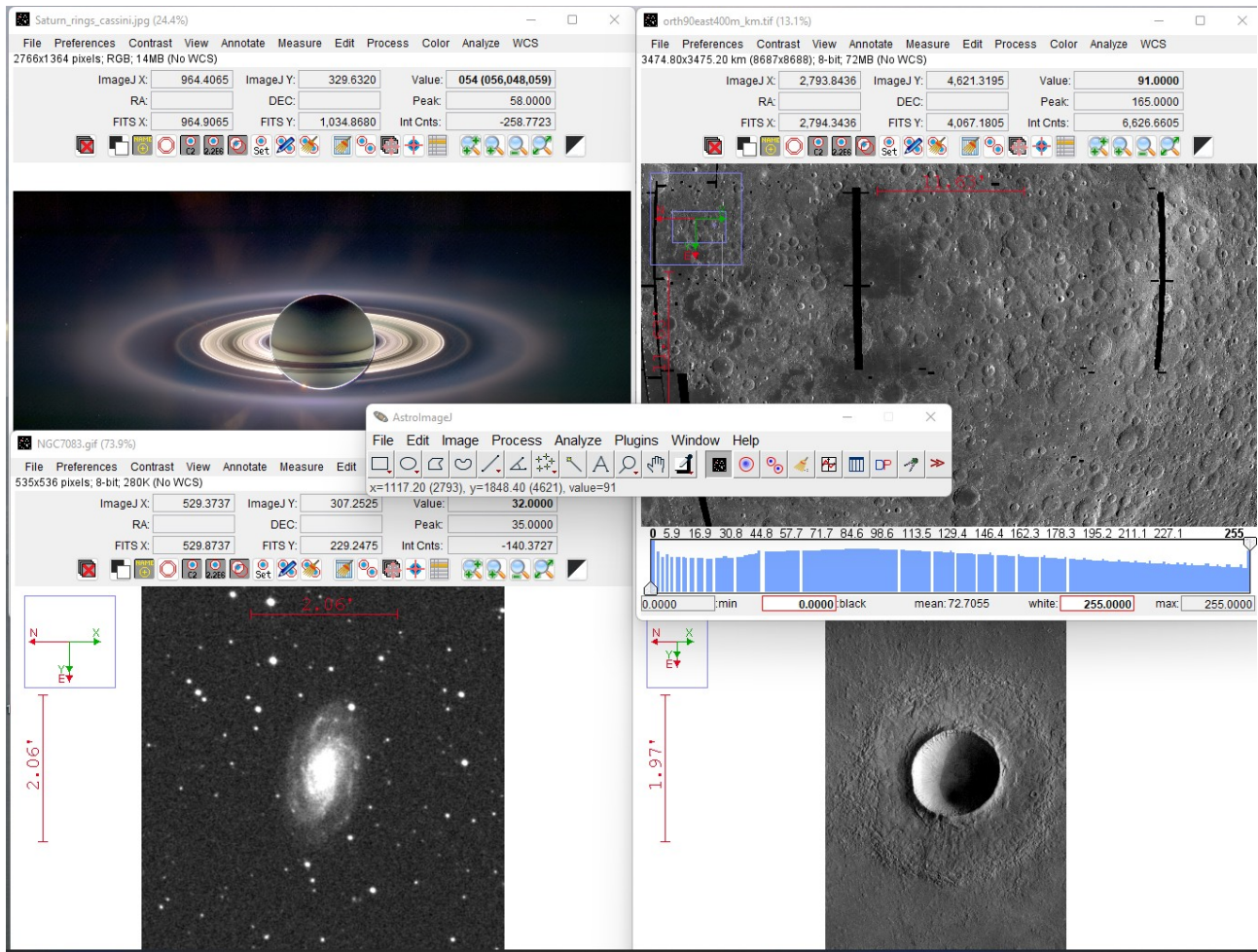


# Introduktion til AstrolImageJ

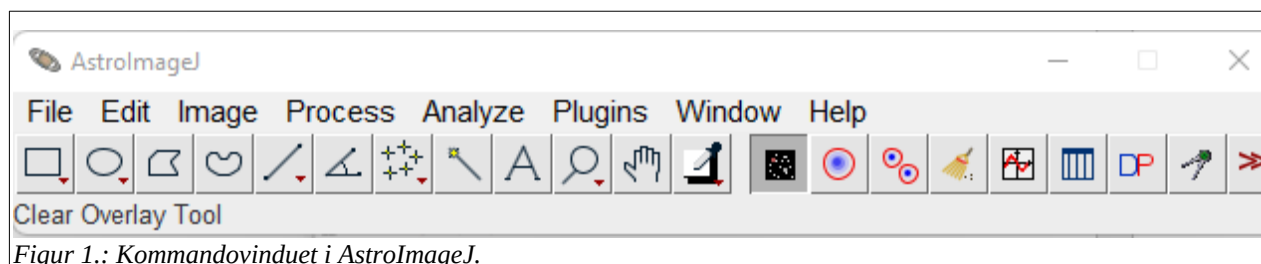


*Denne øvelse er oprindeligt lavet til SalsaJ af Emmanuel Rollinde med hjælp fra Thomas Boudier og Nicolas Rambaux. Øvelsen er tilpasset til AstrolImageJ, og man bruger de billeder, som Boudier og Rambaux har leveret til den oprindelige øvelse.*

# 1. Installation af programmet

Hav eventuelt teksten *AstroImageJ-how to* liggende på din computer. Den kan hentes på [astrogym.dk](http://astrogym.dk). [1]

