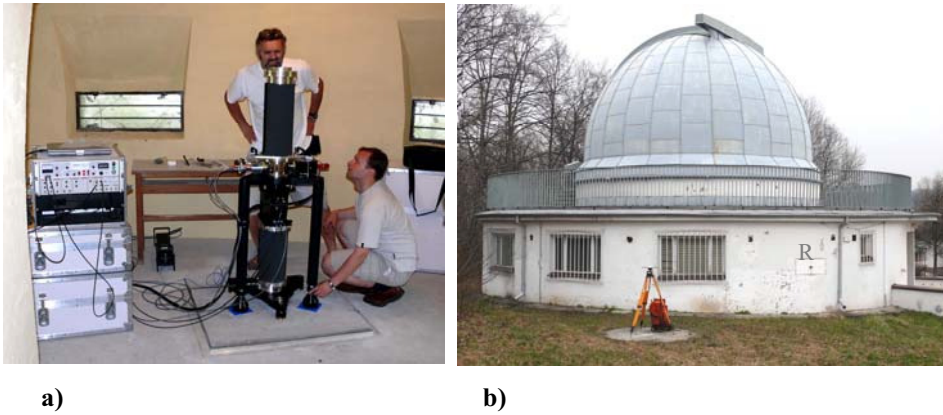
Rys. 6. Etapy stabilizacji punktu G_KAP

Fig. 6. The stages of the G_KAP point grounding proceedings

Podłożem posadzki jest lita skała wapienna, na której osadzony jest cały fort (rys. 8). Głębokość, na której znajdowała się skała, wynosiła 20÷30 cm. W skałę zamocowano 5 prętów stalowych, na których umieszczono zbrojenie betonowego słupa. Do zbrojenia przymocowano mosiężny centr punktu. Wnętrze wykucia zalano betonem, tworząc słup wystający 5 cm ponad posadzkę pomieszczenia. Boki odizolowano od posadzki styropianem grubości 2 cm. Brzegi styropianu pokryto warstwą silikonu i zamaskowano aluminiowymi listwami odizolowanymi od słupa. W końcu korytarza prowadzącego do Kaponiery zainstalowano reper ścienny R_{ROBOCZY} do kontroli wysokości punktu G_KAP (rys. 4).

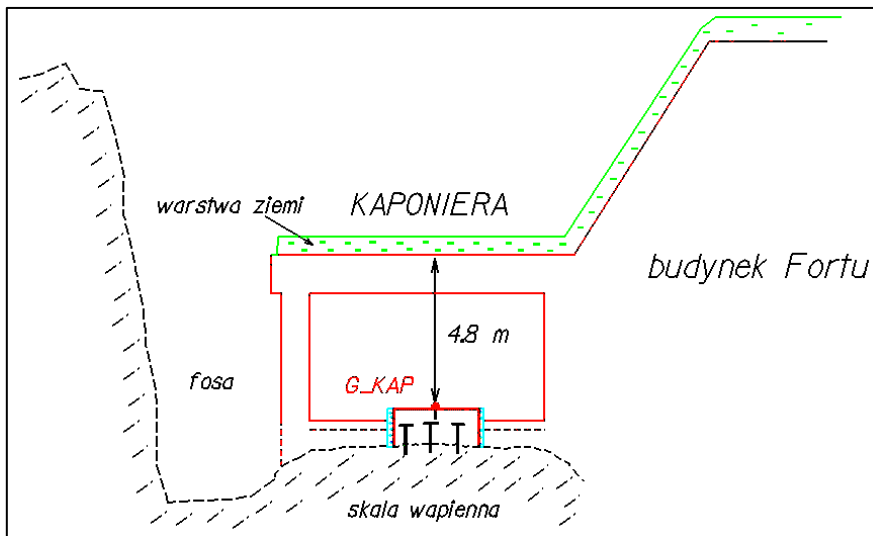
Punkt G_KA1, będący ekscentrem dla G_KAP, mieści się na zewnątrz fortu, przy budynku tzw. „Rotundy”, na betonowej okrągłej płycie o grubości, ok. 15 cm (rys. 7b). Centr punktu stanowi mosiężny, sferyczny bolec.

