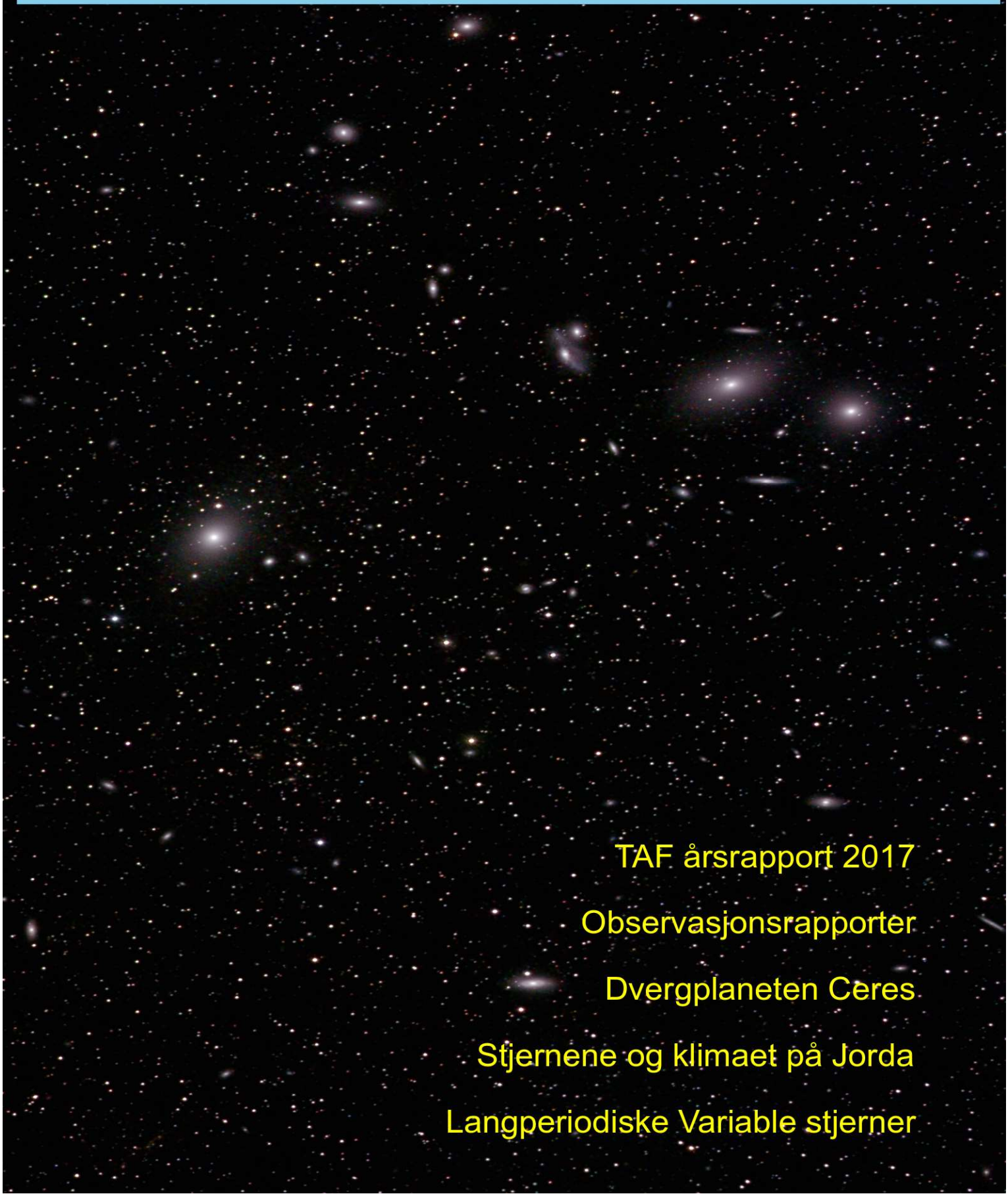
# CORONA

Medlemsblad for
Trondheim Astronomiske Forening

Nr.1 April 2018 20. årgang



TAF årsrapport 2017

Observasjonsrapporter

Dvergplaneten Ceres

Stjernene og klimaet på Jorda

Langperiodiske Variable stjerner

## *Redaktørens ord*

Så er vi allerede godt i gang med 2018. Dessverre er dette bladet en del forsinket. Dette skyldes at årsmeldingen som vi pleier å ha med i første nummeret i året var forsinket. En annen grunn er at redaktøren dessverre har måttet skrive det meste av bladet selv, da det ikke er andre som vil bidra. Sånn kan det ikke fortsette.

Norsk Astronomisk Selskap (NAS) ble stiftet 25. februar 1938 etter initiativ fra Svein Rosseland, en dyktig og internasjonalt anerkjent professor som også grunnla Institutt for Teoretisk Astrofysikk ved Universitetet i Oslo i 1934. I den anledning ble det besluttet å legge jubileet til Trondheim og ha en astrokonferanse sammen med TAF som jo også er 20 år i 2018. Denne konferansen ble vellykket arrangert på Royal Garden hotell 9.-11. mars. Det var et program bestående av besøk på vårt observatorium, en hel dag med foredrag og festmiddag og avslutning med foredrag på planetariet på Vitensenteret. TAF-medlemmene satte stort preg på konferansen og utgjorde mer enn halvparten av deltakerne. Forhåpentligvis blir det en fyldig reportasje i neste Corona.

14. mars kom den triste nyheten om at fysikeren Stephen Hawking har gått bort. Han ble 76 år til tross for at han levde over 50 år med den fryktelige sykdommen ALS. Han var forskningsleder ved senteret for teoretisk kosmologi ved Universitetet i Cambridge. Fra 1979 til 2009 hadde han det lucasianske matematikkprofessoratet i Cambridge, samme stilling som Isaac Newton. Hawking er særlig kjent for sin forskning på sorte hull og beregning av stråling fra sorte hull kalt Hawking-stråling. Han forsket også på hvordan den generelle relativitetsteorien kan forbindes med kvantemekanikk og dermed finne en teori som kan forklare alt. Han var talsmann for «mange-verdener tolkningen» av kvantemekanikken. Hawking var kjent for sin formidling av moderne fysikk, relativitetsteori og kosmologi gjennom populærvitenskaplige bøker, slik Univers uten grenser og Universet i et nøtteskall.

Til slutt ønsker redaktøren alle noen klarværskvelder nå helt på slutten av sesongen. Bruk gjerne forsidebildet til Erlend og let etter galaksene på bildet!

*Terje Bjerkgård*

## *Styret i TAF informerer*

Resultatregnskapet for 2017 er satt opp og revidert. Det viser et overskudd på kr 20 480. Sum egenkapital og gjeld er på kr 267 703, hvorav kr 28 000 er satt av til festeavgift. Foreningen har derfor en meget god økonomi. Detaljer finnes på side 4-6.

### *Nye medlemmer og utmeldinger*

TAF har fått 9 nye medlemmer siden sist, mens 4 medlemmer har meldt seg ut. TAF har 195 medlemmer pr. 18/4-2018. Vi ønsker hjertelig velkommen til

*Pierre Chenet, Simon Gervais, Svenn Gjervan, Pavlo Khmel, Aurora Løwensprung, Solfrid Løwensprung, Knut Arild Maråk, Ove Meier og Stian Vaarden.*

Birger Andresen,
*Leder i Trondheim Astronomiske Forening*


TRONDHEIM ASTRONOMISKE FORENING

## REDAKSJONEN

**Redaktør:**
Terje Bjerkgård
Hans Finnes gate 37
7045 Trondheim
**Tlf :** *73 52 02 83 (p) / 911 99 521*
**E-post:** *nestleder@taf-astro.no*

**Faste medarbeidere:**
**Nyhetsredaktør:** Eivind Wahl
**Generelt stoff:** Birger Andresen
**Layout forside:** Louise Hansen

**Andre bidragsytere dette nr.:** , Jørn Dahl-Stamnes, Erlend Rønnekleiv

**BIDRAG:**
Bidrag, helst som e-post, sendes direkte til redaktøren (se adresse over).
.

## TAFs adresse:

Birger Andresen
Stubbsvingen 36
7036 Trondheim
**Tlf priv:** *73 83 98 88*
**Mobiltlf:** *489 59 933*
**E-post:** *leder@taf-astro.no*

## INTERNETT

**TAF:** h*ttp://www.taf-astro.no*

**TRYKKING : H*os FESIL ASA***


**FORSIDEN:**
Utsnitt fra Virgohopen i Jomfruen, 20/1 2018. Den lyssterke galaksen til venstre for midten er M87. Over den til høyre er M86 og M84. Derfra strekker "The Markarian chain" seg opp mot venstre. Foto: Erlend Rønnekleiv.

# Corona

**Nr. 1 Mars 2018**

# Innhold


## Artikler

**Side 7:**
**Langperiodiske variable stjerner**
*Av Terje Bjerkgård*

**Side 21:**
**Dvergplaneten Ceres**
*Av Terje Bjerkgård*

**Side 26:**
**Stjernene og klimaet på Jorda**
*Av Terje Bjerkgård*

## Rapporter

**Side 4:**
**Årsberetning 2017, TAF**
*Av TAF's styre*

**Side 12:**
**Observasjoner av variable stjerner i 2017**
*Av Terje Bjerkgård*

**Side 13:**
**Observasjoner av Sola i 2017**
*Av Terje Bjerkgård*

## Faste spalter

**Side 2:**
**Redaktørens ord**
**Styret informerer**
**Nye medlemmer**

**Side 15:**
**Nyheter**
Hvor massiv kan en nøytronstjerne være?
*Av Jørn Dahl-Stamnes*
Bilde av overflaten til gigantstjerne
*Av Jørn Dahl-Stamnes*
Norsk astronom i første rekke for å bruke JWST
*Av Eivind Wahl*
Urgamle radiobølger avslører de første stjernene
*Av Eivind Wahl*

**Side 29:**
**Deep Sky hjørnet**
*Av Terje Bjerkgård*

**Side 30:**
**Stjernehimmelen mars - juni 2017**
*Av Terje Bjerkgård*

## Annonser

**Side 6: Kikkertspesialisten**

# Årsberetning 2017, Trondheim Astronomiske Forening

**Sammendrag**
Aktiviteten i TAF var høy på alle kjerneområder i 2017 bortsett fra observasjon som det var vanskelig å få til nok av på grunn av værforholdene. Alle primæroppgaver ble ivaretatt som planlagt. Foreningens økonomi er svært god. Samarbeidet med TEKNA og NITO om møter med eksterne foredragsholdere av høy kvalitet ble videreført. Utbyggingen av observatoriet ble nesten ferdig. Det eneste som mangler er å gjøre ferdig lagerbygget til 15'' Dobson-teleskopet.

**Medlemmer og medlemskap**
Medlemsavgiften for 2017 var kr 250 for ordinært medlemskap og kr 125 for henholdsvis abonnement (innmelding etter 1. oktober), familiemedlemskap og juniorer (aldersgrense 18 år). Kontingenten har vært uendret siden 2008.

TAF hadde ved årets slutt 187 betalende medlemmer, hvilket er en økning på fem. 17 personer meldte seg inn i TAF mens 12 meldte seg ut eller ble strøket i 2017.

**Valg og styre**
På generalforsamlingen den 27. april 2017 ble følgende valgt:

| | |
|---|---|
| Leder: | Birger Andresen (ett år, gjenvalg) |
| Nestleder: | Terje Bjerkgården (to år, gjenvalg) |
| Tur- og møtekoordinator: | Erlend Rønnekleiv (ett år, gjenvalg) |
| 1. Varamedlem: | Stein Ommund Wasbø |
| 2. Varamedlem: | Jørgen Giorgio Bosoni |
| 3. Varamedlem: | Roald Høyer-Hansen |

Styret består ellers av Kjell Erik Aas (kasserer) og Erlend Langsrud (sekretær).

Følgende valgkomité ble valgt: Jørn Dahl-Stamnes (leder), Nadi Skjøndal-Bar og Hannu Leinonen. Geir Jacobsson ble gjenvalgt som revisor.

Alle valgene ble gjort uten motkandidater og i henhold til innstillingen fra valgkomitéen.

**Arrangementer**
Medlemsmøter. Det ble i tillegg til Generalforsamling i april avholdt åtte medlemsmøter. Ekstern foredragsholder eller foredragholder med astro-faglig bakgrunn ble brukt på tre møter; Jostein Riiser Kristiansen (Høgskolen i Oslo og Akershus), professor Øyvind Grøn (Høgskolen i Oslo og Akershus og Universitetet i Oslo) og Dr. philos, professor Atle Mørk (NTNU). Disse møtene ble arrangert sammen med TEKNA og NITO. Møtene ble holdt på NTNU Gløshaugen, bortsett fra en visning i det nye planetariet på Vitensenteret.

Styremøter. Det ble avholdt ett formelt styremøte i 2017. Andre styresaker ble diskutert og avgjort via e-post og telefon. Ideelt sett bør det avholdes to eller flere styremøter per år. Dokumentasjon foreligger som e-poster. Den viktigste saken i 2017 utenom det rutinemessige var en forespørsel fra Norsk Astronomisk Selskap (NAS) om å arrangere en jubileumskonferanse i anledning NAS' 80 års jubileum og TAF's 20 års jubileum i 2018. Vi takket ja til invitasjonen, og vedtok å sponse deltakelse for TAF-medlemmer på konferansen med kr. 450,- pr. medlem.

Observasjonskvelder. Værforholdene førte nok en gang til at det ble arrangert færre observasjonskvelder enn vi ønsker. Dette ser dessverre ut til å være et varig problem.

Foredrag. Erlend Rønnekleiv holdt foredrag om astro bilder for NTNUs sommerskole under StarMus festivalen.

Turer. Det ble loddet interesse for en rekke tur-alternativer høsten 2016, og basert på dette forsøkte vi først tre helger å arrangere tur til Hjerkinn, men det ble avlyst pga. vær alle tre ganger. Deretter annonserte vi tur til Astrofest, som var en "lett-arrangert" tur som et visst antall hadde meldt interesse for. Fem TAF-medlemmer ble med, hvorav tre fra styret, samt to ledsagere. TAF-medlemmene fikk tilbud om 350 kr i reisestøtte. To takket ja til dette, slik at utgiften endte på 700 kr. Det fremgår av regnskapet.

Åpne publikumsarrangementer. TAF deltok på StarMus festivalen med solobservasjon fra Torget noen timer på en ettermiddag.

**Publikasjoner, foredrag og profilering i media**
Corona-redaktør Terje Bjerkgården utgav fire nummer av medlemsbladet i 2017 med totalt 120 sider. Vi strever reelt med å få medlemmer til å skrive artikler til medlemsbladet. 10 personer bidro til medlemsbladet, hvorav 8 var TAF-medlemmer. Eivind Wahl har vært fast nyhetsredaktør.

Per-Jonny Bremseth og Erlend Rønnekleiv bidro i 2017 med stoff til «Astronomi» som er tidsskriftet til Norsk Astronomisk Selskap (NAS).

TAF sin e-postliste, taf-lista, blir godt administrert av Herman Ranes. Facebook-siden blir godt administrert av Tom Reidar Henriksen og Erlend Rønnekleiv. Stein Ommund Wasbø drifter Twitter-delen og den administrative delene av TAF-veven på en utmerket måte.

**Observasjoner**
I 2017 rapporterte Terje Bjerkgården 51 observasjoner av solflekker til *CV-Helios Network* ved Kjell Inge Malde.

Terje Bjerkgården bidro med 192 vitenskapelig nyttige observasjoner av i alt 20 ulike variable stjerner i 2017. Observasjonene rapporteres til *American Association of Variable Star Observers*.

Erlend Rønnekleiv har tatt mange gode astrofotografier i Fotoobservatoriet. Terje Bjerkgården Tom Kristiansen, Erlend Langsrud og flere har også tatt gode bilder med sine egne teleskop. Flere av disse bildene finnes i fotogalleriet på TAF-veven og på TAF's Facebook sider.

**Innkjøp av utstyr og eiendeler**
TAF gjorde ingen innkjøp av utstyr av betydning i 2017. En lite brukt snøfreser ble donert til TAF for bruk på observatoriet av TAF-medlemmene Ingri og Arne Rønnekleiv.

**Observatoriet i Bratsberg**
Friarealet, dvs. området rundt søylene mellom fotoobservatoriet og Dob15-bygget, ble ferdigstilt med filterduk under et solid lag med pukk. Det ble fylt sand og stein i fordypningene langs veien sør for Friarealet og videre bort til svingen opp til «sætra». Oppå dette ble det lagt fiberduk og pukk. Dette øker antall parkeringsplasser betydelig. "Huset" til oppbevaring av 15 tommers Dobson-teleskopet til TAF (Dob15-bygget) ble ikke ferdigstilt. Dette er det eneste viktige som gjenstår på observatorieområdet.

