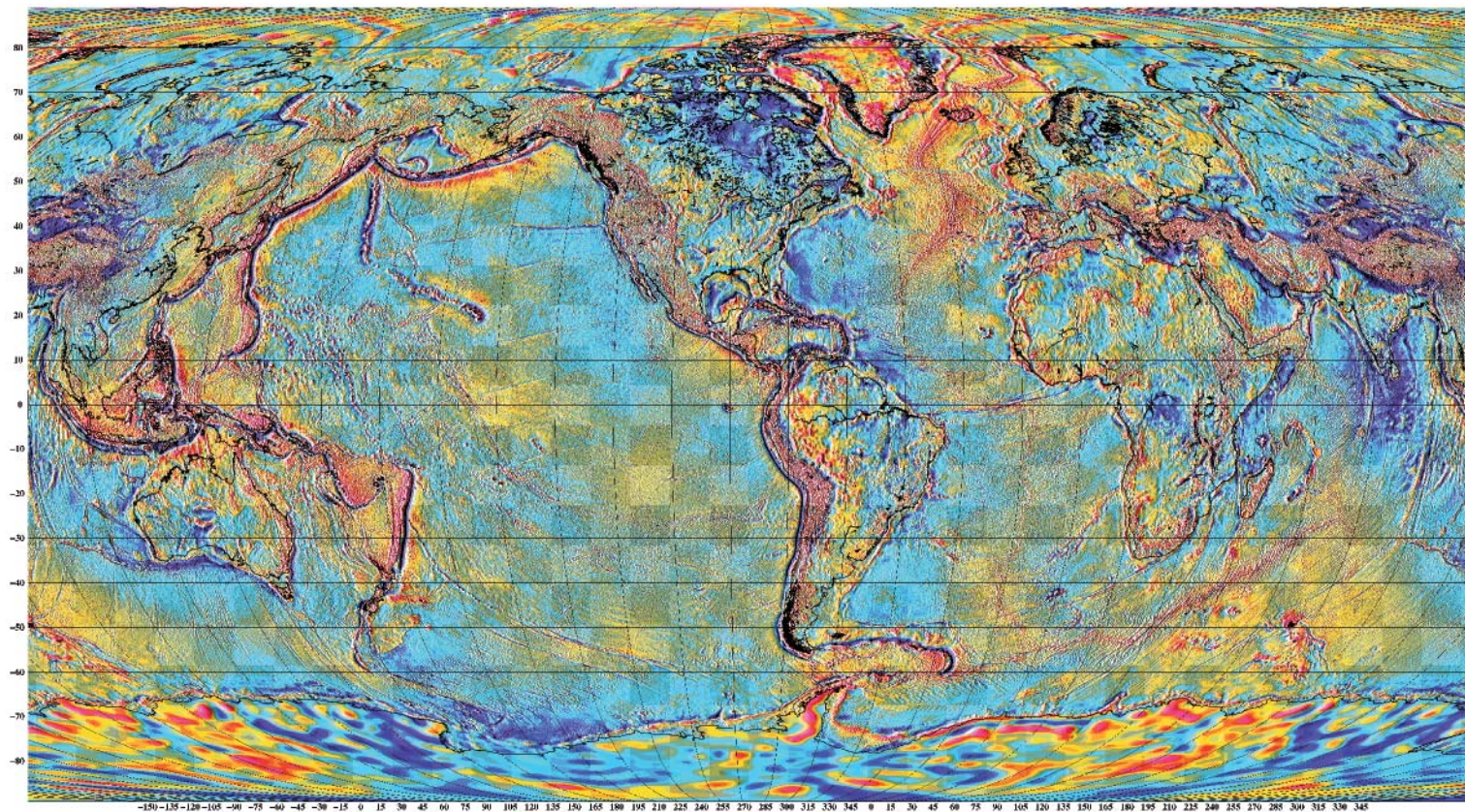
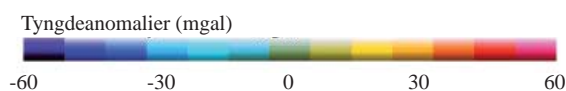


