

# Astro Rapport

2. kvartal 2019 – 38. årgang – Kr. 60 – ISSN 0801-8235



50 år siden Apollo 11

Reportasjer landet rundt fra måneformørkelsen 21. januar

Astrofoto del 4 - Solsystemet

# Astro Rapport

## Astro Nytt

- 4 Siste Nytt
- 6 Merkurs rotasjon og tyngdekraft avslører en fast kjerne
- 7 Fragment av tungmetallplanet overlevde tilintetgjørelse fra døende stjerne
- 8 Et system av kulehoper oppdaget for første gang i en galakseskive
- 9 Hayabusa 2 fant det nye krateret på asteroiden Ryugu
- 10 Krympende måne kan gi måneskjelv
- 12 LIGO har registrert flere nye gravitasjonsbølger

## Artikler

- 14 Apollo 11
- 22 Astrofoto del 4
- 32 Grunnleggende om Sola

## Barnesider

- 36 Bygg din egen rakettk



Ny artikkelserie om Apollo 11 starter på side 14.



Mange fine bilder av vinterens måneformørkelse kan dere se på side 38 og utover.

## Amatørsider

- 38 Måneformørkelsen observert fra Bergen og omegn
- 40 Måneformørkelsen observert fra Sørlandet
- 41 Måneformørkelsen sett fra Tenerife
- 42 Måneformørkelsen observert fra Østlandet
- 43 Måneformørkelsen observert fra Nord-Norge
- 43 Romstasjonen ISS fotografert foran Månen
- 44 Lysshow på himmelen i nord
- 44 Orion fra Tenerife
- 45 Blindebukke på stjernehimmelen
- 46 Planetene
- 50 Lille bjørn – den himmelske nordpols veiviser
- 52 Galleri

## Foreningene

- 54 AiA har fått nytt observatorium på Møvik
- 55 Årsmøte i AiA med foredrag om lengdegraden
- 56 Møte i BAF: Jordiske gammaglimt
- 57 DSE er nå offisielt på Facebook
- 58 Medlemsmøte i DSE: Erik Tandberg
- 59 Medlemsmøte i GOTAF



Les om foredraget med Erik Tandberg på side 58. Han kommer tilbake til DSE 21. april i forbindelse med filmen Apollo 11.

Framsidenbilde: Bildet av måneformørkelsene 21. januar er tatt av Odd Høydalsvik fra Sandsli utenfor Bergen kl. 05.43.49, altså ca. ett og et halvt minutt inne i totaliteten. Månen er derfor fortsatt temmelig lys øverst. Kamera: Olympus OM-D E-M1 Mk ii. Teleskop: Borg 60ED f/5,8 refraktor. Tracking: SkyWatcher Star Adventurer. Eksponering: 8 sek, ISO 800.

## God sommer!

Nå håper jeg alle er fornøyde både med det nye utseendet til Astro Rapport og innholdet. Men vi fortsetter med mer interessant og spennende lesning. I dette nummeret kommer del 4 som er den foreløpig siste del av Ragnar Aas' artikkelserie om astrofotografering. Denne artikkelen handler om Solsystemet. Jeg vil i den anledningen oppfordre alle som leser artikkelen til å ta bilder av Sola (hvis dere har solfilter) eller Månen og sende inn til redaksjonen.

I anledning 50-års jubileet for Apollo 11 starter vi nå med en artikkelserie som vil ta for seg alle de bemannede apolloferdene. Disse artiklene vil komme med jevne og ujevne mellomrom helt fram til høsten 2022, så da blir det mye interessant romfartshistorie å se fram til.

Som nevnt tidligere, startet vi for en stund siden en prosess med å få flere skribenter og medarbeidere til bladet. I dette nummeret har Ronny Hjelland overtatt som redaktør for spalten "Foreningene" med små notiser om hva foreningene holder på med. Dette har allerede ført til mer varierte artikler enn på lenge, og det har vært en lettelse å få gitt fra seg den spalten. I neste nr. kommer han også til å begynne som redaktør for artikkelspalten. Dessuten blir det stadig nye bidragsyttere til bladet, så tusen takk til dere alle sammen! Fortsatt god sommer!

*Henning Holen*



Det nyeste redaksjonsmedlemmet, Ronny Hjelland fra Bergen.

### Stoff til Nytt fra foreningene

Vi har nå fått én kontaktperson i hver lokalforening som samler inn stoff om hva som er skjedd i foreningen siste tre måneder og sender dette til redaksjonen. Medlemmene oppfordres til å sende bidrag til sine respektive kontaktpersoner:

DSE: Ragnvald Irgens, ragnvald@irgens.org  
AiA: Terje Høiesen, terje.hoiesen@gmail.com  
BAF: Ronny Hjelland, ronny@sistesiden.net  
GoTAF: Svern Erik Høylye, hoeylie@online.no

### FORMÅL

Astro Rapport utgis av foreningene Deep Sky Exploration, Gjøvik og Toten Astronomiske Forening, Bergen Astronomiske Forening og Astronomiforeningen i Agder. Formålet med bladet er å spre og styrke interessen for astronomi og romvirksomhet i Norge. Tidsskriftet søker å gi leserne et korrekt inntrykk, fra en vitenskapelig synsvinkel, av den virksomheten som har foregått, foregår og som man forventer vil komme i de nevnte fagområdene, samt en orientering om virksomheten i utgiverforeningene.

