

„European Ground Motion Service” - usługa geoinżynieryjna i produkty programu Copernicus



Land Monitoring

Marek Mróz

*Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie, Wydział Geoinżynierii,
Katedra Geodezji* *ul. Oczapowskiego 1, 10-719 Olsztyn*

*W ramach dyskusji panelowej na seminarium pt. “Znaczenie monitoringu przemieszczeń
i deformacji dla bezpieczeństwa inwestycji budowlanych” – 13.03.2024 r*





CZYM JEST EGMS?

EGMS - akronim od **European Ground Motion Service** - komponent **Copernicus Land Monitoring Service**

Cel EGMS:

Dostarczenie *spójnej, aktualnej, standaryzowanej, wiarygodnej i zharmonizowanej transgranicznie* informacji o naturalnych i antropogenicznie wywoływanych deformacjach i przemieszczeniach terenu (gruntu i/lub infrastruktury) dla obszaru Europy.

- Jest to największy do tej pory serwis pomiarów deformacji z wykorzystaniem InSAR
- Stanowi część portfolio programu COPERNICUS Land Monitoring Service
- Jest wdrożony przez Europejską Agencję Środowiska (EEA)
- Jest pokłosiem kilku krajowych serwisów tego rodzaju oraz pracy międzynarodowego zespołu

Wrzesień 2017 – „white paper” – Biała księga – konsolidacja potrzeb i wymagań użytkowników w zakresie pan-europejskiego monitoringu deformacji i przemieszczeń terenu w formie produktów InSAR



Land
Monitoring

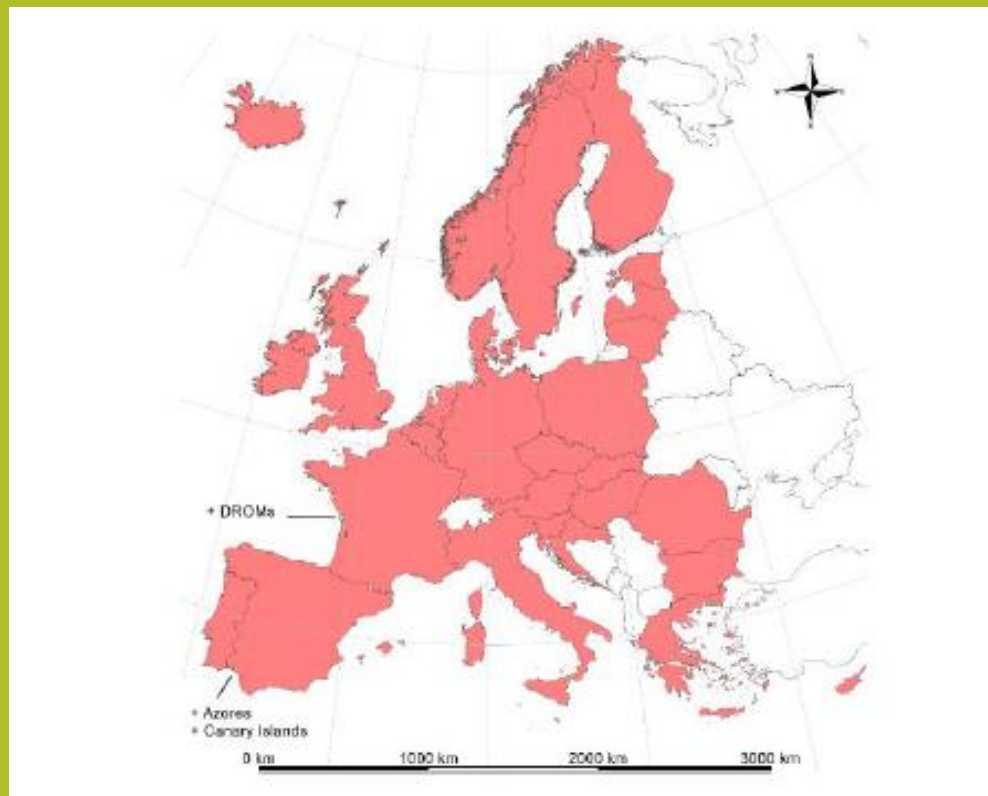
GRUPA DOCELOWA / UŻYTKOWNICY:

- Administracja publiczna w skali europejskiej, krajowej, regionalnej i lokalnej
- Obywatele państw programu Copernicus
- Służby monitorowania geozagrożeń pochodzenia naturalnego i antropogenicznego
- Służby geologiczne i geodezyjne
- Zarządzanie i planowanie przestrzenne: urbanistyczne i wiejskie
- Służby zarządzające infrastrukturą techniczną
- Górnictwo podziemne i odkrywkowe, przemysł wydobywczy ropy i gazu
- Służby monitoringu wód podziemnych, powierzchniowych, zapór i obwałowań
- Agencje ubezpieczeniowe i sądownictwo
- Budownictwo lądowe
- Drogownictwo i kolejnictwo
- Rynek nieruchomości



Land
Monitoring

ZASIĘG GEOGRAFICZNY





OBSZARY TEMATYCZNE

Geozagrożenia	Inżynieria lądowa i infrastruktura techniczna	Energetyka i zasoby naturalne	Dziedzictwo kulturowe
<ul style="list-style-type: none">• Osiadania i zapadliska• Osuwiska• Trzęsienia Ziemi• Wulkanizm	<ul style="list-style-type: none">• Budynki i budowle• Drogi• Tunele• Mosty• Torowiska• Lotniska• Porty morskie	<ul style="list-style-type: none">• Gazociągi i ropociągi• Elektrownie• Farmy wiatrowe• Linie energetyczne• Zapory• Kopalnie	<ul style="list-style-type: none">• Konserwacja i zarządzanie obiektami dziedzictwa kulturowego



European Environment Agency



End-to-end implementation and operation of the European Ground Motion Service (EGMS)