Na stropie Kaponiery (podobnie jak na pozostałych zabudowaniach fortu) znajduje się warstwa ziemi (rys. 8). Aby uwzględnić grawitacyjny wpływ tej warstwy, określono jej rozmiary i położenie względem punktu G_KAP. Gęstość masy ziemnej warstwy wyznaczono w Laboratorium Zakładu Kształtowania i Ochrony Środowiska WGGiŚ AGH na podstawie pobranych próbek. Informacje te wraz ze wskazaniami wilgotnościomierza, zarejestrowanymi podczas pomiaru przyspieszenia siły ciężkości, umożliwią obliczenie odpowiedniej poprawki grawitacyjnej, wynikającej z przyciągania tej warstwy.



Rys. 7. Punkty G_KAP i G_KA1 na terenie Obserwatorium Astronomicznego UJ: a) pomiar przyspieszenia siły ciężkości na punkcie G_KAP w dn. 27–28.05.2007 r. za pomocą grawimetru FG-5, b) pomiar GPS na punkcie G_KA1 na terenie Obserwatorium Astronomicznego UJ

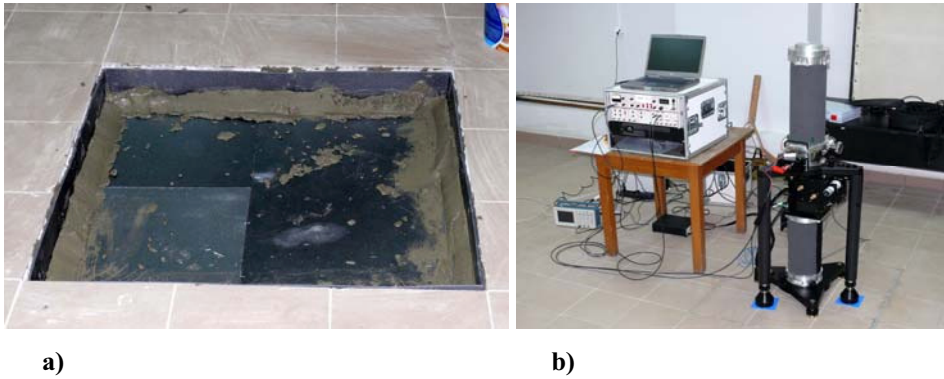
Fig. 7. The points G_KAP and G_KA1 on the area of Astronomical Observatory of the Jagiellonian University: a) the measurement of gravity on the G_KAP point in 27–28.05.2007 with the use FG-5 gravimeter, b) the GPS survey on the G_KA1



Rys. 8. Przekrój pionowy pomieszczenia Kaponiery

Fig. 8. The cross section of Kaponiera displacement

Podobnej stabilizacji wymagał również słup punktu G_AGH w Geodezyjnym Laboratorium Metrologicznym na terenie AGH. W posadzce tego pomieszczenia wykuto płytę o rozmiarach 90×90 cm i grubości 15 cm (rys. 9).



Rys. 9. Punkt G_AGH w Geodezyjnym Laboratorium Metrologicznym: a) stabilizacja punktu; b) pomiar grawimetrem FG-5 w dniu 25–26.05.2007

Fig. 9. The G_AGH point in the Geodetic Metrological Laboratory: a) the point's grounding, b) the measurement by FG-5 gravimeter in 25–26.05.2007

Orientacja boków otworu przebiega w kierunkach N-S i W-E. Podłoże oraz boki otworu wyłożono plastrami pianki PCV o grubości 5 mm, izolując płytę od posadzki. Otwór uzbrojono i zalano betonem równo z poziomem pozostałej posadzki. Na beton naklejono gresowe płytki, szczeliny między izolacją pionową uzupełniono silikonem. Na środku zamontowano sferyczną śrubę będącą centrem punktu. Interesująco przedstawiają się wstępne wyniki dobowych obserwacji przyspieszenia wykonanych na tym punkcie w dniu 25 i 26 maja 2007 roku. Okazuje się, że mimo bliskości ulic miasta warunki pomiaru są tu wyjątkowo stabilne. Należy przypuszczać, że korzystny, wytlumiający wpływ ma dodatkowa gruba warstwa izolacyjna (beton, styropian), stanowiąca podłoże całej posadzki pomieszczenia laboratorium.

WYZNACZENIE WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTU G_KAP W KAPONIERZE FORTU „SKAŁA”

Współrzędne punktu G_KAP znajdującego się w Kaponierze Fortu „Skała” wyznaczono metoda kombinowaną, poprzez obserwacje GPS uzupełnione pomiarem kątowno-liniowym.