Åbn AstroImageJ, som kan downloades fra University of Louisvilles hjemmeside. [2]. Nedenstående billede dukker op. Tryk på *Help-Update AstroImageJ*, så du får seneste version.



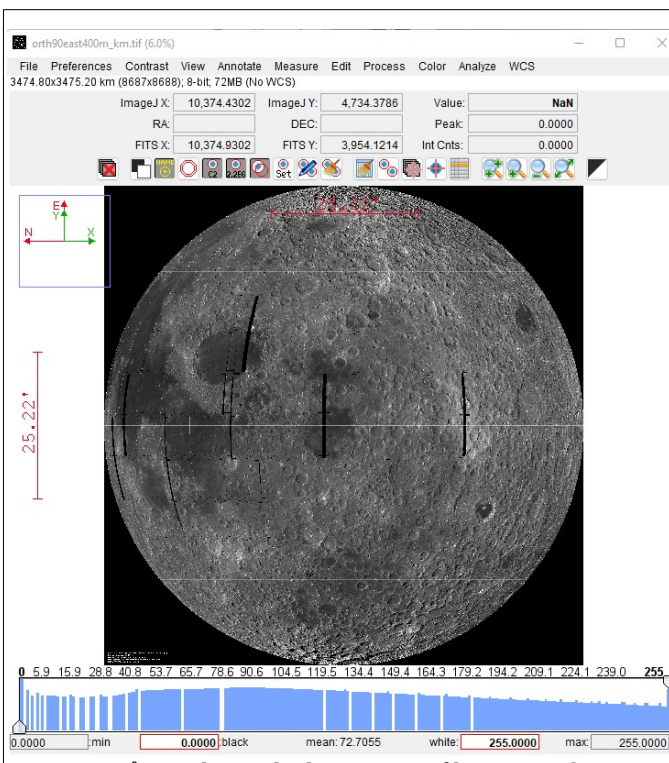
Figur 1.: Kommandovinduet i AstroImageJ.

I øvelserne skal man bruge data fra *SalsaJ*-pakken. Programmet kan downloades fra [euhou.net](http://euhou.net)<sup>1</sup>, og man kan fjerne installationen efterfølgende, så længe man bevarer mappen *Data*. [3] Sørg for at vælge programmet inkl. makroer og tilknyttede billeder.