**Regnskap 2017**
Resultatregnskapet for 2017 viser et overskudd på kr 20 480 mot et budsjettert overskudd på kr 15 800.

Regnskapsposter der inntekt minus utgift avviker med mer enn kr 2500 fra budsjett er:

1) Større investeringer (kr 3000 – kr 10 187 = – kr 7187). Årsak: I hovedsak pukk og fiberduk til Friarealet og til nye parkeringsplasser, samt byggematerialer innkjøpt i 2016 til Dob15-bygget.
2) Mindre kontorutgifter (kr 19 000 – kr 12 410 = + kr 6590). Årsak: Billigere trykking enn antatt.

Resten av avviket i forhold til budsjett skyldes summen av en rekke mindre poster.

Det er spart noen utgifter til trykking ved at Wacker Chemicals Norway lot TAF trykke sitt medlemsblad til selvkost. Det ble også spart store portoutgifter, anslagsvis 6-8 tusen kroner, ved at medlemsbladet Corona og annen post i størst mulig grad leveres direkte på døra til medlemmene av TAFs egne «postbud» og at informasjon i størst mulig grad sendes ut via TAF-lista.

Foreningens samlede bankinnskudd ved årets slutt var kr 255 899. Dette er disponible driftsmidler bortsett fra kr 28 000 som står på kontoen for avsetninger til festeavgift for tomta på observatoriet, og som skal betales i 2020. Sum eiendeler er lik kr 267 703.

**Annet**
Teknisk Gruppe v. Terje Bjerkgården, Erlend Langsrud (leder) og Erlend Rønnekleiv har som vanlig tatt seg av alle henvendelser om utstyr og vurderinger av teknisk art på utmerket vis.

---

Trondheim. 11. april 2018

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Birger Andresen | Terje Bjerkgården | Erlend Langsrud | Erlend Rønnekleiv | Kjell Erik Aas |
| Leder | Nestleder | Sekretær | Tur- og møte-koordinator | Kasserer |

**Tele Vue William Optics Meade Sky-Watcher**

Vi lagerfører Tele Vue, William Optics og Sky-Watcher teleskop
og et rikholdig okular- og tilbehørutvalg fra disse.
Meade leveres på bestilling.
200 modeller prismekikkerter og spottingscopes på lager!
Rabatt til medlemmer i Trondheim Astronomiske Forening.

KIKKERT SPESIALISTEN AS

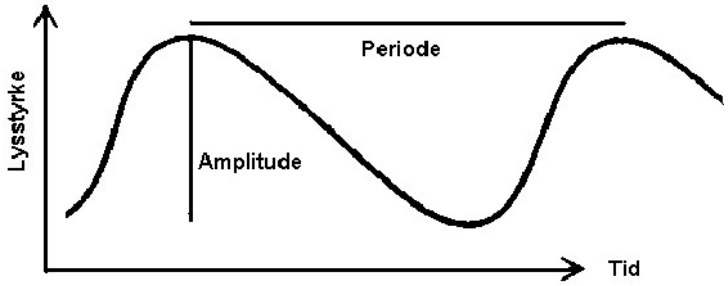
Egganv. 10 • 7081 Sjetnemarka • Trondheim • 72884800 • www.kikkertspesialisten.no

# Langperiodiske variable stjerner

*av Terje Bjerkgård*

**Det å observere variable stjerner er en spennende oppgave for amatørastronomene og et fagfelt hvor amatørene gjør en svært stor innsats for vitenskapen og fagfolkene. Blant de mest spennende stjernene som varierer i lysstyrke er stjernene som er i slutten av sitt liv. Dette er de langperiodiske variable stjernene.**

## Hva er en variabel stjerne?




En variabel stjerne er en stjerne som endrer lysstyrke over tid. Variasjonene kan være periodiske, semi-periodiske eller uregelmessige. Endringene kan ta alt fra noen minutter til mange århundrer. Ofte varierer ikke bare lysstyrken, men også radiell hastighet i stjernens atmosfære og dens temperatur, spektrum osv. Amplituden til en variabel stjerne er forskjellen mellom dens minste og største lysstyrke. Perioden er tiden det tar mellom to påfølgende maksima. Både amplituden og perioden kan være veldefinert eller uregelmessig. Figuren viser eksempel på amplitude og periode for en variabel stjerne. Årsaken til at stjerner varierer i lysstyrke er enten at stjernen selv endrer seg, eller at det finnes ytre årsaker som f.eks. at to stjerner roterer rundt hverandre slik at de vekselvis dekker hverandre sett fra Jorda. Denne typen kalles forøvrig formørkelsesvariable stjerner.

## Langperiodiske variable stjerner - klassifikasjon

Langperiodiske variable stjerner (LPV'er) er pulserende stjerner med perioder fra noen titalls dager til flere tusen dager. Eksempler på stjerner med for korte perioder er cepheider, RR Lyrae og delta Scuti stjerner, mens stjerner som ikke pulserer er eruptiv-type stjerner som f.eks. dvergnovaer og formørkelsesvariable stjerner.

Når det gjelder LPV'er kan de deles inn i mira-stjerner og semiregulære stjerner. Mira-stjernene har typisk en stor grad av regularitet når det gjelder både periode og amplitude, mens de semiregulære stjernene typisk varierer i både periode og amplitude. Felles for både mira-stjerner og de semiregulære stjernene er at de er sluttfasen av sine liv og er blitt til røde kjempestjerner og superkjemper.

## Mira-stjerner

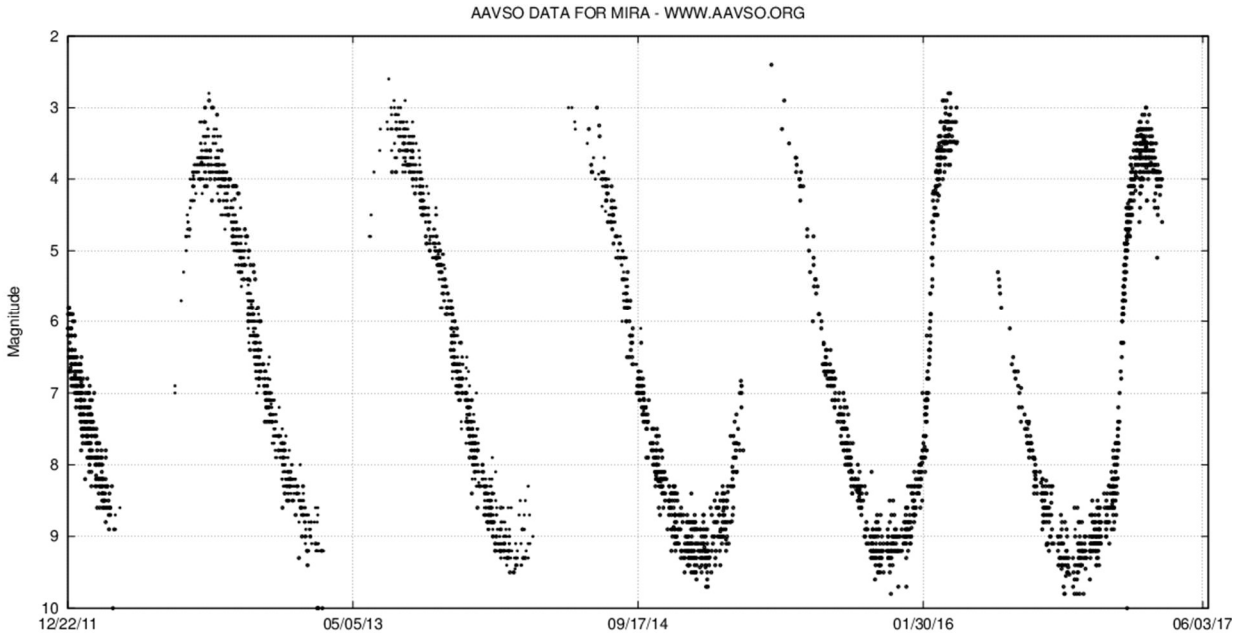
Mira-stjernene har sitt navn etter prototypen Mira (omicron Ceti). Mira betyr "den vidunderlige" og fikk navnet av Johannes Hevelius i 1662. At Mira var en variabel stjerne ble med sikkerhet sett av astronomen David Fabricius, som observerte stjernen første gang 3. august 1596. Han trengte en referansestjerne for å angi posisjonen til det han trodde var Merkur (det viste seg å være Jupiter). Han valgte da en 3. mag stjerne like ved. Men den 21. august var den blitt en hel magnitude sterkere, for så å forsvinne ut av syne i oktober. Fabricius trodde han hadde sett en nova, men så kunne han se den igjen 16. februar 1609. I 1638 hadde man sett den nok til at Johannes Holwarda kunne bestemme en periode for stjernens tilbakekomst på rundt 11 måneder. Seinere ble perioden bestemt til 332 dager.

Mira ligger sannsynligvis 299 lysår unna oss og er egentlig et dobbeltstjernesystem, bestående av en rød kjempestjerne (Mira A) og en hvit dvergstjerne (Mira B). Den hvite dvergen stjeler masse fra kjempestjernen, men det er ikke dette som forårsaker variabiliteten.

Mira A har utviklet seg til en såkalt AGB-stjerne, det vil si at den er i ferd med å gå tom for helium som kan brenne til karbon. AGB-stjernene går gjennom en rekke stadier der de pulserer. Disse stadiene varer

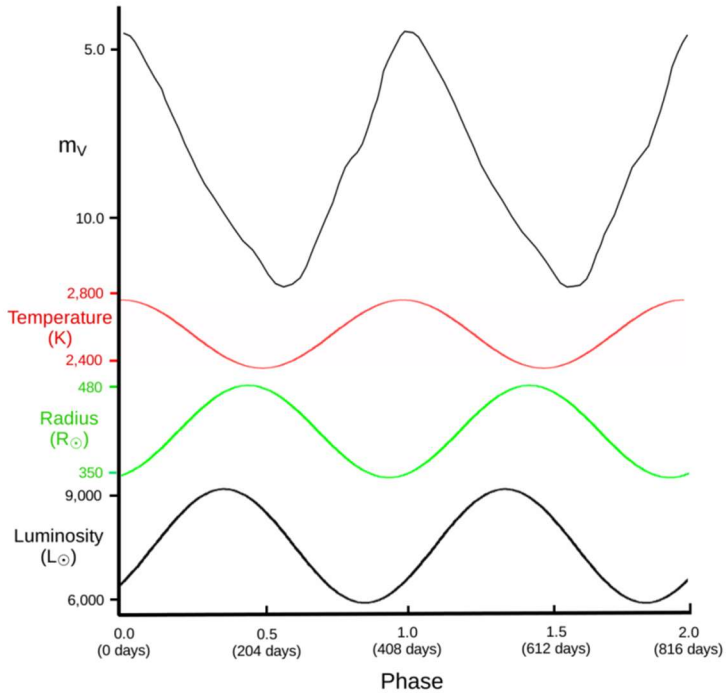
typisk noen ti-talls år eller mer og det kan gå opp til 10000 år mellom hvert stadium. Med hvert stadium øker stjernens luminositet og pulsene blir kraftigere.

Det er kjent 6000-7000 mira-stjerner og alle er røde kjempestjerner hvor stjernen øker og minker i størrelse, slik at lysstyrken varierer i perioder fra ca. 80 til mer enn 1000 dager. Når det gjelder Mira selv, så når den typisk 3.5 mag når den er på det sterkeste i en periode, men kan i sjelden tilfeller være så sterk som 2.0 mag. Minimum er typisk mellom 8.6 og 10.1 mag. Mira sender ut det meste av sin energi i infrarødt og på de bølgelengdene varierer stjernen bare over drøyt to magnituder. Lyskurven er slik at den bruker om lag 100 dager fra minimum til maksimum og dobbelt så lang tid fra maksimum til minimum.




**Mira sin lyskurve fra desember 2011 til mars 2017 (fra AAVSO).**

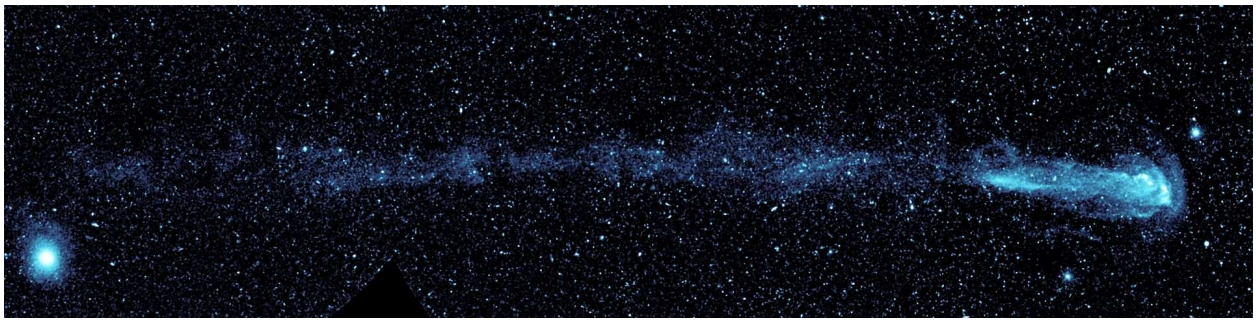
Pulseringene til mira-stjerner gjør at de eser ut og trekker seg sammen, men også at temperaturen endrer seg. Temperaturen er høyest like etter visuelt maksimum og lavest like før minimum, mens fotosfærens radius er minst like før visuelt maksimum og størst litt før temperaturen når sitt minimum (se figur).




**Sammenhengen mellom visuell lysstyrke, temperatur, radius og luminositet for mira-stjernen chi Cygni.**

Målinger i infrarødt med VLT (Very Large Telescope) i Chile viser at Miras radius varierer fra 332 $R_\odot$ (solradier) like etter maksimum til 402 $R_\odot$ nær minimum lysstyrke. Således øker Mira sin fotosfære med omtrent 50 % i forhold til en stjerne som ikke pulserer. Modelleringer antyder at Miras radius bare ville vært 240 $R_\odot$ dersom den ikke hadde pulsert.

For noen år siden ble Mira observert av GALEX-sonden i ultrafiolett. Observasjonene viste at materie fra Miras ytre skall er kastet av og danner en hale hele 13 lysår lang og dannet over en periode på ti-tusener av år. Dette skyldes at Mira beveger seg gjennom rommet med en hastighet på 130 km/s (468 000 km/t) og i sammenstøt med materien i det interstellare rom dannes halen.



**Mira observert med GALEX-sonden i ultrafiolett (kilde NASA).**

Mira-stjerner kan være enten oksygen- eller karbonrike. Pulserende AGB stjerner slik som mira-stjerner har fusjon i vekslende lag med henholdsvis hydrogen og helium, og disse produserer i perioder dyp konveksjon slik at karbon bringes opp til overflaten fra helium-brennende lag. Dette kan resultere i såkalte karbonstjerner.

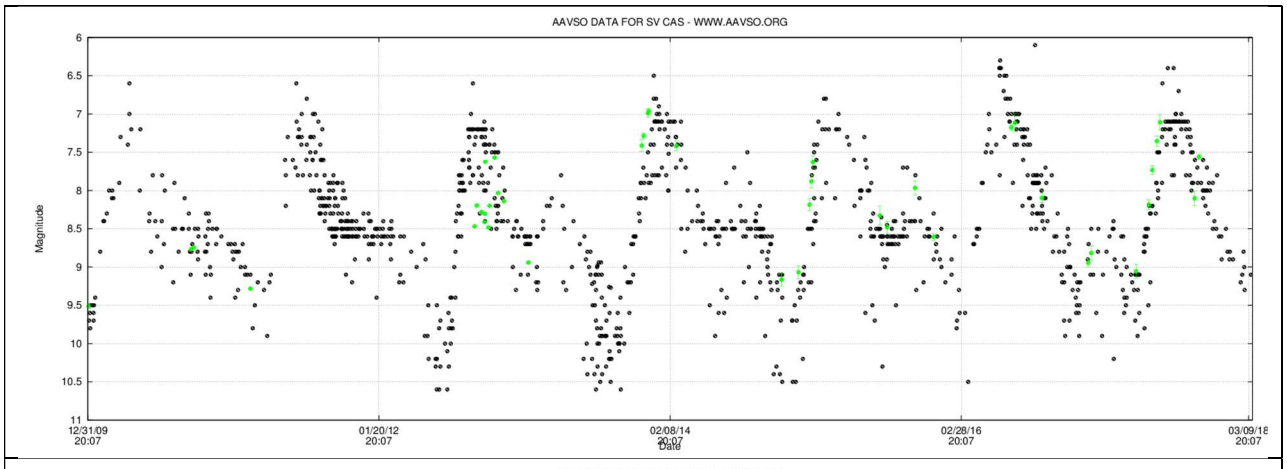
Noen få mira-stjerner synes å endre perioden med tiden, det vil si blir kortere eller lenger i løpet av noen tiår til hundre år. Dette kan blant annet skyldes termiske pulser, der hydrogen plutselig antennes utenfor skallet der helium brenner. Dette endrer strukturen til stjernen og dermed også perioden. Slike endringer skjer med alle mira-stjernene i løpet av livsløpet på AGB-stadiet, men siden dette skjer over et kort tidsrom, vil bare noen få stjerner kunne observeres hvor dette skjer.