Na zewnątrz budynku fortu założono bazę dwóch stanowisk GPS: *Stan.1* i *Stan.2* (rys. 4 i 10). Wyznaczono współrzędne geodezyjne φ , λ w nawiązaniu do stacji permanentnej KRAW (tab. 1).

Wykorzystując spoziomowane statywy na obu stanowiskach, wykonano pomiar kąta poziomego, pionowego i długości do punktu G_KAP. Wysokość elipsoidalną tego punktu wyznaczono metodą niwelacji trygonometrycznej. Uwzględniono różnicę wysokości między anteną GPS i tachimetrem na stanowisku *Stan.2* oraz wysokość lustra na punkcie G_KAP (rys. 10). Wysokość elipsoidalną punktu G_KAP wyznaczono również kontrolnie inną metodą. Wykorzystano do tego celu wyniki pomiaru niwelacyjnego w nawiązaniu do reperu nr 2011 osnowy wysokościowej IV kl., znajdującego się na budynku Obserwatorium Astronomicznego (rys. 4), oraz wartość odstepu quasi-geoidy od elipsoidy GRS-80 w punkcie G_KA1. Wartość odstepu w tym punkcie obliczono

bezpośrednio na podstawie wysokości elipsoidalnej i normalnej uzyskanych z pomiarów GPS i nawiązania niwelacyjnego. W obliczeniu wysokości elipsoidalnej punktu G_KAP uwzględniono niewielką poprawkę do odstepu, wynikającą z nachylenia quasi-geoidy do elipsoidy na kierunku G_KA1-G_KAP. Do jej obliczenia wykorzystano wyznaczone wartości składowych odchylenia linii pionu w tym rejonie [Boczar i in. 1995]. Tę metodę wyznaczenia wysokości elipsoidalnej ilustrują poniższe wzory:

$$h_{G_KAP} = H_{G_KAP} + \zeta_{G_KAP} \quad (1)$$

$$\zeta_{G_KAP} = \zeta_{G_KA1} + \frac{\xi \cos A + \eta \sin A}{d}$$

gdzie: ζ – odstęp quasi-geoidy od elipsoidy (GRS-80),
 ξ, η – składowe odchylenia linii pionu,
 A, d – azymut i odległość linii między punktami G_KA1 i G_KAP.



Rys. 10. Wyznaczanie współrzędnych punktu G_KAP za pomocą techniki GPS i pomiarów katowo-liniowych

Fig. 10. Determination of the G_KAP point's co-ordinates with the use of GPS and tachometric surveys

Obie metody wyznaczenia wysokości elipsoidalnej punktu G_KAP (pomiar GPS uzupełniony niwelacją trygonometryczną oraz niwelacją geometryczną z uwzględnieniem lokalnego przebiegu quasi-geoidy) wykazały zgodność na poziomie 1 cm.

Obliczenie współrzędnych punktu G_KAP (podobnie jak G_AGH) zrealizowano wstępnie na płaszczyźnie układu „2000”, a uzyskane w ten sposób współrzędne płaskie X, Y przeliczono na elipsoidalne φ, λ .

Pomiar GPS wykonano odbiornikiem Ashtech Z-Surveyor, w nawiązaniu do stacji KRAW. Korzystne warunki pomiaru (stabilna atmosfera i w pełni odkryty horyzont) umożliwiły uzyskanie współrzędnych φ , λ , h z dokładnością do pojedynczych milimetrów. Pomiar kątowno-liniowy wykonano tachimetrem Leica TC 407. Na wysoką dokładność tego pomiaru korzystnie wpłynęło zachmurzenie i niewielka temperatura, a także wymuszone centrowanie i poziomowanie tachimetru w spodarce anteny GPS.

Pomiar niwelacyjny wykonano niwelatorem Zeiss Ni 007 z kompletem łąt inwaryjnych oraz żabek. Ciąg niwelacyjny o długości ok. 200 m łączył reper nawiązania nr 2011 z punktem G_KA1, reperem roboczym $R_{ROBOCZY}$ (zastabilizowanym na końcu korytarza prowadzącego do Kaponiery) oraz z punktem G_KAP (rys. 4). Odchyłka niezamknięcia ciągu na kierunku „tam” i „z powrotem” wyniosła mniej niż 1 mm. Ze względu na znaczne pochylenie chodnika prowadzącego do Kaponiery i jego małą wysokość odcinek niwelacyjny wewnątrz fortu został pomierzony dla minimalnych celowych ok. 2+3 m.

