

Siccar Point

- den mest berømte geologiske lokalitet?

Berwick-kysten med Siccar Point set fra vest. Kystklinten er 30-40 m høj. (Foto: Forfatteren)

Af Ole Humlum, Institutt for Geofag, Oslo Universitet

Vi er i året 1788, dvs. et år inden stormen på Bastillen i Paris. Det globale klima er forholdsvis køligt, dels fordi man fortsat lever under Den lille Istid, dels fordi det kun er få år efter det gigantiske Laki-vulkanudbrud (1783-84) på Island. På det tidspunkt anses vor planets alder for at være 6.000 år, i det mindste i den europæiske kulturkreds.

Dette tal var bestemt på grundlag af et detaljeret studium af Biblen foretaget af James Ussher (1581-1656), den anglikanske Ærkebiskop af Armagh, Irland. Med tilsvarende sikkerhed mente Ussher iøvrigt også at kunne bestemme, at Jorden ville gå under i oktober 2004. Sir Isaac Newton (1643-1727) havde tidligere foretaget en mere videnskabelig beregning af alderen, baseret på en antagelse, om at Jorden oprindeligt var helt smeltet. Newton konkluderer, at afkølingen måtte have taget omkring 50.000 år. Dette resultat var dog blevet ignoreret af samtiden, da det jo ikke var foreneligt med den officielle alder på kun 6.000 år.

Hutton – en nuanceret videnskabsmand
Samme år, dvs i 1788, stiger den skotske landmand og geolog James Hutton (1726-1797) med to venner ombord i en lille båd ved Dunglass Burn og sejler på tur langs kysten øst for Edinburgh. Hutton var var i øvrigt født i Edinburgh 3. juni 1726. Han studerede medicin ved universiteterne i Paris og Leyden og var i ordets bedste be-

tydning en dannet person med bred interesse for også mange andre aspekter af tilværelsen.

Blandt hans øvrige interesser ved siden af medicin kan nævnes så forskellige emner som landbrug, kemi, meteorologi, filosofi og kinesisk sprog. James Huttons første og dybeste interesse var dog landbrug. Han arvede familiens gård nær Duns i Berwickshire, øst for Edinburgh, og udviklede med tiden denne til et mønsterlandbrug. Hans ideer og erfaringer vedrørende landbrug blev senere samlet i en manual "The Elements of Agriculture", på ikke mindre end 1.100 sider. Gården var beliggende nær de 400-500 m høje Lammermuir Hills, hvor særligt kolde intervaller af Den lille Istid flere gange havde resulteret i fejlslagen høst, hungersnød og fraflytning specielt i tidsrummet 1685-1705. Også i Huttons egen tid, mellem 1740 og 1770, var forholdene vanskelige som følge af kort vækstsæson.

Derfor forsøgte Hutton, i lighed med mange andre bønder, at effektivisere udnyttelsen af de lavere liggende landbrugsområder, hvor det fortsat var muligt at modne korn, trods tidernes generelle klimatiske ugunst. Et af midlerne til effektivisering var at etablere bedre dræning af markerne. Under gravningen af drækanaler fandt Hutton ved flere lejligheder sten og fast fjeld indeholdende fossiler af fortidige dyr og planter herunder arter, der ikke længere levede i Scotland. Herved var der langsomt vokset en stærk geologisk interesse frem, og han blev i kraft af sine observationer efterhånden overbevist om, at planeten var langt mere dynamisk og udsat for store miljøskift, end man kunne formode på grundlag af skabelsesberetningen.

I 1788 var han derfor ikke kun anset

som en usædvanlig dygtig landmand, men han havde også i videnskabelige kredse etableret sig som en tilsvarende højt anset geolog. At være en anset geolog i Skotland stillede i 1788 store krav. Det er nemlig tidsmæssigt sammenfaldende med sidste del af den såkaldte "Scottish Enlightenment", der begynder omkring 1730 og varer ved indtil omkring 1790. I disse 60 år fremstod Skotland som Europas ubestridte, kulturelle lednation. Filosofen David Humes, økonomen Adam Smith, kemikeren Joseph Black, ingeniøren James Watt, poeten Robert Burns er nogle af samtidens store kulturelle skikkelser i Skotland. Fra at være en nation i strid med sig selv og sine naboer ændres Scotland til at være et samfund i po-

