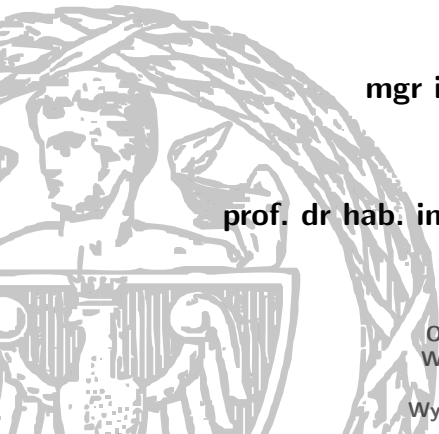


Wyznaczanie atmosferycznych poprawek grawimetrycznych na podstawie numerycznych modeli pogody

mgr inż. Marcin Rajner

promotor
prof. dr hab. inż. Jerzy Rogowski

Obrona rozprawy doktorskiej
Warszawa, 07 listopada 2014
Politechnika Warszawska
Wydział Geodezji i Kartografii



Wyznaczanie atmosferycznych poprawek grawimetrycznych na podstawie numerycznych modeli pogody

mgr inż. Marcin Rajner

promotor
prof. dr hab. inż. Jerzy Rogowski

Obrona rozprawy doktorskiej
Warszawa, 07 listopada 2014
Politechnika Warszawska
Wydział Geodezji i Kartografii

Motywacja

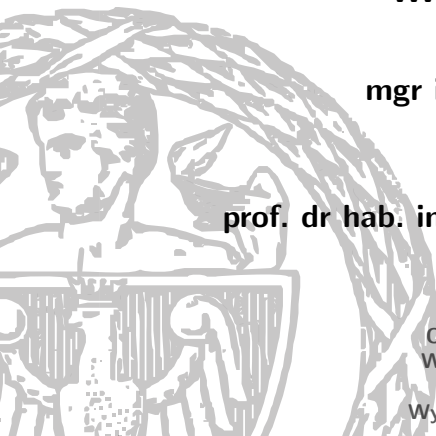
Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

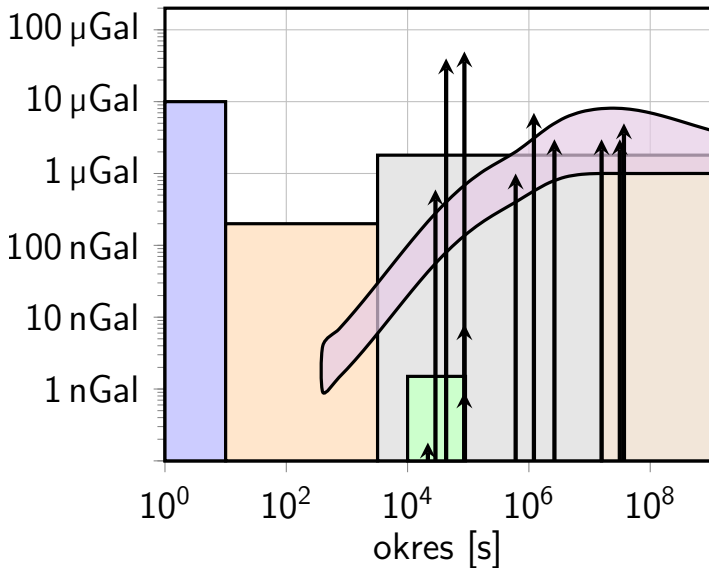
Porównanie metod

Wnioski



Zjawiska

wpływające na zmiany przyspieszenia siły ciężkości



Motywacja

Dlaczego poprawki atmosferyczne są ważne?

Na czym polega zjawisko wpływu atmosfery?

Teza

Klasyczne podejście (1D)

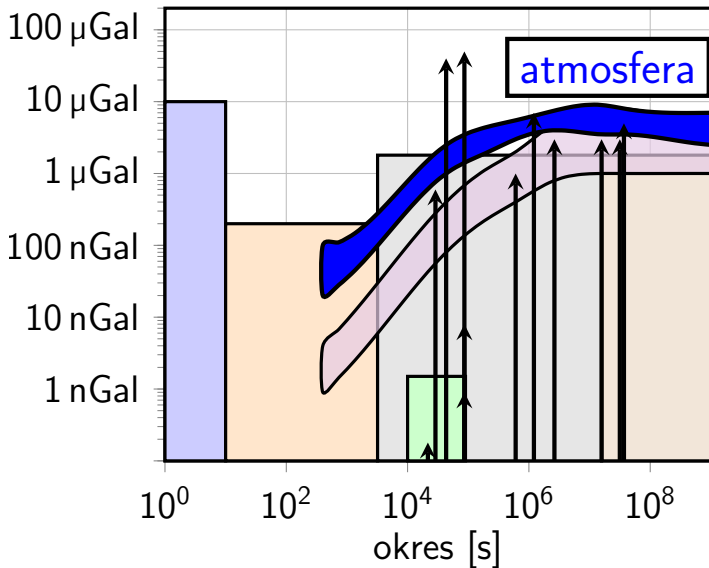
Metody fizyczne (2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

Zjawiska

wpływające na zmiany przyspieszenia siły ciężkości



Motywacja

Dlaczego poprawki atmosferyczne są ważne?

Na czym polega zjawisko wpływu atmosfery?

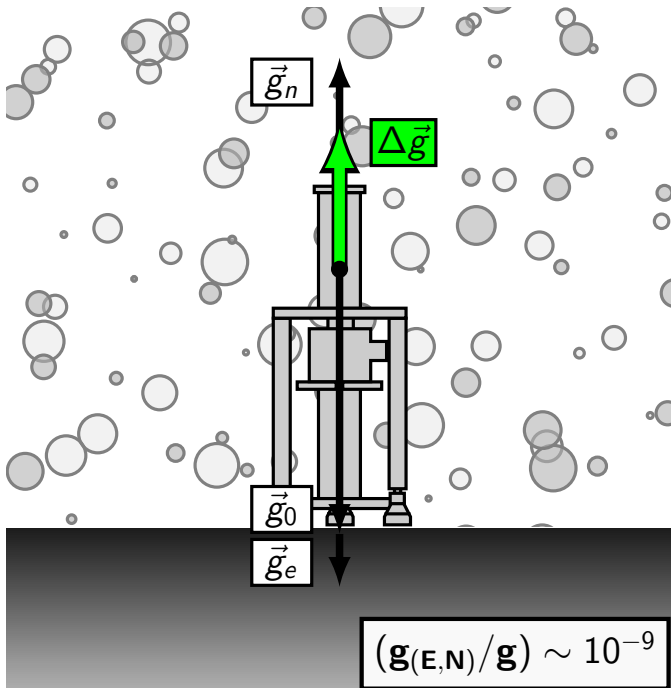
Teza

Klasyczne podejście (1D)

Metody fizyczne (2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski



Motywacja

Dlaczego poprawki atmosferyczne są ważne?

Na czym polega zjawisko wpływu atmosfery?

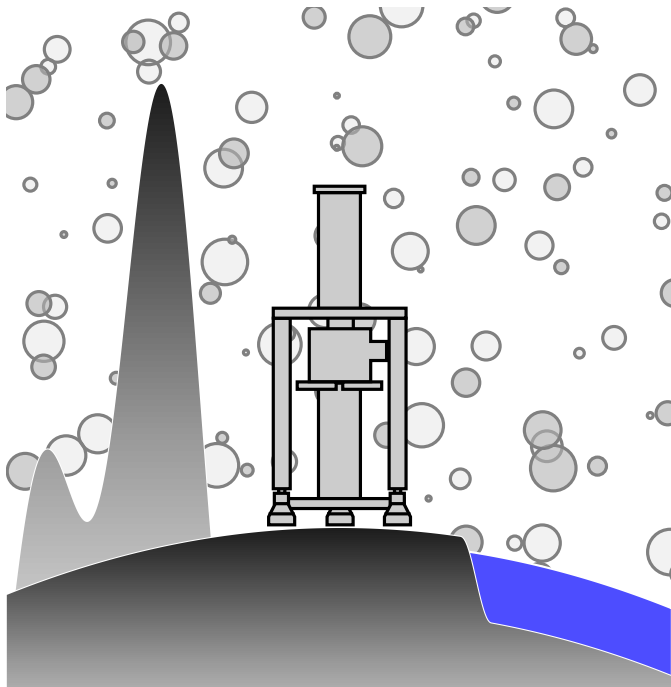
Teza

Klasyczne podejście (1D)

Metody fizyczne (2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski



Motywacja

Dlaczego poprawki atmosferyczne są ważne?

Na czym polega zjawisko wpływu atmosfery?

Teza

Klasyczne podejście (1D)

Metody fizyczne (2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

Teza

Uwzględnienie **fizycznego charakteru** wpływu atmosfery w obliczeniach atmosferycznych poprawek grawimetrycznych pozwala na pełniejszy opis tego zjawiska oraz jego **dokładniejsze modelowanie**. Stosowanie zaawansowanych metod redukcji w precyzyjnych pomiarach grawimetrycznych przyczynia się do **lepszey interpretacji** wyników w kontekście badań **geofizycznych i geodynamicznych**.

Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

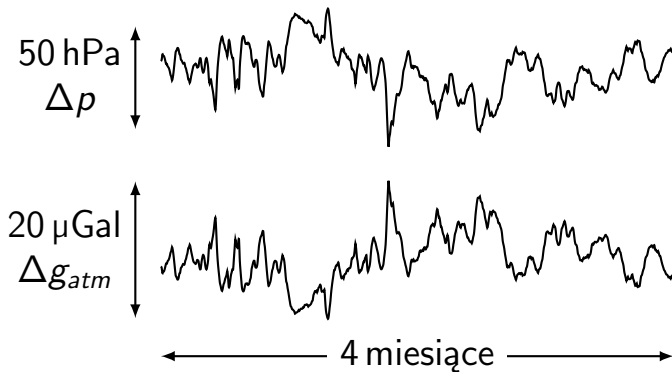
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

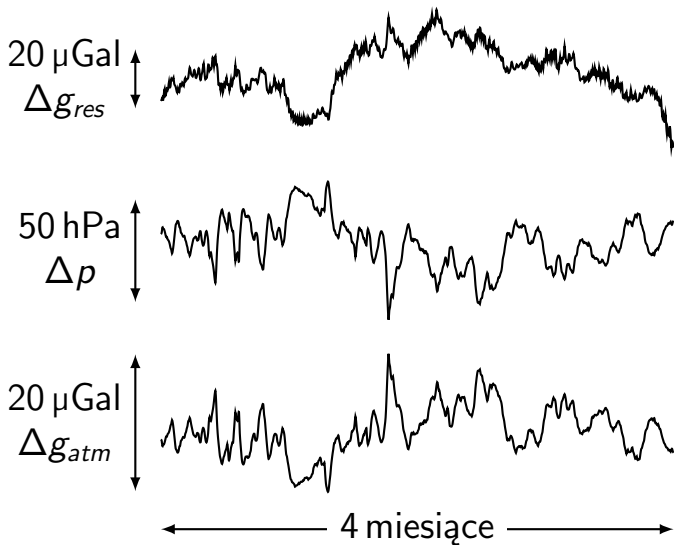
-3

$\text{nm s}^{-2} \text{ hPa}^{-1}$



4

123 567891011



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
 (1D)

Metody fizyczne
 (2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

≈ -3

$\text{nm s}^{-2} \text{ hPa}^{-1}$

4

Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

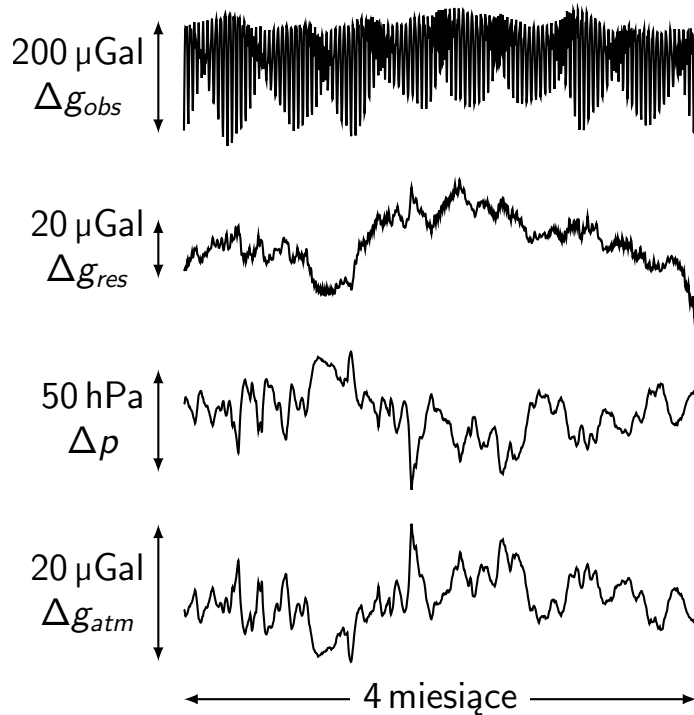
Wnioski



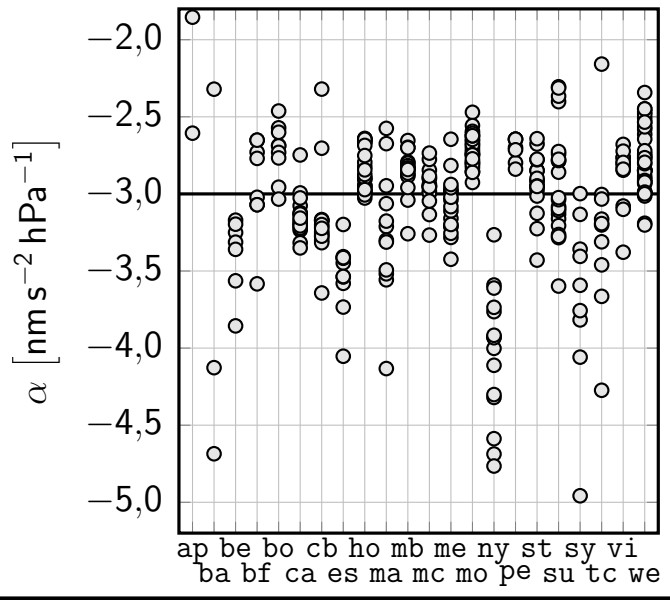
$\text{nm s}^{-2} \text{ hPa}^{-1}$

4

123 567891011



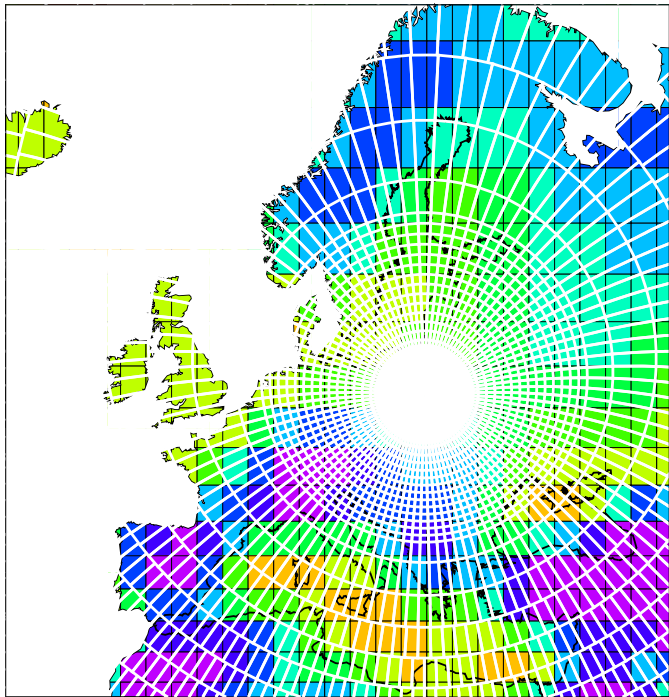
200 μCaI ↑



- Motywacja
- Teza
- Klasyczne podejście (1D)
- Metody fizyczne (2D, 3D)
- Porównanie metod
- Wnioski



$\text{nm s}^{-2} \text{hPa}^{-1}$



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

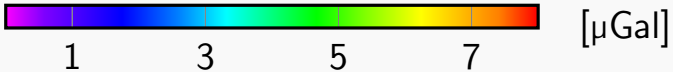
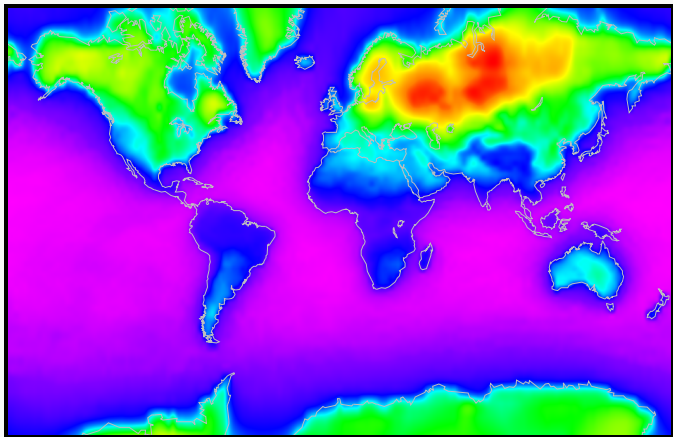
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Efekt deformacyjny

Efekt grawitacyjny
2D, 3D

Porównanie metod

Wnioski



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

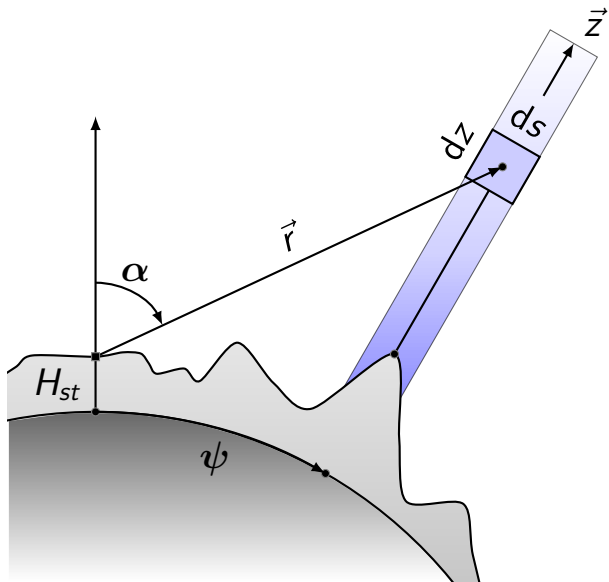
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Efekt deformacyjny

Efekt grawitacyjny
2D, 3D

Porównanie metod

Wnioski



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

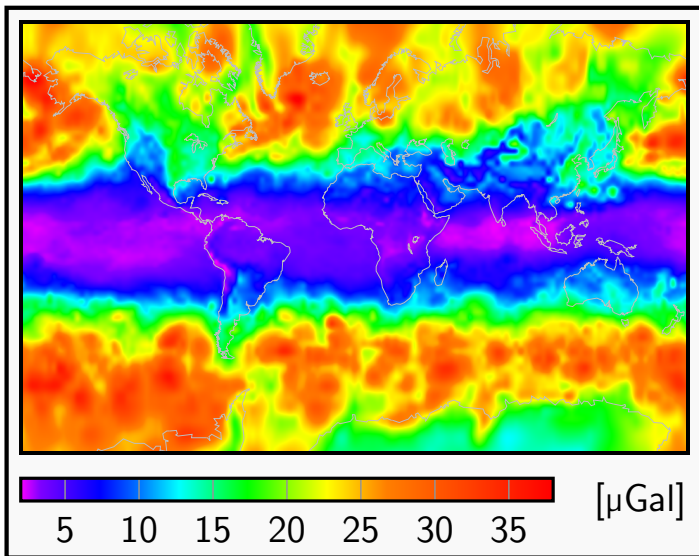
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Efekt deformacyjny

Efekt grawitacyjny
2D, 3D

Porównanie metod

Wnioski



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

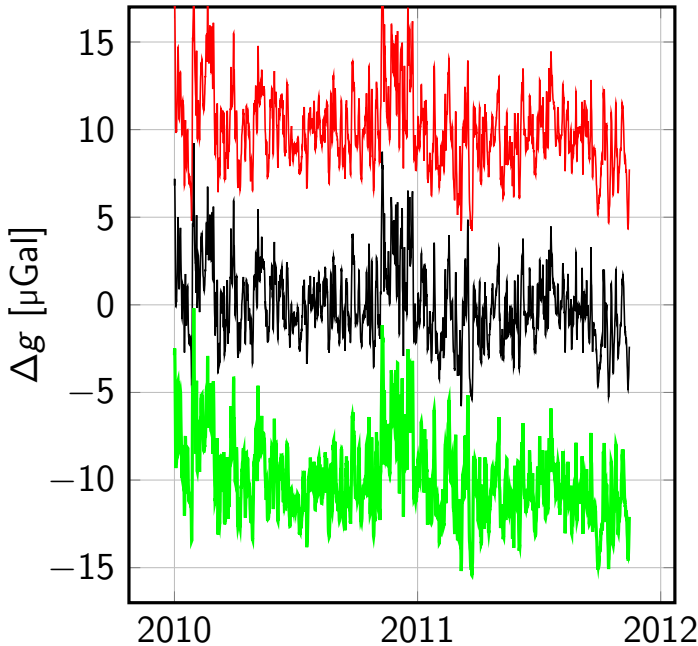
Efekt deformacyjny

Efekt grawitacyjny
2D, 3D

Porównanie metod

Wnioski

pe



Motywacja

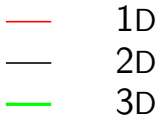
Teza

Klasyczne podejście
(1D)

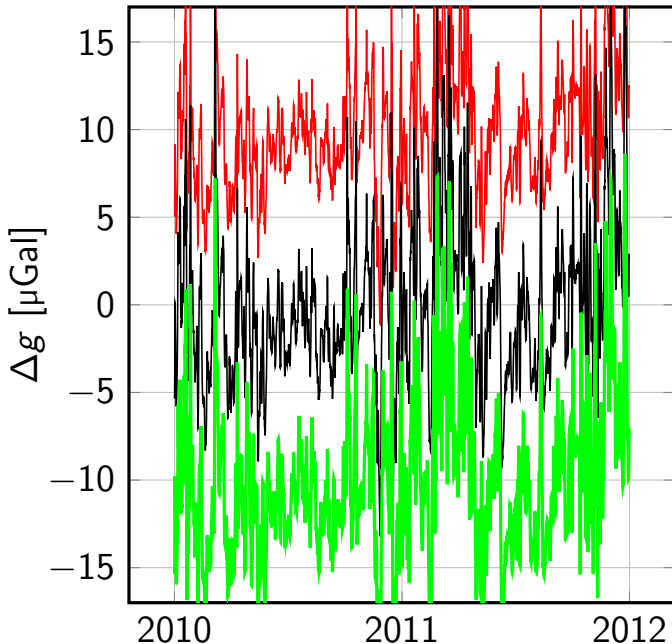
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski



ny



Motywacja

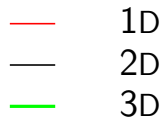
Teza

Klasyczne podejście
(1D)

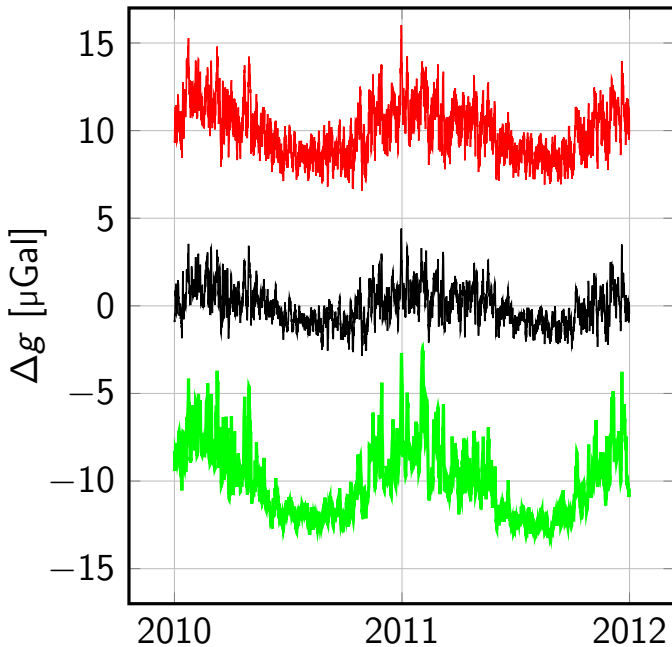
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski



ap



Motywacja

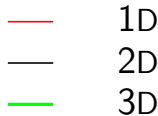
Teza

Klasyczne podejście
(1D)

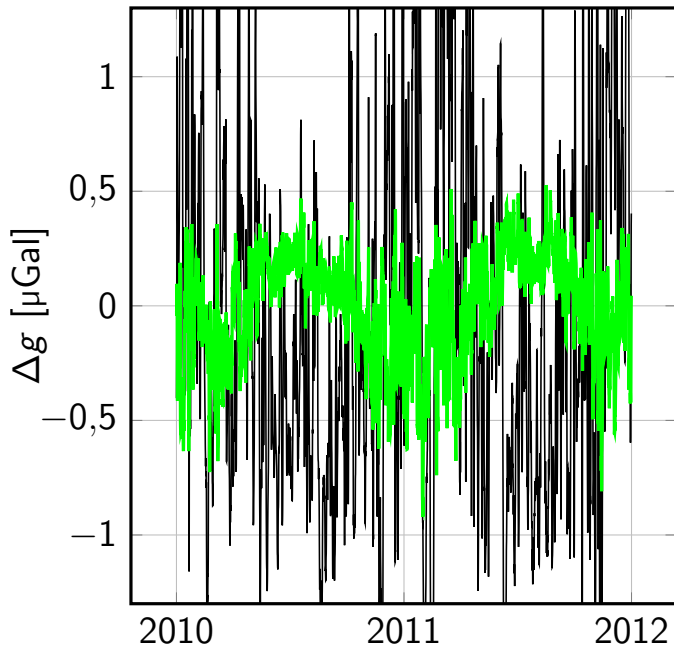
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski



ny



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

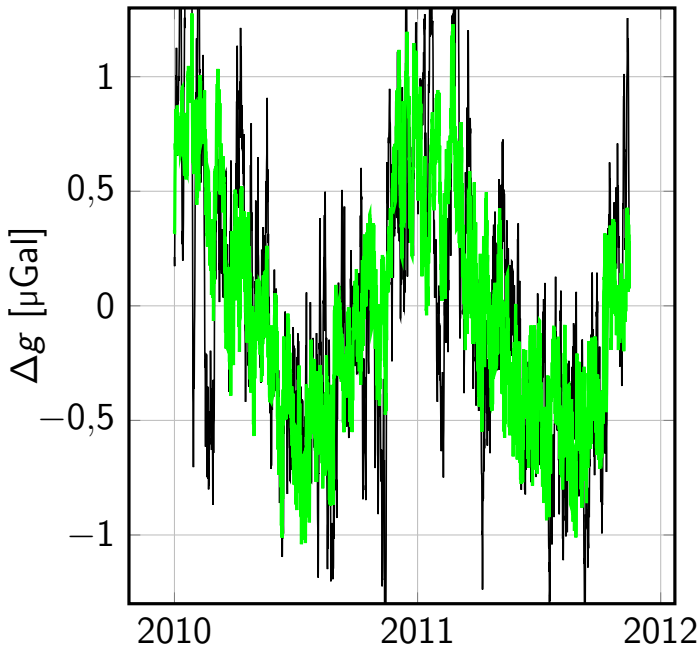
Porównanie metod

Wnioski

— 3D—1D

— 3D—2D

pe



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

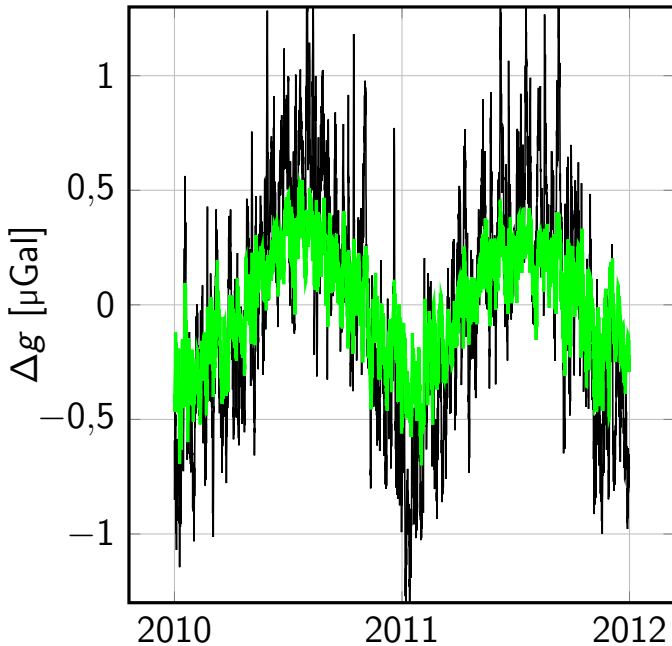
Porównanie metod

Wnioski

— 3D-1D

— 3D-2D

cb



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

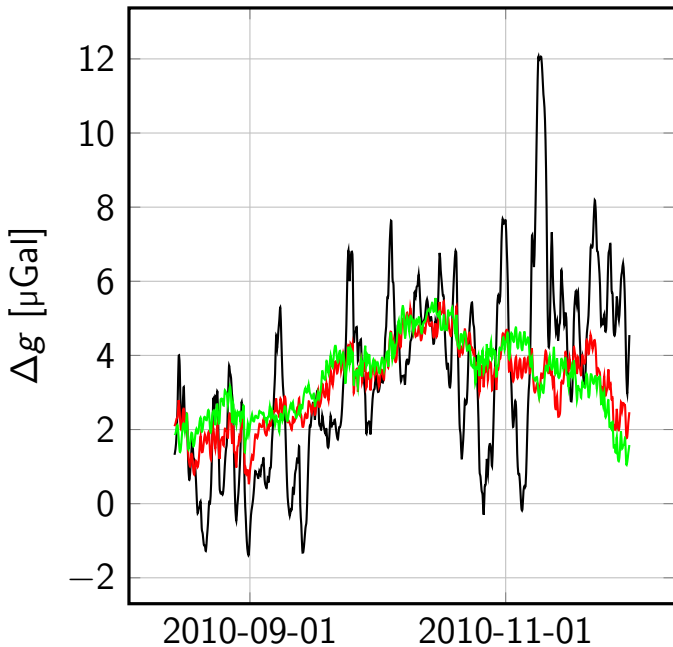
Porównanie metod

Wnioski

— 3D-1D

— 3D-2D

rezydua obserwacyjne — bf



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

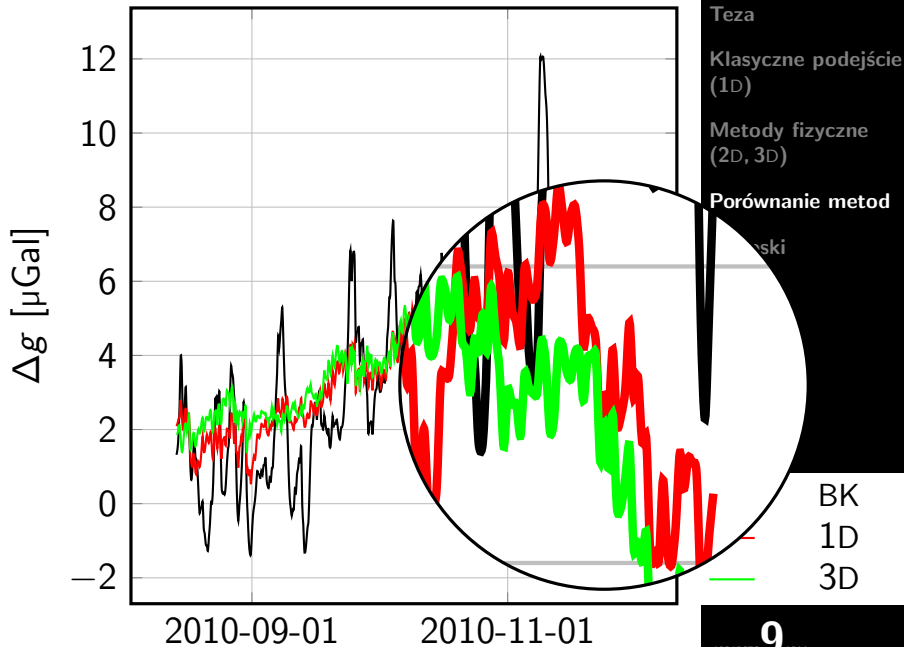
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

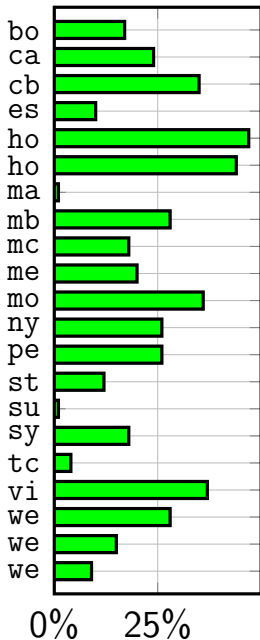
Wnioski

— BK
— 1D
— 3D

rezydua obserwacyjne — bf



1D-BK



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

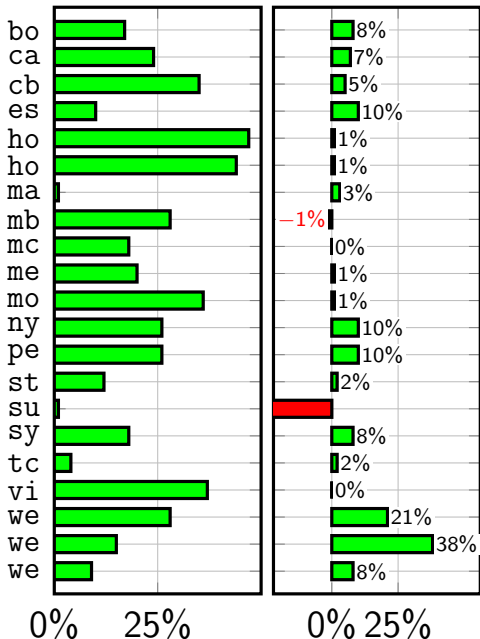
Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

1D-BK

3D-1D



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)Metody fizyczne
(2D, 3D)

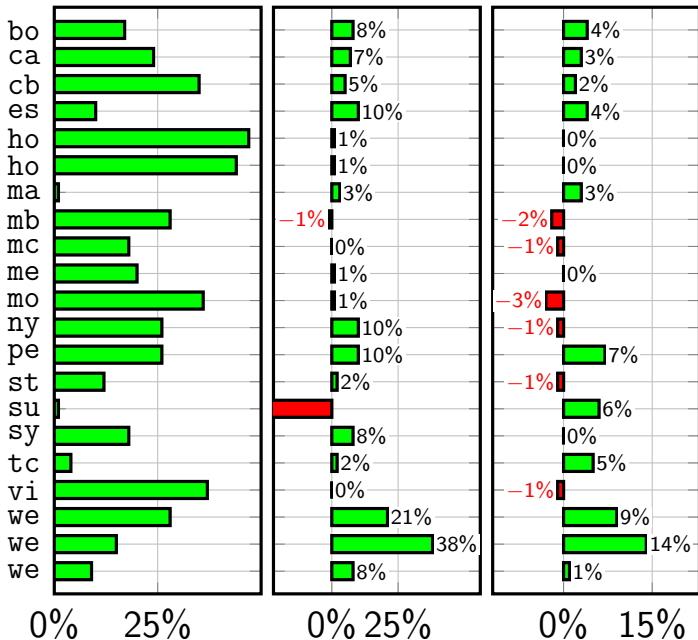
Porównanie metod

Wnioski

1D-BK

3D-1D

3D-2D



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)Metody fizyczne
(2D, 3D)

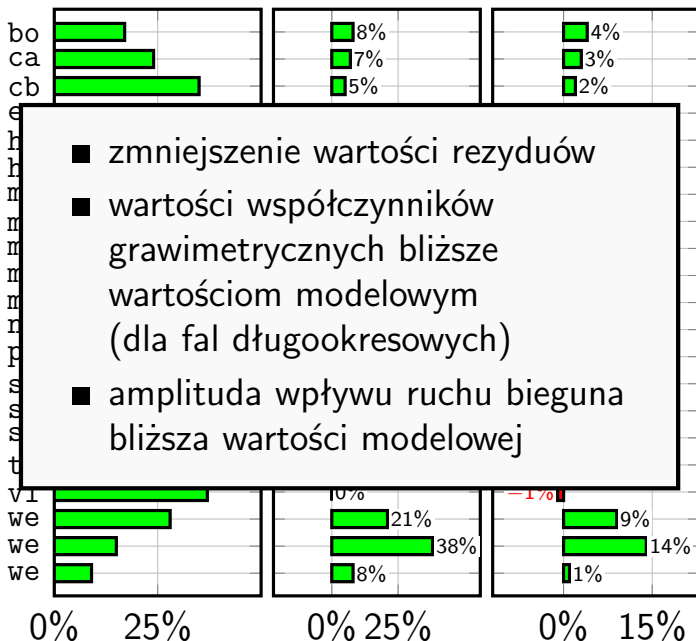
Porównanie metod

Wnioski

1D-BK

3D-1D

3D-2D



Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

Podsumowanie i wnioski

- *krytyka* metod klasycznych i ich modyfikacji
- analiza dokładności numerycznych modeli pogody
- opracowanie algorytmów i programu obliczeniowego
- analizy wpływu różnych zjawisk i metod obliczeniowych na wyznaczone wartości poprawek atmosferycznych
- udowodnienie tezy o **przewadze zaawansowanych metod fizycznych** w kontekście interpretacji niewielkich sygnałów grawimetrycznych

Motywacja

Teza

Klasyczne podejście
(1D)

Metody fizyczne
(2D, 3D)

Porównanie metod

Wnioski

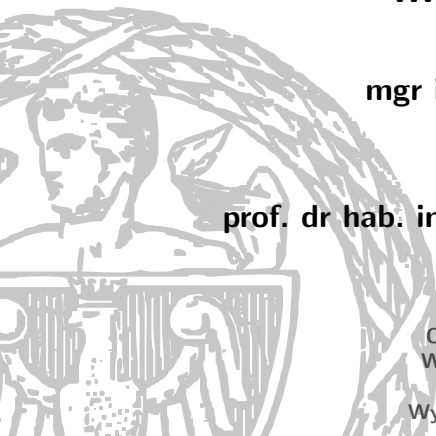
Wyznaczanie atmosferycznych poprawek grawimetrycznych na podstawie numerycznych modeli pogody

mgr inż. Marcin Rajner

promotor
prof. dr hab. inż. Jerzy Rogowski

Obrona rozprawy doktorskiej
Warszawa, 07 listopada 2014
Politechnika Warszawska
Wydział Geodezji i Kartografii

Dziękuję za uwagę



...rycin. Niektóre z nich... mało czytelne

...pozycji podręcznikowych i książkowych ..., które są cytowane w tekście, niekiedy niestety w całości, bez odwołania do konkretnych stron, czy rozdziałów.

utrudnia lekturę tekstu pracy zastosowana numeracja wzorów i powoływanie się na nie w tekście, gdyż miesza się z powoływaniem na numery rysunków.

jednorodna płaszczyzna o skończonej wysokości H

Mało czytelny jest także spis treści. ... numerów stron, które „zlewają się” z tytułami rozdziałów.

pod pojęciem... „numerycznych modeli pogody” należy rozumieć numeryczne modele rozkładu ciśnienia atmosferycznego, bo pogoda to przecież „stan atmosfery w rozpatrywanym momencie” i tylko jednym z parametrów opisu jej stanu jest ciśnienie powietrza.

Uwagi recenzentów

prof. Barlik

prof. Kryński

Recenzje

... starał się zachować jednolitość w prezentacji rysunków. W niektórych wypadkach, obniżyło to jednak znacząco ich czytelność.

... pewien brak konsekwencji w stosowaniu jednostek...
 $\mu\text{Gal} \longleftrightarrow \text{nm s}^{-2}$; $\text{hPa} \longleftrightarrow \text{mbar}$

wieloznaczności, np. symbol α ... współczynnik proporcjonalności ... kąt zenitalny, ... azymut; ... azymut A .

W rozdziale „Podsumowanie i wnioski” ... skoncentrował się wyłącznie na wyniku uzasadniającym słuszność tezy... Nie znalazło się w nim wiele istotnych wniosków wynikających z przeprowadzonych analiz. Aczkolwiek można je odnaleźć w poszczególnych fragmentach rozprawy, ich zwarte przedstawienie w podsumującym rozdziale ułatwiłoby korzystanie z rozprawy.

Istotnym elementem rozprawy są analizy oparte na porównaniu współczynników czy poprawek wyznaczanych różnymi metodami. Uwzględnienie w nich błędów (niepewności) porównywanych wartości zwiększyłoby wiarygodność wniosków wyciągniętych z analiz.

Uwagi recenzentów

prof. Barlik

prof. Kryński

Uwagi ogólne

Uwagi szczegółowe

Recenzje

... starał się zachować jednolitość w prezentacji rysunków. W niektórych wypadkach, obniżyło to jednak znacząco ich czytelność.

... pewien brak konsekwencji w stosowaniu jednostek...
 $\mu\text{Gal} \longleftrightarrow \text{nm s}^{-2}$; $\text{hPa} \longleftrightarrow \text{mbar}$

wieloznaczności, np. symbol α ... współczynnik proporcjonalności ... kąt zenitalny, ... azymut; ... azymut A .

W rozdziale „Podsumowanie i wnioski” ... skoncentrował się wyłącznie na wyniku uzasadniającym słuszność tezy... Nie znalazło się w nim wiele istotnych wniosków wynikających z przeprowadzonych analiz. Aczkolwiek można je odnaleźć w poszczególnych fragmentach rozprawy, ich zwarte przedstawienie w podsumującym rozdziale ułatwiłoby korzystanie z rozprawy.

Istotnym elementem rozprawy są analizy oparte na porównaniu współczynników czy poprawek wyznaczanych różnymi metodami. Uwzględnienie w nich błędów (niepewności) porównywanych wartości zwiększyłoby wiarygodność wniosków wyciągniętych z analiz.

Uwagi recenzentów

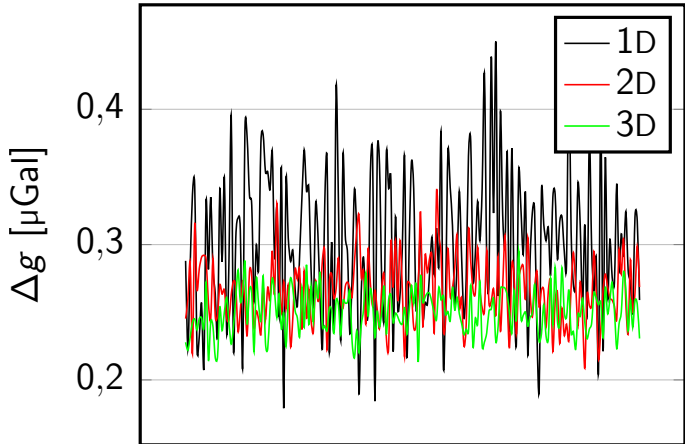
prof. Barlik

prof. Kryński

Uwagi ogólne

Uwagi szczegółowe

Recenzje



Istotnym elementem rozprawy są analizy oparte na porównaniu współczynników czy poprawek wyznaczanych różnymi metodami. Uwzględnienie w nich błędów (niepewności) porównywanych wartości zwiększyłoby wiarygodność wniosków wyciągniętych z analiz.

Uwagi recenzentów

prof. Barlik

prof. Kryński

Uwagi ogólne

Uwagi szczegółowe

Recenzje

„wartość siły ciężkości” powinno być „wartość przyspieszenia siły ciężkości”.

„współczynnik wpływu atmosfery” \longleftrightarrow „współczynnik wpływu atmosfery na zmiany przyspieszenia siły ciężkości” albo...symbol

Wzór...z publikacji (Warburton i Goodkind, 1977) podano w postaci uproszczonej. Wzmianka o uproszczeniu powinna się znaleźć w tekście.

„...koherencja rezydualnych obserwacji grawimetrycznych i zmian przyspieszenia siły ciężkości...” \longleftrightarrow
„...koherencja rezydualnych zmian przyspieszenia siły ciężkości i zmian ciśnienia atmosferycznego...”

„Korelacja zmian siły rezydualnych wartości siły ciężkości ze zmianami ciśnienia atmosferycznego...” \longleftrightarrow
„Korelacja zmian rezydualnych wartości siły ciężkości ze zmianami ciśnienia atmosferycznego...”.

Uwagi recenzentów

prof. Barlik

prof. Kryński

Uwagi ogólne

Uwagi szczegółowe

Recenzje

„...niepewność przyspieszenia siły ciężkości rzędu jednego mikrogala.” \longleftrightarrow „...niepewność przyspieszenia siły ciężkości na poziomie jednego mikrogala.”

Odniesieniem do wzoru...powinna być publikacja (Longman, 1963)...[nie](Farrell, 1972).

„...funkcji harmonicznych sferycznych” \longrightarrow
„...sferycznych funkcji harmonicznych”.

„średnie przyspieszenie siły ciężkości Ziemi”. Nie jest to jednoznaczne określenie.

$$\gamma, g_n \longrightarrow \Delta\gamma, \Delta g_n$$

We wzorach...w ostatnim składniku wyrażenia w mianowniku $(Rz + z)$ pominięto wykładnik potęgi 2.

„Rząd 0,2 μGal jest poniżej rozdzielczości współczesnej grawimetrii...” nie jest w pełni prawdziwe.

Uwagi recenzentów

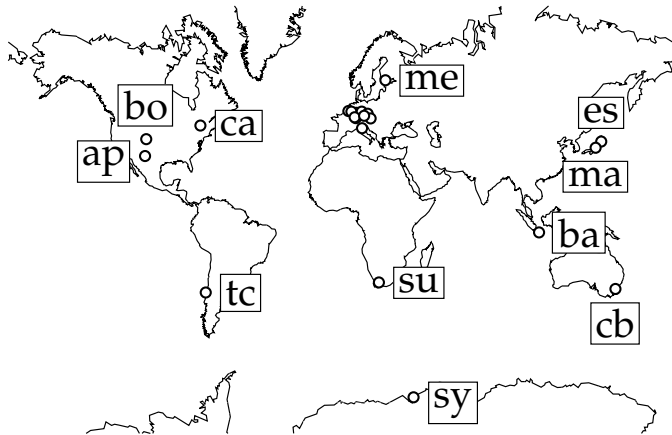
prof. Barlik

prof. Kryński

Uwagi ogólne

Uwagi szczegółowe

Recenzje



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

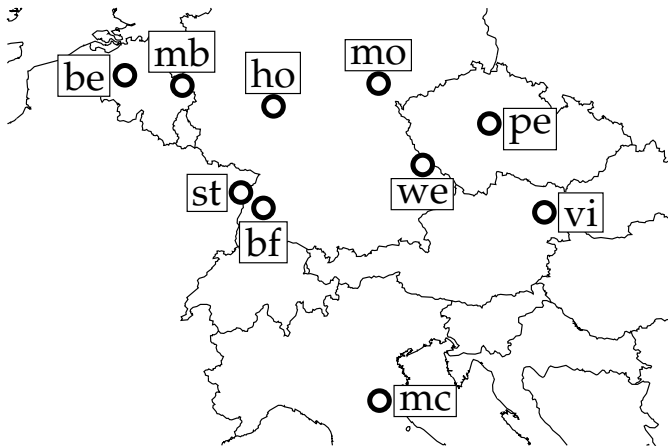
Warstwy

Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

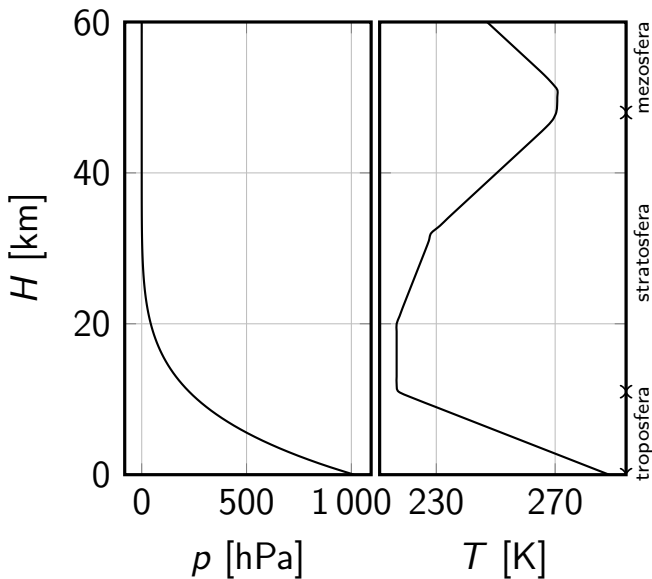
Warstwy

Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

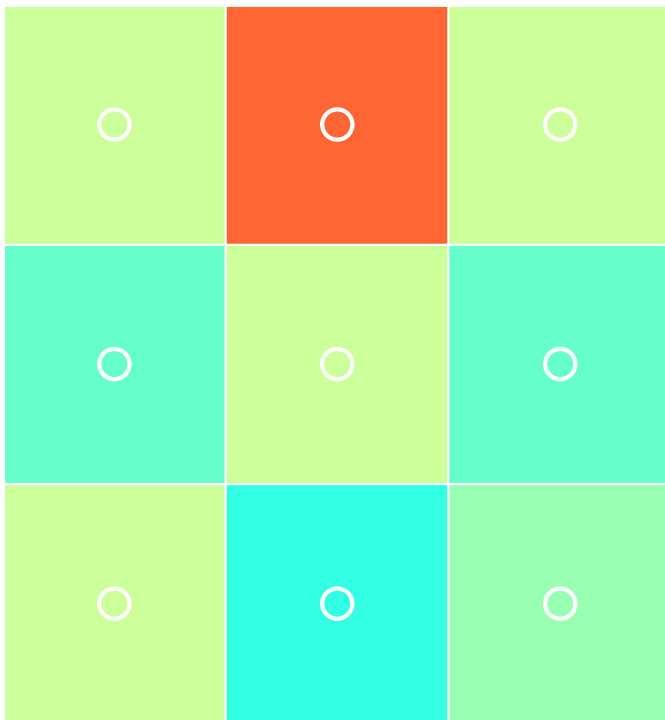
Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

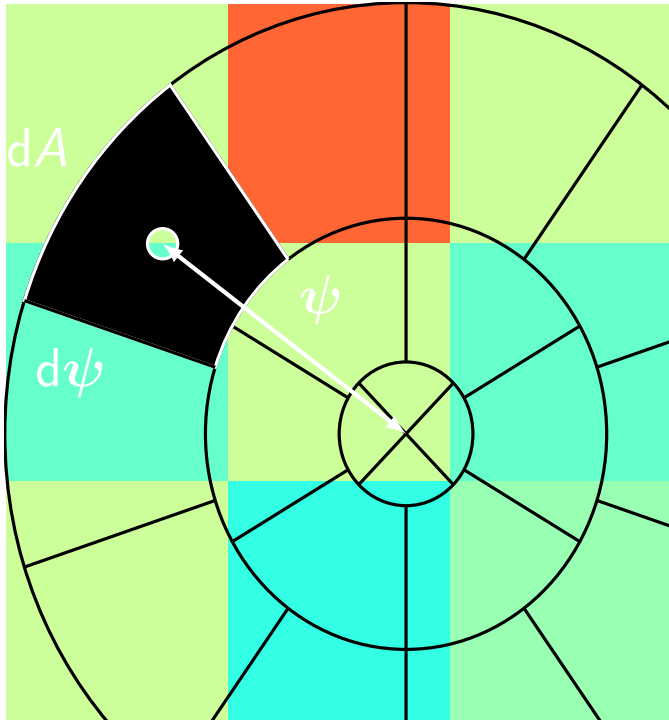
Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

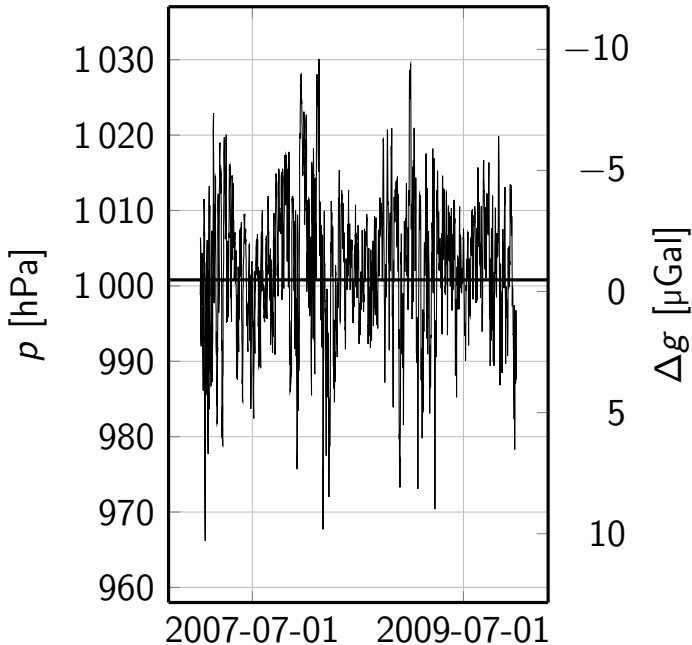
Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

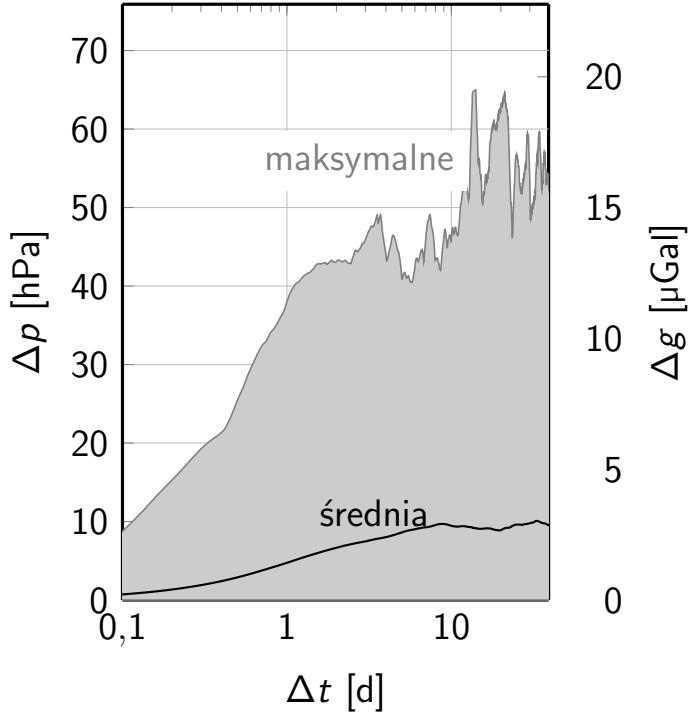
Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

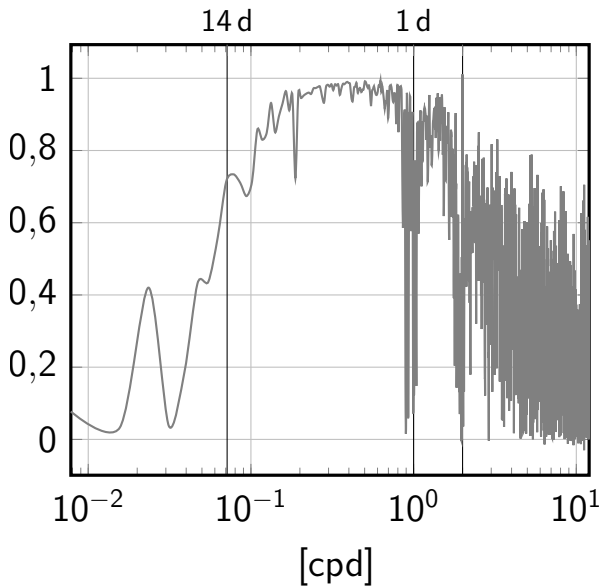
Slajdy dodatkowe



- Mapy GGP
- Atmosfera standardowa
- Schemat obliczeniowy
- Wartości**
- Koherencja
- Deformacje
- Spektrum residuów
- Funkcje Greena
- Warstwy
- Standardowa
a rzeczywista
- Porównanie metod
- Sezonowe zmiany α
- Rezydua obserwacyjne



- Mapy GGP
- Atmosfera standardowa
- Schemat obliczeniowy
- Wartości**
- Koherencja
- Deformacje
- Spektrum residuów
- Funkcje Greena
- Warstwy
- Standardowa
a rzeczywista
- Porównanie metod
- Sezonowe zmiany α
- Rezydua obserwacyjne



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum reszduów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe

Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

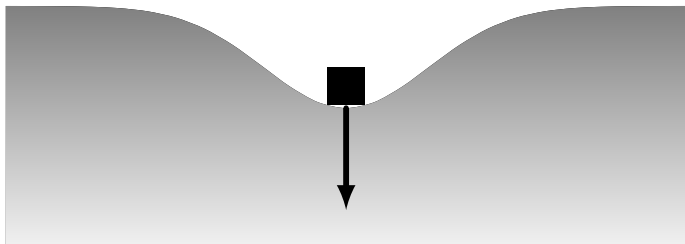
Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

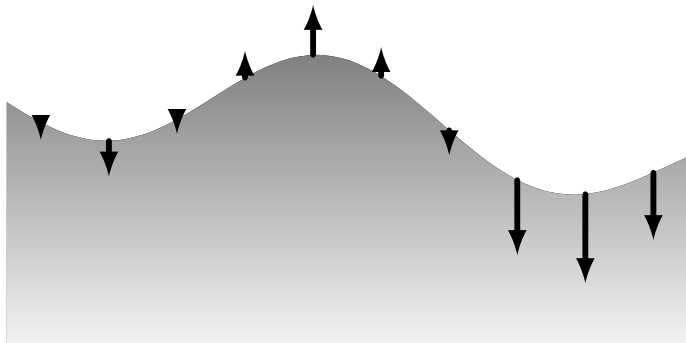
Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

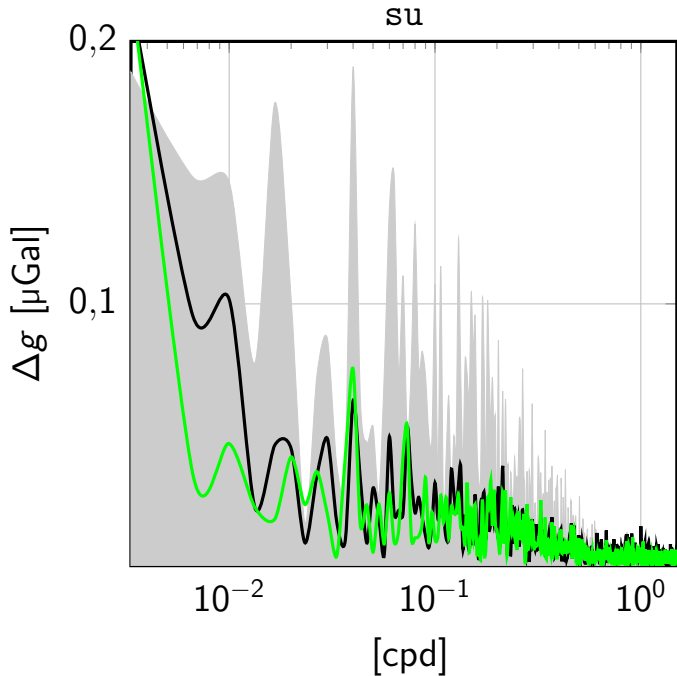
Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

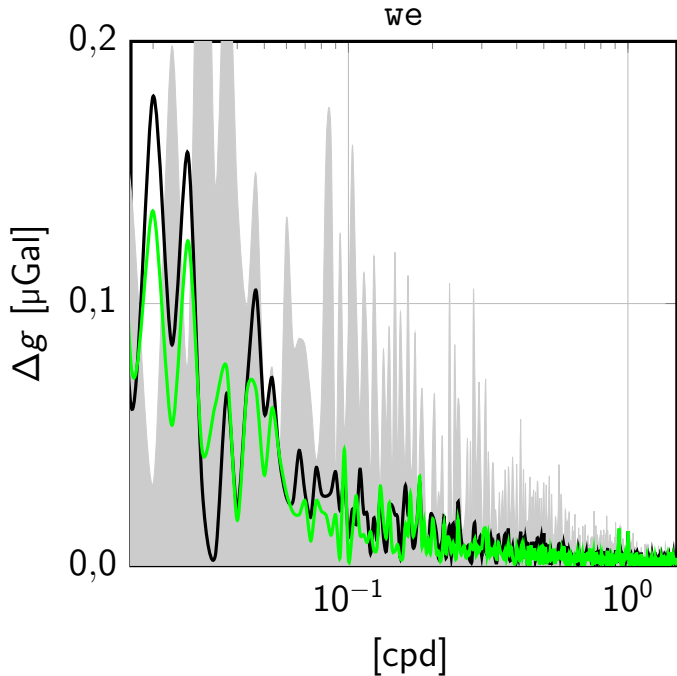
Slajdy dodatkowe



- Mapy GGP
- Atmosfera standardowa
- Schemat obliczeniowy
- Wartości
- Koherencja
- Deformacje
- Spektrum residuów**
- Funkcje Greena
- Warstwy
- Standardowa
a rzeczywista
- Porównanie metod
- Sezonowe zmiany α
- Rezydua obserwacyjne

| | |
|--|----|
| | BK |
| | 1D |
| | 3D |

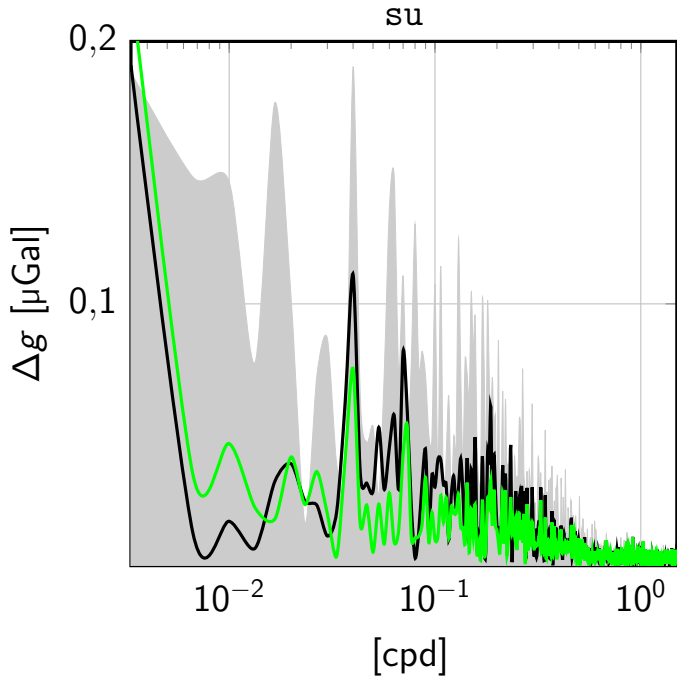
Slajdy dodatkowe



Mapy GGP
Atmosfera standardowa
Schemat obliczeniowy
Wartości
Koherencja
Deformacje
Spektrum residuów
Funkcje Greena
Warstwy
Standardowa
a rzeczywista
Porównanie metod
Sezonowe zmiany α
Rezydua obserwacyjne

■ BK
— 1D
— 3D

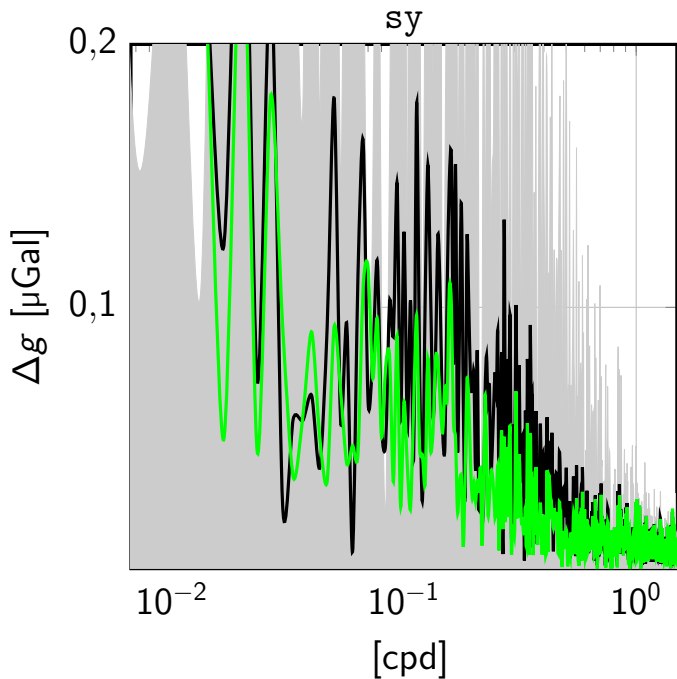
Slajdy dodatkowe



Mapy GGP
 Atmosfera standardowa
 Schemat obliczeniowy
 Wartości
 Koherencja
 Deformacje
Spektrum residuów
 Funkcje Greena
 Warstwy
 Standardowa
 a rzeczywista
 Porównanie metod
 Sezonowe zmiany α
 Rezydua obserwacyjne

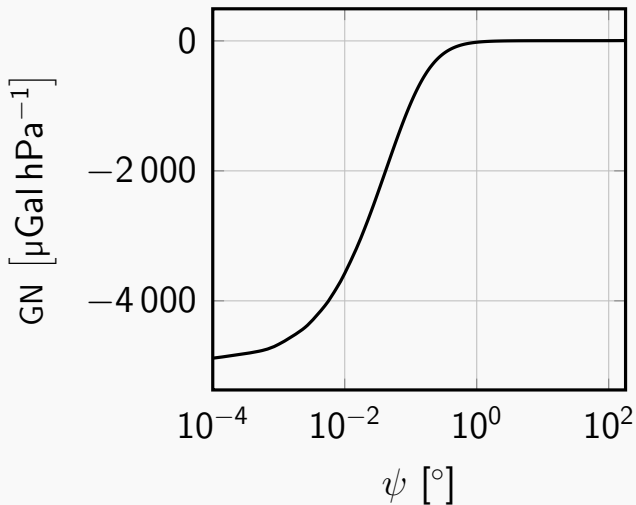
BK
 3D NIB
 3D IB

Slajdy dodatkowe



- Mapy GGP
- Atmosfera standardowa
- Schemat obliczeniowy
- Wartości
- Koherencja
- Deformacje
- Spektrum residuów**
- Funkcje Greena
- Warstwy
- Standardowa
a rzeczywista
- Porównanie metod
- Sezonowe zmiany α
- Rezydua obserwacyjne

- BK
- 3D NIB
- 3D IB



normalizacja: $10^5 \cdot \psi \cdot 2\pi R_z^2 (1 - \cos 1^\circ)$

Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa
a rzeczywista

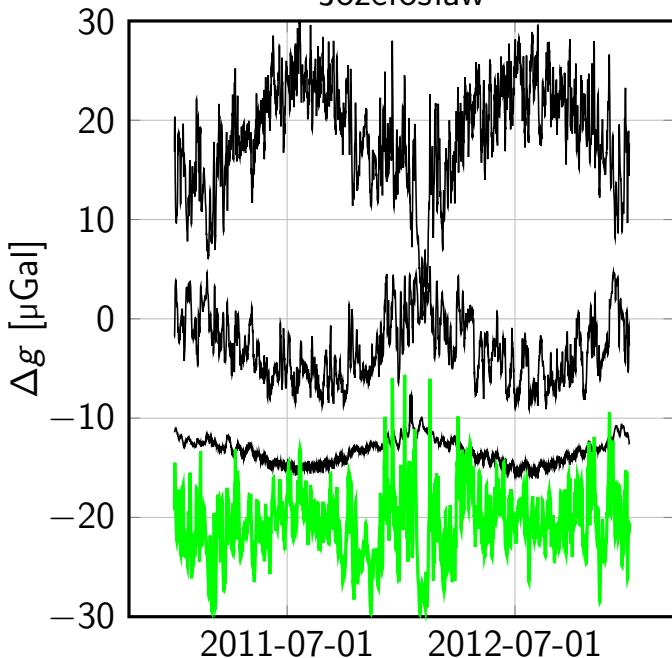
Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe

Józefosław



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

— 0 – 10 km

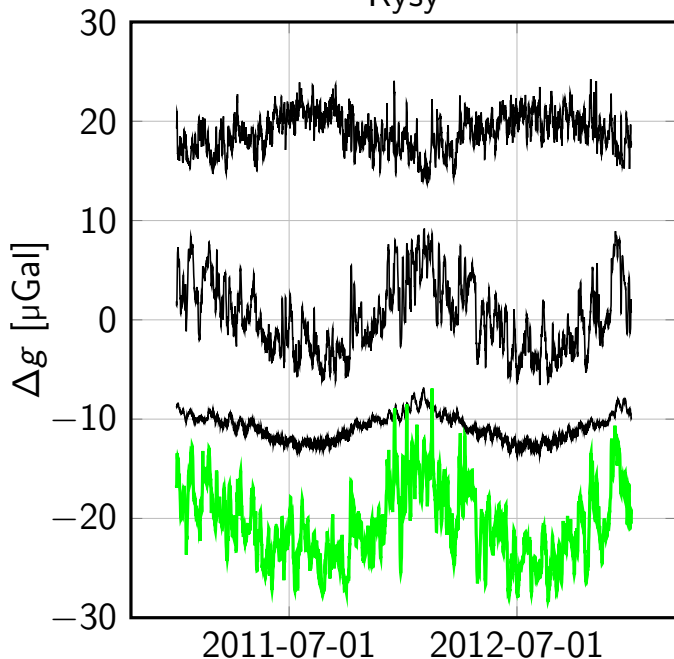
— 10 – 20 km

— 20 – 60 km

— 0 – 60 km

Slajdy dodatkowe

Rysy



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

— 0 – 10 km

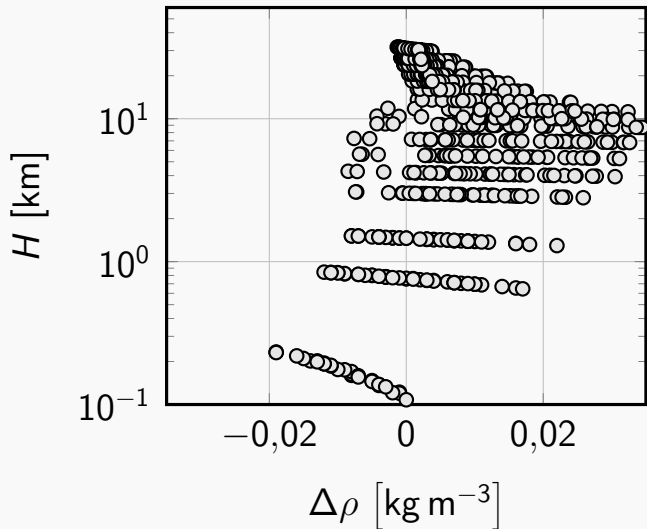
— 10 – 20 km

— 20 – 60 km

— 0 – 60 km

Slajdy dodatkowe

NCEP, Styczeń 2011



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

**Standardowa
a rzeczywista**

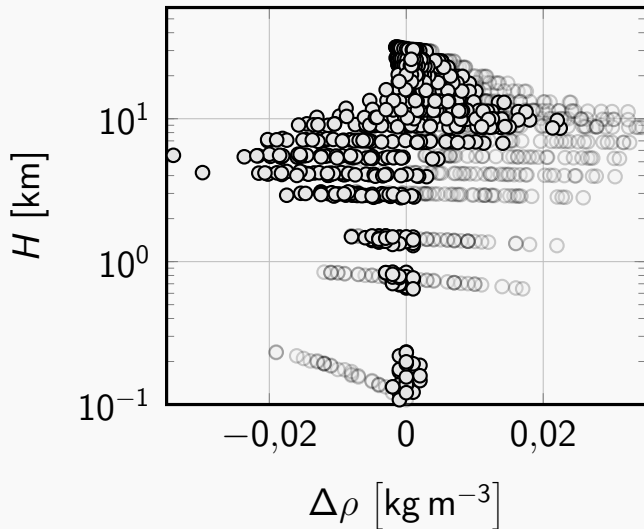
Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe

NCEP, Styczeń 2011



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

**Standardowa
a rzeczywista**

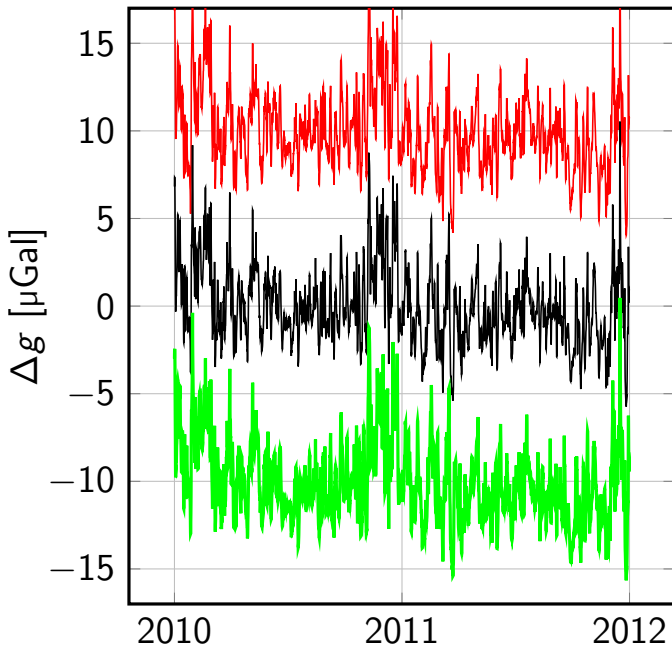
Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Slajdy dodatkowe

we

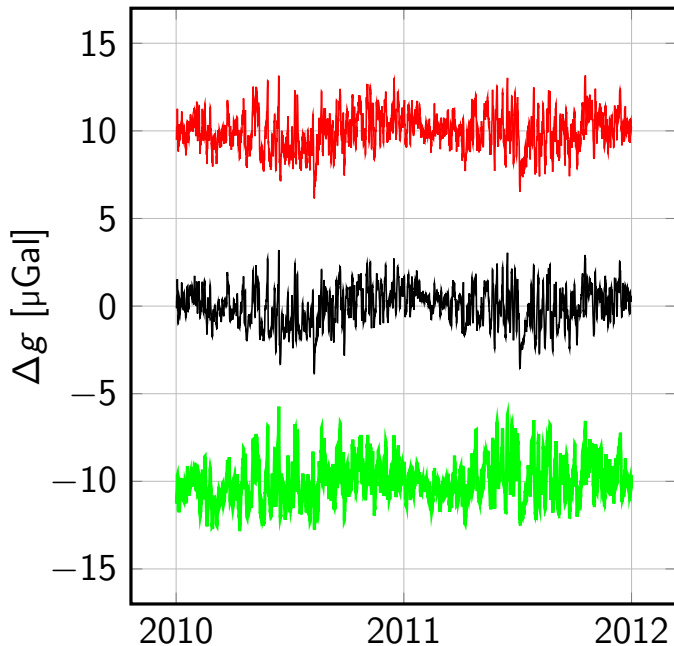


- Mapy GGP
- Atmosfera standardowa
- Schemat obliczeniowy
- Wartości
- Koherencja
- Deformacje
- Spektrum residuów
- Funkcje Greena
- Warstwy
- Standardowa
a rzeczywista
- Porównanie metod**
- Sezonowe zmiany α
- Rezydua obserwacyjne

- 1D
- 2D
- 3D

Slajdy dodatkowe

su



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa

a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

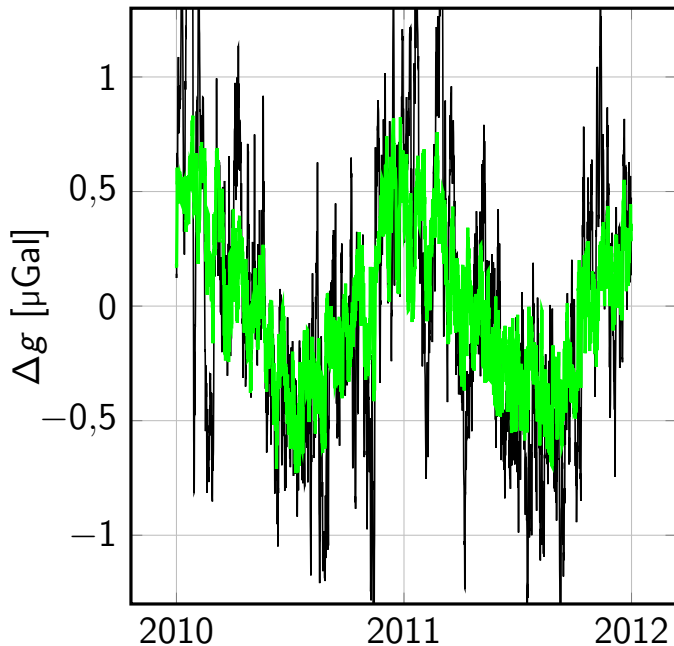
— 1D

— 2D

— 3D

Slajdy dodatkowe

we



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa

a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

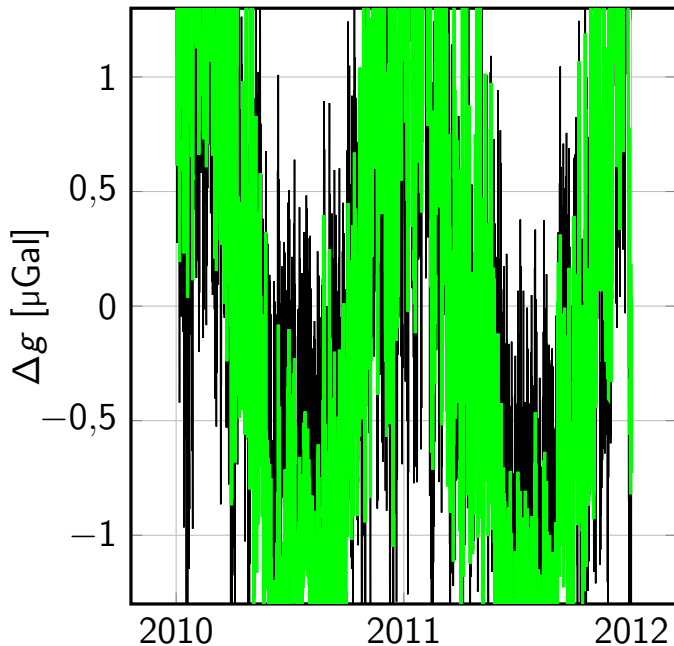
Rezydua obserwacyjne

— 3D-1D

— 3D-2D

Slajdy dodatkowe

ap



Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa

a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

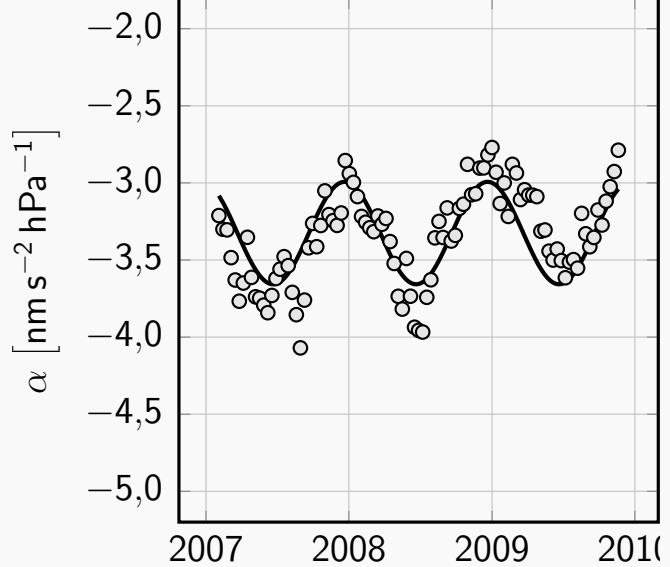
Rezydua obserwacyjne

— 3D-1D

— 3D-2D

Slajdy dodatkowe

200 μCaI ↑



← 4 miesiące →

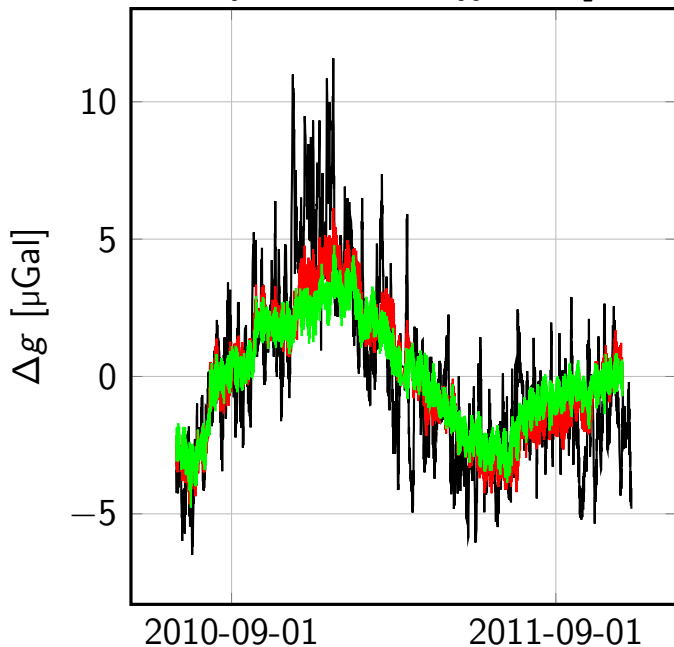
- Mapy GGP
- Atmosfera standardowa
- Schemat obliczeniowy
- Wartości
- Koherencja
- Deformacje
- Spektrum residuów
- Funkcje Greena
- Warstwy
- Standardowa a rzeczywista
- Porównanie
- Ser...
- R...



$\text{nm s}^{-2} \text{hPa}^{-1}$

Slajdy dodatkowe

rezydua obserwacyjne — pe



- Mapy GGP
- Atmosfera standardowa
- Schemat obliczeniowy
- Wartości
- Koherencja
- Deformacje
- Spektrum residuów
- Funkcje Greena
- Warstwy
- Standardowa a rzeczywista
- Porównanie metod
- Sezonowe zmiany α
- Rezydua obserwacyjne

- BK
- 1D
- 3D

Slajdy dodatkowe

gr@ (2013–). URL:

<http://www.grat.gik.pw.edu.pl/gr@>.

Rajner, M. (2014–). *grat manual*. j. ang. eprint:

<https://grat.googlecode.com/git/doc/latex/refman.pdf>. URL:

<https://grat.googlecode.com/git/doc/html/index.html>.

- (2014). „Wyznaczanie atmosferycznych poprawek grawimetrycznych na podstawie numerycznych modeli pogody”. Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii. URL:
<http://www.grat.gik.pw.edu.pl/dr>.

Mapy GGP

Atmosfera standardowa

Schemat obliczeniowy

Wartości

Koherencja

Deformacje

Spektrum residuów

Funkcje Greena

Warstwy

Standardowa
a rzeczywista

Porównanie metod

Sezonowe zmiany α

Rezydua obserwacyjne

Wyznaczanie atmosferycznych poprawek grawimetrycznych na podstawie numerycznych modeli pogody

mgr inż. Marcin Rajner

promotor
prof. dr hab. inż. Jerzy Rogowski

Obrona rozprawy doktorskiej
Warszawa, 07 listopada 2014
Politechnika Warszawska
Wydział Geodezji i Kartografii

kompilacja:
2014-11-06 16:47:42
pw 3.9.10-100.fc17.x86_64

gitinfo:
2014-11-06 15:36:17 +0100
4d44815

