CORONA

Medlemsblad for
Trondheim Astronomiske Forening

Nr.1 April 2016 18. årgang

TAF årsrapport

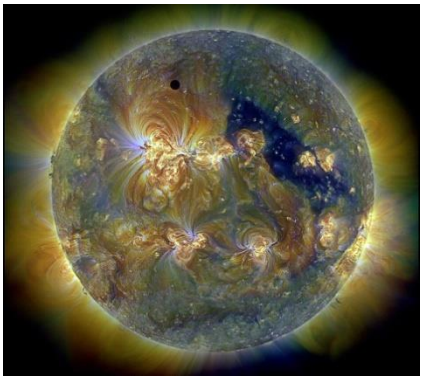
Radioastronomi

Merkelige kometer

Ny viten om Merkur

Diamanter dannet
ved asteroidenedslag

Redaktørens ord



Sola i UV lys under Venuspassasjen i 2012

Det flotte bildet av Sola over har jeg tatt med fordi observasjonssesongen når det gjelder nattehimmelen på det nærmeste er over og det dermed er på tide å begynne med å observere Sola igjen. Det er artig å følge med på aktiviteten til vår stjerne. Dersom en f.eks. tegner opp solflekkene hver dag så kan en se hvordan flekkene utvikler seg mens de roterer over solskiva. Men husk å bruke et sikkert solfilter FORAN objektivet på teleskopet.

Ser en nøyere på bildet av Sola her så legger en merke til en sort sirkel som er Venus. Den passerte over solskiva i juni 2012. Den 9. mai i år passerer Merkur foran Sola. Denne planeten er mye mindre og lenger borte fra oss enn Venus, slik at den blir veldig liten mot Sola. Det kreves derfor teleskop for å se denne Merkurpassasjen. Igjen er det viktig å huske solfilter!

Nok en gang er Corona forsinket i henhold til utgivelsesplanen som var i mars. Derfor er dessverre deler av artikkelen om stjernehimmelen og DeepSky hjørnet utdatert allerede. Men jeg lot det stå likevel. Grunnen til forsinkelsen som jeg sterkt beklager, er i stor grad atter en gang mangel på stoff. Det er også svært få bidragsytere til dette nummeret. Når også redaktøren har det svært travelt i forbindelse med jobben, slik at det også går ut over fritiden, så blir det vanskelig å få skrevet selv og også "pushe" på andre. Heldigvis har jeg noe stoff allerede til neste nummer som kommer ut i juni, MEN jeg vil svært gjerne ha flere artikler. Jeg kunne for eksempel godt tenke meg at noen skrev om oppdagelsene New Horizons gjorde av Pluto og dens måner, og om romsonden Dawns observasjoner av dvergplaneten Ceres.

Terje Bjerkgård

Styret i TAF informerer

Resultatregnskapet for 2015 viser igjen et solid overskudd. Vi har også store beløp «på bok» og få store kjente investeringer foran oss. Derfor slipper vi å bekymre oss for økonomien, noe som gjør at vi kan fortsette med samme medlemsavgift som vi har hatt siden 2008. Årsrapporten på side 4-6 viser detaljene.

Nye medlemmer og utmeldinger

TAF har fått 14 nye medlemmer siden sist, mens 7 har meldt seg ut. TAF har 180 medlemmer pr. 25/4-2016. Vi ønsker hjertelig velkommen til

Filipe Borges, Oddbjørn Carlsen, Lars Christensen, Marie-Andrée Dumais, Maja Grøtting Espestøyl, Ole Tom Espestøyl, Solbjørg Emilie Vardehaug, Hans Alan Whitburn Haugen, Gert Kluge, Tom Kristiansen, Alexander Nilsen, Remy Samuelsen, Rannvei Sæther og Anette Olsen Ydstie.

Birger Andresen,
Leder i Trondheim Astronomiske Forening

TAF
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.:
Per-Jonny Bremseth, 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 : ***Hos FESIL ASA***

FORSIDEN: M51 - Malstrømgalaksen fotografert 9. februar i år av Erlend Rønnekleiv. Gjort med TAFs kamera SBIG ST-10 gjennom 16" Orion Astrograph. Totalt 2t og 37 min eksponeringstid med filtre R,G,B,C.

Corona

Nr. 1 April 2016

Innhold

Artikler

Side 7:
Radioastronomi del 2: Radioteleskop-array studerer svarte hull og planetdannelse
Av Erlend Rønnekleiv

Side 19:
Popigai: Verdens største diamantfelt ble dannet ved asteroide-nedslag
Av Terje Bjerkgård

Side 21:
Utforskningen av Merkur
Av Terje Bjerkgård

Side 26:
Kentaurer, monsterkometer i det ytre Sol-systemet
Av Per-Jonny Bremseth

Side 27:
De underlige Schwassmann-Wachmann kometene
Av Per-Jonny Bremseth

Rapporter

Side 4:
Årsberetning 2015, TAF
Av TAF's styre

Side 14:
Observasjoner av variable stjerner i 2015
Av Terje Bjerkgård

Side 15:
Observasjoner av Sola i 2015
Av Terje Bjerkgård

Faste spalter

Side 2:
Redaktørens ord
Styret informerer
Nye medlemmer

Side 12:
Blinkskudd
"Julekometen" C/2013 US10 Catalina
Terje Bjerkgård
Galaksen NGC 4565 og Oriontåken
Av Erlend Rønnekleiv

Side 16:
Nyheter
Kepler i nødmodus
Av Eivind Wahl

Skal lage storbrann i Verdensrommet
Av Eivind Wahl

Roterende nøytronstjerne i Andromeda-galaksen
Av Eivind Wahl

Side 28:
Deep Sky hjørnet
Av Terje Bjerkgård

Side 29:
Stjernehimmelen mars - juni 2016
Av Terje Bjerkgård

Annonser

Side 6: Kikkertspesialisten

Årsberetning 2015, Trondheim Astronomiske Forening

Sammendrag

Aktiviteten i TAF har vært høy på alle kjerneområder i 2015 bortsett fra observasjon som det er vanskelig å få til nok av på grunn av værforholdene. Alle primæroppgaver er ivaretatt som planlagt. Foreningens økonomi er svært god. Samarbeidet med TEKNA og NITO om møter med eksterne foredragsholdere av høy kvalitet er videreutviklet. Utbyggingen av observatoriet har gått noe saktere enn ønsket fordi flere av de største ildsjelene har hatt mye annet å gjøre også.

Medlemmer og medlemskap

Medlemsavgiften for 2015 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 173 betalende medlemmer, hvilket er en økning på sju. Atten personer meldte seg inn i TAF mens elleve meldte seg ut eller ble strøket i 2015.

Valg og styre

På generalforsamlingen den 27. april 2015 ble følgende valgt:

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

Styret består ellers av Erlend Rønnekleiv (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 ti medlemsmøter. Foredragsholder med astro-faglig bakgrunn ble brukt på fire møter; Pål Brekke (Norsk Romsenter), professor Jan Myrheim (NTNU og TAF), sivilingeniør Erik Tandberg (Norsk Romsenter) og professor Øyvind Grøn (Høgskolen i Oslo og Akershus og Universitetet i Oslo). Møtet med Brekke ble arrangert sammen med TEKNA. Møtet med Tandberg ble arrangert sammen med både NITO og TEKNA. Møtene ble holdt på NTNU Gløshaugen.

Styremøter. Det ble ikke avholdt formelle styremøter i 2015 siden alle styresakene ble diskutert og avgjort via e-post og telefon. Dette anses som forsvarlig siden det ikke ble fremmet store eller kontroversielle saker for styret i 2015. Ideelt sett bør det avholdes ett eller flere styremøter per år. Dokumentasjon foreligger som e-poster.

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. Nytt for året var at overraskende mange kvelder med klart vær ble ødelagt av for sterk vind. Vi gjennomførte fem observasjonskvelder for eksterne grupper og måtte avlyse for tre andre.

Foredrag. Birger Andresen underviste på kurs for lærere på etterutdanning.

Turer. Det ble ikke arrangert TAF-tur i 2015. Flere TAF-medlemmer dro til Svalbard for å se den totale solformørkelsen 20. mars.

Åpne publikumsarrangementer. Det ble arrangert et godt besøkt åpent publikumsarrangement på Dragvoll i forbindelse med den delvise solformørkelsen 20. mars. Flere radio- og TV-team var til stede. Flere TAF-medlemmer ble intervjuet.

Publikasjoner, foredrag og profilering i media

Corona-redaktør Terje Bjerkgården utgav som planlagt fire nummer av medlemsbladet i 2015 med totalt 120 sider. 24 personer bidro til medlemsbladet, hvorav 17 var TAF-medlemmer. Eivind Wahl har vært fast nyhetsredaktør. Fra og med 2015 fikk alle medlemmer Corona i farger.

Birger Andresen, Jørgen Giorgio Bosoni, Per-Jonny Bremseth, Jørn Dahl-Stamnes, Kirsten Gjervan og Erlend Rønnekleiv bidro i 2015 med stoff til «Astronomi» som er tidsskriftet til Norsk Astronomisk Selskap (NAS).

TAF-medlemmer deltok i 5 medieoppslag i 2015. Det største var solformørkelsen. Av andre ting nevnes at Terje Bjerkgården deltok med astronomi på P1 radio i «Karlson på taket» i juni.

TAF hadde utstilling av mange flotte bilder og noe utstyr samt foredrag ved Vitensenteret i Trondheim i 2015 i forbindelse med Hubble-jubiléet.

TAF sin e-postliste, taf-lista, blir godt administrert av Herman Ranes. Facebook-siden blir godt administrert av Tom Reidar Henriksen og Erlend Rønnekleiv.

Observasjoner

I 2015 rapporterte Terje Bjerkgården 41 observasjoner av solflekker til *CV-Helios Network* ved Kjell Inge Malde.

Terje Bjerkgården bidro med 231 vitenskapelig nyttige observasjoner av i alt 20 ulike variable stjerner i 2015. Observasjonene rapporteres til *American Association of Variable Star Observers*.

Det private fotoobservatoriet kan nå fjernstyres via internett. Dette har gjort at Erlend Rønnekleiv har tatt en del gode astrofotografier på tross av mye dårlig vær. Terje Bjerkgården og Erlend Langsrud har også tatt mange gode bilder med sine egne linsekikkerter, dels hjemmefra, dels fra observatoriet, men også på reiser til steder med bedre forhold. Flere av disse bildene finnes i fotogalleriet på TAF-veven. TAF-medlemmer har tatt flere flotte bilder og time-lapse videoer av nordlyset, bl.a. Einar Ellingsen, Jørn Dahl-Stamnes og Brynjar Berg. Under den delvise solformørkelsen i mars ble det også tatt mange fine bilder, bla. annet av Alf Ivar Oterholm, Jørn Dahl-Stamnes samt en serie av Stein Wasbø. Pål Tengesdal tok et fint bilde av Aldebaran i det den forsvant bak Månen den 29. oktober.

Innkjøp av utstyr og eiendeler

TAF gjorde ingen innkjøp av utstyr av betydning i 2015.

Observatoriet i Bratsberg

Det ble gjort en god del arbeid på det nye observatorieområdet også i 2015. Blant annet ble 10 kubikkmeter singel fordelt rundt observatoriene. Utgravninger ble også gjort der 15 tommers Dobson-teleskopet til TAF skal plasseres permanent. Planer for selve bygget ble laget. Asle Schei laget overbygninger til monteringen som skal stå permanent oppkoblet på en av søylene i det såkalte Gjesteobservatoriet. Han bidro også med overspenningsvern for hele observatoriekomplekset etter at et lynnedslag gjorde betydelige skader på fotoobservatoriet i august.

Regnskap 2015

Resultatregnskapet for 2015 viser et overskudd på kr 23 095 mot et budsjettert overskudd på kr 2600.

Regnskapsposter der inntekt minus utgift avviker med mer enn kr 1000 fra budsjett er:

1) Mindre investert i observatorium/utstyr, deriblant snøfreser samt ny diagonal og bedre fokuseringsmekanisme til teleskopet i det visuelle observatoriet (+ 17 770)
2) Differanse mellom diverse salg og utgifter til innkjøp for videresalg (+1807).

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

Det er spart betydelige utgifter til trykking ved at FESIL AS lar TAF trykke sitt medlemsblad gratis. 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 178 308. Dette er disponible driftsmidler bortsett fra kr 21 000 som står på kontoen for avsetninger til festeavgift for tomta på observatoriet, og som skal betales i 2020.

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 30. mars 2016

Birger Andresen	Terje Bjerkgården	Erlend Langsrud	Kjell Erik Aas	Erlend Rønnekleiv
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

Radioastronomi del 2: Radioteleskop-array studerer svarte hull og planetdannelse

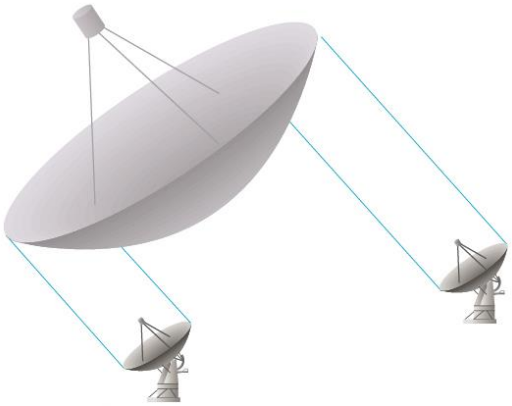
av Erlend Rønnekleiv

Ved å sette sammen signalene fra flere radioteleskoper kan man ta bilder av objekter med en oppløsning (skarphet) som ikke er mulig med lys eller andre bølgelengder. Dette vil man bl.a. utnytte til å avbilde hendelseshorisonten rundt det svarte hullet som vi tror befinner seg i sentrum av Melkeveien. Man vil også studere hva som skjer i de voldsomme gravitasjonsfeltene nær svarte hull.

