

Nogle ultramikroskopiske Bevægelser og Betydningen af deres Maaling.

Ved

Niels Filskov.

Udtrykket „Ebbe og Flod“ anvendes som bekendt om den regelmæssigt tilbagevendende Formforandring af Havets Overflade, der skyldes Solens og Maanens Tiltrækning. Ved en fuldstændig lovlig Udvidelse kan dette Udtryk ogsaa bringes i Anvendelse paa den periodiske Formforandring af Jordens faste Overflade; de samme Kræfter er jo ogsaa virkende her. Men Vanskeligheden ved at iagttage og maale en saadan Formforandring er ret forstaaeligt overordentlig stor, og i lang Tid var det ikke muligt at præstere noget Bevis for, at den i det hele taget fandt Sted. Et stod imidlertid klart: hvis Jorden ikke var fuldstændig stiv, maatte den til en vis Grad give efter for Solens og Maanens Tiltrækning. Men da Jordens fuldkomne Stivhed holdtes for ret tvivlsom, har Jordfloden¹⁾ i mange Aar været anset for et saa godt som uomtvisteligt Fænomen.

Ved Hjælp af indirekte Metoder kan man finde en Værdi for Jordflodens Størrelse. Hvis Jorden gav efter for Solens og Maanens Tiltrækning med et fuldkomment Fluidums hele Frihed, er det klart, at Landets Overflade vilde stige og falde i samme Mon som Havets, og Tidevandet vilde da ikke kunne mærkes. Paa den anden Side kan man tilnærmelsesvis beregne, hvor højt Havniveauet vilde stige, hvis Jorden var fuldkommen stiv. Differencen mellem en saadan tænkt Flodhøje og den virkelige afgiver da, som man vil se, et Maal for Jordflodens Størrelse.

Det kunde maaske synes taabeligt at ofre Tid og Ulejlighed paa Bestemmelsen af denne Størrelse, da den er saa minimal, at man praktisk set kan regne den for Nul. Det er da heller ikke derfor, nogle af Tidens første Videnskabsmænd har ofret Aar og Dag af deres kostbare Tid. Interessen ligger dybere, nemlig i den nøje Forbindelse, der bestaar mellem denne Størrelse og Jordens Stivhed. Kan man maale den første, er det muligt at beregne den anden og saaledes faa et Begreb om Jordens indre Beskaffenhed.

Et af de første Forsøg paa at maale Jordfloden

blev udført i Cambridge 1879 af George Darwin. Instrumentet, han benyttede sig af, var et dobbeltraadet (bifilar) Pendul, d. v. s. en tung Genstand ophængt i to Traade. Til Undersiden af denne Genstand var der fæstet et Spejl, saaledes at dette ved den ringeste Bevægelse af Pendulet beskrev en lille Vinkel. En Lysstraale, rettet mod Spejlet, blev tilbagekastet saaledes, at Refleksen faldt paa en fint inddelt Skala, der var anbragt i nogen Afstand. Ved den svageste Drejning af Spejlet, bevægede Straalerefleksens sig paa Skalaen, og det blev derved muligt at maale saadanne Bevægelser af Pendulet, som ellers vilde have været ganske umærkelige.

Et Pendul under Paavirkning af Tyngden alene vil hænge fuldkommen vertikalt. Maanen søger imidlertid at drage det bort fra denne Stilling, og Pendulet vil derfor under Maanens Vej over Himlen komme til at beskrive en Kurve. Hvis Pendulet befinder sig paa den jordiske Ækvator og Maanen i den himmelske, vil denne Kurve blive en Ellipse. Paa andre Breddegrader og under andre Stillinger af Maanen bliver Kurven naturligvis mere indviklet.

Solen søger imidlertid ogsaa at drage Pendulet bort fra dens vertikale Stilling, og Resultatet af Solens og Maanens forenede Paavirkninger bliver da dette, at Pendulet kommer til at beskrive en ret sammensat Kurve.