Nyt tyngdekort - hjælp til olie-eftersøgningen

DNOSC08 Global Free Air Gravity Anomalies



DNOSC08GRA. Jordens tyngdefelt kortlagt fra satellitbaserede højdemålinger og kombineret med andre tyngdefelts målinger over land og i de arktiske områder, hvor satellit-observationer ikke er tilgængelige. 1 mGal svarer til 1/10.000 del af normal-tyngden. (Grafik: Forfatteren)



Af Ole Baltazar Andersen, DTU Space

Et nyt globalt tyngdekort med en hidtil uset detaljeringsgrad og nøjagtighed er blevet udviklet på DTU Space, som skal gøre det lettere at finde frem til nye forekomster af olie i undergrunden. Det nye tyngdekort er samtidig en kraftig forbedring af eksisterende tyngdekort fra satellit så som KMS02(2) og Sandwell og Smith's (4) kort.

Tyngdekortet fra DTU Space er unikt på grund af dets opløsning på omkring 15 km samt det faktum, at det dækker både land- og havområder. Kortet er ikke, som man

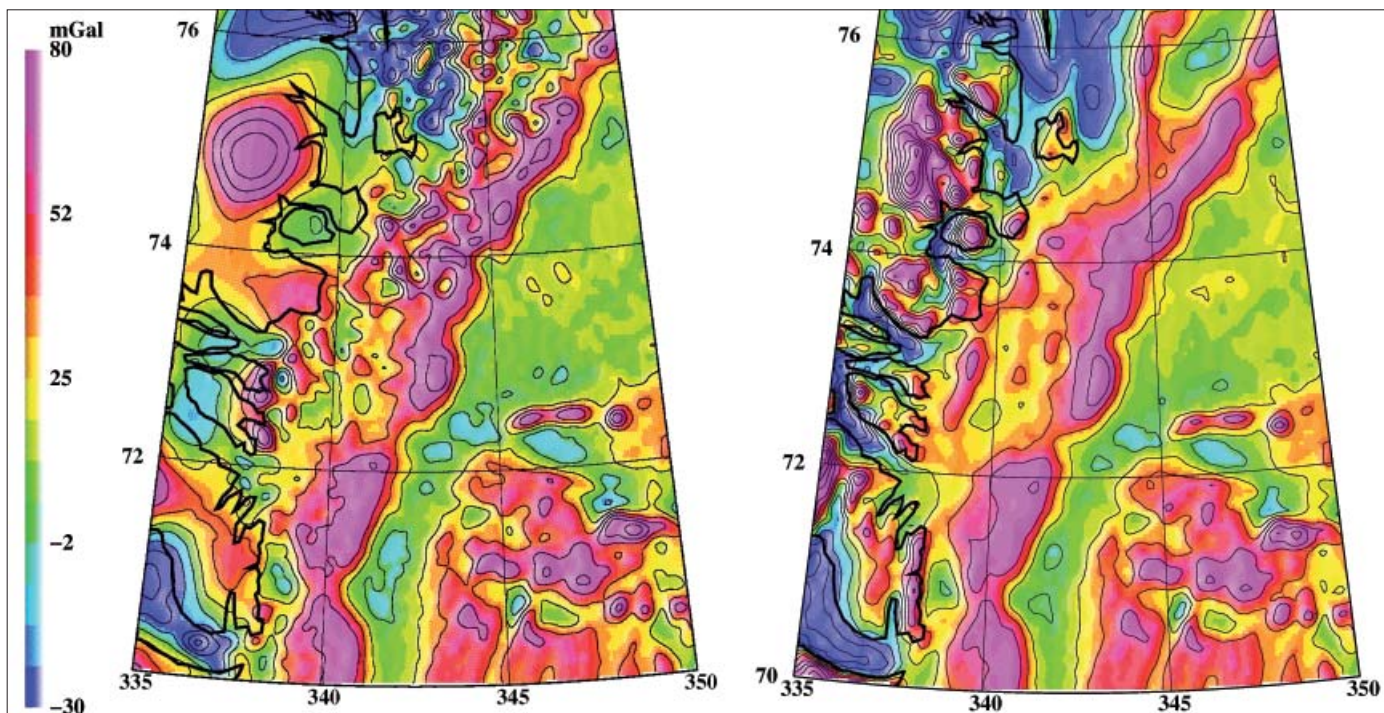
skulle tro, skabt ud fra tyngdemålinger fra satellit, men i stedet for på observationer af havets højde, som afspejler tyngden. Højdemålinger har nemlig den fordel, at man kan bestemme tyngdefeltet lokalt på selve havoverfladen og dermed lave tyngdekort med høj opløsning. Til sammenligning er opløsningen i satellitmålinger af tyngdekraften fra eksempelvis *GRACE*- og *GOCE*-satellitterne typisk på omkring 200 km, da disse måles i flere hundrede kilometers højde (satellitter opsendt til måling af jordens tyngdefelt).

