

## Tæl Galakser

### Formål:

Ved at tælle galakser på i et lille udsnit af universet, kan vi estimere det samlede antal af galakser i det synlige univers.

### Baggrundsviden:

I 1990'erne valgte man at bruge Hubble teleskopet til at tage et billede væk fra mælkevejen, som ellers hidtil var det man studerede mest (for at lære om stjerne, stjernedannelse og galaksens centrum). Det viste sig at være en afgørende beslutning for vores forståelse af universet. Man valgte at pege teleskopet i retningen af, hvad der lignede, en mørk afkrog uden særlige stjernerne i Mælkevejen eller andre objekter. Det viser sig dog, at der var et væld af galakser, mange flere end man før havde troet.

Dette billede er siden blevet taget igen og igen, med længere og længere eksponering. Det seneste billede, 'Hubble eXtreme Deep Field', dækker omkring 1/30.000.000 af himmelen, og med et estimat på 7120 galakser alene i dette lille udsnit, svarer det til at universet indeholder mere end 200 milliarder galakser!

### Materiale:

Et hvilket som helst udsnit af himmelen (taget væk fra mælkevejen) kan bruges, men her tager vi udgangspunkt i Hubble eXtreme Deep Field, da det er det skarpeste billede som endnu er taget. Nedenfor ses et udsnit af billedet ([billede i høj oplæsning hos NASA](#)):



Vi har også [opdelt billedet i 36 lige store dele og fordelt på hver deres A4 side](#). Dermed kan det lettere benyttes i øvelsen. Hubble eXtreme Deep Field er opdelt og fordelt som angivet nedenfor:

Side 1	Side 2	Side 3	Side 4	Side 5	Side 6
Side 7	Side 8	Side 9	Side 10	Side 11	Side 12
Side 13	Side 14	Side 15	Side 16	Side 17	Side 18
		osv....			

**Fremgangsmåde:**

Øvelsen er nu selv at prøve at finde så mange galakser som muligt.

Det er nok få der har tålmodighed til at tælle 7000 galakser, så i stedet kan man undersøge et mindre udsnit af Hubble eXtreme Deep Field. Hvis man eksempelvis undersøger 1/36 del af det oprindelige billede, og så gange det op til den fulde himmel. For eksempel kan vi tælle omkring 80 galakser på det første billede. Dette skal derefter ganges op for at få antallet i hele universet:

$$\text{Antal galakser i universet} = \text{antal galakser pr. udsnit} \times 36 \text{ udsnit} \times 30.000.000$$

Er der det samme antal galakser på alle udsnit? Finder alle det samme antal galakser på det samme udsnit?

**Udvidet øvelse omkring statistikken**

Hver elev kan tælle galakser på et par af udsnittene, sådan at hvert udsnit bliver undersøgt af flere. Herefter kan man gå mere og mere i dybden med optællingerne.

1. Hver elev kan udregne gennemsnit (og usikkerhed/standardafvigelse) for antallet af galakser på de udsnit de har undersøgt. Finder alle det samme antal? Falder de inden for en standard afvigelse?
2. Saml al data fra alle elever og alle deres optællinger. Udregn gennemsnittet. Diskutter forskellige udfald for samme udsnit? Hvad gør det svært?
3. Stemmer hver optælling overens med gennemsnittet? Test med en  $\chi^2$ -test:

### Refleksionsspørgsmål:

- Hvilke antagelser må vi gøre os for at komme frem til et velbegrunderet gæt  
*Vi antager ofte at galakser er ligeligt fordelt i universet, at universet er homogent på stor nok skala (afstande) – også kendt som det kosmologiske princip. Er der lige mange i hvert udsnit?*
- Hvordan ved vi hvad der er stjerner og hvad der er galakser?  
*Kan vi fra Jorden se stjerner uden for Mælkevejen? Nej, det kan vi slet ikke, så hvis vi kigger ud af mælkevejen, og væk fra alle stjernerne, så må alt hvad vi ser være galakser. (Der vil dog være enkelte stjerner fra Mælkevejen på billedet, da Jorden jo trods ligger inde i mælkevejen).*
- Man valgte at studere en bestemt del af himmelen med disse billeder (se højre), for at undgå så mange af Mælkevejens stjerner som muligt, og for at kunne se så langt væk som muligt, da dette giver mulighed for at se så langt tilbage i tiden som muligt. Hvorfor er det nu at man ser langt tilbage i tiden når man ser langt væk?
- Netop fordi man ser tilbage i tiden, og universet har udvidet sig siden, kan man udnytte rødforskydning til at se forskel på fjerne galakser og nære stjerner (dette kræver dog spektroskopisk information, som vi ikke har tilgængeligt her).
- Opløsningen af billede giver en begrænsning af hvor mange galakser man kan se på billedet, hvordan kunne man sikre sig bedre information? *Eksempel: Nyt teleskop? Det er blandt andet antallet af galakser man håber at blive klogere på ved hjælp af James Webb Teleskopet*
- Kunne en computer gøre det nemmere at tælle, hvis man eksempelvis havde det 'rå' billede?  
*I en nylig digitalisering af Hubble eXtreme Deep Field brugte man computerprogrammer til at få 3D information ud af billedet. Ved at benytte lidt flere antagelser omkring galaksers størrelse og form, estimerede et hold af astronomer at der skulle være 2.000 milliarder galakser i universet (altså omkring 10 gange så mange som tidligere antaget). Netop fordi vi er afhængige af vores antagelser i spørgsmål som dette, vil svaret også bære lidt usikkerhed, hvilket resulterer i at vores bedste bud på antallet af galakser i universet nok er et sted mellem 200-2.000 milliarder.*

