**Månen som kontrolflade**

Månen er det perfekte kontrolobjekt til vores undersøgelse af tre meget vigtige grunde***; 1) den er tæt nok på, til at vi fysisk kan nå den 2) vi har returneret stenprøver fra forskellige steder på overfladen og radiometrisk dateret dem i laboratoriet, og 3) den har ingen atmosfære, vand, erosion, pladetektonik osv. til at udrydde kratere, så overfladen repræsenterer en uberørt registrering af nedslag***

Ved at tælle antallet af kratere i et defineret område på en planet eller måne (dvs. bestemme dets kratertæthed) og sammenligne det med antallet af kratere på et andet område af samme størrelse på den planet, kan man bestemme den relative alder af de to overflader (f.eks. er et område dobbelt så gammelt som et andet)

Hvis du imidlertid vil bestemme den absolutte alder på den overflade, du studerer, skal du bruge en stenprøve af det materiale, der udgør overfladen, for at køre radiometriske laboratorieanalyser. Heldigvis for os bragte Apollo-missionens astronauter masser af sten tilbage fra seks forskellige steder på Månen. Ved at måle alderen på klipperne fra disse seks steder og måle kratertætheden på disse steder kan vi bestemme, hvordan kratertætheden er relateret til den absolutte alder på disse steder. Nu, i det mindste for Månen, hvis vi kan måle kratertætheden af nogen del af Månen, kan vi sammenligne det med kratertætheden på Apollo-stederne for at bestemme deres relative alder. Da vi nu kender klippernes absolutte alder på Apollo-stederne, kan vi bestemme den absolutte alder for enhver del af Månen.

I denne øvelse antager vi, at kratertætheden målt af Apollo på Månen er typisk for kratertætheden for det indre Solsystem. Vi kan nu udvide vores målinger af kratertætheden på Månen til at estimere alderen på forskellige områder på Mars' overflade. Vi ekstrapolerer vores resultater til Danmark og spekulerer i, hvorfor kratertætheden der er meget anderledes.

**Kratertælling: En kvantitativ øvelse i bestemmelse af skorpealder**

**1) Fremgangsmåde: Bestemmelse af kratertætheden**

**Ikke nyttigt?** Du kan blokere **www.astro.washington.edu** resultater, når du er logget ind på search.www.astro.washington.edu

1. Åbn google earth. Øverst i midten er der et lille orange planet-ikon. Tryk og vælg Mars. Zoom nu ind til et område, der er ca 100000 km2 stort. Brug måleværktøjet (Vælg ”linealen”, og vælg derefter polygon) til at opmåle området. Sæt fire punkter, og træk dem ud en efter en indtil firkanten er 100000 km2.
2. Optæl nu antallet af kratere i forskellige størrelsesintervaller (se tabellen nedenfor). Brug måleværktøjets (Linealen) cirkel-opmåler til at måle diameteren. Lav først nogle skabelon-cirkler – lav en cirkel, der er 8 km i diameter, en på 16 km, og en på 32 km i diameter. Tryk ”Gem”, hver gang du har lavet en cirkel - så bliver den på kortet, og du kan se, hvor langt du er nået. Med skabelonerne på kortet, kan man relativt hurtigt optælle alle kraterne, der er mindre end 8 km. Sæt fx en prik i hver af de små kratere, så du ved, hvor langt du er kommet.

Sæt et kryds i tabellen nedenfor i intervallet for hvert krater, du opmåler. Indtast til sidst samlet antal kratere i hvert interval i tabellen nedenfor.

1. Bestem kratertætheden som antal kratere pr. 1.000.000 km2. Beregn tætheden pr 1.000.000 km2 med følgende formel:

**Antal kratere pr. 1.000.000 km2 = Antal kratere × (1.000.000 km2 / (Billedstørrelse) km2)**

1. Plot dine datapunkter fra tabellen på kratertæthedsgrafen. Sæt dine punkter på grafen midt i dit størrelsesområde. For eksempel, hvis du havde 200 kratere i størrelsesområdet 0-8 km, skal du sætte dit punkt ved skæringspunktet mellem 200 på y-aksen og 4 på x-aksen. (Bemærk: y-aksen i denne graf har en logaritmisk skala.
2. Bestem alderen på din overflade. Når du har plottet dine tal, skal du trække en best-fit lige linje gennem punkterne, så godt du kan. Din linje skal være parallel med alderslinjerne på grafen (de skrå linjer). Den linje, du har tegnet, repræsenterer gennemsnitsalderen på den krateroverflade, du har undersøgt, og aflæses, hvor den møder den højre y-akse.

|  |
| --- |
| **Datatabel over tætheden af krateret i Mars-krateret** |
|  | **Den nordlige halvkugle****Indtast koordinater for midten af området:** | **Sydlige halvkugle****Indtast koordinater for midten af området:** |
| **Kraterstørrelsesinterval****(km)** | **Antal kratere****på udsnit** | **Antal kratere****pr 1.000.000 km2** | **Antal kratere****på udsnit** | **Antal kratere****pr 1.000.000 km2** |
| **<8** |  |  |  |  |
| **8-16** |  |  |  |  |
| **16-32** |  |  |  |  |
| **32-64** |  |  |  |  |
| **64-128** |  |  |  |  |



Mars nordlige halvkugles overfladealder = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ milliarder år gammel

Mars sydlige halvkugles overfladealder = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ milliarder år gammel

**Spørgsmål**

1. Hvor nøjagtige mener du, at dine skøn over alderen på Mars' overflader er? Det vil sige, for hver overflade, hvad er de ældste og yngste aldre, der passer til dine data? Vær kvantitativ (dvs. ± 1 milliard år).
2. Hvad tror du var din(e) største kilde til usikkerhed(er) ved fastsættelsen af aldrene? (Vær så specifik og kvantitativ som muligt)
3. Overvej disse to kendsgerninger: (a) Jorden er blevet ramt af lige så mange objekter som Månen og Mars. (b) Danmark har et samlet areal på omkring 43.000 km2. Beregn, hvor mange kratere på 5 km der er blevet dannet i løbet af de sidste 4 milliarder år i Danmark.
4. I øjeblikket har Danmark **nul** 5 km nedslagskratere. Kom med 2 eller 3 gode forklaringer på, hvad du tror, der skete med dem.