Kortlægning af havoverfladen fra rummet Satellitter, så som *ERS*, *ENVISAT* og *JASON* er udstyret med radar til at måle afstanden mellem satellitten og Jordens overflade. Disse satellitter kredser ligesom

de andre jordobservationssatellitter typisk rundt om Jorden i 700 km højde med 25.000 km/timen. Satellitterne måler afstanden mellem satellitten og havets overflade med radar med en nøjagtighed på få centimeter. Da man kender satellitternes positioner, kan man bestemme havets højde med få centimeters nøjagtighed, og ved at tage et gennemsnit af højde-observationerne over et 3-10 km² stort område fjernes variationer, som skyldes bølger, storme og tidevand.

Det viser sig, at havet har bakker og dale, og havets højde varierer med op til 160 meter. Mennesket kan ikke se disse højdevariationer, da deres udstrækning er meget stor, men man kan observere dem fra satellit.

Disse højdevariationer skyldes variationer i tyngden. Tyngden afspejler det materiale, der findes i undergrunden. Tyngden



Forbedringer i tyngdekortet, der skyldes forbedret processering af satellit-data. Inklusion af laser-data fra satellit og integration af flybårne data. Kortet til venstre er KMS02-tyngdekortet fra 2002 og kortet til højre er DNSC08GRA-tyngdekortet. Farveskalaen angiver tyngdeanomaliers værdi i mGal. (Grafik: Forfatteren)

varierer fra sted til sted, da massefylden/tætheden af det underliggende materiale varierer. Disse ændringer er uhyre små i forhold til Jordens totale tyngdefelt og kan normalt kun måles med meget fintfølede instrumenter monteret på skibe eller i fly.

Det største bidrag til tyngdens variationer skyldes variationer i havets dybde, da vands massefylde er mindre end 40 % af det omliggende materiale, som udgør den yderste jordskorpe. Eksempelvis vil massen af et undersøisk bjerg øge tyngden tæt på bjerget på grund af tiltrækningen fra bjerget (Newtons lov for massetiltrækning). Bjergene vil derfor trække vandet til sig og herved øge højden af havets overflade en lille smule hen over bjerget. Det er disse højdevariationer, som satellitter kan observere.

Man kan sammenkæde ændringer i tyngdefeltet med ændringer i havbundens højdeforhold, da 1 meters ændring i havdybden ændrer tyngden på overfladen med omkring 0,1 milli-Gal (hvor normalt tyngden er ca 978 gals = $9,78 \text{ m/s}^2$). Denne opdagelse betyder, at man er i stand til at kortlægge alle bathymetriske signaler med en bølgelængde på over 15 km.

Med satellitmålinger har man derfor gennem de seneste 15 år været i stand til at bestemme tyngder og havdybder meget mere nøjagtigt, end man tidligere har kunnet fra skibs- og ubådsobservationer. Indtil satellitter begyndte at kortlægge verdenshavene, fandtes der på bunden af verdenshavene områder på størrelse med Danmark, som ingen kendte til.