Også vandværkerne har brug for at lade idéerne gro

Gode idéer der udspringer af erfaring og ekspertise fører frem til frugtbare løsninger. Vand-Schmidt har specialiseret viden inden for:

- Vandforsyningsanlæg
- Brøndboring
- Ledningsanlæg
- Projektering/rådgivning
- Service

- ring og få gode råd og uforbindende tilbud



Vand-Schmidt a/s
Jernbanegade 5 • 6070 Christiansfeld
Tlf. 74 56 11 11 • Fax. 74 56 32 69



Inkonformiteten på Siccar Point set fra syd. I forgrunden ses den stejlt stillede gråvække fra Silur overlejret af svagt hældende sandsten fra Devon. Den synlige del af de devone aflejringer er ca. 1 m mægtig. (Foto: Forfatteren)

sitiv udvikling med hovedvægt på kultur og videnskab. The Royal Society of Edunburgh oprettes i denne gyldne periode, og tidens fremstående forskere og kulturelle personer mødtes regelmæssigt her eller andre steder i Edinburgh for at udveksle og diskutere nye ideer. Ifølge en samtidig beretning udmærkede disse sammenkomster sig ved at være hyggelige, uformelle, ofte videnskabelige, og altid uden at deltagerne udviste forudtagne holdninger til emner under debat uanset tema.

Det var på denne frugtbare kulturelle baggrund at James Hutton udviklede sine geologiske ideer. Hans omhyggelige geologiske iagttagelser i Skotland og andre steder gjort over en periode på ca. 30 år havde efterhånden gjort ham stærkt skeptisk over for den officielle alder på Jorden; 6.000 år. Han mente, at den virkelige alder måtte være langt højere. Ellers var der ikke mulighed for at forklare alle de miljøændringer, som geologien på forskellig vis oplyste om. Så han var på udkig efter en eller flere geologiske lokaliteter, hvor hypotesen om Jordens alder på kun 6.000 år med stor sikkerhed kunne falsificeres.

Spektakulær opdagelse på Siccar Point

Med i båden havde Hutton i 1788 to geolog-

venner, John Playfair og Sir James Hall. Mellem byerne Dunbar og Eyemouth gik de i land på en lille halvø kaldet Siccar Point. Stedet var ikke tilfældigt valgt. Hutton havde jordbesiddelser ved det nærliggende Reston og havde diskuteret de lokale geologiske forhold med en anden landmand, Sir James, der også var en interesseret geolog.

Sir James viste Hutton en skitsetegning, som han havde gjort ved Siccar Point, visende eksistensen af to forskellige lagserier, liggende over hverandre, adskilt af en uregelmæssig grænseflade. Det syntes at være en yderst lovende lokalitet, med henblik på hvad Hutton var på udkig efter.

Derfor gik Hutton og hans venner i land på Siccar Point, hvor de stod overfor en spektakulær og besynderlig geologisk formation. To serier af tydeligt lagdelte bjergarter ligger over hinanden, men ikke på simpel parallel måde. Nederst ligger med næsten lodret lagstilling en grå lagdelt bjergart (greywackes), og derover ligger med kun svag hældning en anden lagdelt bjergart med rødlig farve (Old Red Sandstone and conglomerates). Lagserierne står således mere eller mindre vinkelret på hinanden. Grænsefladen imellem de to bjergarter er uregelmæssig, og flere steder ses lag fra den underliggende bjergart at stikke lidt op i den

øvre bjergarts nederste lag. Skarpkantede fragmenter af den nedre bjergart var flere steder synlige i det nederste lag af den øvre bjergart.

Hutton og hans venner indså øjeblikkelig betydningen af dette: Hver af lagserierne måtte have krævet lang tid at afsætte, og undervejs måtte der også have været tid til først at introducere en foldning af den ældste bjergart, således at den kom til at stå omtrent lodret. Herefter måtte der have været tid til ved erosion at fjerne en del af denne, og desuden måtte der være tid til at aflejre den øvre, lagdelte bjergart, samt dennes efterfølgende hærdning. Endelig måtte det nuværende landskab naturligvis også have tid til at udvikles. Dette krævede blandt andet, at stedets karakter sideløbende måtte have undergået ændring fra hav til land og sandsynligvis tilbage til hav igen. Selv om de to lagserier således synligt var i direkte kontakt med hverandre, måtte de med hensyn til deres dannelse derfor have været adskilt af et betydeligt tidsrum, i løbet af hvilket mange store naturbegivenheder havde udspillet sig. Planeten havde bestemt ikke henligget uden nævneværdige ændringer siden sin tilblivelse. Termen “*unconformity*” blev knyttet til beskrivelse af dette fænomen, hvor to bjergarter med uens lagstilling

grænser op til hverandre langs en flade skabt ved erosion.