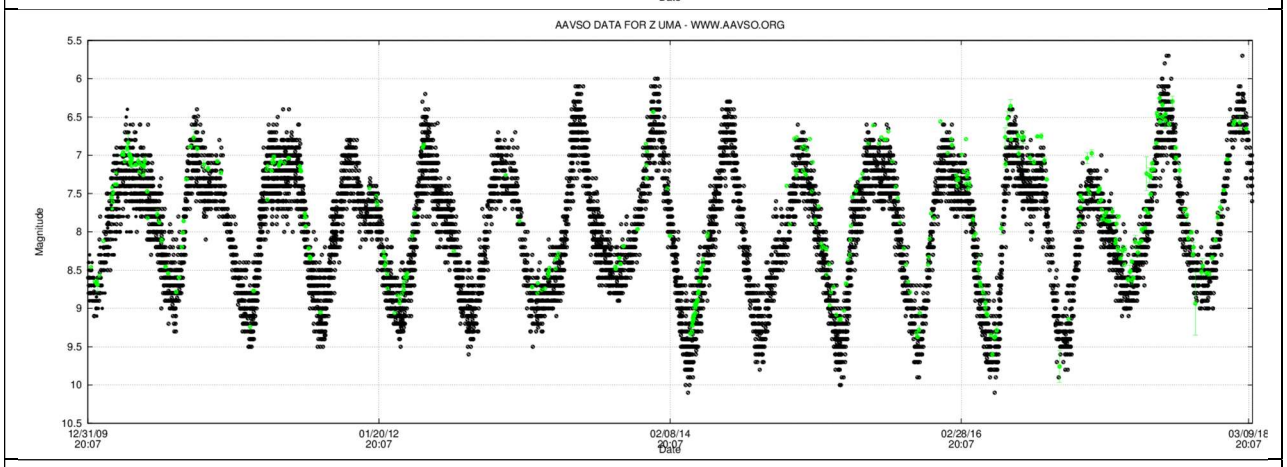
## Semiregulære variable stjerner

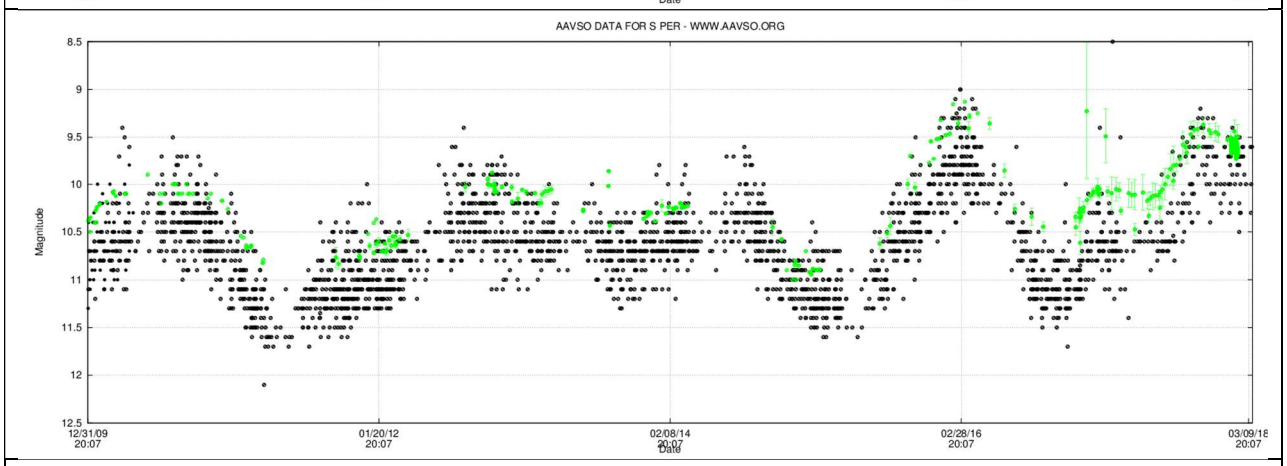
Dette er som navnet sier, stjerner som har en viss regularitet når det gjelder variasjon i lysstyrke og perioder, men kan også i perioder oppføre seg ganske så uforutsigbart. Periodene kan være fra 20 dager til mer enn 2000 dager, mens formen på lyskurven gjerne varierer fra syklus til syklus. Amplituden kan være fra noen hundredeler av en magnitude til 4-5 magnituder, men oftest 1-3 magnituder. Dette er kjempestjerner og superkjemper som typiske er gule til røde.

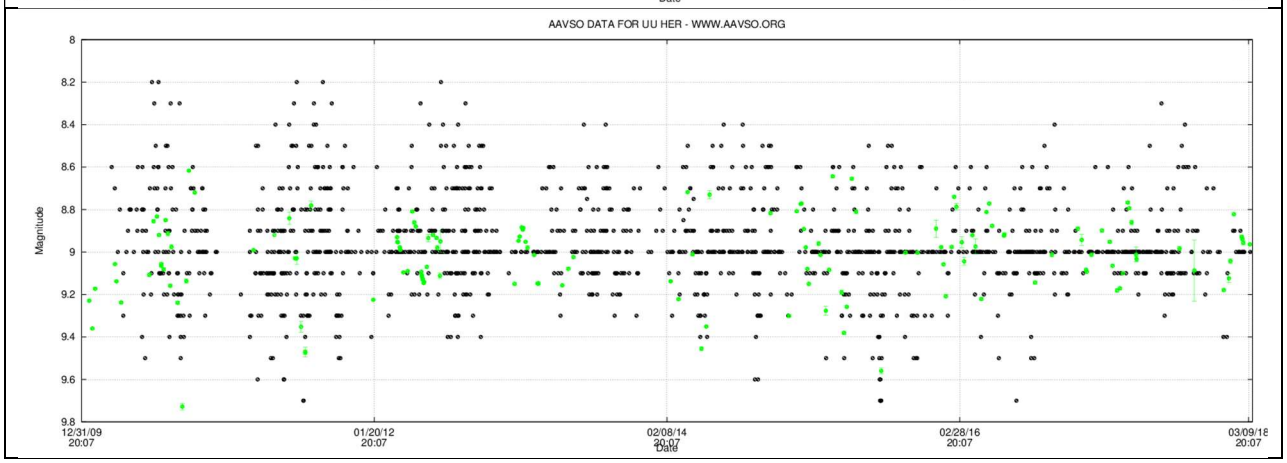
Disse stjernene deles inn i fire klasser, SRa til SRd, som grovt sett går fra mer regulære i SRa til mer irregulære i SRd klassen. En del av stjernene i SRa klassen er til forveksling lik mira-stjerner men har mindre amplitude, vanligvis mindre enn 2.5 mag. og kan ha perioder med irregularitet. Mens SRa og SRb stjerner er kjempestjerner er SRc stjerner superkjemper og hyperkjemper og SRd stjerner er kjemper og superkjemper. Variasjonene i lysstyrke i SRc stjernene er vanligvis relativt små, typisk innenfor 1 mag. med perioder opptil flere tusen dager, mens SRd stjernene kan ha amplituder på opptil 4 magnituder.

Noen typiske lyskurver er vist på neste side, tatt ut med AAVSOs stjerneplotter. Fra øverst til nederst er det SV Cassipeiae - SRa, Z Ursae Majoris - SRb, S Persei - SRc og UU Herculis - SRd. Alle kurvene dekker samme tidsintervall; fra 31. desember 2009 til 19. mars 2018. Det er tydelige forskjeller mellom kurvene: SRa og SRb har en mye større grad av regelmessighet enn de andre to, SRc stjernen har en langt mindre amplitude enn de tre andre og SRd stjernen er den mest uregelmessige.


AAVSO DATA FOR SV CAS - WWW.AAVSO.ORG
Magnitude
Date
12/31/09 20:07
01/20/12 20:07
02/08/14 20:07
02/28/16 20:07
03/09/18 20:07


AAVSO DATA FOR Z UMA - WWW.AAVSO.ORG
Magnitude
Date
12/31/09 20:07
01/20/12 20:07
02/08/14 20:07
02/28/16 20:07
03/09/18 20:07


AAVSO DATA FOR S PER - WWW.AAVSO.ORG
Magnitude
Date
12/31/09 20:07
01/20/12 20:07
02/08/14 20:07
02/28/16 20:07
03/09/18 20:07


AAVSO DATA FOR UU HER - WWW.AAVSO.ORG
Magnitude
Date
12/31/09 20:07
01/20/12 20:07
02/08/14 20:07
02/28/16 20:07
03/09/18 20:07

## Observasjoner av variable stjerner?

Observasjon av variable stjerner er et av de feltene hvor vi hobbyastronomer gjør mest vitenskapelig nytte for oss. Selv med små kikkerter og relativt enkle metoder kan vi samle inn data som er helt nødvendig for at fagastronomene skal forstå hva som skjer inne i stjernene og hvordan disse utvikler seg. Det er svært mange variable stjerner som fremdeles ikke er overvåket godt nok. Derfor trengs flere observatører.

De langperiodisk variable stjernene er noen av de mest interessante stjernene å observere og det finnes mange av dem med lysstyrkevariasjoner som passer til alt fra prismekikkerter til store teleskoper. Det spennende med disse stjernene er også at de over tid vil endre seg i perioder og amplitude. Undertegnede har fulgt en rekke av disse stjernene nå siden 2004, altså 14 år og har en serie på 19 stjerner som følges regelmessig, hvorav de fleste er LPV'er (noen dvergnovaer).

For å bestemme en variabel stjernes lysstyrke så sammenlignes den med stjerner som en vet ikke varierer. En ser da vekselvis på den variable og sammenligningstjernen og forsøker å bedømme hvor mye sterkere eller svakere den er. En bruker både en stjerne som er sterkere og en som er svakere enn den variable. Det finnes flere måter å bedømme lysstyrkeforskjellen på, men de mest brukte er nok Pogsons trinnmetode og Argelanders trinnmetode. Argelanders metode er grundig beskrevet i Corona 3/2005 og er nok den mest grundige og nøyaktige. Undertegnede bruker Pogsonmetoden som er litt enklere, men forutsetter at en klarer huske hvor mye 0.1 mag utgjør, noe som krever erfaring. Pogsonmetoden er greit beskrevet her: https://www.astronomyclub.xyz/variable-stars/the-pogson-method-of-estimating-brightness.html I korthet går den ut på at du observerer f.eks. at den variable er 5 trinn svakere enn stjerne A, dvs. 0.5 mag. svakere og 3 trinn sterkere enn stjerne B, altså 0.3 mag. sterkere. Deretter ser vi at A f.eks. er 10.4 mag og dermed er den variable 10.9 mag. Kontroll er da stjerne B som viser seg å ha lysstyrke 11.2 mag.

Stjernekart for å finne den variable stjernen og med sammenligningsstjerner finnes enkelt hos AAVSO (American Association of Variable Star Observers) og kan skrives ut fra en kartgenerator (VSP) med stjerner som passer til teleskopet som skal brukes (https://www.aavso.org/apps/vsp/). Tidligere var det veldig varierende kvalitet på kartene og ikke minst sammenligningsstjernenes magnituder, men nå er det nye gode sekvenser for de aller fleste stjernene.

Undertegnede sender jevnlig inn observasjonene til AAVSO, dvs. laster dem selv opp i databasen. En må da være registrert og få tilsendt et brukernavn og opprette et passord. Umiddelbart kan en da se sine data-punkter og hvordan de passer inn i kurvene ved å bruke stjerneplotteren https://www.aavso.org/lcg

Til slutt vil jeg gi noen forslag til stjerner som kan være greit å begynne med for de som ikke er erfarne. De er greie å finne og har en relativt stor amplitude. De aller fleste kan også sees med prismekikkert ved maksimum.

| **Stjerne** | **Type** | **Lysstyrke** | |
|---|---|---|---|
| | | **Min** | **Max** |
| Chi Cygni | Mira | 14.2 | 3.3 |
| T Cephei | Mira | 11.3 | 5.2 |
| R Trianguli | Mira | 12.6 | 5.4 |
| S Ursae Majoris | Mira | 12.7 | 7.1 |
| SV Cassiopeiae | SRa | 12.5 | 9.1 |
| Z Ursae Majoris | SRb | 9.4 | 6.2 |
| AF Cygni | SRb | 7.7 | 6.4 |
| TX Draconis | SRb | 8.2 | 6.8 |
| S Persei | SRc | 12.8 | 7.9 |

Dataene i tabellene er hentet fra The International Variable Star Index, en database med mer enn 530000 variable stjerner. Maksimum for SV Cassiopeiae er langt høyere enn oppgitt og når nesten 7 mag.

# Observasjoner av variable stjerner i 2017

*Av Terje Bjerkgård*

Artikkelforfatteren bidro med 192 vitenskapelig nyttige observasjoner av i alt 20 ulike, variable stjerner i 2017. Programmet består hovedsakelig av Mira-stjerner, dvergnovaer og semi-regulære stjerner. Observasjonene av variable stjerner rapporteres direkte til American Association of Variable Star Observers (AAVSO).

| **Stjerne** | **Type** | **Antall** | **Minimum-Maksimum** |
|---|---|---|---|
| RX Andromedae | UGZ | 10 (4) | 10.8 - <12.2 |
| Z Andromedae | Z And | 10 | 10.2- 10.5 |
| SS Aurigae | UGSS | 5 (3) | 12.0 - <12.1 |
| SV Cassiopeiae | SRA | 10 | 7.4 - 9.1 |
| V Cassiopeiae | M | 7 | 7.5 - 12.4 |
| T Cephei | M | 9 | 7.4 - 9.9 |
| AF Cygni | SRB | 10 | 7.1 - 7.9 |
| CH Cygni | Z And + SR | 10 | 6.9 - 8.6 |
| R Cygni | M | 6 (1) | 8.7 - <12.4 |
| SS Cygni | UGSS | 19 (2) | 8.3 - 12.1 |
| TX Draconis | SRB | 10 | 7.2 - 8.4 |
| AX Persei | Z And + E | 9 | 10.9 - 12.2 |
| S Persei | SRC | 10 | 10.0 - 10.6 |
| Y Persei | M (?) | 10 | 9.3 - 9.9 |
| R Trianguli | M | 7 | 6.2 - 11.3 |
| RY Ursae Majoris | SRB | 11 | 7.3 - 7.9 |
| S Ursae Majoris | M | 9 | 8.1 - 11.4 |
| V Ursae Majoris | SRB | 9 | 9.7 - 11.5 |
| Z Ursae Majoris | SRB | 11 | 7.3 - 8.8 |
| R Ursae Minoris | SRB | 10 | 9.3 - 10.0 |

**Tall i parentes er negative observasjoner, dvs. den variable stjernen er ikke sett.**

Dvergnovaer (UGSS, UGZ, UGSU): SS Cyg, RX And, SS Aur. **3 stjerner.**

Mira-stjerner (M): V Cas, T Cep, R Cyg, Y Per, R Tri, S UMa. **6 stjerner.**

Semiregulære stjerner (SRA, SRB, SRC, SRD): SV Cas, AF Cyg, TX Dra, S Per, RY UMa, V UMa, Z UMa, R UMi. **8 stjerner.**

Z Andromedae stjerner (Z And +SR, Z And) : Z And, CH Cyg, AX Per. **3 stjerner.**

Forfatteren har stort sett brukt sin åtte tommer Dobsonmonterte newtonreflektor hjemme i 2017.

## Beskrivelse av ulike typer variable stjerner som er observert

Ulike typer variable stjerner er godt beskrevet på http://www.aavso.org/types-variables.

