



Geodæsi på Niels Bohr Institutet

Af Professor Carl Christian Tscherning, Niels Bohr Institutet

Igennem en række artikler i *geoforum.dk* har vi nu fået et indblik i forsknings- og undervisningsinstitutionerne indenfor *Geografisk Information i Danmark*. Denne artikel giver os indsigt i geodæsi-undervisning og -forskning ved et af Danmarks internationalt anerkendte institutter, nemlig Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet.

Niels Bohr Institutet (NBI) omfatter fag fra den mindste atomare skala til den største skala - astrofysik. Geofysik, herunder is og klima, ligger fagligt midt i dette spektrum. Indenfor geofysik er Geodæsi det fag, der beskæftiger sig med opmålingen af (hele) Jorden, Planeterne og deres tyngdefelter.

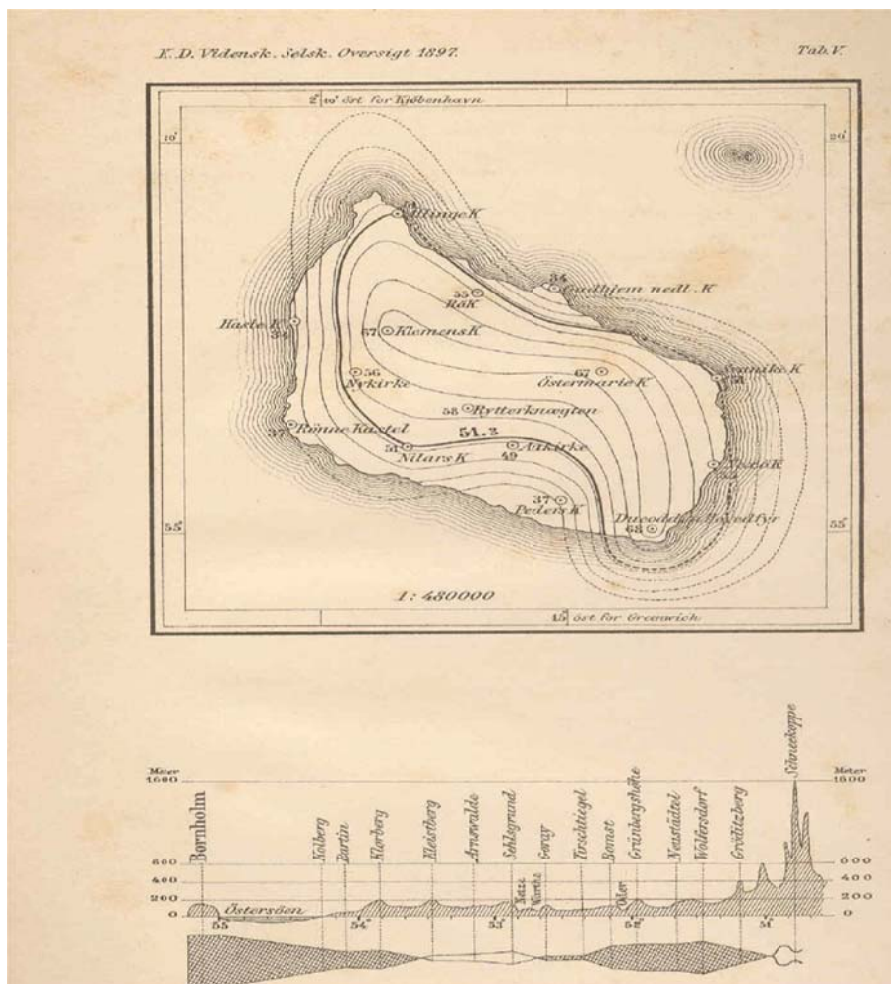
I dag måler vi så nøjagtigt, at vi kan bestemme de tidsmæssige ændringer af fx. den faste jordoverflade, Grønlands iskappe, ionosfæren, troposfæren, havoverfladen og havstrømme.

Undervisning i Geodæsi i Danmark

Faget har i Danmark altid været globalt, og hvor vi for 50 år siden måtte ty til theodolit og elektronisk afstandsmåling, udnytter vi nu satellitter. Ikke kun GNSS (GPS) -satellitter, men mange forskellige jordobservationssatellitter som ESA's ENVISAT, CRYOSAT og GOCE, se <http://earth.esa.int/>.

Det betyder, at faget bidrager med basale data (og tolkninger) til oceanografi (geoiden, havstrømme, bølgehøjde), glaciologi (ishøjder, havisudbredelse), meteorologi (temperatur og vanddamp) og den faste jords fysik (tyngdevariationer, tidejord, forskydninger efter jordskælv).

Traditionelle geodætiske emner spiller stadig en rolle i undervisningen: kortprojektioner, triangulation, af-



Figur 1. De første målinger af tyngdefeltet på Bornholm fra Generalmajor Zachariaes artikel, *Relative Pendulmaalingen i København og paa Bornholm med Tilknytning til Wien og Potsdam*, der blev publiceret i *Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskabs Oversigt* i 1897.

standsmåling (i Fælledparken) og udjævnings (statistisk) -teori. Hertil kommer opmåling og modellering af tyngdefeltet, specielt bestemmelsen af (quasi) geoiden. Her benyttes den fremragende lærebog, *Geodesy*, af W. Torge fra 2001.

