

Globalne mapy jonosfery UWM - porównanie do istniejących rozwiązań

Paweł Wielgosz, Anna Krypiak-Gregorczyk, Beata Milanowska,
Wojciech Jarmołowski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Systemy odniesień przestrzennych — podstawy geodynamiczne, aktualne realizacje
oraz kierunki rozwoju

08-10 Czerwiec 2022, Grybów, Polska

MOTYWACJA

- Jonosfera wciąż uznawana jest za główne źródło błędów w pozycjonowaniu satelitarnym.
- Obecnie, 7 Stowarzyszonych Centrów Analiz IGS (IGS IAACs) niezależnie opracowuje globalne mapy stanu jonosfery (GIMs) przy użyciu różnych technik obliczeniowych.
- Najnowsze badania dotyczące jakości globalnych map jonosfery dostarczanych przez IAAC, wskazują na potrzebę doskonalenia metod modelowania GIM (Roma-Dollase et al. (2018), Wielgosz et al. (2021))
- Model UWMG opracowany na UWM w Olsztynie jest rozwinięciem dokładnego, regionalnego modelu jonosfery opracowanego wcześniej dla obszaru Europy.
- W prezentacji została zweryfikowana dokładność nowego modelu jonosfery UWMG podczas różnych warunków geomagnetycznych (poprzez porównanie do najlepszych dostępnych map oraz nowego produktu opracowanego przez DGFI-TUM - modelu OTHG).
- Badania zostały oparte o analizę wewnętrzną zgodności oraz porównanie z wartościami VTEC pochodzącymi z pomiarów altimetrycznych.

Roma-Dollase et al. (2018) Consistency of seven different GNSS global ionospheric mapping techniques during one solar cycle. J Geod 92(6):691-706. DOI: 10.1007/s00190-017-1088-9

Wielgosz et al. (2021) Validation of GNSS-derived global ionosphere maps for different solar activity levels: case studies for years 2014 and 2018. GPS Solutions 25, 103. DOI: 10.1007/s10291-021-01142-x

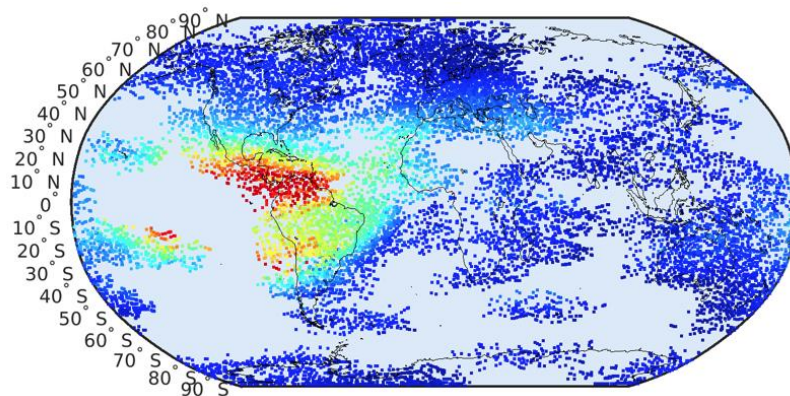
ANALIZOWANE GLOBALNE MAPY JONOSFERY (GIMs)

GIM ID	Method	Shell model	Time resolution
IGSG	Weighted mean	Combined	2 h
CODG	Spherical harmonics	Modified single-layer	1 h
UQRG*	Tomographic with kriging	Multi-layer	15 min
OTHG*	polynomial B-splines of level 5 for latitude and trigonometric B-splines of level 3 for longitude	Single-layer	Ultra-Rapid/10 min
UWMG-t1*	Spherical harmonics Thin-plate smoothing spline	Modified single-layer	1 h

* not official IGS product

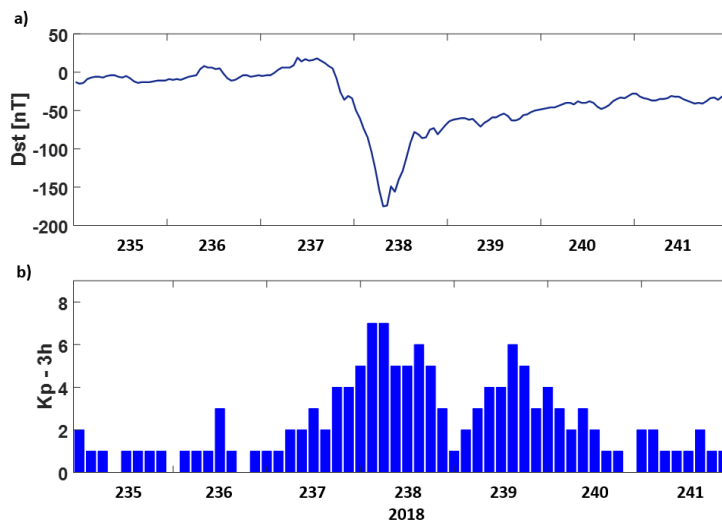
DANE OBSERWACYJNE

- Obserwacje fazowe L1&L2 pochodzące z ~ 273 globalnie rozmieszczonych stacji GNSS
- dwuczęstotliwościowe obserwacje fazowe i kodowe systemów GPS + GLONASS
- interwał: 30 sekund
- kąt odcięcia horyzontu: 10°

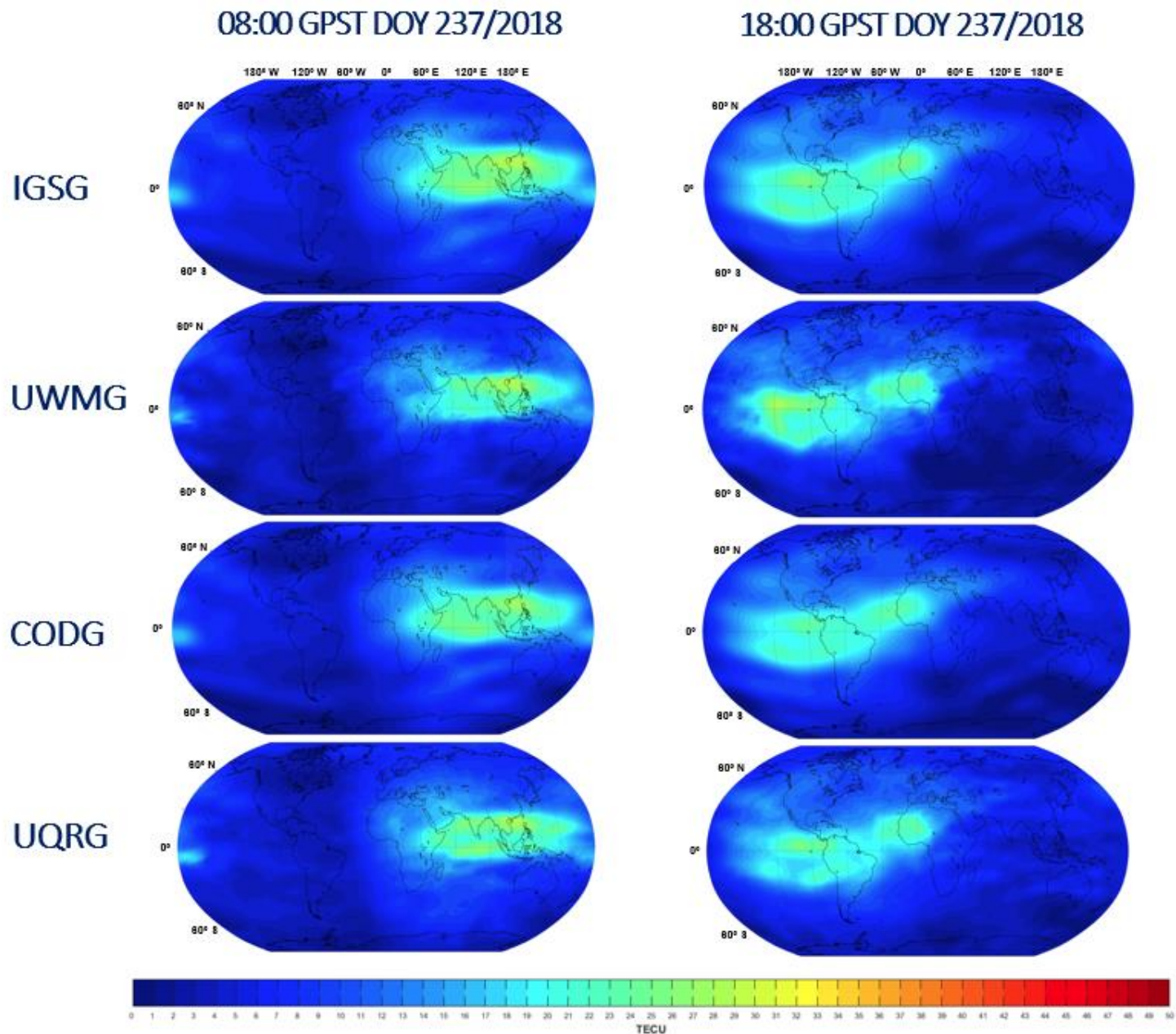


OKRES TESTOWY:

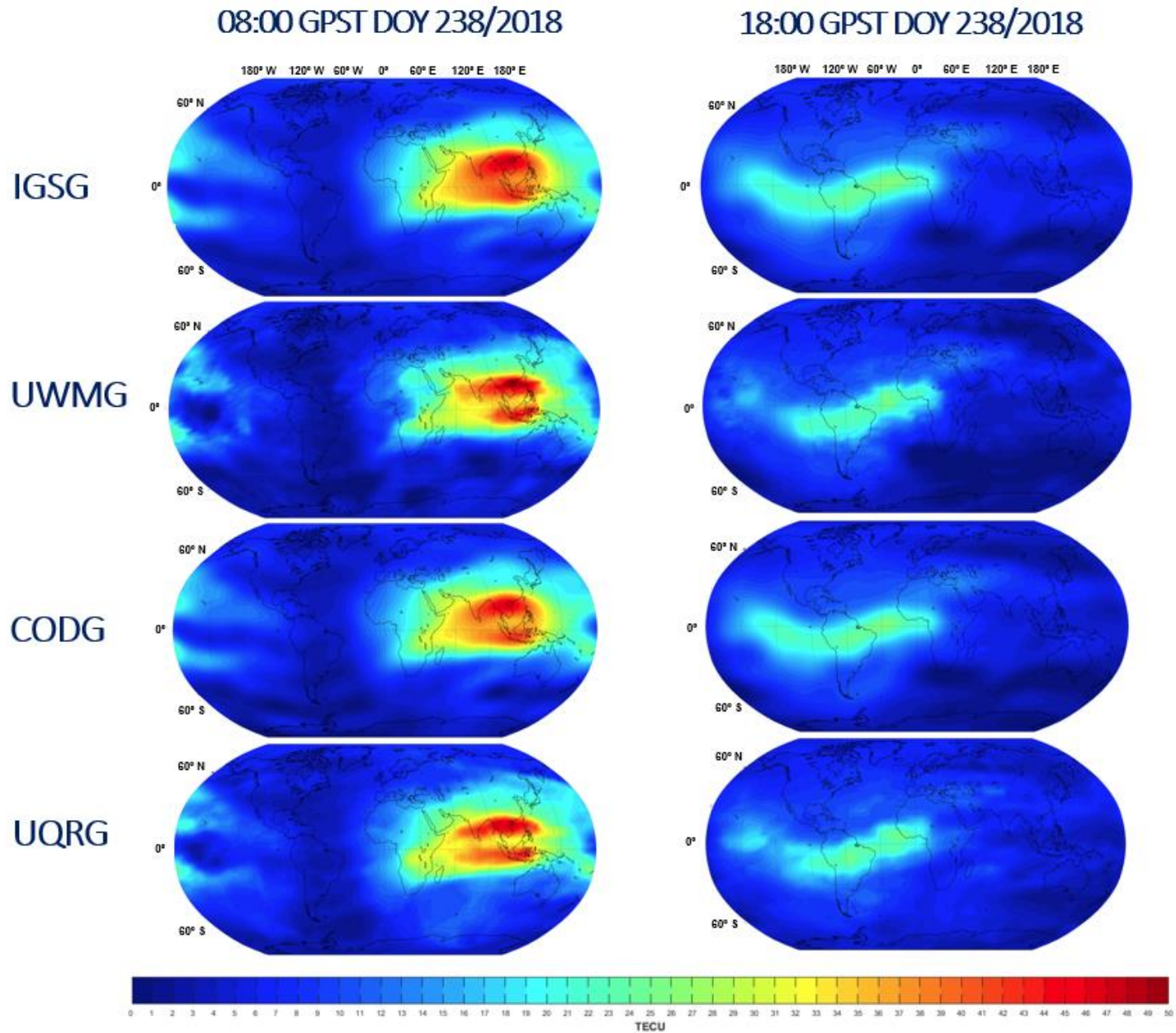
- 23-29.08.2018 (235-241/2018)



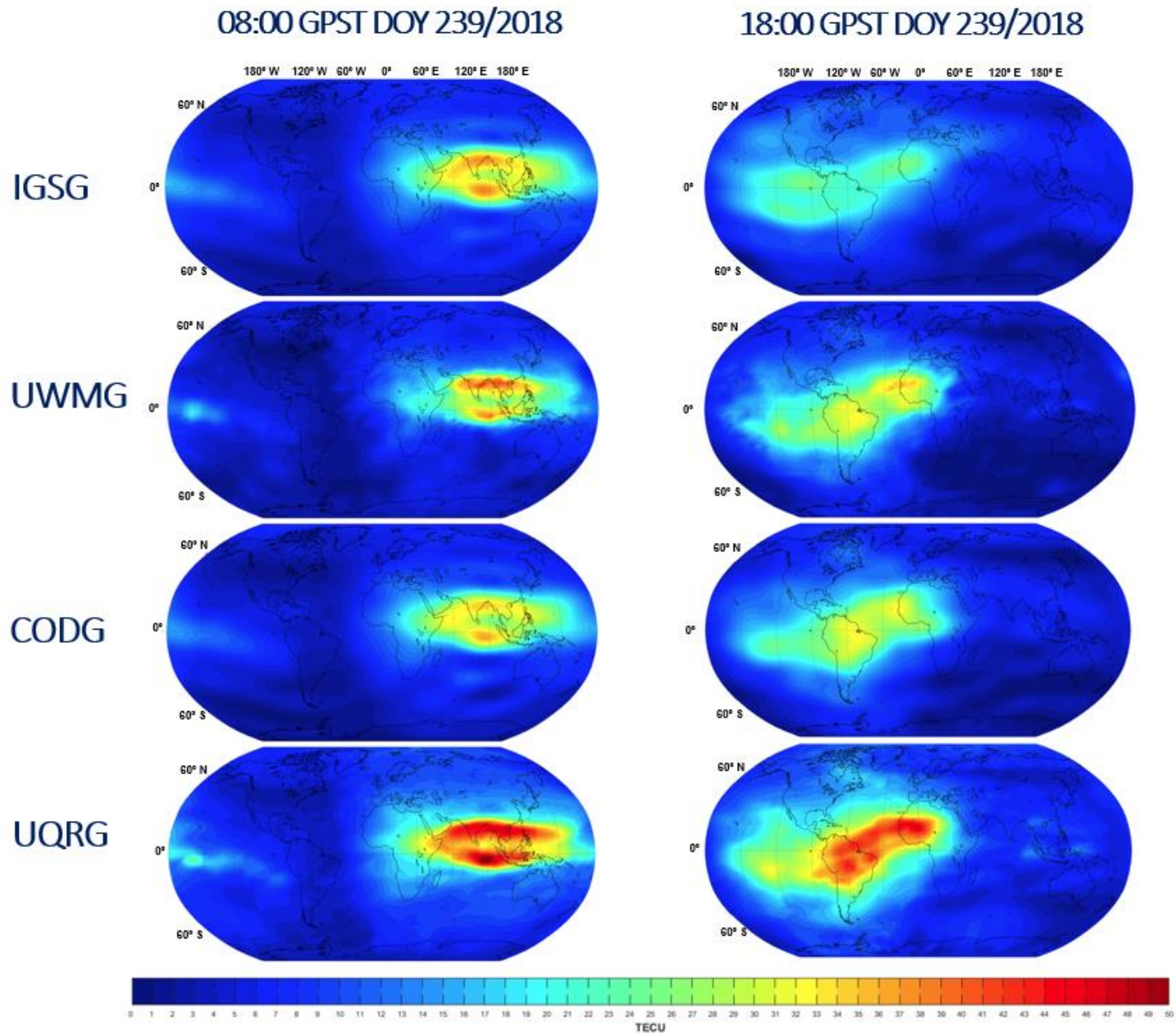
ANALIZOWANE GLOBALNE MAPY JONOSFERY (GIMs)



ANALIZOWANE GLOBALNE MAPY JONOSFERY (GIMs)



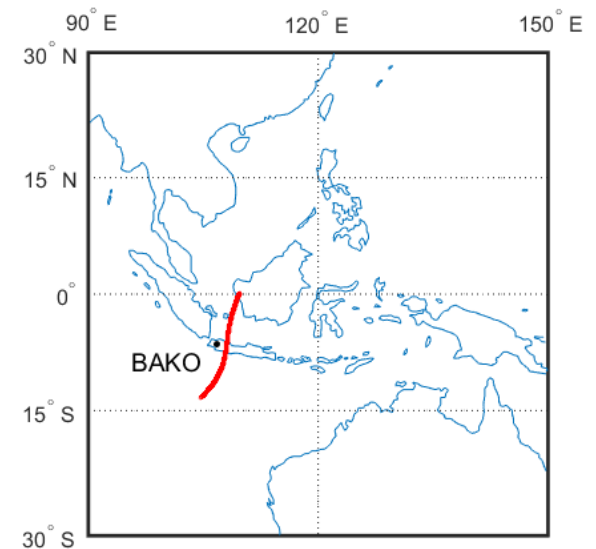
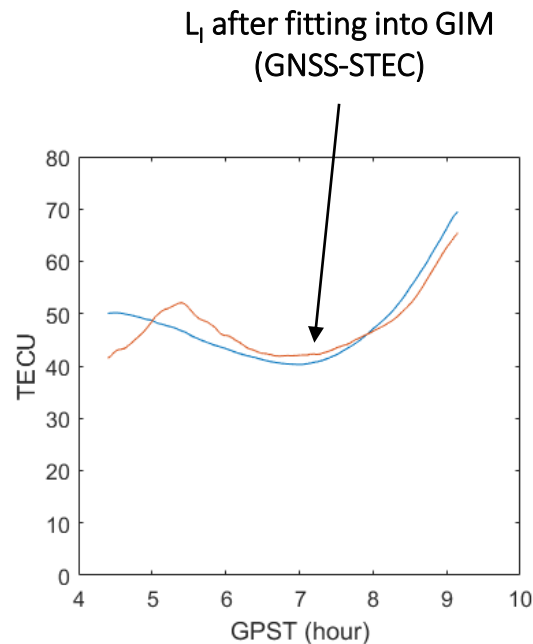
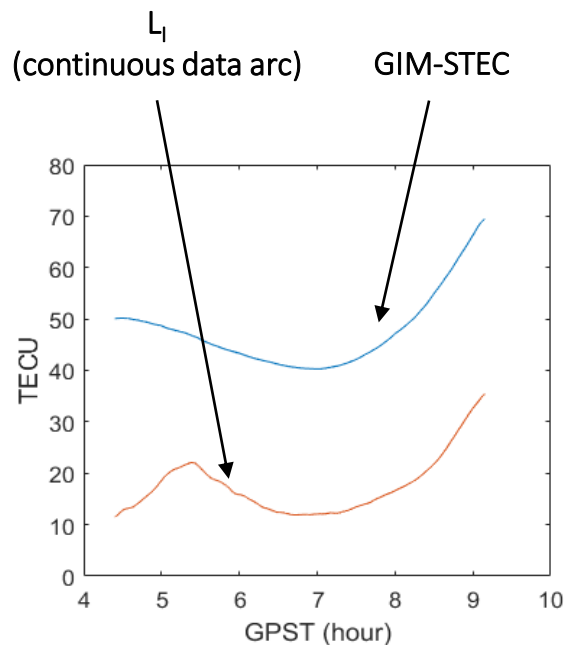
ANALIZOWANE GLOBALNE MAPY JONOSFERY (GIMs)



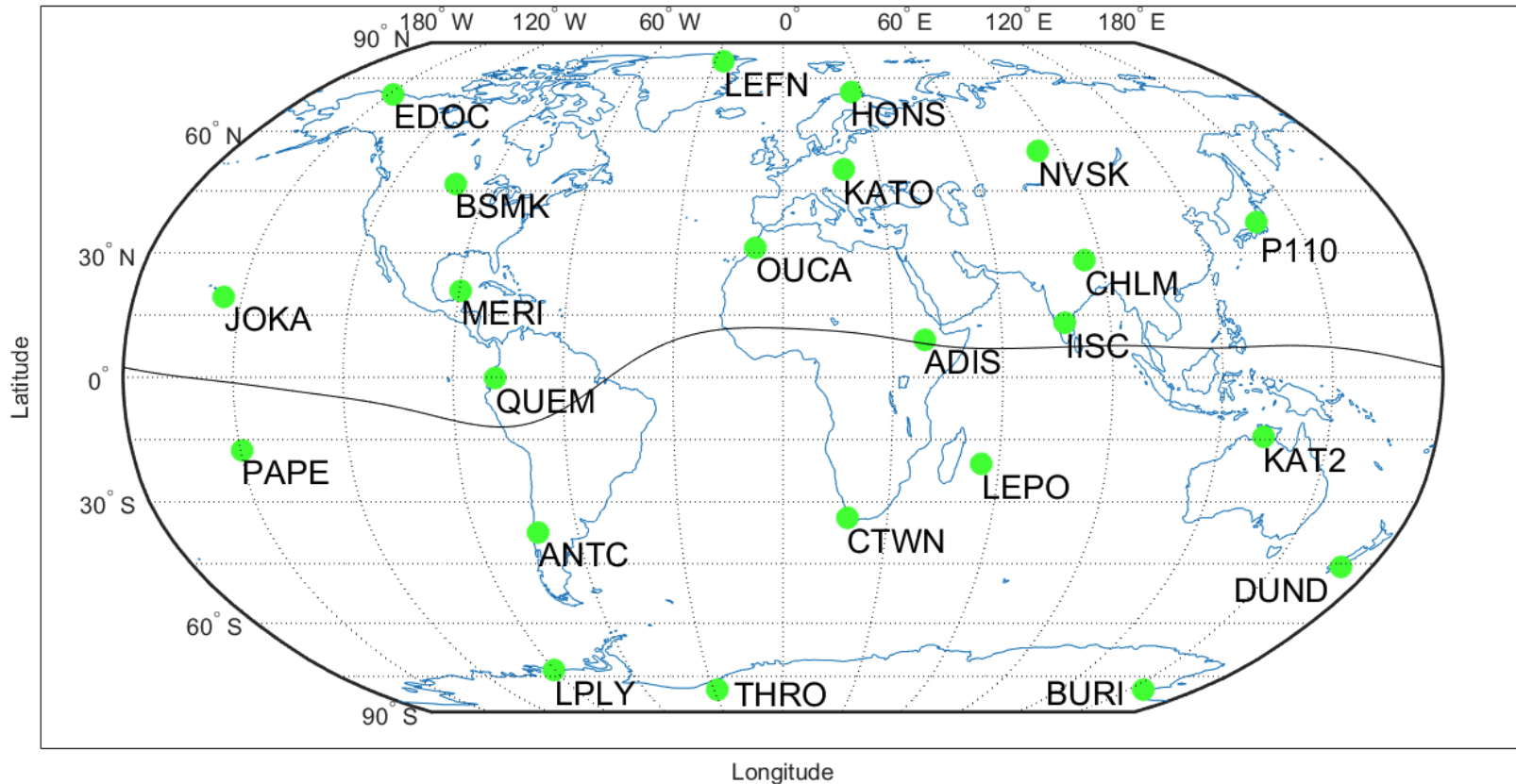
ANALIZY WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI

Nasze autorskie podejście składa się z następujących etapów:

1. Obliczenie kombinacji L_1 dla kombinacji liniowych dla każdego ciągłego łuku obserwacji fazowych (maska odcięcia horyzontu 20°).
2. Obliczenie STEC dla tych samych, ciągłych łuków obserwacyjnych z analizowanych map jonosfery GIMs (GIM-STECS).
3. Wpasowanie obserwacji L_1 do map GIM-STECS (usunięcie L_1 bias).
4. Analiza statystyczna rezyduów po wpasowaniu.
(e.g., Krypiak-Gregorczyk et al. 2017, Remote Sens 9(12):1221. DOI: 10.3390/rs9121221)



ANALIZY WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI



DANE TESTOWE GNSS - 23 GLOBALNIE ROZMIESZCZONE STACJE

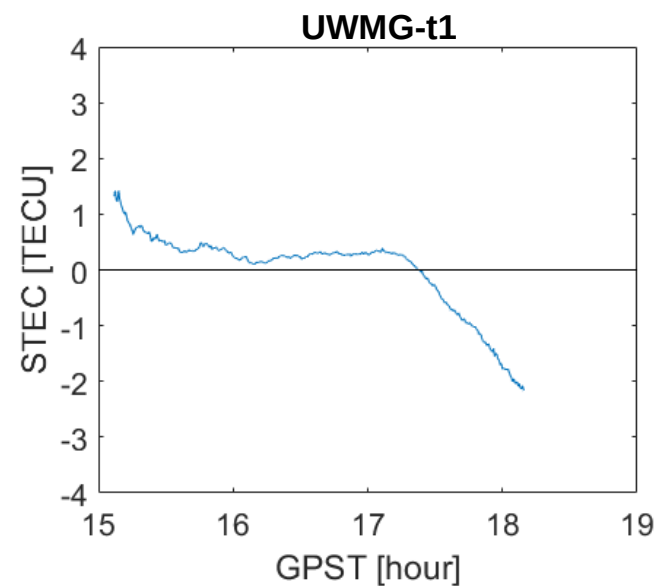
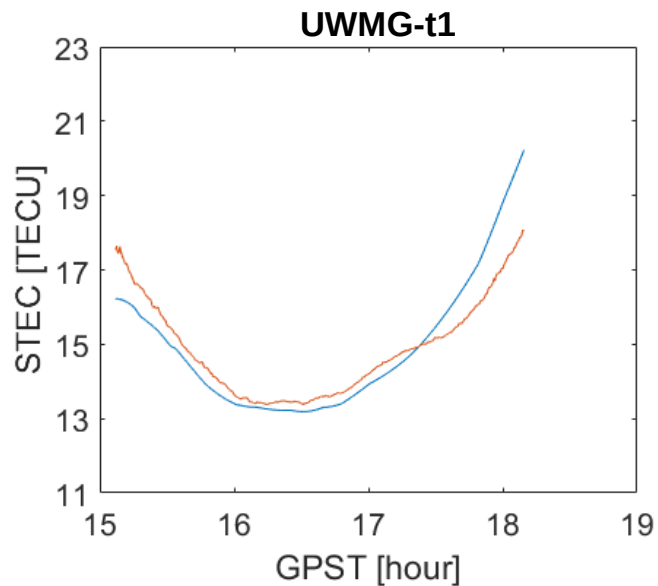
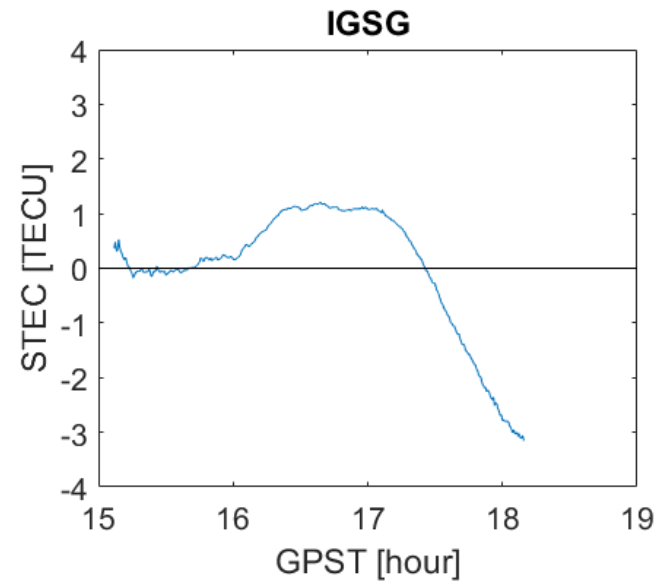
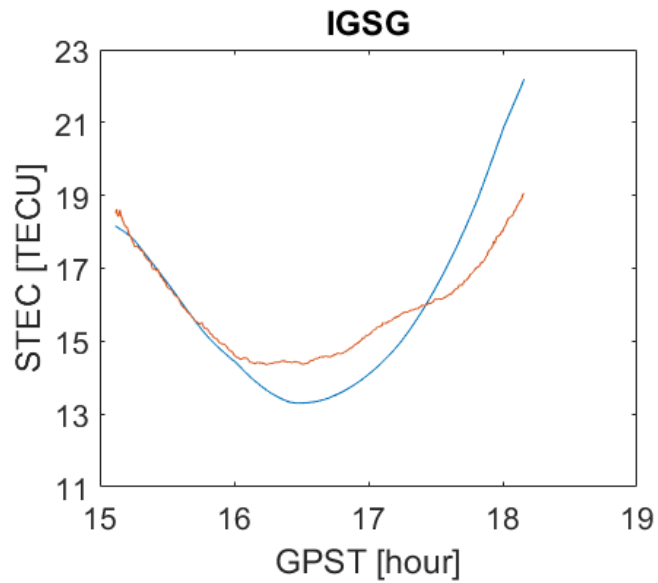
ANALIZY WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI

Station: KATO

Year: 2018

DOY: 238

PRN: 19



A. GNSS STEC & GIM STEC

B. Residuals

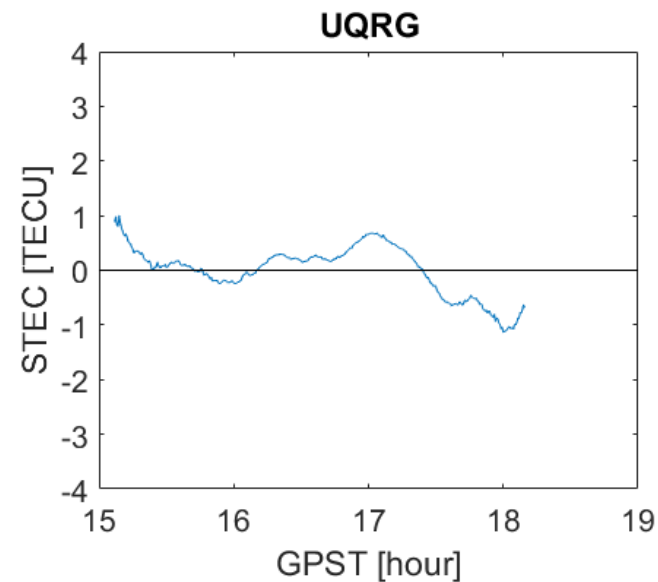
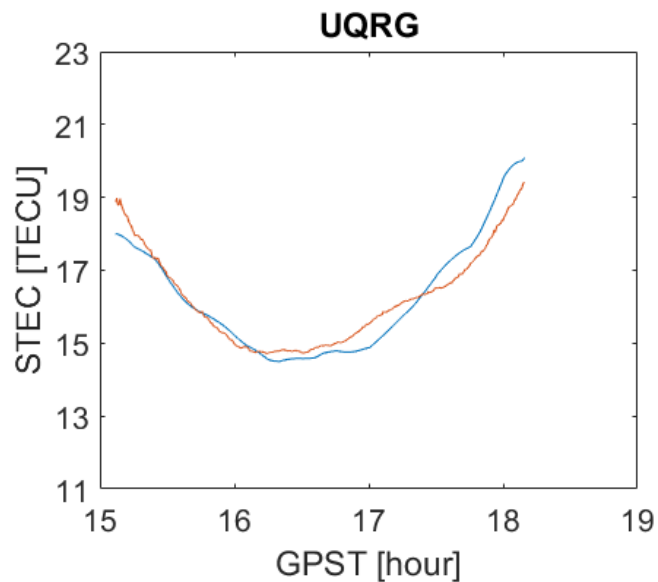
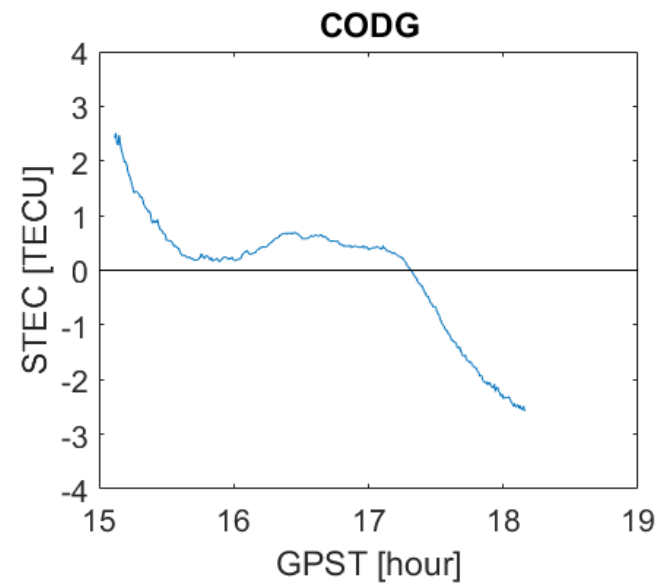
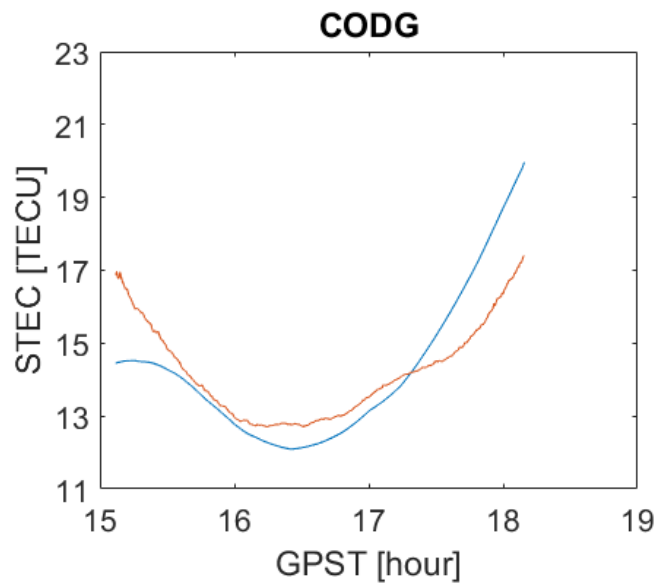
ANALIZY WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI

Station: KATO

Year: 2018

DOY: 238

PRN: 19



A. GNSS STEC & GIM STEC

B. Residuals

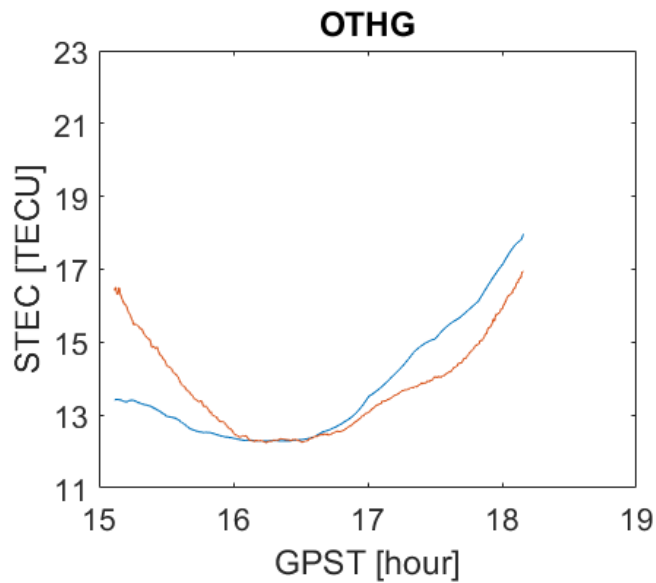
ANALIZY WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI

Station: KATO

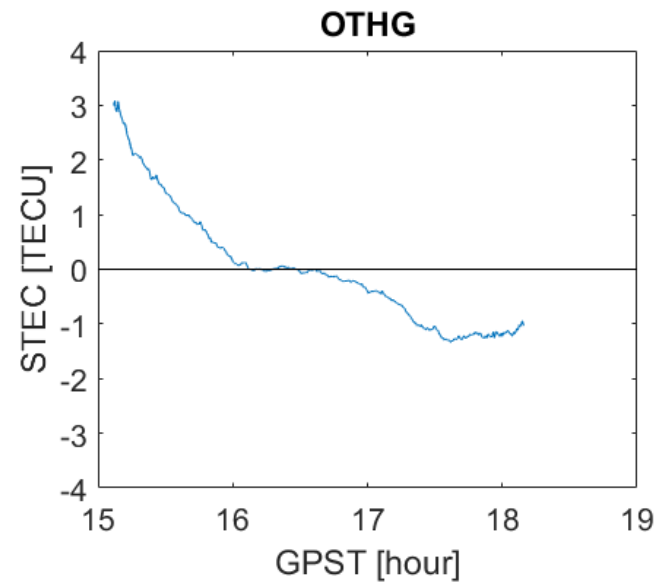
Year: 2018

DOY: 238

PRN: 19

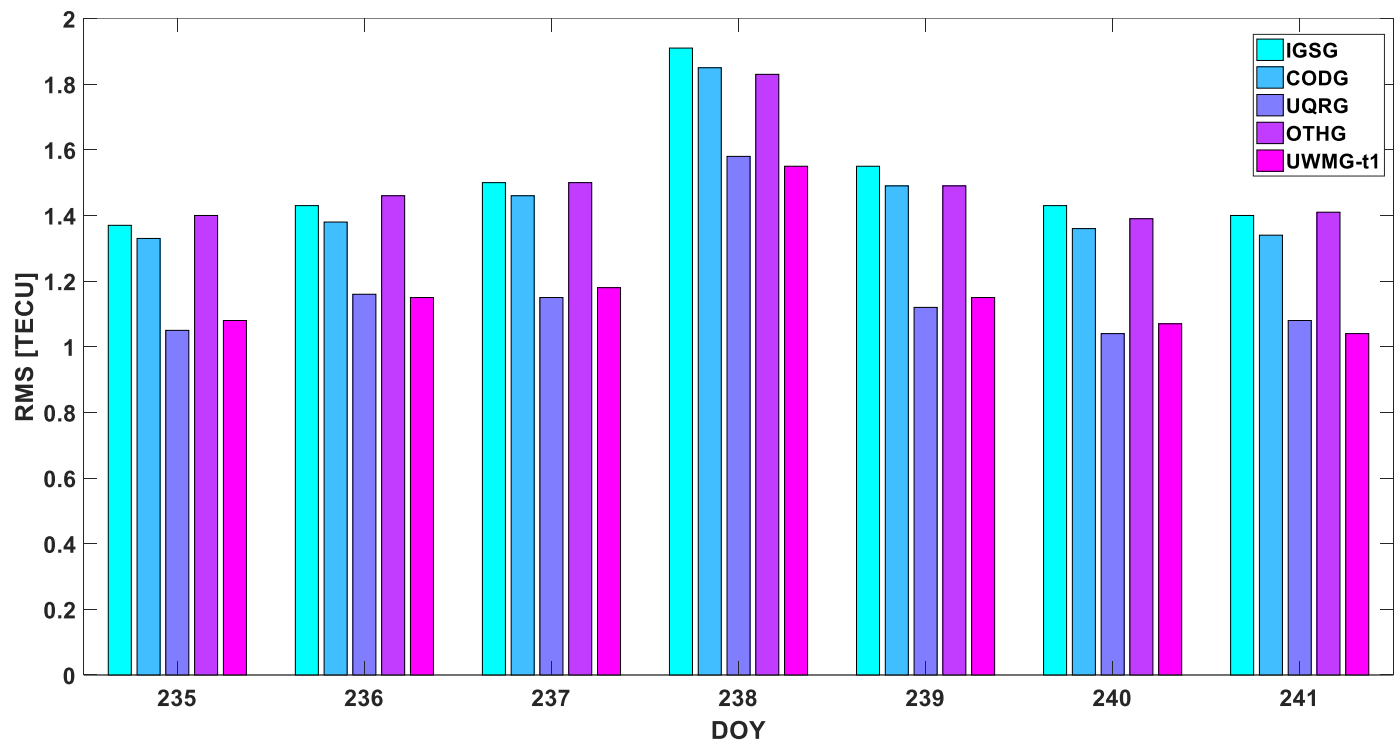


A. GNSS STEC & GIM STEC



B. Residuals

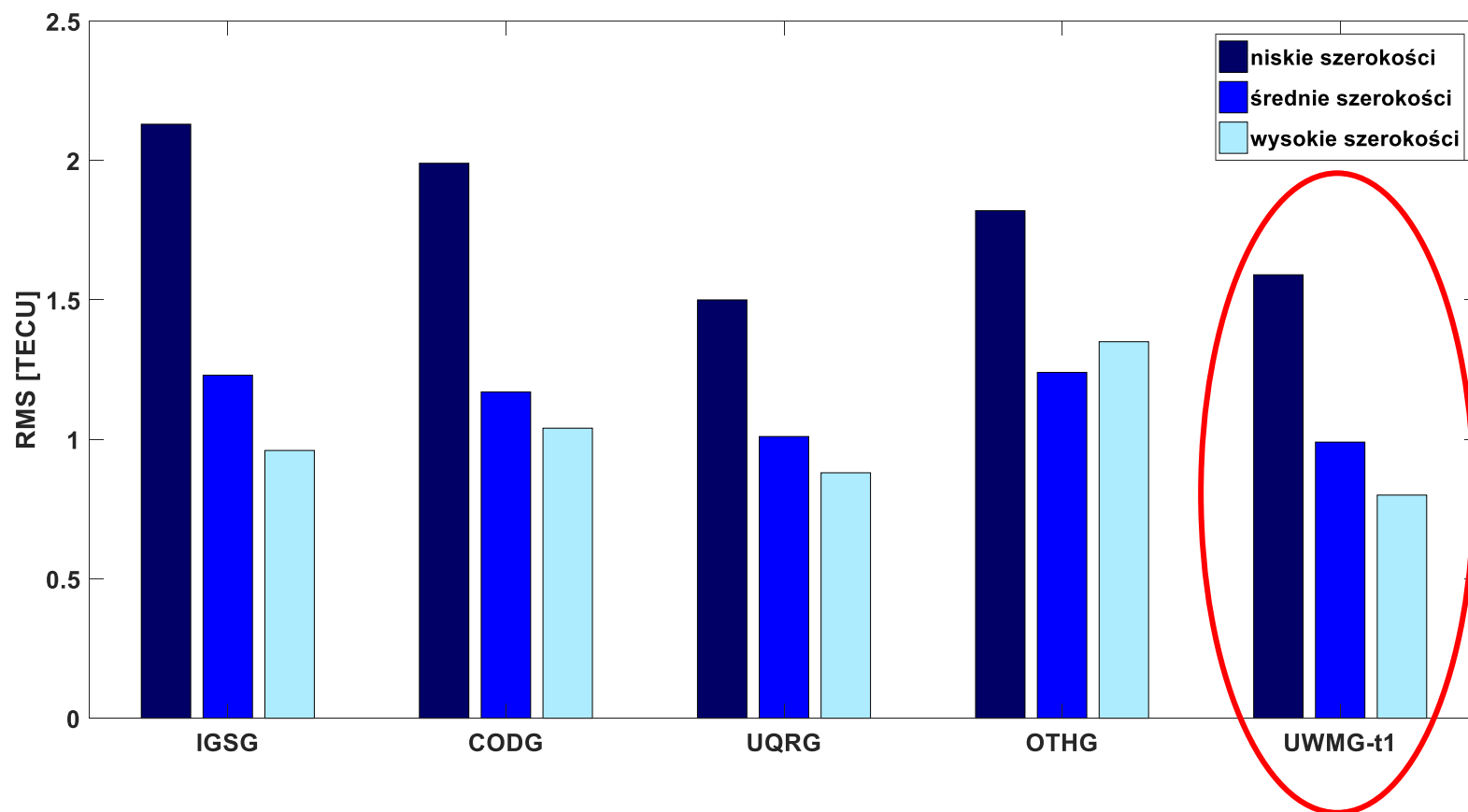
ANALIZY WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI



Dzienny RMS dla analizowanego okresu [TECU]

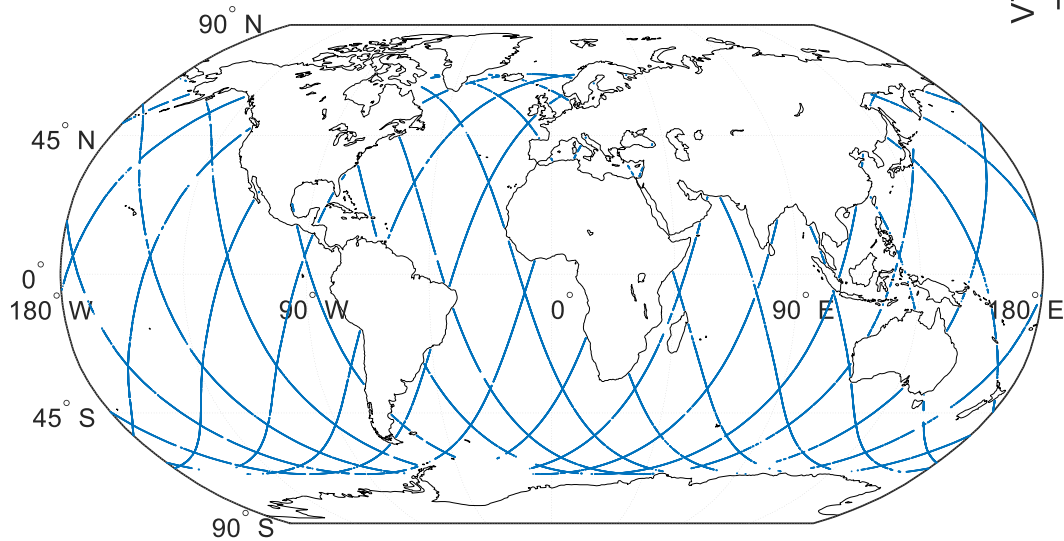
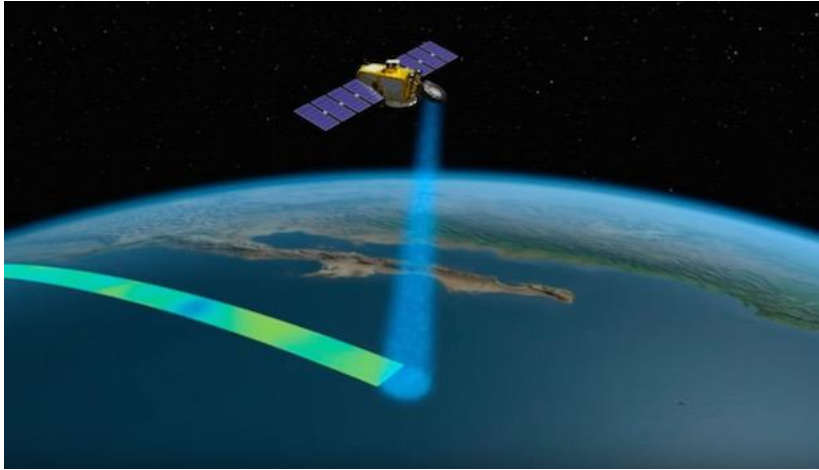
GIMs	Średni RMS
UQRG*	1,17
UWMG-t1*	1,18
CODG	1,46
OTHG*	1,50
IGSG	1,51

ANALIZY WEWNĘTRZNEJ ZGODNOŚCI

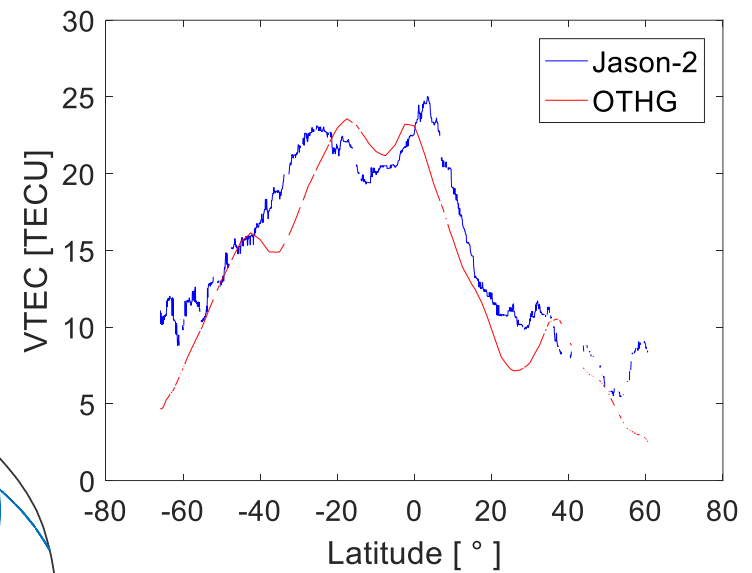


Średni RMS dla regionów niskich, średnich i wysokich szerokości (235-241 DOY/2018)

PORÓWNANIE DO POMIARÓW ALTIMETRYCZNYCH VTEC

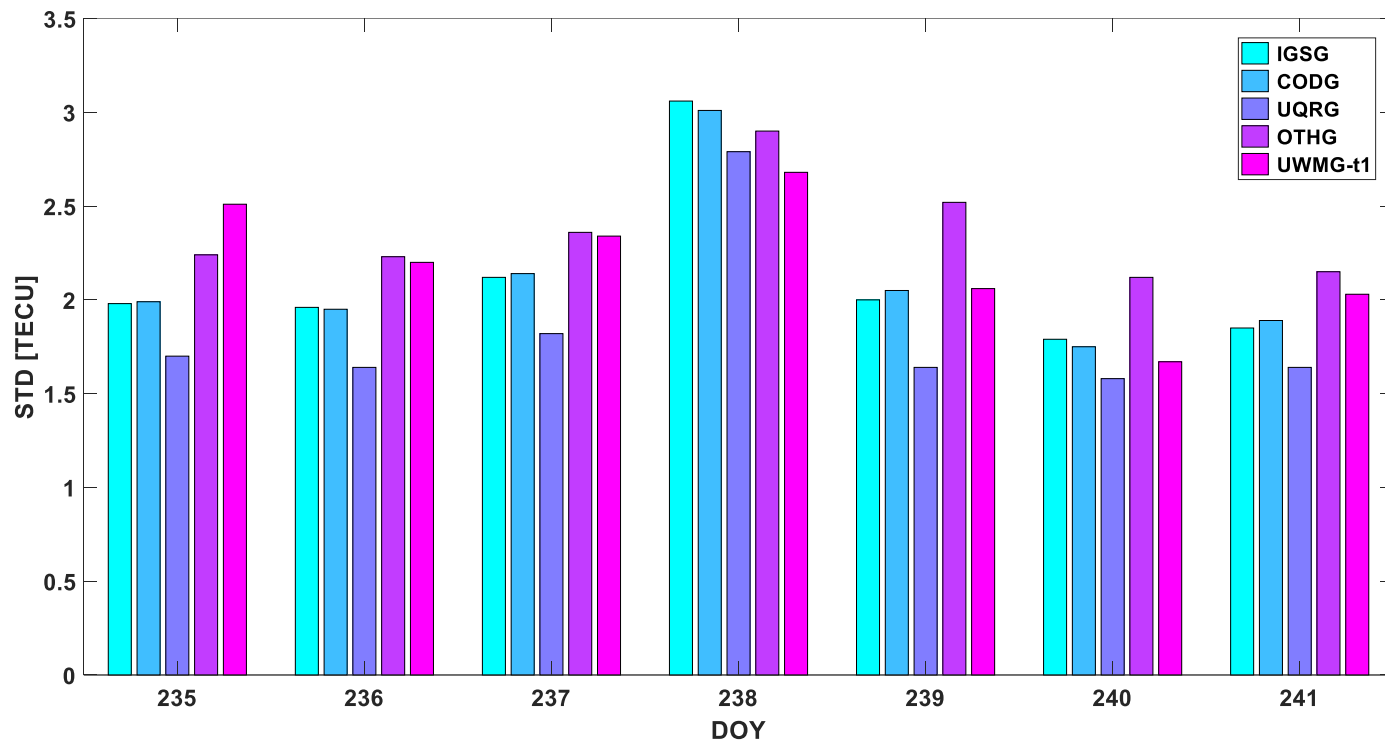


Daily ground track of Jason-2



PORÓWNANIE DO POMIARÓW ALTIMETRYCZNYCH VTEC

Jason-3

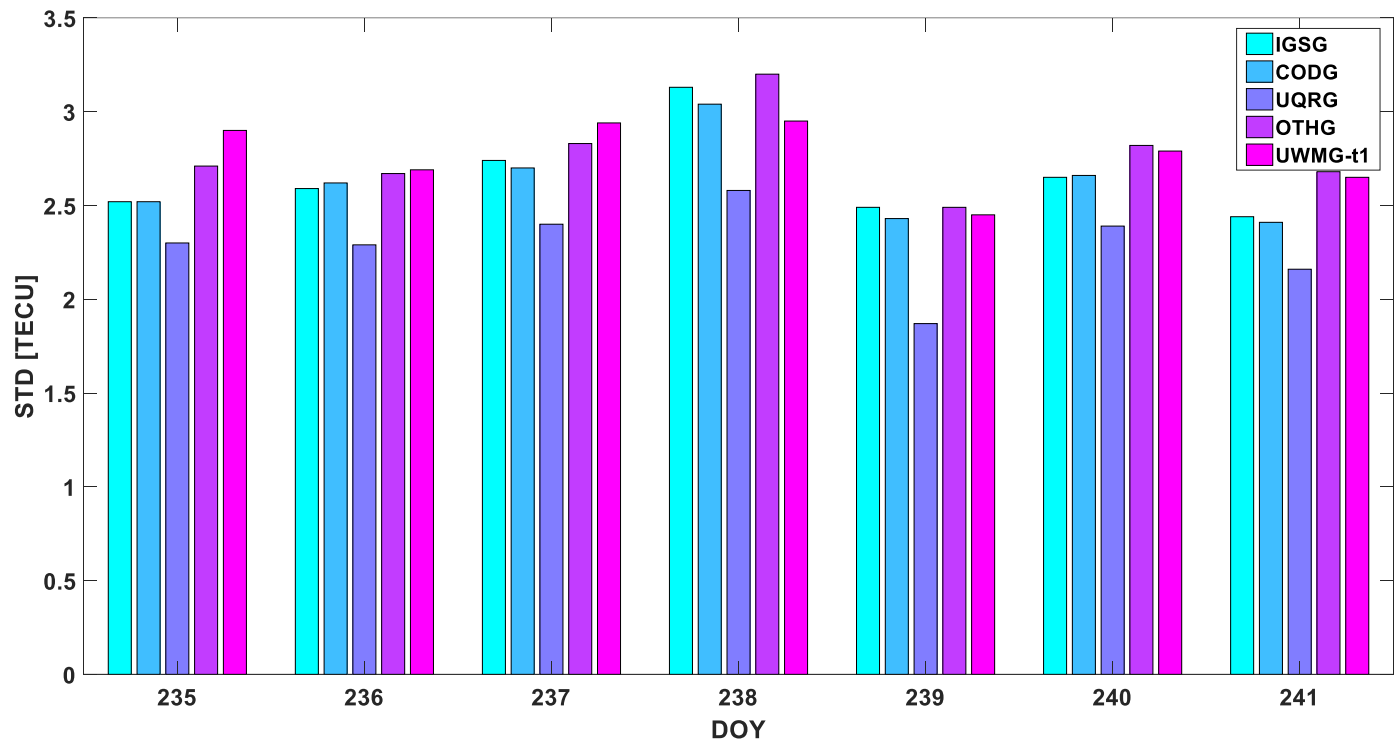


Dzienne STD wyznaczone na podstawie porównania z danymi pomiarowymi alimetru Jason- 3 dla wszystkich analizowanych GIMs

GIMs	Średnie STD
UQRG*	1,83
IGSG	2,11
CODG	2,11
UWMG-t1*	2,21
OTHG*	2,36

PORÓWNANIE DO POMIARÓW ALTIMETRYCZNYCH VTEC

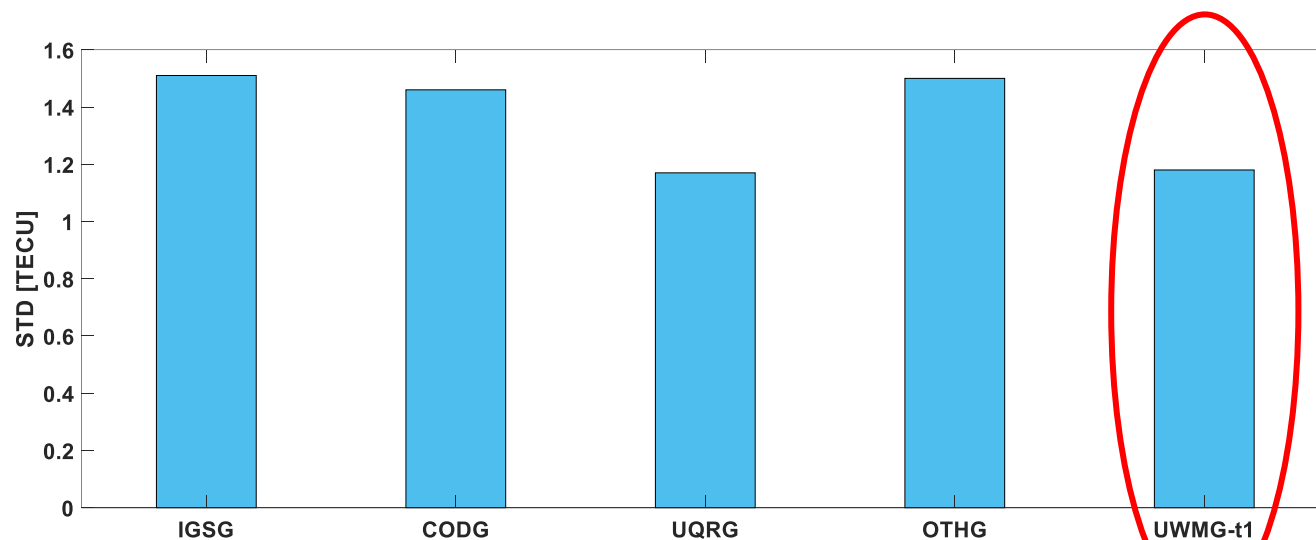
Sentinel-3A



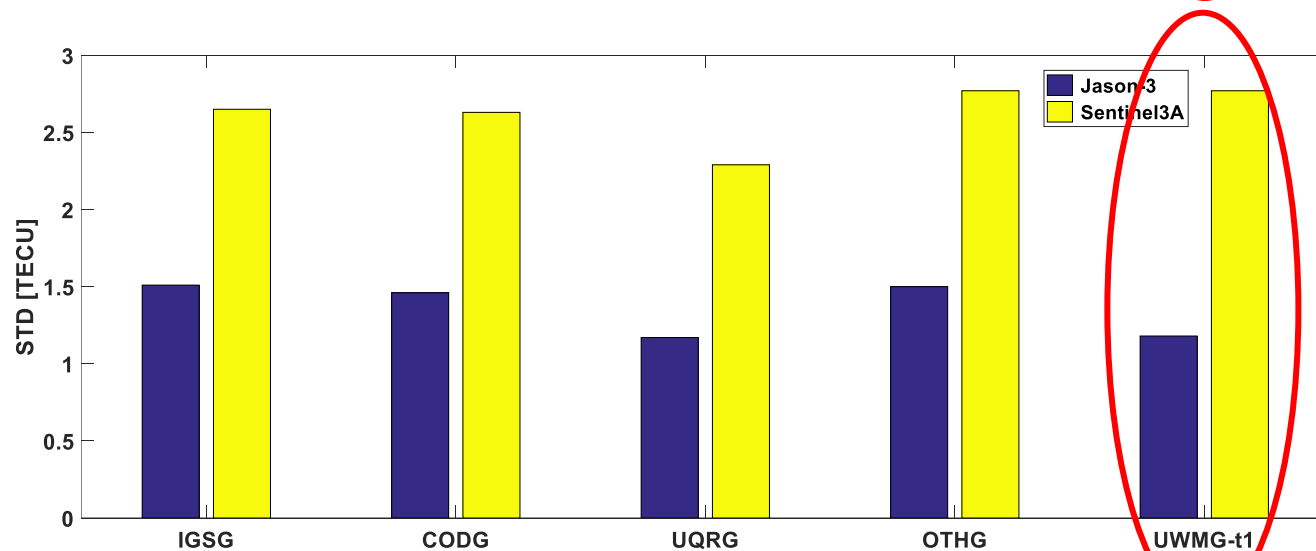
Dzienne STD wyznaczone na podstawie porównania z danymi pomiarowymi alimetru Sentinel- 3A dla wszystkich analizowanych GIMs

GIMs	Średnie STD
UQRG*	2,29
CODG	2,63
IGSG	2,65
UWMG-t1*	2,77
OTHG*	2,77

PODSUMOWANIE WYNIKÓW



Średni RMS wyznaczony z analiz wewnętrznej zgodności



Średnie STD wyznaczone na podstawie porównania z pomiarami altymetrycznymi Jason-3 i Sentinel3A

WNIOSKI

- Wartości RMS z analizy wewnętrznej zgodności dla wszystkich testowanych modeli wahają się od 1.17 TECU to 1.51 TECU, przy czym RMS dla modelu UWM wynosi 1.18 TECU.
- Wartości STD wyznaczone dla porównań z pomiarami altimetrycznymi zawiera się w przedziale od 1.83 TECU (UQRG, Jason-3) do 2.77 TECU (UWMG-t1 i OTHG, Sentinel-3A).
- UWMG-t1 charakteryzuje się najlepszą dokładnością na wysokich i średnich szerokościach, zaś na niskich szerokościach dokładność modelu UWMG-t1 jest nieznacznie niższa niż modelu UQRG.
- Dokładność modelu UWMG-t1 jest najniższa dla obszarów oceanów o mniejszej dostępności danych pomiarowych – co wskazuje na potrzebę uzupełnienia zestawu danych pomiarowych.
- Model UWMG-t1 może być dostarczany z opóźnieniem 12h, rozdzielczością czasową nawet 10 minut i przestrzenną 1x1 stopień.

Dziękuję za uwagę!

pawel.wielgosz@uwm.edu.pl

NCN UMO-2017/27/B/ST10/02219