Land
Monitoring

End User Requirements

Date: 20/12/2021

Doc. Version: 1.0



END USER REQUIREMENTS / OCZEKIWANIA UŻYTKOWNIKÓW

- Lista „22” – Produkt powinien:
- Być aktualizowany corocznie
- Pokrywać terytorium państw Copernicusa
- Być wykonany w pełnej rozdzielczości danych Sentinel-1
- Zawierać przestrzennie zharmonizowaną i spójną informację o przemieszczeniu terenu/gruntu
- Być opracowany zgodnie z dobrze określonymi specyfikacjami
- Zawierać wartości **prędkości przemieszczeń** w geometrii natywnej (ukośnej) – Line-Of-Sight
- Zawierać bezwzględne wartości przemieszczeń terenu
- Zawierać wartości zdekomponowane na składową pionową i poziomą
- Zawierać wartości przemieszczeń i deformacji w szeregach czasowych
- Być umieszczony na interaktywnej i intuicyjnej platformie dystrybucyjnej z możliwością wizualizacji
- Być dostępny formalnie i technicznie do pobrania na drodze internetowej transferu cyfrowego
- Być udostępniany w standardowych, otwartych i udokumentowanych formatach danych i metadanych
- Być w pełni udokumentowany dla ułatwienia skutecznego i poprawnego jego użycia
- Być opisany w podręcznikach i przewodnikach udostępnianych użytkownikom
- Posiadać wsparcie dedykowanego serwisu pomocy użytkownikowi
- Być dokładny, o jakości kontrolowanej na podstawie uzgodnionych i udokumentowanych specyfikacji technicznych
- Mieć odniesienie do wyników jego kontroli jakości i „certyfikacji” udostępnianych użytkownikowi
- Być udostępniany permanentnie w sposób operacyjny
- Dostarczać informacji wspierających stosowne działania użytkowników w zakresie ich rutynowej aktywności
- Być weryfikowany w stosunku do wymagań użytkowników na podstawie niezależnych danych
- Ewoluuować i być modyfikowanym wg. wskazań użytkowników
- Być regularnie konsultowany z użytkownikami pod względem jego stosowalności i jakości



Land
Monitoring

PRODUKTY



European Environment Agency



End-to-end implementation and operation of the European Ground Motion Service (EGMS)



Land
Monitoring

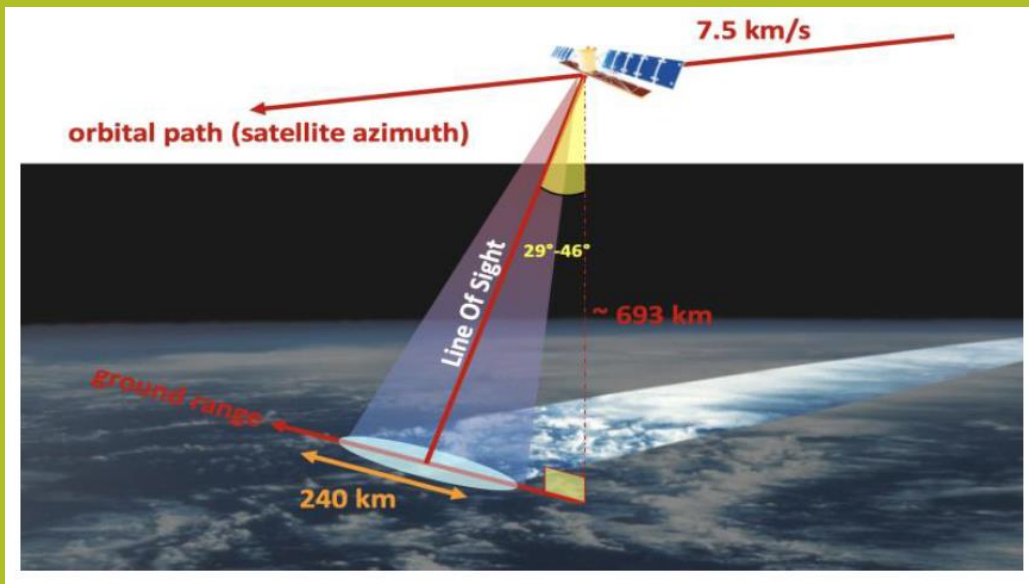
Product User Manual

Date: 17/05/2022

Doc. Version: 1.6



DANE

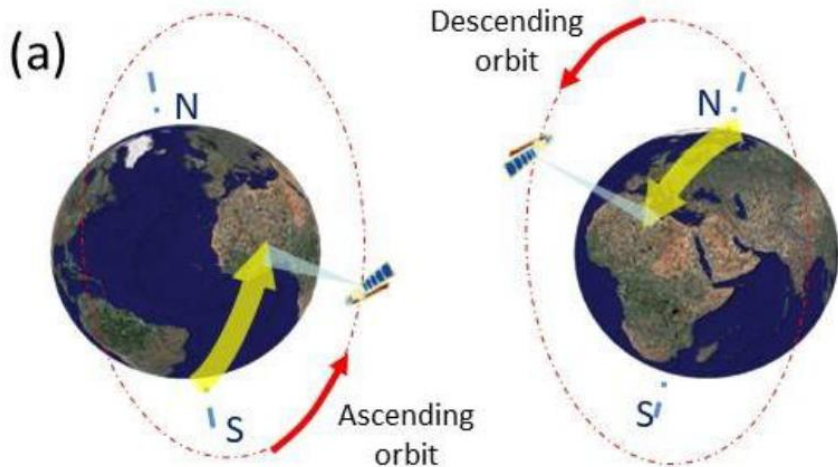


EGMS wykorzystuje dane Sentinel-1 SAR, Level-1 SLC zbierane przez satelity Sentinel-1A i Sentinel-1B*, w paśmie C, długość fali około 5.5 cm (5.405 GHz), w trybie Interferometric Wide Swath (IW), o rozdzielczości przestrzennej 20 m w kierunku azymutalnym i 5 m w kierunku zasięgu, w formie 27 „burstów” (kafelków) – mniejszych fragmentów sceny o wymiarach całkowitych około 250 x 180km. Interwał pomiarowy: 12 dni przed kwietniem 2016r., 6 dni – między kwietniem 2016 a Grudniem 2021, od 2022 – znowu 12 dni.

