





Zastosowanie technologii satelitarnych w nowoczesnym rolnictwie oraz walidacja i certyfikacja sprzętu pomiarowego GNSS i obserwatorów w systemie IACS

Adam Ciećko, Stanisław Oszczak

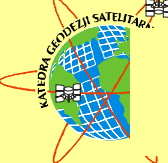
adam.ciecko@uwm.edu.pl, oszczak@uni.olsztyn.pl

XX JUBILEUSZOWA JESIENNA SZKOŁA GEODEZJI im. Jacka Rejmana
WSPÓŁCZESNE METODY POZYSKIWIANIA I MODELOWANIA GEODANYCH
Polanica Zdrój, 16-18 września 2007 r.



PLAN PREZENTACJI

- Projekt FieldFact wykorzystanie systemów GNSS w rolnictwie
- System IACS, znaczenie walidacji oraz certyfikacji urządzeń, metod i operatorów
- Doświadczenie Katedry Geodezji Satelitarnej i Nawigacji UWM w Olsztynie
- Proponowana procedura walidacji i certyfikacji odbiorników GNSS
- Proponowany program szkolenia obserwatorów



FIELDFACT PROJECT

- **„Wdrażanie i promocja GNSS w rolnictwie” – realizowany w ramach 6 Programu Ramowego Komisji Unii Europejskiej.**
- **Zamawiający: GALILEO Joint Undertaking (joint venture of the EC and ESA), (od XII 2006 – GSA European GNSS Supervisory Authority);
Call 2412: GNSS for Special User Communities**
- **Okres trwania: 09/2006 - 08/2008**
- **Międzynarodowe konsorcjum koordynowane przez Alterra (NL)**
- **Projekt promuje możliwości zastosowania systemów satelitarnych GNSS w rolnictwie (ze szczególnym naciskiem na Galileo i EGNOS) oraz płynące z tego tytułu korzyści. Jednym z priorytetowych zadań jest jak najszersze wykorzystanie systemów satelitarnego pozycjonowania i nawigacji w aplikacjach związanych z rolnictwem.**

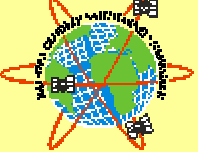




FIELDFACT CONSORTIUM

- **ALTEERRA, Wageningen (NL)**
- **Joint Research Centre, IPSC, Ispra (IT)**
- **EKOTOXA OPAVA, Opava (CZ)**
- **Vexcel Netherlands, Wageningen (NL)**
- **Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), Lelystad (NL)**
- **Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (PL)**



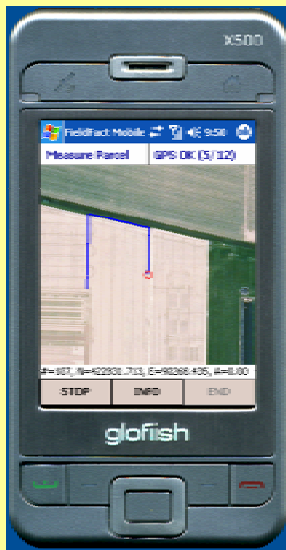
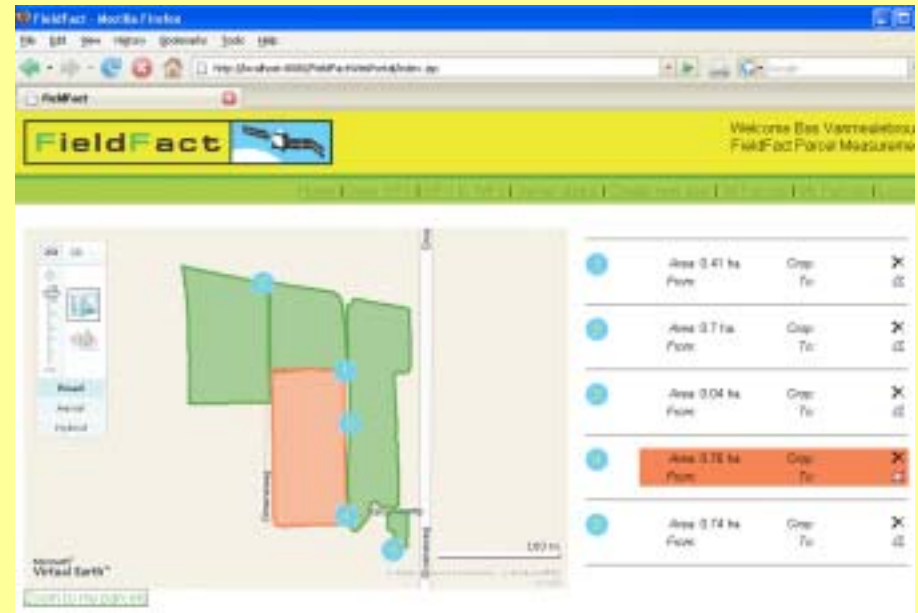


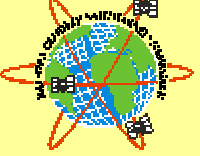
Zastosowania Globalnych Systemów Nawigacji Satelitarnej (GNSS) w rolnictwie

- Pomiar powierzchni działek rolnych dla celów dopłat obszarowych w systemie IACS
- Inwentaryzacja i identyfikacja działek rolnych LPIS
- Pobieranie prób glebowych i tworzenie map zasobności gleby, kalibracja zdjęć satelitarnych i lotniczych
- Inteligentne nawożenie, nawadnianie i stosowanie zabiegów ochrony roślin, monitorowanie plonów
- Precyzyjna nawigacja, sterowanie i monitorowanie maszyn rolniczych
- Monitorowanie występowania chorób roślin i zwierząt
- Monitorowanie transportu zwierząt i produktów rolnych od producenta do konsumenta
- Pozyskiwanie danych do inteligentnego, efektywnego, konkurencyjnego zarządzania gospodarstwem rolnym

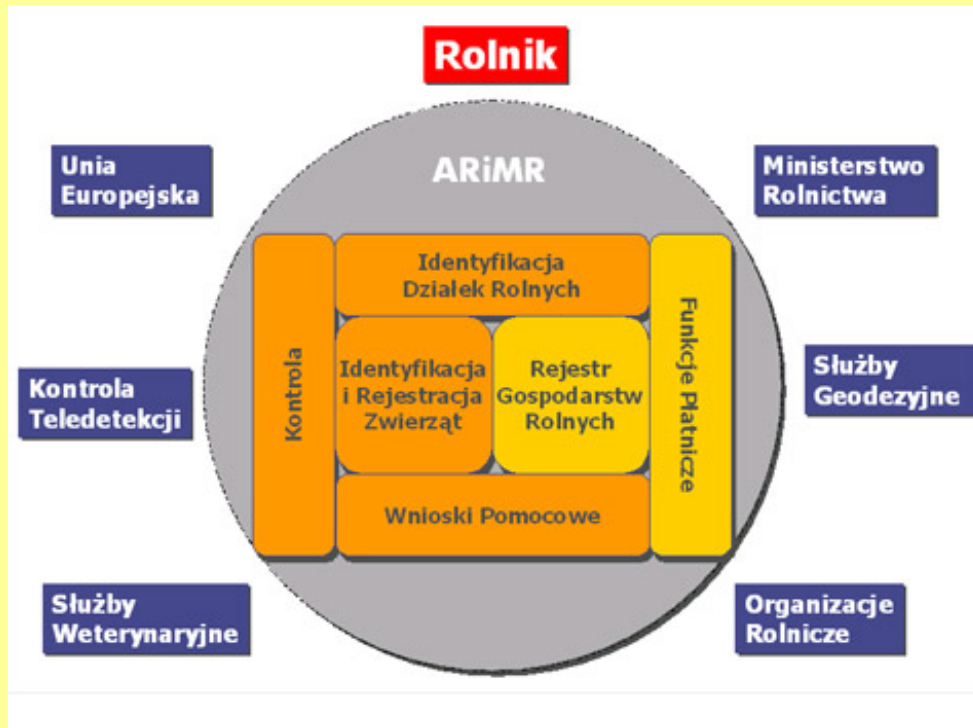


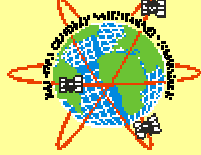
FIELDFACT LOW-END DEMONSTRATOR





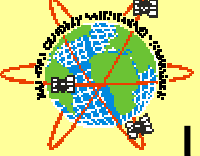
System IACS - Integrated Administration and Control System (ZSZiK - Zintegrowany System Zarządzania i Kontroli) to złożone narzędzie informatyczne, dzięki któremu możliwa jest dystrybucja i kontrola pomocy dla rolników w ramach Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej.