## 2. Humboldtkrateret på Månen

I denne øvelse skal Humboldtkrateret undersøges, og man lærer undervejs at indlæse et billede, zoome, flytte rundt på et billede, ændre i kontrast, tjekke skalafaktor, og bruge linie- og figurknapperne til at måle længder og arealer.

1. Indlæs billedet<sup>2</sup> *images\_power10\Moon\orth90east400m\_km.tif*. Det kan gøres ved at benytte kommandoen *File-Open*, eller *CTRL+O*, eller ved at trække billedet ind i kommandovinduet, som er vist på figur 1. Hvis dit billede er spejlvendt eller vendt på hovedet i forhold til billedet på figur 2, skal du i *billedmenuen* vælge *View-Invert None*.
2. Tryk på forstørrelsesglasset, som er vist i kommandovinduet på figur 1. Venstre museklik zoomer ind mens højre museklik zoomer ud. Har din mus et rullehjul, kan det også bruges til at zoome ind og -ud.
3. Zoom ind på et tilfældigt sted på billedet og benyt håndknappen til at flytte rundt på billedet.
4. Skaleringen af billedet er valgt, så 1 px svarer til 400 m i virkeligheden. Kontroller dette ved i kommandovinduet at vælge *Analyze-*



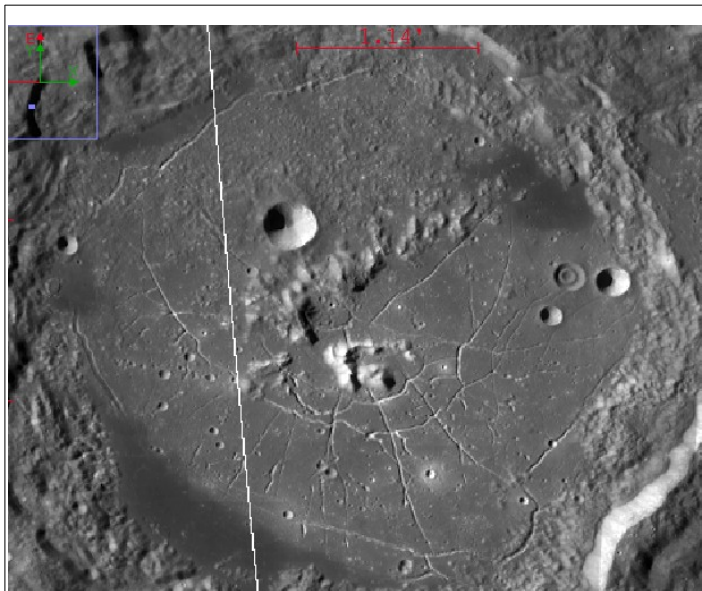
Figur 2: Månen - bemærk placeringen af kratere og have. De skal passe med din egen skærm.

<sup>1</sup> <https://www.euhou.net/index.php/salsaj-software-ma>

<sup>2</sup> På Rosborgs astroserver ligger mapperne i *C:\AstroBilleder\DATA*.

