

Sporer kontinentenes ferd 220 millioner år lenger tilbake

R.G. Trønnes, Naturhistorisk museum og Senter for Jordas utvikling og dynamikk (CEED)

En norsk forskergruppe har utviklet en modell for bevegelsene til kontinentene gjennom de siste 540 millioner år, 220 millioner år lenger tilbake enn det som har vært mulig til nå.

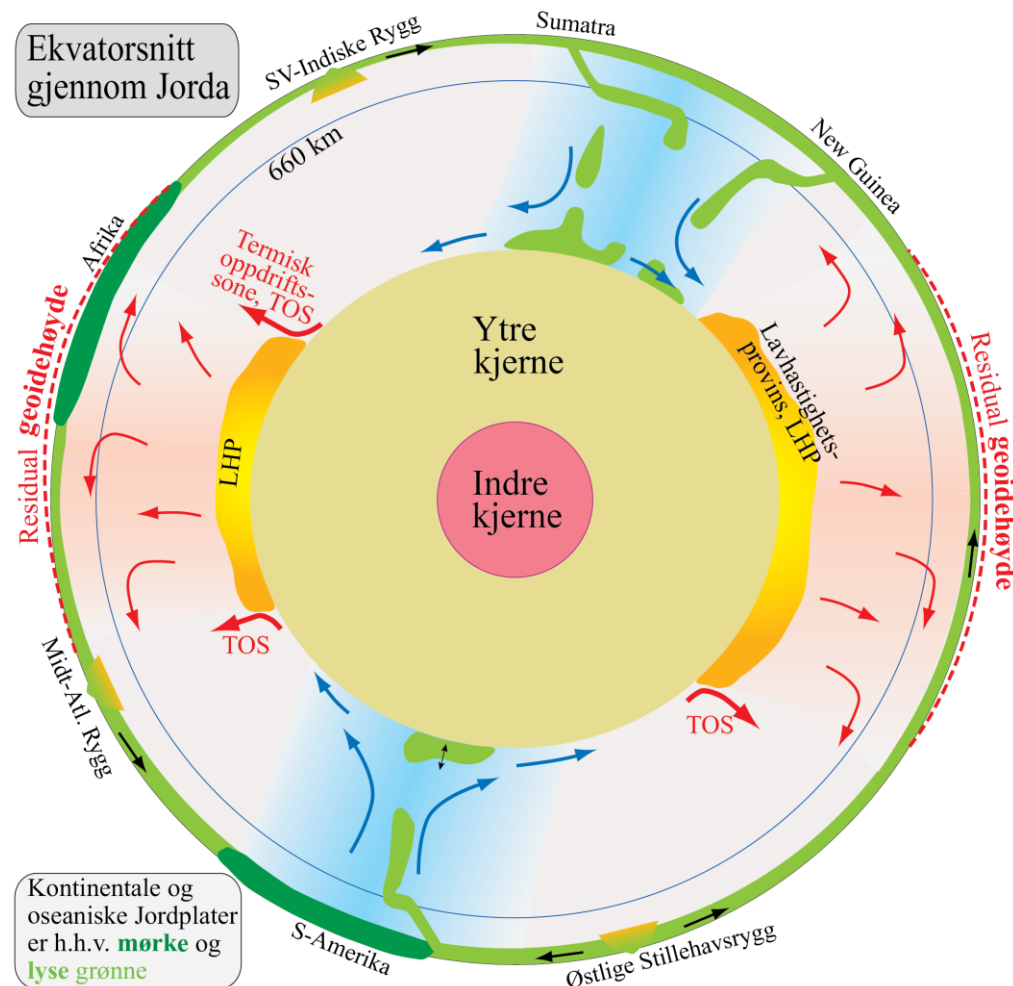
Ved å måle retningen på det innfrosne magnetfeltet og alderen til bestemte magmabergarter, kan en fastslå breddegraden der bergarten krystalliserte. Dermed vet en også hvor langt nord eller sør det tilhørende kontinentet lå da bergartene ble til. En kan derimot ikke fastslå lengdegraden til kontinentene i tiden før superkontinentet Pangea ble samlet for 320 millioner år siden. Nå har en forskergruppe ledet av Trond Torsvik ved Senter for Jordas utvikling og dynamikk (CEED) ved Universitetet i Oslo med internasjonale samarbeidspartnere kommet fram til en ny måte å bestemme øst-vest-posisjoner og dermed forflytningene til kontinentene i tidsperioden fra 540 millioner år siden til Pangeas dannelse. Disse resultatene blir publisert i tidsskriftet Proceedings of National Academy of Sciences (PNAS) 2. juni.