Przygotowanie i wdrożenie tego systemu w Polsce powierzono **Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR)**. Z ARiMR współpracują resorty finansów, spraw wewnętrznych i administracji, GUS, Główny Geodeta Kraju, Inspekcja Weterynaryjna oraz KRUS.

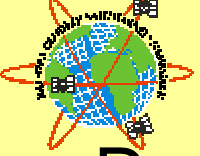
Wdrożenie systemu IACS w Polsce umożliwiło wykorzystanie środków pieniężnych pochodzących z budżetu unijnego i ich transfer do polskich rolników. Jako pierwsze realizowane były **płatności bezpośrednie do gruntów rolnych i ONW** (obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania). W 2004 r. rolnicy złożyli 1,4 mln wniosków, na które otrzymali kwotę 7,4 mld zł.



Uzyskanie Dopłat wymaga precyzyjnego podania powierzchni posiadanych i uprawianych działek rolnych znajdujących się w dobrej kulturze rolnej.

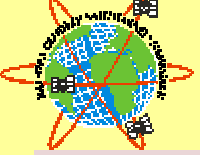
Metody pomiaru powierzchni pól uprawnych

Metoda	Cena	Jakość
➤ Rejestr gruntów		
➤ Pomiar taśmą mierniczą		 / 
➤ Pomiar geodezyjny		
➤ Pomiar fotogrametryczny		
➤ Pomiar GPS		

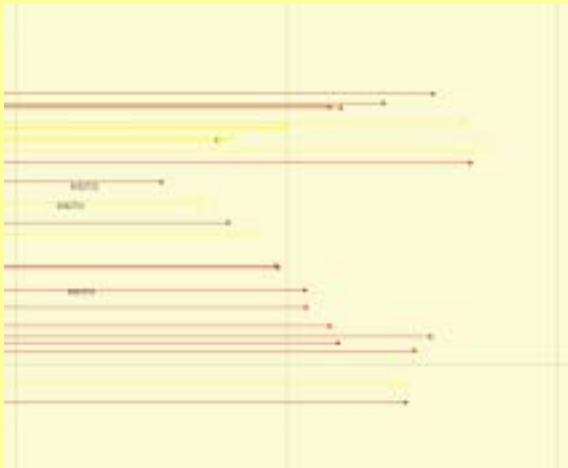
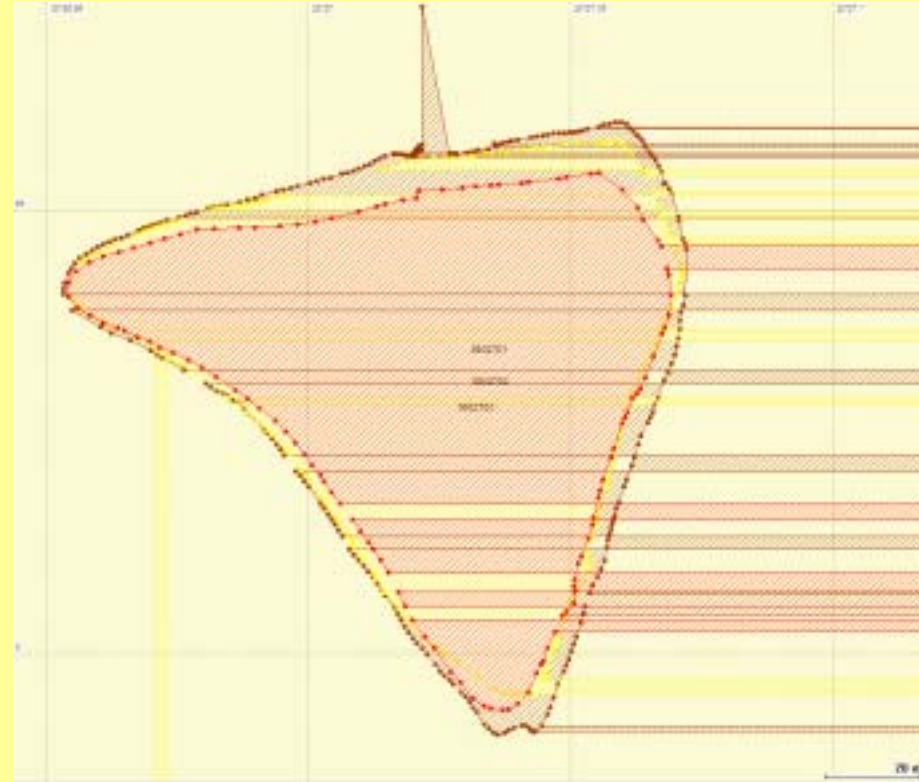
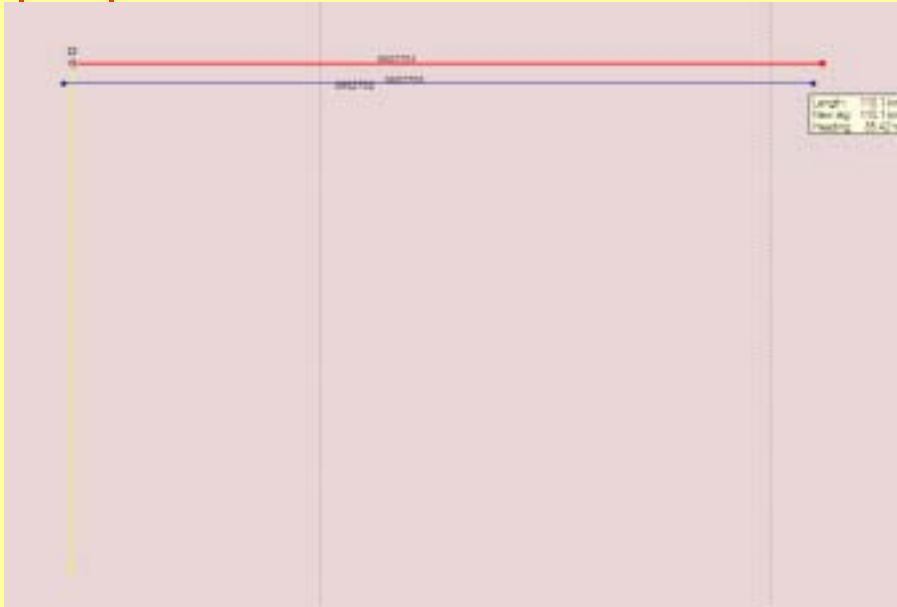


Dostępność różnego rodzaju sprzętu GNSS i technik dla szybkich pomiarów pola powierzchni stała się w ostatnich latach bardzo urozmaicona. Urządzenia GPS można uszeregować od stosunkowo tanich (100 €) aż do profesjonalnych drogich zestawów pomiarowych (> 10 000 € dla różnicowego GPS).