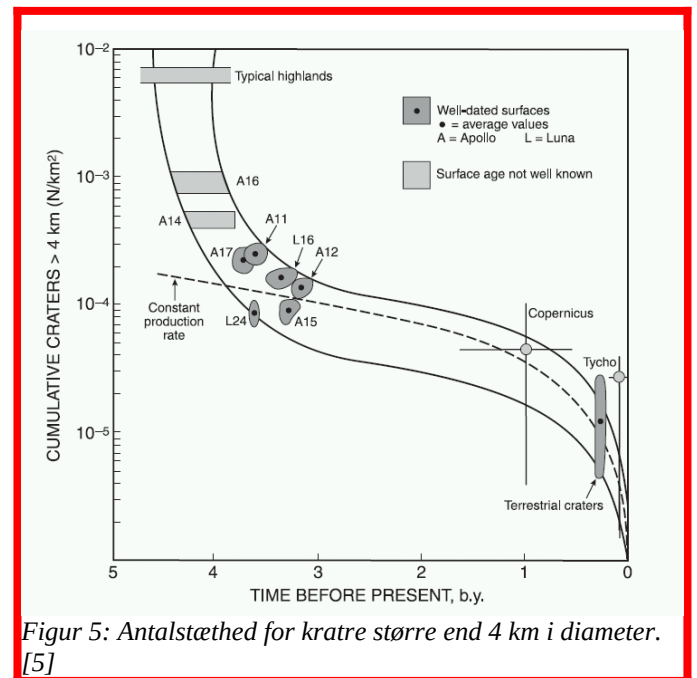
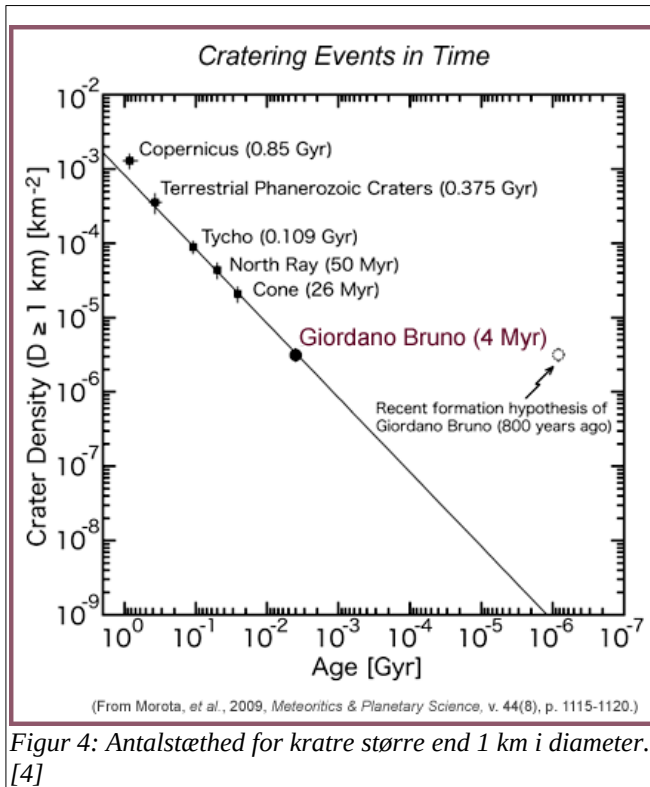
*Set Scale.*

5. I bunden af figur 2 kan du se et område, der er markeret med blåt. Her kan man ændre i gråtonetabellen, der viser den viste farve for et givet tælleantal.<sup>3</sup> Det gøres ved at trække i de to skydere, der er placeret længst til venstre og højre. Prøv at ændre i skyderne og se, hvad der sker. Bemærk, at man ikke ændrer på dataene i billedet – det er kun hvordan billedet vises på skærmen, der ændres.
6. Man kan også ændre på *lysstyrken* og *kontrasten* i et billede ved i *kommandovinduet* at åbne *Image-Adjust-Brightness/Contrast* eller ved at bruge genvejen *SHIFT+CTRL+C*. For at genvejen virker, skal man aktivere *kommandovinduet* ved at klikke på det.
7. Betragt et af kraterne i figur 3. Hvilken retning tror du, Solen ligger i?
8. Humboldtkrateret er placeret ved koordinaterne  $(x, y) = (1504 \text{ km}; 2518 \text{ km})$ . Du kan aflæse koordinaterne i *kommandovinduets* nederste linie. Lokaliser krateret på billedet og zoom ind på det, så du kan se hele krateret.
9. I *kommandovinduet* skal du klikke på knappen for ovale områder. Hold museknappen nede indtil en menu dukker op. Vælg *Oval Selections*. Træk nu en oval kurve, og benyt de små hvide firkanter til at trække ovalen ud, så den bedst muligt dækker hele kraterranden. Tryk derefter på *Analyze-Measure* i *kommandovinduet* eller *CTRL+M*. Du har nu målt arealet af krateret. (Svaret skal ligge i omegnen af 25 000 km<sup>2</sup>.)
10. Hvis du klikker i billedet, forsvinder ovalen igen. Man kan også i *billedvinduet* trykke på knappen *Clear Annotations*. Knappen ser ud som vist her: 
11. Benyt linjeknappen i *kommandovinduet* til at trække en diameter i krateret. Tryk på *CTRL+M* for at gemme diameteren. (For at se målingen i resultatvinduet, skal du muligvis øge bredden af vinduet. Facit bør være ca. 160-220 km.)
12. Benyt igen linjeknappen til at måle diameterne af de kratre, der ligger nede i selve Humboldtkrateret. Hvor mange kratre er over 1 km i diameter? Hvor mange kratre er over 4 km i diameter?
13. Beregn antalstæthederne for de to kratertyper ved at dele antallet af kratre med arealet af hele Humboldtkrateret.
14. Benyt figur 4 og 5 til at vurdere alderen af Humboldtkrateret. Overvej, hvilket af de to resultater, der er tættest på den faktiske alder.