Olieeftersforskning

For at skabe et globalt tyngdekort kræver det, at målingerne af havets højde kombineres med en række andre målinger. Disse er målinger af tyngdefeltet over land, som er gjort tilgængelige af *National Geospatial-Intelligence Agency* i USA med 5 minutters opløsning globalt. I de arktiske områder har tilgængeligheden af laser-højdemålinger fra *Icesat* betydet, at store dele af det Arktiske Ocean har kunnet kortlægges meget mere nøjagtigt end før (*IceSat* er en amerikansk satellit, der bruges til studier af is vha. laser-målinger). Det skyldes, at laseren måler meget fokuseret (70 km diameter mod flere km med radar) og derfor er i stand til at foretage målinger af havets højde ind i mellem is-flagerne. Figuren ovenfor viser en illustration

Vi borer over hele landet..!

- Kerneboringer
- Hulsneglsboringer
- Højslevboring
- Tørboring
- Luftslylleboring
- Skylléboring

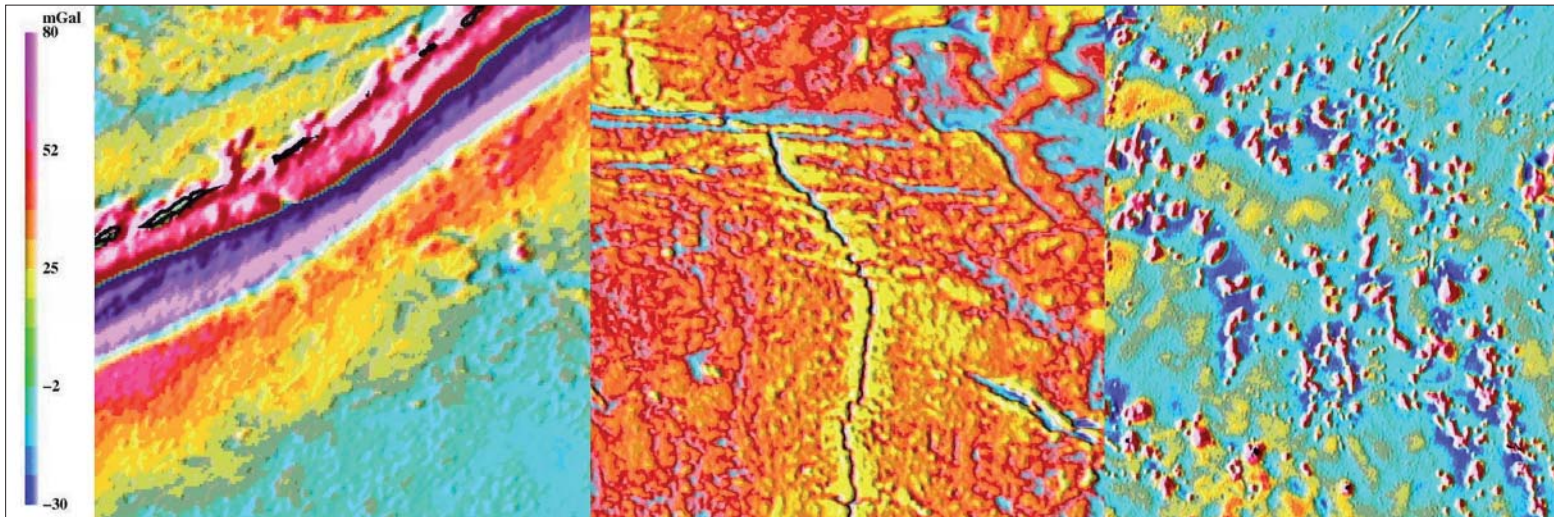
- ring og hør nærmere...



POUL CHRISTIANSEN A/S
Brøndborer- &
Ingeniørfirma
7840 Højslev
Tlf. 97 53 52 22

100 år

- din sikkerhed for erfaring og kompetence...



