



dr inż. Krzysztof Karsznia

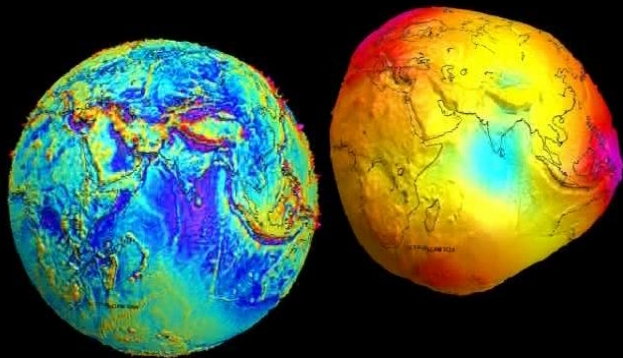
Zastosowanie technik satelitarnych GNSS w monitoringu strukturalnym

Wrocław 2.06.2011

- when it has to be right

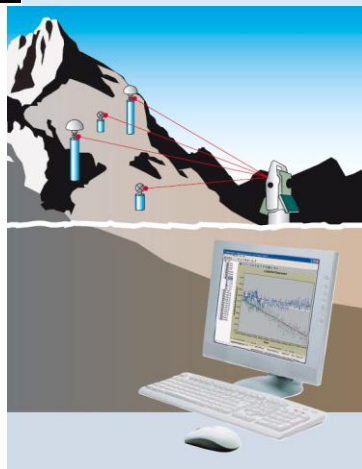
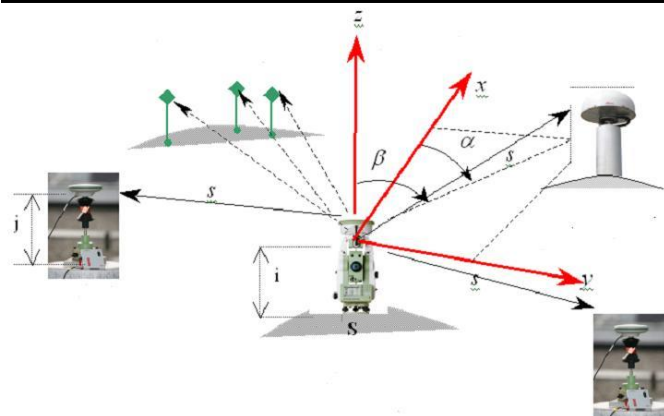
Leica
Geosystems

Zintegrowany monitoring geodezyjny



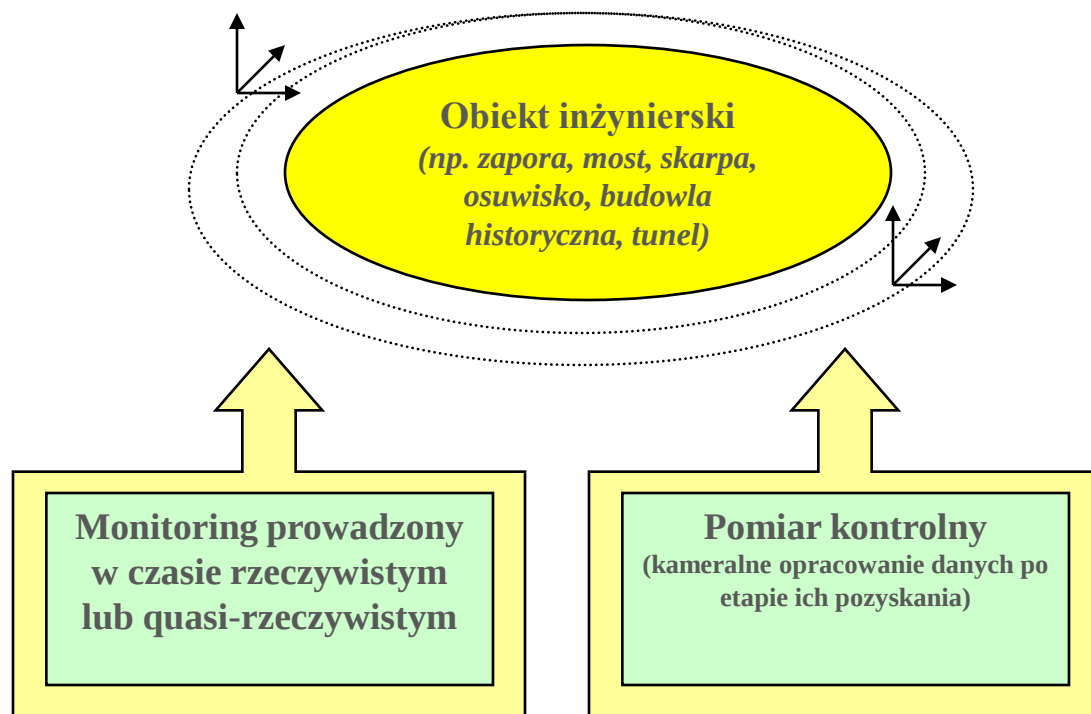
Główne założenia

- Świat nie jest regularny
- Nic nie jest statyczne – natura jest dynamiczna
- Wszystkie obiekty mają swoją orientację przestrzenną
- Nie ma dwóch identycznych obiektów
- Im więcej danych, tym lepszy model



- when it has to be **right**

Monitoring strukturalny vs pomiar kontrolny



- wierne przedstawienie modelu dynamicznego,
- ciągła kontrola stanu obiektu
- informowanie użytkownika na bieżąco o ewentualnych zagrożeniach,

- de facto przedstawienie modelu statycznego,
- okresowa kontrola stanu obiektu
- informowanie użytkownika co pewien czas o ewentualnych zagrożeniach,

Monitoringiem nazywamy proces pozyskiwania danych geometrycznych i geotechnicznych odnośnie obiektu naturalnego lub wzniesionego przez człowieka, jak również prowadzenie dalszego wnioskowania oraz podejmowanie na tej podstawie decyzji.

Monitoring wykorzystuje wszelkie dostępne techniki pozyskiwania danych o kształcie obiektu oraz o jego stanie, a także zapewnia ich pełną integrację oraz interoperacyjność.



INSTYTUT
TECHNIKI BUDOWLANEJ

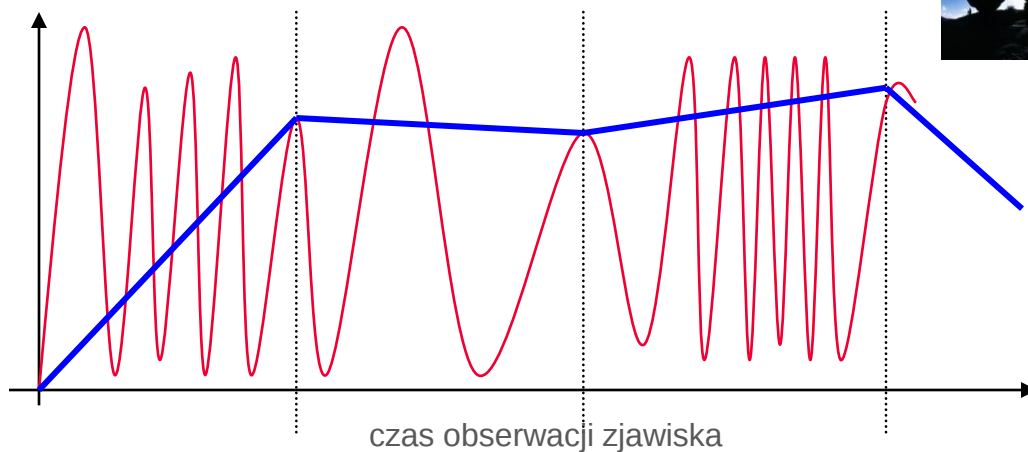
Instrukcje, Wytyczne, Poradniki

443/2009

SYSTEM KOMPLEKSOWEGO ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ
W BUDOWNICTWIE

Bezdotykowe metody obserwacji i pomiarów obiektów budowlanych

Warszawa 2009



1.7. Monitoring

1.7.1. Cel monitorowania

Monitoring często mylony jest z obserwacją. Trzeba więc podkreślić, że monitoring nie jest obserwacją, aczkolwiek w skład monitoringu wchodzi obserwacja. Monitoring (od łacińskiego słowa „monitor” - ostrzegający, przypominający) jest to działalność mająca na celu wykrywanie zagrożeń. Co za tym idzie niezbędne przy monitoringu jest wcześniejsze ustalenie rodzaju zagrożenia – określenie **warunku monitoringu** - i dostosowanie systemu monitorowania do tego zagrożenia oraz ustalenie sposobu informowania o zagrożeniu. System monitoringu musi się więc składać zawsze z dwóch podsystemów: obserwacyjnego i ostrzegawczego. Podsystem obserwacyjny musi umożliwiać pozyskiwanie informacji stosownych do rodzaju potencjalnego zagrożenia. System ostrzegawczy musi być wyposażony w możliwość analizy obserwacji, porównywania jej ze stanami alarmowymi i przekazywania informacji o wystąpieniu stanów alarmowych pod z góry ustalone adresy.

