

Komunikat naukowy

## **Geoportal Centrum Infrastruktury Badawczej Danych GNSS**

Geoportal of the GNSS Data Research Infrastructure Center

**Andrzej Araszekiewicz, Beata Całka, Damian Kiliszek, Marta Kuźma,  
Michał Mierzwiak, Albina Mościcka, Joanna Nowak Da Costa, Krzysztof  
Pokonieczny, Marcin Szolucha, Jakub Wabiński, Agnieszka Zwirowicz  
-Rutkowska**

Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego,  
Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji

### ***Abstract***

*The paper presents the development of a web portal providing access to Polish Global Navigation Satellite Systems (GNSS) data. Developed solution is one of the Center of Research Infrastructure, built within the Polish response to the European Plate Observing System program. Within the EPOS-PL project, the GNSS Data Repository and GNSS Data Analysis Centre were created. Access to data and results of their processing is provided by a dedicated geoportal. The work included the following stages of the system development life cycle: design, implementation and testing. The portal is designed to support the work of GNSS infrastructure managers and, above all, to meet the needs of the scientific community involved in solid Earth research.*

**Słowa kluczowe: otwarte dane, geodezja satelitarna, nauki o ziemi, System Obserwacji Płyty Europejskiej**

**Keywords: open data, satellite geodesy, Earth science, European Plate Observing System**

## Wprowadzenie

Polska infrastruktura obserwacyjna GNSS to łącznie ponad 600 stacji referencyjnych zarządzanych przez ośrodki naukowe, akademickie, instytucje rządowe oraz firmy prywatne. Infrastruktura ta cechuje się rozproszeniem, które powoduje konieczność zapewnienia m.in. odpowiednich środków technicznych zapewniających dostęp do danych obserwacyjnych oraz produktów ich przetworzenia. W ramach polskiej inicjatywy programu European Plate Observing System (Jeffery i Bailo, 2014) – projektu EPOS-PL, którego celem jest zwiększenie dostępności i jakości infrastruktury badawczej z zakresu nauk o Ziemi, zbudowano Centrum Infrastruktury Badawczej Danych GNSS (CIBDG), podjęto się kompleksowej analizie danych GNSS z rozproszonej infrastruktury obserwacyjnej. Zasadniczą część pracy rozwojowej polegała na zdefiniowaniu lub dostosowaniu standardów wymiany danych i weryfikacji jakości udostępnianych danych obserwacyjnych oraz zasileniu bazy danych w produkty GNSS, które będą zgodne z międzynarodowymi standardami i będą zapewniały najwyższą wiarygodność.

W ramach CIBDG wybudowano krajowe Repozytorium Danych GNSS z wdrożonymi procedurami weryfikującymi jakość zarchiwizowanych danych obserwacyjnych, tak aby spełniały wymogi programu EPOS. Kolejny element to Centrum Analiz GNSS, gdzie opracowywane są obserwacje GNSS zgodnie z rekomendacjami EUREF - podkomisji Międzynarodowej Asocjacji Geodezji ds. układu odniesienia dla Europy (International Association of Geodesy Sub-Commission 1.3: Regional Reference Frames). Funkcjonuje w nim jedno z dwóch w Polsce i szesnastu w Europie, Centrum Analiz europejskiej sieci stacji obserwacyjnych EUREF Permanent GNSS Network (EPN). Jest to sieć, która wykorzystywana jest w realizacji europejskiego naziemnego systemu odniesienia ETRS89 (European Terrestrial Reference System, ETRS), zatwierdzonego przez INSPIRE (D2.8.I.1 Data Specification on Coordinate Reference Systems) i stanowiącego standard w całej Europie (Bruyninx, 2019), w tym w Polsce (Bosy i in. 2007; Liwosz i Ryczywolski, 2016). Wyniki analiz prowadzonych w CIBDG mogą być wykorzystane do oceny funkcjonowania sieci oraz analiz zjawisk geofizycznych. Jednorodne opracowanie wszystkich obserwacji zapewnia możliwość kompleksowych analiz w tym zakresie. Dostęp do danych oraz wyników prowadzonych w CIBDG analiz zapewniony jest poprzez dedykowany portal CIBDG, opracowany w ramach projektu EPOS-PL.