I forrige Corona fortalte jeg om pionertiden innen radioastronomi på første halvdel av 1900-tallet, da Jansky og Reber bygde de første radioteleskopene, og – til astrofysikernes store overraskelse – oppdaget at det fantes sterke radiokilder ute i universet. Vi oppsummerte også de sterkeste radiokildene på himmelen, slik som supernovarester (Cassiopeia A), pulsarer (Krabbetåken) og radiogalakser (Cygnus A, Virgo A). Man vet nå at radiostrålingen fra Universet skyldes den såkalte synkrotroneffekten, hvor ladde partikler som passerer gjennom sterke magnetfelt med stor hastighet sender ut stråling i mange bølgelengder. Ladde partikler med stor hastighet finner man blant annet i de sterke gravitasjonsfeltene rundt svarte hull, og derfor kan radioteleskoper være godt egnet til å studere hva som skjer i disse områdene.

Et enkeltstående radioteleskop har i utgangspunktet dårlig evne til å løse opp små objekter på himmelen. Dette skyldes at radiobølgene er svært lange. Oppløsningsevnen avhenger nemlig av hvor mange bølgelengder det er plass til på tvers av antennediameteren. Radiobølger er typisk minst 2000 ganger lengre enn lysbølger, og et radioteleskop må derfor ha en diameter på mer enn 200 m for å oppnå samme vinkeloppløsning (målt i buesekund) som et optisk teleskop med 100 mm i diameter. Grunnen til at man likevel kan oppnå fantastisk høy oppløsning med radioteleskoper er at man kan kombinere signalene fra flere radioteleskoper som ligger langt fra hverandre (såkalte teleskop-array), og dermed oppnå en skarphet som er nesten like god som om man hadde ett enkelt teleskop som dekket hele det arealet som de ulike teleskopene er spredt ut over. Dette kalles radiointerferometri. Man har også forsøkt å sette sammen optiske teleskoper til interferometer på lignende måter, men det har i liten grad lyktes (Keck-teleskopet på Hawaii og «Very Large Telescope» i Chile). Det er særlig to grunner til at teleskop-interferometre er betydelig enklere å konstruere for radiobølger enn for kortere bølgelengder:

1) Atmosfærisk turbulens får mindre å si når bølgelengden blir lengre, og avstanden mellom teleskopene (den effektive teleskopdiameteren) blir større sammenlignet med atmosfærens tykkelse.
2) Man kan detektere den faktiske formen til radiobølgene, siden de svarer til frekvenser som kan behandles elektronisk. De detekterte signalene kan dermed digitaliseres, og overføres til en datamaskin som setter sammen bildene. Dette er betydelig vanskeligere å detektere bølgeformen til f.eks. lys, og eksisterende optiske teleskop-interferometre har i stedet forsøkt å kombinere direkte ved hjelp av lange underjordiske lysledere.



Figur 1. Skisse av hvordan flere små teleskop erstatter ett gigantisk teleskop.

Radioteleskop har også andre fordeler i forhold til avbildning ved andre bølgelengder:

- Radiobølgene passerer uhindret gjennom atmosfæren. Ellers er det stort sett bare den synlige delen av spekteret som gjør det. Radiobølgene passerer dessuten uhindret gjennom skyer.

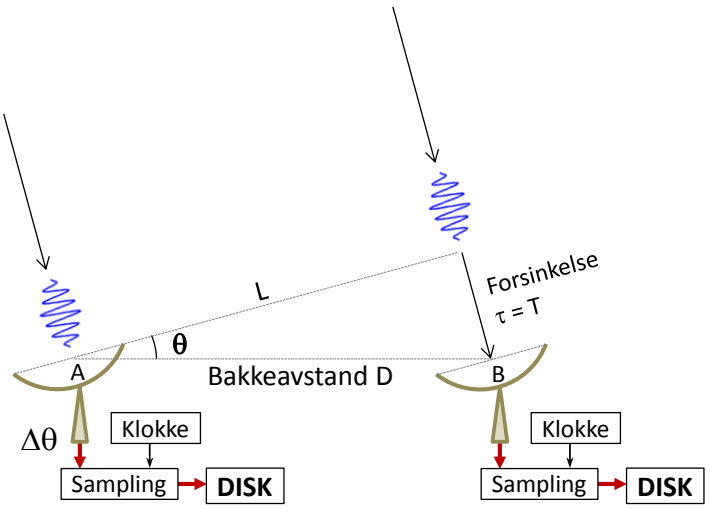
- Radioteleskop kan brukes på dagtid. Rayleighspredningen i atmosfæren, som forårsaker blå himmel i det synlige spekteret når sola er oppe, er ikke et problem for radioobservasjoner.

- Radiobølger passerer relativt uhindret forbi finkornet støv i verdensrommet, så lenge partiklene er mindre enn bølgelengden. Dette er for eksempel en stor fordel hvis man vil studere kjernen i vår egen eller andre galakser.

Selvsagt har radioteleskop også ulemper og begrensninger. Man kan for eksempel bare studere objekter og fenomener som sender ut radiostråling. Og på grunn av de lange bølgelengdene må teleskopene spres over store avstander for å ta de mest høyoppløselige bildene.

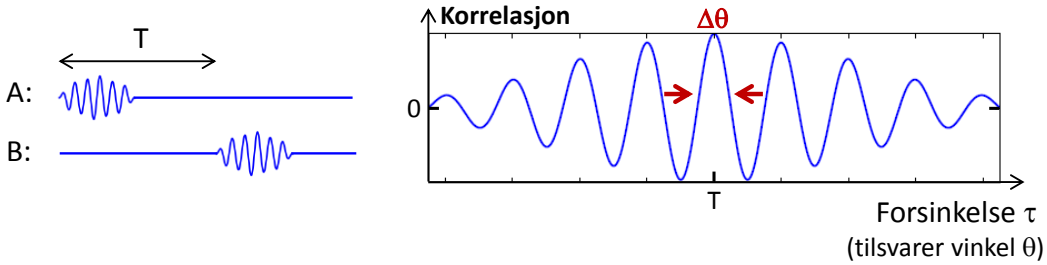
Radiointerferometri

For å forklare prinsippet for radiointerferometri tar vi utgangspunkt i et interferometer bestående av kun to teleskoper, som illustrert i Figur 2. Signalet fra en radiokilde kommer inn i den retningen som er angitt av pilene øverst i figuren, og treffer antennene A og B med en forskjell i forsinkelse som vi kaller T. Hvis vi greier å måle hva denne forsinkelsen er så vet vi retningen mot radiokilden, det vil si vinkelen θ (theta) i figuren. Signalene samples med en svært nøyaktig tidsreferanse (klokke) før de sendes til en felles datamaskin for sammenligning. Det produseres typisk flere Gbyte per sekund fra hvert teleskop, og dataoverføringen kan enten skje over en fiber-bredbåndslinje, eller ved å frakte fysiske magnetbånd eller disker.



Figur 2. Radiointerferometri opptak av signaler fra to teleskop A og B, separert med avstanden D.

«Bildet» som viser radiointensiteten fra ulike retninger dannes ved at man beregner korrelasjonen mellom signalene A og B for ulike mulige forsinkelser τ. I vårt tilfelle hvor signalet fra teleskop B er forsinket med tiden T, vil korrelasjonen se ut som den blå kurven til høyre i Figur 3. Korrelasjonen forteller noe om hvor like de to signalene blir når at A forsinkes med tiden τ i forhold til B. I vårt tilfelle har korrelasjonen sitt høyeste maksimum når τ = T, slik at signalene matcher hverandre perfekt. (Matematisk er den definert ved at A først forsinkes med τ og deretter multipliseres med B, før man beregner gjennomsnittet av produktet). For hver gang τ endres med én bølgeperiode får vi nye maksima, men disse blir vanligvis svakere jo lengre vi fjerner oss fra τ = T. Støy vil oftest gi bidrag til A og B som ikke ligner særlig på hverandre i det hele tatt, og støybidraget til korrelasjonen blir derfor nær null hvis vi midler resultatene fra målinger over lang tid.



Figur 3. Korrelasjon for å finne forsinkelsen T mellom signalene fra teleskop A og B, og dermed vinkelen θ til radiokilden som avbildes.

Hvis det er flere radiokilder i det området som antennene peker mot så vil hver kilde bidra med et korrelasjonsmønster tilsvarende det som er vist i Figur 3, og de ulike mønstrene vil ha ulike forsinkelser. Korrelasjonskurven fra de to teleskopene gir dermed en endimensjonal avbildning av hvordan styrken til radiosignalene varierer med vinkelen θ (siden vinkelen tilsvarer forsinkelsen τ).

For å få til en todimensjonal avbildning trenger man i prinsippet et ekstra teleskop C som er plassert slik at A, B og C definerer hjørnene i en trekant. Dermed kan man måle intensitetsfordelingen langs tre retninger på himmelen, for så å sette det hele sammen til et todimensjonalt bilde. I praksis er det vanlig å benytte adskillig flere enn tre teleskoper i et teleskop-array. Hvis objektet ikke ligger for nært himmelekvator vil man også få målt vinkelen mot objektet langs mange ulike retninger etter hvert som jorda roterer.

I eksemplet i Figur 3 blir toppene i koherensfunksjonen svakere etter hvert som τ fjerner seg fra T. Dette skyldes at frekvensen og amplituden til radiosignalet varierer med tiden, for eksempel som illustrert i figurene ved at det sendes ut pulser med relativt få svingeperioder. For å få en klar og tydelig avbildning trenger vi imidlertid å undertrykke «side-toppene» adskillig bedre slik at vi bare sitter igjen med én korrelasjonstopp fra hvert kildepunkt på himmelen. Det fins flere triks for å oppnå dette:

- Når man har mange ulike teleskop-par med ulik bakkeavstand D får man korrelasjonskurver som varierer med svært ulik takt versus vinkelen θ. Når man summerer alle disse kurvene vil sidetoppene i stor grad midles vekk.
- Man gjør gjentatte avbildninger mens jorda roterer, slik at avstanden L mellom strålene som treffer teleskopene endres når objektet nærmer seg horisonten. På denne måten oppnår man ytterligere variasjon i avstanden mellom koherenstoppene.
- De fleste radiokilder sender ut stråling over et betydelig bølgelengdeområde. Ved å øke mottagernes båndbredde, dvs. gjøre de følsomme for et bredere bølgelengdeområde, vil man oppnå at bredden til korrelasjonsfunksjonen (antall topper) reduseres. Dette har sammenheng med at de ulike bølgelengdene bidrar med korrelasjonsmønster som har ulike avstander mellom toppene. Når man da fjerner seg fra τ = T så slukker de ulike bidragene hverandre ut. Økt båndbredde innebærer høyere datarater som må overføres og prosesseres fra hvert teleskop.
- Man kan også gjøre opptak ved flere separate bølgelengder. Det vil bidra til enda større variasjon i avstanden mellom toppene til koherenskurvene som skal summeres.

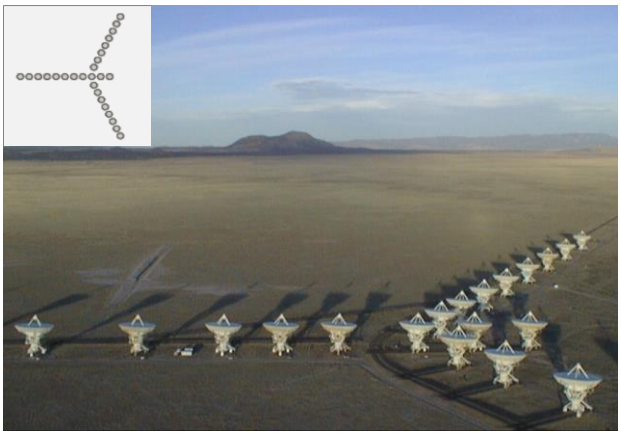
Vinkeloppløsningen som man kan oppnå med teleskop-array estimeres gjerne som $\Delta\theta = 70° \cdot \lambda/L$, (vinkeloppløsning for et teleskop med «effektiv» diameter L) hvor λ = bølgelengden og $L = D \cdot \sin(\theta)$ er den vinkelrette avstanden mellom strålene som treffer ytterpunktene i arrayet. D er bakkeavstanden («baseline» på engelsk) mellom teleskopene, jamfør Figur 2. Det er samme formel som gjelder for enkeltstående teleskop, og da representerer L teleskopets diameter. Hvis teleskopene er plassert på ulike kontinenter kan man ha L = 10 000 km. Med en bølgelengde på λ = 1 mm vil man da kunne oppnå Δθ = 0,000 025 buesekund, eller 25 mikro-buesekund.