Figuren viser tre eksempler på geologiske strukturer fra tyngdekortet. Til venstre ses subduktionszonen ved Aleutien ø-kæden i det nordligste Stillehav (52°N, 168°V). I midten ses et udsnit af den Midatlantiske spredningszone i Nordatlanten. Charlie-Gibbs fraktur zone (52°N, 20°V), som er en bevarende pladegrænse skærer igennem spredningszonen og flytter spredningszonen øst-vest. Til venstre ses et udsnit fra det vestlige Stillehav, hvor et stort antal sea mounts kan ses (21°N, 160°Ø). (Grafik: Forfatteren)

af det kraftigt forbedrede tyngdefelt fra den østgrønlandske kyst nord for Island, i et område næsten permanent dækket af is. Højdemålinger fra radar og laser med satellit er blevet re-processeret og integreret med flymålinger fra det internationale Arktiske tyngdefeltsprojekt (ArcGP) ledet af seniorforsker Rene Forsberg, DTU Space (3).

Det viste område dækker shelf-området, og den kraftige nord-sydgående struktur skyldes ændringer i havets dybde. Disse bidrag til tyngdefeltet kan fjernes ved at konstruere et Bouguer-tyngdekort, hvor vandet erstattes med materiale med samme densitet som det omliggende materiale, hvorved strukturer i undergrunden træder meget kraftigere frem.

Tyngdefeltet og Jordskælvszoner

Jordens yderste skal er opbygget af 10 store lithosfære-plader og 10 mindre plader, som man har navngivet. Langs Jordens pladegrænser, hvor lithosfærepladerne mødes, opstår der forskellige typer jordskælv eller vulkanske aktive zoner, som samtidig er kendetegnet ved karakteristiske tyngdefeltsvariationer (1).

- Spredningszoner hvor pladerne glider fra hinanden og ny skorpe dannes.
- Subduktionszoner/overskydningszoner hvor en plade presses ned under en anden og omdannes.
- Bevarende forkastningszoner, hvor pladerne glider horisontalt langs hinanden.
- Sea mounts, som er undersøiske vulkaner (typisk udstrækning på 5-25 km).

Tilgængeligheden af tyngdefelts- og havdybdemodeller ud fra satellit-data har øget opløsningen til omkring 15 km i disse zoner og har ændret vores viden og forståelse af disse strukturer dramatisk. Ikke mindst om antallet af sea mounts, hvor man har været i stand til at kortlægge næsten 100 gange så

mange sea mounts, som før satellit-observationer var tilgængelige.

Tyngdekortet vil i de næste år blive gradvist forbedret, efterhånden som flere og flere observationer bliver tilgængelige. Det drejer sig specielt om flybaserede data fra Sydpolen, men også om nye satellitdata fra CRYOSAT-satellitten, som benytter en ny teknik, der skulle være i stand til at øge opløsningen i tyngdekortet i de polare områder.

Download

Det globale tyngdekort er tilgængelig for forskning og generel brug i 1 og 2 minutters opløsning sammen med et bathymetrikort og en række andre globale felter. Data kan downloades via links på space.dtu.dk. Detaljerede kort, evaluering og dataudsnit samt kombination med marine tyngdeobservatio-

ner og andre afledte produkter som Bouguer anomali-kort kræver henvendelse til forfatterne (oa@space.dtu.dk)

Referencer:

- (1) Andersen, O. B., T., B. Larsen (2006), *Den Dynamiske Jord, GEUS publikation, 25pp.*
- (2) Andersen, B. B., P. Knudsen and P. Berry (2009) *The DNSC08 global marine gravity field from retracked satellite altimetry. J. Geodesy, (submitted)*
- (3) Kenyon S. C. and R. Forsberg. (2008), *New gravity field for the Arctic, EOS, 89, 32,289*
- (4) Sandwell, D. T., and W. H. F. Smith (1997), *Marine Gravity Anomaly from Geosat and ERS-1 Satellite Altimetry, Journal of Geophys Res, 102, pp. 10039-10054*

Geologitur til Bornholm



Kom og oplev 3 fantastiske dage på Bornholm på jagt efter fossiler og bjergarter.

Ophold i ferielejlighed inkl. fuld forplejning, færgebillet til bil Ystad-Rønne t/r samt arrangementer.
Pris kr. 1.875,- pr. person v/2 personer.
Ring for nærmere information eller se hjemmeside:

www.Rutskerferie.dk
tlf. 5696 9060