

WYZNACZANIE WYSOKOŚCI Z WYKORZYSTANIEM NIWELACJI SATELITARNEJ

Karol DAWIDOWICZ
Jacek LAMPARSKI
Krzysztof ŚWIĄTEK
Instytut Geodezji UWM w Olsztynie

Niwelacja satelitarna GPS

- Ideę niwelacji satelitarnej GPS przedstawia rysunek.

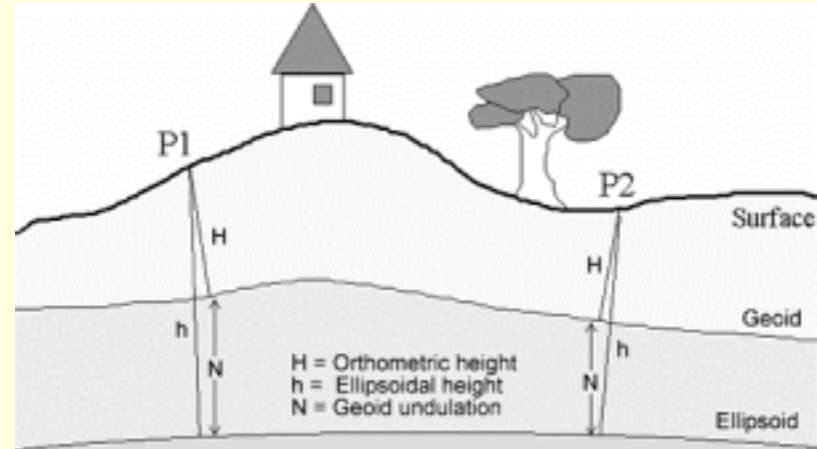
$$H=h-N$$

H – wysokość ortometryczna

h – wysokość elipsoidalna

N – odstęp geoidy od elipsoidy

- O ostatecznej dokładności wyznaczenia wysokości metodą niwelacji satelitarnej decyduje dokładność określenia wysokości elipsoidalnej oraz odstęp geoidy (quasi-geoidy) od elipsoidy WGS-84.



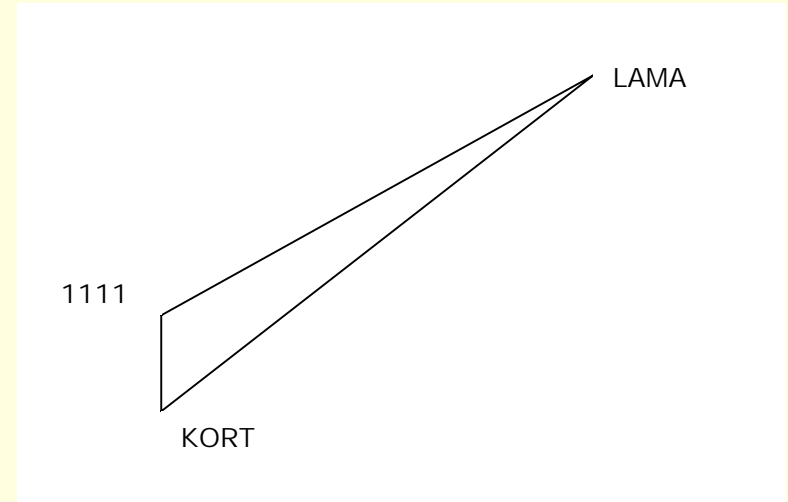
(źródło: <http://kartoweb.itc.nl/geometrics/>)

Długość sesji obserwacyjnej

- W literaturze trudno jest znaleźć analizy dotyczące czasu trwania sesji obserwacyjnej przy pomiarach związanych z wyznaczaniem wysokości. Jest to o tyle zrozumiałe, że długość ta jest uzależniona od wielu czynników np.: metody pomiaru, długości wektorów, warunków pomiaru (geometria i ilość widocznych satelitów, występowanie zasłon itp.) czy wymaganej dokładności. Z reguły przyjmuje się, że dla wektorów sesja pomiaru statycznego powinna trwać 2 –3 godziny. W instrukcjach programów obliczeniowych podkreśla się, że obserwacje, wykonane odbiornikami dwuczęstotliwościowymi i opracowywane na częstotliwości , powinny trwać przynajmniej 2 godziny (*ASHTECH XII GPPS, 1990*).
- W jednym z dostępnych opracowań na ten temat wykorzystania systemu GPS do wyznaczania wysokości (Ollikainen, 1997), długości sesji nie przekraczały 3 godzin.
- W pracy autorzy analizują zmiany wartości elipsoidalnych wysokości i ich różnic w zależności od długości sesji obserwacyjnych.