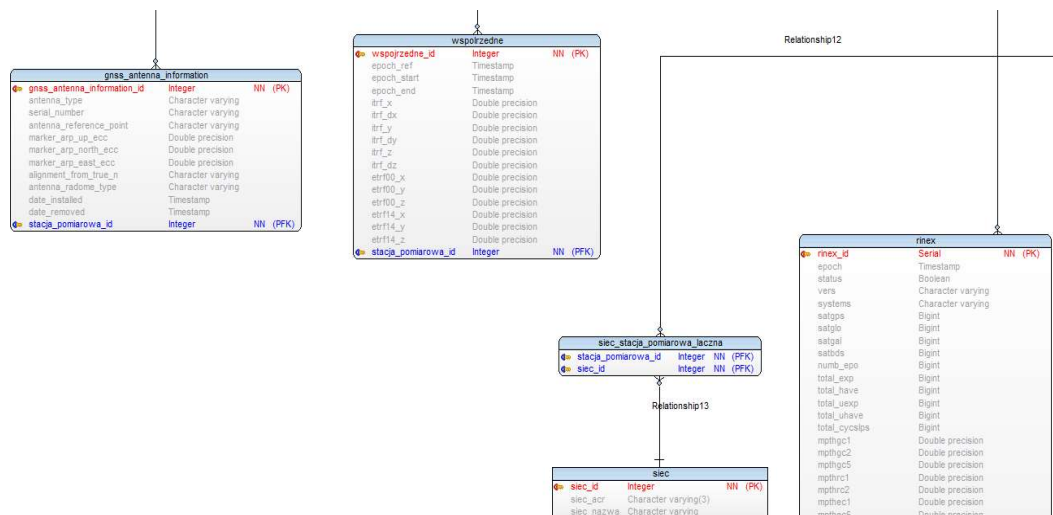
## **Cel i metoda badań**

Celem pracy było opracowanie koncepcji i wdrożenie portalu umożliwiającego dostęp do zasobów, usług i produktów GNSS. Na potrzeby realizacji zadania badawczego wykorzystano założenia inżynierii systemów, która stosuje podejście inżynierskie do tworzenia rozwiązania informatycznego. Podejście obejmuje następujące etapy prac: analizę, projektowanie, wdrożenie oraz testowanie rozwiązania.

W pierwszej kolejności przyjęto, że CIBDG zostanie zasilone stacjami należącymi do sieci EPN, ASG-EUPOS, HxGN SmartNet, TPI NETpro oraz stacjami założonymi w ramach projektu EPOS-PL, by pokazać planowane funkcjonalności. Dla każdej ze stacji zweryfikowano jakość zarchiwizowanych w repozytorium obserwacji GNSS i wytworzono raporty jakości (ponad 1,5 mln na koniec grudnia 2021). Proces ten jest wykonywany na bieżąco dla nowo pozyskanych danych. Na podstawie przeliczenia wszystkich obserwacji przygotowano szeregi czasowe zmian współrzędnych zgodnie ze strategią stosowaną w EUREF (Araszkiewicz i Voelksen, 2017) oraz szeregi czasowe zmian opóźnienia troposferycznego (Araszkiewicz i in., 2021). Są to produkty pierwszego poziomu, które są aktualizowane w bazie co 15 tygodni. Na ich podstawie opracowane zostały współrzędne oraz tempa zmian współrzędnych, jako produkt poziomu drugiego.