Przykład pomiaru działki - 6.02.2007





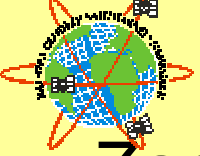
Date: Mon, 21 Aug 2006 15:33:30 -0700

Adam:

As I said earlier, calculate the area of an area feature by dropping the coordinates, regardless of elevation, onto a sphere whose radius is the average radius of the Earth (assuming it is a sphere). Over the weekend, they discovered that they were using the wrong value for the earth. This error allowed the area calculation algorithm to compute areas that are approximately 0.5% smaller than they should be! What a surprise! They will fix this in the latest version As always, I do not know when they will release the new version. A beta version could be available tomorrow ... or next month. But I will let you know when I hear about the new versions of

I think you should win a prize for discovering the defect. Which would you like?

- A new Lexus SC
- A two-week vacation, including airfare and babysitting services, at the Princeville Hotel in northern Kauai
- A serial cable
- A free beta copy of the next version of



Zarówno Komisja Europejska, jak i Państwa Członkowskie **potrzebują pewności**, że oferowane przyrządy są w stanie spełnić normy możliwe do zaakceptowania. Niezbędne jest zatem **przeprowadzenie odpowiednich testów oraz certyfikacja urządzeń pomiarowych GNSS**, zgodnie z obowiązującymi w UE normami (ISO 5725).

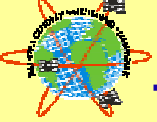
Bardzo istotną sprawą jest także odpowiednie **przeszkolenie osób wykonujących pomiary polowe** (szczególnie Inspektorów Terenowych)



WALIDACJA i CERTYFIKACJA DOŚWIADCZENIE

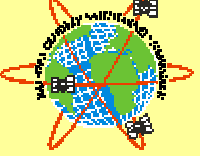
Katedry Geodezji Satelitarnej i Nawigacji UWM w Olsztynie

- Edukacja i nauczanie geodezji satelitarnej, pozycjonowania i nawigacji od 1991 roku
- Testy/walidacja metod i urządzeń GNSS dla ARiMR w Warszawie – 2004
- Testy/walidacja dla Agrocom Polska (2005) oraz Techmex (2006)
- Walidacja metod pomiaru działek rolnych – zlecona przez JRC Komisji Unii Europejskiej (Część GPS) – 2005
- Opracowanie programów szkolenia rolników oraz inspektorów IASC – zaprezentowane podczas 12th MARS-PAC Conference in Toulouse 2006
- Opracowanie procedury certyfikacji i certyfikacja odbiorników – JRC kwiecień 2007
- Kontrole na miejscu (ok. 60 000 ha; 3500 gospodarstw) 2004



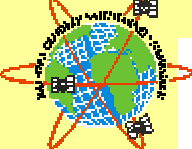
Testy/walidacja metod i urządzeń GNSS dla ARiMR w Warszawie - 2004



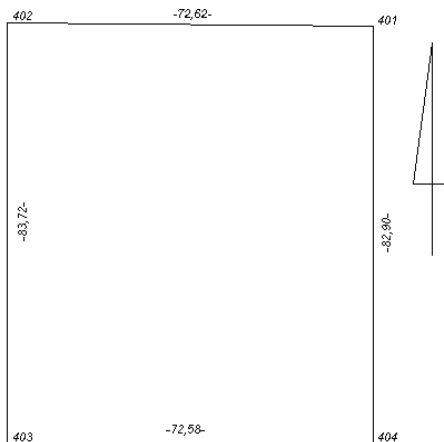


Pomiar powierzchni referencyjnych





SZKIC DZIAŁKI NR 1



Pole pow. = 6047,67 m.kw.
Obwód = 311,81 m

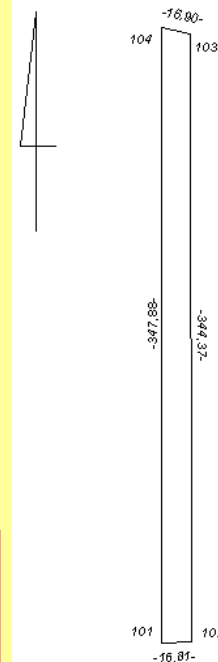
wyk. W. Jarmołowski

Szkic działki nr 2



Działka nr 2
Pole powierzchni = 2 184,82 m. kw.
Obwód = 189,81 m

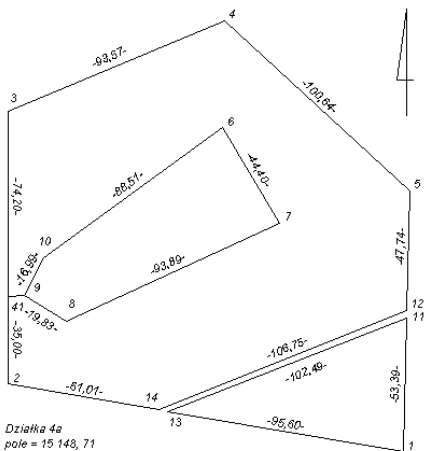
SZKIC DZIAŁKI NR 3 (w obliczeniach nr 101)



Pole pow. = 5785,78 m.kw.
Obwód = 725,96 m

wyk. W. Jarmołowski

SZKIC DZIAŁEK NR 4a i 4b

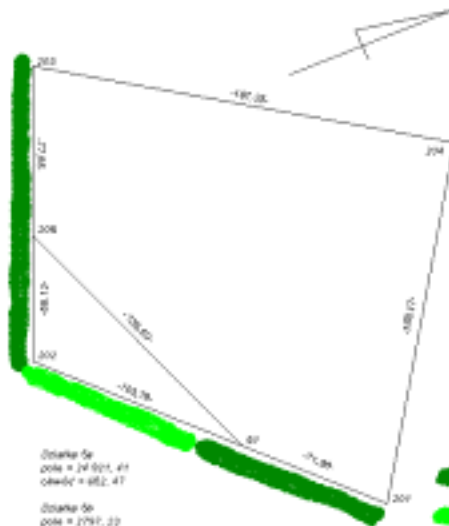


Działka 4a
pole = 15 148, 71
obwód = 794, 86

Działka 4b
pole = 2524, 91
obwód = 251, 48

wyk. W. Jarmołowski

SZKIC DZIAŁEK NR 5a i 5b (powstałych po podzieleniu działki nr 200)

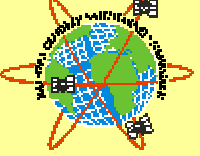


Działka 5a
pole = 27 621, 41
obwód = 652, 47

Działka 5b
pole = 2792, 22
obwód = 290, 50

wyk. W. Jarmołowski

zadrzewienie
całkowienie



Pomiary polowe

Zgodnie z zaleceniami Komisji Europejskiej (**GPS validation scheme** - DG JRC – ISPRA, IPSC-MARS, Technical support to DG AGRI, *Int. ref: SKA/P/1092/02*, z dnia 26/04/2002) pomiary testowe polegają na zebraniu od 8 do 10 niezależnych (ze względu na datę) zestawów pomiarów, a dla każdego zestawu pomiarów, należy wykonać od 2 do 6 powtórzeń.

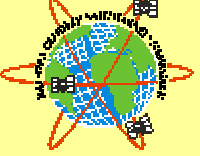
Łącznie (odbiorniki 5 producentów) wykonano 640 niezależnych pomiarów, pomierzono w sumie prawie 700 ha i przemierzono ponad 370 km wzdłuż granic działek!