Nu er den Kraft, som søger at drage Pendulet ud af sin Stilling, imidlertid den samme, som fremkalder Tidevandet, og da denne er bleven funden ved andre Metoder, kan man beregne, hvor stor Pendulets Udsving vilde blive, hvis Jorden var fuldkommen stiv. Da Jorden giver efter for hin Kraft, bliver dette Udsving selvfølgelig større end det virkelige, og Forskellen mellem begge angiver, som man vil se, Maalet for Jordflodens Størrelse.

Det er kun meget lidt, Maanen er i Stand til at afbøje et Pendul paa en fuldkommen stiv Jord. Hvis Pendulet var en Meter langt, vilde det ikke fjærne sig mere end $\frac{1}{11600}$ Millimeter fra den vertikale Stilling. Og da Jorden ikke er fuldkommen stiv, bliver den virkelige Afgivelse endnu mindre.

George Darwins dobbeltraadete Pendul var tilstrækkelig følsomt til at paavise endogsaa saa ultrami-

¹⁾ Med dette Navn betegner vi i det følgende hin Formforandring, Jordens faste Overflade undergaar ved Solens og Maanens Tiltrækning.

kroskopiske Bevægelser. Men dog var hans Eksperimenter forfejlede. Selv om ogsaa Instrumentet ganske utvivlsomt gjorde Udsving for de Paavirkninger, der skyldtes Solen og Maanen, viste det sig opsaa følsomt for en Mængde forstyrrende Bevægelser i Jorden. Og det var umuligt at sige, hvilke Svingninger der skyldtes de første, og hvilke de sidste af disse Aarsager.

De Jordbevægelser, som gjorde, at George Darwins Forsøg mislykkedes, kan henføres til to Hovedaarsager. Den første var den daglige Udvidelse af Jordens øvre Lag som Følge af Solens Varme. Den anden var den regulære Formforandring af Jordens Overflade forårsaget af Tidevandet. Hertil kom adskillige lette Jordrystelser, men deres Virkninger paa Pendulet var maa ske mindre end antaget.

Der optraadte ogsaa en anden forstyrrende Faktor, og det var selve Tidevandets Tiltrækning. En Flodbølge indeholder nemlig tilstrækkeligt Vand til at udøve en maaelig Indflydelse paa et Pendul mange Mile fra Kysten.

Resultatet af George Darwins Forsøg kan udtrykkes saaledes med hans egne Ord: „Hvis nogen iagttager et Pendul indenfor en Afstand af saadan noget som hundrede miles fra Kysten og opdager en lunær Periodicitet i dets Bevægelser, kan han kun slutte, at det, han iagttager, skyldes dels Fortætninger og Udvidelser af Jordsmønet, dels Havvandets Tiltrækning og dels den direkte Tiltrækning af Maanen.“

Om George Darwin end ikke naaede det Resultat, han havde ventet, blev hans Arbejde dog ikke spildt: det beredte Vejen for mere heldige Forsøg. Talrige andre Videnskabsmænd gav sig i Lag med Problemets Løsning. Den sidste og heldigste Række af iagttagelser blev paabegyndt i Potsdam December 1902 under Professor O. Heckers Ledelse og fortsattes uden Afbrydelse til Maj 1905. Potsdams Beliggenhed er temmelig gunstig for den Slags Forsøg. Tidevandets Indflydelse er her at regne for lig Nul, da Kysten er saa langt borte; Jordbunden bestaar af rent Sand, gennem hvilket Solens Varme kun vanskeligt trænger; og der er ingen Bjerge i Nærheden. Saadanne forhindrer Jordsmønet i at blive ensartet opvarmet og giver derved Anledning til en uregelmæssig Udvidelse af de øvre Lag.