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Rozwiązania dla monitoringu



Global Navigation Satellite System (GNSS)

- pozycjonowanie w czasie rzeczywistym
- post-processing

Pozostałe techniki pozyskiwania danych przestrzennych

- teledetekcja
- interferometria InSAR
- geodezja

Monitoring jako System Informacji o Terenie (SIT)

Telekomunikacja
Automatyka przemysłowa
Technologie teleinformatyczne (IT)

Zarządzanie jakością
Standaryzacja
Interoperacyjność systemowa

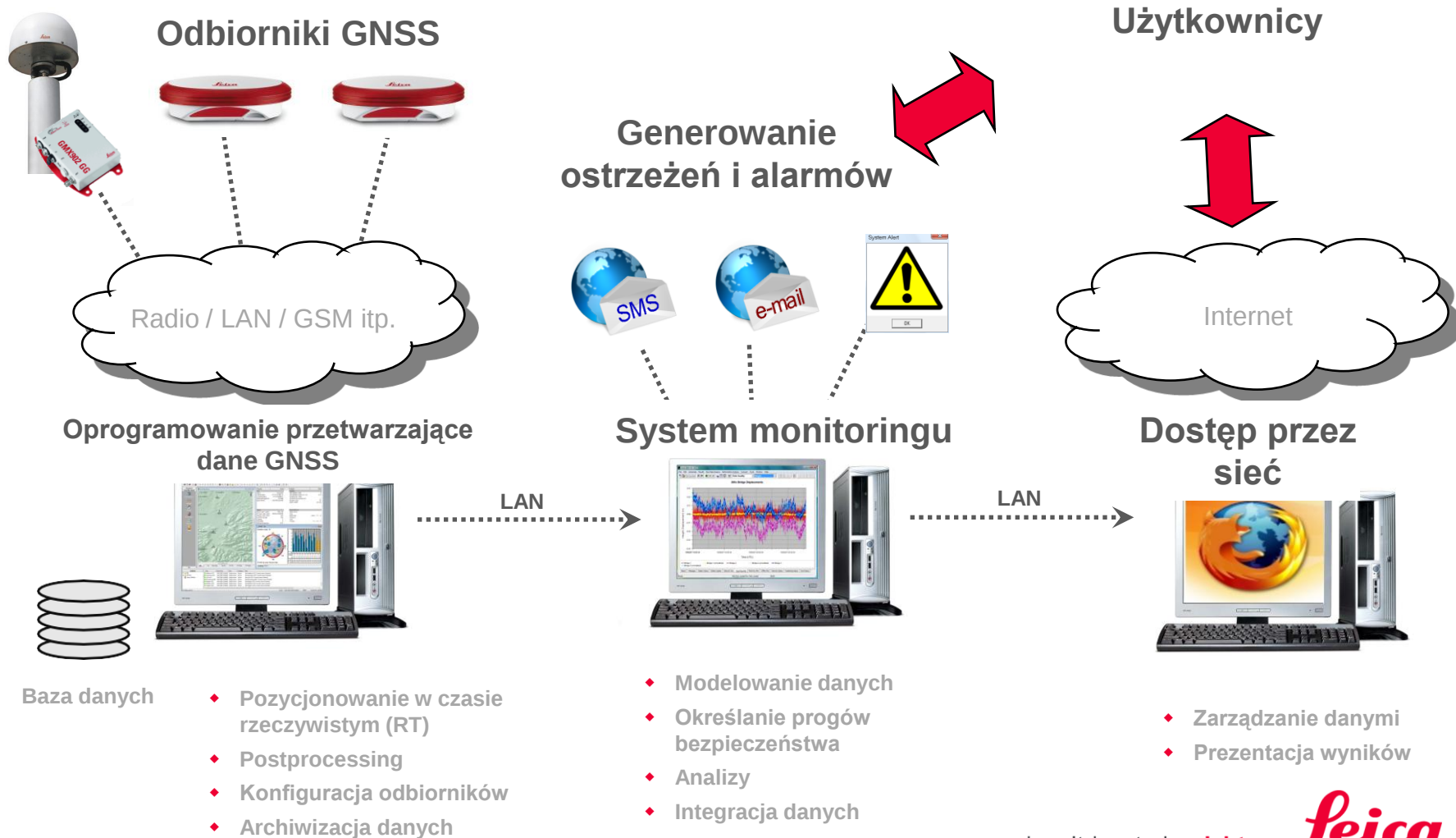
- when it has to be right

Leica
Geosystems



Automatyczny monitoring geodezyjny

Architektura monitorngu GNSS





GPS Spider + GMX901/GMX902/GMX902 GG

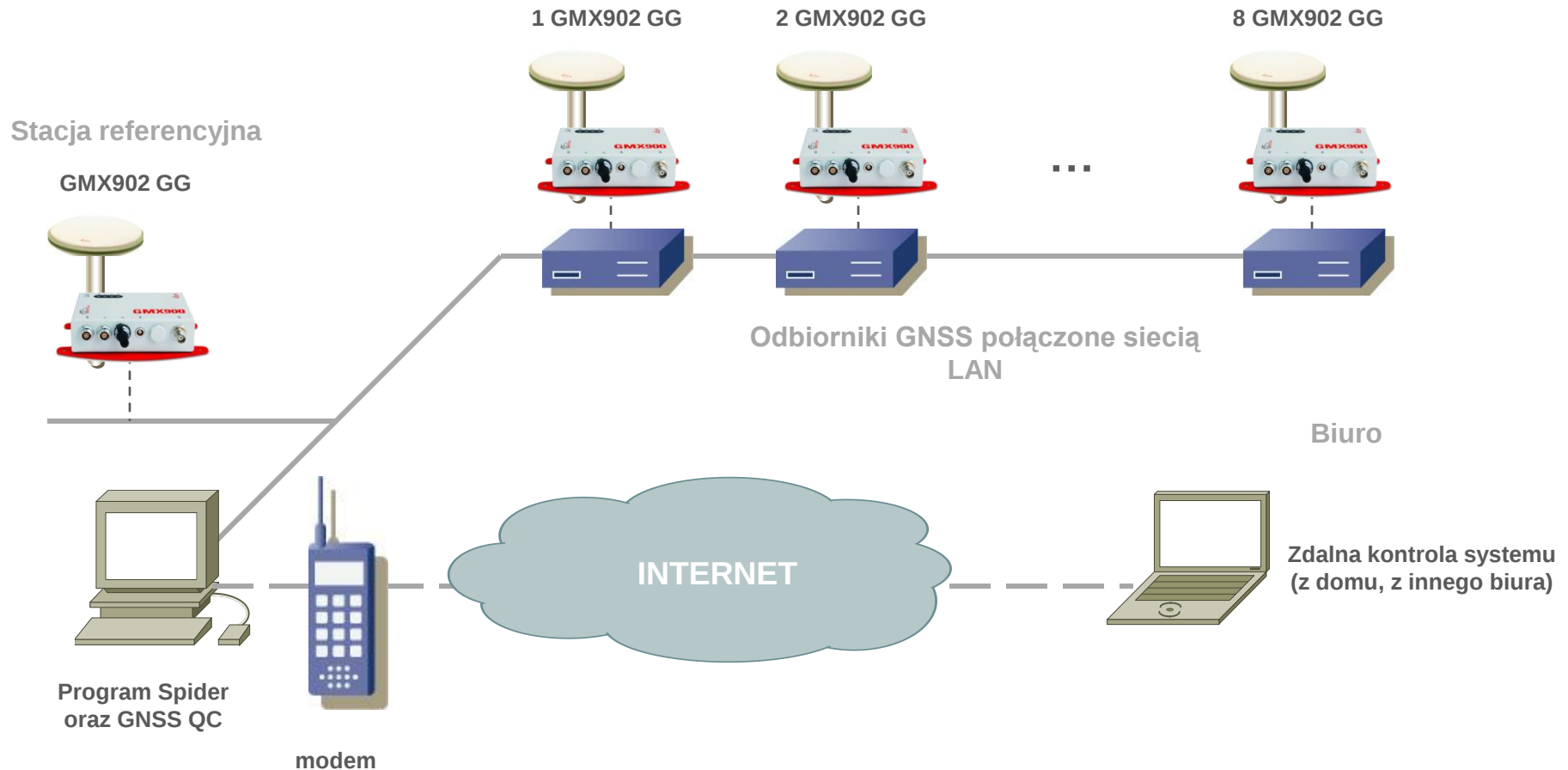
Konfiguracja, analizy, wizualizacja

- **Możliwość pełnej konfiguracji odbiorników**
- **Przetwarzanie plików RINEX**
- **Czas rzeczywisty oraz post-processing danych GNSS**