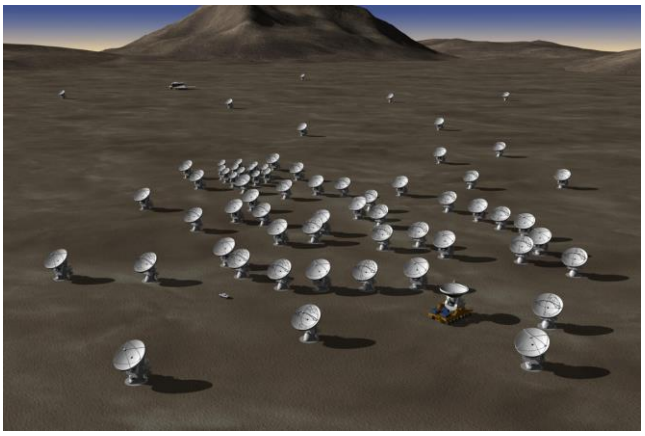
For å oppnå en slik oppløsning med optiske bølgelengder trenger man en effektiv teleskopdiameter på L = 4 km. Hvis jorda var flat og uten forstyrrende atmosfære kunne man i teorien stått med et slikt teleskop i Trondheim og talt hårstråene til folk som satt og ventet på bussen i Oslo. Eller man kunne estimere skonummeret til en astronaut på månen. I praksis er dette helt urealistisk, både på grunn av teleskopets størrelse og de store atmosfæreforstyrrelsene.

Eksempler på radioteleskop-nettverk

Ordet «array» er engelsk og brukes gjerne om ting som er stilt opp på rekke, eller i et mønster. Et radioteleskop-array er en samling av radioteleskoper som er plassert i et mer eller mindre regelmessig mønster, og hvor signalene fra alle teleskopene kombineres interferometrisk, basert på prinsippene som er forklart ovenfor. Det fins etter hvert ganske mange radioteleskop-array i drift.

VLA: «Very Large Array» i New Mexico USA er ett av de mest kjente arrayene. Dette ble bygget i 1970-årene og består av 27 parabol-teleskop, hver med 25 m i diameter og vekt på 200 tonn. Teleskopene er plassert i en Y-formasjon, som vist til venstre i Figur 4. De står på skinner slik at man kan veksle mellom konfigurasjoner der det er 1 km, 3,6 km, 10 km eller 36 km mellom ytterpunktene. Mottagerne kan ta i mot ulike bølgelengder i området fra 7 mm til 4 m. Med korteste bølgelengde og største avstand mellom teleskopene er oppløsningen på 0.04 buesekund. Mange av bildene som ble vist i artikkelen i forrige Corona var tatt med dette teleskop-arrayet. Radiomottagerne, samplings-systemene og dataprosesseringssenteret gjennomgikk en stor oppgradering fram til 2011.

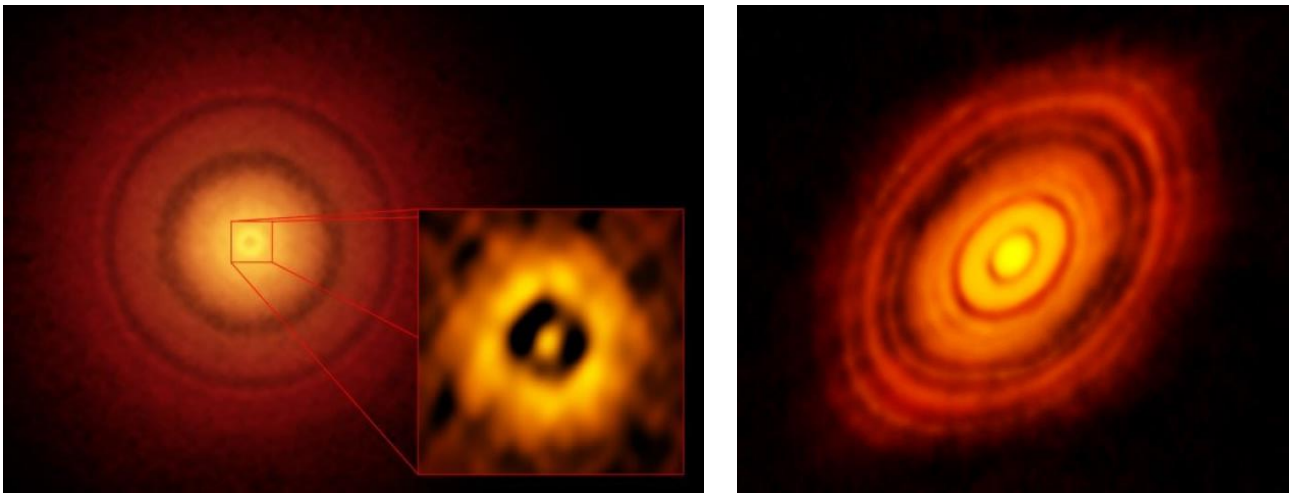




Figur 4. Til venstre: «Very Large Array» i New Mexico, USA. 27 radioteleskop kan flyttes langs skinner i en Y-formasjon. Til høyre: «Atacama Large Millimeter Array» i Chile ligger 5000 m over havet. Det skal etter hvert bestå av 64 teleskop som kan flyttes omkring med egne kjøretøy.

ALMA: «Atacama Large Millimeter Array» er et globalt finansiert prosjekt hvor 64 antenner skal plasseres ut på en slette i Chile i 5000 m høyde, se bildet til høyre Figur 4. Antennene som er 12 m i diameter kan flyttes rundt, og maksimal avstand mellom ytterkantene i arrayet er på 15 km. Bølgelengder i området fra 0,3 til 9,6 mm kan detekteres. Med korteste bølgelengde og lengste antenneavstand skulle det være mulig å få en oppløsning på 0,005 buesekund.

Bildet vist til venstre i Figur 5 er tatt med ALMA-observatoriet og viser den unge stjernen TW Hydrae, 176 lysår borte med en såkalt protoplanetarisk skive av støv og gass som er i ferd med å omdannes til planeter. De mørke ringene skyldes planeter som trekker til seg materiale fra skiven. Den innerste mørke ringen, som vi kan se i zoom-utsnittet, har omtrent like stor avstand fra stjerna som Jorda har fra Sola. Bildet, som ble publisert 30. mars i år, er tatt med 0.87 mm bølgelengde og har en oppløsningen på 0.015 buesekunder. Bildet til høyre i Figur 5 viser en lignende ung stjerne, HL Tauri, som er omtrent dobbelt så langt borte. Disse stjernene er omkring 5-10 millioner år gamle.



Figur 5. Unge stjerner fotografert med protoplanetariske disker bestående av støv og gass som er i ferd med å omdannes til planeter. Til venstre: Den unge stjernen TW Hydrae 176 lysår fra jorden. Til høyre: HL Tauri, 450 lysår borte.

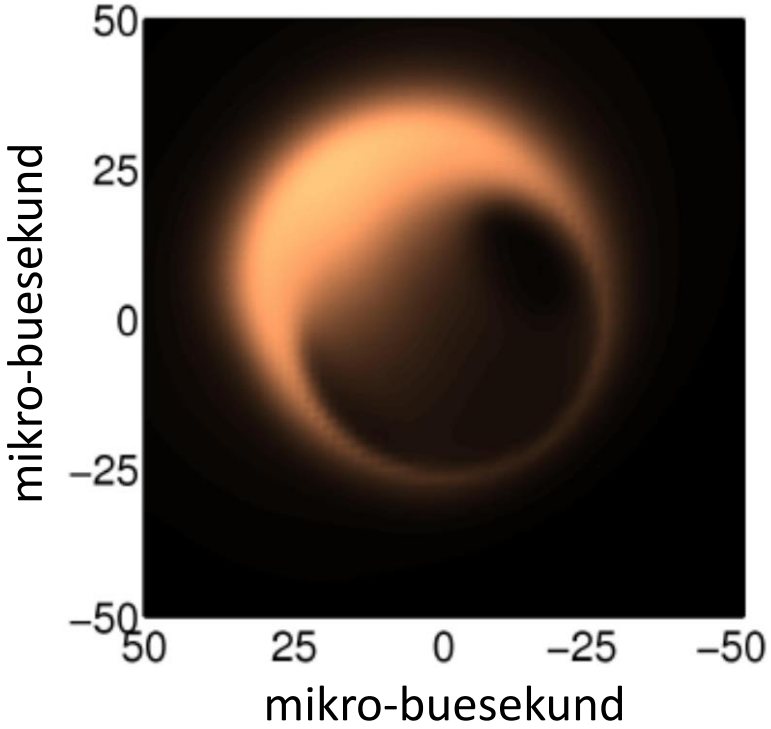
SKA: «Square Kilometer Array» er et globalt prosjekt under planlegging som skal dekke bølgelengder fra 6 m ned til 20 mm ved hjelp av to ulike typer antenner. Totalt planlegger man å plassere ut antenner over en diameter på 3000 km med et samlet areal på 1 km^2. Det enorme arealet vil gi svært høy følsomhet for svake objekter. 10 % av skal være på plass innen 2023, og resten skal bygges ut fram mot 2030. Ca. halvparten av antennene vil bli konsentrert innenfor to områder i Sør-Afrika og Australia, hvert med en diameter på ca. 5 km.

EHT: «Event Horizon Telescope» er et prosjekt som utnytter eksisterende teleskop over hele kloden for å avbilde hva som skjer nær horisontene til svarte hull. Dette vil gi en mulighet som vi aldri har hatt tidligere til å observere hva som faktisk skjer med elektromagnetisk stråling og materie nær svarte hull, og om Einsteins generelle relativitetsteori fortsatt ser ut til å stemme inne i de enorme gravitasjonsfeltene som befinner seg der.

Det mest nærliggende er selvsagt å studere det antatt svarte hullet i sentrum av Melkeveien 26 000 lysår borte, kalt Sagittarius A*. I tillegg vil man også avbilde flere detaljer i en jetstrøm som blåses ut fra et antatt svart hull midt i galaksen M87 i Virgo-hopen, 52 millioner lysår borte. Vi viste noen bilder av M87 tatt med VLA-observatoriet i forrige Corona.

Ved å studere banen til stjerner som roterer rundt Sagittarius A* har man estimert at det svarte hullet inneholder ca. 4.3 millioner solmasser. Man kan da beregne diameteren til «hendelseshorisonten», som er grensen til det området hvor hverken lys eller materie kan slippe ut av gravitasjonsfeltet. Hvis lyset hadde gått i rett linje mot oss ville denne horisonten utgjort 20 mikro-buesekund på himmelen, men fordi strålene avbøyes av gravitasjonen fra det svarte hullet (gravitasjonslinse-effekten) forventes at den tilsynelatende diameteren vil være 50 mikro-buesekund.

Så langt har EHT hatt få teleskoper tilgjengelig, og man har derfor ikke kunnet sette sammen særlig detaljerte bilder. Basert på avbildningene som er tilgjengelig har man estimert den tilsynelatende hendelseshorisonten til 37 mikro-buesekund, men med en usikkerhet som innebærer at den kan være så stor som de forventede 50 mikro-buesekundene. Videre ser man tydelige tegn til asymmetri i avbildningen. Slik asymmetri er forventet på grunn av den store rotasjonshastigheten til materien nær horisonten (det meste roterer samme vei rundt). Stråler som sendes ut på den siden som beveger seg mot oss får et betydelig Doppler-skift mot kortere bølgelengder sammenlignet med det som sendes ut på motsatt side, og dette forventer man at skal bidra til at man ser ulike strålingsintensiteter på de to sidene. Figur 6 viser en simulering av hvordan man mener at Sagittarius A* ser ut, basert på de dataene som foreløpig eksisterer.



Figur 6. Modell av det svarte hullet Sagittarius A midt i Melkeveien.*

Fra 2017 vil EHT inkludere 9 ulike observatorier, inkludert VLT, ALMA, flere på vestkysten av USA, Sydpolen, Hawaii og Spania. I løpet av neste år kan vi derfor forvente bilder av betydelig bedre kvalitet enn det man har klart å produsere så langt.

Blinkskudd

Terje Bjerkgård: Kometen C/2013 US10 Catalina som gjestet oss ved årsskiftet. Fotografert 26. desember. 13min 30 sek gjennom 120 mm f/5 refraktor med Nikon D5100 DSLR.

Erlend Rønnekleiv: Galaksen NGC 4565 i Virgohopen fotografert gjennom AG16 med SBIG 11000 CCD kamera. 91 ett-minutts eksponeringer med R,G,B og C filtre. Mange svakere galakser er synlige på bildet.

Erlend Rønnekleiv: Oriontåka fotografert med Takahashi-FSQ refraktor D=107mm, F=530mm, montering AP1600 og kamera Canon 60Da. Totalt 54 min eksponering.

Observasjoner av variable stjerner i 2015

Av Terje Bjerkgård

Terje Bjerkgård bidro med 231 vitenskapelig nyttige observasjoner av i alt 20 ulike, variable stjerner i 2015. 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).