Mer detaljert informasjon finnes i dette pdf-dokumentet:
https://www.aavso.org/vsx/help/VariableStarTypeDesignationsInVSX.pdf

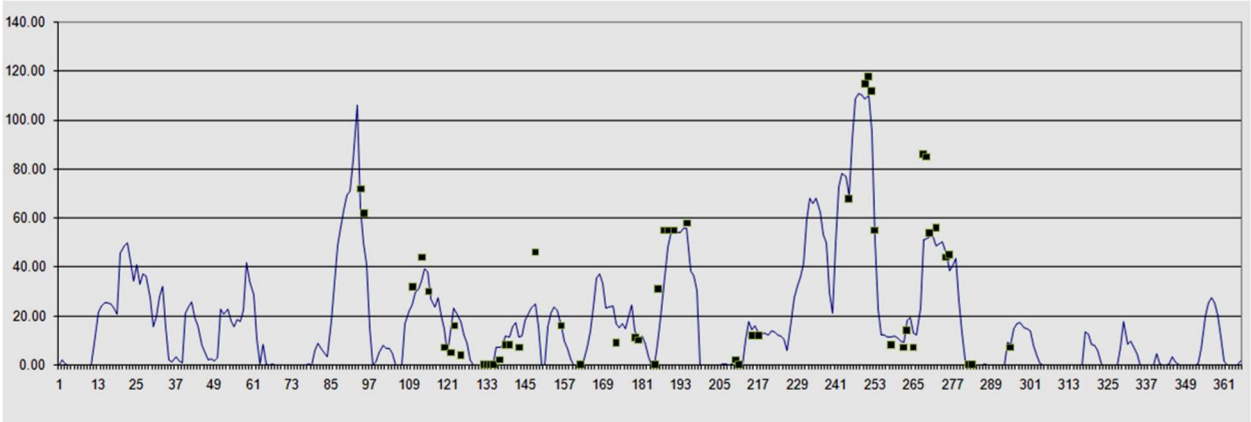
Variasjoner i lysstyrke i gitt periode for den enkelte stjerne kan lett plottes opp med AAVSOs lyskurve-generator https://www.aavso.org/lcg , mens kart over sammenligningsstjerner kan enkelt genereres og skrives ut med AAVSO variable-stjerneplotter: https://www.aavso.org/apps/vsp/

# Observasjoner av Sola i 2017

*Av Terje Bjerkgård*

Undertegnede har gjort 51 observasjoner av solflekker i 2017. Disse er rapportert til den internasjonale solgruppa CV-Helios Network ved Kjell Inge Malde. Observasjonene er gjort med teleskop med SIKRE filtre foran objektivet. **HUSK AT DU ALDRI MÅ SE PÅ SOLA UTEN TILSTREKKELIG BESKYTTELSE!**

Solflekkene er klassifisert etter Maldes CV-system som ble grundig beskrevet i Corona 2/2000 (se http://www.taf-astro.no/arkiv/corona/2000/corona2000-2.pdf). Kort fortalt klassifiseres solflekkene og gruppene av flekker i dette systemet etter tre parametre: 1) En gruppes totale utstrekning, 2) Hovedflekkens størrelse og utseende og 3) Fordelingen av flekker innad i hver gruppe. Fra dette får hver gruppe en kode bestående av tre bokstaver som har en bestemt tallverdi kalt CV-verdien. Desto høyere tallverdi, jo større aktivitet er det i gruppen. Verdiene for alle gruppene legges så sammen til et mål for solaktiviteten den aktuelle dagen. Gjennomsnittet for hver dag i en måned gir månedsverdien.

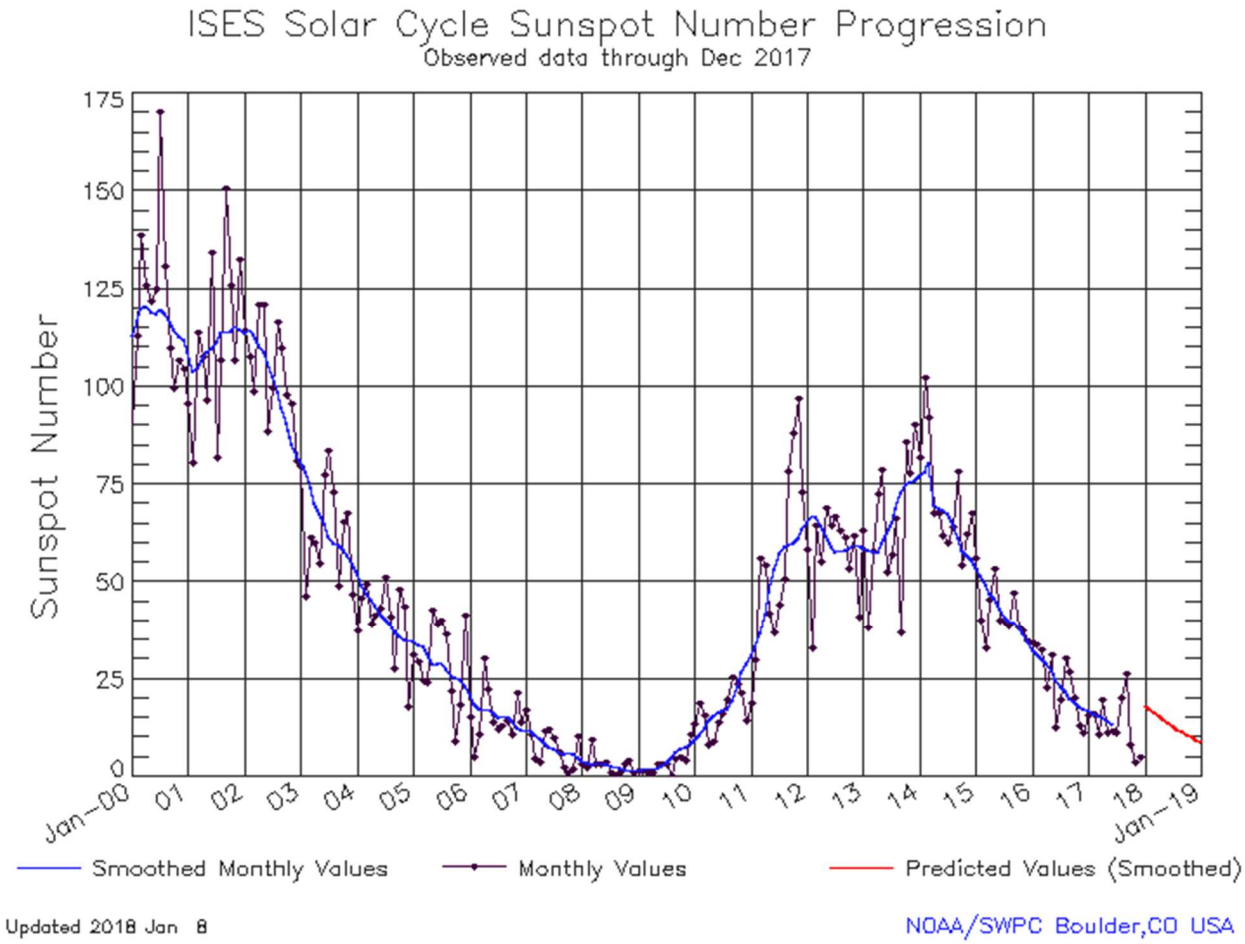



**CV-verdier for undertegnede (sorte firkanter) og kurve for gjennomsnittet for hele CV Helios Network i 2016. Aktiviteten har vært svært varierende med noen store solflekkgrupper, men også mange dager uten solflekker, spesielt mot slutten av året.**

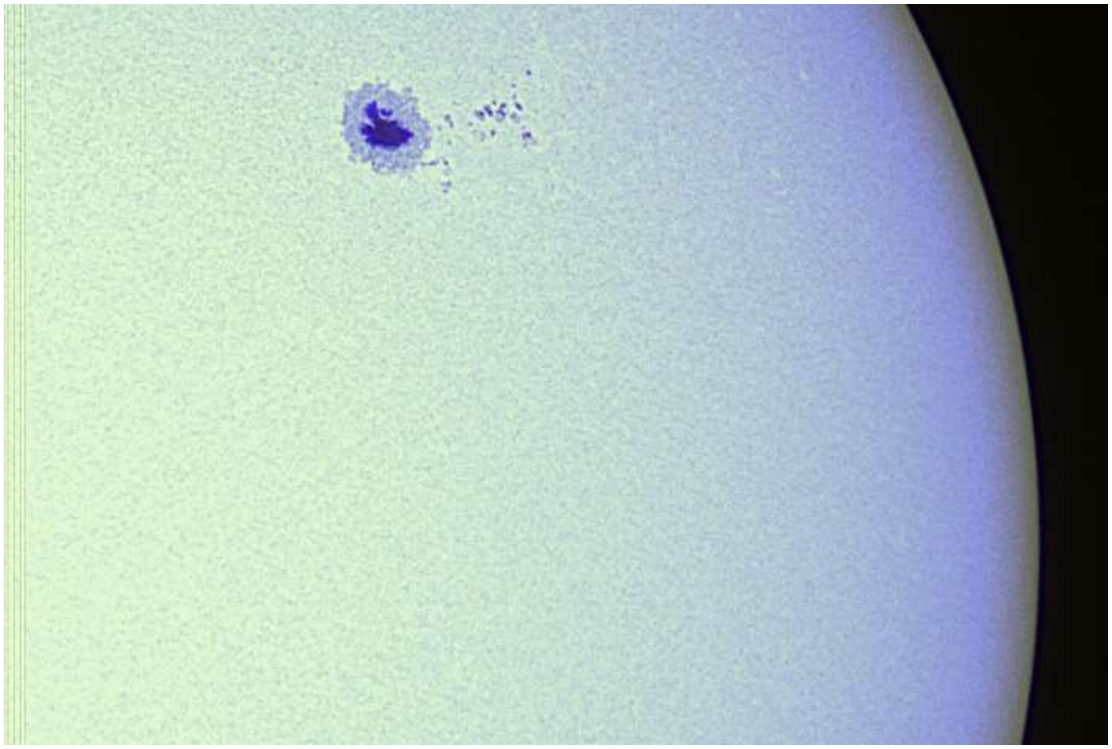
Kurven ovenfor viser CV døgn-verdiene for hele 2017. Heltrukken linje er gjennomsnittlig CV-verdi for alle observatørene i nettverket (ca. 100 personer fra hele verden). Det er noen få avvik i mine observasjoner i forhold til gjennomsnittet. Dette kan skyldes at mange av solflekkgruppene har svake hovedflekker hvor det er vanskelig å vurdere om de har full eller kun delvis penumbra, såkalte rudimentære flekker. Feil her slår sterkt ut i CV-verdien.

Den inneværende solflekksyklusen som betegnes som nr.24 er den desidert svakeste vi har hatt på 100 år. Mange forskere lurer også på om vi er i innledningen til en langvarig periode med vedvarende svak solaktivitet.

Det oppfordres til å følge med på solaktiviteten med vanlig solfilter. Alt fra 50 gangers forstørrelse og oppover duger til CV-klassifisering, mens du kan bruke alt fra prisme¬kikkerter og oppover (MED trygt solfilter) til observasjoner av Sola for moro skyld. Mer om Sola og solobservasjoner på internettsidene våre på http://www.taf-astro.no/arkiv/artikler/solsystem/solen/solen.htm. TAFs erfarne observatører hjelper også gjerne folk i gang med solobservasjoner.




**Telling av solflekker uten klassifikasjon (solflekknummer) viser også at solflekksyklus 24 er en svært lite aktiv syklus med maksimum i 2014, mye lavere enn foregående syklus. Vi er nå på vei mot minimum og må forvente stadig lavere antall flekker framover.**



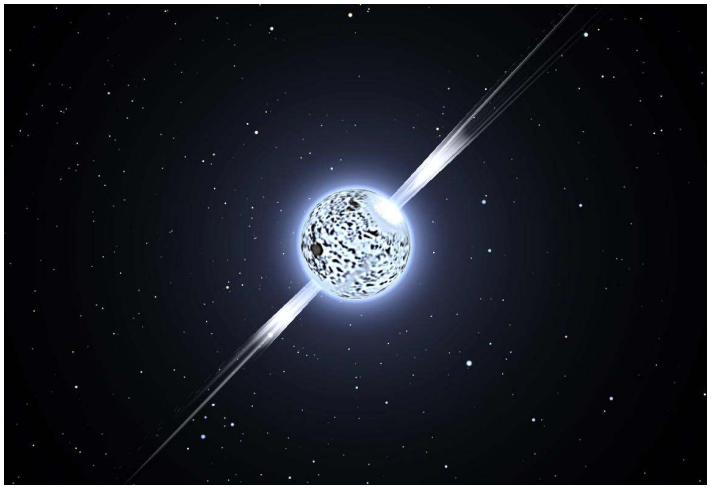
**Stor solflekk fotografert for to år siden med 120 mm f/5 refraktor av undertegnede.**

# Nyheter

## Hvor massiv kan en nøytronstjerne bli?

*Kilde: Goethe-Universität Frankfurt am Main*

**Astrofysikere ved Goethe universitetet i Frankfurt har funnet en ny grense for den største massen en nøytronstjerne kan ha: Den kan ikke overskride 2.16 solmasser (1 solmasse tilsvarer massen til vår sol).**



Helt siden oppdagelsen av nøytronstjerner på 60-tallet, har forskerne lett etter svaret på et viktig spørsmål – hvor massiv kan en nøytronstjerne bli? I motsetning til sorte hull, så kan ikke disse stjernene ha en ubegrenset stor masse. Blir en nøytronstjernes masse for stor vil gravitasjonskreftene sørge for at de kollapser og blir til et sort hull. For første gang har astrofysikere ved Goethe universitetet i Frankfurt klart å beregne en absolutt øvre grense for den maksimale massen til en nøytronstjerne.

Med en radius på omtrent tolv kilometer og en masse som kan være dobbelt så stor som Sola vil en nøytronstjerne være det objektet i universet med størst tetthet (her ser vi bort fra sorte hull som har stor masse men ingen utstrekning) og lage et gravitasjonsfelt som bare kan sammenlignes med det sorte hull lager. De fleste nøytronstjerne har en masse på rundt 1.4 solmasser. Men vi kjenner til mer massive eksemplarer, slik som pulsaren PSR J0348+0432 som har 2.01 solmasser.

Tettheten til disse stjernene er enorme. Om man kunne komprimere hele Himalaya til samme tetthet, ville dette få plass i et ølglass. Det er indikasjoner på at en nøytronstjerne som har maksimalt tillatt masse bare ved å bli tilført en enkelt nøytron kan kollapse til et svart hull.

Professor Luciano Rezzola og hans studenter Elias Most og Kukas Weih har nå funnet svar på det over 40 år gamle spørsmålet: Med en nøyaktighet på rundt fem prosent har de funnet at maksimal masse for en ikke-roterende nøytronstjerne ikke kan overskride 2.16 solmasser.

Grunnlaget for dette resultater var «den universelle relasjon-tilnærmingen» utviklet i Frankfurt for en del år siden. Eksistensen av «universell relasjon» impliserer at praktisk talt alle nøytronstjerner ser like ute, noe som betyr at deres egenskaper kan uttrykkes i termer av dimensjonsløse kvantiteter. Forskerne kombinerte disse «universelle relasjonene» med data fra gravitasjonsbølger (fra LIGO) og den etterfølgende elektromagnetiske strålingen som ble registrert da to nøytronstjerner kolliderte. Dette gjorde beregningene langt enklere siden det ikke trengs å ta teoretiske modeller for tettheten i materien i ulike dybder i stjernene med i regnestykket. Slike universelle relasjoner var derfor viktig i beregningen av den maksimale massen.

Resultatet er et godt eksempel på hvordan teoretisk forskning kan kombineres med eksperimentell forskning. Det er ganske unikt at man kan kombinere observasjoner fra kollisjonen mellom to nøytronstjerner som skjedde millioner av lysår unna med resultatet fra teoretiske modeller og så løse en gåte som mange har spekulert på i mange tiår.

Resultatet forskningen ble publisert i The Astrophysical Journal. Bare dager etter kunne en forskergruppe i USA og Japan bekrefte resultatet ved en annen uavhengig metode.