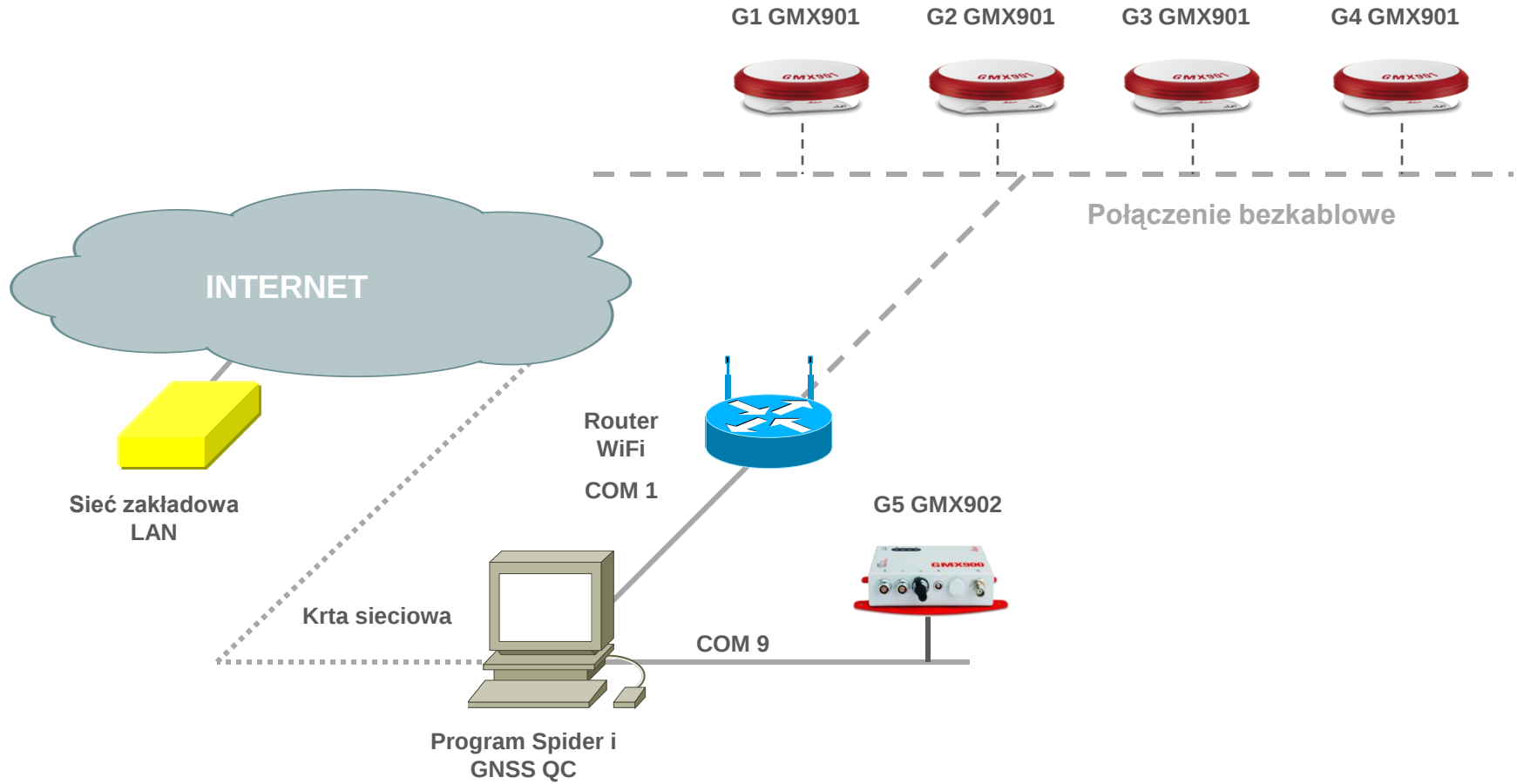


Idea sieci monitoringu GNSS





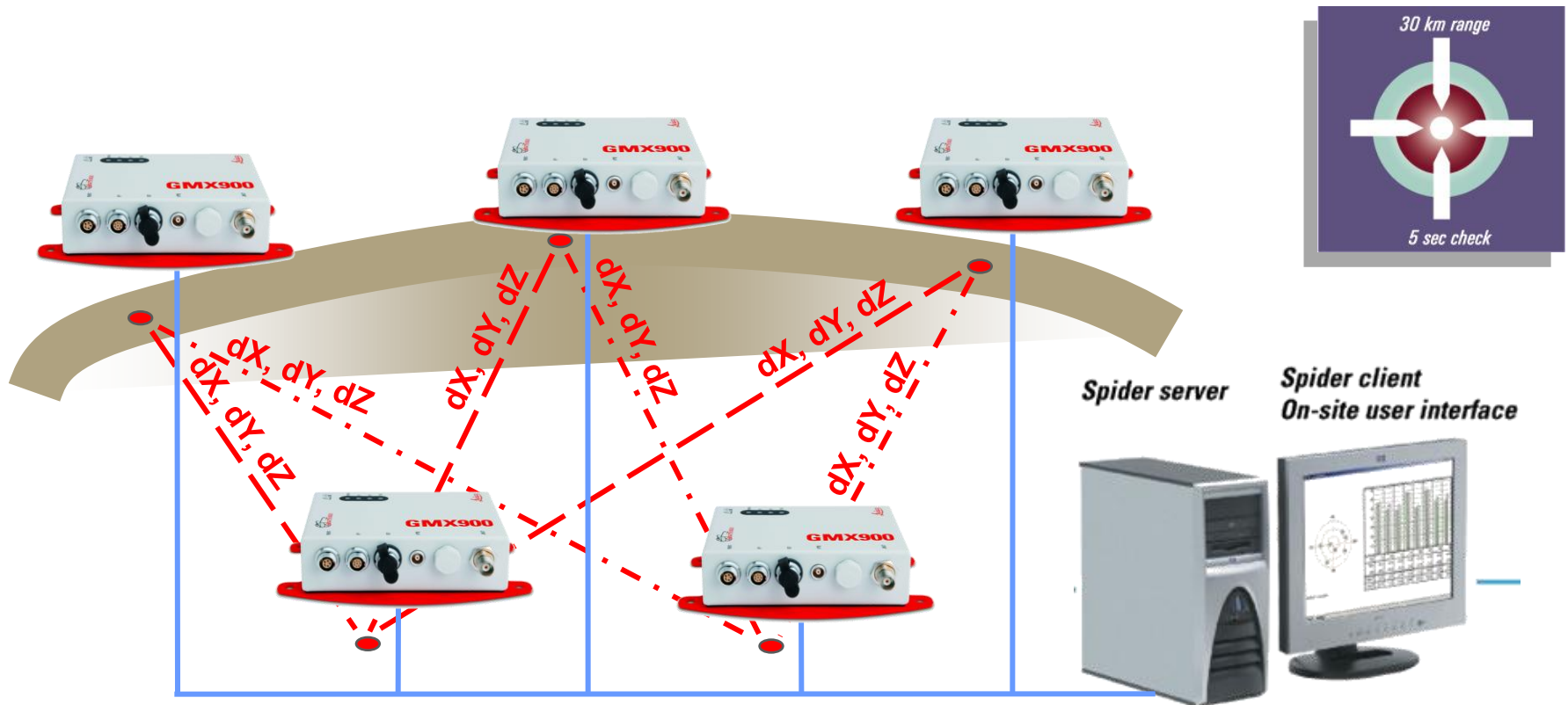
Idea sieci monitoringu GNSS





Sieć odbiorników GNSS

Obliczenia i analizy prowadzone w centrum zarządzania





Rozwiązania GNSS Leica Geosystems

Przetwarzanie danych

- Czas rzeczywisty, częstotliwość pomiaru do **20Hz**
- Automatyczny post-processing co **1, 5, 10, 30 minut do 24 godzin obserwacji**
- Aspekt ekonomiczny:
 - Tańsze odbiorniki GNSS (specjalnie do monitoringu)
 - Odbiorniki z L1 oraz L1/L2; GPS oraz GLONASS
- Uniwersalność rozwiązania:
 - Każdy odbiornik może służyć jako stacja referencyjna lub odbiornik ruchomy
 - Wyniki przesyłane bezpośrednio do programu GeoMoS
 - Wyniki eksportowane są w różnych formatach przez znane media - TCP/IP, COM, modemy radiowe



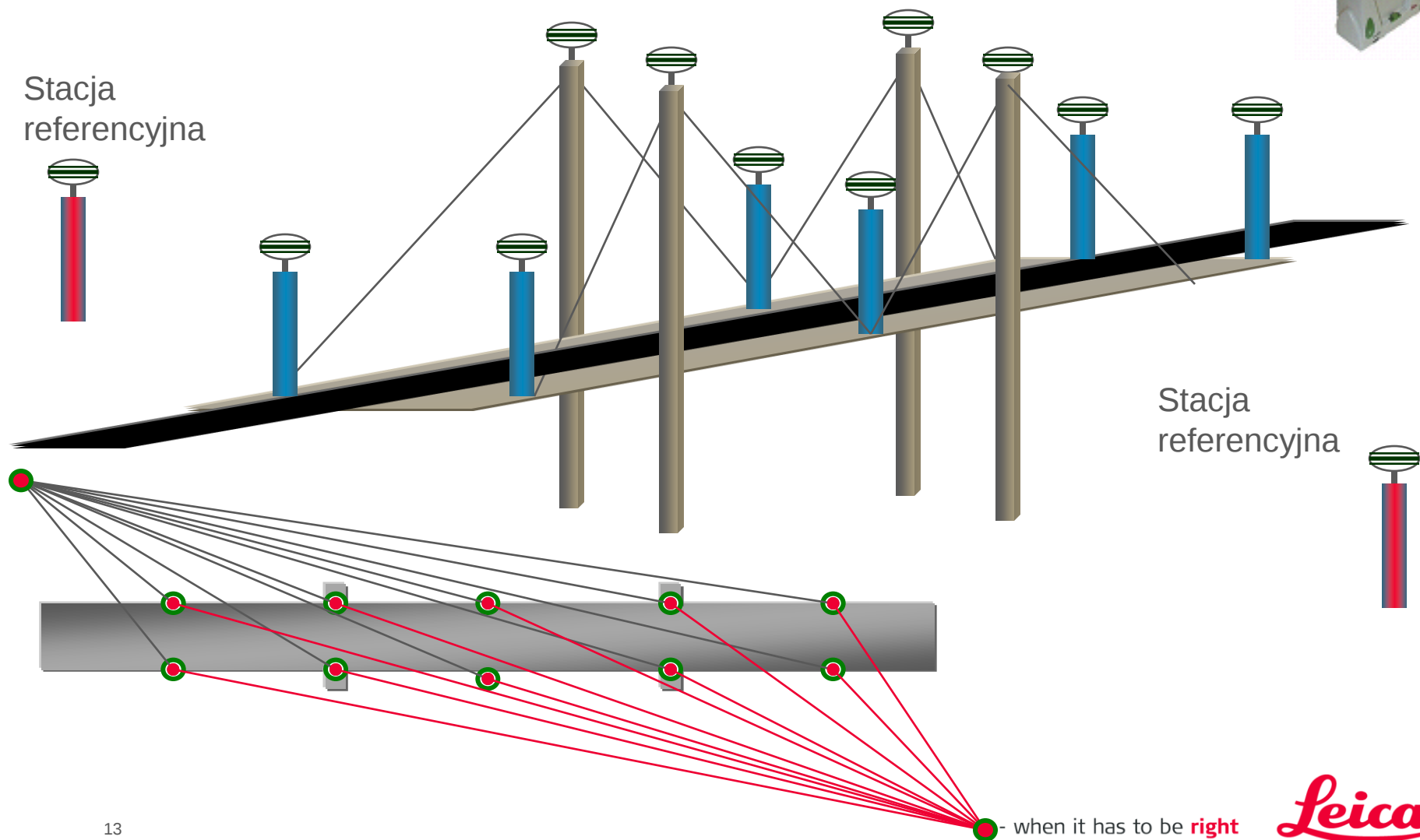
Rozwiązania GNSS

Funkcjonalność i kompleksowość ...