## **Opracowanie geoportalu – wybrane zagadnienia**


Jednym z pierwszych etapów było opracowanie założeń koncepcyjnych, w tym wymagań funkcjonalnych i niefunkcjonalnych w zakresie projektowanego rozwiązania. Wyróżniono następujące źródła danych: pliki zawierające metadane stacji pomiarowych, pliki RINEX, zawierające obserwacje fazowe zarejestrowane na stacji, wraz z metadanymi tych plików, pliki XML zawierające dane o jakości obserwacji (dane ilościowe i jakościowe), pliki TS/TST zawierające szeregi czasowe zmian parametrów geodezyjnych (dla stacji) wraz z metadanymi tych plików, a także współrzędne ostateczne i prędkości dla stacji. Założono, że źródła danych mają być integrowane w bazie danych zaimplementowanej w środowisku PostgreSQL/PostGIS. Rysunek 1 przedstawia strukturę bazy danych w postaci diagramu związków encji.




Rys. 1 Fragment struktury bazy danych

Do utworzenia aplikacji internetowej wykorzystano środowisko Node.js. Głównym elementem portalu umożliwiającym dostęp do zasobów GNSS jest interaktywna mapa (Rys.2). Służy ona do wizualizacji lokalizacji stacji pomiarowych na mapie Polski. Symbole używane do przedstawienia lokalizacji stacji są zróżnicowane kolorystycznie pod kątem aktualności ostatnich obserwacji. Kolor zielony odnosi się do stacji, z których pochodzą dane na dzień poprzedni; pomarańczowy – odnosi się do danych z ostatnich 10 dni, czerwony – z ostatnich 30 dni, szary oznacza brak danych powyżej 30 dni. Filtracja zakresu danych wyświetlanych na mapie dostępna jest z poziomu tabeli w panelu bocznym.

Po wskazaniu kursorem wybranego symbolu wyświetli się nazwa stacji, zaś po kliknięciu na ikonę pojawi się okno wyświetlające podstawowe dane o stacji (na podstawie metadanych stacji z bazy danych), w tym nazwa, lokalizacja, właściciel, odbiornik, antena, śledzone systemy GNSS, data ostatnich zarchiwizowanych obserwacji. Po wybraniu opcji „pokaż więcej” widoczne jest okno z dodatkowymi zakładkami (Rys. 3): informacje o stacji, jakość obserwacji, szeregi czasowe wraz z możliwością wyeksportowania do csv lub innych formatów, ostateczne współrzędne i prędkości, interaktywny kalendarz umożliwiający wyszukanie danych pomiarowych (30-sekundowych) dla danej stacji (pliki RINEX) dla wybranego okresu/daty.



**Centrum  
Infrastruktury  
Badawczej  
Danych GNSS**

**Portal Główny CIBDG** 

HOME | O PORTALU | ANALIZY CIBDG | EPOS | EPOS-PL

Szukaj:

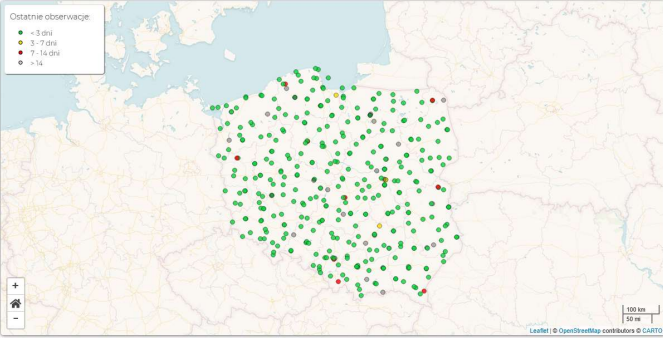
Nazwa	GNSS	Odbiornik	Antena	Ostatnie dane
ASC-EUPOS				
CHEL	GR	TRIMBLE NETR9	TRM59900.00 SCIS	2021-12-17
MUCN	GR	LEICA GR30	TRM59900.00 SCIS	2021-12-17
BRVA	GRECS	TRIMBLE NETR9	TRM5997.00 NONE	2021-12-17
HRUB	GR	LEICA GR30	TRM59900.00 SCIS	2021-12-17
GIZY	GE	TRIMBLE NETR9	TRM59900.00 SCIS	2021-12-17
KONI	GR	LEICA GR30	LEIAR20 LEM	2021-12-17
KOSG	GR	LEICA GR30	LEIAR20 LEM	2021-12-17
WLAD	GRES	LEICA GR30	LEIAR20 LEM	2021-12-17
WODI	GREC	TRIMBLE NETR9	TRM59900.00 SCIS	2021-12-17
ZLGR	GR	LEICA GR30	LEIAR20 LEM	2021-12-17
OLST	C	ASHTECH UZ12	ASH70945C_M SNOW	2019-09-16
ZARY	GR	LEICA GR30	LEIAR20 LEM	2021-12-17
OPLE	GR	LEICA GR30	TRM59900.00 SCIS	2021-12-17