Figur 3: Humboldtkrateret. Betragt lysforholdene i et af kraterne.

<sup>3</sup> Kameradetektoren måler et tælleantal i hvert billedelement. (Pixel.) Farvetabellen i programmet tilknytter en farve eller gråtone til hver pixelværdi.

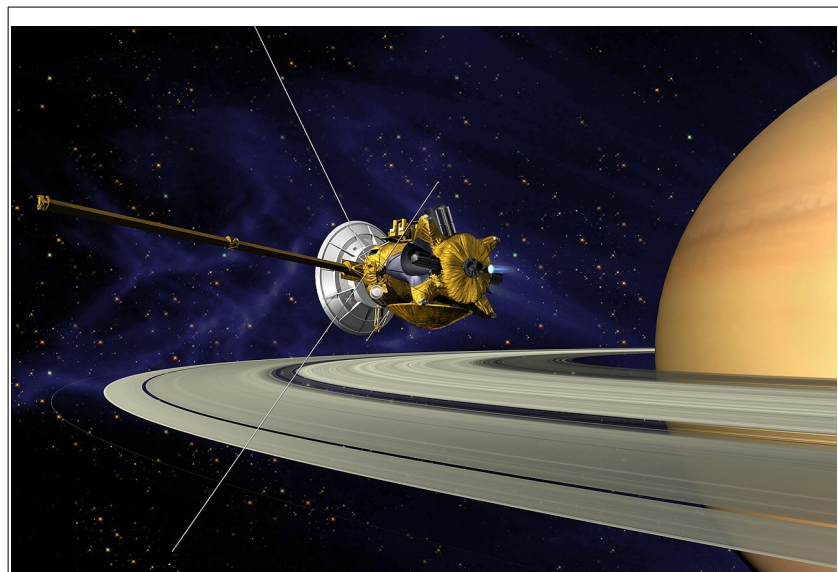


-0-

### 3. Saturn, dens ringe og dens satellitter

I denne øvelse genbruger du nogle af målemetoderne fra øvelse 2, og du skal vurdere problematikkerne: *Hvad er det vi måler? Giver målingerne mening? Måler vi det, vi tror, vi måler?*

1. Åbn billedet *images\_power10\SaturnAndAround\Saturn\_rings\_HST.jpg*. Billedet er taget i 1996 af Hubble Rumteleskopet, HST, som kredser omkring Jorden.
2. HSTs rumlige opløsning er  $0,1''$ , hvor  $1'' = 1^\circ/3600$ . Dvs. en pixel på et billede svarer til  $1^\circ/36000$ . Mål tykkelsen af Saturns ringe i pixler.
3. Afstanden,  $d$ , mellem HST og Saturn ved fotograferingen var 10,38 AU. Tegn en retvinklet trekant og marker  $d$  samt den målte vinkel. Benyt tangens-reglen til at bestemme Saturnringenes tykkelse i km.
4. Åbn billederne



Figur 6: Kunstners forestilling om hvordan Cassinisonden så ud, da den begyndte sit kredsløb om Saturn med tændt hovedmotor. [6]

*images\_power10\SaturnAndAround\Saturn\_PIA08158.tif* samt *..\Saturn\_PIA08196.tif*, *..\Saturn\_PIA12513.tif* og *..\Saturn\_PIA12677.tif*. (Den hurtigste måde at indlæse dem på, er at markere dem alle og så trække dem ind i *kommandovinduet*. Tryk derefter på *Windows-Tile* så de anbringes ved siden af hinanden.)