Pomiary polowe

**Pomiar ciągły - wg symulacji
JRC - daje wynik
5 razy lepszy od pomiaru
punktowego!**





Pomiary polowe



Pomiar autonomiczny



Pomiar różnicowy



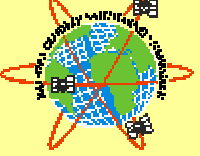
Odbiorniki GPS biorące udział w testach dla Agrocom Polska - 2005



Garmin iQue 3600



Agrocom Computer Terminal – ACT 2-60



Odbiorniki GPS biorące udział w testach dla Techmex – 2006

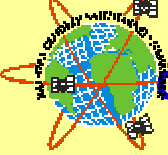


Garmin GPSMap 76S



Odbiornik HI-204S oraz kontroler SYMBOL MC 3000

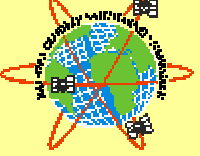




Stacjonarny odbiornik GPS biorące udział w walidacji metod pomiaru działek rolnych – JRC Komisji Unii Europejskiej (Część GPS) – 2005

Bez poprawek EGNOS





Działki testowe

36 różnych działek rolnych

WIELKOŚĆ

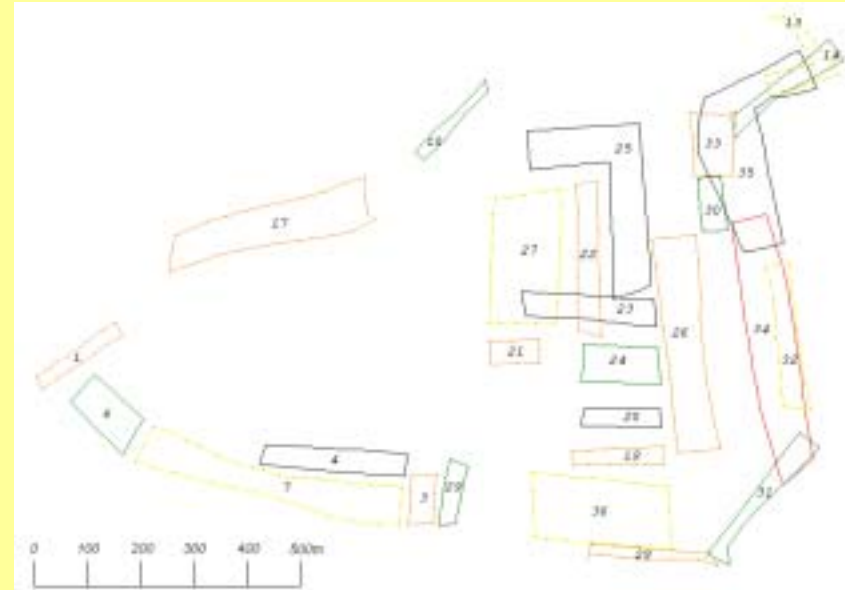
- S : małe (0.3 – 0.5 ha)
- M : średnie (0.8 – 1.2 ha)
- L : duże (2.4 – 4 ha)

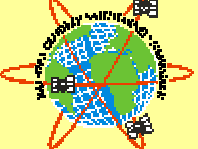
KSZTAŁT (stosunek długości boków)

- S1 : stosunek długości boków – $1 < 1:3$
- S2 : stosunek długości boków – $< 1:6$
- S3 : stosunek długości boków – $> 1:6$

ZASŁONY

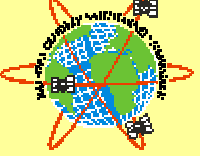
- otwarty horyzont
- zasłony horyzontu w postaci drzew





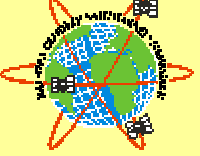
Zespoły pomiarowe

TEAM	STATUS	IDENT	NAME
TEAM_1	Unskilled	OPER_11	Paweł Klockowski
	Unskilled	OPER_12	Daniel Leleniewski
	Unskilled	OPER_13	Joanna Janowiec
	Skilled	OPER_14	Zinkiewicz Daniel
	Skilled	OPER_15	Arkadiusz Przesmycki
	Skilled/Leader	OPER_16	Rafał Gregorczyk
TEAM_2	Leader	-	Marcin Uradziński
	Unskilled	OPER_21	Marcin Gryszko
	Unskilled	OPER_22	Wojciech Augustyniak
	Unskilled	OPER_23	Michał Czajkowski
	Skilled	OPER_24	Przemysław Wasilczyk
	Skilled	OPER_25	Łukasz Grądzki
	Skilled	OPER_26	Tomasz Gronostajski
TEAM_3	Leader	-	Arkadiusz Tyszko
	Unskilled	OPER_1	Andrzej Pawlak
	Unskilled	OPER_2	Radosław Cecot
	Skilled	OPER_3	Paweł Ronowicz
	Skilled	OPER_4	Maciej Rudziński
TEAM_4	Leader	-	Arkadiusz Tyszko
	Unskilled	OPER_5	Jakub Rojek
	Unskilled	OPER_2	Radosław Cecot
	Skilled	OPER_6	Mirosław Depta
	Skilled	OPER_4	Maciej Rudziński



Pomiary terenowe

- bardzo często pomiary były prowadzone w niekorzystnych warunkach pogodowych
- każdy dzień obserwacyjny wymagał **około 10-12 godzin ciągłej pracy**,
- Podczas jednego dnia pomiarowego każdy z obserwatorów przemieszczał wzdłuż granic działek dystans **około 20 kilometrów**



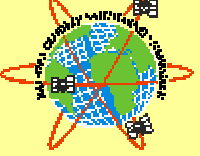
Pomiary polowe (JRC – 2005)





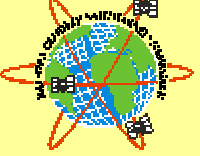
Pomiary polowe (JRC – 2005)





Pomiary terenowe

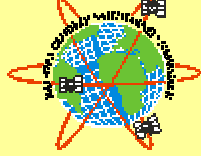
- Eksperyment 1 dał w sumie 1944 niezależnych pomiarów
- Eksperyment 2 dał w sumie 1728 niezależnych pomiarów
- Łącznie - **3672 niezależnych obserwacji!!**
- Dystans przemierzony na piechotę podczas eksperymentów przez wszystkich obserwatorów przekroczył **2250 km!!!**