Lavhastighetsprovinser og mantelstrømning

Framgangsmåten for rekonstrueringen av kontinentene før Pangea er basert på en kobling mellom to hovedstrukturer nederst i mantelen og forekomster av store basaltprovinser og kimberlitter (eksplosjonsbergarter som kan inneholde diamanter). I de siste ti årene har forskergruppen til Torsvik rekonstruert de opprinnelige posisjonene til store basaltprovinser og kimberlitter med varierende aldre, basert på kontinentenes forflytninger etter at Pangea ble samlet og senere oppløst. Rekonstruksjonene viser at basaltprovinser og kimberlitter stort sett dannes over yttergrensene til to store provinser med ekstra tunge og varme bergarter nederst i mantelen. Disse lavhastighetsprovinsene kan kartlegges seismisk fordi skjærbølgene fra store jordskjelv beveger seg saktere der enn i omgivelsene. De har massepunktene sine nær ekvator på motsatte sider av Jorda (antipodisk), under Afrika og Stillehavet.

Fordi basaltprovinser og kimberlitter fra tiden etter Pangea er knyttet til yttergrensene til lavhastighetsprovinsene må de ha vært tilnærmet stabile i denne tiden. De må derfor være ekstra varme som følge av kontakten med den flytende ytre jernkjernen. Fordi de ikke blir ødelagt av termisk oppdrift, må de dessuten bestå av bergarter som er tyngre enn gjennomsnittet. Steinmassene over de 300-500 km tykke lavhastighetsprovinsene vil derimot sige sakte oppover fordi de er lette. Dette gjenspeiles av formen på Jordas overflate (geoiden) som buler ut over lavhastighetsprovinsene.

Mellom lavhastighetsprovinsene går et sirkum-polarbelte med kalde og tunge bergarter under Øst-Asia, Australia, Antarktis, Sør- og Nord-Amerika og Arktis. Beltet er kaldt fordi ulike havbunnsplater her har sunket ned i mantelen i løpet av de siste 300 millioner år. I figuren er materialstrømmene vist med rød og blå bakgrunnsfarge og piler.



Strømmen av tunge steinmasser som glir ned i sirkum-polarbeltet blir tvunget sidelengs langs den varme kjernegrensen til de møter yttergrensene til lavhastighetsprovinserne. På veien langs kjernegrensen stiger temperaturen, og ved yttergrensene blir strømmen midlertidig blokkert. Lokale variasjoner i oppvarming kan føre til at det dannes lokale termiske oppdriftshoder, og varme steinmasser vil bli ledet mot disse. Etter en periode med innstrømning av lette og varme steinmasser i et oppdriftshode, kan det frigjøres, stige opp mot overflaten, smelte og gi opphav til de store basaltprovinserne. Slike provinser dannes vanligvis med mellomrom på 5-15 millioner år.

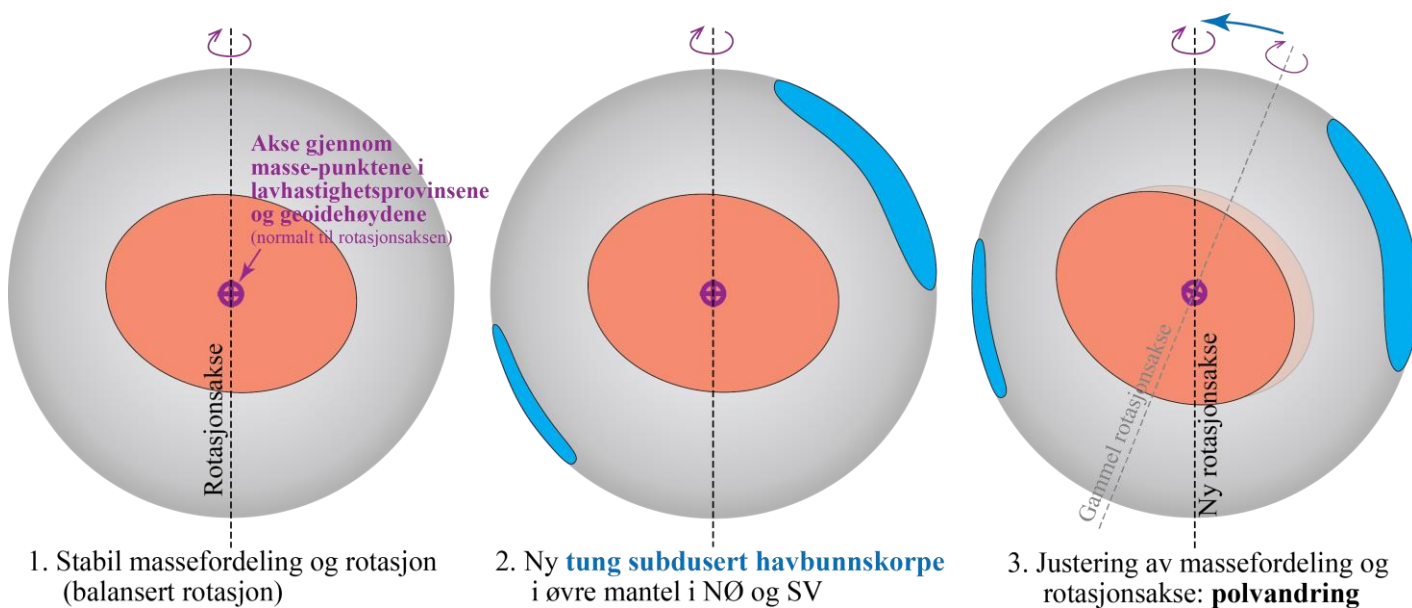
Det er litt vanskeligere å forklare at også kimberlitter stort sett dannes over yttergrensene til lavhastighetsprovinserne. Fordi det finnes langt flere kimberlitter enn basaltprovinser, er de likevel svært nyttige i de paleo-geografiske rekonstruksjonene av kontinentenes bevegelser.