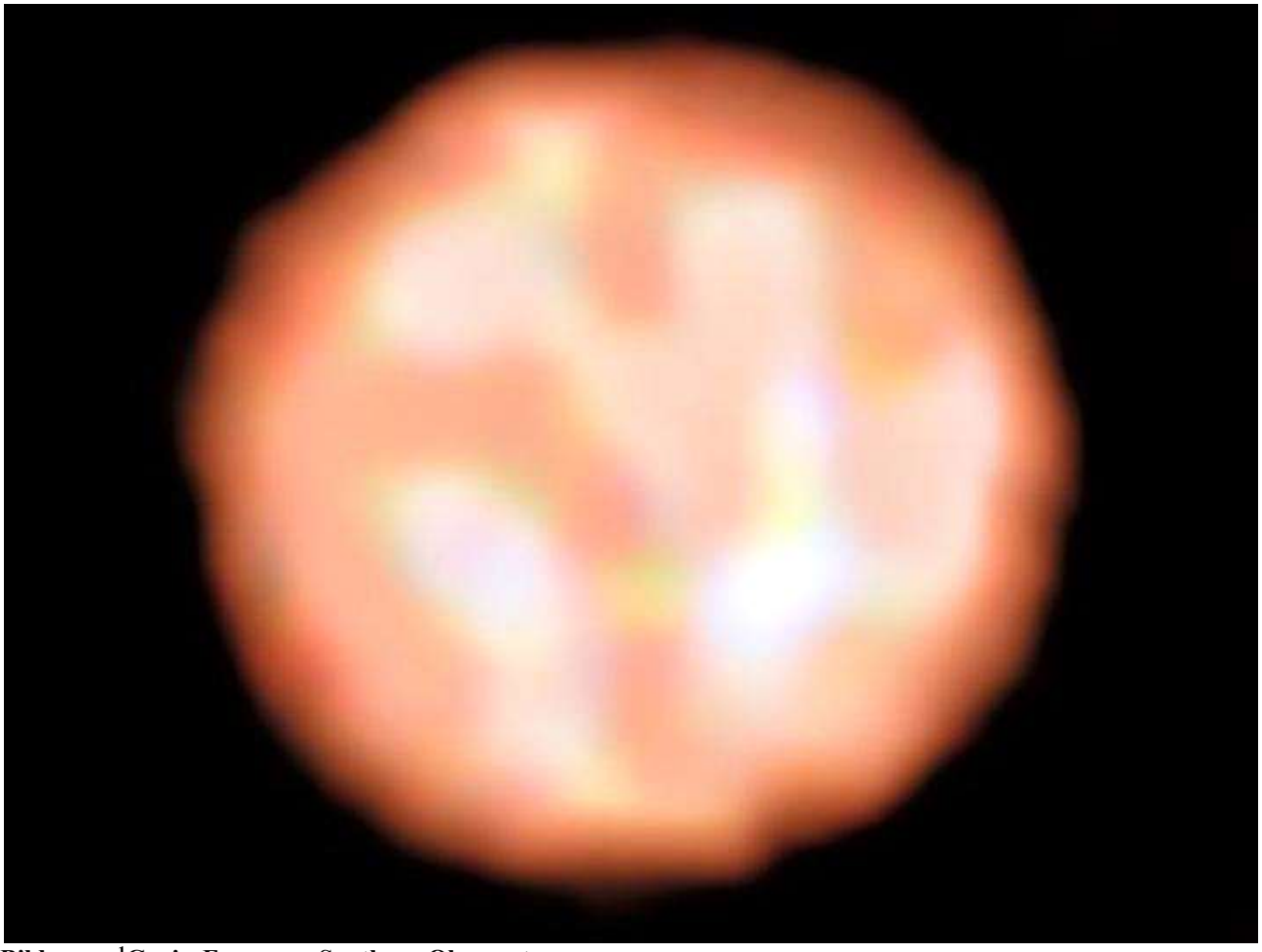
Gravitasjonsbølgeastronomi er forventet å gi flere observasjoner av slike hendelser i den nære fremtid. Dette gjelder både i form at rene gravitasjonbølger så vel som mer tradisjonelle observasjoner i radiobølgeområdet. Dette vil medføre at man kan redusere usikkerheten mer på den maksimale massen til nøytronstjerner og videre bidra til en bedre forståelse av hvordan materie oppfører seg under slike ekstreme forhold. Hos CERN i Sveits og FAIR i Tyskland simuleres det på slike forhold ved hjelp av moderne partikkelakseleratorer.

*Oversatt av Jørn Dahl-Stamnes*

## Første detaljerte bilde av overflaten til en gigantisk stjerne.

*Kilde: Georgia State University*

**En internasjonal gruppe av astronomer har for første gang laget et detaljert bilde av overflaten på en gigantisk stjerne utenfor vårt eget solsystem. Bildet viser en tilnærmet rund, støvfri atmosfære med komplekse områder av materie i bevegelse i form av konveksjonsceller.**



**Bilde av $\pi^1$Gruis. European Southern Observatory.**

Stjernen det er snakk om er « $\pi^1$Gruis» og er en semivariabel stjerne i stjernebildet Tranen (Grus på latin), omtrent 530 lysår unna og er synlig på den sydlige stjernehimmelen. Dette er en stjerne som er i den siste delen av sin livsfase og er omtrent 350 ganger større enn vår sol. Den viser den fremtidige aktiviteten på Sola og hvordan den vil bli seende ut når den nærmer seg slutten av sin livsfase om ca. fem milliarder år.

Konveksjoner, det vil si overføring av varme på grunn av bevegelse i gass og flytende væske (dette kan man tydelig kan se når man koker opp vann i en kjele), spiller en viktig rolle i fysiske prosesser som transport av energi, pulsering og vind. Vår sol har omtrent to millioner konveksjonsceller som har en typisk diameter på 2000 km. Rådende teorier anslår at gigantiske stjerner som $\pi^1$Gruis kun har et fåtall store

konveksjonsceller på grunn av lav tyngdekraft på overflaten. Å kunne avgjøre egenskapene til konveksjonscellene til en gigantisk superstjerne som er i slutten av sin livsfase, som bl.a størrelsen på cellene, har vært en utfordring fordi stjernenes overflate ofte skjules av et lag støv.

I denne studien har forskerne funnet ut av overflaten til giganten $\pi^1$Gruis har et komplekst mønster av konveksjonsceller og hver celle er typisk 1.2 x $10^{11}$ meter i diameter eller omtrent 27% av stjernens diameter.

I følge Dr. Fabien Baron, assisterende professor ved avdeling for fysikk og astronomi ved Georgia State University, er det første gang vi har klart å få et så skarpt bilde med stor detaljgrad av en gigantisk stjerne. Det er en grense for hvor detaljerte bilder man kan få ved å studere en stjerne med et enkelt teleskop. I denne studien har man bruk interferometri for å øke detaljrikdommen. Lys fra flere teleskoper har blitt kombinert for å frem flere detaljer enn hva ett teleskop alene kan gi.

Stjernen $\pi^1$Gruis ble observert med PIONIER, som kombinerer bilder fra fire teleskoper lokalisert i Chile. Dette ble gjort i september 2014. Dr. Baron, som har spesialisert seg på å lage slike bilder, brukte interferometriske data, programvare for bilderekonstruksjon og ulike algoritmer for å lage bildet. Interferometri er relativt nytt for astronomer, og Georgia States senter for High Angular Resolution Astronomy Array var der de først som brukte interferometri for å lage bilde av en sol-lignende stjerne i 2007. Denne studien er også den første som bekrefter de rådende teorier om karakteristikken til konveksjonscellene til gigantiske stjerner.

I følge Baron er disse bildene viktige fordi de viser at antall konveksjonsceller på overflaten faktisk stemmer bra med modellene og viser at våre modeller av slike stjerner ikke er langt unna virkeligheten. Så vi er på rett vei når det gjelder å få en fullgod forståelse av denne typer stjerner.

Det detaljerte bildet viser også ulike farger på stjernens overflate, noe som korresponderer med variasjoner i overflatetemperaturen. En stjerne har ikke den samme temperaturen over hele overflaten. Dens overflate gir et hint om hvordan vi kan forstå dens indre struktur. Varme og mindre tette områder vil få en mer lys farge (hvit) og kalde og mer tette områder får en mørkere farge (som rød).

I fremtiden vil forskerne prøve å lage enda mer detaljerte bilder av overflaten til slike superstore stjerner som $\pi^1$Gruis. Kanskje vil de være i stand til å følge utviklingen til konveksjonscellene og ikke bare få et øyeblikksbilde av dem.

*Oversatt av Jørn Dahl-Stamnes.*

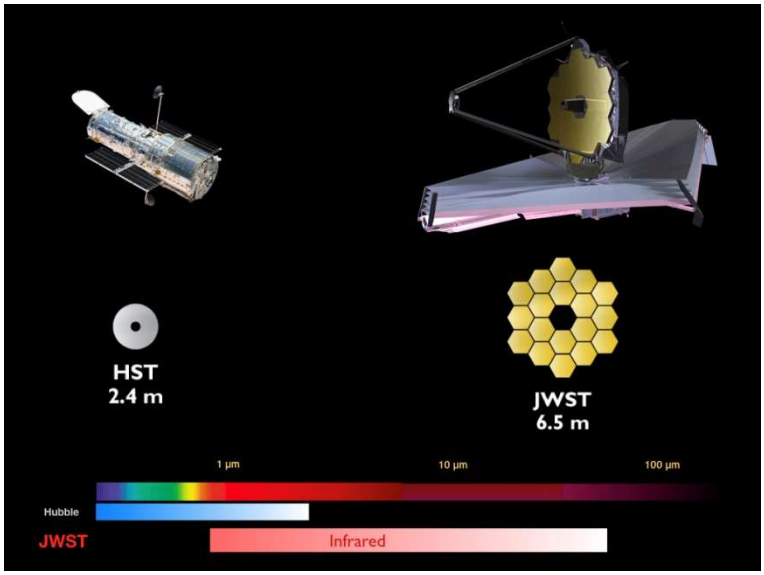
## Norsk astronom er en av de første som får bruke det nye James Webb romteleskopet.

*Kilde: forskning.no*

**Romteleskopet James Webb skal brukes til å studere planeter rundt andre stjerner, sorte hull og fjerne galakser.**

Det nærmer seg oppskyting for James Webb-teleskopet. Etter planen skal det sendes opp i bane våren 2019. De første 13 forskningsprosjektene som astronomene skal bruke teleskopet til, ble offentliggjort i november.

Håkon Dahle fra Institutt for teoretisk astrofysikk ved UiO er blant de første astronomene som skal bruke teleskopet. Han deltar i en forskergruppe som skal studere stjernedannelse i fjerne galakser. Dahle har tidligere observert flere ganger med Hubble-teleskopet.




**Sammenligning av egenskapene til Hubble-teleskopet og James Webb-teleskopet (Illustrasjon: NASA)**

Det rombaserte Hubble-teleskopet revolusjonerte den observasjonelle astronomien da det ble sendt opp i sin bane rundt jorda i april 1990. Siden den gang har teleskopet gått i bane 600 kilometer over Jordas overflate, med blikket rettet mot stjernene. Fra banen sin utenfor jordas forstyrrende atmosfære sender romteleskopet oss skarpere bilder av stjerner, planeter og galakser enn noe optisk teleskop her nede på bakken kan gi.

Det nærmer seg 30 år siden Hubble-teleskopet ble sendt opp. I løpet av denne tiden har astronomer tatt mer enn 1,3 millioner bilder med teleskopet, og disse observasjonene har gitt opphav til over 15 000 vitenskapelige artikler.

Selv om det ikke lenger helt unge teleskopet fortsetter å gi fantastiske bilder og viktige bidrag til forskning, er det ikke til å komme fra at de fleste astronomer nå venter i forventningsfull spenning på Hubbles arvtager, James Webb-teleskopet.

Dette romteleskopet skal etter planen sendes opp i bane rundt jorda våren 2019. Det første som skjer etter oppskyting, er at teleskopet foldes ut – og deretter at bakkekontrollmannskapet bruker et halvt år på diverse testing av instrumenter. Så begynner den første syklusen med vitenskapelige observasjoner.

James Webb er neste generasjons romteleskop. Teknologien har utviklet seg voldsomt siden Hubble ble bygget. Speilet på James Webb er større; 6,5 meter i diameter, mot 2,4 meter for Hubble. Et større speil gir større evne til å samle lys, noe som betyr skarpere og klarere bilder.

James Webb-teleskopet vil også kunne fange opp infrarød stråling med bølgelengder som er opptil 18 ganger lengre enn de lengste bølgelengdene som fanges opp av Hubble. I disse bølgelengdeområdene i den infrarøde delen av det elektromagnetiske spektrum vil instrumentene på James Webb være mellom ti og tusen ganger mer følsomme enn noen eksisterende instrumenter på bakken eller i verdensrommet.

For å få observasjonstid på et romteleskop, må astronomer sende inn søknad om å få tildelt et tidsvindu der teleskopet rettes mot akkurat det astronomiske objektet de er interessert i å studere. I søknadene må forskerne beskrive og forklare i detalj hvorfor akkurat dette prosjektet har behov for akkurat disse instrumentene.

Prosjektene som blir de aller første til å bruke James Webb, har stor faglig spennvidde: fra Jupiters måner og planeter rundt andre stjerner til sorte hull, galaksehoper og fjerne galakser. De ulike prosjektene skal være representative for den typiske vitenskapen som teleskopet kan bidra til.

– Det var totalt 106 prosjekter som søkte om tid i denne første runden til James Webb, forteller Håkon Dahle. – Prosjektet vårt fikk tildelt 50 av de 460 observasjonstimene som ble delt ut i denne omgang.
Når det blir hans tur, skal Håkon Dahle og de andre forskerne i prosjektet rette James Webb mot fire fjerne galakser. – Vi har valgt dem ut på grunn av at de er spesielt lyssterke, de inneholder områder hvor det pågår dannelse av nye stjerner, og deres utstrekning på himmelen passer godt til instrumentene på James Webb. Lyset fra disse galaksene har brukt mellom ni og tolv milliarder år på å nå fram til oss, det vil si at

vi ser tilbake til en epoke da universet var mellom en niendedel og en tredjedel av sin nåværende alder. Det var i denne epoken i universets historie det ble dannet flest stjerner.

Galaksene som Dahle og kollegene har valgt ut, er gravitasjonslinset. Det betyr at lyset fra de fjerne galaksene har passert mer nærliggende galakser eller galaksehoper på sin ferd mot oss. En galaksehop er en samling av flere galakser. Lyset fra de fjerne galaksene er blitt avbøyd på grunn av det massive tyngdefeltet til galaksen eller galaksehopen.
Gravitasjonslinsing skaper optiske fenomener, som at galaksene i bakgrunnen blir fordreid til avlange buer. Lyset fra galaksene kan også bli forsterket.

Dahle skal undersøke stjernedannelse i galaksene som blir gravitasjonslinset. Disse områdene av galaksene blir mulige å studere takket være både gravitasjonslinseeffekten og instrumentene på James Webb.
Det er en del arbeid involvert med å være pionerer på et såpass stort prosjekt.

– Både reduserte data fra våre observasjoner og tilhørende software skal tilrettelegges og være tilgjengelig for andre forskere før den andre ordinære utlysningsrunden for observasjonsprosjekter med James Webb-teleskopet, forteller Dahle. – Så det blir en del jobb, men man får jo anledning til å være aller først ute!

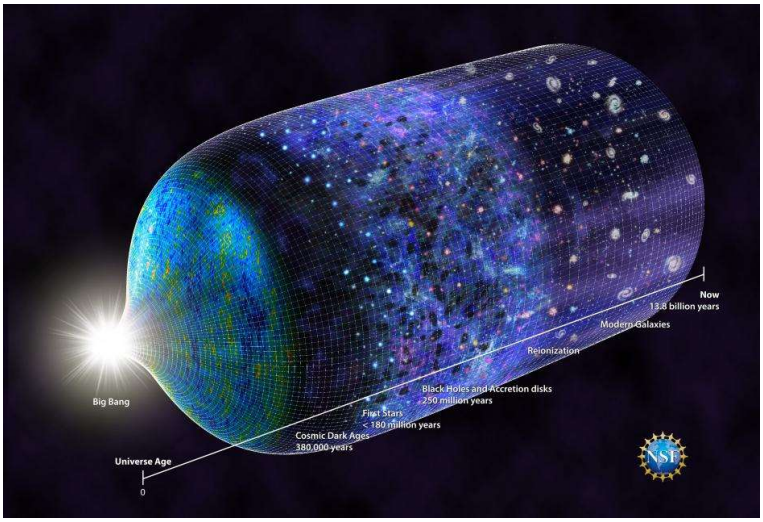
Dahle forteller at observasjonene fra James Webb også vil skape en bro mellom to forskningsgrupper.
Astronomer som observerer galakser i helt ulike deler av det elektromagnetiske spekteret, kan ikke nødvendigvis se hverandres galakser. To av de fire galaksene som Dahle og kollegaene skal observere med James Webb, ble oppdaget gjennom observasjoner i synlig lys med Nordisk Optisk Teleskop, mens de to andre ble oppdaget gjennom observasjoner i mikrobølgeområdet med South Pole Telescope. Mikrobølgegalaksene er ikke observerbare i synlig lys fordi nydannede stjerner i galaksene er innhyllet i store mengder støv som skygger for det synlige lyset. De vil imidlertid være observerbare i infrarødt lys, som James Webb kan registrere.

*Eivind Wahl*

## Urgamle radiobølger avslører Universets første stjerner

*Kilde: forskning.no*

**Om lag 180 millioner år etter big bang skrudde stjernene på lyset i Universet, og det endret den kosmiske bakgrunnsstrålingen. Nå har forskere klart å måle denne endringen, noe som kan gi mer informasjon om mørk materie.**




**Astrofysikere og kosmologer har etter hvert god kontroll på universets historie. Nå vet de også at det var stjerner etter 180 millioner år. (Illustrasjon:N.R.Fuller/National Science Foundation)**

I mange millioner år var universet mørkt og kaldt. Bare den stadig svakere etterglødden fra big bang – den kosmiske bakgrunnsstrålingen – ga litt varme i et univers som stort sett besto av hydrogengass.

Så begynte gassen å samle seg noen steder. Der gassen var tettest, falt den sammen under sin egen tyngdekraft, og de aller første stjernene oppsto.Lyset ble skrudd på i universet.Nå har amerikanske forskere funnet ut at det skjedde om lag 180 millioner år etter big bang.

Ved hjelp av en spesiell radioantenne i en ørken i Vest-Australia, langt fra støyende byer og trafikk, har de fanget opp et svakt radiosignal som stammer fra den perioden.Forskerne har publisert resultatene sine i tidsskriftet *Nature*.

De ultrafiolette strålene fra de første stjernene påvirket gassen i resten av universet. Gassen kunne absorbere den delen av den kosmiske bakgrunnsstrålingen som hadde en bølgelengde på 21 centimeter, noe som svarer til en frekvens på 1420,4 MHz.