Observatør:			**Terje Bjerkgård**		
Antall observerte stjerner:			**20**		
Antall observasjoner:			**231 (hvorav 8 stk. er av typen V < Lm, dvs. den variable ble ikke sett).**		
Stjerne	**Obs (V<Lm)**	**Stjerne**	**Obs (V<Lm)**	**Stjerne**	**Obs (V<Lm)**
RX And	14 (4)	Z And	11 (0)	SV Cas	15 (0)
V Cas	9 (1)	T Cep	8 (0)	AF Cyg	13 (0)
CH Cyg	13 (0)	R Cyg	8 (0)	SS Cyg	21 (1)
TX Dra	12 (0)	AX Per	10 (2)	GK Per	7 (0)
S Per	9 (0)	Y Per	14 (0)	R Tri	11 (0)
RY UMa	15 (0)	S UMa	12 (0)	V UMa	12 (0)
Z UMa	15 (0)	R UMi	2 (0)		

Dvergnovaer (UGSS, UGZ, UGSU): SS Cyg, RX And. **2 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.**

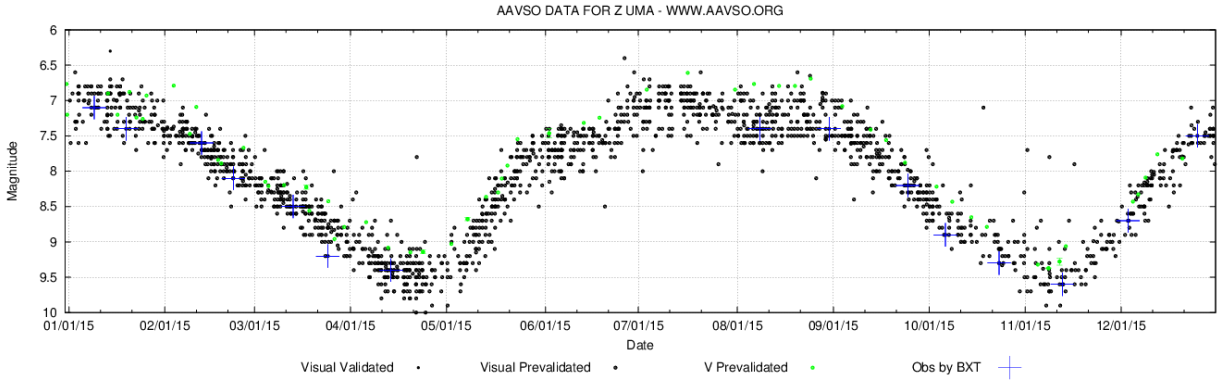
Z Andromedae stjerner (Z And +SR, Z And) : Z And, CH Cyg, AX Per. **3 stjerner.**

Novaer og nova-lignende stjerner: GK Per. **1 stjerne.**

Terje har stort sett brukt sin åtte tommer Dobsonmonterte newtonreflektor og 120 mm refraktor hjemme, samt 15-tommer dobson på observatoriet.

Beskrivelse av ulike typer variable stjerner som er observert

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



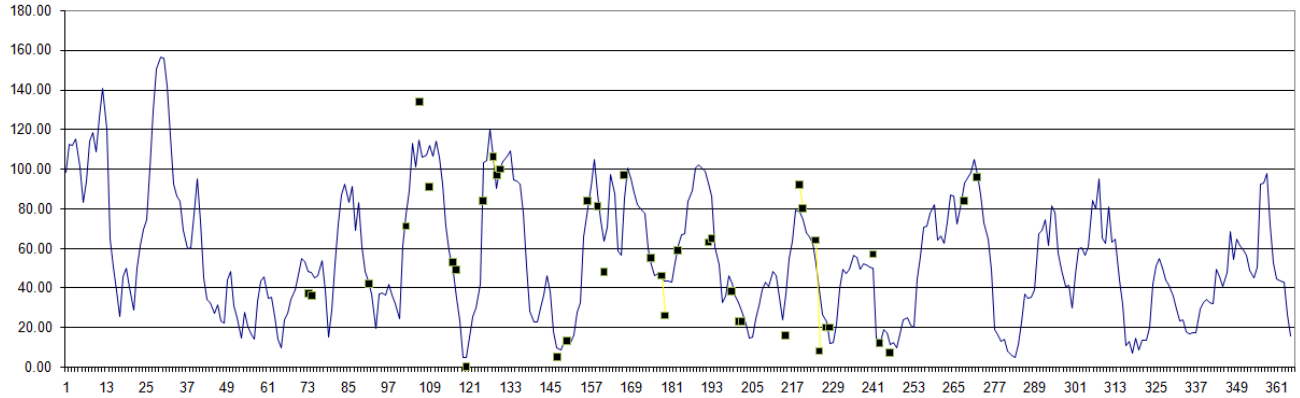
Lyskurven til den semiregulære stjernen Z UMa i 2015, en stjerne som er grei å begynne med for en nybegynner! Blå kryss viser undertegnedes observasjoner (15) i 2015.

Observasjoner av Sola i 2015

Av Terje Bjerkgård

Undertegnede har gjort 41 observasjoner av solflekker i 2015. Disse er rapportert til den internasjonale solgruppa Helios Nettverk 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 med 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.

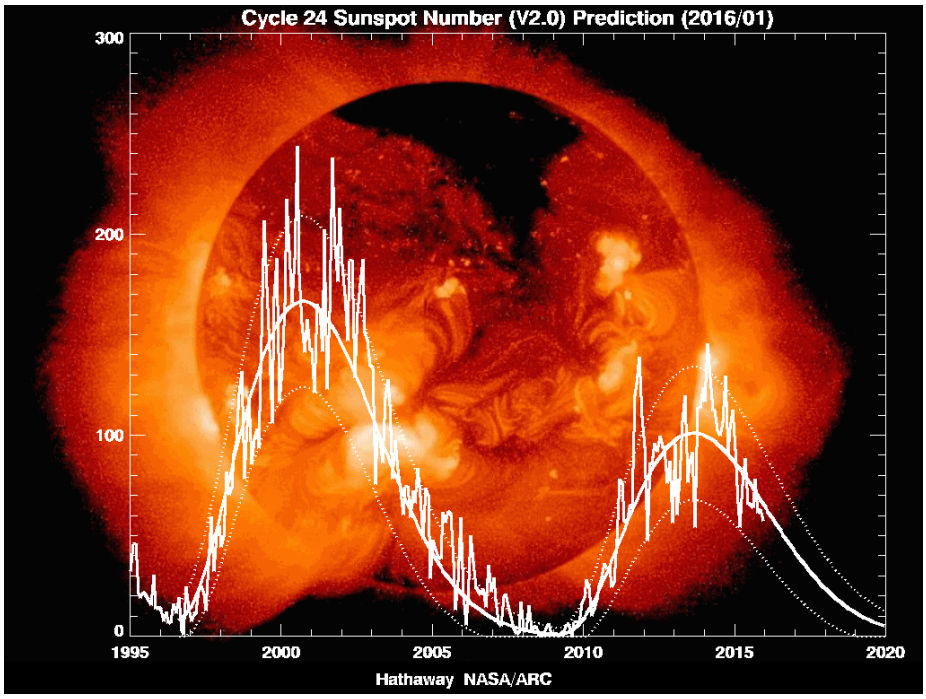


CV-verdier for Terje (sorte firkanter) og gjennomsnittet for hele CV Helios Network i 2014. Aktiviteten har vært svært varierende med noen store solflekkgrupper.

Kurven ovenfor viser CV døgn-verdiene for hele 2015. Heltrukken linje er gjennomsnittlig CV-verdi for alle observatørene i Helios Nettverk (ca. 100 personer fra hele verden). Det er noen få avvik i observasjoner mine 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 er den desidert svakeste vi har hatt på 100 år. Mange forskere lurer 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 prismekikkerter 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. Vi har nå tydelig passert maksimum og må forvente stadig lavere antall flekker framover.

Nyheter

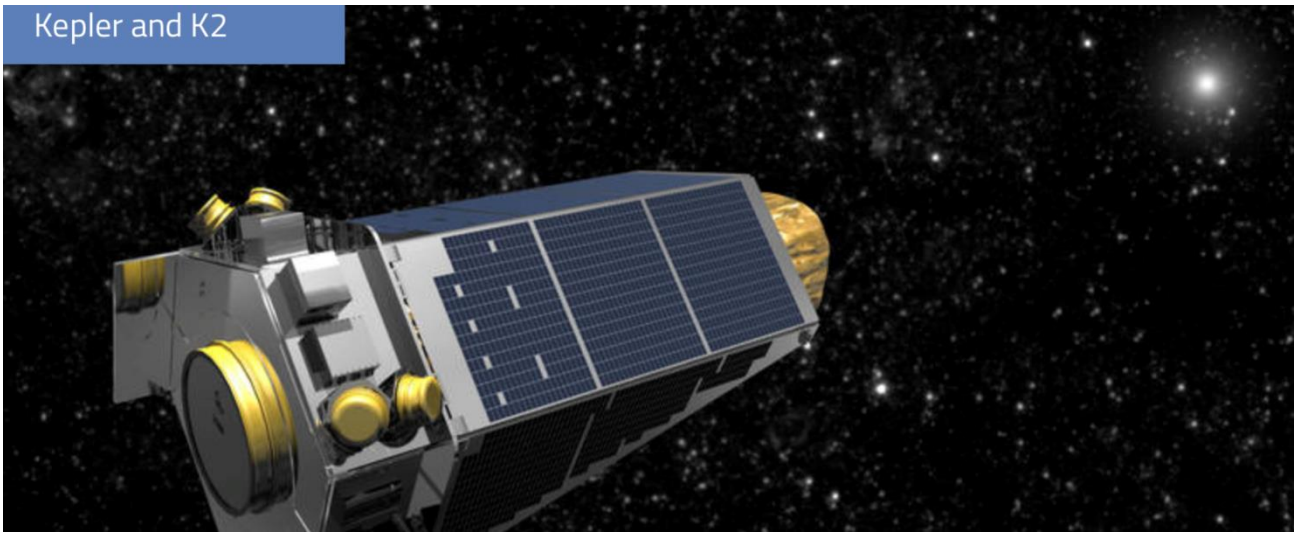
Kepler i nødmodus.

Kilde: NASAs websider

Under en rutinemessig kontakt 7. april, oppdaget operatørene at romfartøyet Kepler har satt seg selv i nødmodus.

Dette er laveste operasjonelle modus, og da brukes det svært mye drivstoff. Operatørteamet jobber nå intenst med å stabilisere Kepler.

NASAs romfartsledelse har erklært at Kepler befinner seg i en nødsituasjon, og dette gir prioritert tilgang til jordbasert kommunikasjon fra organisasjonens "Deep Space Network".



De tidligst mottatte data indikerer at Kepler gikk inn nødmodusen 36 timer før kontakttidspunktet, og før operatørene skulle begynne operasjonen med å få romskipet til å sikte seg inn mot sentrum av Melkeveien. Dette som et ledd i NASAs K2 program for å utforske planeter utenfor vårt solsystem.

Kepler er nesten 120 millioner km fra jorden, og dette gjør kommunikasjonen veldig treg. Selv med lysets hastighet trenger signalene 13 minutter fram og tilbake.

Den forrige ordinære kontakten med romskipet var 4. april og da var alt i orden.

Kepler fullførte sin primære oppgave i 2012 da den hadde oppdaget nesten 5000 planeter utenfor solsystemet, og siden har over 1000 av dem blitt bekreftet. I 2014 startet romskipet på et nytt oppdrag kalt K2, og i dette ekstraoppdraget skal det fortsatt letes etter planeter, men i tillegg forventer man å kunne studere unge stjerner, supernovaer og andre astronomiske objekter.

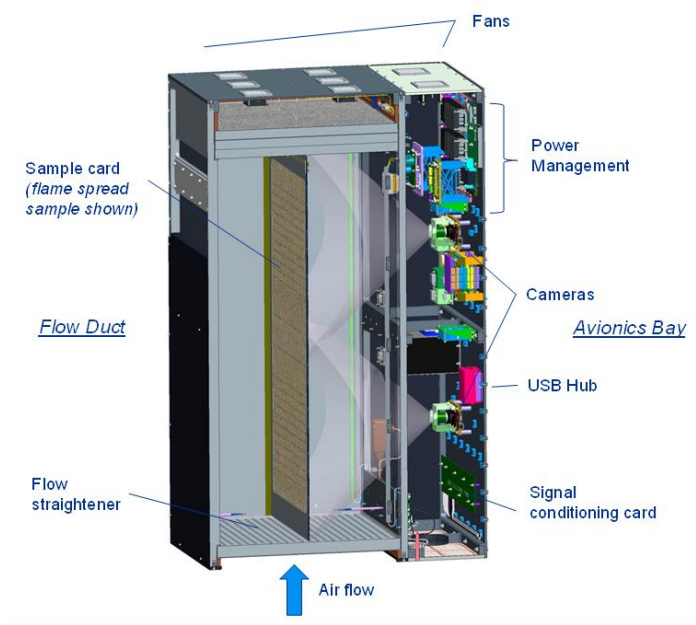
Eivind Wahl

Skal lage storbrann i verdensrommet.

Kilde: forskning.no sine websider

Snart skal NASA fyre opp historiens største menneskeskapte verdensrom-flamme for å lære mer om ild i nullgravitasjonsmiljø.

Transportskipet Cygnus satte 22. mars 2016 kursen mot ISS med lasterommet fullt av nødvendige forsyninger og utstyr. På veien tilbake mot Jorda skal det nesten tomme fartøyet fungere som åsted for den største kontrollerte brannen i verdensrommet noensinne.



Prosjektet, som kalles Saffire I (Spacecraft Fire Experiment I), starter for alvor når et stykke SIBAL-materiale fjernantennes fra et kontrollrom i Virginia. SIBAL-materialet består av glassfiber og bomull, og har tidligere blitt studert i tilsvarende eksperimenter i langt mindre skala.

Utstyret som skal brukes for å overvåke brannen i Cygnus.

”Vi har bare gjennomført små forbrenningseksperimenter i nullgravitasjon på ISS. Gjennom Saffire-prosjektet kan vi brenne mye mer materiale uten at det er noen fare for romstasjonen og astronautene som bor der,” sier prosjektleder Gary Ruff i en pressemelding.

Ruff kaller brann i verdensrommet «en av de største sikkerhetsbekymringene». Én ting er jo at det er vanskelig å stikke av når du ikke har noen plass å dra, en annen ting er at flammer oppfører seg helt annerledes i nullgravitasjonsmiljø enn det vi er vant med på Jorda.

Astrofysiker Jostein Riiser Kristiansen bruker båltenning som eksempel på en situasjon der vi merker hva gravitasjon betyr for flammer.