Proponowana procedura certyfikacji odbiorników GNSS

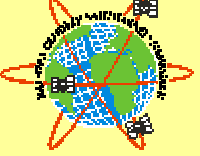


Pierwsze testy: marzec - kwiecień 2007

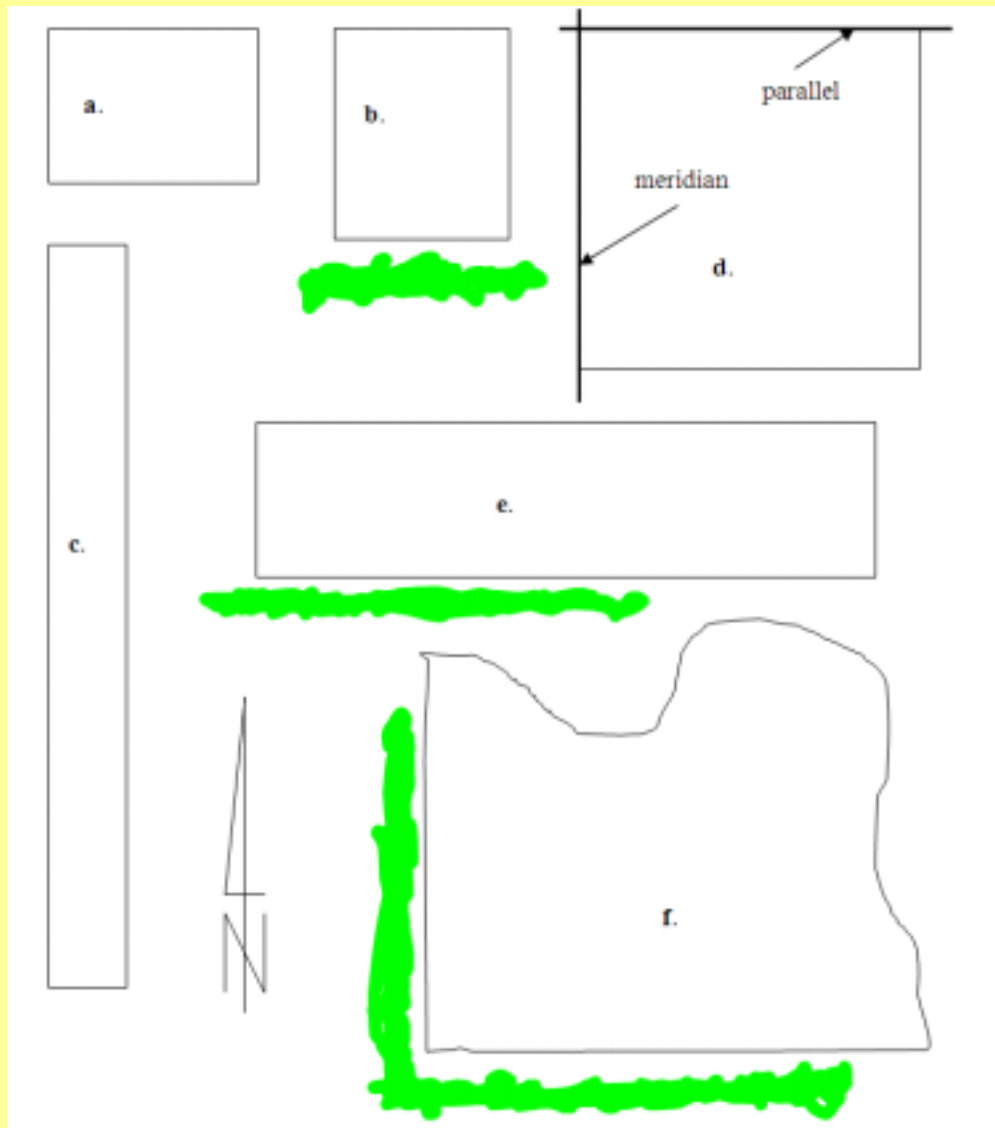


Ogólne wymagania techniczne służące do wstępnej selekcji sprzętu pomiarowego GPS (minimalne parametry techniczne):

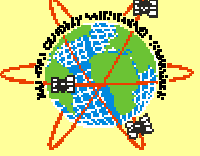
- Odbiornik min. 12 kanałowy,
- Opcja DGPS,
- Opcja EGNOS,
- Rejestracja wyników pomiarów,
- Dobrej jakości wyświetlacz graficzny
- Panel sterujący lub rejestrator polowy z oprogramowaniem umożliwiającym wykonanie obliczeń powierzchni i obwodu działki.



Działki referencyjne

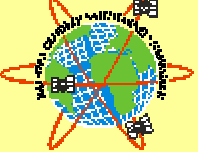


- a. 0,3 – 0,4 ha (70x50m)
- b. 0,3 – 0,4 ha, zasłony (70x50m)
- c. 0,75 ha, działka wydłużona (25x300m)
- d. 1,0 - 1,5 ha działka kwadratowa południkowo - równoleżnikowa (110x110m).
- e. 1 ha - 50 działka wydłużona z zasłonami (50x200m)
- f. 2 ha – nieregularna z zasłonami (120x160m)



Działki referencyjne

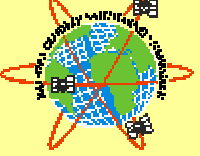




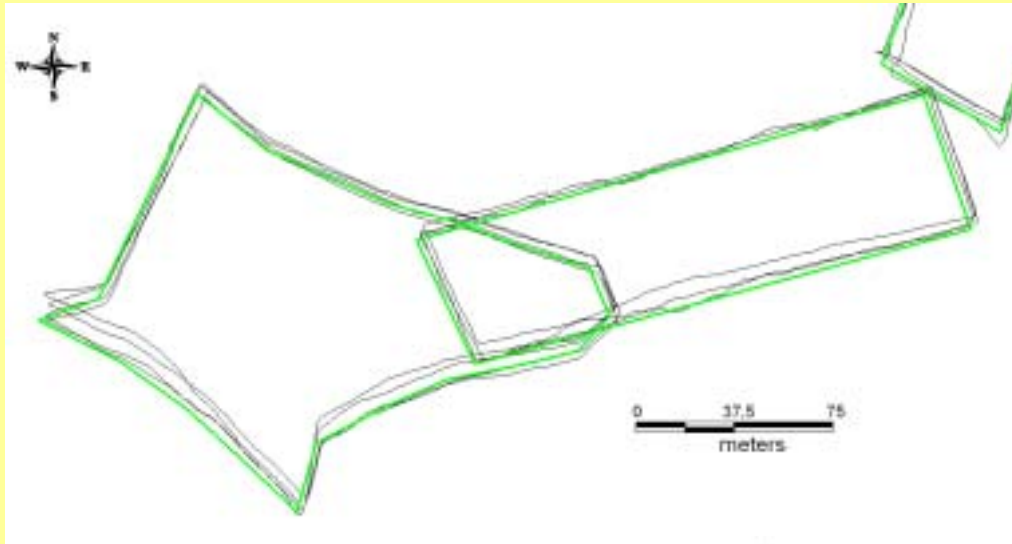
Pomiary polowe

Sugerowana kolejność pomiarów dla pojedynczego odbiornika

	Dzień 1, Dzień 4				Dzień 2, Dzień 5				Dzień 3, Dzień 6			
	rano		popołudniu		rano		popołudniu		rano		popołudniu	
Kolejność pomiarów	a	b	a	b	c	d	c	d	e	f	e	f
	b	c	b	c	d	e	d	e	f	a	f	a
	c	d	c	d	e	f	e	f	a	b	a	b
	d	e	d	e	f	a	f	a	b	c	b	c
	e	f	e	f	a	b	a	b	c	d	c	d
	f	a	f	a	b	c	b	c	d	e	d	e