Det var et horisontalt Pendul, man benyttede i Potsdam. Dette bestaar af en Stang, anbragt horisontalt paa Enden af en vertikal Akse; det er opbængt paa samme Maade som en Portfløj paa sin Stolpe. Saa længe som Portstolpen er vertikal, vil Portfløjen være i Hvile i hvilken som helst Stilling, men kommer den til at hælde lidt, vil Portfløjen kun være i Hvile i

een bestemt Stilling. Enhver ubetydelig Bevægelse af Stolpen giver sig til Kende i en betydelig Forandring af Portfløjens Stilling. Paa lignende Vis vil Stangen i Horisontalpendulet svinge gennem en betydelig Vinkel, hvis den vertikale Akse kommer til at hælde om end nok saa lidt.

Til Pendulstangen blev fæstet et lille Spejl, som kastede en Lysstraale hen paa en omdrejende Cylinder. Rundt om Cylinderen var der svøbt en Rulle præpareret Papir. Paa denne Maade kunde man stadig aflæse de mindste Bevægelser af Pendulet.

Det er klart, at et Horisontalpendul kun vil registrere Udsving i rette Vinkler til dets Hvilestilling. For at faa en fuldstændig Optegnelse af alle Bevægelser maa man derfor anvende to Horisontalpenduler, anbragte i rette Vinkler til hinanden. Saaledes havde man ogsaa ordnet det i Potsdam. For at beskytte Instrumenterne for de Forandringer i Jordsmønet, der skyldes Solens Varme, anbragte man dem i et Rum, udhulet i Siden af en Brønd og omtrent femoghalvfjerdsindstyve Fod under Jordens Overflade. I dette Rum var Temperaturen praktisk set konstant hele Aaret rundt. For at beskytte Instrumenterne mod Luftstrømninger var de indesluttet i en stor Kobbercylinder.

Paa et tidligt Stadium af sine Forsøg fandt Professor O. Hecker, at Murværket i Brønden sank, hvad der havde til Følge, at den omgivende Jord forskød sig en Kende indefter, Skønt denne Forskydning var overordentlig ringe, var den dog stor nok til at gribe forstyrrende ind i Pendulbevægelserne. En anden Fejkilde laa i den gradvise Afstumpning af Staalspidserne, paa hvilke Pendulerne drejede sig. Om det end ikke var muligt at hæve disse Fejlkilder, kunde deres forstyrrende Indflydelse dog beregnes og iagttagelserne underkastes en passende Korrektion.

Dag og Nat halvtredie Aar vedblev Instrumenterne at beskrive deres Kurver. Saa troede man at have Optegnelser nok til at foretage en tilforladelig Analyse af Pendulernes Bevægelser.

Det var ikke noget let Arbejde at reducere Observationerne. Hvert Pendul havde beskrevet Kurver af ca. 270 Meters Længde. Først maatte disse korrigeres for hvert enkelt Instruments Vedkommende, derefter blev det muligt ved Kombination af disse Korrektioner at beregne den Kurve, et frit Pendul vilde have beskrevet under Observationsperioden. Men efter at det var gjort, stod det halve af Reduktionsarbejdet endnu tilbage. De udviklede Kurver fremstillede Pendulbevægelser, der skyldtes mange forskellige Aarsager. Af

disse var det nødvendigt at udrede dem, der alene skyldtes Solens Tiltrækning, og dem, der alene skyldtes Maanens Tiltrækning. Dette Arbejde, der ved første Blik maatte synes uoverkommeligt, blev udført paa følgende Maade:

Hver Dag ved Middagstid staar Solen ret mod Syd og vil derfor altid paa denne Tid af Dagen give Pendulet et Udsving til denne Side. Maanen staar ogsaa undertiden ret mod Syd ved Middagstid, og i saa Tilfælde forstærker den Solens Indflydelse; men den befinder sig som oftest andre Steder paa Himlen ved denne Tid af Dagen og kan da svække Solens Indflydelse. Hvis man derfor iagttager Penduludsvingene hver Dag ved Middagstid en længere Periode igennem og tager Gennemsnittet af alle Iagttagelser, vil man finde de Bevægelser, som alene skyldes Solen; thi alle de, der skyldes Maanen, vil ophæve hverandre, saa kun de, der hidrører fra Solen, bliver tilbage. Den samme Fremgangsmaade er at anvende, om man ønsker at finde Solens Indflydelse paa en hvilken som helst anden Time paa Dagen: man har da kun at iagttage Pendulets Afvigelse fra den vertikale Stilling paa denne Time hver Dag en længere Periode igennem og saa tage Gennemsnittet af alle Iagttagelserne.

Paa samme Vis findes de Udsving, der alene skyldes Maanen. Dette Himmellegeme passerer Meridianen med Mellemrum af 25 Timer 50 Minutter

28 $\frac{1}{3}$ Sekund. For at finde dets Andel i Pendulbevægelserne maa man derfor iagttage disse med 25 Timer 50 Minutter 28 $\frac{1}{3}$ Sekunds Mellemrum en længere Periode igennem og saa tage Gennemsnittet af alle disse Iagttagelser tilsammen.

Paa denne Maade blev Observationerne i Potsdam reducerede. Da de Udsving, der skyldtes Maanen, var bleven udredet, kunde man paa Papiret afsætte den Kurve, Pendulet vilde have fulgt under Maanens Indflydelse alene. Det var en Ellipse af den Form, Videnskabsmændene havde forudsagt, men kun to Tredjedele af den Størrelse, den vilde have haft paa en fuldkommen stiv Jord. — Her havde man da endelig et Maal for Jordfloden, som saa længe havde unddraget sig enhver Iagttagelse!

Observationerne i Potsdam udviser visse konstante Uregelmæssigheder i Penduludsvingene, som man endnu ikke har kunnet forklare. De skyldes maaske Tidevandet, eller maaske en Mangel paa Symmetri i Jordens Form eller Masse. Men naar en Række andre Iagttagelser har fundet Sted paa en anden passende Del af Kloden — i Centralrusland for Eksempel — kan det maaske blive muligt at paavise den forstyrrende Aarsag.

For dem, der kunde ønske at sætte sig nøjere ind i det ovenfor behandlede Æmne, henvises til: *The Tides*, by G.H. Darwin og *Beobachtungen an Horizontalpendeln*, von O. Hecker (Berlin 1907).

Reiser på Spitsbergen 1906 og 1907.*)

af

Ritmester Gunnar Isachsen.

Før jeg gaar ind paa at skildre de to Spitsbergen-ekspeditioner i 1907 og 1907, vil vi i al korthed kaste et blik tilbage paa Spitsbergens opdagelseshistorie.

Som bekjendt gjorde de gamle nordboere talrige opdagelser saavel i det nordlige Atlanterhav som langt ind i Ishavet. „Svalbard“ er landet med de kolde kyster, nævnes i de islandske annaler som opdaget i aaret 1194, samme aar, som Sverre blev kronet til konge i Norge. Dette nyopdagede land, Svalbard, er efter al sandsynlighed det nuværende Spitsbergen. Som saa

mange af vore forfædres geografiske opdagelser blev imidlertid ogsaa denne uden vedvarende historisk betydning. I begyndelsen af det 16de aarhundrede var Middelhavet delvis i muhamedanernes vold, ligesom handelsveien til Orienten om Kap det gode haab var i portugisernes hænder. I det nordlige Europa havde hanseaterne saa at sige monopoliseret al handel. Omkring midten af nævnte aarhundrede foregik der i mange lande, især i England, Holland og Flandern en stærk økonomisk expansion. Følgen heraf var, at man søgte nye, frie handelsveie til det fjerne østen. Man begyndte at søge efter en nordvest- og en nordost-passage.

*) Den norske Retskrivning er bibeholdt.