”Hvis vi legger avispapiret på toppen av veden er det vanskelig å få fyr. Det skyldes naturligvis gravitasjonen. Varm luft utvider seg og får mindre tetthet enn lufta omkring, og stiger derfor oppover.”

Legger du derimot det brennende papiret nederst vil varm luft og brennbare gasser bevege seg oppover til resten av veden.

”I vektløshet har ikke opp og ned noen mening. Når luft varmes opp, vil den utvide seg og spre seg utover. Men uten en definert opp-retning vil oppførselen til flammene bli helt annerledes.”
Saffire I er, som navnet antyder, det første av flere eksperimenter. I juni skytes Saffire II opp, med ni forskjellige materialer som alle skal brennes.

”Med disse eksperimentene prøver vi først og fremst å få svar på to spørsmål: Vil en flamme som sprer seg oppover fortsette å vokse, eller vil nullgravitasjon begrense størrelsen? Hvilke materialer tar fyr, og hvordan brenner de?” sier Ruff.

Kanskje får vi svar på dette i løpet av året. Cygnus skjebne er uansett beseglet, fartøyet kommer til å brenne opp i møtet med Jordas atmosfære et sted over Stillehavet.

Eivind Wahl

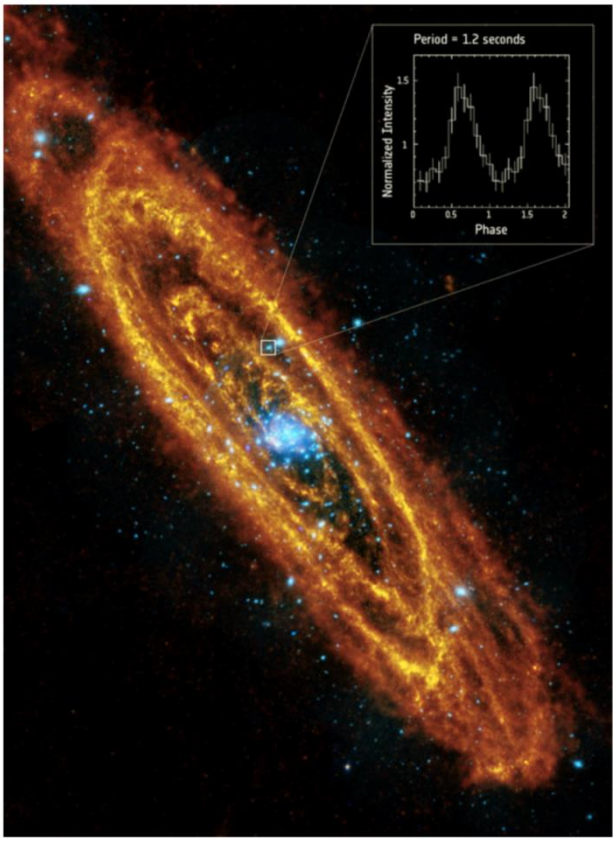
Andromedagalaksens første roterende nøytronstjerne funnet.

Kilde: ESAs websider

Tiår med leting i Melkeveiens nabogalakse har endelig gitt uttelling: Andromedas første roterende nøytronstjerne er funnet av ESAs XMM-Newton røntgenteleskop.

Andromedagalaksen, eller M31 som den også kalles, er et populært objekt blant astronomer. Under gode forhold kan galaksen sees med det blotte øye.

Andromedagalaksen er ganske lik Melkeveien i struktur, og siden den også er vår nærmeste spiralgalakse, er den et naturlig laboratorium for astronomer. Den har vært nøye studert i mange tiår ved hjelp av teleskoper som har benyttet hele det elektromagnetiske spektrum. Til tross for dette, er det en klasse objekter som ikke har blitt oppdaget: roterende nøytronstjerner.



Nøytronstjerner er små og svært tette rester av gigantstjerner som eksploderte som kraftige supernovaer på slutten av sine liv. De roterer ofte svært hurtig, og kan sveipe strålingspulser mot jorden, akkurat som et fyrtårn ser ut til å blinke når det roterer.

Disse ”pulsarene” finner man ofte i binære solsystemer der den ene stjernen prøver å spise den andre. Når gravitasjon og magnetfelt trekker gass fra nabostjernen, fører dette til at nøytronstjernen roterer stadig fortere, og pulser av røntgenstråler sendes ut fra supervarm gass.

Slike binære systemer er ganske vanlige i vår galakse, men har aldri før blitt observert i Andromeda. Den nyoppdagete nøytronstjernen roterer rundt seg selv hvert 1,2 sekund og ser ut til å spise av nabostjernen som den roterer rundt hvert 1,3 døgn.

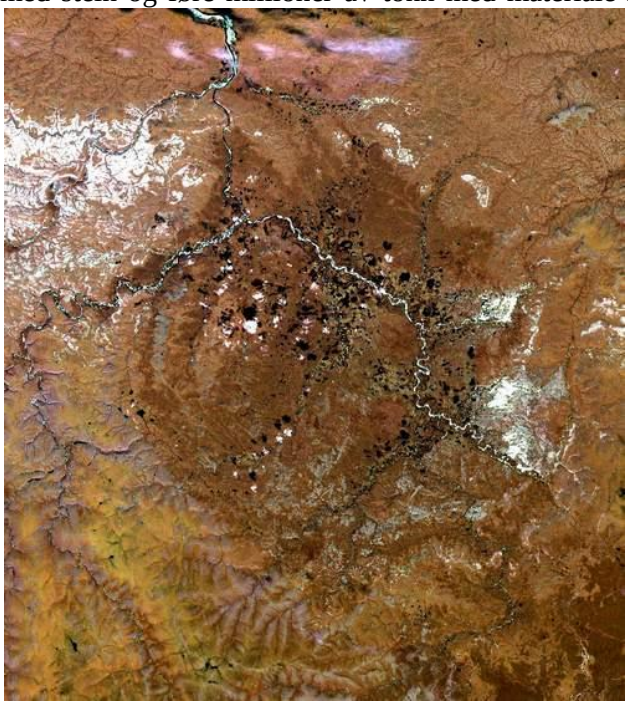
Eivind Wahl

Popigai: Verdens største diamantfelt ble dannet ved asteroide-nedslag

Av Terje Bjerkgård

De aller fleste diamanter dannes dypt nede i mantelen, typisk 120-200 km dyp. Der er det høyt nok trykk til at karbon kan gå over til diamant. Men diamanter kan også dannes ved asteroide-nedslag, selv om det nok er svært sjelden.

For 35 millioner år siden traff en asteroide med diameter på mellom 5 og 8 kilometer jordoverflaten på Taimyr-halvøya i det nordlige Sibir i Russland. Asteroiden hadde en hastighet på 15-20 km/sek da den smalt ned i bakken. Energien som følge av nedslaget var nok til å smelte tusenvis av kubikk-kilometer med stein og føre millioner av tonn med materiale høyt opp i atmosfæren. Noe av dette materialet ble også ført med vindene til andre kontinenter.



Eksplosjonen skapte et 100 km bredt nedslagskrater med en rand opptil 20 km tykk av knuste bergarter. Dette er Popigai-krateret og er det sjuende største som vi til nå har funnet på jordoverflaten.

Popigaikrateret er bare såvidt synlig på dette satelittbildet.

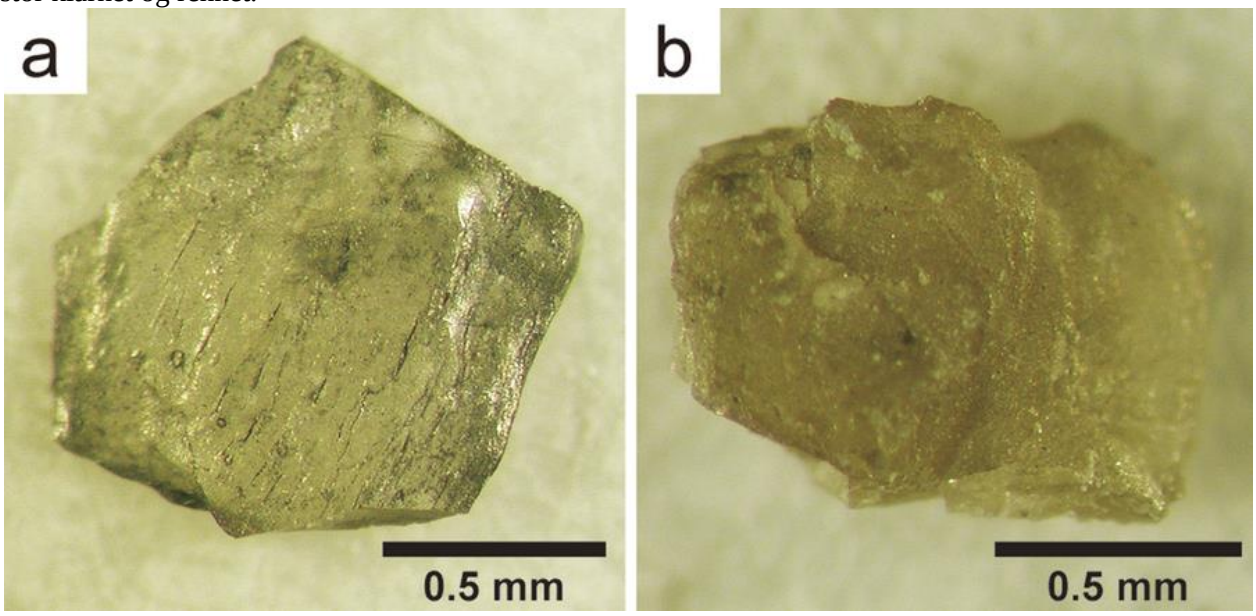
I dag, altså 35 millioner år seinere, har forskerne funnet hundrevis av kilometer med tagamitt, som er en smeltebergart dannet som følge av nedslaget, inne i krateret. Det er beregnet at så mye som 1750 km^3 med bergart smeltet, og at omtrent halvparten ble kastet ut av krateret under kollisjonen. Det ble også dannet store mengder med breksjebergart (fragmentert bergart), som kalles suevitt. Tykkelsen på suevittlaget er opptil 600 m og volumet er beregnet til hele 5000 km^3.

Kraterveggen i Popigai som viser megatonn store blokker av knuste bergarter. Den brune bergarten på toppen er tagamitt, en smeltebergart dannet som følge av nedslaget.

Sammenstøtet skjedde der arkeiske (eldre enn 2500 millioner år) grafitt-førende granatgneiser i grunnfjellet ligger under omtrent 1.5 kilometer med sedimenter. Bergartene i selve nedslagspunktet fordampet momentant og et 8-10 km dypt krater ble sprengt ut, gjennom sedimentene og ned i den underliggende gneisen.

Varmen og trykket under sammenstøtet var langt høyere enn det som kreves for å skape diamanter. Energien tilsvarte millioner av Hiroshima-bomber og temperaturer langt høyere enn på Solas overflate. Trykk og varme avtok vekk fra selve nedslagspunktet, men først 12-13 km unna var forholdene blitt ideelle til at diamanter kunne dannes.

Diamantene ble dannet momentant fra grafitten i gneisen da forholdene i et øyeblikk var riktige. Denne "sjokk-dannelsen" førte til at de aller fleste diamantene fikk samme størrelse og form som grafittflakene de ble dannet av. De fleste er under 2 mm i størrelse (maks. ca. 10 mm) og er såkalte polykrystalline diamanter. Fordi dannelsen skjedde i et øyeblikk, så var det ikke tid til å danne store enkeltkrystaller med stor klarhet og renhet.



Diamanter fra Popigai: a) Ren diamant, b) blanding av lonsdaleitt og diamant.

Det ble dannet en ringformet sone anriket i diamanter omtrent 1-2 km tykk 12-13 km unna nedslagsstedet. Beregninger antyder at volumet på den diamantførende bergarten er omlag 1600 km^3 og at mengden diamanter er høyere enn i alle de andre kjente diamantforekomstene i verden til sammen!

Disse diamantene er altså ikke av smykkesteinskvalitet, men kan brukes som industridiamanter til slipemiddel. Imidlertid produseres hele 98 % av dagens industridiamanter kunstig. Dette er billigere enn å utvinne dem ved gruvedrift.

I dag er det ingen utvinning av diamanter i Popigai. Krateret ligger langt fra all infrastruktur helt nord i Sibir, hvor det ikke bor folk. Dette gjør gruvedrift vanskelig. Imidlertid inneholder forekomsten mineralet *lonsdaleitt* som er et sjeldent karbonmineral med heksagonal struktur. Lonsdaleitt dannes ved høyt trykk og temperatur, akkurat som diamant, og er funnet i enkelte meteoritter og nedslagskratre. Mineralet kalles ofte heksagonal diamant (vanlig diamant har kubisk struktur) og har en hardhet som langt kan overgå vanlig diamant. Imidlertid er det ofte en blanding av kubisk og heksagonal struktur i mineralet, slik at hardheten gjerne er lavere. Men dersom det skulle være store mengder lonsdaleitt i Popigai så kan det være interessant. Det er visstnok også funnet ennå en type karbonmineral som skal være enda hardere enn lonsdaleitt.

Utforskningen av Merkur

Av Terje Bjerkgård

Den 30. april i fjor avsluttet romsonden Messenger sin nær 4 år lange utforskning av planeten Merkur. Det er derfor på sin plass å omtale hva sonden fant ut, men også ta et tilbakeblikk på utforskningen også før Messenger.