WYZNACZENIE WSPÓLRZĘDNYCH PUNKTU G_AGH W LABORATORIUM METROLOGICZNYM AGH

Współrzędne punktu G_AGH znajdującego się w pomieszczeniu Geodezyjnego Laboratorium Metrologicznego (pawilon C-4 Wydziału GGiŚ AGH) wyznaczono, podobnie jak w przypadku punktu G_KAP, metodą kombinowaną: pomiar GPS wraz z pomiarem kątowno-liniowym. Ze względu na brak okien w tym pomieszczeniu ciąg wiszący, umożliwiający wyznaczenie współrzędnych tego punktu, musiał składać się z trzech stanowisk. Sposób pomiaru GPS oraz obliczenia współrzędnych φ , λ tego punktu wyglądały podobnie jak w przypadku punktu G_KAP.

Do obliczenia wysokości elipsoidalnej punktu G_AGH wykorzystano wyniki pomiaru niwelacyjnego w nawiązaniu do reперu osnowy wysokościowej kl. I (5019.034552.101), znajdującego się na budynku A-0 AGH (rys. 6a), oraz znaną wartość odstepu quasi-geoidy od elipsoidy GRS-80 w punkcie KRAW według wzoru:

$$h_{G_AGH} = H_{G_AGH} + \zeta_{KRAW} \quad (2)$$

gdzie: $\zeta_{KRAW} = 39.870$ m [Banasik 2007]

Punkt KRAW znajduje się niemal dokładnie nad stanowiskiem G_AGH (odległość w poziomie wynosi ok. 2 m). W związku z tym wartość odstepu quasi-geoidy od elipsoidy potrzebną do obliczenia wysokości elipsoidalnej punktu G_AGH przyjęto z punktu KRAW.

W tab. 1 podano wartości współrzędnych i wysokości wszystkich ww. punktów grawimetrycznych na obszarze Krakowa, a także współrzędne elipsoidalne stacji KRAW, do której wykonano nawiązanie pomiarów GPS. W kolumnie 3 tej tabeli podano dwie wartości wysokości normalnych, w układach Kronsztadt'60 i Kronsztadt'86. Wynika to z faktu, że na obszarze Krakowa wysokości reperów niwelacyjnych kl. I (w tym reperu nawiązania nr 7640 dla punktu G_AGH) znane są w obu układach, zaś wysokość reperów niższych klas (w tym reperu nr 2011 wykorzystanego do nawiązania punktów G_KAP i G_KA1) jedynie w układzie Kronsztadt'60. Aby sprowadzić wysokości

wszystkich punktów do układu Kronsztadt'86 obliczono, średnią wartość przesunięcia wysokości między ww. układami. Na obszarze Krakowa wynosi ona 0.0338 m:

$$H^{Kronsztadt'86} = H^{Kronsztadt'60} - 0.0338 \text{ m} \quad (3)$$

Wartość przesunięcia obliczono na podstawie wysokości trzech reperów niwelacyjnych kl. I, zlokalizowanych w różnych częściach miasta. Pogrubioną czcionką podano w tabeli wartości pochodzące z bezpośredniego pomiaru GPS lub niwelacyjnego.

Tabela 1. Współrzędne i wysokości punktów grawimetrycznych, φ , λ , h w nawiązaniu do KRAW w układzie ETRF'89

Table 1. The coordinates and heights of gravimetric points φ , λ , h in relation to the KRAW point in ETRF'89 co-ordinate system

Punkt Point	$\varphi \lambda$ [° ' ''] h [m]	H[m]	$X Y^{2000}$	ζ [m]	Lokalizacja Location
1	2	3	4	5	6
KRAW	50 03 58.10489 19 55 13.70794 267.1010	227.231 ⁽¹⁾ 227.265 ⁽²⁾	5548334.89 7422715.58	39.870	Stacja permanentna GPS (ARP) The permanent station GPS (ARP)
G_AGH	50 03 58.0803 19 55 13.6187 241.54 ⁽³⁾	201.669 ⁽¹⁾ 201.703 ⁽²⁾	5548334.16 7422713.80	39.870 ⁽³⁾	Geodezyjne Laboratorium Metrologiczne pawilon C-4, AGH The Geodetic Metrological Laboratory in pavilion C-4, AGH
G_KAP	50 03 11.8301 19 49 23.5260 335.53 ⁽³⁾	295.462 ⁽²⁾ 295.428 ⁽¹⁾	5547010.44 7415729.37	40.097 ⁽³⁾	Fort „Skala”, Obserwatorium Astronomiczne UJ The „Skala”, Fort, Astronomical Observatory of the UJ
G_KA1	50 03 14.04102 19 49 27.64052 341.599	301.531 ⁽²⁾ 301.497 ⁽¹⁾	5547077.46 7415812.29	40.102	Obserwatorium Astronomiczne UJ, przy pawilonie „Rotunda” Astronomical Observatory of the UJ at the “Rotunda” pavilion