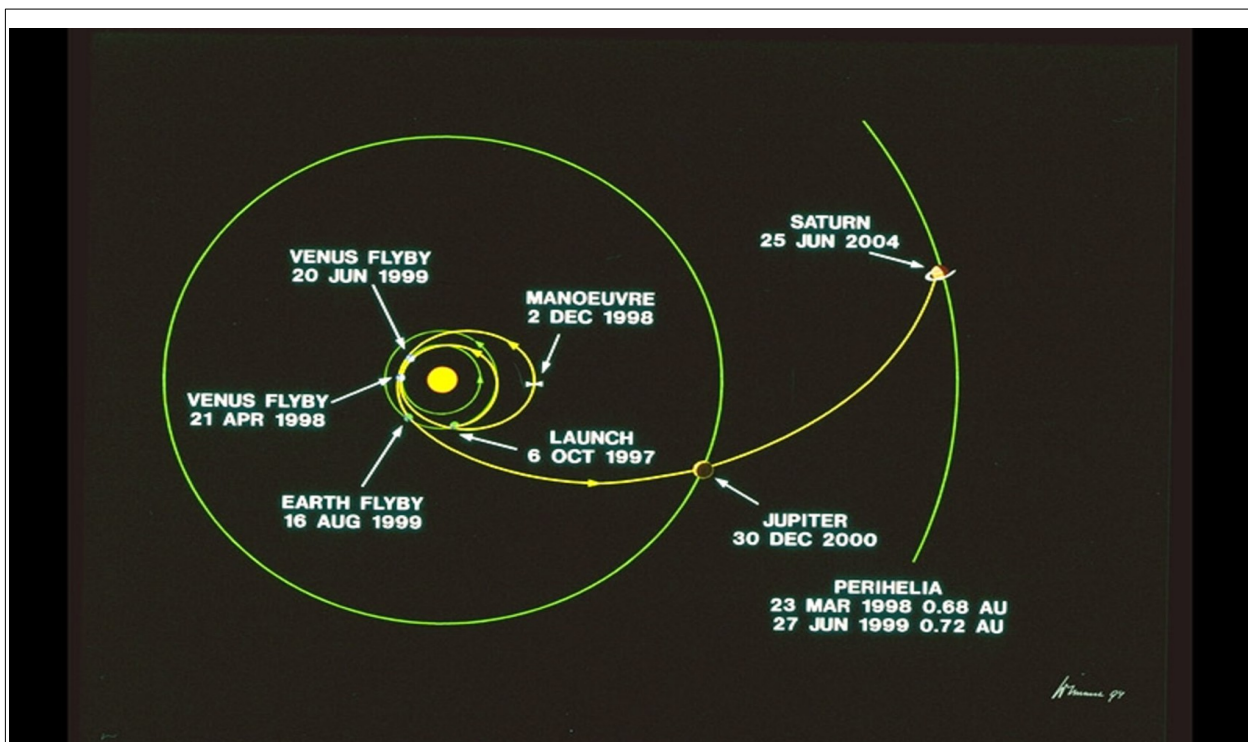
5. Mål tykkelsen af ringene – enten ved at zoome ind og tælle antal pixler, eller ved at vælge linje-knappen oppe i kommandovinduet. Den sidste metode udføres ved at tegne en streg tværs gennem Saturnringen og derefter trykke *CTRL+K*. (I *kommandovinduet* kan man også vælge *Analyze-Plot profile*.) Derved får man et profilplot af ringen, og så kan man aflæse tykkelsen af ringen i pixler.
6. Benyt de oplysninger, som er angivet i tabellen nedenfor til at give et nyt estimat af ringtykkelsen. Sammenlign resultatet med det, du fandt i punkt 3. Er resultaterne ens?