Sieć pomiarowa

- W niniejszej pracy przedstawiono analizy dotyczące zależności między uzyskiwanymi wysokościami a długością sesji. W obliczeniach wykorzystano ośmiogodzinne obserwacje GPS wykonane na punktach sieci testowej. Szkic sieci przedstawiony jest na rysunku
- Najdłuższy mierzony wektor sieci (LAMA-1111) ma długość około 21,9 km, kolejny wektor (LAMA-KORT) – 20,1 km i najkrótszy (KORT-1111) – około 3,4 km.



Kampanie pomiarowe

- Do analiz wykorzystano ośmiogodzinne sesje pomiarowe wykonywane przez trzy dni w grudniu 2006 roku na punktach 1111 i KORT oraz wykorzystano obserwacje ze stacji permanentnej LAMA. Godziny rozpoczęcia i zakończenia sesji pomiarowych w poszczególnych dniach zawarte są w tabeli.

Czas trwania sesji pomiarowych

Dzień pomiarowy	Sesje pomiarowe	
	Początek	Koniec
347	13.00	21.00
350	10.00	18.00
351	10.00	18.00

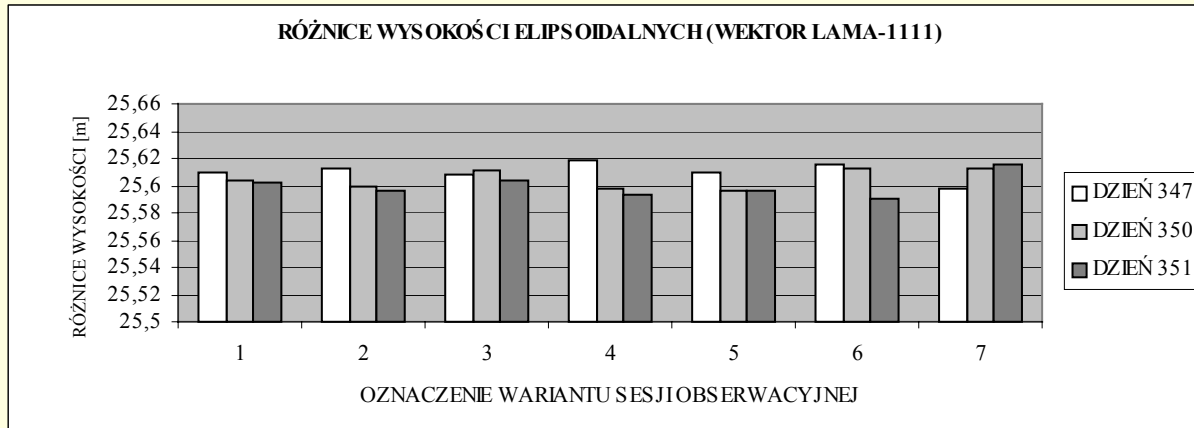
Metodyka badań

- **Obserwacje GPS opracowano z wykorzystaniem oprogramowania: GPPS5.2/FILLNET3.1 firmy Ashtech**
- **W pierwszej kolejności z plików ośmiogodzinnych sesji obserwacyjnych wyodrębniono pliki sesji czterogodzinnych oraz dwugodzinnych. Do tego procesu wykorzystano program FILETOOL (program będący częścią pakietu GPPS), który umożliwia m.in. usuwanie części obserwacji z plików obserwacyjnych. Pozwoliło to na wyodrębnienie następujących sesji, które poddano standardowemu opracowaniu programem GPPS:**
 - 1 sesja ośmiogodzinna (oznaczenie 8H/0),
 - 2 sesje czterogodzinne (oznaczenia 4H/1 i 4H/2),
 - 4 sesje dwugodzinne (oznaczenia 2H/1, 2H/2, 2H/3 i 2H/4)