(1) Kronsztadt'86; (2) Kronsztadt'60; (3) wartości obliczone na podstawie pomiaru niwelacji trygonometrycznej lub z wykorzystaniem undulacji quasi-geoidy
Kronsztadt'86, (2) Kronsztadt'60, (3) values calculated with the use of trigonometric levelling or quasi-geoid undulation

PODSUMOWANIE

Zainstalowanie w Krakowie nowych punktów przeznaczonych do absolutnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości stanowiło jeden z etapów projektu badawczego dotyczącego *Jednolitego systemu grawimetrycznego odniesienia polskich stacji permanentnych GNSS i poligonów geodynamicznych*. Jeden z punktów znajduje się w budynku, na którym od kilku lat funkcjonuje stacja permanentna GPS KRAW. Dzięki temu punkt KRAW może w przyszłości stać się punktem wielowymiarowej, podstawowej osnowy geodezyjnej. Lokalizacja drugiego punktu nawiązuje do tradycji pomiarów grawimetrycznych na obszarze Krakowa i roli Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego. Do końca lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku pomiary bezwzględne wykonywano w piwnicach dawnego budynku obserwatorium, znajdującego się w centrum miasta. Punkt ten stracił na znaczeniu ze względu na wzmagający

się w tym rejonie ruch uliczny i związane z tym drgania podłoża uniemożliwiające wykonanie dokładnych obserwacji. Nowe stanowisko zlokalizowane zostało również w budynku obserwatorium, znajdującym się na obrzeżach Krakowa, w terenie słabo zainwestowanym. Taka lokalizacja zapewnia stałość warunków obserwacji przez długie lata. Oba nowe punkty grawimetryczne posiadają odpowiednią stabilizację, zapewniającą izolację od sąsiadujących posadzek. Wstępne obserwacje grawimetrem statycznym oraz dobowe obserwacje grawimetrem balistycznym FG-5, zrealizowane na tych punktach, wykazały stabilność uzyskiwanych wyników. Dla obu punktów wyznaczone zostały współrzędne geodezyjne φ , λ , h w układzie EUREF'89 i wysokości w układzie Kronsztadt'86.

PIŚMIENNICTWO

- Banasik P., 2007. Wyznaczenie wysokości normalnej oraz charakterystyk pola ciężkościowego dla stacji permanentnej KRAW, *Geomatics and Environmental Engineering*, 1/1/2007, Kraków.
- Boczar S., Góral W., Szewczyk J., 1995. Odchylenie pionu na obszarze Krakowa, *Geodezja* 1, Wydawnictwa AGH, Kraków.

ESTABLISHMENT OF THE NEW POINTS DESTINATED TO ABSOLUTE GRAVITY DETERMINATIONS ON THE AREA OF KRAKÓW

Abstract. The problem of absolute gravity surveys on the whole area of the Krakow is discussed in the paper. There were two benchmarks grounded on the area of Krakow used for absolute surveys in the frame of KBN No. 5T12E03730 project "Uniform Gravimetric Reference Frame for Polish GNSS Stations and Geodynamic Test Fields". The already existing point has not been involved in the discussed surveys because of the ground instability. The gravimetric surveys were conducted dozen km away in Seismic Observatory in Ojców. New points in Krakow are located in the building of Astronomical Observatory of the Jagiellonian University in the Skala Fort and in Metrological Geodetic Laboratory of the Faculty of Mining Surveying and Environmental Engineering AGH University of Science and Technology. The point on the area of AGH is located nearby permanent GPS Kraw station which is involved to EPN network. The proceeding of the both points grounding and the method of determination their location is discussed in the paper. There are co-ordinate values presented in the paper as well. The first campaign of one day gravity determinations was carried on the both points in May 2007.

Key words: gravimetric measurements, GPS permanent station, gravimetric network

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 31.03.2008

Do cytowania – For citation: Banasik P., Skorupa B., 2008. Charakterystyka nowych punktów przeznaczonych do absolutnych pomiarów ciężkości na obszarze Krakowa. *Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr.* 7(1), 15-27.