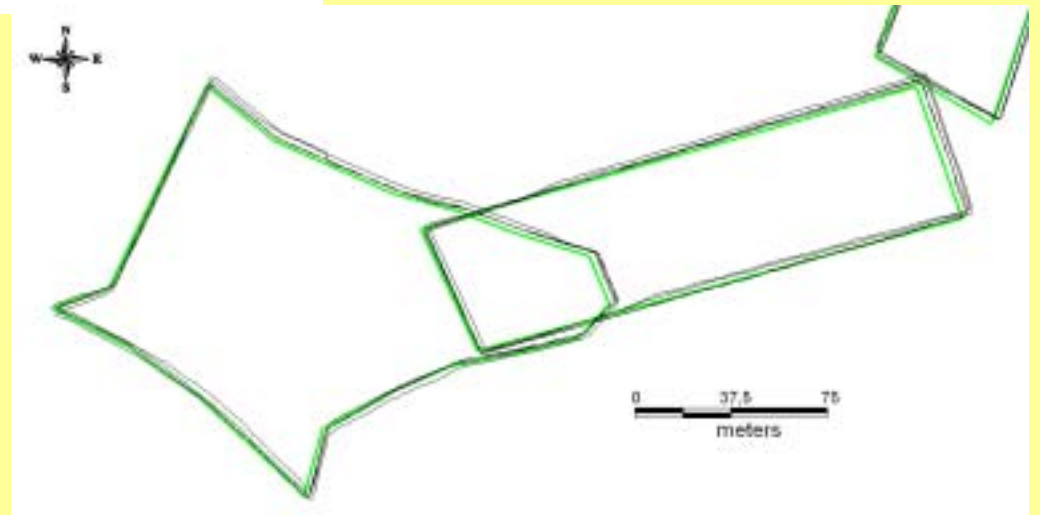


Pomiary polowe



Palm

F@rmPhone

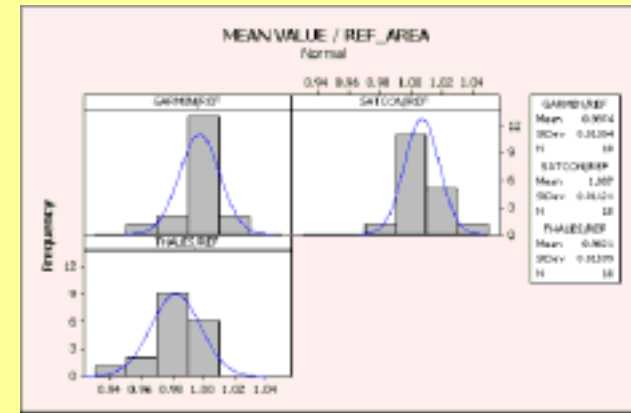


Analizy statystyczne - zgodnie z ISO 5725-2

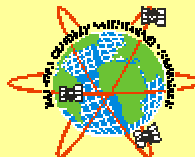
„Dokładność (poprawność i precyzja) metod pomiarowych i wyników pomiarów -
Część 2: Podstawowa metoda określania powtarzalności i odtwarzalności
standardowej metody pomiarowej”

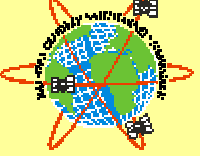
■ Identyfikacja obserwacji odstających:

- Grubb's test
- Mandel's h and k statistics.
- Cochran's test



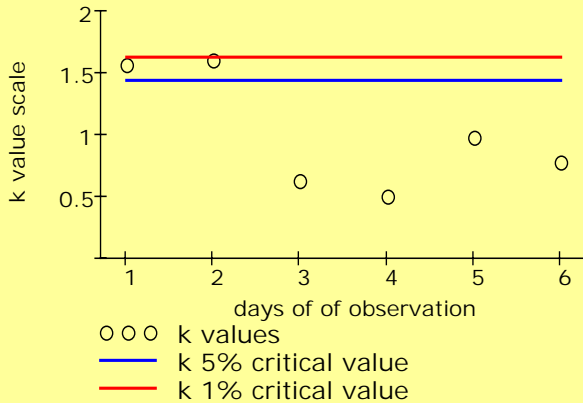
- Określenie i analiza błędów pomiarowych
- Określenie i analiza błędów systematycznych
- Obliczenie odchyłeń standardowych
- Obliczenie buforu i błędu pozycjonowania
- Certyfikacja odbiornika



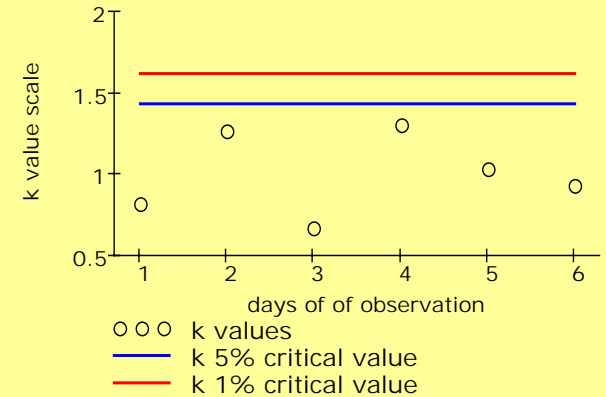


Mandel's test *k* values (ISO 5725-2)

Parcel d



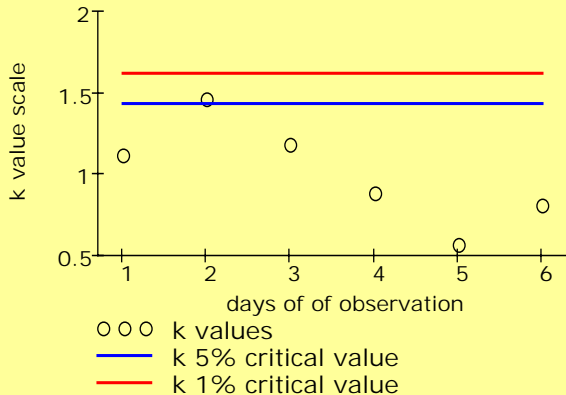
Parcel f



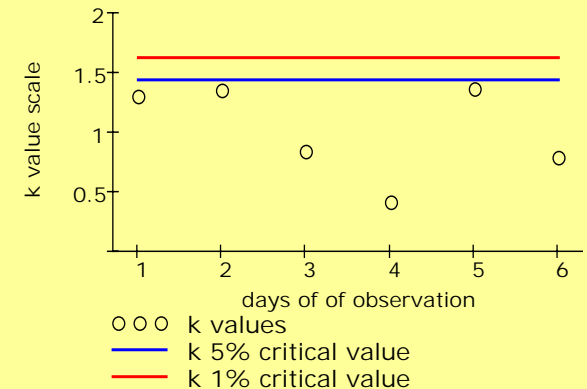
F@rmPhone

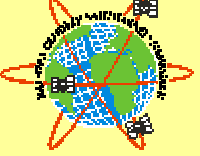
pooling factor = 6 (days)
number of repetitions = 6

Blue – 5% of significance level
Red – 1% of significance level



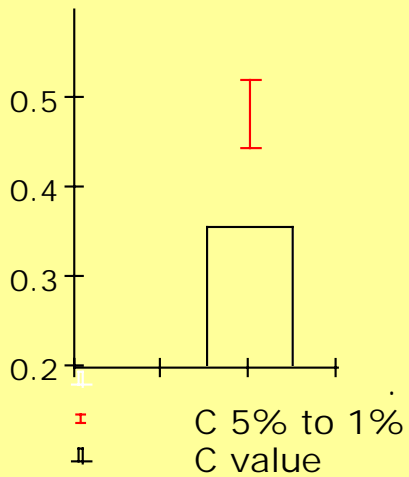
Palm with
u-blox





Cochran's test C values (ISO 5725-2)