Przykład monitoringu mostu z użyciem technologii GNSS

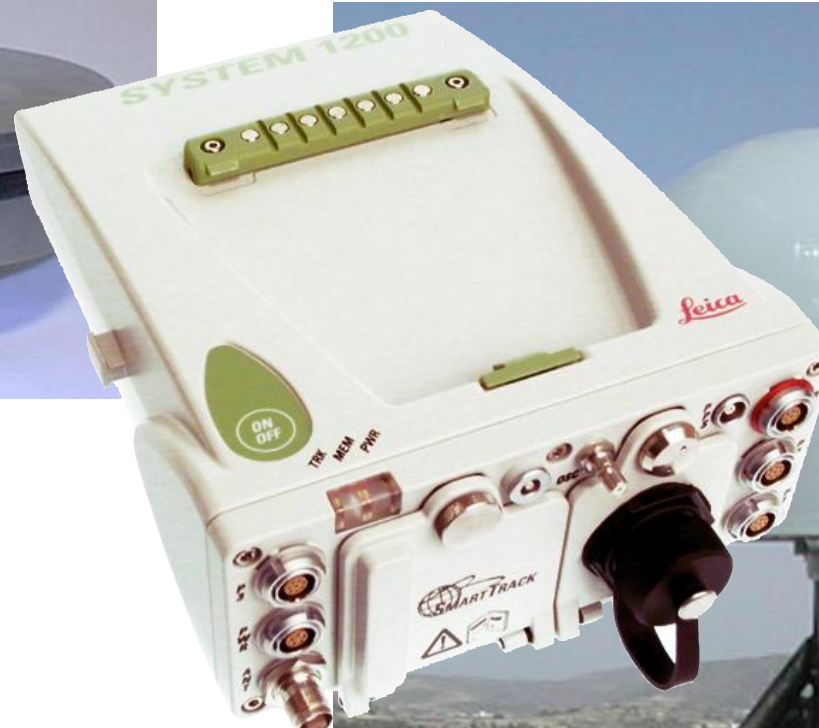
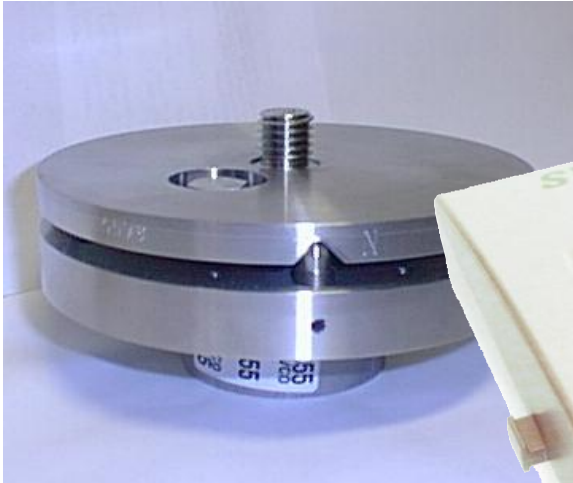
Punkty kontrolowane





Stacje referencyjne:

- odbiorniki dwuczęstotliwościowe Leica GRX 1200 Pro
- antena choke-ring AT504
- kopuła ochronna