Fakta om Merkur

Merkur er den innerste av planetene og befinner seg bare ca. 58 millioner km fra Sola i gjennomsnitt (perihel er 46 mill. km og aphel er 70 mill. km fra Sola). Dette er bare vel en 1/3 av Jordas avstand til Sola. Planeten bruker knapt 88 døgn på et omløp rundt Sola, mens Merkurdøgnet er 1407.5 timer (58.646 jorddøgn). Planeten roterer faktisk tre ganger om sin akse for to omløp rundt Sola. En observatør på Merkur vil derfor se bare en dag pr. to Merkurår.

Merkur er den minste planeten i Solsystemet og har en ekvatorradius på 2439.7 km (40 % av Jorda). Faktisk er Jupitermånen Ganymedes og Saturnmånen Titan også større enn Merkur. Merkurs tetthet er til gjengjeld svært høy og bare litt lavere en Jordas (5.427 vs. 5.515 g/cm^3). Fjerner vi kompresjonseffekten fra tyngdekraft så har faktisk Merkur vesentlig høyere tetthet enn Jorda. Merkur må derfor ha en stor jernrik kjerne. En har regnet seg fram til at kjernen utgjør hele 42 % av Merkurs volum. Til sammenligning utgjør Jordas kjerne bare 17%. Utenfor denne kjernen som har radius på 1800 km er det en 500-700 km tykk mantel bestående av silikatmineraler, mens skorpen er mellom 100 og 300 km tykk.

Observasjoner av Merkur fra Jorda

De tidligste nedskrevne observasjonene av Merkur er antakelig gjort av en observatør fra Assyria omkring det 14. århundre f.Kr og er nedtegnet på de såkalte Mul-Apin tavlene. Der er planeten kalt Udu Idim Gu som kan oversettes med "den hoppende planeten." Babylonerne har nedtegnelser fra ca. år tusen f.Kr. og kalte planeten Nabu som betyr "budbringer til gudene". De gamle grekerne kjente planeten som Stilbon - "den skinnende" og Hermes som var gudenes budbringer. Blant romerne ble Hermes til Merkur og slik fikk planeten det navnet vi kjenner i dag.

Astronomen Ptolemaios skrev om muligheten for Merkurpassasje i sitt verk "Planet-hypoteser". Han foreslo at grunnen til at dette ikke var observert var enten fordi Merkur var for liten eller at det skjedde svært sjelden. Flekker som fra tid til annen ble observert på Sola ble tatt som bevis for passasjer av enten Merkur eller Venus, men i mange tilfeller var det antakelig snakk om store solflekker.

Galileo var den første som rettet et teleskop mot Merkur i 1609. Imidlertid kunne han ikke se noen faser fordi teleskopet ikke kunne gi stor nok forstørrelse. Han observerte imidlertid Venus sine faser. Først i 1639 ble Merkurs faser observert av Giovanni Zupa og beviste dermed at Merkur gikk i bane rundt Sola. I 1631 ble den første Merkurpassasjen observert av Pierre Gassendi etter beregninger utført av Johannes Kepler. En svært sjelden begivenhet ble observert i 1737 da Venus okkulterte Merkur. Neste gang dette skjer er ikke før 3. desember 2133.

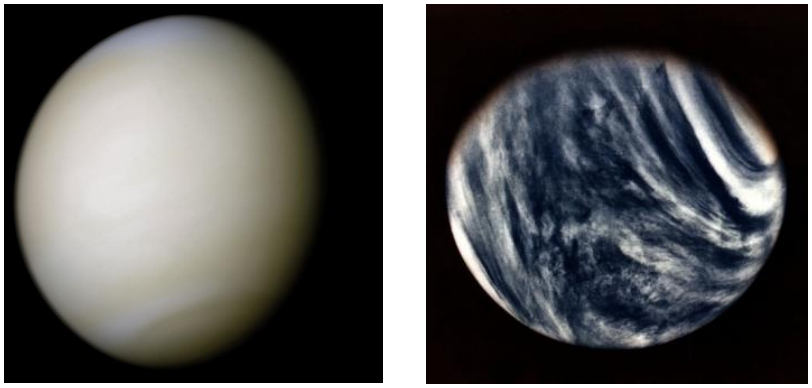
Vanskelighetene med å observere Merkur gjør at den er blitt mye mindre studert enn de andre planetene. I 1800 gjorde Johann Schröter observasjoner og mente blant annet å ha funnet 20 km høye fjell. Ut fra Schröters tegninger fant Friedrich Bessel en feilaktig rotasjonsperiode på 24 timer og en aksevinkel på hele 70°. I 1880-årene kartla Giovanni Schiaparelli planeten i større detalj og mente at Merkur brukte 88 dager på en rotasjon, altså det samme som omløpstiden rundt Sola og således hadde bunden rotasjon. I 1934 utga Eugenios Antoniadi et atlas, basert på sine egne og andres observasjoner. Mange av overflatetrekkene, og spesielt de mørke trekkene har navnene etter Antoniadis kart.

På 1960-tallet begynte russerne og amerikanerne å bruke radar for å studere planeten og fant dermed ut at planeten brukte ca. 59 dager på en rotasjon rundt sin akse, noe som til slutt ble bekreftet av Mariner 10 sonden.

Mariner 10

Mariner 10 ble skutt opp i november 1973 med mål å fly forbi både Venus og Merkur. Hovedformålet var å studere planetenes atmosfære, overflatetrekk og fysiske egenskaper. Videre skulle sonden gjøre eksperimenter i det interplanetariske medium. Det var også første gang man brukte tyngdekrefter fra planetene til å endre retning og hastighet på romsonder.

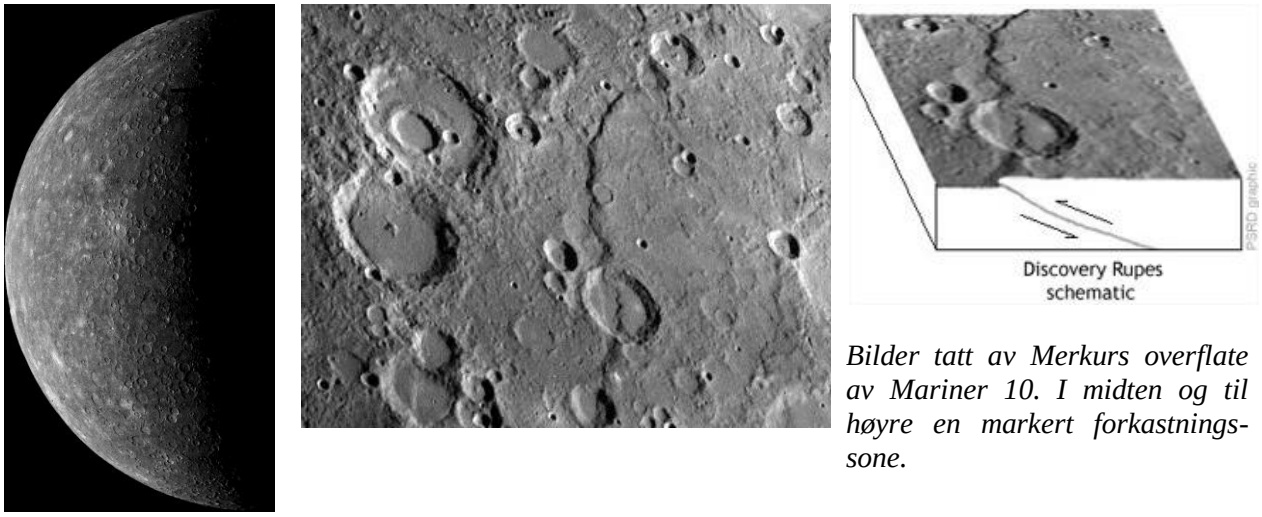
Mariner 10 passerte Venus 5. februar 1974 på en avstand av 5768 km. Det var faktisk den 12. sonden som nådde Venus og den 8. som sendte tilbake data. Det ble tatt hele 4165 bilder, som blant annet viste en tykk atmosfære med gjenkjennbare detaljer og trekk, slik at kunne bekrefte at Venus gjorde et omløp på 4 døgn. Videre ble det sendt radiobølger gjennom Venusatmosfæren som gav data om blant annet skystrukturer og temperaturer.



Bilder av Venusatmosfæren tatt av Mariner 10. Til venstre i synlig lys, til høyre i ultrafiolett lys.

Venus tyngdekraft ble brukt til å få en bane som gjorde at Mariner 10 kunne treffe Merkur. Sonden fløy forbi Merkur tre ganger. Imidertid, på grunn av geometrien på banen, så var omløpstiden nesten eksakt det dobbelte av Merkurs, slik at det var samme side av Merkur som var i sollyset ved hver passering. Dette gjorde at bare 40-45 % av overflaten ble observert og fotografert.

Det ble tatt over 2800 fotografier av Merkuroverflaten. Disse viste en overflate svært lik Månens, dekket av kratre. Mariner 10 oppdaget også at Merkur har en flyktig atmosfære bestående hovedsaklig av helium, samt at planeten har et magnetfelt og en stor jernrik kjerne. Sonden målte også en nattetemperatur på -183 ^{o}C og en maksimum dagtemperatur på hele 187 ^{o}C.

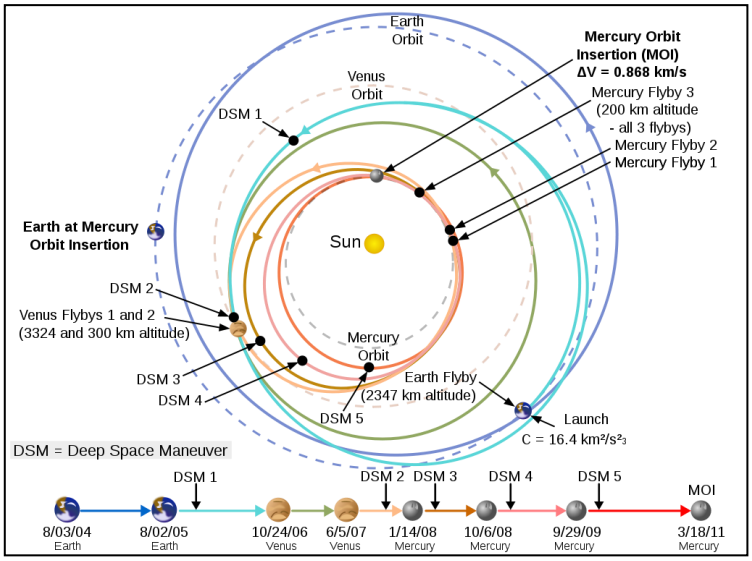


Bilder tatt av Merkurs overflate av Mariner 10. I midten og til høyre en markert forkastningssone.

I mars 1973 var det slutt på drivstoff og nitrogen til instrumentene og sonden ble slått av. Den kretser stadig rundt Sola, men elektronikken er nok nå ødelagt av solstrålingen.

Messenger

NASA sonden Messenger ble skutt opp fra Cape Canaveral i Florida 3. august 2004 og gikk inn i bane rundt Merkur 18. mars 2011. Grunnen til at ferden tok mer enn 6 1/2 år er fordi Merkur ligger så nær og dermed dypt nede i Solas gravitasjonsbrønn. Dersom sonden hadde reist direkte til Merkur, ville det krevd enorme mengder drivstoff for å bremse sonden tilstrekkelig til at den kunne komme inn i bane. For planeter med atmosfære, slik som Jorda og Venus, kan en også bruke atmosfæren til å bremse ned hastigheten, noe som ikke mulig med Merkur.



For å få Messenger i bane brukte en isteden Jorda og Venus sine tyngdekrefter til å redusere hastigheten relativt til Merkur. Sonden passerte først Jorda en gang, deretter Venus to ganger før den passerte Merkur hele tre ganger før den gikk inn i en svært elliptisk bane rundt planeten (se figur).

http://messenger.jhuapl.edu/news_room/MessengerQuadrafold.pdf

Den 30. april i fjor avsluttet Messenger sin utforskning av Merkur ved å krasje mot overflaten. Sonden fikk altså mer enn fire år med observasjoner av planeten.

Messengers instrumenter

Messenger hadde et avansert CCD kamerasystem bestående av to kameraer på en dreibar plattform. Fargebilder ble tatt ved hjelp av smalbåndfiltre med et vidvinkelkamera. Med dette systemet ble det tatt over 250 000 bilder, derav et sett som dekket hele overflaten. Oppløsningen var 250 meter pr. pixel for hele overflaten, mens mer detaljer ble tatt med et kamera som gav oppløsning på 20-50 meter pr. pixel.

Et gamma-spektrometer ble brukt for å måle gamma-stråling fra overflaten. Dette gav informasjon om overflatens sammensetning ned til 10 cm dyp når det gjaldt innhold av oksygen, silisium, svovel, hydrogen, jern, kalium, thorium og uran.

Et nøytron-spektrometer for å finne hydrogenholdige mineraler til et dyp på opptil 40 cm, noe som gjøres ved å detektere lav-energi nøytroner fra kollisjoner av kosmisk stråling med mineralene.

Røntgen-spektrometer ble brukt for å kartlegge mineralsammensetning i den øverste millimeter av overflaten ved å detektere spektrallinjer i røntgenområdet (1-10 keV) fra elementene magnesium, aluminium, svovel, kalsium, titan og jern.

Et magnetometer målte magnetfeltet rundt Merkur i stor detalj for å bestemme styrke og retning på feltet.

Laser-høydemåler kunne ved hjelp av en infrarød laser måle nøyaktige høyder på Merkur-overflaten.

Ultrafiolett spektrometer ble brukt for måling av atmosfærens sammensetning.

