

Kænozoisk landhævning i det nordatlantiske område

Peter Japsen, Johan M. Bonow, James A. Chalmers & Erik Skovbjerg Rasmussen

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)

Der er fjelde langs alle passive kontinentrande i det nordatlantiske område – i Skandinavien, De Britiske Øer, Øst- og Vestgrønland, Baffin Island – sådan som det også er tilfældet langs passive kontinentrande over hele jorden: på begge sider af Sydatlanten, Østaustralien og det vestlige Indien. Fjeldene i det nordatlantiske område består af bjergarter der er dannet på vidt forskellige tidspunkter i jordens historie; i Arkæikum og Proterozoikum, i løbet af den kaledonske orogenese, i Mesozoikum og endda i Kænozoikum. Skorpen under Østgrønland er tykkere end normalt, men i resten af regionen findes fjeldene i områder hvor skorpen er af samme tykkelse – eller endda tyndere – end skorpen i det nærliggende lavland.

Et karakteristisk træk ved fjeldene langs passive kontinentrande er de højtliggende plateauer (norsk *vidder*, brasiliansk *planaltos*) der er gennemskåret af dybe floddale. I det nordatlantiske område er dalene ofte blevet uddybet af gletschere. Vi mener at disse vidtstrakte flader der kan kortlægges over hundredvis af kilometer og som afskærer bjergarter af forskellig alder og styrke, må være dannet ved fluvial erosion til veldefinerede basisniveauer. Det mest sandsynlige basisniveau er havniveau, med mindre der foreligger andre muligheder. Når disse erosionsflader i dag findes langt over havniveau, skyldes det landhævning efter at fladerne er blevet dannet. Landhævningen fører til indskæring af floddale, og derfor vil fladerne hurtigt blive gennemskåret og til slut destrueret. Derfor tyder højtliggende og velbevarede erosionsflader på en relativt ung landhævning.

Vi har undersøgt landskabsudviklingen i Vestgrønland ved at kombinere afkølingshistorien baseret på studiet af fissionsspor i apatit-korn med erosionshistorien vurderet ud fra landskabsanalyse og geologien onshore og offshore. Her blev den afsluttende rift-dannelse og starten på havbundsspredning i Paleocæn ledsaget af omfattende vulkanisme, og den blottede stratigrafi viser at kilometer-skala uplift under rift-dannelsen blev efterfulgt af kilometer-skala indsynkning. Men i dag findes de palæogene vulkanitter i op til to kilometers højde (med marine sedimenter i op til 1200 meters højde), og både vulkanitter og ældre bjergarter er afskåret af en flade der kan kortlægges over det meste af det centrale Vestgrønland. Fladen må være yngre end de yngste vulkanitter og er derfor dannet inden for de seneste 40 millioner år. Dette er i overensstemmelse med resultaterne fra fissionssporanalysen som viser afkøling på Eocæn-Oligocæn overgangen for ca. 35 millioner år siden. Konklusionen er derfor at det højtliggende plateau er resterne af en Oligocæn–Miocæn erosionsflade der blev dannet ved borterodning af op til 1 km tykke dæklag. Fladen blev gennemsat af reaktiverede forkastninger og løftet til den nuværende højde i to faser i sen Neogen. Det fluviale system der blev dannet i den første fase, findes i dag bevaret i højder på op til en kilometer, mens den anden fase førte til dal-indskæring under det gamle dalsystem.

Vidtstrakte højsletter og dybt indskårne fjorde er også et slående træk ved de norske fjelde, men her er de yngste formationer i de højtliggende områder flere hundrede millioner år gamle og giver ingen direkte informationer om den mesozoiske eller kænozoiske udvikling. Plateauerne adskiller sig imidlertid markant fra et kuperet relief der ligger som et hældende plan på et lavere niveau langs højsletternes kanter ud mod kysten. Dette relief er af mesozoisk alder da det er dannet ved forvitningspro-

cesser i varmt og fugtigt klima og er blevet beskyttet frem til i dag af dæklag af bl.a. Skrivekridt. Denne kuperede mesozoiske flade afskæres af viddarne, der derfor må være dannet senere end det kuperede relief, altså i Kænozoikum, og de nuværende højder må skyldes senere landhævning. Foreløbig tolkning af nye fissionssporsdata fra Jotunheimen tyder på at denne landhævning (og dermed den første indskæring af Sognefjorden) startede i begyndelsen af Miocæn, altså væsentligt tidligere end på Vestgrønland.

Den geologiske udvikling i det nuværende grundfjeldsområde i Skandinavien kan aflæses i de sedimenter der er blevet tilført de nærliggende områder. Således tyder de tykke sanddominerede triassiske aflejringer i det danske område på et højtliggende område mod nord og øst. Sedimenterne bliver generelt mere finkornede igennem Jura og Nedre Kridt indtil det klastiske input forsvinder helt i Øvre Kridt hvor relieffet i Skandinavien må have været helt nederoderet, hvis ikke området har været oversvømmet. I starten af Palæogen er der få indslag af grovkornede sedimenter fra Skandinavien, men midt i Eocæn er det danske område domineret af dybhavssedimenter fra et hav hvis nordlige og østlige afgrænsning ikke er kendt.

Efter Eocæn foregik der en reaktivering af ældre strukturer i det danske område i flere faser: På Eocæn–Oligocæn overgangen, i tidlig Miocæn, i den tidlige del af mellem Miocæn og midt i Pliocæn. Store sedimentmængder kommer fra Skandinavien i disse perioder og det er i dette tidsrum at det nuværende relief i Skandinavien opstår. For eksempel påvirkede inversionen i tidlig Miocæn hele Nordsø-området og førte til flexurering i Centralgraven, rotation af Ringkøbing-Fyn Ryggen og dyb erosion syd for Norge og vest for Sverige. Herefter var der stor tilførsel af grovkornet siliciklastisk materiale og af tungminerale med norsk provenance til Det Norsk-danske Bassin. Igennem hele Kænozoikum er høj sedimenttilførsel og bassin-værts forskydning af deltaplaner og kystzoner associeret med tektonisk aktivitet. Den klimatiske indflydelse på sedimentationsforløbet er derimod uklar. Således kan den miocæne succession i hele Nordsøen inddeles i 6 aflejringssekvenser, mens der i den tilsvarende periode er kendskab til 9 glaciationer og 8 fald i havniveau.

Alle disse observationer underbygger at fjeldene i Norge og Grønland har fået deres nuværende højder inden for de seneste millioner år, og de gør det muligt at indsnævre de mulige årsager til at der er fjelde der og andre tilsvarende steder på jorden. Således er der fjelde uafhængigt af tidligere orogeneser, fx den kaledonske, og såvel tilstedeværelsen af plateauer som deres nuværende højde er uafhængig af nuværende eller tidligere klima, fx af om området har været nediset eller ej. Derimod er der et tydeligt mønster i at fjeldene findes langs kanten af kratonerne hvor tyndere skorpe og lithosfære typisk ligger offshore. En foreløbig konklusion er derfor at de laterale kontraster i lithosfærens egenskaber gør randene af kratonerne ustabile. Her kan der derfor opstå vertikale bevægelser som både fører til dannelse af vidtstrakte erosionsflader og til den efterfølgende landhævning, og dermed til de fjelde der kendes i dag.