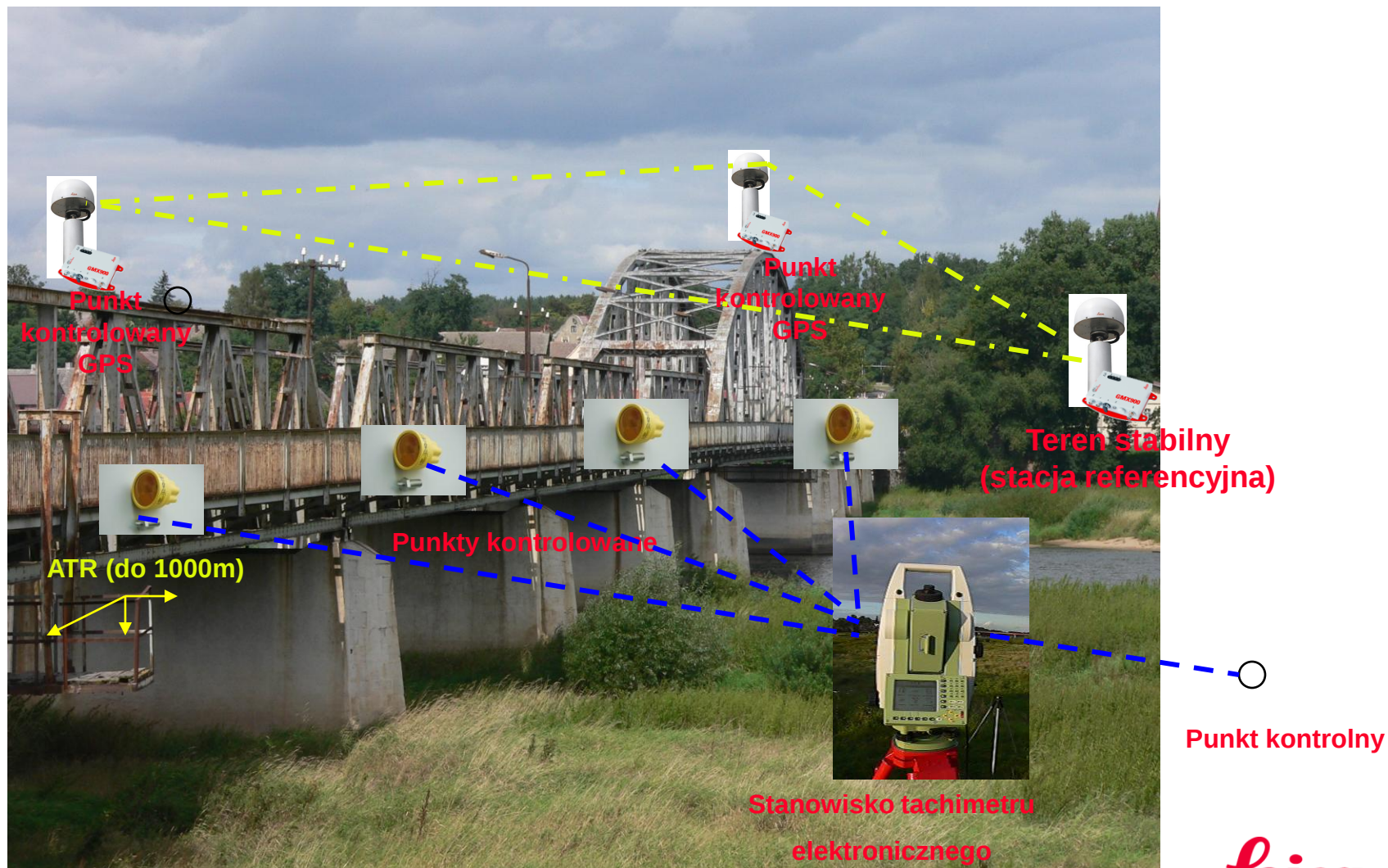




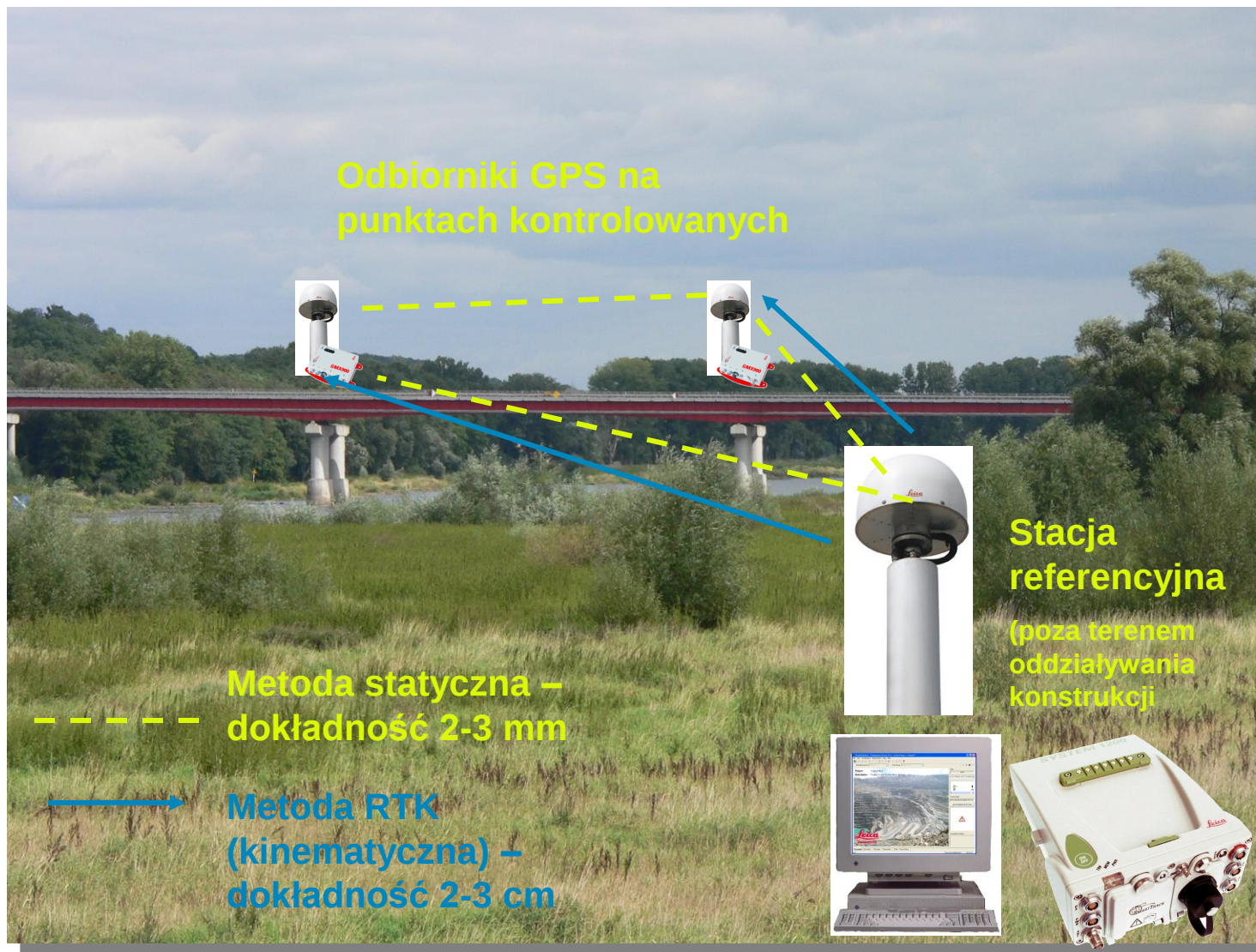


Systemy monitoringu strukturalnego

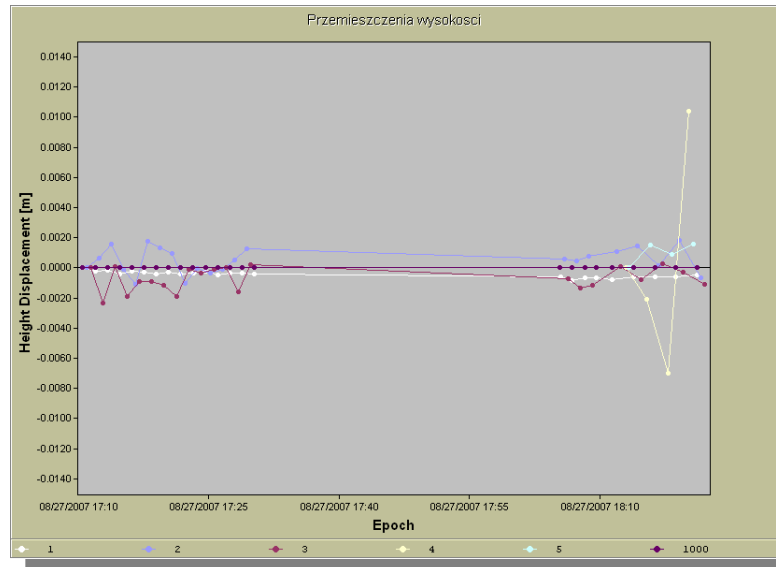
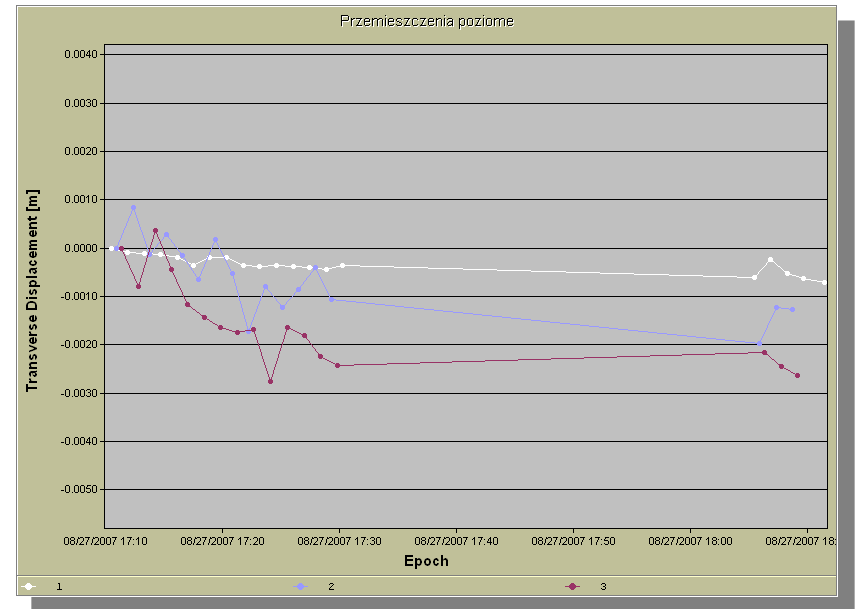
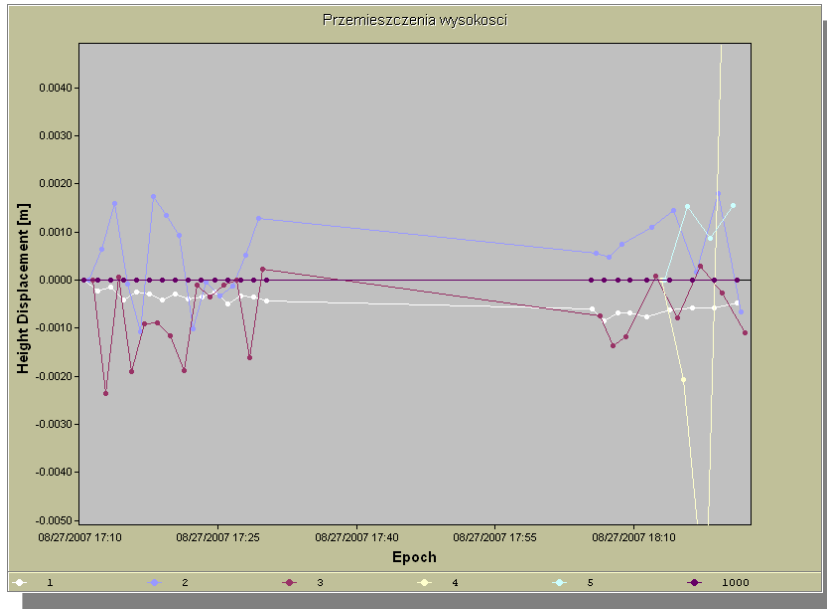
Koncepcja rozwiązania dla mostu



Odbiorniki GPS w monitoringu mostów



Przykład monitoringu mostu - wyniki testu w Cigacicach





Geodezyjny monitoring mostów – obiekty referencyjne

- Firma Leica Geosystems wykonała ponad 350 instalacji systemów monitoringu na całym świecie.
- Przykładami największych obiektów monitorowanych w czasie rzeczywistym są:
 - kopalnie odkrywkowe
 - tereny inwestycyjne
 - mosty podwieszane i wiszące
 - obiekty naturalne (zbocza, skarpy)
 - tereny sejsmiczne

... oraz wiele innych obiektów mniejszych rozmiarów w różnych częściach świata

Projekt – monitoring w kopalni odkrywkowej



Fotografie własne autora, Leica Geosystems Sp. z o.o.

Projekt – monitoring zapory ziemnej



Szukaj | Drukuj

0 nas | Kontakt

Pierwsze wdrożenie systemu monitoringu strukturalnego w Polsce

System zostanie wykonany dla KGHM Polska Miedź S.A



Firma Leica Geosystems Sp. z o.o. podpisała umowę z kombinatem KGHM Polska Miedź S.A. na wykonanie i wdrożenie systemu monitorowania przemieszczeń i deformacji geometrycznych zapory zbiornika poflotacyjnego „Żelazny Most” w miejscowości Rudna na Dolnym Śląsku.

Projekt obejmuje opracowanie dokumentacji technicznej, dostawę oraz wdrożenie systemu monitoringu wraz z zapewnieniem dwuletniej opieki technicznej.

Obszar zbiornika wynosi 1400ha o łącznej długości skarp 14,3km z czego obecna faza monitoringu obejmie ok. 2,5km. Opracowana koncepcja obejmuje zintegrowaną pracę precyzyjnego tachimetru elektronicznego TCA2003 z modułem automatycznego wyszukiwania celu (ATR) oraz odbiorników GPS. Dodatkowo, poza strefą występowania deformacji terenu zbudowana zostanie stacja referencyjna GPS definiująca układ odniesienia zaprojektowanego systemu.

Pracę instrumentów oraz przetwarzanie wyników pomiarów koordynować będzie środowisko GeoMoS („Geodetic Monitoring System”) stanowiące kluczowy produkt systemów monitoringu strukturalnego na świecie. Wchodząca w jego skład aplikacja GeoMoS Monitor umożliwi zdefiniowanie całości systemu oraz zaprogramowanie zintegrowanej pracy urządzeń. Analizy numeryczne, graficzną prezentację wyników w czasie rzeczywistym oraz współpracę z bazą danych SQL Server zapewnia natomiast drugi moduł – GeoMoS Analyzer. System stanowi oryginalne rozwiązanie, którego koncepcja powstała w wyniku współpracy KGHM Polska Miedź S.A., firmy Leica Geosystems oraz Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Oprócz testów wykonywanych na różnych obiektach (mosty, budowa osadników dużej oczyszczalni ścieków), będzie to pierwsze tak kompleksowe wdrożenie w Polsce.

systems 2008

Źródło: <http://www.kghm.pl>



Projekty z Wojskową Akademią Techniczną



-Monitoring konstrukcji - sieć
pochyłomierzy NIVEL220

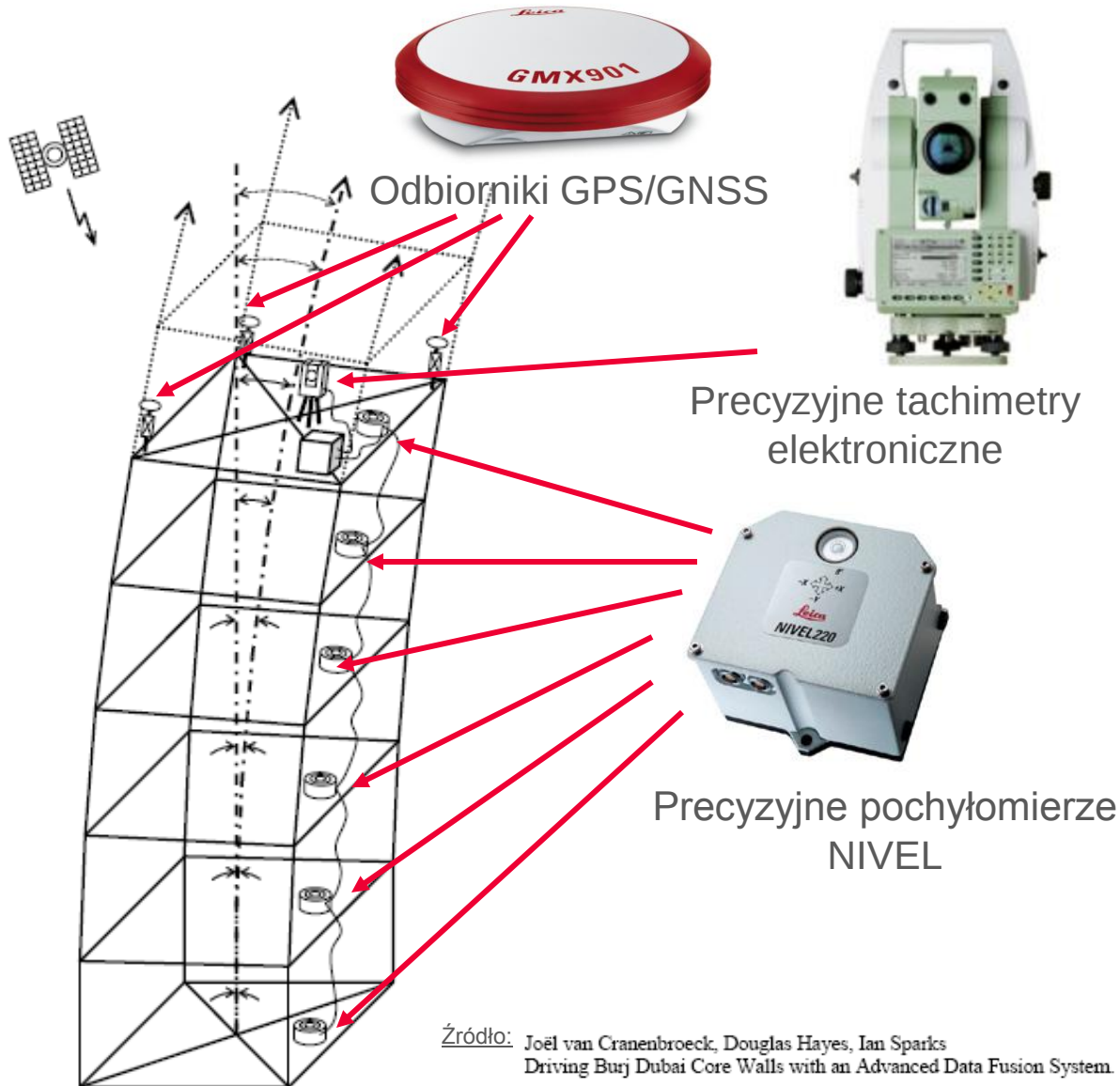
-Monitoring strukturalny – TM30, stacje
meteo, GeoMoS, łączność