Fysikstudiet er opdelt i en Bachelorordel og en Overbygningsdel (Master). På Bachelorordelen findes det første og eneste kursus i Geodæsi og Geostatistik. Det ligger på 2. studieår og har dermed den fordel, at de studerende allerede har fået et godt grundlag i matematik og fysik. Parallelt hermed er der på

2. studieår kurser i meteorologi, oceanografi, klima og den faste jords fysik. Foruden de geofysiske kurser tilbydes de studerende et bredt udvalg af kurser i astrofysik, bio-fysik, nano-fysik og kernefysik.

Bachelorstudiet varer 3 år. Herefter kan de studerende optages på Kandidatuddannelsen, der er normsat til 2 år, heraf 1 år til et speciale. Her er 2 kurser: Satellitgeodæsi og Jordens Tyngdefelt. Førstnævnte kursus er under omlægning til et bredere kursus i Satellitgeofysik, der vil indeholde et stort element af geodæsi.

På NBI har der altid kun været 1 fast lærer i geodæsi. I de sidste 22 år har det været forfatteren til denne artikel. Men samarbejdet internt på NBI og med kolleger på KMS, DTU-Space og i udlandet har muliggjort et aktivt forskningsmiljø, der konkret er blevet udmøntet gennem Ph.D.-projekter støttet af KMS eller forskningsrådene. Senest er 3 Ph.D.'er klækket ud fra NBI indenfor geodæsi-fagområdet. En oversigt over kandidater og Ph.D.'er findes på: <http://cct.gfy.ku.dk/phdandmsc.txt>.

Geodæsisforskning i Danmark og internationalt

Et specielt dansk geodætisk forskningsfelt er udforskningen af tyngdefeltet. Det har været et forskningsemne i mere end 100 år, se figur 1. Tyngdemålinger er væsentlige, fordi de muliggør bestemmelsen af geoiden og lodafvigelse. Disse har været væsentlige som grundlag for de geodætiske net, der igen er grundlaget for kortproduktionen.

Her har vi haft fordel af de geodætiske aktiviteter på Grønland, der har stillet krav til innovation, der ligger ud over, hvad der reelt har været behov for i "syd"-Danmark. Her blev et stort spring fremad gjort af Torben Krarup i 1969, der påviste, hvordan vi kan kombinere tyngdemålinger og astronomiske målinger ved bestemmelsen af geoiden. Hermed kunne vi i Grønland på en mere rationel og effektiv måde udnytte de dér indsamlede data. Krarups forskning har inspireret kolleger i Danmark og over hele verden, og den såkaldte kollokations-metode, der bygger på ideer af Krarup og H. Moritz, danner i dag grundlag for den danske deltagelse i ESA's Gravity and Ocean Circulation Explorer Mission, GOCE, se figur 2. Det har også betydet, at danske forskere (R.Forsberg, Ole Andersen og denne forfatter) er meget be-



Figur 2. GOCE-satellitten. Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer (GOCE) er en satellit til måling af jordens tyngdefelt opsendt i 2009 af ESA med danske videnskabsfolks deltagelse.

nyttet i internationale kurser i geoidbestemmelse.

Geodæsi under pres

I dag er Geodæsi på NBI under pres, ligesom alle de andre fag, på grund af manglende finansiering gennem finanslovsbevillinger. Hvert enkelt fag har 1-3 faste lærere. Heldigvis har DTU-Space ansat mange af de fremragende geodæter samt flere af de Ph.D.'er, der er uddannet på NBI. Der er en stærk vilje til samarbejde både forskningsmæssigt og undervisningsmæssigt. Desværre lægger studiestrukturen hindringer i vejen, idet DTU benytter semesteret og NBI benytter kvartalet som undervisningsenhed.

NBI er ved at udforme en ny stillingsplan for lektor og professorstillinger. Forhåbentlig når man frem til en løsning, hvor der er 2 faste lærere, der så arbejder sammen med kollegerne specielt i NBI's Center for Is og Klima (www.isoklima.nbi.ku.dk) samt DTU Space.

Den globale fremtid

De fleste af Geoforums medlemmer og virksomheder arbejder fortrinsvis med danske problemstillinger og projekter. Det er vigtigt at komme ud over landets grænser og her er geofysisk og geodæsi et godt eksempel på, hvordan man klarer sig i en globaliseret verden. Kandidater med et bredt kendskab, ikke blot til geodæsi, men bredt til fysik/geofysik, er også det, der vil være brug for i fremtidens samfund.

Læs mere i følgende reference:

Tscherning, C.C.: The use of Least-Squares Collocation for the processing of GOCE data. Paper prepared for Colloquium "Scientific Geodesy" on the occasion of the 75th birthday of Helmut Moritz. Berlin Nov. 14, 2008. Austrian Journal for Surveying and Geoinformation # 1, 2010.