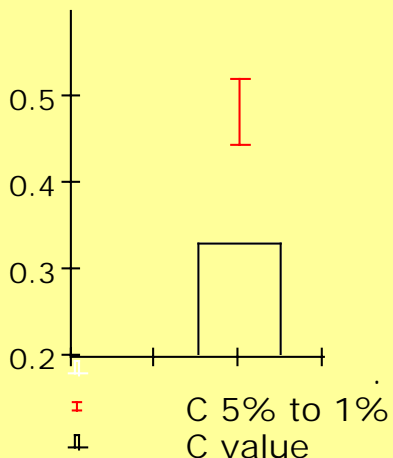
Parcel d



F@rmPhone

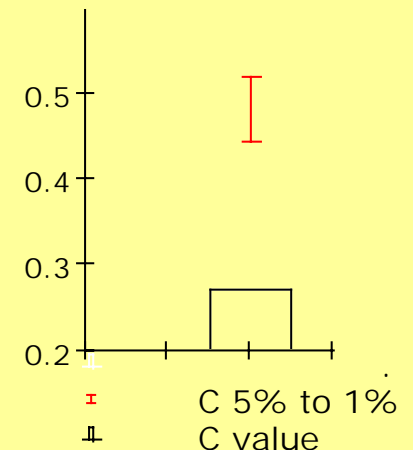
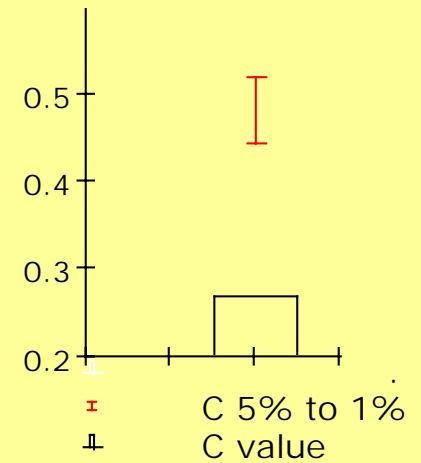
pooling factor = 6 (days)
number of repetitions = 6

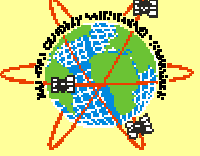
Red indicator represents
The interval between
5% and 1% of significance level
of C value



Palm with
u-blox

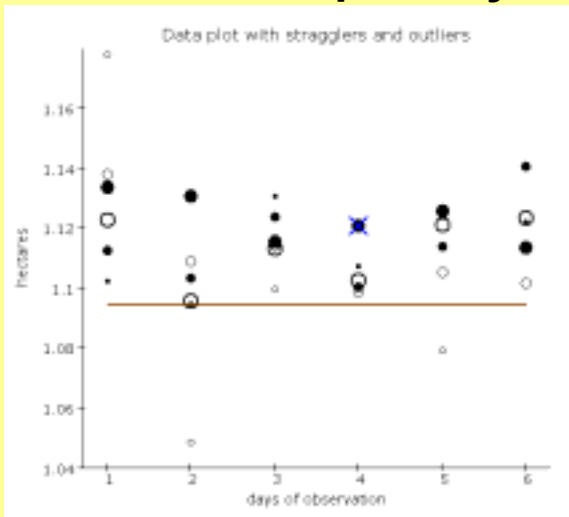
Parcel f





Grubbs' test (ISO 5725-2)

Parcel d – open sky

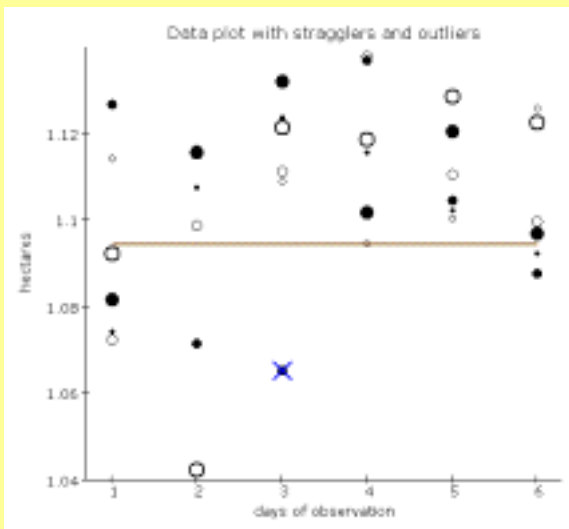


F@rmPhone

No Grubbs' outliers at f

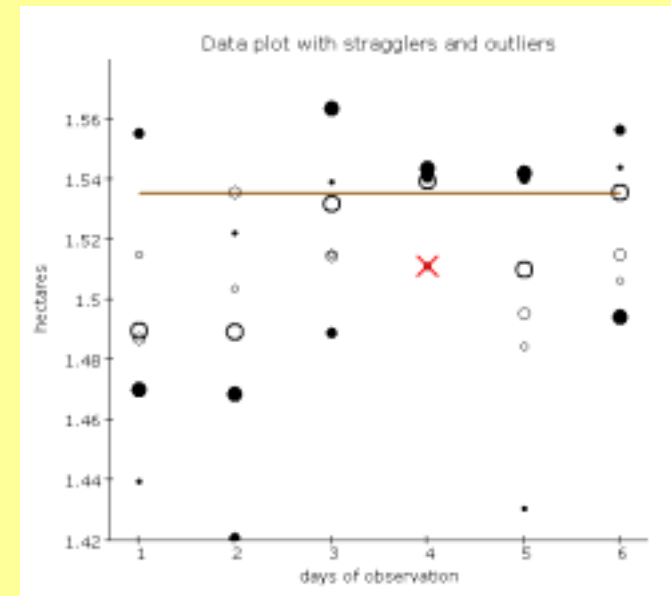
Blue – straggled value between 5% and 1% of significance level

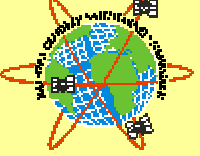
Red – outlying value lying over 1% of significance level