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Rozwiązanie technologiczne podczas budowy wysokich obiektów



Stacja referencyjna GPS/GNSS

Źródło: Joël van Cranenbroeck, Douglas Hayes, Ian Sparks
Driving Burj Dubai Core Walls with an Advanced Data Fusion System.

FIG 12th Symposium on Deformation Measurements
Baden, Austria, May 22-25, 2006

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Wysokie budynki

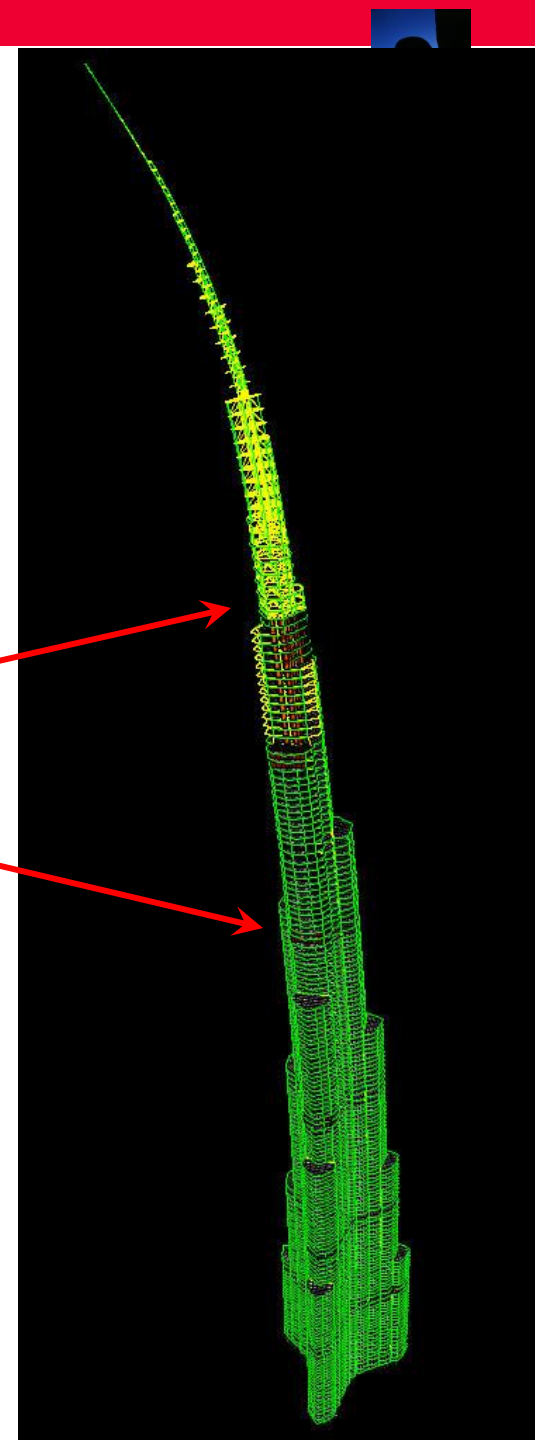
Kontrola wychyleń

- wartości przemieszczeń poziomych Hz spowodowanych działaniem wiatru

Miejsce badania	wysokość	przemieszczenia
biuro (piętro 153)	569.7 m	125 cm
piętro 108	375.3 m	54 cm

- pionowa wartość osiadania

- przewidywane osiadanie konstrukcji :
około 65 cm





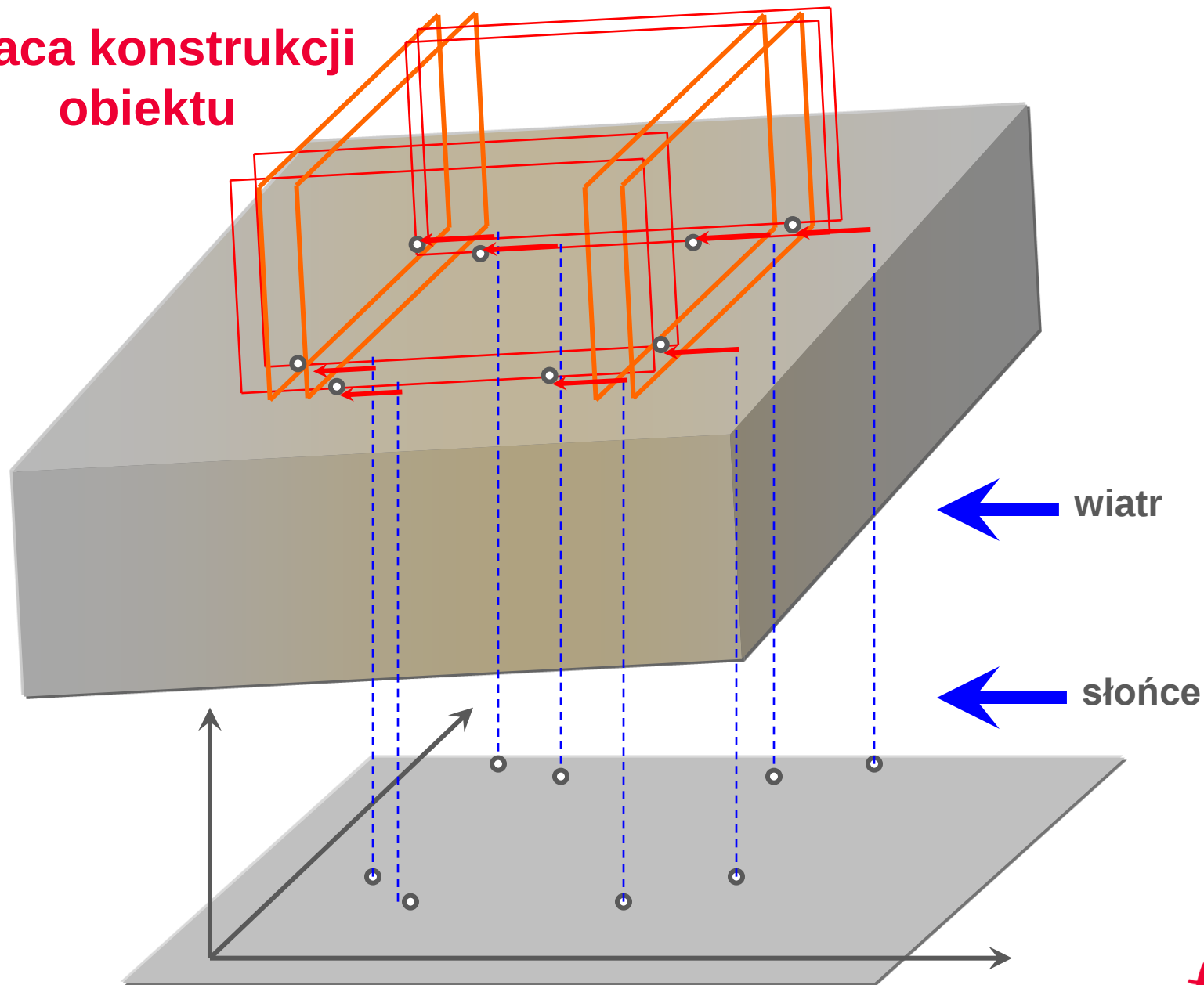
Czynniki, które należy wziąć pod uwagę w procesie realizacji wysokiego budynku :

- działanie sił spowodowanych wiatrem,
- procesy termiczne,
- obciążenia spowodowane pracą dźwigów,
- proces budowlany i związane z nim oddziaływania na budowlę
- wiele innych czynników...