Rekonstruering av kontinentenes bevegelser

For å utlede kontinentenes forflytninger før Pangea, brukte forskerne en global referanseramme basert på indikasjonene om at lavhastighetsprovinserne nederst i mantelen har vært uforandret siden Pangea, med store basaltprovinser og kimberlitter dannet over yttergrensene. Med en utvidet arbeidshypotese om at lavhastighetsprovinserne kunne ha vært stabile også før Pangea, ble store basaltprovinser og kimberlitter med kjente aldre og breddegradsposisjoner (fra paleo-magnetiske målinger) og tilhørende kontinenter forsøksvis flyttet østover eller vestover til den mest sannsynlige yttergrenseposisjonen. Andre geologiske observasjoner, som åpning og lukning av havbassenger, sammenheng av fjellkjeder og realistiske hastigheter for platebevegelsene, la ytterligere begrensninger på rekonstruksjonene. Etter gjentatte omganger med forbedrede tilpasninger, kom forskergruppen frem til en meget tilfredsstillende modell for kontinentenes forflytninger tilbake til begynnelsen av kambrium (540 millioner år siden).

Polvandring

Årsaken til at de to lavhastighetsprovinserne med tunge og varme bergarter, overliggende varme oppstrømmer og geoidehøyder stabiliseres antipodisk og nær ekvator er at Jordas rotasjonsakse må ligge normalt til det planet som inneholder det største dreiemomentet (ekvatorplanet). Aksen gjennom masse-punktene i de tunge lavhastighetsprovinserne med overliggende lette steinmasser og geoidehøyder ligger omtrent i dette planet og Jordas rotasjonsakse blir derfor tilnærmet normalt til denne masse-aksen. Som vist i figuren under vil unge subduksjonssoner der kalde og tunge havbunnsplater begynner å synke ned i mantelen bidra til å endre massefordelingen slik at den opprinnelige rotasjonsaksen gradvis blir ustabil. Jordas orientering i forhold til rotasjonsaksen vil da endre seg som vist i figuren (sann polvandring). Modellen til Torsviks forskergruppe inkluderer sann polvandring som følge av slike endringer i massefordelingen.



Forenklet og skjematisk illustrasjon av massefordeling, rotasjon og polvandring

Selv om denne modellen representerer et stort fremskritt når det gjelder koblingen mellom strukturer og dynamikk nær overgangen mellom mantel og kjerne, beskriver den i første rekke kontinentenes bevegelser i et begrenset tidsrom tilbake til begynnelsen av kambrium for 540 millioner år siden. Ambisjonen for forskerne ved Senter for Jordas utvikling og dynamikk er å gå enda lengre tilbake i tid. Det er også et mål å kunne rekonstruere mer fullstendige Jordplater som inkluderer havbunns-delene i tillegg til kontinentene.

Lenke til:

Torsvik TH, Van der Voo R, Doubrovine PV, Burke K, Steinberger B, Ashwal LD, Trønnes RG, Webb SJ, Bull AL 2014, Deep mantle structure as a reference frame for movements in and on the Earth. Proc. Nat. Acad. Sci.