John Playfair publicerede senere en beskrivelse af besøget ved Siccar Point, som med tiden er blevet en klassiker i den videnskabelige litteratur (se boks nedenfor).

Jordens alder til revision

Observationen ved Siccar Point overbeviste på den ene side Hutton og hans venner om at vor planet er langt mere dynamisk end tidligere formodet, ikke mindst det forhold at landoverfladens retning åbenbart kunne drejes 90 grader i forhold til op-ned. På den anden side indså de samtidig, at Siccar Point på overbevisende måde demonstrerede, at skabelsesberetningens alder for Jorden på 6.000 år var alt for lav. Med deres kendskab til geomorfologiske processer virke, var det langt mere sandsynligt, at planetens alder skulle tælles i hundrede af millioner af år, eller måske endda milliarder. Begrebet “*an abyss of time*” blev introduceret.

I dag ved vi, at de to lagserier synlige ved Siccar Point er fra henholdsvis Silur og Devon, og deres dannelse indbyrdes er adskilt af 55 millioner år i tid. Den videnskabelige effekt af Huttons tolkning skulle vise sig at blive enorm. Mange geologer anser derfor i dag Siccar Point som Jordens mest berømte geologiske lokalitet.

Huttons hypotese om Jordens høje alder blev naturligvis ikke uden videre accepteret af alle samtidens forskere. Det bibelske aldersbegreb var den gang naturligvis ganske indarbejdet i mange folks tanke-sæt. I adskillige år foregik derfor en løbende debat om aldersspørgsmålet, men i takt med gentagne forgæves forsøg på falsificering, blev

John Playfairs beskrivelse af besøget ved Siccar Point

On us who saw these phenomenons for the first time, the impression will not be easily forgotten... We felt ourselves necessarily carried back to a time when the schistus on which we stood was yet at the bottom of the sea, and when the sandstone before us was only beginning to be deposited, in the shape of sand or mud, from the waters of a superincumbent ocean... The mind seemed to grow giddy by looking so far in the abyss of time; and while we listened with earnestness and admiration to the philosopher who was now unfolding to us the order and series of these wonderful events, we became sensible how much further reason may sometimes go than imagination may venture to follow.



Kontakten mellem de silure og devone (øverst) aflejringer. Den synlige del af profilet måler ca. 1 m fra højre til venstre. Grænsen mellem de to bjergarter ses at være uregelmæssig, og angulare fragmenter af den silure gråvacke er indlejret i den devone sandstens nederste del. (Foto: Forfatteren)

hypotesen langsomt ophøjet til teori i løbet af de næste 50-70 år. Senere forskere har naturligvis i høj grad bygget på de logiske konsekvenser af Huttons analyse fra Siccar Point. Sir Charles Lyell, i øvrigt også fra Scotland, publicerede samme år, som Hutton døde (1797), sin berømte bog “*Principles of Geology*”. Heri videreudvikler han Huttons ideer om den geologiske tidsskala, men fremsætter også sin teori om uniformitarianism, der beskriver det enkle og fortsat gyldige princip, at “*the present is the key to the past*”, dvs at de geologiske og geomorfologiske processer, som vi i dag observerer, også var aktive på samme vis tilbage i tiden og derfor må inddrages i alle forklaringer om fortidens geologiske udvikling.

Siccar Point og det derfra afledte aldersestimater for Jorden fik i øvrigt en vigtig betydning for biologisk forskning, som bør nævnes i det indeværende Darwin-år. Charles Darwin vides at have medbragt et eksemplar af Lyells “*Principles of Geology*” på sin berømte Beagle-ekspedition. James Huttons deri beskrevne konklusion om Jordens høje alder, baseret på observationer fra Siccar Point, gav Darwin ideen om den fornødne tid, som måtte være til rådighed for den langsomme biologiske evolution, som var hele hovedpointen med bogen “*On the Origin of Species*” (1859). Uden tvivl var den geologiske konklusion om Jordens høje alder af fundamental betydning for Darwins tanker og analyse.