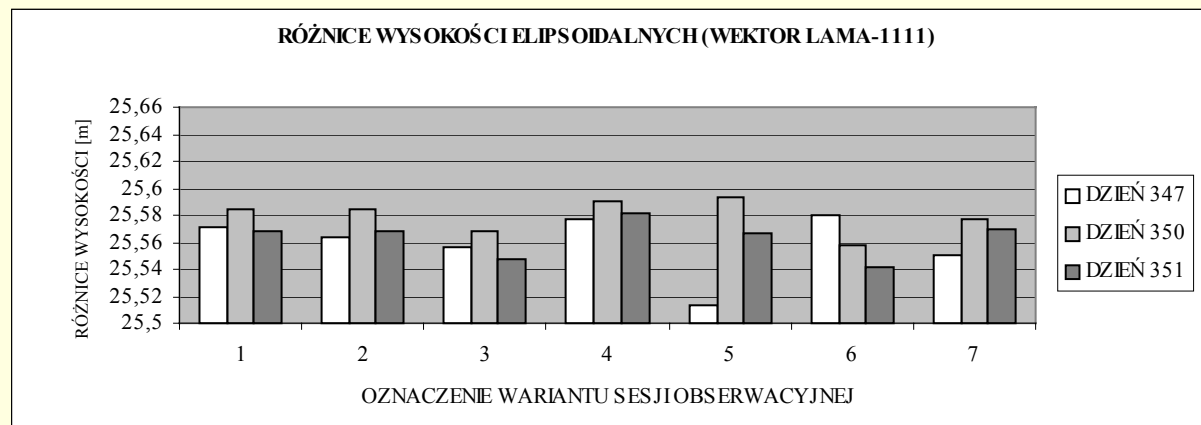
Metodyka badań c.d.

- Wyżej wymienione, sztucznie wygenerowane sesje pomiarowe poddano opracowaniu zestawem programów GPPS/FILLNET. Opracowanie wykonano na częstotliwości L1 oraz z wykorzystaniem „wolno-jonosferycznej” kombinacji liniowej pomiarów fazowych (kombinacja L1c). Jako punkt stały sieci przyjęto stację permanentną LAMA.
- Uzyskane elipsoidalne wysokości punktów sieci w zależności od wygenerowanej wcześniej i przyjętej obecnie do opracowania sesji pomiarowej posłużyły do obliczenia różnic wysokości.
- Wyniki przedstawiono na wykresach

Wyniki

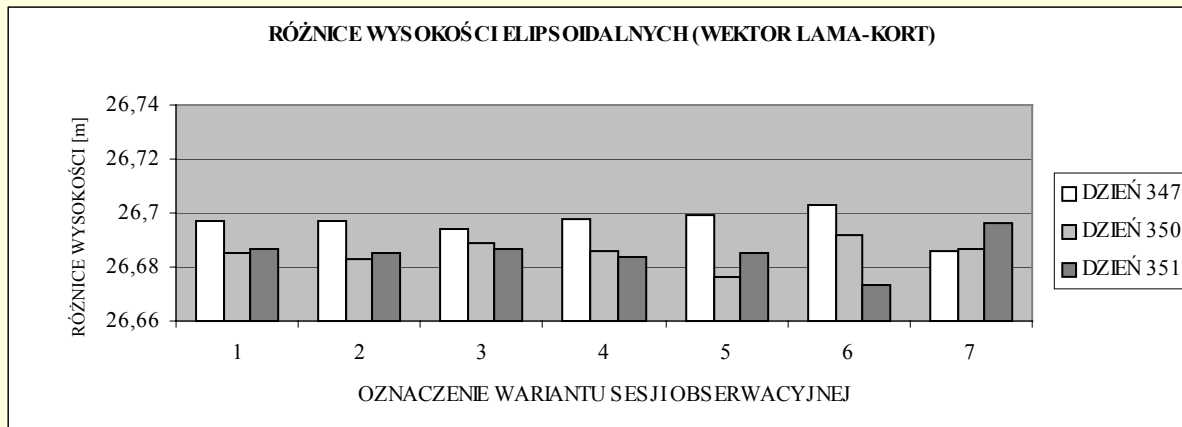


Różnice wysokości elipsoidalnych (wektor LAMA-1111, strategia opracowania L1)