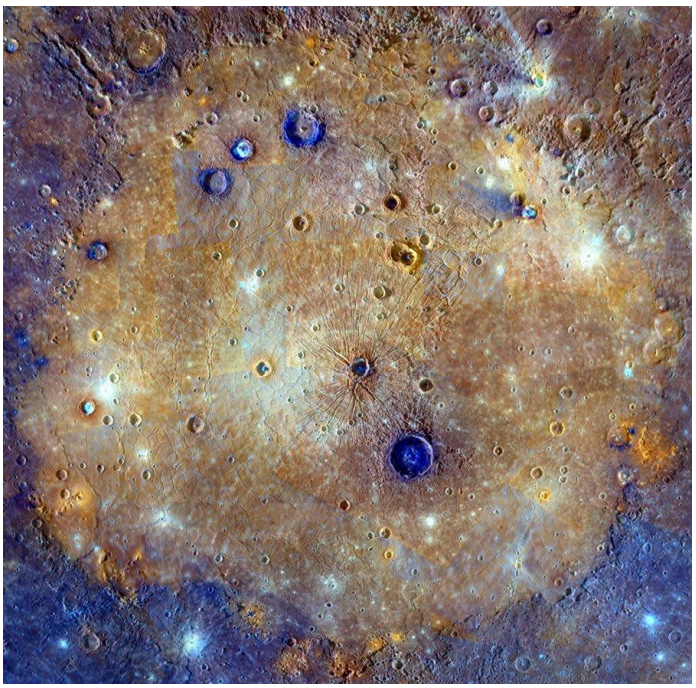
Et partikkel- og plasma-spektrometer målte de ladde partiklene i Merkurs magnetosfære og overflate.

Ved hjelp av radiobølger og Messengers posisjonsdata ble Merkurs tyngdekraft og planetkjernen målt og utforsket.

Messengers oppdagelser

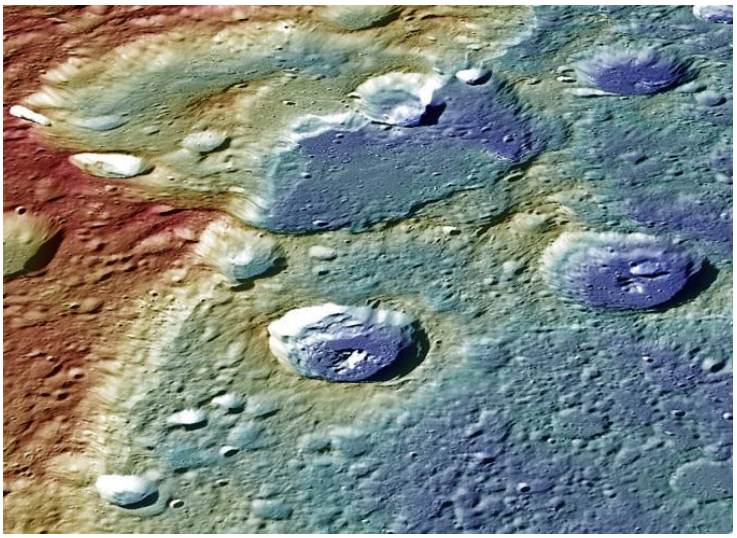
Messenger tok mer enn 250 000 bilder av Merkur i forskjellige bølgelengder. Disse vises så i forskjellige falske farger og viser kjemiske, mineralogiske og fysiske forskjeller over Merkuroverflaten. De mange bildene gjør at ikke bare har vi fått oversiktsbilder i stor skala, men også en rekke detaljerte bilder som viser bl.a. ferske nedslagskratre, og vulkanrør der såkalte pyroklastiske avsetninger har blitt kastet ut.

Sonden har gitt nye detaljer om det siste store bombardementet av asteroider og kometer for ca. 4 miliarder år siden. De aller fleste av nedslagskratrene på Merkur ble dannet i denne tiden. Som Månen var også Merkur vulkansk aktiv på denne tiden og store kraterstrukturer som det 1550 km store Calorisbassenget ble fylt med lava fra planetens indre.



Calorisbassenget ble oversvømt av 2.5-3.5 km tykk lava for ca. 4 milliarder år siden (oransje). Seinere nedslag har eksponert den underliggende bergarten (blå). De mer tydelig oransje flekkene langs randen av bassenget er trolig av vulkansk opphav dannet seinere enn selve bassenginnfyllingen.

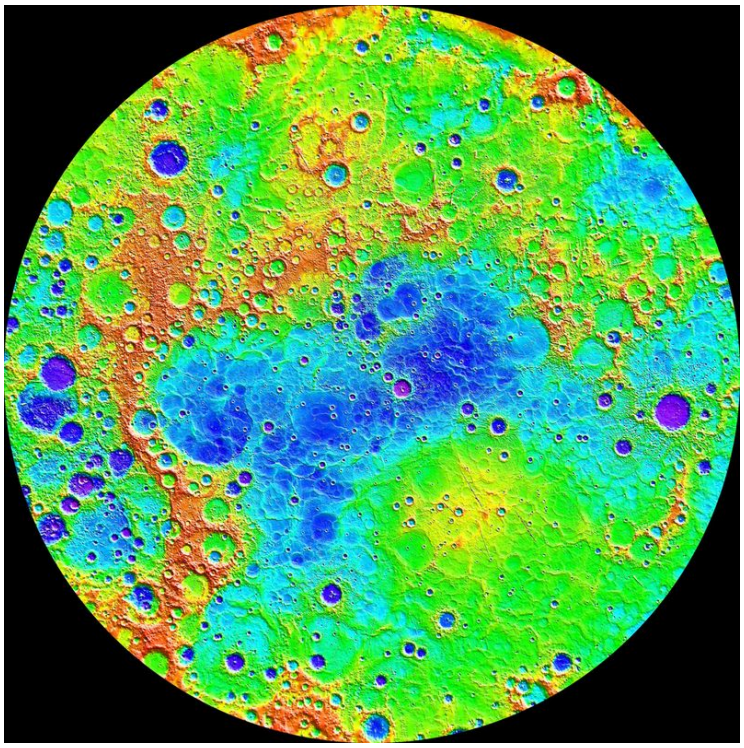
NASA, Johns Hopkins Univ. APL, Arizona State U., CIW



Det sentrale området av Carnegie Rupes, en opptil 2000 m høy fjellvegg som ble dannet da Merkurs indre ble avkjølt, noe som førte til at planeten har skrumpet litt sammen. Det store krateret veggen går gjennom heter Duccio og har en diameter på hele 105 km. Røde farger er høytliggende, mens blå er lavliggende terreng.

NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

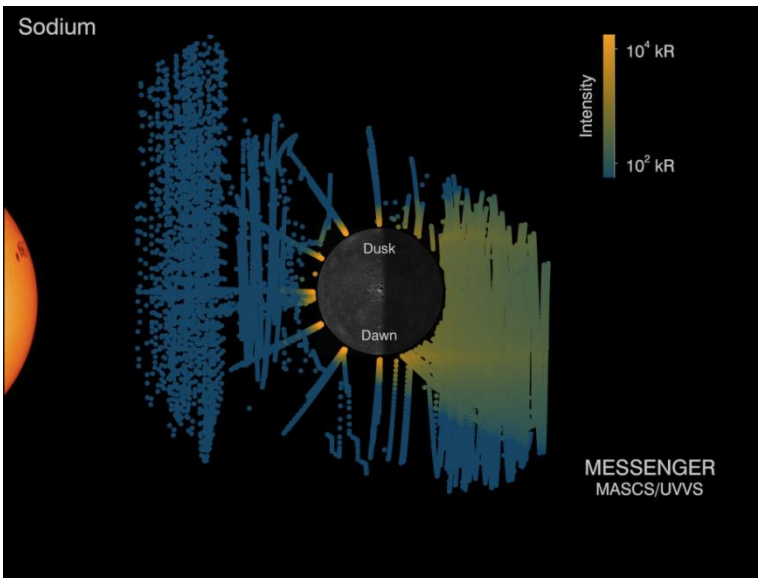
En har lenge hatt mistanke om at det kunne være vannis i dype kratre ved både Merkurs nord- og sørpol. Radarobservasjoner med blant annet det store Areciboteleskopet i Puerto Rico har lenge antydet store mengder is her. Dette ble bekreftet av Messenger.



Topografisk kart over deler av Merkurs overflate. Nordpolen er i sentrum, mens randen er 45. breddegrad. De laveste områdene er lilla, mens de høyeste er i rødt. De største høydeforskjellene er hele 10 km.

NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

Messenger kartla i stor detalj topografien på Merkurs overflate. På bildet over kan en se et vidstrakt lavtliggende sletteland rundt Merkurs nordpol (markert i blått). Dette ble dannet ved gigantiske basaltstrømmer. Som en ser, så er det langt færre nedslagskratre her enn i de omgivende fjellområdene, noe som viser at slettelandet er yngre. Forskerne har imidlertid så langt ikke kunnet finne noen forklaring på dannelsen av fjellområdene som rager 1500 m over basaltslettene.



Merkur har en hale som en komet, riktignok svært svak... Intens stråling fra Sola koker natrium- og kalsiumatomer ut av Merkurs overflate og skaper en ekstremt tynn atmosfære. Solvinden blåser deler av denne atmosfæren utover og skaper en lang hale. For noen som befant seg på Merkurs nattside ville de kunne se en svak oransje glød, ikke ulikt det som sees fra natrium i gatelysene.

Kentaurer, monsterkometer i det ytre Solsystemet

av Per-Jonny Bremseth

Kentaurer er objekter som kretser langt der ute i vårt solsystem, vanligvis mellom planeten Jupiter og Neptun, men disse kan være "flyktninger" fra Kuiperbeltet. Astronomene trodde disse var store asteroider, men mange av objektene viser kometlignende natur, med komadannelse. Det var nettopp denne aktiviteten som gjorde at de fikk navnet kentaurer. En kentaur i gresk mytologi var nemlig både et menneske og et ondt vesen.

Den største av kentaurene er 2060 Chiron med diameter på 170 km - 20 ganger større enn Halleys komet! Chiron ble oppdaget allerede i 1977. Under systematiske observasjoner av Chiron på 80-tallet ble det oppdaget at den varierte i lysstyrke og ellers oppførte seg som en komet. På 90-tallet fant man videre ut at Chiron kunne ha et ringsystem i likhet med en annen kentaur - Chariklo.

En kunstners fremstilling av ringsystemet til kentauren Chariklo.

Kentaurene har meget ustabile baner, så de kan av og til komme inn mot det indre solsystemet. Saturns ytterste måne menes å være en gammel Kentaur (Phoebe).

Jorden har vel også hatt nærkontakt med disse objektene opp gjennom tidene! Vi ønsker oss alle en "brak-komet", men et Kentaur-objekt tror jeg blir litt skummelt?

Dersom den har retning mot Jorden, kan det bli over og ut på mange måter. Flere og flere Kentaurer har blitt oppdaget hele tiden, og man mener at disse "asteroidene" med kometnatur inneholder frosne gasser, sammensatt is og stein.

Man regner med at en Kentaur kommer inn mot det indre solsystem med mellom 40000 og 100000 års tidsrom.

Dersom en så stor kometkjerne nærmer seg det indre solsystem og blir påvirket av solen, vil det resultere i store mengder støvutslipp, store fragmenter og ellers kraftig oppløsning av objektet, som vil bombardere Jorden i 100 000 år etterpå. Fint støv i mesosfæren fra komethendelser blokkerer sollyset og medfører "atomvinter" med fare for også kraftige ildkuler. Jeg tror at mange trusler lurker der ute!

De underlige Schwassmann-Wachmann kometene

av Per-Jonny Bremseth

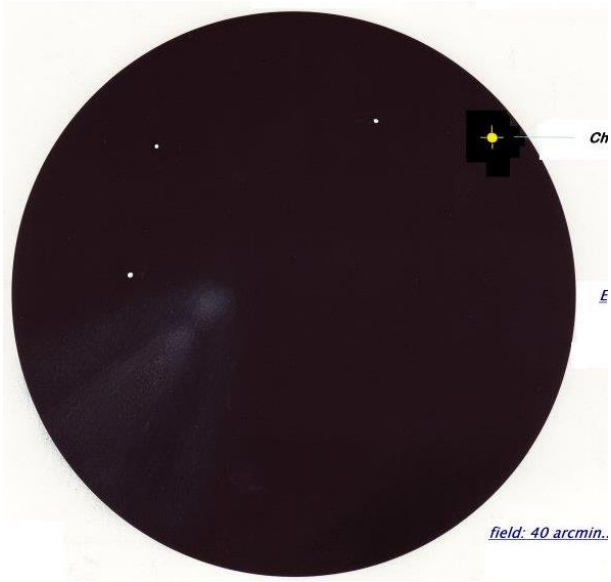
Komet 29/P Schwassmann-Wachmann 1 ble oppdaget så tidlig som 1927 under et utbrudd, og utbrudd skjer så ofte, ja nesten hvert år. Med større teleskop kan det være artig å ta den på "fersken" i et utbrudd og overvåke kometen etter dette så ofte som mulig. Kometens lystyrke ligger vanligvis på mag. 16, men den kan øke i lysstyrke opp mot mag. 9 og dermed komme godt innenfor rekkevidden til et middels amatørteleskop. Disse utbruddene skjer ikke ofte, men det er det som er spennende! En lysstyrkeøkning på 10 000 ganger er ikke så værst! Variasjonene i utbruddene er ca. fra 1 - 4 mag økning vanligvis. Kometens kjerne er estimert til 30.8 km.

Komet 29/P Schwassmann-Wachmann 1 tilhører gruppen av kometer kalt "Kentaurer" men er mindre utgaver av arten mellom Jupiter og Neptun, som er omtalt foran. Gruppen er "flyktninger" fra Kuiperbeltet.

En annen komet oppdaget av Schwassmann-Wachmann i 1930 var 73/P Schwassmann-Wachmann 3. Denne kometen hadde også noen tidlige utbrudd, men sent i 1995 skjedde det noe, kometen ble så lyssterk som mag. 6.0, avtok deretter til ca. 7.4, da flere kunne se at kjernen hadde delt seg! Den amerikanske astronomen Stephen OMeara kunne se en stripe inne i komaen og kunne videre se at det var synlig tre komponenter i denne.

I 2006 passerte kometen med diverse komponenter rimelig nære, slik at mange kunne observere disse. Noen av kometbitene forsvant ut i halen, men komponent C var lysest med mag. 8.3 og "moderkjernen", mens komponent B var diffus visuelt og av lystyrke 10.0 mag (se tegninger under). De andre "gjenlevende" kjernene var meget lyssvake visuelt.

Det er utrolig spennende å følge kometene regelmessig, da man aldri vet hva de vil finne på, de kan både overraske og skuffe, men mange flotte stunder har vi hatt, både med 90-talls kometene Hale-Bopp og Hyakutake og selvfølgelig den historiske og uforglemmelige komet Holmes som fikk en plutselig lysøkning vi aldri har sett maken til!

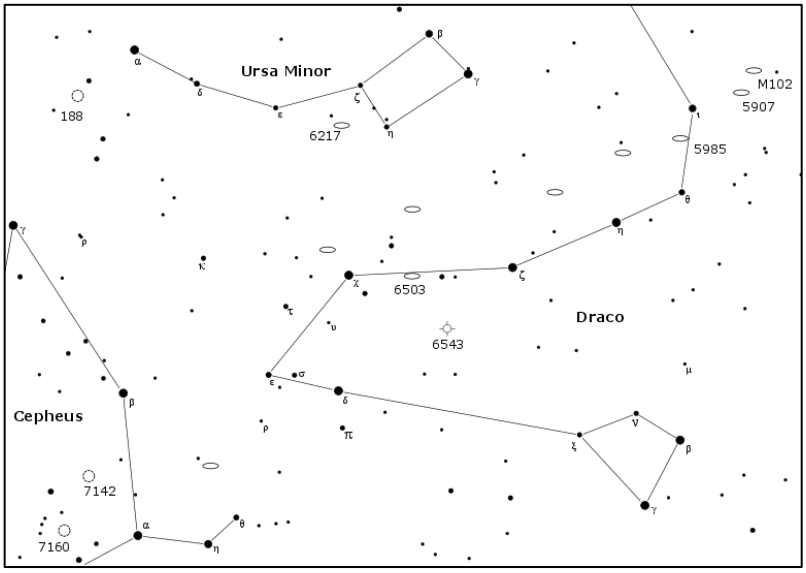


73/P Schwassmann-Wachmann 3, komponent B. Observert med 8" SCT f/10 21/4-06. "Diffus komet med mørkt område mellom koma og hale, ingen kondensasjon å se".

73/P Schwassmann-Wachmann 3, komponent C. Observert med 8" SCT f/10 21/4-06. "Fragment C var den lyseste komponenten. Kometen delte seg i tre deler i 1995"

Deep Sky hjørnet

av Terje Bjerkgård



Denne gangen skal vi se nærmere på området nær himmelpolen. Her finner vi stjernebildene Lille Bjørn (Ursa Minor), Dragen (Draco) og Kefeus (Cepheus). I dette området er det noen interessante galakser, åpne stjernehoper og ikke minst en av de flotteste planetariske tåkene.

NGC 6543 – Kattøyetåken

Denne planetariske tåken er en av de flotteste på himmelen. Lysstyrken er 8.1 mag, mens størrelsen er 20 buesekunder. Lysstyrken gjør at den tåler godt forstørrelse. Selv i 4-tommers teleskop kan en se en grønnblå farge og sentralstjernene som har lysstyrke 10.9 mag. I større teleskoper (8-10 tommer) kan en begynne å ane en ytre gass-halo, noe som er enda tydeligere i store teleskoper.

M102 og NGC 5907 - Galakser

Disse to galaksene av ca. 10 mag befinner seg bare 1½ grader fra hverandre. M102 har størrelse 6x3 bueminutter, mens NGC 5907 er ekstremt langstrakt, 12 x 2 bueminutter, og sees altså fra kanten. Begge disse galaksene sees i 4-6 tommers teleskoper, men NGC 5907 er nok vanskeligst pga størrelsen.

NGC 5985 - Galakse

Denne galaksen er den mest lyssterke i en rekke av tre galakser innenfor 13 bueminutters avstand (de to andre er NGC 5981 og 5982). NGC 5981 (13 mag) krever nok minst 10-tommer åpning, men de to andre kan sees i 6-8" (11 mag).

NGC 6503 – Galakse

Galaksen befinner seg ikke langt fra Kattøyetåken. Lysstyrken er 10.2 mag mens utstrekningen er 7x2'. Galaksen er således greit synlig i teleskoper fra 4 tommer og oppover.

NGC 188 – Åpen hop

Denne stjernehopen befinner seg bare 4 grader fra Polarstjernen. Den er antatt å være hele 9 milliarder år gammel og således en av de eldste vi kjenner. Hopen har ca. 120 stjerner innenfor et område på 13'. De sterkeste stjernene er av 12 mag, så det kreves nok en 8-tommer for å se hopen og da ser en bare noen få stjerner i en svak sky av de som er for svake til å sees. Dette er et vanskelig objekt.

NGC 7142 – Åpen hop

Dette er en rik stjernehop bestående av ca. 100 stjerner innenfor et område på drøyt 4 bueminutter. Den samlede lysstyrken er ca. 9 mag. De sterkeste stjernene er av 12 mag. Siden utstrekningen er vesentlig mindre enn for NGC 188 beskrevet ovenfor, så er dette et langt lettere objekt å se, og er nok greit synlig i en 6-tommer som en utstrakt sky med noen få synlige stjerner. I større teleskoper er dette et flott objekt.

Stjernehimmelen mars – juni 2016

av Terje Bjerkgård

Generelt

Det er vårjevndøgn 20. mars kl. 05:31. 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. 00:34. 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. 03:02 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 11. april, mens 28. 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 27. mars. Vi skal da stille klokka fram til kl.03.

Merkurpassasje

Den 9. mai passerer Merkur foran Sola. Merkur berører solskiva kl.13:12:11 (1. kontakt), hele planeten er innenfor solskiva kl.13:15:22 (2. kontakt), maksimum nås kl.16:55:44, Merkur berører solranden kl. 20:37:28 (3. kontakt) mens siste berøring er kl. 20:40:40 (4. kontakt). Hele passasjen tar altså mer enn 7 timer, så det burde være mulig å få sett deler av denne begivenheten. Merkurs diameter er bare 12 buesekunder, så en må ha teleskop for å se dette (HUSK GODKJENT SOLFILTER FORAN PÅ TELESKOPET). Solas diameter er til sammenligning hele 1900 buesekunder, så Merkurs diameter er altså bare 0.63 % av Solas.

Månefasene

Nymåne	Voksende ½ måne	Fullmåne	Avtagende ½ måne
9.mars	15.mars	23.mars	31.mars
7.april	14.april	22.april	30.april
6.mai	13.mai	21.mai	29.mai
5.juni	12.juni	20.juni	27.juni

Planetene

Merkur blir synlig helt i slutten av mars etter solnedgang og er spesielt lett å observere de første tre ukene av april. Den når største østlige elongasjon den 18. april. Deretter nærmer den seg Sola igjen og den 9. mai passerer Merkur foran Sola - en Merkurpassasje (se ovenfor). Merkur når største vestlige elongasjon den 5. juni, men står opp samtidig med Sola og er således i praksis ikke synlig.

Venus har vært svært så iøynefallende på morgenhimmelen nå i vinter. Planeten begynner nå for alvor å nærme seg Sola igjen og er i øvre samstilling 7. juni. Planeten står opp samtidig med Sola i hele perioden, men kan observeres på høylys dag dersom en vet hvor en skal lete.

Mars forsvinner i sollyset i løpet av mars for oss. Den er i opposisjon den 22. mai, men planeten befinner seg i nordlige del av Skorpionen og er således for langt sør for oss.

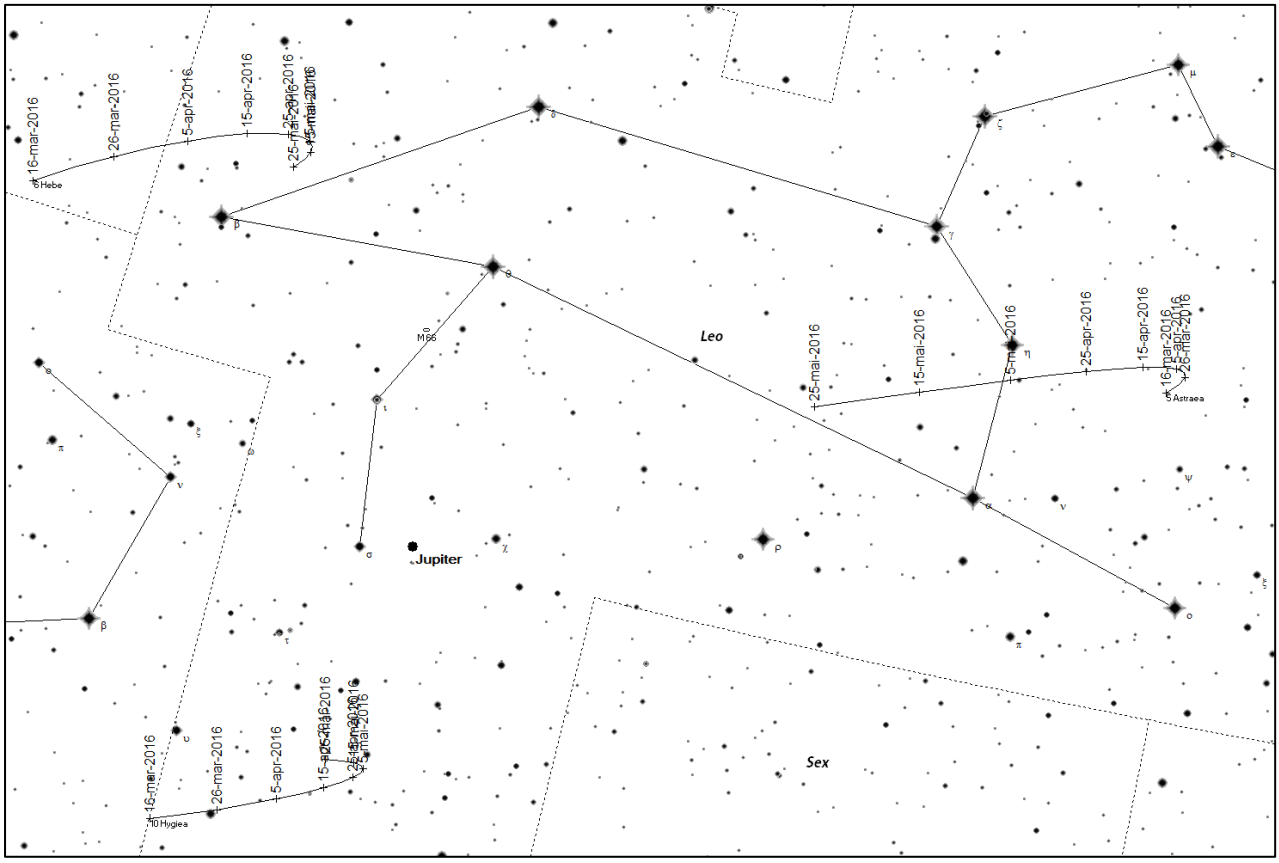
Jupiter befinner seg da i sørlige del av stjernebildet Løven og var i opposisjon den 8. mars. Dette innebærer at planeten i perioden januar til mai har en retrograd (vestlig) bevegelse på himmelen i sørlige del av Løven. Ved opposisjon er planetskiven 44.4" stor og lysstyrken er -2.5 mag. Planeten er da oppe hele natten. De fire store månene Io, Europa, Ganymedes og Callisto er greit synlig i en prismekikkert. Jupiters baneplan står fremdeles gunstig til for å se månene passere foran Jupiterskiva og spesielt er skyggene fra dem greit å se i et litt større teleskop. Når dette skjer kan du finne her (du må registrere deg):
http://www.skyandtelescope.com/wp-content/observing-tools/jupiter_moons/jupiter.html
Med et litt større teleskop kan du også se etter den Røde Flekken. Når den kan sees finner du her:
http://www.skyandtelescope.com/observing/transit-times-of-jupiters-great-red-spot/1/?c=y
Det finnes også en "app" for disse til Iphone. Planeten står fint til i hele perioden.

Saturn står i stjernebildet Slangebæreren i hele perioden. Planeten når en høyde på maksimalt 5 grader over sørhorisonten på morgenhimmelen og er således svært vanskelig å observere. Den er i opposisjon den 3. juni.

Uranus og Merkur er bare vel 30 bueminutter fra hverandre om kvelden den 31. mars. Imidlertid er himmelen temmelig lys, så det kan være vanskelig å se Uranus selv med teleskop.

Neptun er ikke synlig i denne perioden.

Asteroider



Det er tre asteroider nær opposisjon i stjernebildet Løven av 10. mag i denne perioden, nemlig 5 Astraea, 6 Hebe og 10 Hygiea. For å være sikker på å ha sett dem er det lurt å tegne stjernefeltet og så se etter noe som flytter seg. Detaljkart over de enkelte feltene kan skaffes fra forfatteren ved henvendelse.