Det innebar at det ble mindre stråling ved denne bølgelengden, og det er akkurat det forskerne har observert. Men det var vanskelig å finne ut av, for forskerne visste ikke hvor de skulle lete. I takt med universets utvidelse har bølgene nemlig blitt mye lengre.

Det tok mange år med målinger før eksperimentet EDGES (Experiment to Detectthe Global EoRSignature) endelig kunne vise at signalet nå finnes ved en frekvens omkring 78 MHz. Da kunne forskerne regne ut at det må være vel 13,6 milliarder år siden stjernene for alvor begynte å lyse opp universet – om lag 180 millioner år etter big bang.

– Dette svake signalet har åpnet et nytt vindu til det tidlige universet. Teleskoper kan ikke se langt nok til å fotografere så tidlige stjerner direkte, men ut fra radiobølger fra verdensrommet kan vi se når de ble antent, sier lederen av forskergruppen, Judd Bowman fra Arizona State Universty i USA, i en pressemelding fra National Science Foundation, som finansierte eksperimentet.

– Målingen forteller hvordan nøytralt hydrogen oppførte seg i det tidlige universet, at det ble mindre av den på dette tidlige tidspunktet, sier Charles Steinhardt, som er forsker ved Niels Bohr-instituttet ved Københavns Universitet, og som ikke har vært involvert i disse studiene.

– Det kan være fordi hydrogenet på dette tidlige tidspunktet ble ionisert av stråling fra stjerner. Det er overraskende fordi andre målinger peker på et senere tidspunkt. Det er mulig at det ble dannet stjerner og galakser tidligere enn vi har trodd, men det er vanskelig å forklare hvordan de kunne være så tidlig ute, fortsetter han.

Det hører også med til historien at fallet i strålingen omkring 78 MHz var kraftigere enn forventet, og det krever en forklaring. Professor RennanBarkana fra Universitetet i Tel Aviv i Israel mener at den kalde gassen ble avkjølt av enda kaldere mørk materie. Målingene gir nemlig mest mening hvis det var kaldere i det tidligere universet enn kosmologene hittil har trodd.Hvis det er forklaringen, må den mørke materien bestå av partikler som ikke er altfor tunge – høyst et par ganger tyngre enn protoner.

Ifølge fysikernes kosmologiske standardmodell, som kalles λCDM (lambda colddark matter), påvirker den mørke materien bare vanlig materie gjennom tyngdekraften, men da ville den ikke kunne avkjøle hydrogengassen, så Barkana mener det også finnes en annen form for mørk materie.

– For å forklare målingene kan vi introdusere en ny type mørk materie. Det må nødvendigvis være partikler som fortsatt ikke er funnet i eksperimenter, for eksempel i partikkelakseleratorer, og det setter en rekke begrensninger på hva det kan være, sier Charles Steinhardt.

Det er selvfølgelig også mulig at målingene er feil.Forskerne arbeidet hardt for å skille signalet fra hydrogenet ut fra radiostøyen fra omgivelsene, instrumentet og resten av universet, og det har ikke vært enkelt.De sammenligner eksperimentet med å fange opp lyden av vingene til en kolibri midt i en orkan.

Charles Steinhardt er heller ikke helt overbevist om at resultatet vil holde i lengden:

– De får et resultat som ser ut til å være statistisk signifikant, men det er bare så vidt. Det er en vanskelig måling, men etter hvert som forskerne får samlet mer data, vil signalet enten bli tydeligere eller forsvinne.

Forskerne bak oppdagelsen og tolkningen av den er også klar over at nye målinger må til.For å kartlegge fordeling av materie i det tidlige universet kreves tusenvis av radioantenner som arbeider sammen. Det er det spesielt store forhåpninger til SquareKilometreArray, som skal bygges i Sør-Afrika og Australia.

*Eivind Wahl*

# Dvergplaneten Ceres

*av Terje Bjerkgård*

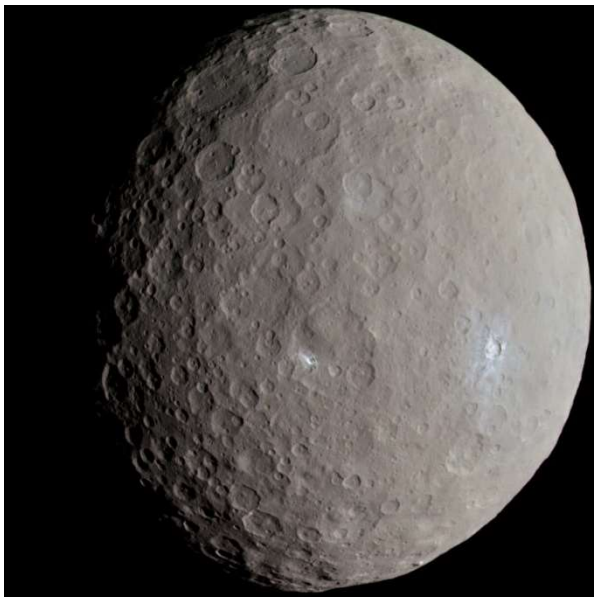
**I tre år har nå romsonden Dawn studert dvergplaneten Ceres som var det første legemet som ble funnet i området mellom Mars og Jupiter. Før dette var Dawn 14 måneder rundt Vesta. I dag kjenner vi langt over 100 000 asteroider i dette området. Imidlertid er de aller fleste svært små. Faktisk utgjør de fire største; Ceres, Vesta, Pallas og Hygiea halvparten av hele asteroidebeltet! Studiet av de største asteroidene kan si mye om dannelsen av planetene og hvorfor noen ble gass- og islegemer og andre, som Jorda, ble steinplaneter.**

## Oppdagelsen

Det var Johann Bode  som i 1772 først postulerte at det måtte være en planet mellom Mars og Jupiter. Dette på grunn av et mønster eller lovmessighet i avstandene mellom planetene som ble kjent som Titius-Bodes lov. Det manglet i henhold til denne "loven" en planet med avstand fra Sola på nær 2.8 astronomiske enheter (AE). Det ble derfor satt i gang en storstilt leting etter denne planeten og i 1801 fant den katolske presten Giuseppe Piazzi Ceres. De tidlige observatørene kunne bare estimere størrelsen til Ceres omtrentlig og verdier mellom 260 og 2600 km ble foreslått.

I løpet av de neste seks årene ble det funnet ytterligere tre større legemer mellom Mars og Jupiter, nemlig Pallas, Juno og Vesta. Det ble da klart at det ikke var noen større planet mellom Mars og Jupiter. Det gikk imidlertid 38 år før det neste legemet ble funnet, Astraea, i 1845. Deretter ble det funnet omtrent ett legeme i året fram til 2. verdenskrig. Det var William Herschel som gav disse legemene betegnelsen asteroider, fordi de var stjernelignende men beveget seg raskt blant stjernene som planetene.

## Faktaopplysninger



Ceres er klassifisert som en dvergplanet og har en gjennomsnittsdiameter på 946 km (965 x 891 km, altså temmelig flattrykt). Tettheten er 2.16 g/cm$^3$ noe som gir en vekt på 9.4 x $10^{20}$ kg. Unnslipningshastigheten er bare 0.51 km/s. Den bruker bare litt over 9 timer på en rotasjon om sin egen akse (døgnlengden).

Ceres har bane mellom Mars og Jupiter og bruker 4.6 år på et omløp rundt Sola. Banen danner en vinkel på 10.6° med ekliptikken og har en eksentrisitet på 0.08.

**Ceres sett med romsonden Dawn fra en avstand på 13641 km.**
*(NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA/Justin Cowart)*

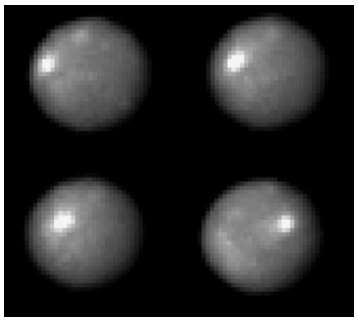
Lysstyrken er 6.8 mag ved opposisjon, slik at den er lett synlig i prismekikkert, mens vinkelutstrekningen er kun 0.85 buesekunder, så noen planetskive er ikke mulig å se i amatørinstrumenter.

## Hva vi visste før Dawn

Før romsonden Dawn kom fram til Ceres visste vi en god del ut fra studier fra Jorda og ikke minst med romteleskopet Hubble. Overflatesammensetningen er i stor grad sammenlignbar med C-type asteroider, som er den mest vanlige og er en primitiv, karbonrik type. Det er imidlertid noen forskjeller: Ceres' spektrum viser at det er mye vannholdig materiale, som kan tyde på at det må være mye vann i det indre av planeten. Andre mulige komponenter i overflaten er jernrike leirmineraler og karbonater (dolomitt og sideritt), som er vanlige i karbonrike chondritter (meteoritter), men ikke i andre C-type asteroider.

Ceres sin overflate er relativt varm og maksimumstemperaturen med Sola rett over er målt til −38 °C. Is er ustabil under slike forhold og sublimerer. Materialet som blir igjen kan forklare hvorfor Ceres har en svært mørk overflate, sammenlignet med andre legemer.

Studier med Hubbleteleskopet viser at det også er grafitt, svovel og svoveldioksid på overflaten av Ceres. Opphopning av grafitt skyldes forvitringen som har skjedd over lang tid, mens svovelforbindelsene er svært flyktige og må skyldes en mer nylig geologisk aktivitet.



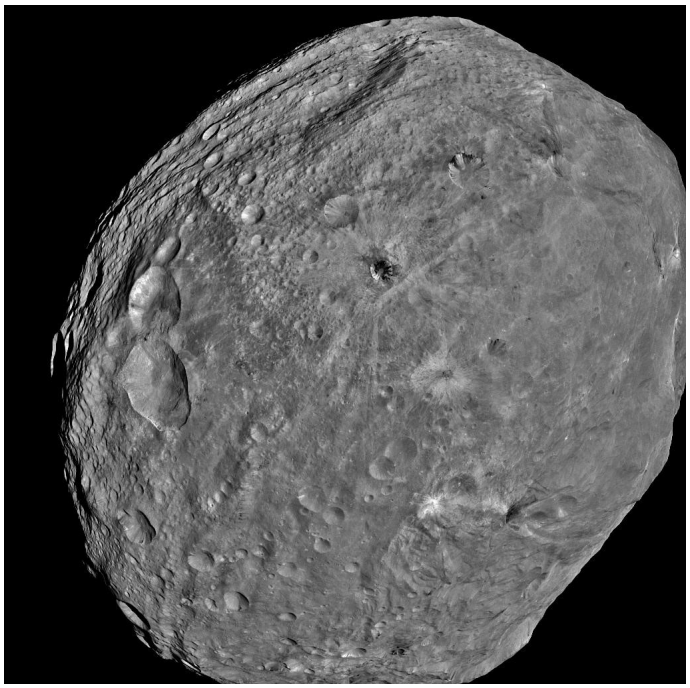
Før Dawn-ferden var bare noen få overflatetrekk kjent på Ceres. Høyoppløselige UV-bilder tatt med Hubbleteleskopet i 1995 viste en mørk flekk som fikk navnet Piazzi etter oppdageren av dvergplaneten og antatt å være et krater. Keck-teleskopet på Hawaii tok også høyoppløselige nærinfrarøde bilder med adaptiv optikk som dekket en hel rotasjon og de viste en rekke lyse og mørke flekker, blant annet ble Piazzi-krateret igjen sett. Hubble observerte Ceres igjen i 2003 og 2004 og elleve overflatetrekk ble identifisert, inklusive Piazzi-krateret. Ut fra disse dataene ble det også klart at rotasjonsaksen danner en vinkel på 4 grader med baneplanet.

**Bilder tatt med Hubbleteleskopet** *(NASA, ESA)*

## Romsonden Dawn

Dawn ble sendt opp av NASA i september 2007 med formål å studere to av legemene i asteroidebeltet, Vesta og Ceres. I tillegg var dette også en mulighet for å teste ionedrift i det ytre rommet. Ceres og Vesta ble valgt fordi de er to legemer/protoplaneter med store kontraster; Vesta er "tørr" og steinaktig, mens Ceres er "våt" og isaktig kald. De to legemene sammen bidrar til forståelsen av dannelsen av stein- og islegemene/-planetene i Solsystemet og under hvilke forhold steinplaneter kan inneholde vann.

Tyskland og Italia har i tillegg til NASA levert komponenter til sonden. Dawns framdrift er tre xenon ionemotorer, samme teknologi som ble brukt av Deep Space 1 sonden, men som hadde bare en motor. Spesifikk impuls er 3100 s og produserer en skyvekraft på 90 mN. Det vil si at Dawn bruker hele fire døgn med full kraft for å nå en hastighet på 100 km/t! For å sette fartøyet inn i bane har Dawn tolv 0.9 N raketter for høydekontroll. Dawn hadde 425 kg xenon ved starten og brukte 275 kg for å nå Vesta og ytterligere 110 kg på ferden til Ceres. Således har ikke Dawn nok xenon til å dra til et annet mål i asteroidebeltet.



Dawn gikk inn i bane rundt Vesta i 16. juli 2011 og studerte denne asteroiden i 14 måneder før den satte kursen mot Ceres høsten 2012.

**Bilde av Vesta tatt fra en avstand på 5200 km.**
*(NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)*

Den nådde Ceres og gikk inn i bane rundt dvergplaneten 6. mars 2015. Dawn ble med dette den første sonden som kom nær en dvergplanet, noen få måneder før New Horizons nådde Pluto. Dawn er også den første sonden har vært i bane rundt to ekstraterrestriske legemer. Det er nå bestemt at Dawn skal studere Ceres til den går tom for hydrazin i slutten av 2018. Den vil imidlertid fortsette å kretse rundt dvergplaneten, i en stabil bane, antakelig i all evighet.

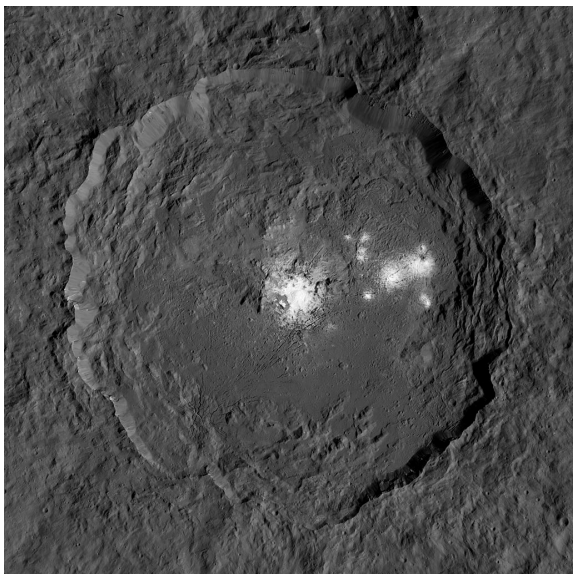
Hovedinstrumentet til Dawn er nok et såkalt "framing camera", et kamera med 20 mm åpning og en brennvidde på drøyt 150 mm (f/7.9). I fokus sitter en 1024x1024 pixel CCD chip som gir et 5.5° x 5.5° felt. Til dette hører et filterhjul med 8 forskjellige filtre, hvorav 7 smalbåndfiltre, mens det 8. dekker bølgelengder fra 400 til 1050 nanometer, altså godt inn i IR og UV. Kameraet gir en oppløsning på 17 m/pixel for bilder av Vesta og 66 m/pixel for Ceres. Dawn har faktisk to identiske og fullstendige kamerasystemer, hvorav et er back-up i tilfelle det andre svikter.

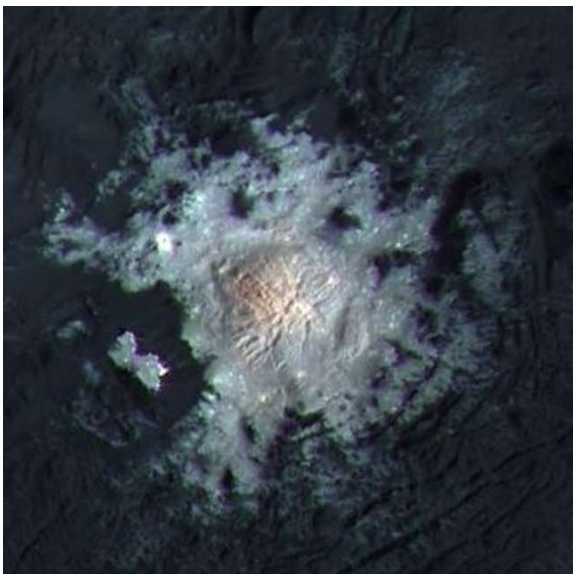
Et annet viktig instrument er et spektrometer for synlig og infrarødt lys (VIR). Dette er en noe modifisert utgave av spektrometre brukt av både Rosetta og Venus Express sondene til den europeiske romfartsorganisasjonen ESA. Spektrometeret brukes for å finne kjemiske sammensetninger.

Det tredje instrumentet er en gammastråle- og nøytrondetektor, et instrument med hele 21 sensorer i et stort felt til å måle innhold av de viktigste bergartsdannende elementene (oksygen, magnesium, aluminium, silisium, kalsium, titan og jern, samt kalium, thorium, uran og vann (utfra hydrogeninnhold).

## Observasjoner gjort av Dawn

På lang avstand, og forøvrig også sett på Hubblebildene fra 2003-4, kunne Dawn observere noen mystiske svært lyse flekker på overflaten. De lyseste av disse flekkene finnes i et 80 km stort krater som heter Occator. Den største og lyseste flekken er i midten av krateret med svakere flekker ut mot den østre kraterkanten. Tidlig i utforskningen av Ceres mente man at den høye albedoen (40 % og mer enn 4 ganger så lyssterk som overflaten forøvrig) måtte skyldes noen form for utgassing eller kryovulkanisme. Etter hvert som man kom nærmere fant man ut at det måtte være form for saltutfelling og sannsynligvis fra en væske av hydratisert magnesiumsulfat ($MgSO_4 \cdot 6H_2O$). Det ble også funnet leirer rike på ammoniakk ($NH_3$) i nærheten av flekkene. Så man mener nå at det er væsker som har kommet ut på overflaten og så sublimert og saltene har blitt igjen. Spektra av disse viser store mengder natriumkarbonat ($Na_2CO_3$) og mindre mengder ammoniumklorid ($NH_4Cl$) og ammoniumbikarbonat ($NH_4HCO$). Denne utgassingen må ha skjedd fra dypet temmelig nylig antakelig for bare 4 millioner år siden. Men kryovulkanismen har kanskje ikke stoppet helt, det synes nemlig å være en tynn dis over krateret som kan skyldes stadig sublimering, kanskje av is.

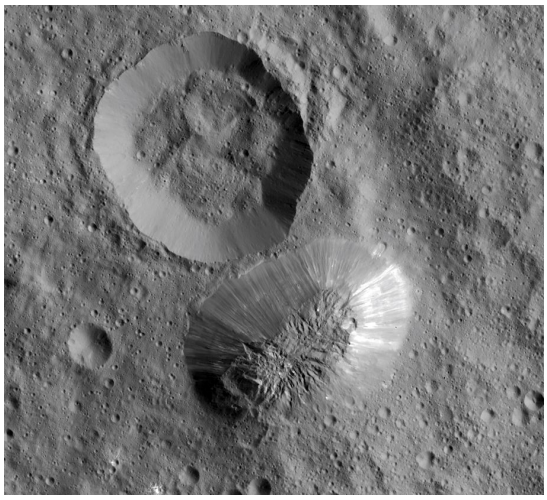




**Saltutfellingen i krateret Occator som antakelig skyldes kryovulkanisme. Til høyre nærbilde av sentrum av krateret og utfellingen.** (*NASA/JPL-Caltech/ UCLA/Max Planck Institute for Solar System Studies/German Aerospace Cen-*

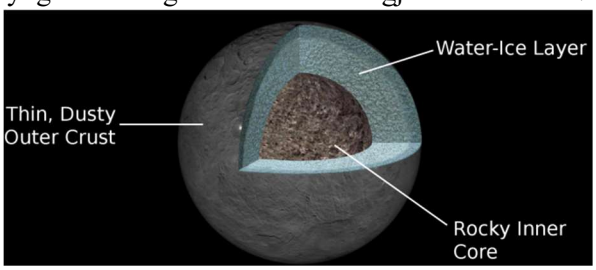
*ter/IDA/Planetary Science Institute).*

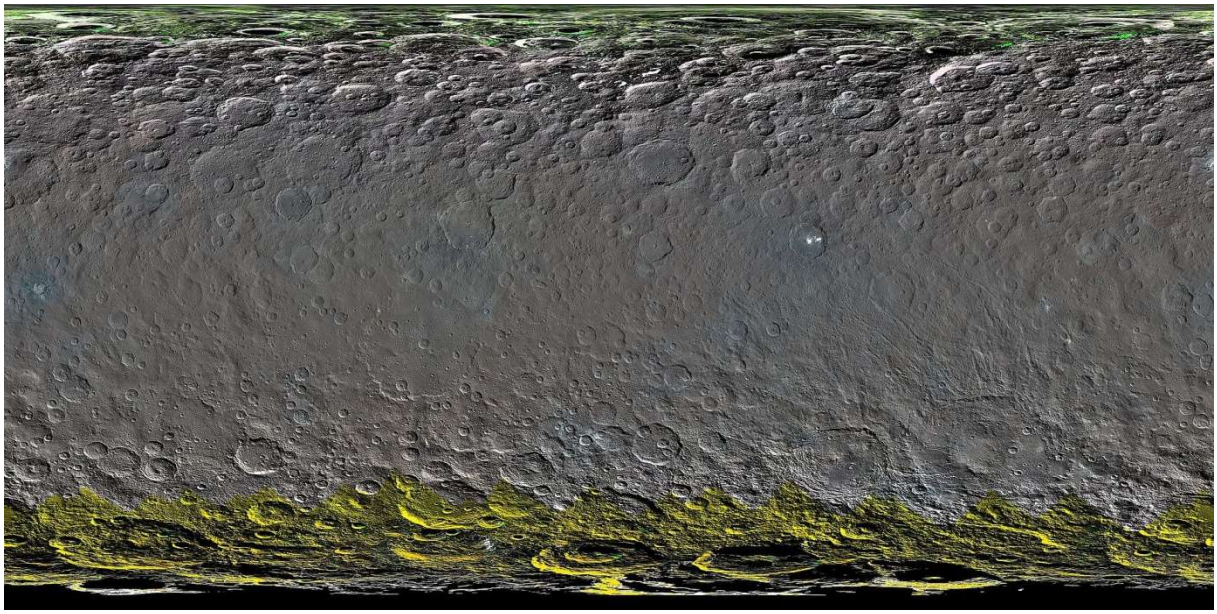
Selv om bildene fra Dawn viser mange kratre så er det likevel ikke så mange kratre en kunne vente. Dette må skyldes at det må ha foregått prosesser som har visket ut en del av kratrene. Svært mange av kratrene har imidlertid sentrale groper, kanskje på grunn av kryovulkanisme og mange har også en sentral topp. På Ceres er det bare et større fjell, Ahuna Mons og også dette ser ut til å være en kryovulkan. Det har få kratre og må derfor være ungt, maksimalt noen få hundre millioner år.



**Det høyeste fjellet på Ceres. Det er omtrent 5 km høyt.** (*NASA/JPL-Caltech/UCLA/Max Planck Institute for Solar System Studies/German Aerospace Center/IDA/Planetary Science Institute).*

Det at Ceres er temmelig flattrykt passer med et differensiert legeme: en steinkjerne og en mantel av is. Mantelen kan være 100 km tykk (23%–28% av Ceres sin masse; 50% av volumet) og inneholde 200 millioner km$^3$ vann (mer enn mengde ferskvann på Jorda). Avstanden fra Sola gjør også at det vil være mer av komponenter som fryser ved lav temperatur som vil kunne innlemmes under dannelsen. Noen mener det kan være et lag med flytende vann under et lag av is, og kryovulkanismen støtter dette. Målinger av tyngdefeltet og formet til Ceres gjort av Dawn støtter dette. Ceres er et legeme i hydrostatisk likevekt og med en isostatisk kompensasjon. Tettheten til kjernen er estimert til 2.46-2.90 g/cm$^3$ og det ytre laget (mantelen) til 1.68-1.95 g/cm$^3$ (avhengig av tykkelse). Kjernen er antakelig bare delvis vannfri. Den høye tettheten til mantelen (i forhold til vann med tetthet 1 g/cm$^3$) skyldes nok anrikning i silikater og forskjellige salter.



**Fotomosaikk av Ceres sin overflate. Til høyre for midten sees Occatorkrateret med de hvite flekkene. Et annet tilsvarende sees nær venstre kant av bildet.** (*NASA/JPL-Caltech/ UCLA/Max Planck Institute for Solar System Studies/German Aerospace Center/IDA/Planetary Science Institute).*

## Atmosfære

Det er indikasjoner på at Ceres har en flyktig atmosfære av vanndamp fra is på overflaten. Vannis på en overflate er ustabil dersom avstanden fra Sola er mindre enn 5 AE og vil sublimere (gå direkte over i gassfase fra fast form) i direkte sollys. Vannis kan komme fra dypet av Ceres, men vil forsvinne veldig fort, noe som gjør det vanskelig å være sikker på observasjonene. Tidlig i 2014 ble det med Herschel romteleskopet funnet flere lokale kilder, ikke mer enn 60 km i diameter med vanndamp. I nær-infrarødt er to av disse mørke, men en også lyser opp. Dette kan antyde at det er is på overflaten som sublimerer og/eller er kryovulkansk aktivitet og sistnevnte støttes av Dawns observasjoner.

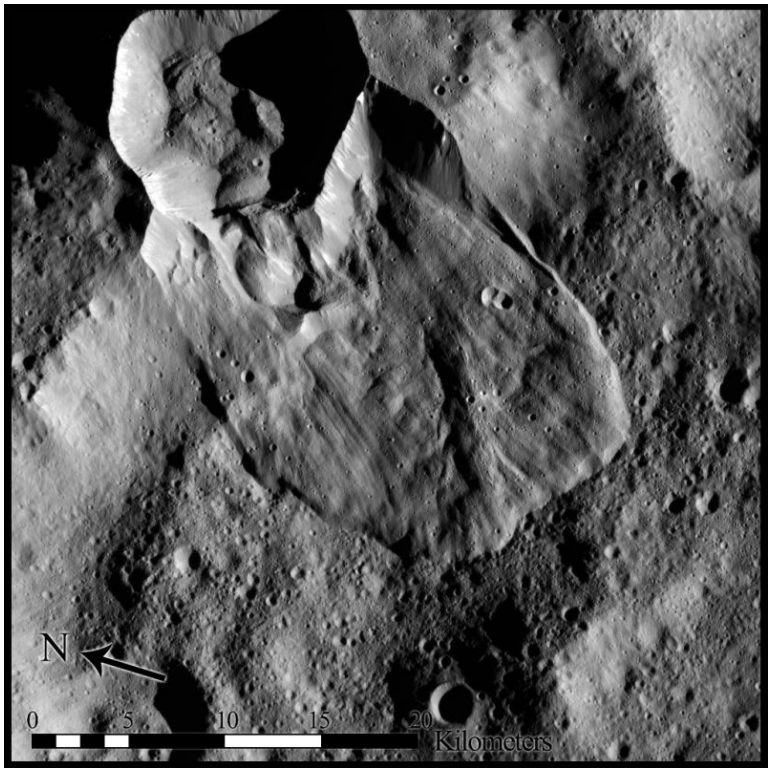
Studier med Dawns gammastråle og nøytrondetektor viser at Ceres regelmessig akselererer opp elektroner fra solvinden, noe som mest sannsynlig skyldes kollisjon mellom solvinden og ne flyktig atmosfære av vanndamp. I 2017 påviste Dawn at is sublimerer fra kratre når den treffes av partikler fra Sola.

## Opprinnelse og utvikling av Ceres

Ceres kan være en protoplanet fra helt tilbake til Solsystemets tidlige tider for 4.57 milliarder år siden. De aller fleste av protoplanetene i det indre av Solsystemet kolliderte og smeltet sammen for å danne de terrestriske (jordlignende) planetene eller ble kastet ut av Solsystemet av Jupiter. En annen mulighet er at Ceres har migrert inn fra Kuiperbeltet, noe tilstedeværelsen av ammoniakksalter kan tyde på.

Den geologiske utviklingen av Ceres var avhengig av hvilke varmekilder som var tilgjengelig under og etter dannelsen: friksjon fra sammensmelting av mindre legemer og nedbryting av forskjellige radionuklider (som $^{26}$Al som nå er borte). Disse varmekildene kan ha vært nok til at Ceres fikk en steinkjerne og en ismantel ikke lenge etter dannelsen. Denne prosessen kan ha ført til at overflaten ble dannet på nytt som følge av "vannvulkanisme" og tektonikk, slik at gamle kratre ble borte. Ceres sin relativt varme overflate betyr at is som ble liggende igjen på overflaten etter denne vulkanismen sublimerte og leirmineraler og karbonater ble igjen.

I dag er Ceres svært lite geologisk aktiv, noe alle kratrene er bevis på. Likevel kan det fremdeles være aktivitet i form av kryovulkanisme. Det spekuleres i om det kan være et vannlag/hav i overgangen mellom mantelen og kjernen, noe i likhet med det man mener finnes på Jupitermånen Europa. Dette er mest sannsynlig dersom vannet inneholder salter, ammoniakk, svovelsyre eller andre forbindelser som holder vannet flytende.




**Et gigantisk skred på Ceres, hvor en av kraterveggene har kollapset.**
(*NASA/JPL-Caltech/UCLA/Max Planck Institute for Solar System Studies/German Aerospace Center/IDA/Planetary Science Institute)*

# Melkeveiens stjerner og klimaet på Jorda

*av Terje Bjerkgård*

**Henrik Svensmark er dansk forsker ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Han skrev en en tankevekkende kronikk i forbindelse med publiseringen av forskningsresultatene i tidsskriftet Nature Communications. Svensmark og hans medforfattere har i mange år møtt svært mye skepsis og blitt motarbeidet av mange, ikke minst av klimapanelet IPCC.**

Om kvelden den 11. november 1572 oppdaget Tycho Brahe til sin overraskelse en ny og strålende stjerne i stjernebildet Cassiopeia, som han ga navnet "De Nova Stella". I dag vet vi at denne nye stjernen i virkeligheten var en eldre stjerne som endte sitt liv i en såkalt supernovaeksplosjon, men uansett årsak brøt oppdagelsen med de gamle grekernes forestilling om at stjernehimmelen var evig og uforanderlig.

At himmelen er foranderlig er nå allment kjent, men det er ikke allment kjent at den endringen som angår stjerners liv og død, og som foregår mange lysår borte fra oss, også kan påvirke Jorda. Svensmark og hans medforfattere mener å kunne bevise at eksploderende stjerner i vår egen galakse, Melkeveien, har styrt jordens klima og betingelsene for livet på Jorda. Dette etter mer enn 20 års forskning.

Den siste manglende brikken i forbindelsen til Melkeveien har nettopp falt på plass og offentliggjort i tidsskriftet Nature Communications av Svensmark, sammen samarbeidspartnerne Martin Enghoff, Nir Shaviv og Jacob Svensmark.

Resultatet betyr at Melkeveien og Jordas skydekke er tett forbundet, noe som har svært omfattende konsekvenser for klimaet og livet på Jorda.

Forskningen startet i 1995, med ideen om at solen var i stand til å påvirke klimaet ved å endre vårt skydekke. Ideen var enkel og kunne delvis underbygges med satellittobservasjoner av skyer. Da det også var utallige studier som viste at historiske endringer i klimaet følger endringer i Solas aktivitet, var det en naturlig hypotese, som forskerne syntes det var verdt å forfølge.

Teorien er kort fortalt at Solas aktivitet, gjennom magnetfeltet i solvinden, er i stand til å endre mengden av kosmisk stråling som strømmer til vårt solsystem. Kosmisk stråling består fortrinnsvis av svært energirike atomkjerner, med energi som er skapt i etterdønningene av supernovaeksplosjoner, det vil si stjerner som avslutter livet i en kjempeeksplosjon.

Den energirike kosmiske strålingen beveger seg rundt i det interstellare rom og en liten del av den ender i vårt solsystem og trenger ned i jordens atmosfære. Her danner den positive og negative ioner, som hjelper molekyler med å klumpe seg sammen til aerosoler og vokse til skykondensasjonskjerner.

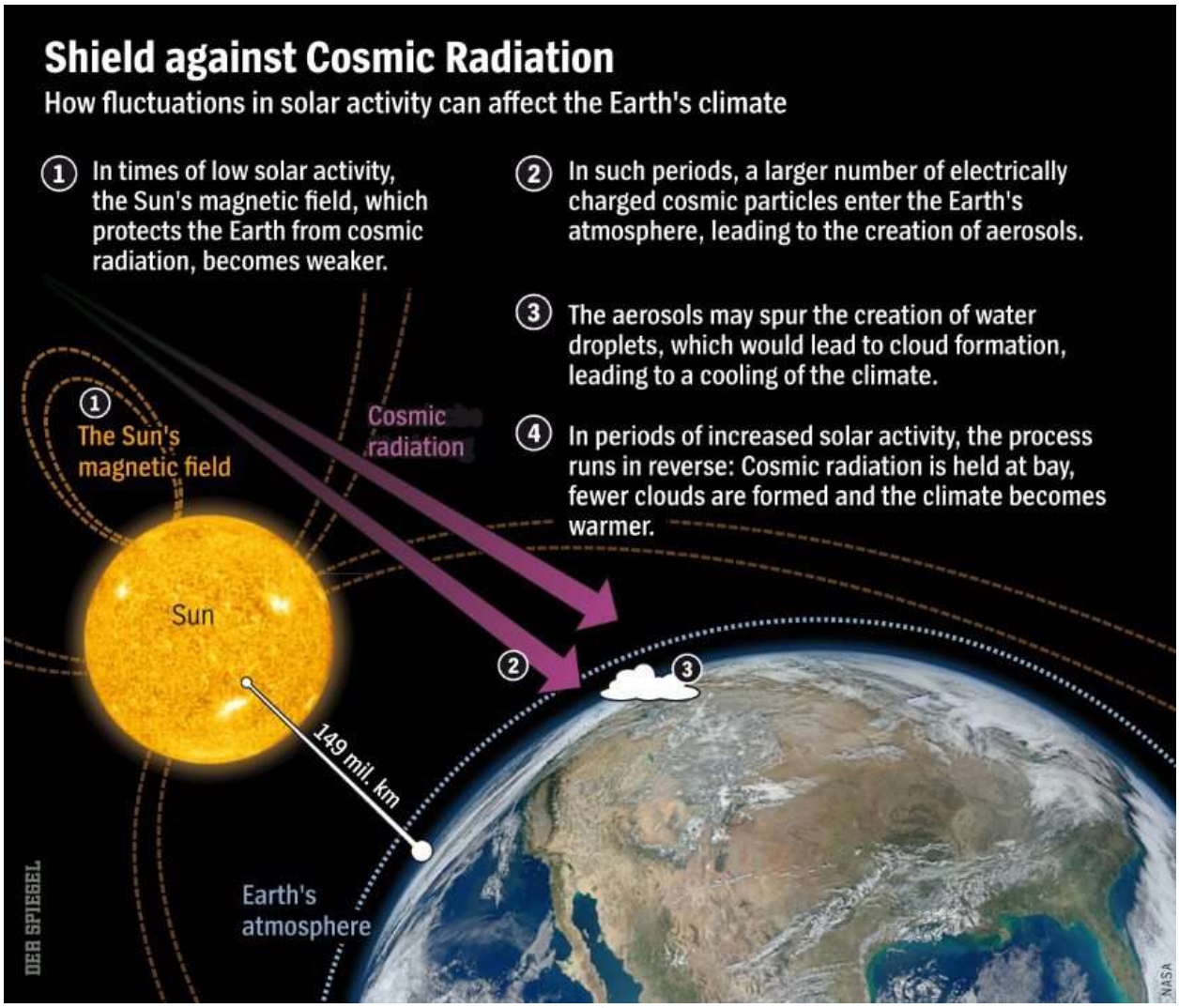
Uten disse skykondensasjonskjernene ville vanndamp ikke kunne kondensere til skydråper og dermed danne skyer. Endres den kosmiske strålingen, endres antallet skykondensasjonskjerner, og det har betydning for en skys levetid og dermed hvor skyet det er.

Endelig betyr et endret skydekke at mer eller mindre sollys reflekteres ut i rommet igjen, som i siste instans påvirker temperaturen og dermed klimaet. Mer kosmisk stråling betyr flere skyer og et kaldere klima, og mindre stråling betyr færre skyer og et varmere klima. Dette er teorien.

Med dette fulgte muligheten for å teste ideene eksperimentelt, og i 2007 ble de første resultatene publisert som viste tydelig at kosmisk stråling hjalp molekyler med å klumpe seg sammen til små aerosoler. Umiddelbart ga det anledning til optimisme, men så enkelt skulle det ikke være!

De små aerosolene må øke sin vekt nesten en million ganger for å kunne fungere som skykondensasjonskjerner, og mellom 2009 og 2011 tok andre forskningsgrupper opp teorien og konkluderte ved hjelp av datamodeller at aerosoler gikk tapt innen de var store nok til å påvirke skyene.

Det ble derfor i vide vitenskapelige kretser konkludert med at teorien var død.



**Sammenhengen mellom solaktiviteten, den kosmiske strålingen og dannelsen av skykondensasjonskjerner.**

Datamodellenes resultater er ikke nødvendigvis sannheten, og på DTU besluttet Svensmark og co. å teste eksperimentelt om det faktisk er riktig at små aerosoler ikke kan vokse seg store. Først laget de et eksperiment hvor en mengde meget små aerosoler ble sendt inn i et stort skykammer, uten ioniserende stråling. Ganske riktig, selv om antallet av små aerosoler økte betraktelig, gikk de tapt innen de ble store nok til å være skykondensasjonskjerner, helt i overensstemmelse med dataresultatene. Men ble forsøket gjentatt med ioniserende strålingspåtrykk vokste alle de små partiklene opp og ble til skykondensasjonskjerner, i direkte strid med dataresultatene.

De eksperimentelle resultatene ble publisert i 2013, men på tross av dette var innvendingen fra flere sider, at det kan godt være at det virker i laboratoriet, men i den virkelige atmosfære er det mange andre prosesser som danner skykondensasjonskjerner og den mekanismen som sees i eksperimentet vil være ubetydelig i den virkelige verden.

Imidlertid er naturen likeglad med hva vi tror om den, og det er derfor beleilig at Sola fra tid til annen lager naturlige eksperimenter med hele Jorda, noe som skjer når Sola sender store plasmautbrudd avsted mot Jorda og beskytter atmosfæren mot en større del av det konstante bombardementet av kosmisk stråling.

Denne effekten ble utnyttet i 2016 til å undersøke effekten på Jordas skydekke og forskerne fant at det ca. en uke etter store solutbrudd dannes færre aerosoler og skyer. Den fysiske mekanismen virker i den virkelige verden.

I 2002 viste Nir Shaviv at sammenhengen også holder i det mye større romlige bildet. Akkurat som Jorda beveger seg rundt solen på ett år, beveger vårt solsystem seg rundt Melkeveiens sentrum i løpet av ca. 240 millioner år. På den reisen beveger Solsystemet seg inn og ut av områder med mer eller mindre stjernedannelse og -død, støv og gass og dermed mer eller mindre kosmisk stråling. Stjernedannelsesområder er arnestedet for dannelsen av store kortlivede stjerner, som ender sitt liv i en supernovaeksplosjon og utgjør kilden til hoveddelen av den kosmiske strålingen. Det viser seg at Jordas klima i store trekk følger stjernedannelsen omkring solsystemet.

Mye tyder derfor på at kosmisk stråling har stor betydning, men for å fullende hypotesen manglet en siste forklaring på hvordan den kosmiske strålingen får små aerosoler til å bli til skykondensasjonskjerner og dermed påvirke dannelsen av skyer.

Derfor gikk et teoretisk og eksperimentelt program i gang på Danmarks Tekniske Universitet. Det betød at det gjennom fire år ble arbeidet i laboratoriet ute på DTU i en kjeller med et åtte kubikkmeter stort skykammer, og for å undersøke hva som skjer når aerosoler vokser under innflytelse av kosmisk stråling.

Endelig, etter fire års studier, med flere blindspor, ble forklaringen funnet. Det er en oversett effekt av ioners ladning og deres masse, som får aerosolene til å vokse hurtigere, og ved en hurtigere vekst vil flere av aerosolene overleve til skykondensasjonskjerner.

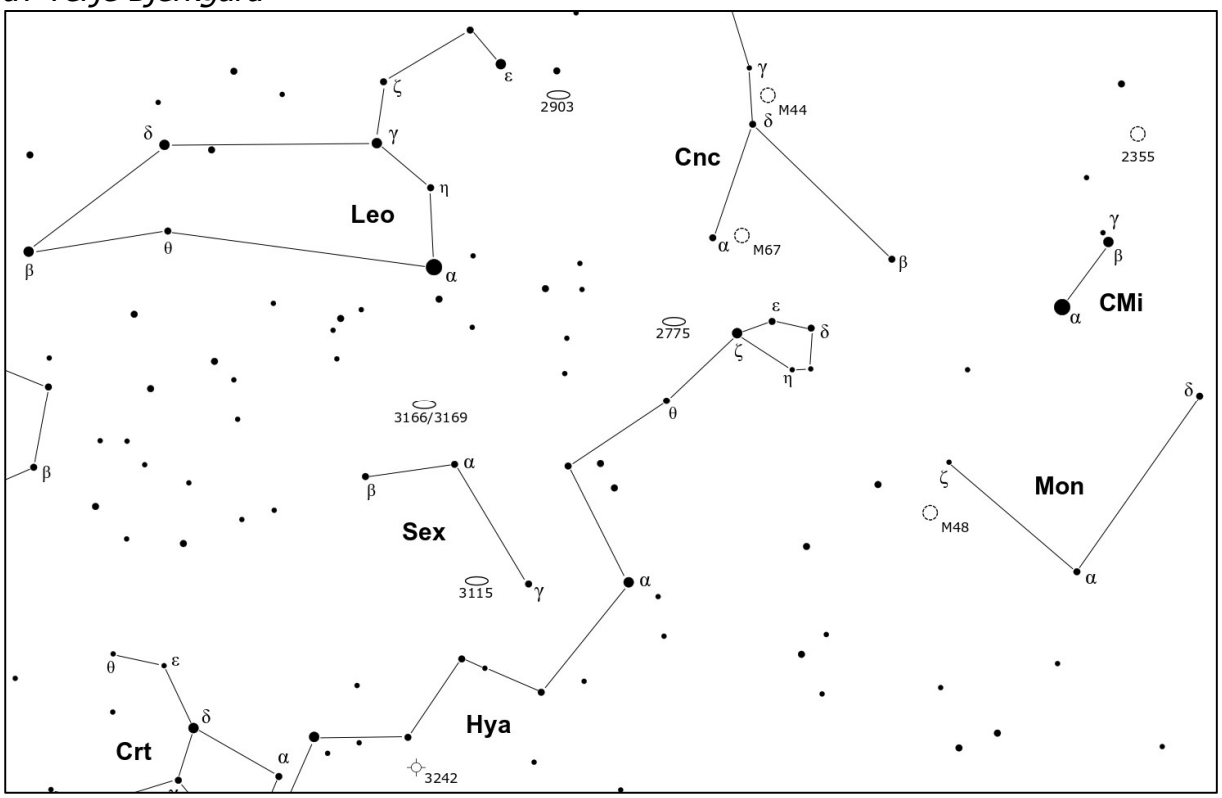
Jo mer kosmisk stråling, jo flere skykondensasjonskjerner, jo flere og tettere skyer, jo kaldere klima. Dermed henger hele historien sammen.

Svensmark selv er sikker på at flere vil finne historien provoserende, for helt siden starten i 1996 har det vært en betydelig motstand mot denne forskningen. Han sier at det er store økonomiske og politiske interesser involvert i betydningen av menneskelige utslipp av $CO_2$ for klimaet. Så ideen om at kosmisk stråling gjennom Solas aktivitet også er av betydning, er blitt møtt med kritikk som ikke alltid er like vitenskapelig.

Kanskje ikke overraskende har det vært vanskelig å få tilstrekkelige midler til å gjennomføre forskningen. Uansett dette, mener Svensmark at resultatene bryter med den hittil vanlige oppfatningen om at jorden praktisk talt er et lukket system hvor klimaet utvikler seg. For eksempel gir man i geologien $CO_2$ skylden for varme og kalde perioder gjennom de siste 500 millioner år. Men klimaendringene er drevet av stjernene, som gjennom sin betydning for livet på jorden har vært med på å bestemme CO2-nivået i atmosfæren. Endelig vil kosmisk stråling også ha betydning for det fremtidige klimaet. Alt sammen noe som bør studeres nærmere.

# Deep Sky hjørnet

*av Terje Bjerkgård*




Denne gangen skal vi se nærmere på objekter i området sør og vest for stjernebildet Løven. Her er det få iøynefallende stjerner, men en god del interessante deep sky objekter.

## NGC 3242 – Planetarisk tåke (Ghost of Jupiter)

Denne tåken befinner seg i stjernebilde Vannslangen (Hydra), langt sør på himmelen. Den er knapt 10 grader over horisonten i sør på kvelden i slutten av mars. Det er en lyssterk tåke (7.8 mag) med en tydelig blå farge. Utstrekningen er på ca. 40". Sentralstjerna har lysstyrke 12.1 mag og krever nok minst 8-tommers teleskop.

## NGC 3115 - Galakse (the Spindle Galaxy)

Dette er en lyssterk galakse i det lille stjernebildet Sekstanten (Sextans). Den har en tydelig linse-form, selv i mindre teleskoper. Lysstyrken er 8.9 mag og utstrekning er 8.1x2.8 bueminutter.

## NGC 3166/3169 - Galaksepar

Dette er to nærmest identiske galakser bare 8 bueminutter fra hverandre. Lysstyrkene er henholdsvis 10.2 og 10.4 mag og utstrekninger 5x3 bueminutter. To så lyssterke galakser i samme synsfelt er flott!

## NGC 2775 – Galakse

Dette er en lyssterk galakse sør i stjernebildet Krepsen (Cancer), like nord for Hydra sitt hode. Lysstyrken er 10.1 mag og utstrekning 4.6x3.7 bueminutter.

## M48 – Åpen hop

En flott åpen hop for alle typer teleskoper! Inneholder omtrent 80 stjerner med lysstyrker 8-13 mag innenfor et område på nesten en grad på himmelen.

# Stjernehimmelen mars – juni 2018

*av Terje Bjerkgård*

## Generelt

Det er vårjevndøgn 20.mars kl. 17.15. Da står Sola loddrett over et punkt på ekvator, og fra dette punktet vil Sola være i senit ved middagstid. Jevndøgnene er de eneste døgnene i et år der dag og natt er så godt som like lange, derav navnet. Ved et jevndøgn står Sola i ett av to motsatte punkter på himmelkulen der himmelekvator (det vil si deklinasjon 0) og ekliptikken skjærer hverandre. Disse skjæringspunktene kalles jevndøgnspunktene: vårjevndøgnspunktet og høstjevndøgnspunktet.

Det er sommersolverv 21. juni kl. 12.07. Dette er tidspunktet når Jorda er i det punktet av sin bane rundt Sola hvor den nordlige halvkule heller mest inn mot Sola. Dagen dette inntreffer er derfor den med lengst daglengde for oss. I år står Sola opp kl. 03:03 og går ned først kl. 23:38 denne dagen. Ved Krepsens vendekrets når Sola opp til senit midt på dagen på tidspunktet ved sommersolverv. Denne linjen går over blant annet Mexico, Marokko, Egypt, India og sørligst i Kina.

Siste natt med astronomisk natt (sola mer enn 18 grader under horisonten) er 10. april, mens 29. april er siste natt med astronomisk tusmørke (sola mer enn 12 grader under horisonten). Etter det er det for lyst til å studere annet enn planetene.
Sommertiden begynner kl. 02 om morgenen 25. mars. Vi skal da stille klokka fram til kl.03.

## Månefasene

| Nymåne | Voksende ½ måne | Fullmåne | Avtagende ½ måne |
|---|---|---|---|
| 17.mars | 24.mars | 31.mars | 8.apr |
| 16.april | 22.april | 30.april | 8.mai |
| 15.mai | 22.mai | 29.mai | 6.juni |

## Planetene

Dette er en svært kjedelig periode når det gjelder det å se på planeter. De tre meste spennende, Jupiter, Saturn og Mars er alle svært langt sør på himmelen, dessverre.

**Merkur** hadde største østlige elongasjon er 15. mars. Den 18.-20. mars er Venus 3-4 grader vest for Merkur og begge kan sees på kveldshimmelen. Merkur kan sees til om lag 25. mars da den kommer for nær Sola. Den dukker opp på morgenhimmelen de første ukene i april, men står opp samtidig med Sola. Mot slutten av juni er Merkur synlig svært lavt på nordvesthimmelen etter solnedgang, men den lyse himmelen gjør nok at minst prismekikkert er nødvendig for å se den.

**Venus** blir et iøynefallende objekt mot slutten av mars på vesthimmelen og er synlig i hele perioden, men står stadig lavere på himmelen fordi ekliptikken flater ut.

**Mars** dukker opp nesten i horisonten mot slutten av juni (bare 3 grader) og er i praksis ikke synlig.

**Jupiter** er synlig lavt på sørhimmelen i mars, april og mai. Den er alltid mindre enn 10 grader over horisonten og en er således dessverre plaget av dårlige forhold. Planeten befinner seg nå i stjernebildet Vekten (Libra) og er i opposisjon 9. mai. Ved opposisjon er planetskiven 44.4" stor og lysstyrken er -2.5 mag. De fire store månene Io, Europa, Ganymedes og Callisto er greit synlig i en prismekikkert.

**Saturn** står lavt, ca. 4-5 grader over horisonten tidlig på morgenen fra april og stadig tidligere utover mot mai. For å se den kreves helt fri horisont. I praksis er den altså ikke synlig. De neste årene beveger den seg ennå lenger sørover på himmelen og blir ikke synlig for oss.

**Uranus** og **Neptun** er ikke synlige i denne perioden.