| Billede         | Pixelstørrelse på Saturn<br>(km/pixel) | Afstand mellem Cassini og Saturn<br>(km) |
|-----------------|----------------------------------------|------------------------------------------|
| Saturn_PIA08158 | 170                                    | $2,9 \cdot 10^6$                         |
| Saturn_PIA12513 | 72                                     | $1,3 \cdot 10^6$                         |
| Saturn_PIA12677 | 116                                    | $2,0 \cdot 10^6$                         |

6. Ringtykkelserne på Saturn er svære at måle. De er ikke opløste på fotografierne, og man regner med at deres tykkelse kun er ca. 10 m. Hvis man tager højde for, at de ikke ligger helt fladt på billederne, er et øvre estimat på ringtykkelserne omkring 3 km. Hvordan stemmer disse tal overens med dine målinger? Hvad kan du konkludere?
7. Åbn filen *Images\_power10\SaturnAndAround\Saturn\_rings\_cassini.jpg*.
8. Saturns diameter er 120536 km. Giv et overslag over bredden af Saturns ringe.
9. Saturn har mere end 50 måner. Vi har billeder af nogle af dem. De ligger i mappen *images\_power10\SaturnAndAround\...* Pixelstørrelsen er forskellig for de forskellige billeder, som du kan se i tabellen nedenfor. Det skyldes, at Cassini har taget billederne ved forskellige afstande til månerne. Prøv at anslå størrelsen af hver måne og forsøg også at finde forholdet mellem deres største og mindste radier. Hænger størrelsen på månen og dens akseforhold sammen på nogen måde?

| Billede        | Pixelstørrelse<br>(km/pixel) | Månestørrelse<br>(pixler) | Månestørrelse<br>(km) | Form/<br>Akseforhold |
|----------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| Lapetus.tif    | 9                            |                           |                       |                      |
| Hyperion.tif   | 2,5                          |                           |                       |                      |
| Helene.tif     | 0,117                        |                           |                       |                      |
| Enceladus.tif  | 0,796                        |                           |                       |                      |
| Dione.tif      | 6                            |                           |                       |                      |
| Pandora.tif    | 0,603                        |                           |                       |                      |
| Epimetheus.tif | 0,641                        |                           |                       |                      |
| Telesto.tif    | 0,214                        |                           |                       |                      |
| Lapetus2.tif   | 8                            |                           |                       |                      |

|                        |                         |  |  |  |
|------------------------|-------------------------|--|--|--|
| Janus.tif              | 0,448                   |  |  |  |
| Titan.tif              | 6                       |  |  |  |
| Tethys.tif             | 4                       |  |  |  |
| Mimas.tif              | 0,613                   |  |  |  |
| EnceladusPlumes.tif    | 4                       |  |  |  |
| AnceladusAndGring.tif  | 6                       |  |  |  |
| EpimetheusAndJanus.tif | 2                       |  |  |  |
| RheaAndTitan.tif       | Rhea: 7<br>Titan: 14    |  |  |  |
| TethysAndTitan.tif     | Titan: 17<br>Tethys: 12 |  |  |  |

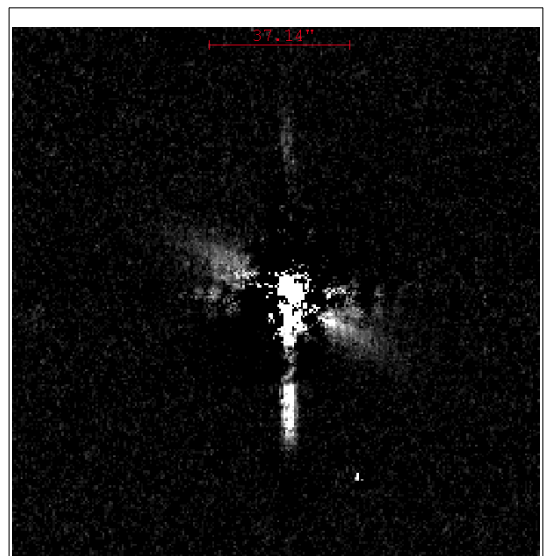


Figur 7: Vejen fra Jorden til Saturn var snørklet. [7]