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Praca konstrukcji obiektu



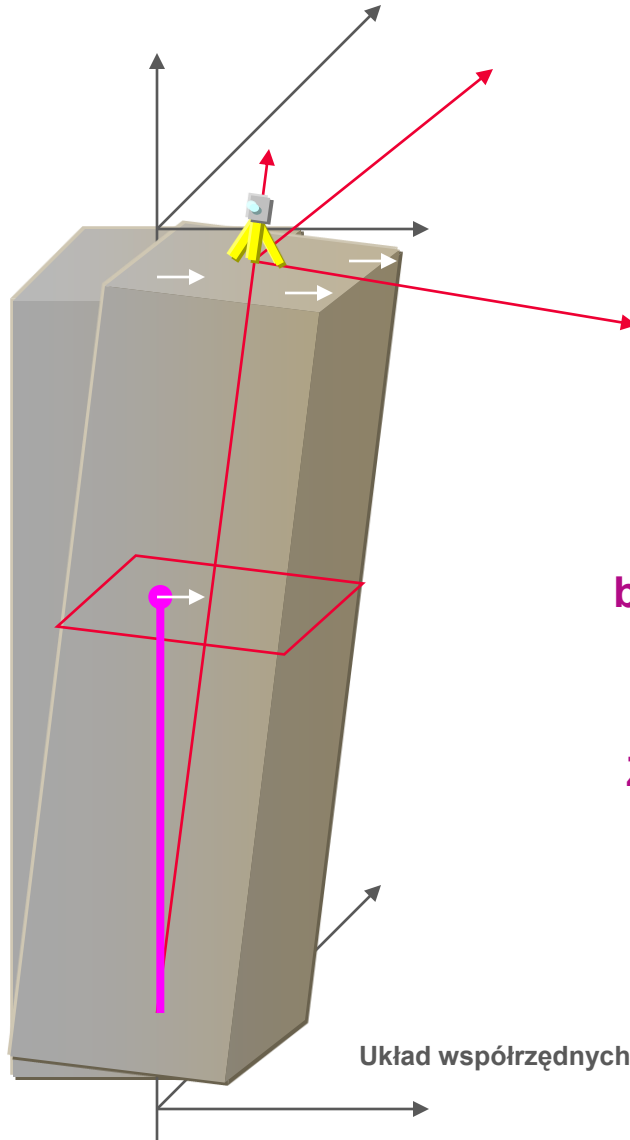


Budynki wysokie - przykład





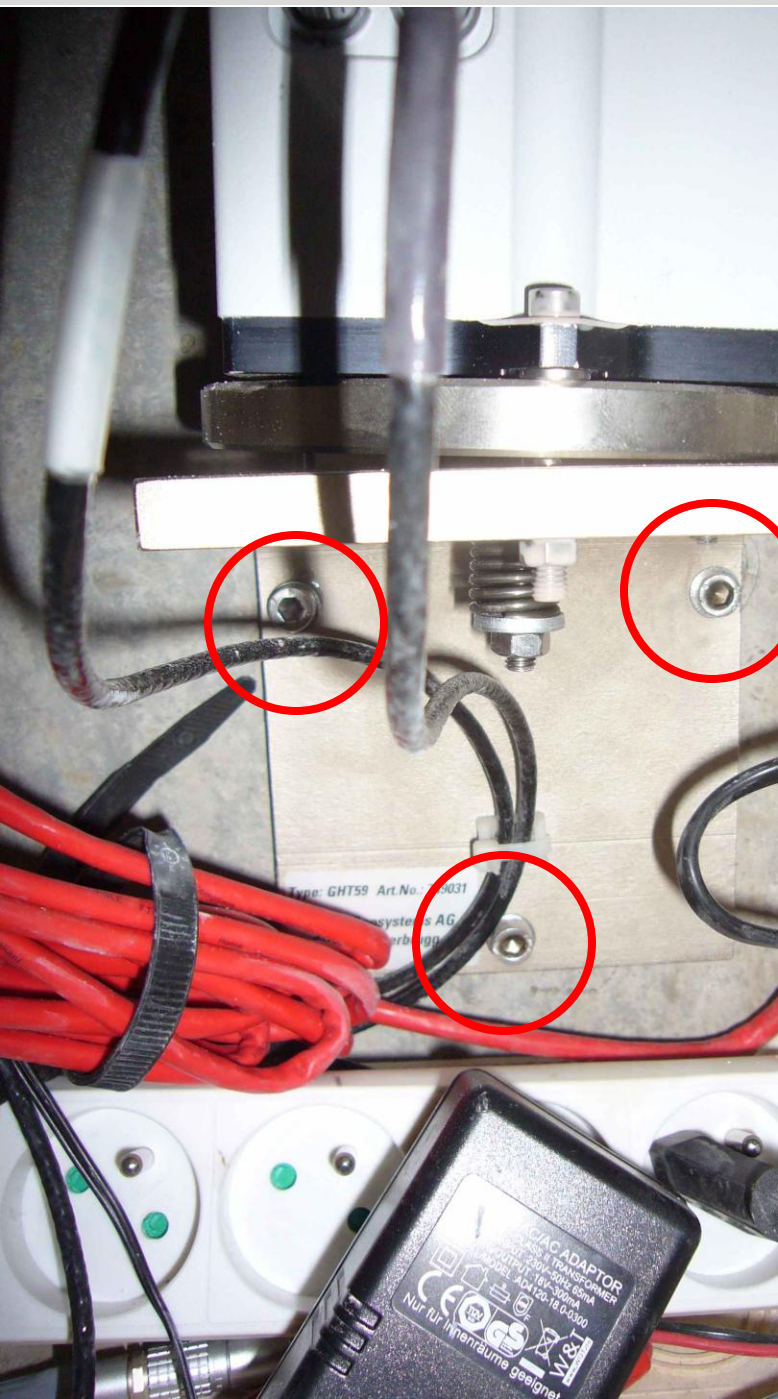
Prace realizacyjne – pionowniki laserowe



Realizacja linii pionu
podczas prac
budowlanych odbywa się
tradycyjnie za pomocą
pionowników.

Z powodu pracy obiektu
pojawiają się odchyłki,
których wartości należy
uwzględnić w
obliczeniach.

Układ współrzędnych realizacyjnych





Zarządzanie ryzykiem w monitoringu geodezyjnym



Podsumowanie

- Zdefiniowania przestrzeni ryzyka oraz zbudowanie jego mapy ułatwia projektowanie systemów monitoringu
- Ryzyko jest pojęciem interdyscyplinarnym, stąd też istnieje potrzeba opracowywania metod integracji i jego oceny



- Systemy monitoringu wiążą się nieodłącznie z RYZYKIEM. Istnieje zatem wymóg prawidłowej oceny ryzyka.
- Systemy monitoringu geodezyjnego działają na bazie MODELI. Modelowanie jest procesem naukowym.

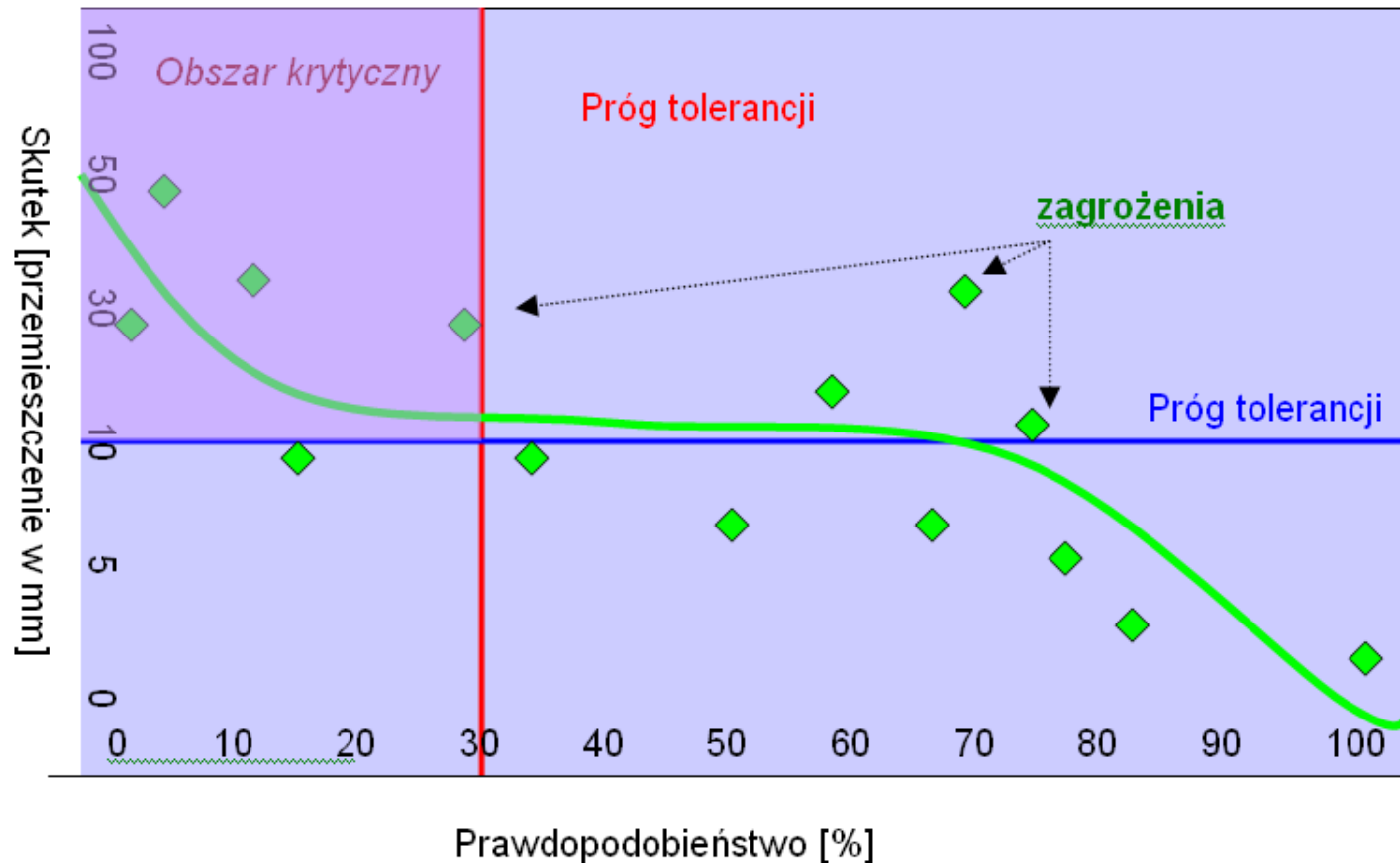
Fotografie: Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Szwajcaria

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Budowanie map ryzyka w projektach monitoringu strukturalnego





Definiowanie progów bezpieczeństwa

Geodetic Monitoring System GeoMoS

Limit Classes

Limit Classes

- Default
 - Longitudinal Displacement
 - Transverse Displacement
 - Height Displacement
 - 2D Vector
- Galeria
 - 3D Vector

Type	Limit 1 [m]	Limit 2 [m]	Limit 3 [m]	Interval [hours]
☐ Absolute Limit Check	0.02000	0.04000	0.10000	
☐ Short Time Limit Check	0.01500	0.03000	0.07500	4.00
☐ Long Time Limit Check	0.03000	0.06000	0.15000	24.00
☐ Regression Check	0.05000	0.10000	0.25000	24.00

Regression Unit: Observation type unit per 24 hours

Message Configurator

Acknowledge	Message
☒ Yes	Power failure!
☒ Yes	Burglary!
☒ Yes	Short time limit check level 1 exceeded
☒ Yes	Long time limit check level 1 exceeded
☒ No	Point not found!
☒ No	Point out of tolerance!
☒ No	Point does not exist or computed coordinates are not available!
☒ No	Point blunder check failed!
☒ No	Theodolite not defined!
☒ No	No communication with sensor!
☒ No	Positioning failure!
☒ No	Slope distance not measured!
☐ Yes	Communication lost!
☒ No	Point not in profile!
☒ No	Point group measurement finished!
☒ No	Coordinate calculation failed because of insufficient data!
☒ No	Station coordinates not computed!
☒ No	Velocity could not be computed!
☒ No	Displacement computation out of range!
☒ No	Not enough space on disk!
☒ No	Communication problem!
☒ No	Compensator out of range!
☒ No	Inclination measurement out of range!