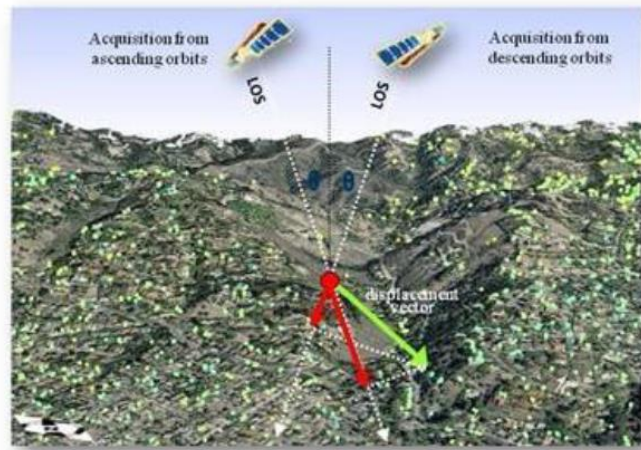
*obecnie tylko 1A



European Environment Agency



(b)



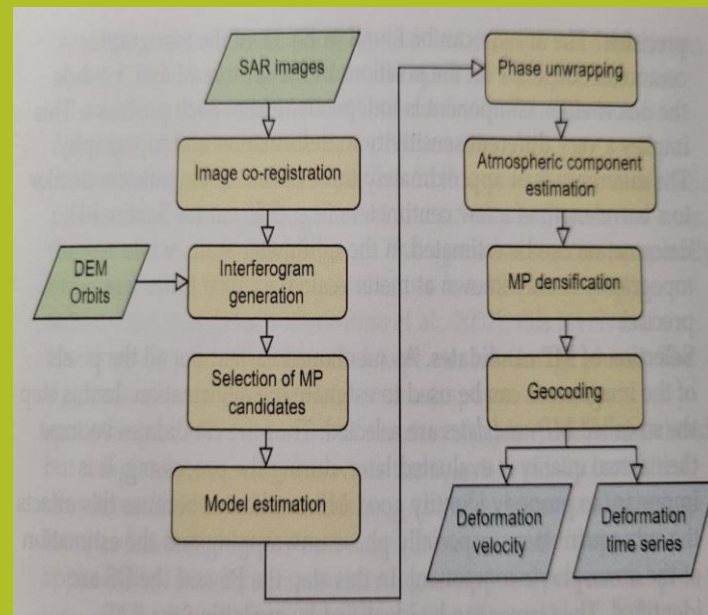


Metodyka – dopracowane i pewne algorytmy interferometrii SAR, w szczególności techniki wielokrotnych obserwacji, szeregów czasowych interferogramów różnicowych, w pełnej rozdzielczości, z satelity Sentinel-1 w celu wygenerowania całkowitego przemieszczenia i średniej prędkości w czasie kilku lat, dla każdego zidentyfikowanego punktu pomiarowego (MP) ze zbioru wielu miliardów punktów dla obszaru Europy.

Wytwarzaniem produktu podstawowego oraz trzema kolejnymi rocznymi aktualizacjami zajmuje się konsorcjum „ORIGINAL” (4 główne firmy: e-GEOS, TRE-Altamira, NORCE, GAF oraz sześciu podwykonawców)

Przetwarzanie jest podzielone między wykonawców, którzy realizują je wg. własnych algorytmów.

Kontrola zgodności i harmonizacja następuje na podstawie obszarów pokrywających się scen (overlaps)





Sentinel-1



Basic



Calibrated



Ortho

BASIC 2A	Geometria <u>LoS</u> – Line of Sight; <u>geolokalizacja</u> punktu; miary jakości dla indywidualnych punktów pomiarowych (MP); <u>pomiar względny</u> – w stosunku do wirtualnego punktu referencyjnego; dla użytkowników zaawansowanych w dziedzinie <u>InSAR</u> ; pełna rozdzielczość: 10x10m
CALIBRATED 2B	Zasadniczy produkt EGMS; dla większości odbiorców; poprawiony produkt „Basic” na podstawie permanentnych obserwacji GNSS; kalibrowany/ <u>bezwzględny</u> ; pełna rozdzielczość 10x10m
ORTHO 3	Zdekomponowany na składową pionową (wertykalną) i poziomą E-W; rozdzielczość zredukowana 100x100m (kompatybilna z innymi warstwami CLMS)

*Level 0 – RAW; Level 1 – SLC – dane wejściowe do InSAR

SLC – Single Look Complex – jednostkowy pomiar amplitudy i fazy w formie zespolonej (I / Q)



Land
Monitoring

PRODUKTY

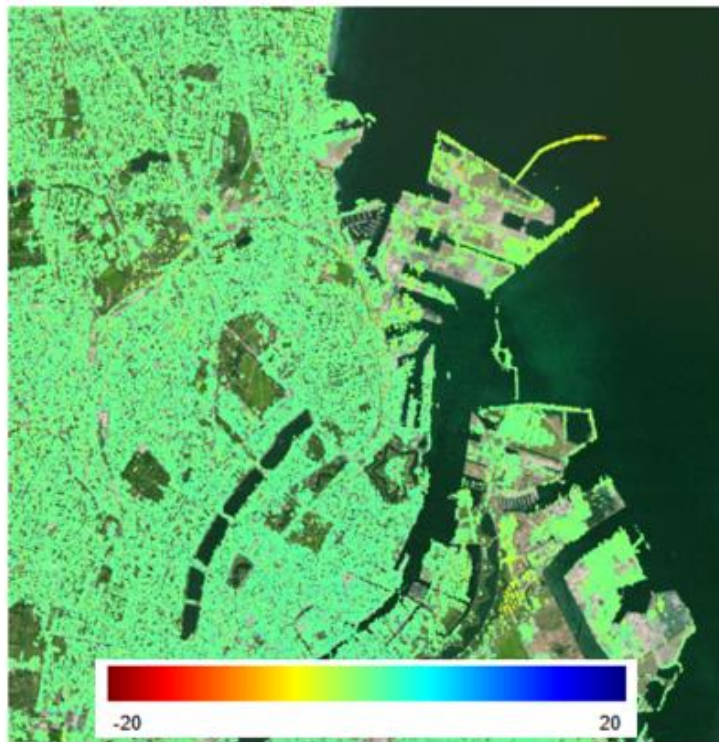


Figure 4 Example of EGMS *Basic* product (City of Copenhagen - Denmark)



Land
Monitoring

PRODUKTY

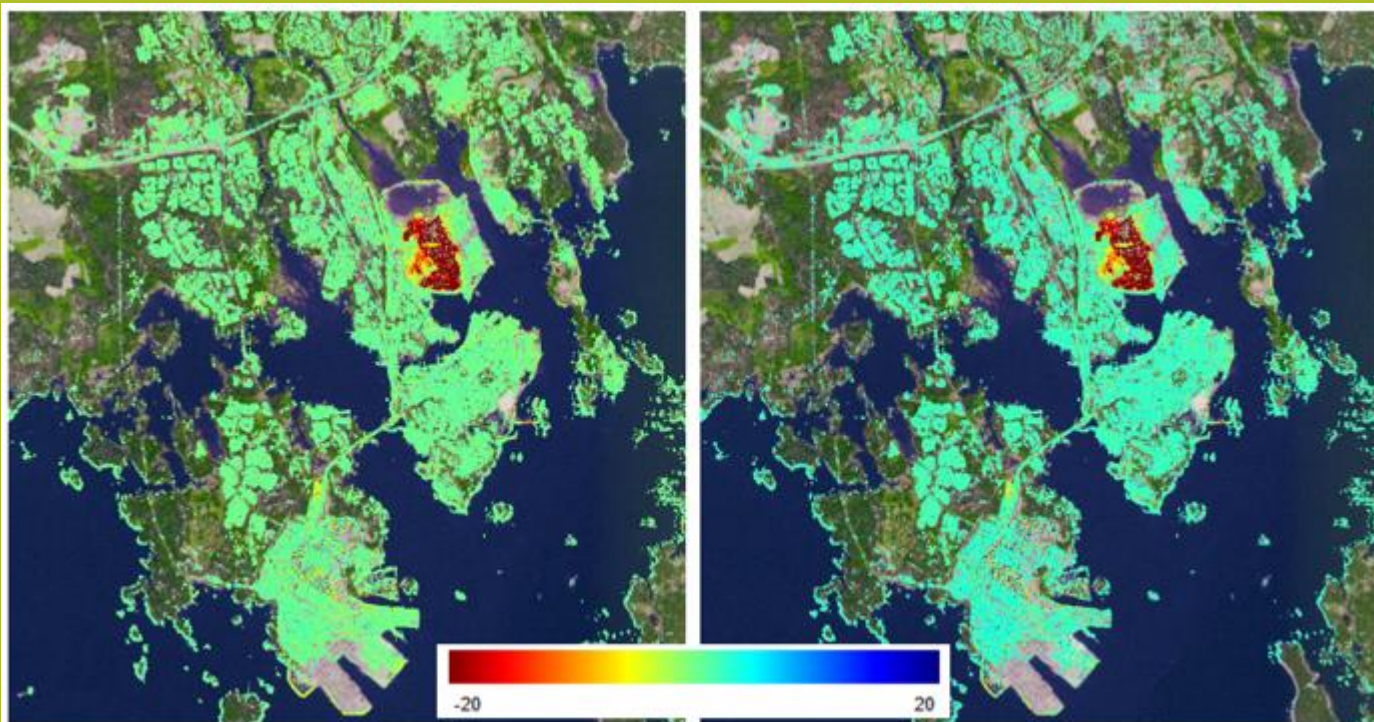


Figure 5 Comparison of *Basic* and *Calibrated* product (City of Kotka - Finland)



Land
Monitoring

PRODUKTY

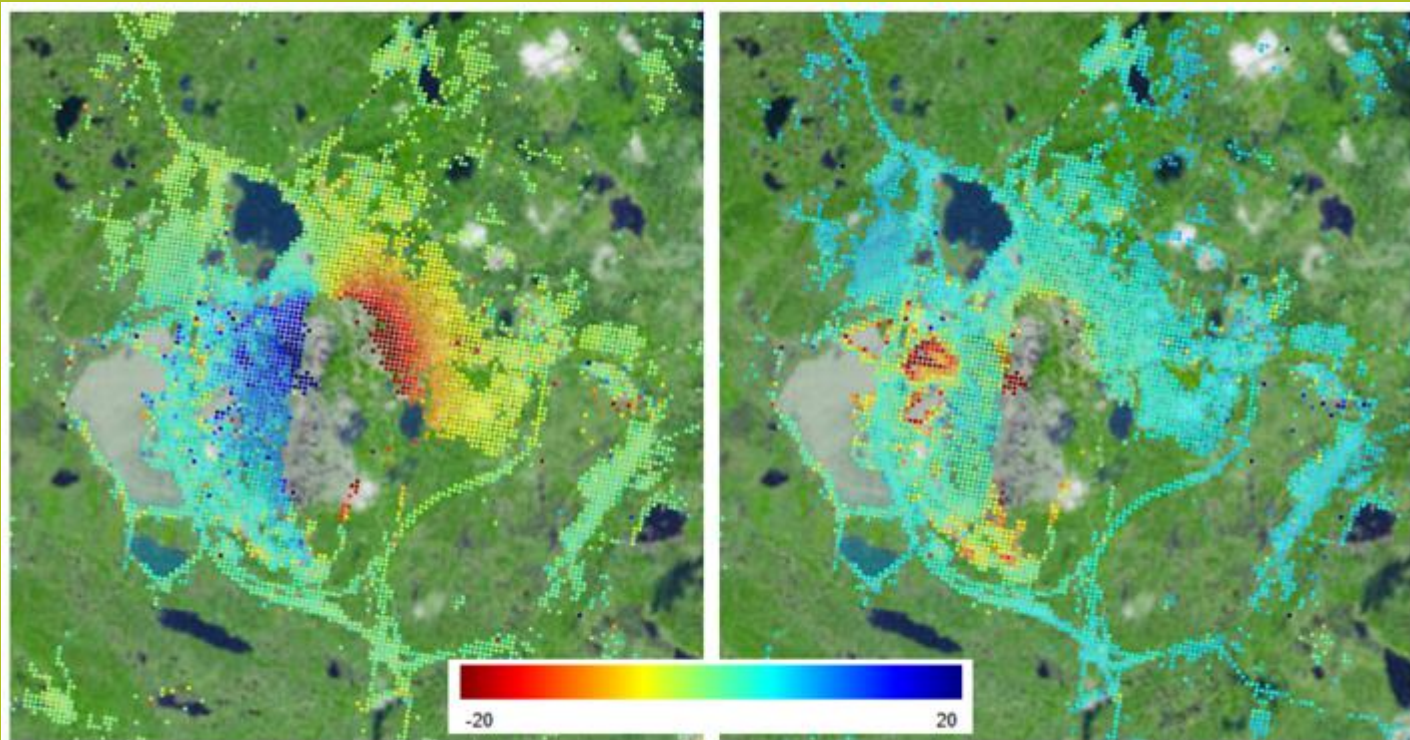


Figure 6 Example of an *Ortho* product – horizontal / East-West (left) and vertical / Up-Down (right) (City of Kiruna - Sweden)



ATRYBUTY PUNKTÓW POMIAROWYCH (MPs)

Typ MP:

PS – Persistent Scatterer (punkt; pow. „0”)

DS – Distributed Scatterer (pow. > „0”)

Koherencja czasowa

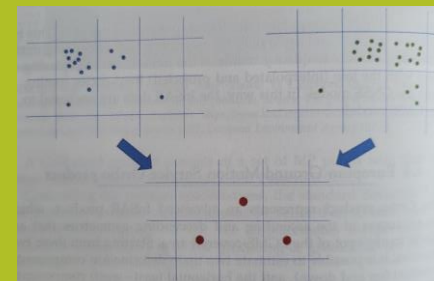
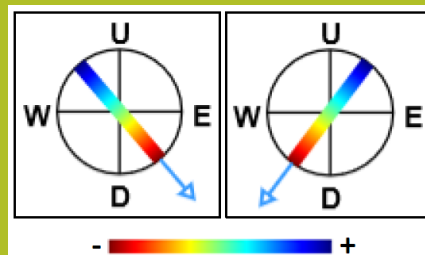
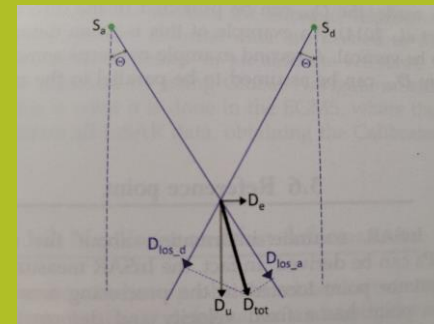
Stabilność charakterystyki „odbiciowej” punktu pomiarowego MP w czasie określa m.in. koherencja czasowa (0-1).

Błąd RMS

Średnia prędkość

Sezonowość deformacji

Szeregi czasowe – „historia deformacji” punktu pomiarowego





PRODUKTY

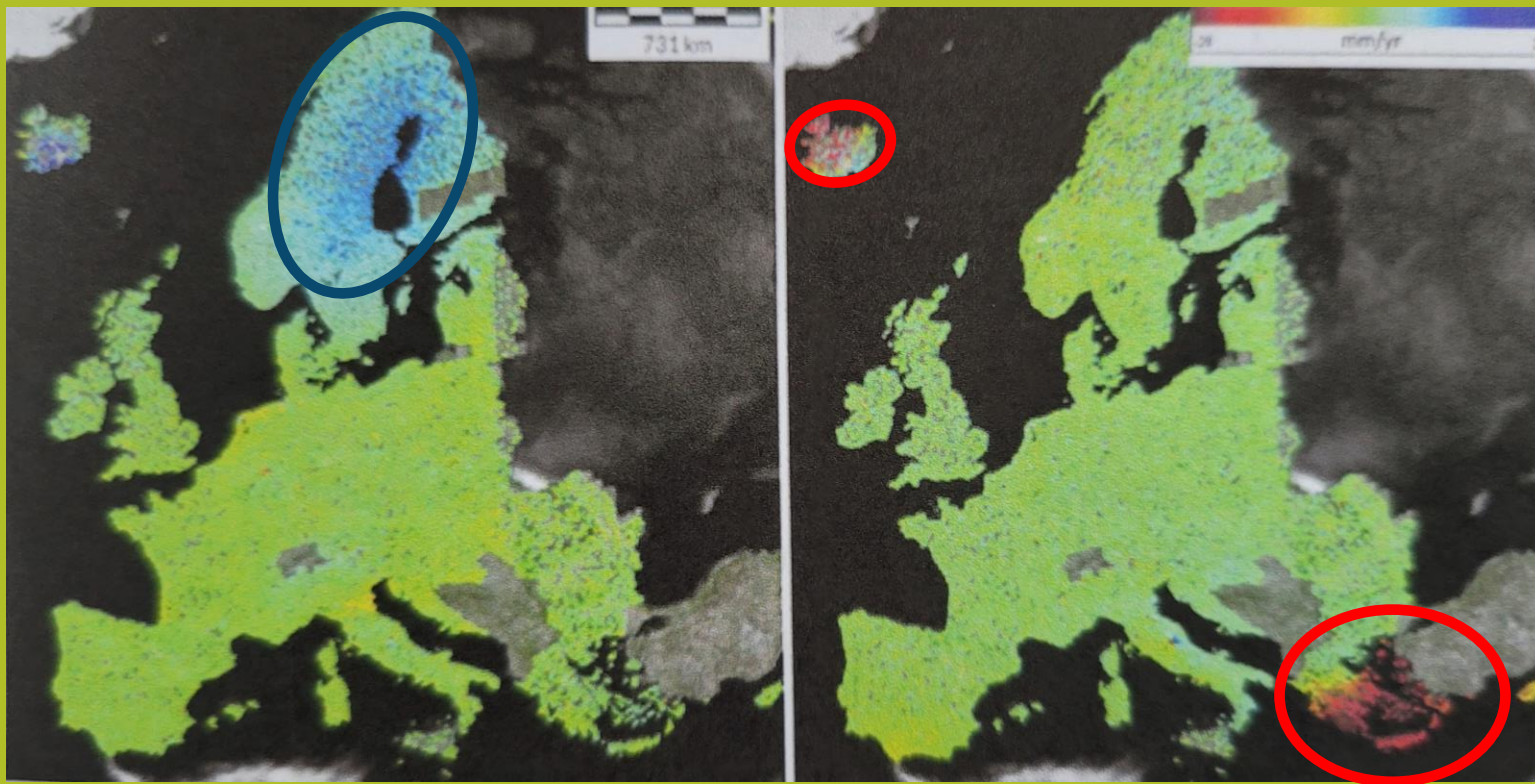
Specifications	<i>Basic</i>	<i>Calibrated</i>	<i>Ortho</i>
3D Geolocation accuracy	<10m	<10m	<10m
Mean velocity STD	0.7 mm/yr	0.7 mm/yr	0.7 mm/yr
Displacement STD	4 mm	8mm	8mm
Measurement Density	CORINE Land Cover 18: Class 1.1.1 > 5000 MP/km ² Class 1.1.2 > 1000 MP/km ² Class 1.2 > 1000 MP/km ² Class 3.3 > 100 MP/km ²	The same as <i>Basic</i>	Reduced due to resampling

Zagęszczenie punktów pomiarowych zależne od rodzaju pokrycia terenu (CLC)



Land
Monitoring

PRZYKŁADY





Land
Monitoring

PRZYKŁADY

European Ground Motion Service

Place/coordinates (lat lon)

Background Layers

- Blue Marble
NASA
- Corine Land Cover 2018 DOMs raster
Copernicus, European Environment Agency
- Corine Land Cover 2018 raster
Copernicus, European Environment Agency
- Euro Regional Map
© EuroGeographics 2022
- Vector layer
No attribution specified
- VHR Image Mosaic 2012
Copernicus, European Environment Agency
- VHR Image Mosaic 2018
Copernicus, European Environment Agency

BASIC (Level 2A)

CALIBRATED (Level 2B)

- Ascending
- Descending

DROM

ORTHO (Level 3)

- East/West
2018-2022
- Vertical
2018-2022

WGS84 51.4868 N 15.8600 E 139.66 m

Credits

Live



Land
Monitoring

PRZYKŁADY

European Ground Motion Service

Place/coordinates (lat lon)

Background Layers

- Blue Marble
NASA
- Corine Land Cover 2018 DOMs raster
Copernicus, European Environment Agency
- Corine Land Cover 2018 raster
Copernicus, European Environment Agency
- Euro Regional Map
© EuroGeographics 2022
- Vector layer
No attribution specified
- VHR Image Mosaic 2012
Copernicus, European Environment Agency
- VHR Image Mosaic 2018
Copernicus, European Environment Agency

BASIC (Level 2A)

CALIBRATED (Level 2B)

- Ascending
- Descending

DROM

ORTHO (Level 3)

- East/West
2018-2022
- Vertical
2018-2022

WGS84 51.5160 N 15.9692 E 141.42 m

Credits

Live



Land
Monitoring

PRZYKŁADY

The screenshot displays the European Ground Motion Service interface. On the left, a 'Background Layers' panel lists various data sources, with 'East/West 2018-2022' selected. The main map area shows a satellite image with numerous colored points representing ground motion. A settings panel on the right allows for customization of the 'East/West' layer, including a 100% opacity slider, a 5.2 pixels size slider, a 'Circle' shape selector, and a color palette set to 'InSAR default'. Checkboxes for 'Override global settings', 'Colorize points using palette and scale', and 'Hide points under/behind terrain' are visible. The status bar at the bottom shows coordinates 'WGS84 51.5412 N 15.8752 E 137.33 m' and a 'Live' indicator.



Land
Monitoring

PRZYKŁADY

The screenshot displays the European Ground Motion Service interface. At the top, it features the logos for the European Union, Copernicus (Europe's eyes on Earth), Land Monitoring, and the European Environment Agency. The main title is "European Ground Motion Service".

The interface includes a left-hand sidebar with a "Background Layers" panel. The layers listed are:

- Blue Marble (NASA)
- Corine Land Cover 2018 DOMs raster (Copernicus, European Environment Agency)
- Corine Land Cover 2018 raster (Copernicus, European Environment Agency)
- Euro Regional Map (© EuroGeographics 2022)
- Vector layer (No attribution specified)
- VHR Image Mosaic 2012 (Copernicus, European Environment Agency)
- VHR Image Mosaic 2018 (Copernicus, European Environment Agency)

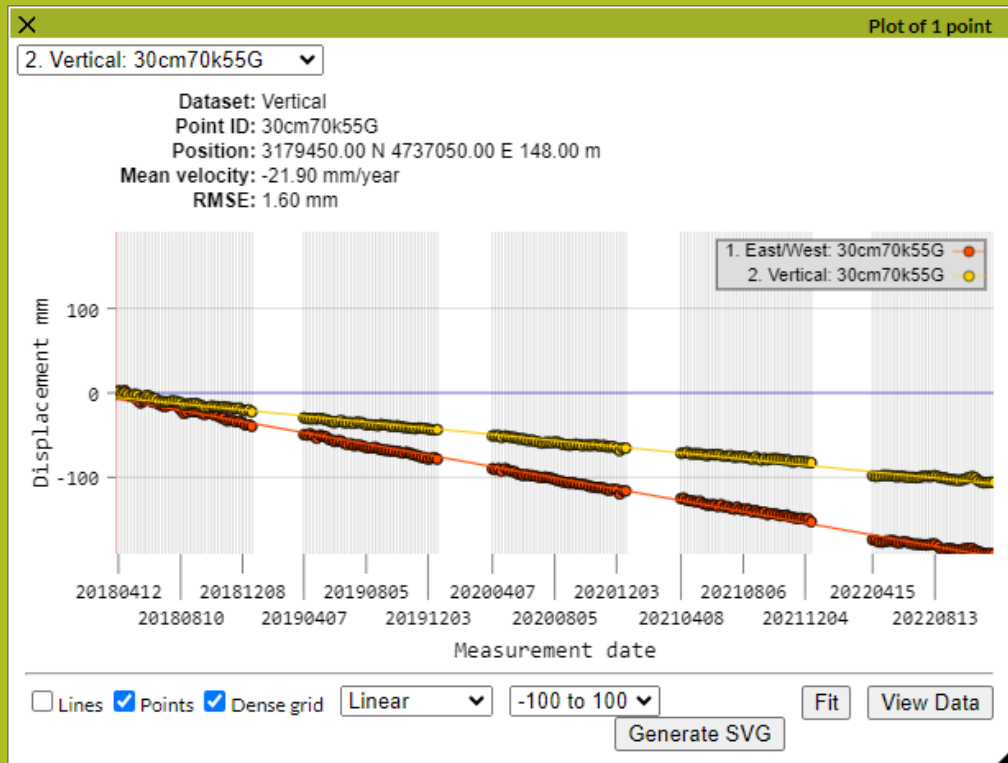
Below the layers, there are sections for "BASIC (Level 2A)", "CALIBRATED (Level 2B)" (with sub-options for Ascending and Descending), "DROM", and "ORTHO (Level 3)" (with sub-options for East/West 2018-2022 and Vertical 2018-2022, which is currently selected).

The main map area shows a satellite-style aerial view with a grid of colored points representing ground motion data. A semi-transparent pink polygon is overlaid on the map. A settings dialog box titled "Vertical" is open, showing a color scale from -88.400 to 9.60000. The dialog includes options for "Override global settings" (checked), "Colorize points using palette and scale" (checked), and "Hide points under/behind terrain" (unchecked). The "Auto adjust range" button is also visible.

At the bottom of the map, the coordinates are displayed as "WGS84 51.5495 N 15.8774 E 136.72 m" and a "Live" indicator is present.



PRZYKŁADY



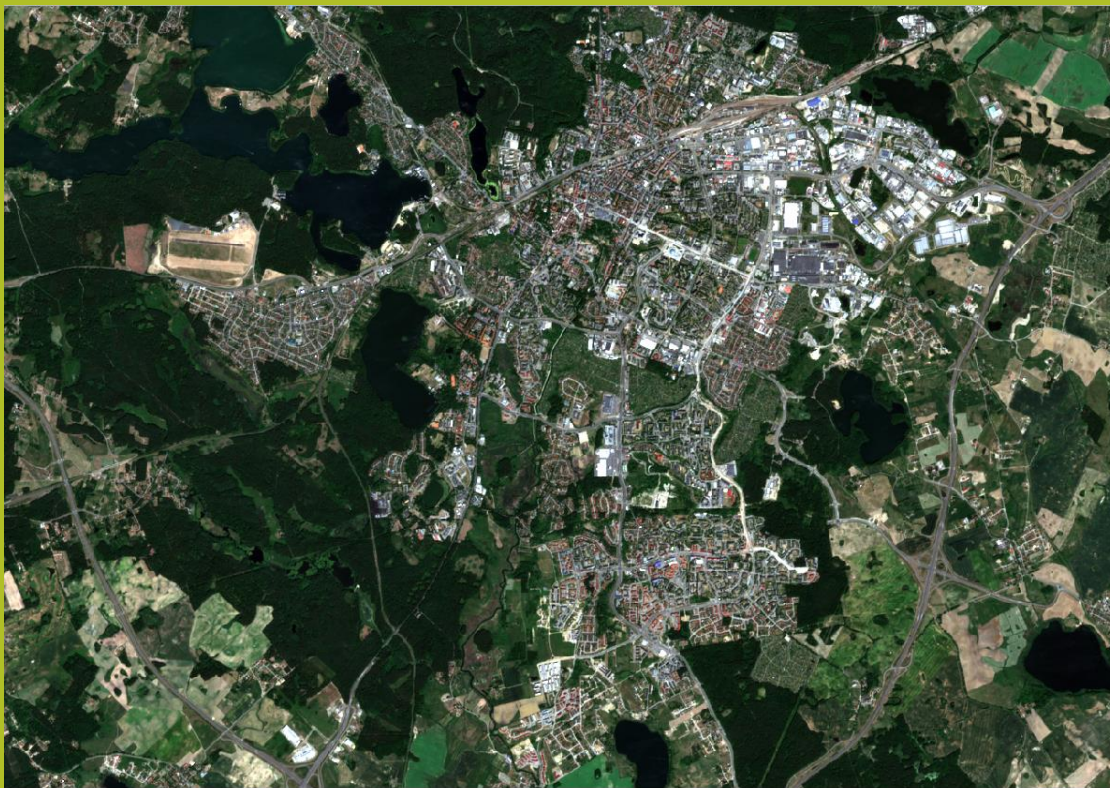
Name	Value
Dataset	Vertical
Point ID	30cm70k55G
easting	4737050
northing	3179450
height	148
rmse	1.6000002
mean_velocity	-21.89999962
mean_velocity_std	0.10000000
acceleration	1.45000005
acceleration_std	0.17000000
seasonality	1
seasonality_std	0.10000000

Name	Value
Dataset	Vertical
Point ID	30cm70k55G
easting	4737050
northing	3179450
height	148
rmse	1.6000002
mean_velocity	-21.89999962
mean_velocity_std	0.10000000
acceleration	1.45000005
acceleration_std	0.17000000
seasonality	1
seasonality_std	0.10000000



Land
Monitoring

PRZYKŁADY



Współrzędne 499313,5954960 Skala 1:41165 Powiększenie 100% Kąt



Land
Monitoring

PRZYKŁADY

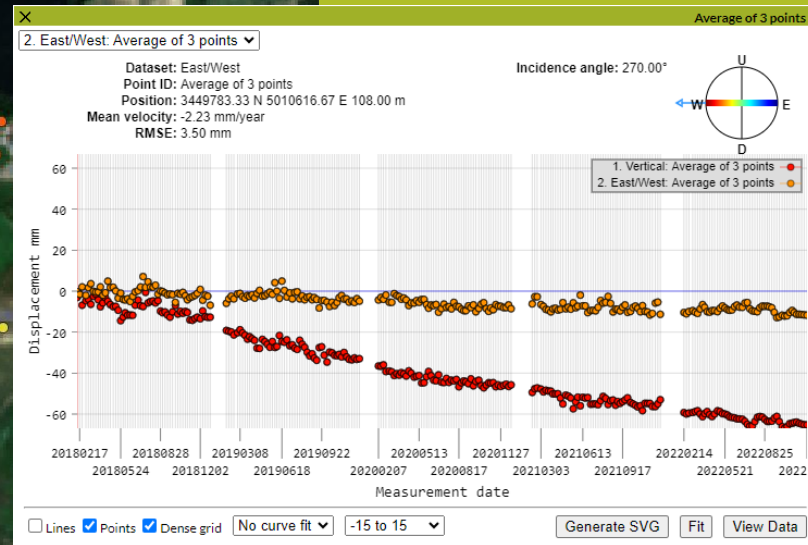
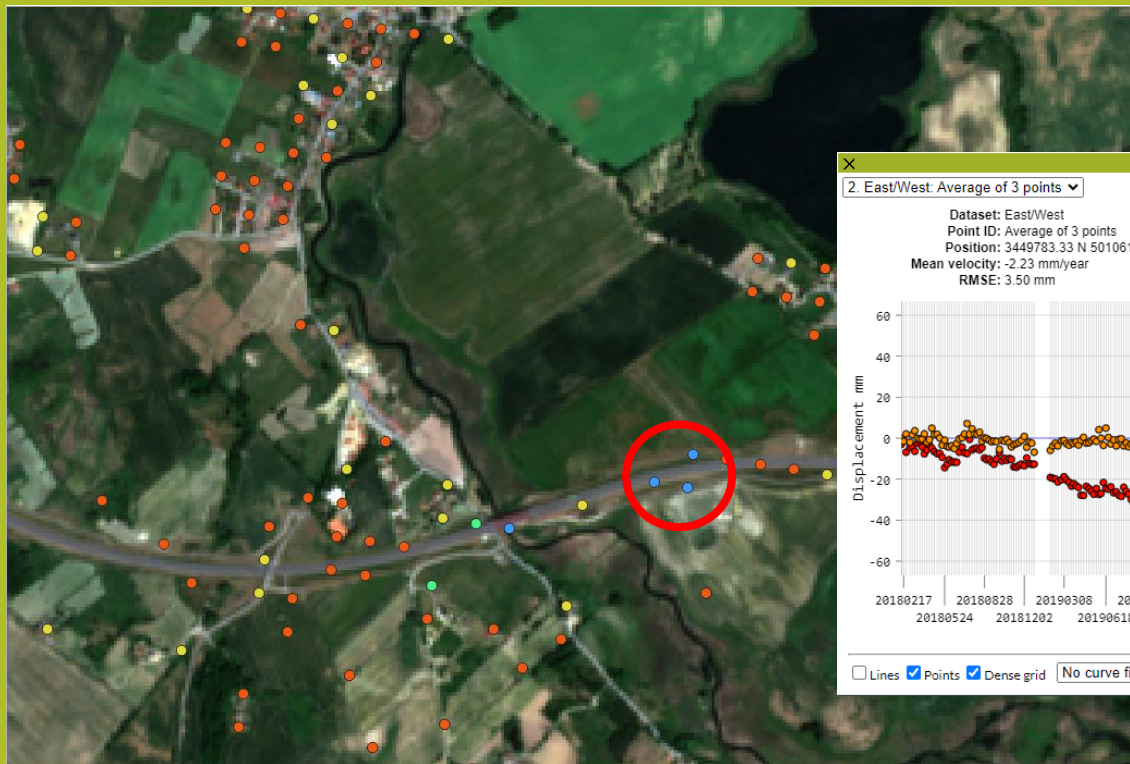


Współrzędne 458594,5957128 Skala 1:41165 Powiększenie 100% Kąt



Land
Monitoring

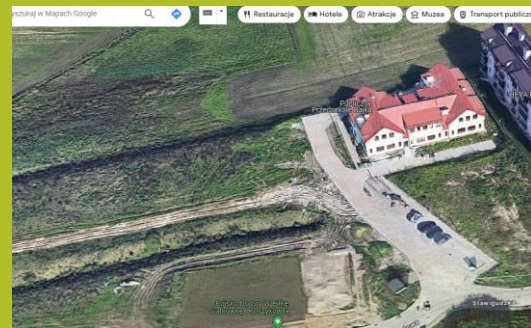
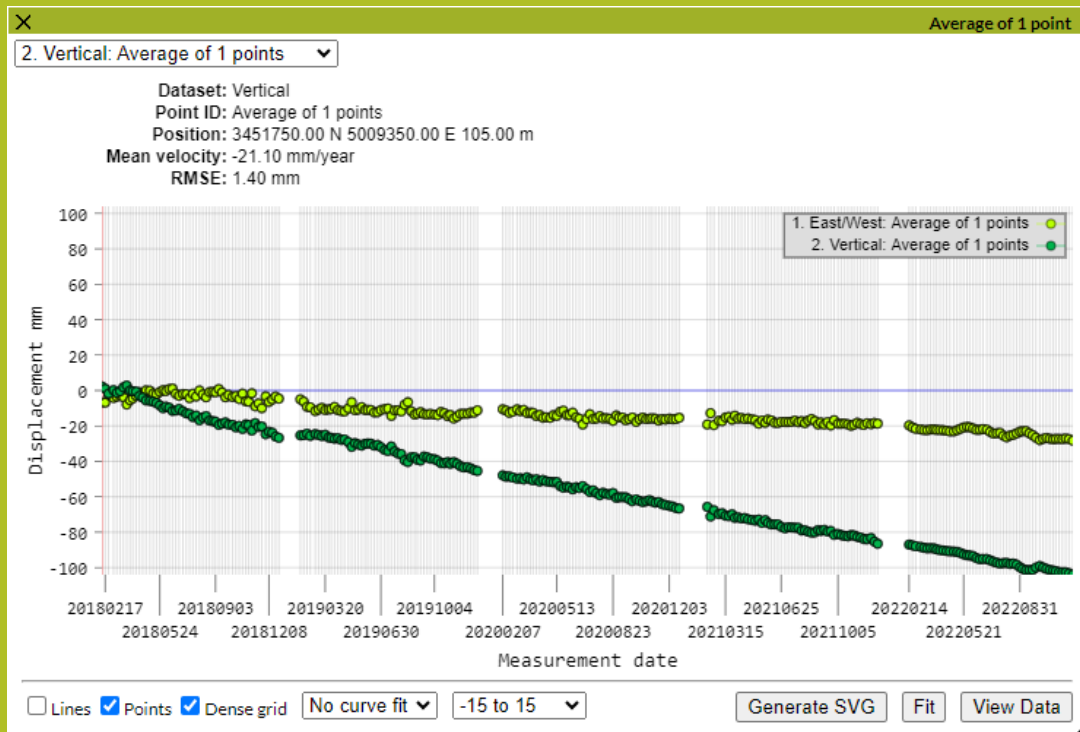
PRZYKŁADY



Współrzędne 463959,5950895 Skala 1:10291 Powiększenie 100%



PRZYKŁADY





Lista działań walidujących produkty (weryfikujących jakość)











1. Sprawdzenie gęstości MPs
2. Porównanie z lokalnymi / krajowymi serwisami np. niemieckim i norweskim
3. Porównanie z tematycznymi bazami danych (spisy zdarzeń, uszkodzeń, deformacji, osuwisk, zapadlisk, prac inżynierskich, itp..)
4. Sprawdzenie zgodności z pokrewnymi geo-danymi: geologia, litologia, geotechnika, hydrogeologia, geomorfologia
5. Porównanie z pomiarami GNSS (niezależnymi od wykorzystanych w produkcji)
6. Porównanie z bezpośrednimi pomiarami inżynierskimi
7. Ocena wysokości, położenia i przemieszczenia na reflektorach narożnikowych (**corner reflectors**)



Land
Monitoring

EGMS – DOKUMENTACJA

Dokumentacja dostępna publicznie:

-  2023_09_21_User_Manual_Guidelines_for_EGMS_data_analyses_final.pdf
-  2023_08_07_Patch_note_EGMS_2021_update.pdf
-  2022_10_27_Interface_manual_EGMS-D5-UIM-SC2-061.pdf
-  2022_07_09_Quality_assurance_EGMS-D10.4-QCR-SC2-042_2.0.pdf
-  2022_05_17_Product_user_Manual_EGMS-PUM-May2022-Final.pdf
-  2022_02_24_EGMS Product Specification_EGMS-D6-PDD-SC1-2.0-009_1.0.pdf
-  2021_12_20_EGMS_GNSS_Calibration_Report_EGMS-D19.2-GCR-SC1-3.0-031_1.0.pdf
-  2021_12_20_EGMS End User Requirements Document EGMS-D15-URD-SC1-8.0-017_1.0.pdf
-  2021_12_20_Algorithm_theoretical_Basis_Document_EGMS-D3-SCD-SC1-2.0-006_1.0.pdf
-  2021_10_22_Quality_assurance_harmonisation_tests_EGMS-D10.1-QCR-SC1-3.0-012_1.0.pdf

<https://land.copernicus.eu/en/products/european-ground-motion-service?tab=main>



Land
Monitoring

Polecam 😊