Pozycje od 1 do 385 z 385 łącznie

Zaznacz wszystkie | Przeladuj | Pokaż na mapie

Wyszukiwanie zaawansowane




Aby wyświetlić jedną stację na mapie, należy skorzystać z linku w pierwszej kolumnie tabeli. W celu wyświetlenia większej ilości stacji, należy je zaznaczyć (poprzez kliknięcie wiersza) oraz wciśnięć przycisk "Pokaż na mapie".



Ostatnie obserwacje:  
● +3 dni  
● 3 - 7 dni  
● 7 - 14 dni  
● > 14

Projekt i wykonanie: Zespół WIG-WAT ds. EPOS-PL  
 Instytut Inżynierii Geodezyjnej i Geoinformatyki  
 Wydział Inżynierii Łączności i Geodezji  
 Wyższa Szkoła Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego  
 ul. gen. S. Kilińskiego 2  
 00-908 Warszawa

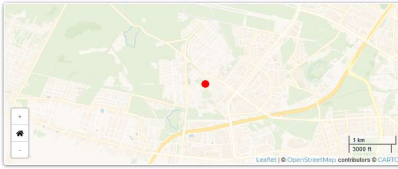
Infrastruktura Badawcza EPOS-PL, współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, Projekt Nr: Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego, Działanie 4.2. Rozwój nowoczesnej infrastruktury badawczej sektora nauki (PDR-DL.02.00-14-A010-16-00)

Rys. 2 Okno startowe geoportalu CIBD

Szczegółowe informacje o stacji: **WAT100POL**

**INFORMACJE O STACJI**

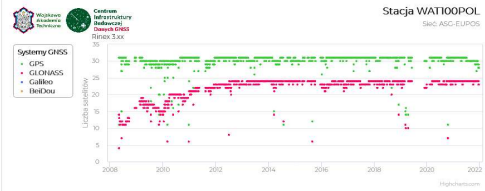


ID stacji	WAT1
Unikatowy ID stacji	WAT1 (stosowany w obliczeniach)
Nazwa osnovy	podstawowa bazowa
Sieć	ASC-ELIPOS
Nr-DOMES	12297M001
GNSS	GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS+SBAS
Odbiornik	LEICA GRX1200GGPRO [od 2 czerwca 2008]
Antena	LEIATS04G3 LEIS [od 2 czerwca 2008]
Warunki dostępu	dane otwarte
Obserwacje w bazie	od 02.05.2008 do 17.12.2021 (4165 plików w bazie)
Sitelek	ftp://212.91.11.109/pub/stations/ognet/wat1.log