Sel... Actions Condition

☒ +48000000000

Close

Condition...

Insert...

Edit...

Remove

Test

Mail Settings...

SMS Settings...

Digital IO...

Reset

Overview...

Condition

Trigger Condition

☐ Trigger On Every Message

☐ Trigger On Every 10 th Message or 60 Minutes Elapsed Since First Message

☒ Trigger If 10 Or More Messages Within 60 Minutes

☒ And Point Belongs To: ScSzczel

Delay Action

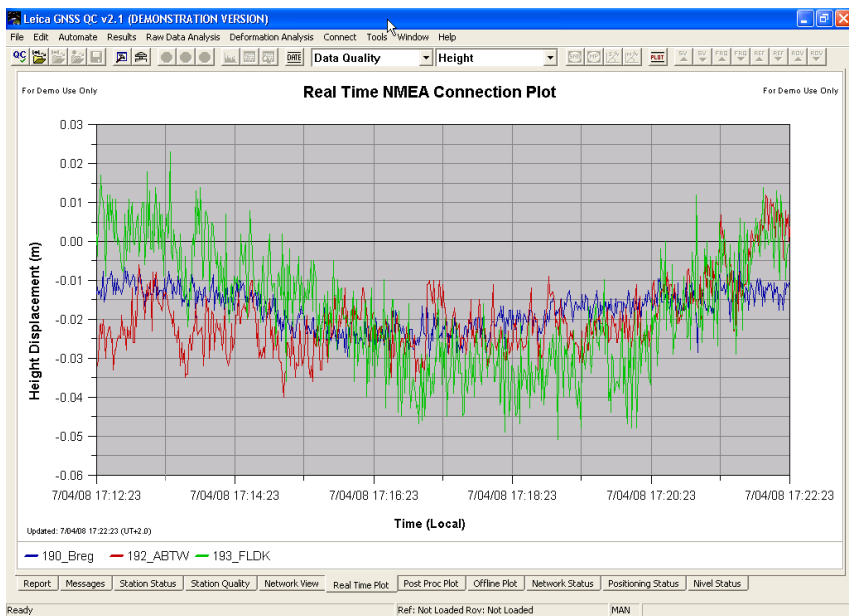
☒ Trigger Only Between: 00:00:00 and 23:59:59 60 Minutes

- when it has to be right

Leica
Geosystems

SPIDER QC – zaawansowane analizy wyników pomiarów

Informacje ogólne



Widok przemieszczeń wyznaczonych z trzech niezależnych odbiorników GPS – strumień danych NMEA

Wysoka częstotliwość analiz

- Dane GNSS w formacie NMEA: GGA , GGQ, LLQ i LMM; pliki oraz produkty post-processingu z programu Spider
- Wysoka częstotliwość pracy (20Hz); dane w czasie rzeczywistym dostarczane z sensorów przez port szeregowy lub TCP/IP

Obsługa pochyłomierzy Nivel 200

- Trzy poziomy kontroli zakresów dopuszczalnych przemieszczeń: podłużnych, poprzecznych, wysokościowych, 2D oraz 3D
- powiadamianie (e-mail, SMS, aplikacje zewnętrzne)
- Kontrola jakości danych surowych GNSS
- Analiza efektu wielotorowości (multipath)

GNSS QC vs GeoMoS

Porównanie możliwości analitycznych

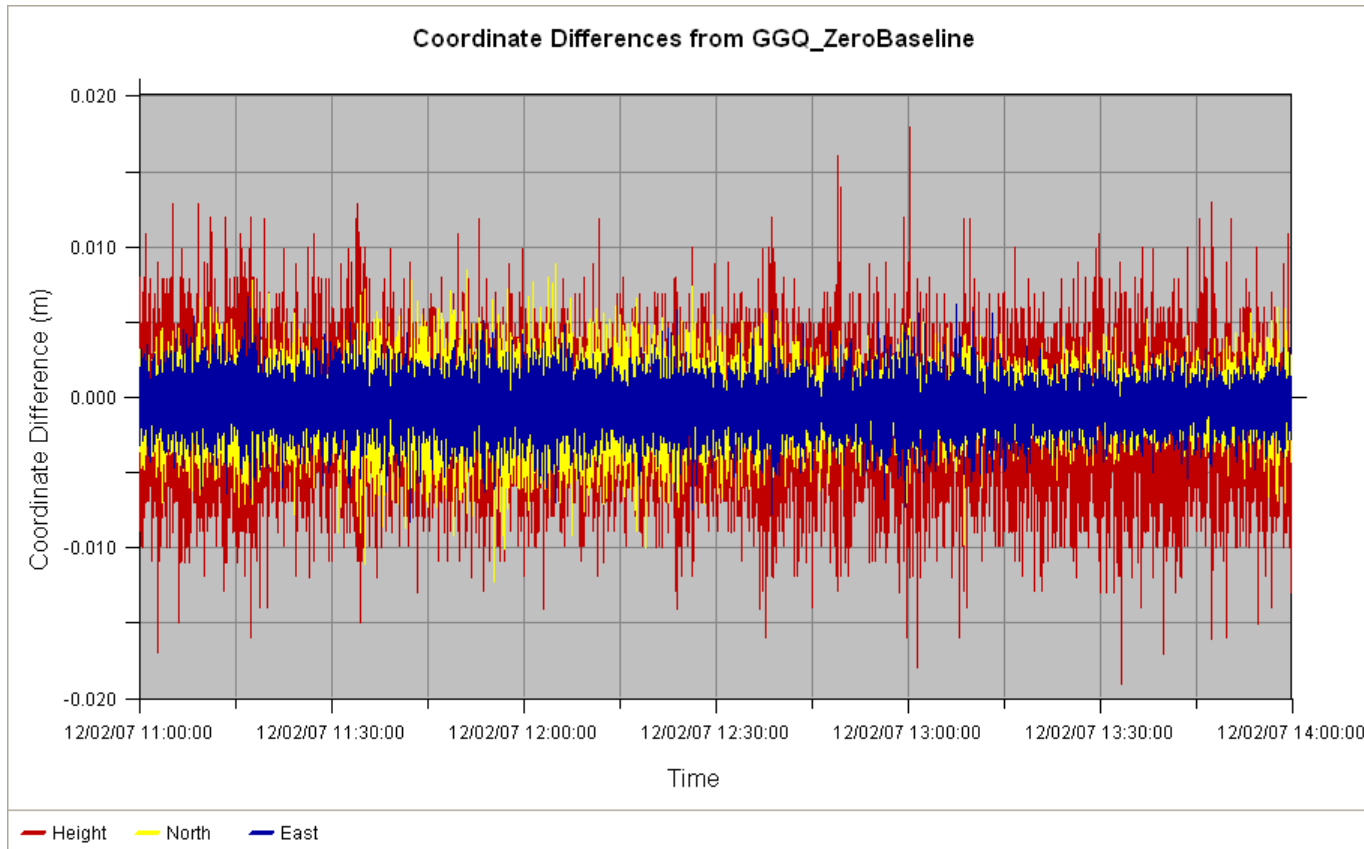


	GNSS QC	GeoMoS
Analiza wyników post-processingu (Spider)	Zapewniona	Zapewniona
Komendy NMEA	GGA, GGQ, LLQ, LMM	GGA
Integracja z innymi sensorami	Tylko Nivel	TPS, Nivel, niwelatory, meteo, geotechniczne itd.
Maksymalna częstotliwość pracy	20Hz	0.1Hz
Kontrola osiągniętych zakresów krytycznych	Wartości bezwzględne	Wartości bezwzględne, krótkie okresy, długie okresy, analiza regresji
Powiadamianie	aplikacje, e-mail, SMS	aplikacje, e-mail, SMS, SQL, wyjście cyfrowe
Analizy offline	ograniczone (tylko dane z plików)	zapewnione (dane z bazy danych SQL)
Analiza danych surowych GNSS	Tak	Nie



GNSS QC – zaawansowane analizy wyników pomiarów

Przykładowe wykresy analityczne dla czasu rzeczywistego



Wektor (linia bazowa) podczas korzystnej konfiguracji satelitów

Systemy monitoringu strukturalnego

Podsumowanie



- Dynamiczny model rzeczywistości – bardziej wiarygodny bo obrazuje rzeczywistą pracę obiektu
- Pozwala szybko zareagować na wypadek pojawienia się zagrożeń obserwowanego obiektu



- Współpraca z innymi systemami (branżowymi) umożliwia budowę zintegrowanego monitoringu obiektu inżynierskiego (np. mostu)
- System oszczędny i wysoce wydajny (efektywność, wysoka dokładność, wysoka wydajność pracy)

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Systemy monitoringu strukturalnego

Konkluzja

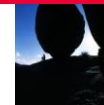


Zwiększenie bezpieczeństwa
obiektu w trakcie jego budowy
oraz podczas dalszego
użytkowania



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Dziękuję za uwagę

Krzysztof.Karsznia@leica-geosystems.com

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems