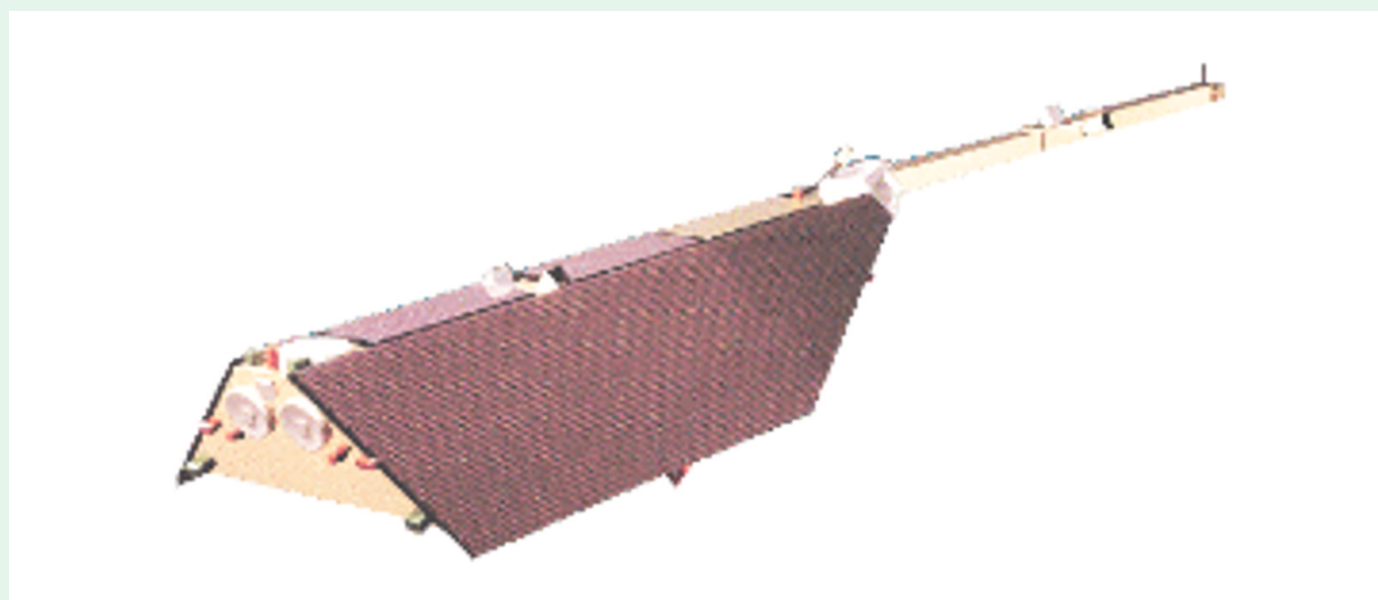


Bestemmelse af jordens tyngdefelt ved hjælp af satellit observationer

Lars Stenseng, Eva Howe, C. C. Tscherning

Introduktion

Den 15. juli 2000 blev den tyske CHAMP (CHALLENGING Minisatellite Payload) satellit opsendt. Satellitten befinder sig i en næsten polær bane ca. 450 km over jordens overflade.



Figur 1: CHAMP satellitten.

Missionens videnskabelige mål inkluderer blandt andet kortlægning af jordens tyngdefelt. Til dette medbringer CHAMP et accelerometer, som måler de ikke-konservative kræfter, der påvirker satellitten.

Bestemmelse af højdeanomalier

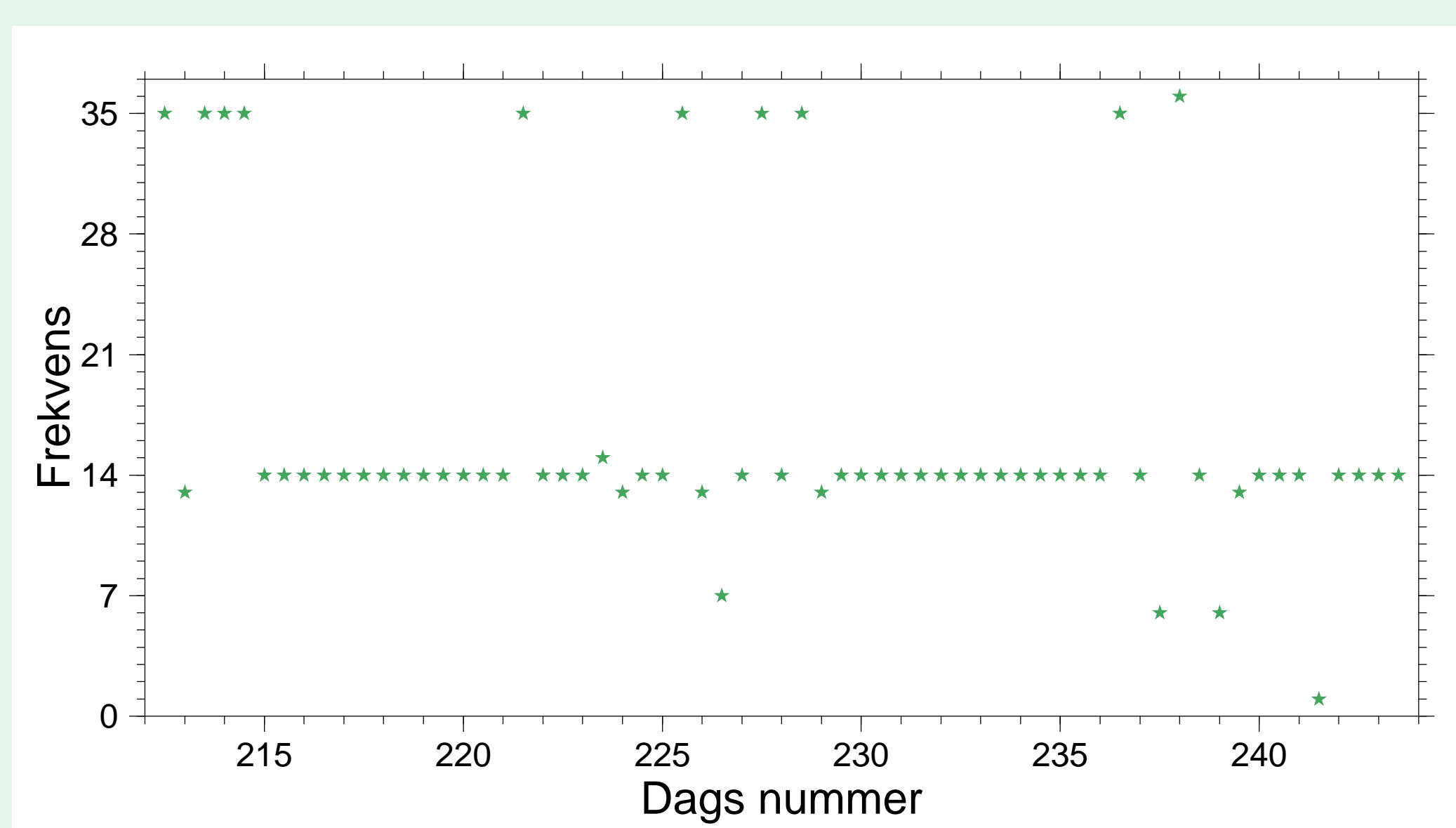
En metode med energibevarelse er afprøvet på data fra august 2001, hvor solaktiviteten var næsten konstant. Der bruges 'Rapid Science Orbit' data, som indeholder position og hastighed af satellitten, samt accelerometermålinger i flyveretningen.

For at bruge energibevarelse til at bestemme jordens tyngdepotential i satellithøjde, skal satellittens kinetiske energi $T = \frac{1}{2}v^2$ beregnes, og der skal tages hensyn til ydre påvirkninger. Satellitten påvirkes af tidekræfter fra solen, V_s , og månen, V_m , og der skal tages hensyn til jordens rotation $\omega(xv_y - yv_x)$. Den største kraft, der påvirker CHAMP er friktionen fra atmosfæren. Denne kan estimeres ved hjælp af accelerometermålingen i flyveretningen, $F = \int |\vec{v}| a_y dt$. Ved at fratrage jordens normalpotential U og integrationskonstanter, som samles i E_0 , findes potentialforskellen; $T_{sat} = \frac{1}{2}v^2 - V_s - V_m - \omega(xv_y - yv_x) - F - U - E_0$

Ved at indsætte potentialforskellen T_{sat} og normaltyngden γ i Bruns formel, $\zeta = T_{sat}/\gamma$, kan højdeanomalien ζ i satellithøjde bestemmes.

Korrektion af satellitbanen

Banefejlen estimeres ved hjælp af Fourier analyse. Den største del af banefejlen har en frekvens på 14, som det fremgår af figur 2. Denne frekvens svarer til et signal to gange per omløb. Middellamplituden for dette signal er fundet til 8 cm for de anvendte data.



Figur 2: Frekvens med største amplitude for hver 12 timers periode.

Korrektionen af satellitbanen er midlertidig og vil formodentlig blive overflødig, når metoden bliver afprøvet med 'Precise Orbits' produktet, der indeholder bedre estimater for satellittens hastighed og bane.

Bestemmelse af kuglefunktionskoefficienter

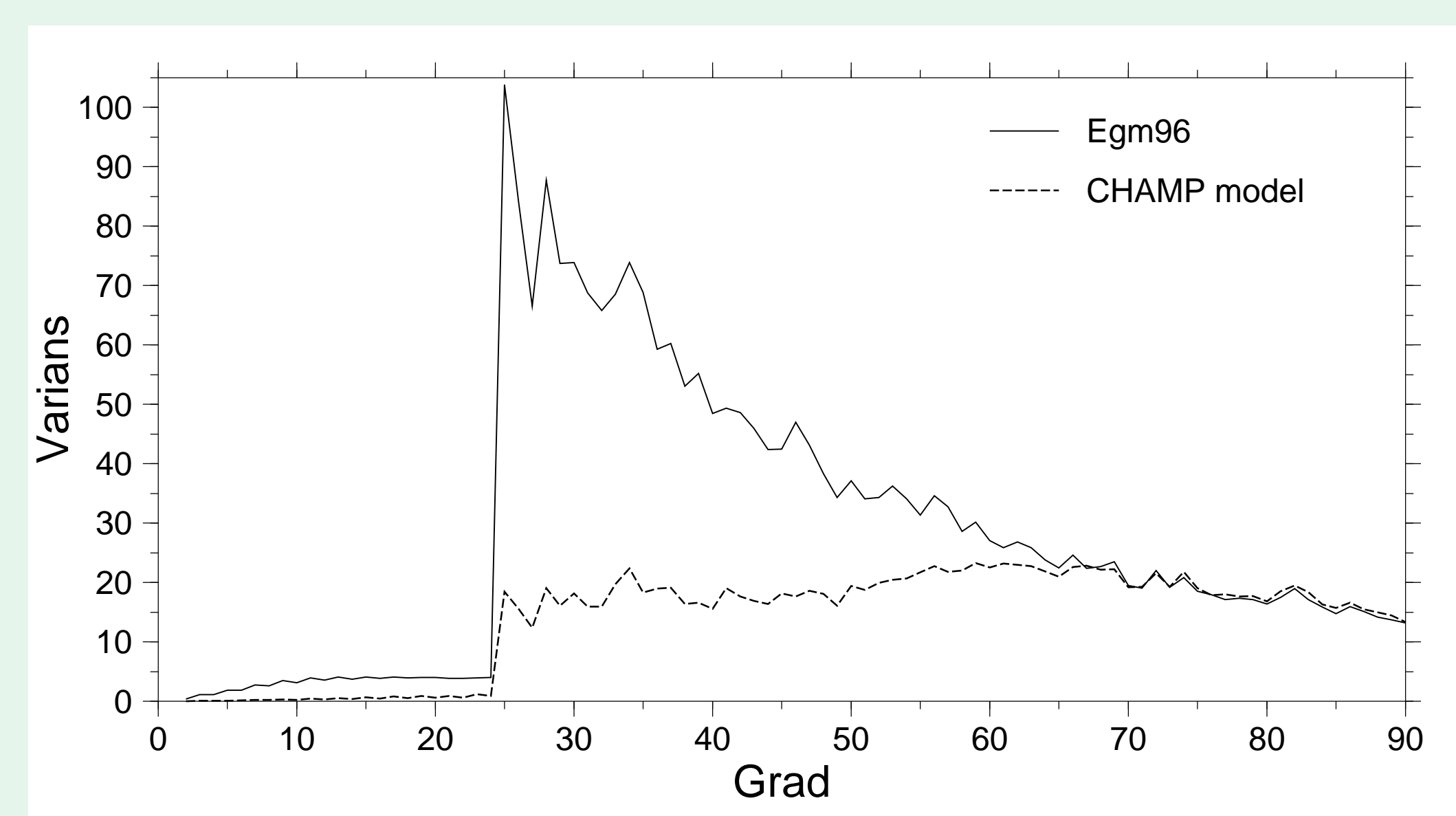
De fundne højdeanomalier konverteres til anomalipotential og EGM96 (Earth Gravity Model 1996) op til grad og orden 24 fratrækkes, da disse kuglefunktionskoefficienter antages at være velbestemte. Da observationerne er fortaget i forskellig højde, opad fortsættes disse til en fælles højde, 440 km over jorden.

En metode kaldet 'Fast Spherical Collocation' er benyttet til at bestemme kuglefunktionskoefficienter ud fra anomalipotentialet. For at kunne benytte denne metode skal data være på et regulært net. Fast Spherical Collocation udfører en form for Fast Fourier Transform på alle observationer med samme geografisk bredde, for at bestemme kuglefunktionskoefficienter.

Evaluering af det fundne tyngdefelt

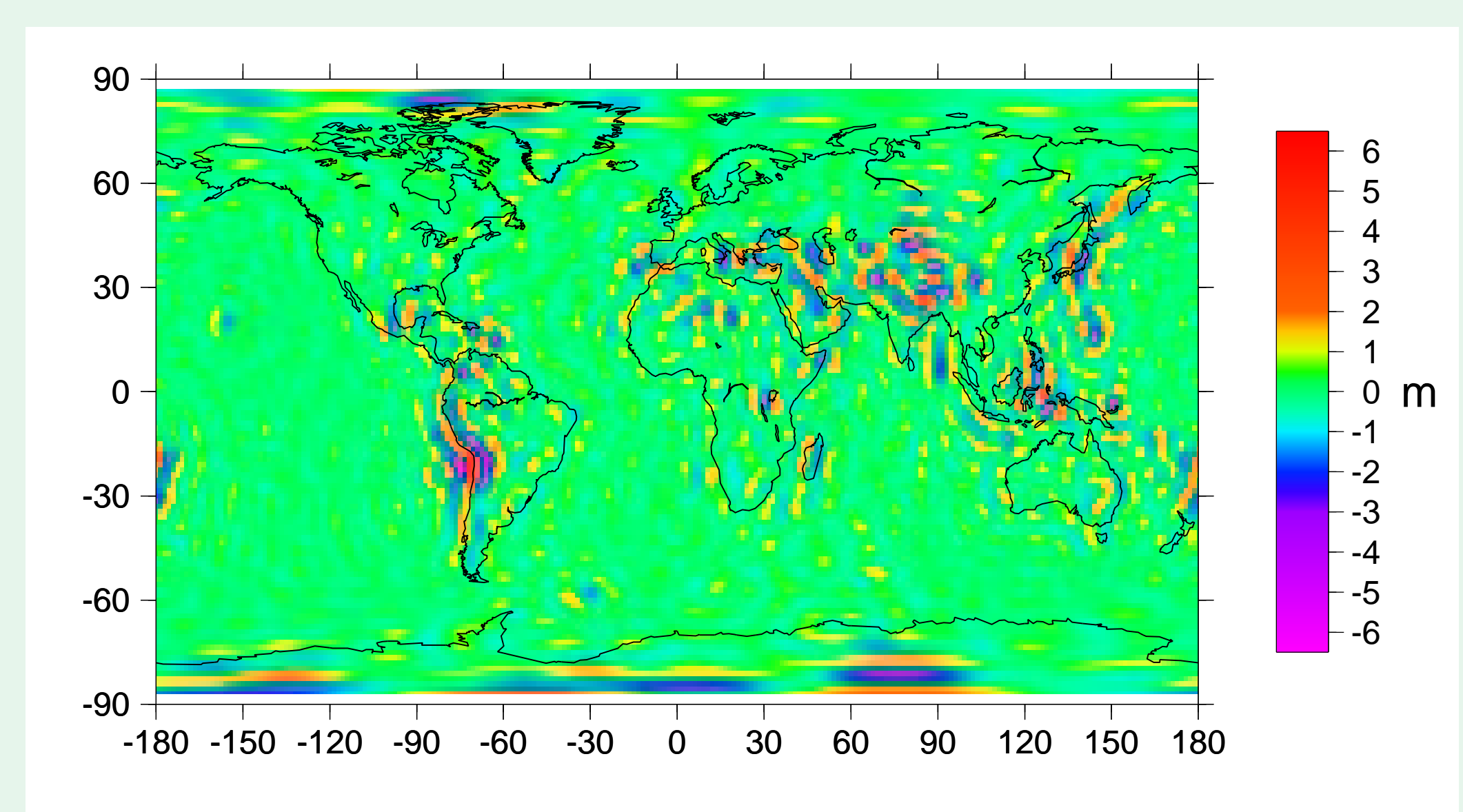
Fast Spherical Collocation giver mulighed for at evaluere den fundne model mod en eksisterende model.

Det fremgår af figur 3, at CHAMP modellen op til grad og orden 60, vil kunne bidrage med ny information til eksisterende tyngdefeltsmodeller.



Figur 3: Gradvarianser for EGM96 og CHAMP modellen, fratrukket EGM96 op til grad og orden 24.

Differensen mellem geoidhøjder, beregnet med henholdsvis EGM96 og CHAMP modellen, er vist i figur 4. Middeldifferensen mellem de to modeller er -8,2 mm og standardafvigelsen er 71,5 cm.



Figur 4: Differensen mellem EGM96 og CHAMP modellen.

De største forskelle mellem EGM96 og CHAMP modellerne findes de steder, hvor der er brugt få eller ingen tyngdedata til bestemmelsen af EGM96.

Litteratur:

- Jekeli, C. (1999), *The determination of gravity potential differences from satellite-to-satellite tracking*, Celestial Mechanics and Geodynamical Astronomy, Vol. 75, s. 58-101.
- Wessel, P. og Smith, W. H. F. (1998), *New, improved version of Generic Mapping Tools released*, EOS Trans. Amer. Geophys. U., vol. 79 (47), s. 579.

Tak til:

- CHAMP data center, GFZ-Potsdam, for at have leveret data.
- SAGRADA projektet sponsoreret af Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd.
- Sune Olander, Geofysisk Afdeling, for hjælp med L^AT_EX.
- Rene Forsberg, KMS, for at have stillet programmer til rådighed.

Kontakt:

Lars Stenseng, Eva Howe, C. C. Tscherning
Geofysisk Afdeling
NBIfAFG, Københavns Universitet
E-mail: stenseng@gfy.ku.dk,
eva@gfy.ku.dk, cct@gfy.ku.dk