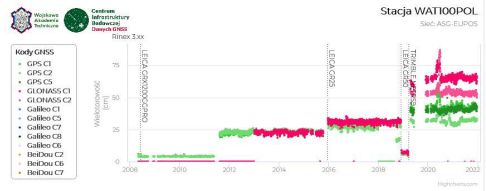
**JAKOŚĆ OBSERWACJI**

**Analiza jakościowa i ilościowa danych obserwacyjnych GNSS.**

Wykresy przedstawiają analizę jakościową i ilościową danych obserwacyjnych multi-GNSS dla okresu od 02.05.2008 do 17.12.2021. Na wykresie po lewej stronie przedstawiona została liczba obserwowanych satelitów dla każdego systemu GNSS. Na rysunku po prawej stronie przedstawiony jest wykres pokazujący wielkość sygnału odbitego od przeszkód terenowych i najbliższego otoczenia – tzw. wektorowość sygnału, dla każdego sygnału oddzielnie. Analiza przeprowadzona jest na podstawie obserwacji zarchiwizowanych w CIBDG z wykorzystaniem narzędzi *G-Nut/Anubis [2,24]*.



Stacja WAT100POL  
Sieć: ASC-ELIPOS



Stacja WAT100POL  
Sieć: ASC-ELIPOS

**WSPÓŁRZĘDNE I PRĘDKOŚCI**

**SZEREGI CZASOWE**

**DOSTĘPNOŚĆ DANYCH OBSERWACYJNYCH W BAZIE CIBDG**

Rys. 3. Podstrona z informacją o stacji

Opracowany portal CIBDG umożliwia wyszukiwanie i pobranie plików obserwacyjnych poprzez zapytania do bazy danych o m.in. lokalizację, przynależność do sieci, zamontowaną aparaturę odbiorczą. Prezentuje także analizy wykonywane w Centrum Analiz GNSS. Jest to m.in. monitorowanie stabilności stacji referencyjnych oraz aktualności współrzędnych w serwisach czasu rzeczywistego, aktualne ruchy wiekowe stacji referencyjnych ukazujące kinematykę regionu oraz rozkład przestrzenny zawartości pary wodnej w atmosferze nad terytorium Polski.

### **Podsumowanie i wnioski**

Stacje referencyjne włączone do projektu EPOS-PL w sposób ciągły wykonują obserwacje GNSS i są wykorzystywane do wspierania pomiarów geodezyjnych realizowanych w czasie rzeczywistym. Z punktu widzenia ekonomicznego, surowe dane obserwacyjne tracą wartość po około 150 dniach i często nie ma podstaw, aby były dalej archiwizowane. Są one jednak wartościowe z punktu widzenia prowadzonych badań naukowych i rozwojowych z zakresu nauk o Ziemi. W chwili obecnej nie istnieje rozwiązanie w Polsce, które w sposób kompleksowy zapewniałoby dostęp do danych i produktów GNSS. Dzięki projektowi EPOS staje się to możliwe. CIBDG dostarcza wiarygodnych informacji o ruchach stacji, które stanowią podwaliny do dyskusji o osnowie kinematycznej kraju i mogą być wykorzystane do wielu badań geodynamicznych. Zebrane i upublicznione dane pozwalają także badać zmiany zawartości pary wodnej w atmosferze. Jest to szczególnie istotne, w ostatnim okresie, kiedy ze względu na zmiany klimatu rejestrujemy jej systematyczny wzrost.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki dotyczą jednego z Centrów Infrastruktury Badawczej projektu EPOS-PL, odnoszącego się do obserwacji GNSS. Projekt kończy swoją realizację na początku 2022 r., ale planowana jest dalsza rozbudowa portalu w celu udostępnienia kolejnych wyników analiz oraz wprowadzenia kolejnych funkcjonalności. Publiczne uruchomienie portalu przewidziane jest na 01.03.2022r.

### **Finansowanie**

Budowa Centrum Infrastruktury Badań Danych GNSS współfinansowana w ramach projektu EPOS-PL (POIR.04.02.00-14-A0003/16).