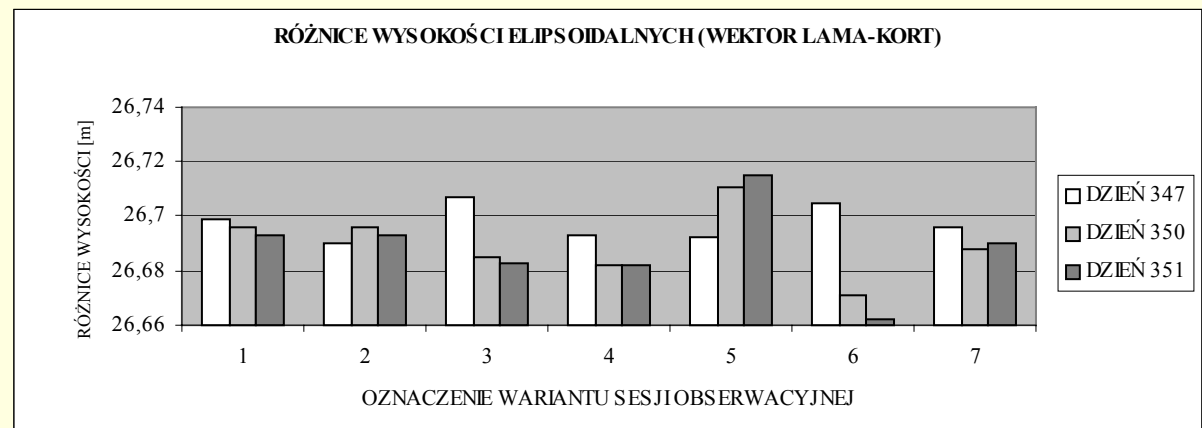


Różnice wysokości elipsoidalnych (wektor LAMA-1111, strategia opracowania L1c)

Wyniki c.d.

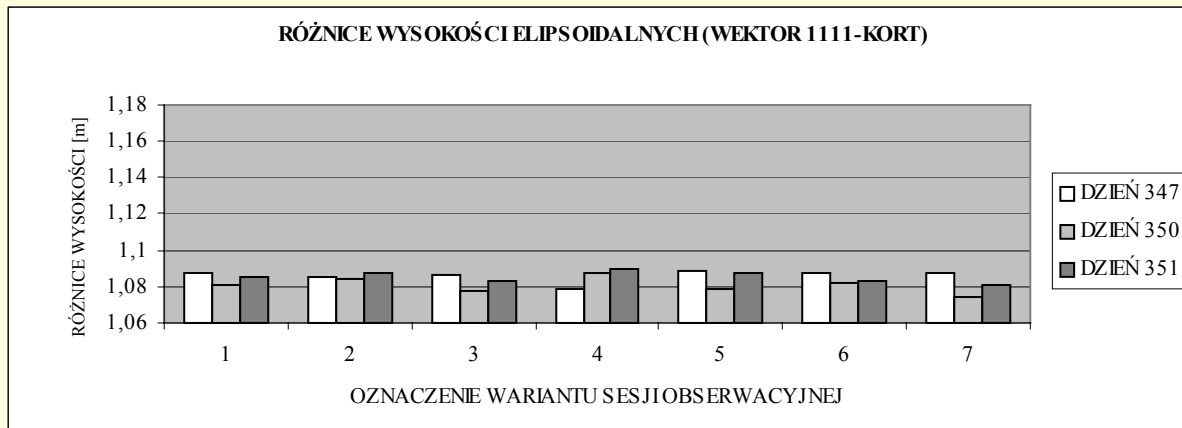


Różnice wysokości elipsoidalnych (wektor LAMA-KORT, strategia opracowania L1)

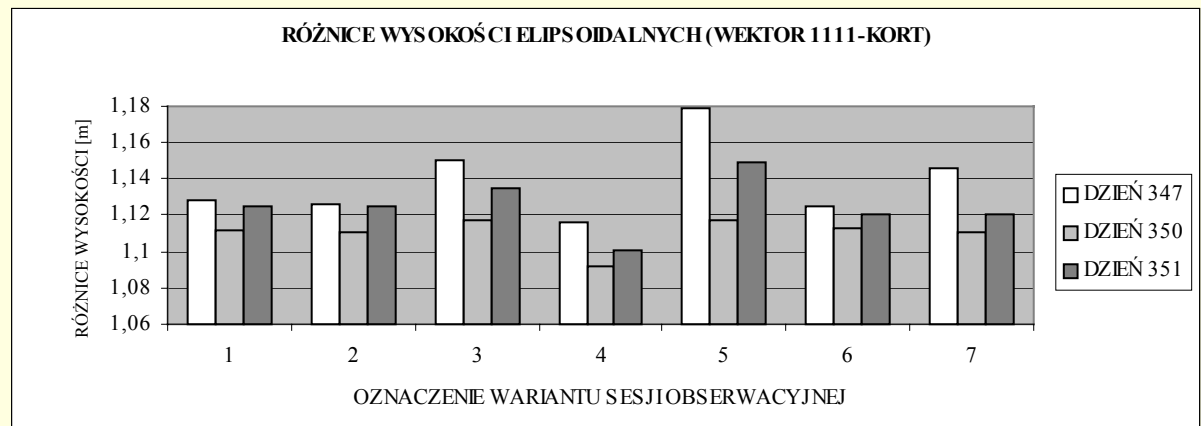


Różnice wysokości elipsoidalnych (wektor LAMA-KORT, strategia opracowania L1c)

Wyniki c.d.