## 4. Objekter udenfor Solsystemet

1. Luk alle vinduer ved i *kommandovinduet* at vælge *File-Close All* eller ved at bruge genvejen *CTRL+SHIFT+W*.
2. Åbn billedet *images\_power10\BeyondSS\m16.tif*. (Tjek i billedmenuens *View*-menu, at der er valgt *Invert None*.) Billedet er taget af HST. Billedet viser nogle gassøjler, som er en del af Ørnetågen, som også kaldes M16. Området har kraftig stjernedannelse, og tågen ligger 2150 pc fra Solen. (1 pc =  $3,086 \cdot 10^{16}$  m.)
3. Zoom ind på toppen af gassøjlen. Disse områder er fødesteder for nye stjerner. Stjernerne er

- lukket inde i fingerlignende fremspring, som strækker sig fra toppen af tågen og som er dannet ved et fænomen, der kaldes foto-fordampning. Når fordampningen opstår, afdækkes små relativt tætte kugler, som kaldes EGGs. (Evaporating Gaseous Globules.) Disse kugler skygger for stråling fra store stjerner, og derfor kan stjernesystemer opstå inde i "æggene".
4. Pixelstørrelsen er  $0,1''$ . Der er 300 pixler på en tomme. Find en EGG og mål dens diameter med linje-værktøjet og *CTRL+M*. Diameteren er tykkelsen af de små "fingre". Enheden af diameterne er tomme. Omregn længden til pixler og dernæst buesekunder".
  5. Benyt også oplysningen om tågens afstand til Solsystemet til at vurdere hvor stor diameteren af en EGG er. (Brug m eller AU som enhed.) Genovervej f. eks. opgave 3.3, hvis du ikke ved, hvad du skal gøre.
  6. Luk billedet af M16 og åbn filerne *images\_powe10\BeyondSS\ref.fts* samt *..bpic.fts*. Beskriv hvad du ser.
  7. I kommandovinduet skal du nu vælge *Process-Image Calculator*. Træk de to billeder fra hinanden, og hak af i punktet *Create a New Window*.
  8. Juster på gråtoneskalaen nederst i billedet, og forsøg at tydeliggøre billedet. Du skulle gerne få noget, der ligner figur 8. Den lodrette oplyste del af billedet er et resultat fra kikkerten, mens det skrå område er en planetarisk disk, hvor et planetsystem er ved at blive dannet.
  9. Systemet ligger 19 pc fra Solsystemet og billedet har en opløsning på  $0,1''/\text{pixel}$ . Hvor stor en diameter i AU har skiven?
  10. Åbn filen *images\_power10\BeyondSS\m101.jpg*.
  11. Benyt din opnåede viden om *AstroImageJ* til at vurdere diameteren af denne galakse.



Figur 8: Skiven i  $\beta$  Pictoris viser dannelsen af et nyt stjerne-planetsystem.

## 5. Referencer

1. <https://astro-gym.dk/tekster>
2. <https://www.astroimagej.com>
3. <http://www.euhou.net/index.php/salsaj-software-mainmenu-9/download-mainmenu-10>
4. [www.psr.d.hawaii.edu/Feb10/GiordanoBrunoCrater.html](http://www.psr.d.hawaii.edu/Feb10/GiordanoBrunoCrater.html)
5. [http://lunarscience.arc.nasa.gov/files/Orlando\\_LHB\\_2007.ppt](http://lunarscience.arc.nasa.gov/files/Orlando_LHB_2007.ppt)
6. Af NASA/JPL - JPL Photojournal, Public Domain,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=626636>
7. [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/1998/01/Cassini s trajectory to Saturn](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/1998/01/Cassini_s_trajectory_to_Saturn)