Lord Kelvins beregninger

Hermed er historien om Siccar Point imidlertid ikke slut. I året 1851 inspirerer det voksende kendskab til fysiske og kemiske prosesser Lord Kelvin (1824-1907) til at beregne Jordens alder baseret på kendte

fysiske principper. Godt nok havde James Hutton og andre geologer i de forudgående 50-70 år argumenteret for en meget højere alder end den tidligere formodede alder på kun 6.000 år, men selve aldersspørgsmålet var på det tidspunkt fortsat objekt for en vis diskussion og usikkerhed. Her behøvedes tydeligvis konkrete fysiske beregninger for en gang for alle at afgøre dette vigtige spørgsmål.

Ganske som Isaac Newton gik Lord Kelvin ud fra, at Jorden begyndte sin tilværelse som varm og opsmeltet og i tiden derefter havde været under fortsat afkøling. Afkølingen kunne enkelt beskrives med en simpel kvantitativ, matematisk model baseret på kendte fysiske principper. Resultatet var ikke til at komme uden om: 98 millioner år, kort og godt. Siden beregningen var baseret



James Hutton malet af Sir Henry Raeburn (1756-1823). (Kilde: Wikipedia)



Besøger man i dag Siccar Point med bil, må man gå over græsmarker den sidste kilometer. Der er parkeringsmulighed langs vejen i en lille, markant dal, der forløber omtrent parallelt med kysten, fra vest til øst. Dalen er en lateral smaltevandskanal fra sidste del af Weichsel eroderet af smeltvand strømmende langs randen af en stor gletscher, som gled mod øst fra isdeleren på den skotske iskappe længere mod vest. Det er ikke kun Huttons berømte inkonformitet ved Siccar Point, som i dette område af Scotland er tegn på fortidige miljøændringer. Synsretning mod vest. (Foto: Forfatteren)

på kendte, fysiske principper blev resultatet af hans beregning hurtigt accepteret som korrekt af mange forskere. Det var jo vanskeligt at argumentere imod en så konkret udregning. Desuden kunne Lord Kelvin være ganske intimiderende i debatter og gik ikke af vejen for meget direkte at understrege den overlegne betydning af de kendte fysiske lovmæssigheder og deraf følgende matematiske beregninger.

Charles Darwin følte sig tydeligvis ilde berørt ved Lord Kelvins kritik af det benyttede geologiske aldersestimater i "On the Origin of Species". Derfor fjernede han i senere udgaver af bogen den tidligere konklusion om den geologisk begrundede meget høje

alder for Jorden, væsentligt højere end Lord Kelvins 98 millioner år. Uheldigvis kendte Lord Kelvin intet til planetens indre geologiske struktur eller til atomare processer. Med dagens viden herom ved vi, at radioaktive processer i Jordens indre hele tiden frigiver varme, hvorved Jorden langsomt er varmet op til den nuværende temperatur. I dag beregner vi derfor ikke Jordens alder til hverken 6.000, 50.000 år eller 98 millioner år, men derimod til 4,5 milliarder år.

James Hutton havde med andre ord ret i sin konklusion om en meget høj alder, selvom han ikke benyttede en kvantitativ, numerisk model, men "bare" en forståelsesmæssig model baseret på feltobservationer

og simpel logik. Siccar Point er den dag i dag afgjort et besøg værd.

Litteratur:

Grove, J.M. 1988. *The Little Ice Age*. Routledge, London and New York, 498 pp.

McKirdy, A., Gordon, J. and Crofts, R. 2007. *Land of mountain and flood. The geology and landforms of Scotland*. Birlinn Limited, Edinburgh, Scotland, 324 pp.

Parry, M.L. and Carter, T.R. 1985. *The effect of climatic variation on agricultural risk*. *Climatic Change* 7, 95-110. ■

Vi borer over hele landet..!

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

- ring og hør nærmere...



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

100 år

- din sikkerhed for erfaring og kompetence...