## Literatura (References)

- Araszkiewicz, A., Voelksen, C., 2017: The impact of the antenna phase center models on the coordinates in the EUREF Permanent Network. *GPS Solut.*, 21, 747–757. <https://doi.org/10.1007/s10291-016-0564-7>
- Araszkiewicz, A., Kiliszek, D., Mierzwiak, M., Nowak Da Costa, J., Szolucha, M., 2021: GPS-Based Multi-Temporal Variation in Precipitable Water over the Territory of Poland. *Remote Sens.*, 13, 2960. <https://doi.org/10.3390/rs13152960>
- Bruyninx, C., Legrand, J., Fabian, A., Pottiaux E., 2019: GNSS metadata and data validation in the EUREF Permanent Network, *GPS Solut.*, 23: 106. <https://doi.org/10.1007/s10291-019-0880-9>
- Bosy, J.; Graszka, W.; Leończyk, M. 2007. ASG-EUPOS. A Multifunctional Precise Satellite Positioning System in Poland. *Eur. J. Navig.*, 5, 2–6
- Jeffery K.G., Bailo D., 2014: EPOS: Using Metadata in Geoscience. In: Closs S., Studer R., Garoufallou E., Sicilia MA. (eds) *Metadata and Semantics Research. MTSR 2014. Communications in Computer and Information Science*, vol 478. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-13674-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-13674-5_17)
- Liwosz, T.; Ryczywolski, M., 2016: Verification of the Polish geodetic reference frame by means of a new solution based on permanent GNSS data from the years 2011-2014. *Rep. Geod. Geoinform.*, 102, 52–66.

## Streszczenie

*Artykuł przedstawia stworzenie portalu internetowego zapewniającego dostęp do polskich danych z Globalnego Systemu Nawigacji Satelitarnej (GNSS). Opracowane rozwiązanie jest jednym z elementów Centrum Infrastruktury Badawczej, zbudowanego w ramach polskiej odpowiedzi na program European Plate Observing System. W ramach projektu EPOS-PL utworzono Repozytorium Danych GNSS oraz Centrum Analiz Danych GNSS. Dostęp do danych i wyników ich przetwarzania zapewnia dedykowany geoportal. Prace obejmowały trzy etapy cyklu życia rozwoju systemu: projektowanie, implementację i testowanie. Portal ma za zadanie wspierać pracę zarządców infrastruktury GNSS, a przede wszystkim zaspokajać potrzeby środowiska naukowego zajmującego się badaniami stałej Ziemi.*

## Dane autorów / Authors details:

dr inż. Andrzej Araszekiewicz  
ORCID 0000-0002-1639-4337  
andrzej.araszekiewicz@wat.edu.pl

dr inż. Beata Całka  
ORCID 0000-0002-7147-0849  
beata.calka@wat.edu.pl

mgr inż. Damian Kiliszek  
ORCID 0000-0002-5466-9979  
damian.kiliszek@wat.edu.pl

dr inż. Marta Kuźma  
ORCID 0000-0002-9798-1567  
marta.kuzma@wat.edu.pl

mgr inż. Michał Mierzwiak  
ORCID 0000-0003-3930-6130  
michal.mierzwiak@wat.edu.pl

dr hab. inż. Albina Mościcka, prof. WAT  
ORCID 0000-0003-4673-3720  
albina.moscicka@wat.edu.pl

dr inż. Joanna Nowak Da Costa  
ORCID 0000-0002-1493-2103  
joanna.nowakdc@wat.edu.pl



płk dr hab. inż. Krzysztof Pokonieczny,  
prof. WAT  
ORCID 0000-0001-9114-5317  
krzysztof.pokonieczny@wat.edu.pl

dr inż. Marcin Szolucha  
ORCID 0000-0002-7349-0990  
marcin.szolucha@wat.edu.pl

mgr inż. Jakub Wabiński  
ORCID 0000-0002-9995-1329  
jakub.wabinski@wat.edu.pl

dr hab. inż. Agnieszka Zwirowicz  
-Rutkowska, prof. WAT  
ORCID 0000-0001-9778-6086  
agnieszka.zwirowicz@wat.edu.pl

Przesłano / Received	20.12.2021
Zaakceptowano / Accepted	15.02.2022
Opublikowano / Published	22.03.2022



© Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).