Różnice wysokości elipsoidalnych (wektor 1111-KORT, strategia opracowania L1)



Różnice wysokości elipsoidalnych (wektor 1111-KORT, strategia opracowania L1c)

Omówienie wyników

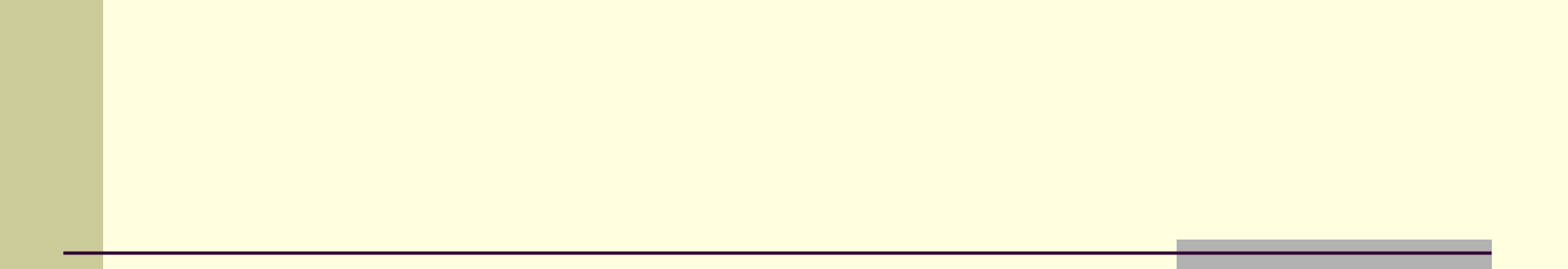
- Na podstawie powyższych wykresów można stwierdzić, że różnice wysokości w poszczególnych wektorach uzyskane z opracowania sesji dwugodzinnych charakteryzują się wysoką niestabilnością. Dotyczy to zarówno porównań w jednym dniu pomiarowym, jak również porównań między kolejnymi dniami. W zależności od strategii opracowania i opracowywanego wektora różnice wysokości uzyskane z sesji dwugodzinnych zmieniają się w granicach 6-8cm.
- Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że wyniki uzyskane dla wektora 1111- KORT opracowanego w strategii L1 (wykres 5) charakteryzują się wysoką zgodnością. Potwierdza to zasadę, że dla krótkich wektorów właściwszy jest pomiar i opracowanie obserwacji GPS na częstotliwości L1.
- Powyższe wykresy obrazują również, jak przyjęta strategia opracowania (L1 bądź L1c) może wpłynąć na końcowe rezultaty. Opracowanie tych samych sesji we wspomnianych wcześniej dwóch różnych strategiach prowadzi do wyraźnie odbiegających od siebie wyników.

Wnioski

- **Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że długość sesji obserwacyjne GPS może mieć istotny wpływ na wyznaczanie elipsoidalnych wysokości punktów. Szczególnie przy długich wektorach (rzędu 20km i więcej) jak to miało miejsce w rozpatrywanym eksperymencie i wykorzystaniu firmowego oprogramowania w opracowaniu, sesje dwugodzinne mogą okazać się zbyt krótkie do wyznaczenia wysokości z dokładnością 1- 2 cm.**

Literatura

- **ASHTech XII GPPS.1990. *GPS Post Processing System*, Ashtech INC, Sunnyvale, CA, USA.**
- **Ollikainen M.1997. *Determination of Orthometric Heights using GPS Levelling*, Publications of the Finnish Geodetic Institute, No 123, Kirkkonummi.**
- **Instrukcja technicznej G-2. 2001. *Szczegółowa pozioma i wysokościowa osnowa geodezyjna i przeliczenia współrzędnych między układami*, wydanie piąte zmienione, GUGiK, Warszawa.**



DZIĘKUJE ZA UWAGĘ