Palm with u-blox

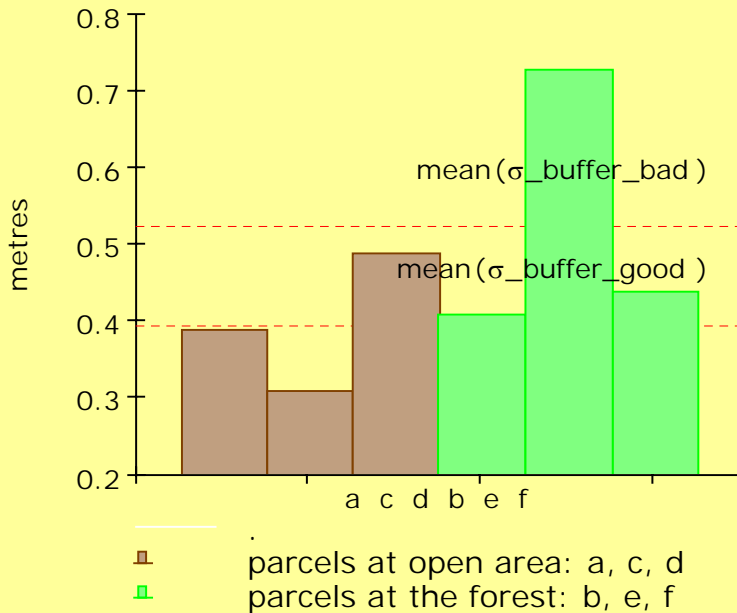
Parcel f – obstructed sky





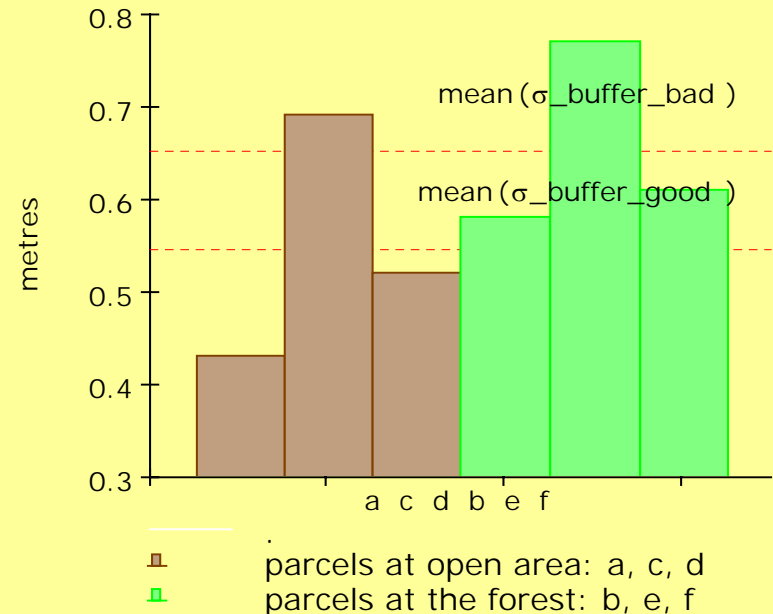
Bufor wyliczony z wartości średnich

F@rmPhone

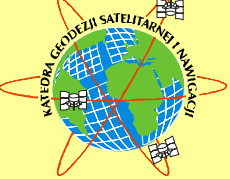


buffer at open area	0.40 m
buffer at the forest	0.53 m

Palm with U-blox



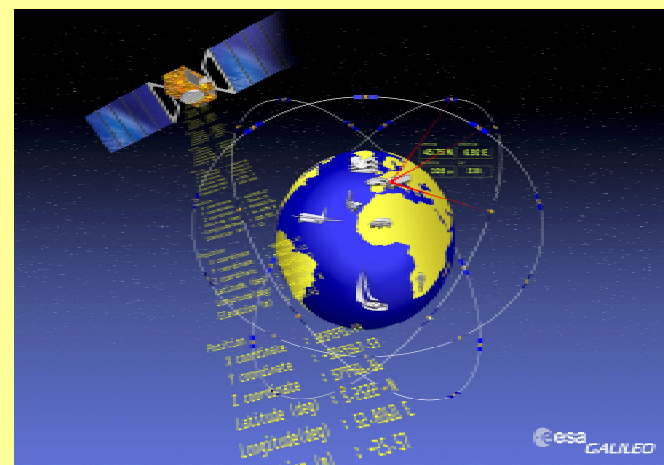
buffer at open area	0.55 m
buffer at the forest	0.65 m

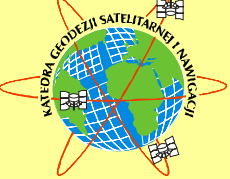


Szkolenie obserwatorów

Szkolenie obserwatorów, a w szczególności inspektorów terenowych jest nie mniej ważne od procesu certyfikacji odbiornika GNSS.

Operator musi mieć odpowiednią wiedzę teoretyczną i praktyczną aby sprawnie i poprawnie wykonać pomiar oraz podjąć odpowiednie kroki w razie problemów.

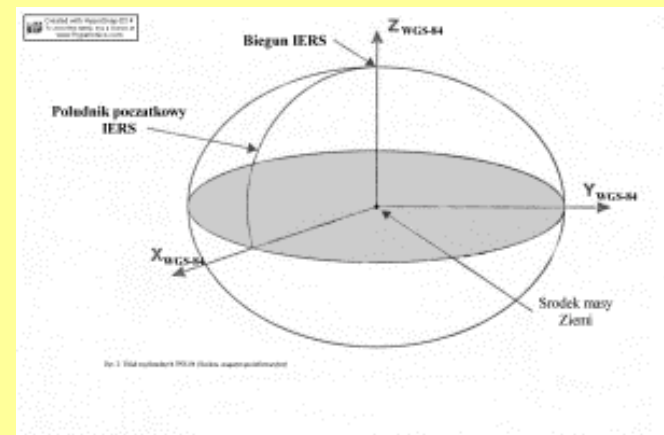


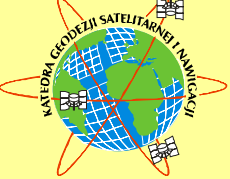


Proponowany program szkolenia

Podstawowe definicje:

- powierzchnie odniesienia: elipsoida WGS'84, płaszczyzna odniesienia
- systemy współrzędnych: geograficzny WGS'84, kartezjański 3D
- odwzorowania kartograficzne na płaszczyznę
- układy współrzędnych: lokalne, państwowe, globalne
- transformacje pomiędzy różnymi układami współrzędnych
- podstawy pozycjonowania satelitarnego.





Proponowany program szkolenia

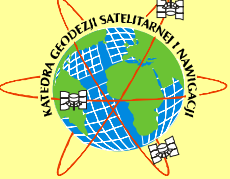


Planowanie pomiaru:

- wybór odpowiednich metod pomiarowych: klasycznych – taśma, tachimetr elektroniczny, inne;
- satelitarnych – autonomiczny GPS, EGNOS, DGPS, RTK;
- technologie fotogrametryczne.

Pozycjonowanie GPS/EGNOS:

- architektura systemu, sygnały, pomiary, odbiorniki;
- różnicowy GPS (DGPS/RTK): ASG-EUPOS, systemy lokalne – naziemne, systemy satelitarne EGNOS/WAAS;
- źródła błędów, ocena dokładności pozycjonowania.



Proponowany program szkolenia

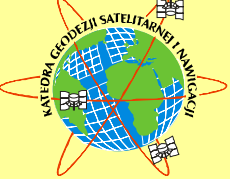
Satelitarny pomiar powierzchni działki rolnej:

- metoda punktowa, metoda ciągła (kinematyczna), metoda kombinowana – klasyczna + satelitarna;
- ocena dokładności;
- obliczenie dopuszczalnego bufora błędu.

Opracowanie danych pomiarowych:

- zgranie obserwacji;
- oprogramowanie do obróbki pomiarów polowych;
- wizualizacja pomiarów, transformacje;
- kontrola jakości, archiwizacja danych.





Proponowany program szkolenia

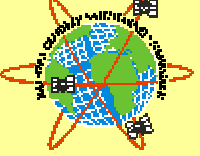


Ocena dokładności i wiarygodności otrzymanych wyników:

- dokładność = precyzja + błędy systematyczne;
- estymacja dokładności metodą najmniejszych kwadratów;
- współczynniki DOP;
- błędy systematyczne i ich redukcje;
- niezależna kontrola pomiarów GNSS.

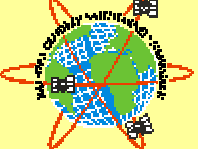
Praktyczne pomiary polowe oraz ich opracowanie

- rolnik – 1 dzień
- inspektor – 2 dni



Wnioski i podsumowanie

- Pozycjonowanie i nawigacja satelitarna są coraz częściej i chętniej wykorzystywane w inteligentnym rolnictwie, aby dostarczyć producentowi rolnemu i innym osobom związanym z rolnictwem dokładnej i aktualnej informacji o miejscu oraz czasie zdarzeń i zjawisk zachodzących w gospodarstwie rolnym.
- Uzyskane w trakcie bogatych doświadczeń rezultaty badań dowodzą, że **odbiorniki GPS są ekonomicznym i niezastąpionym narzędziem do szybkich i efektywnych pomiarów pól powierzchni działek rolnych.**



Wnioski i podsumowanie

- Zgodnie z Art.23 of R.796/2004, kontrole na miejscu powinny być wykonane w taki sposób aby **zapewnić efektywną weryfikację zgodności warunków przyznania dopłat bezpośrednich.**
- Obecnie Komisja Europejska **zaleca** przeprowadzanie testów mających na celu walidację i certyfikację sprzętu GNSS wykorzystywanego w pomiarach kontrolnych wniosków o dopłaty
- W niedalekiej przyszłości certyfikat będzie **wymagany** zarówno dla odbiornika jak i obserwatora.



Dziękuję za uwagę