### REDAKSJONEN

Hovedredaktør:	Henning Holen
Nyheter	Henning Holen Kristian André Gallis
Artikler:	Henning Holen Are V. B. Hansen
Amatørsidene:	Oddleiv Skilbrei Rune Solberg
Astrobarne:	Ragnvald Irgens
Foreningene:	Ronny Hjelland
Trykk:	LOS Digital

### ABONNEMENT

Abonnement på Astro Rapport gis medlemmer av utgiverforeningene. Abonnement til enkeltpersoner gis kun gjennom medlemskap i disse foreningene. Biblioteker, bedrifter, institusjoner og liknende kan abonnere på tidsskriftet uten medlemskap. Astro Rapport utkommer fire ganger i året med ett nummer per kvartal.

### ANNONSER

Astro Rapport gir annonseplass i de tre formatene A4, A5 og A6 som alle er noe redusert for å gi plass til marginer. Annonsepriser:

A4 kr. 1000
A5 kr. 500
A6 kr. 250

For arbeid med utformingen av annonsen kommer et tillegg etter avtale. Det gis 10% rabatt dersom en annonse gjentas i fire nummer etter hverandre. På bakre omslagsside tilbys kun annonseplass i A4-format i farger, kr. 2500.

### ANSVARSFORHOLD

Astro Rapport tar intet ansvar for meninger, holdninger og påstander som fremkommer i artikler som bærer artikkelforfatterens navn. Dette ansvar tilfaller artikkelforfatteren selv.

### HOVEDREDAKSJONENS ADRESSE

Astro Rapport  
Postboks 2028  
3202 SANDEFJORD  
E-post: astro.rapport@dse.no

### FORENINGENES ADRESSER

Deep Sky Exploration  
Adr.: Postboks 2028, 3202 SANDEFJORD  
Tlf.: 33 46 14 46  
E-post: dse@dse.no  
Web: <https://www.dse.no>

Gjøvik og Toten Astronomiske Forening  
Adr.: Postboks 732 Kopperud, 2805 GJØVIK  
Tlf.: 61 19 35 56  
Leder: Gard Eirik Legernæs  
Web: <http://gotaf.no>

Bergen Astronomiske Forening  
Leder: Roar Inge Hansen  
E-post: kontakt@bergenastro.org  
Web: [www.bergenastro.org](http://www.bergenastro.org)

Astronomiforeningen i Agder  
Leder.: Trond Hugo Hermansen  
Tlf.: 957 35 783  
E-post: astronomiforeningeniagder@gmail.com  
Web: <http://astroiagder.blogspot.no/>

## NASA skal lete etter liv på Titan

NASA har nå bestemt seg for å sende et drone-helikopter til Titan. Titan er det eneste objektet i Solsystemet bortsett fra Jorda som man vet har flytende elver, sjøer og hav på overflaten, men disse består av metan og etan og ikke vann. Denne dronen, som har fått navnet Dragonfly, skal studere blant annet bunnen på et nedslagskrater der flytende vann og komplekse organiske stoffer kan ha eksistert sammen i flere titusen år. Den skal også studere atmosfæren og reservoarer under bakken med flytende metan og etan. Den skal også lete etter kjemiske bevis for at det har vært liv der.

Etter planen skal den lande ved månens ekvator. Den skal først ta noen småturer før den begynner på lengre flygninger.



Denne illustrasjonen viser hvordan ASKAP fungerer. De 36 teleskopene mottar signalene på litt forskjellige tidspunkter, og dette brukes til å finne posisjonen til glimtet. Illustrasjon: CSIRO/Andrew Howells

Kraftige, kortvarige utbrudd av radiostråling dukker opp hele tida på himmelen. Men det er først nå at man har funnet galaksen hvor et sånt radioglimt har oppstått. Et slikt radioglimt ble observert første gangen i 2007. De varer mye kortere enn et sekund og det kommer aldri to glimt fra samme kilde. Men nå har astronomer altså for første gang kunnet spore opp kilden til et slikt glimt. De brukte Square Kilometre Array Pathfinder i Australia, som består av 36 radioteleskoper spredt utover et område på 6 kvadratkilometer. Tidligere har de funnet kilden til et radioglimt som repeteres. Den kilden var en aktiv galakse, mens denne var en ganske rolig en. Denne galaksen ligger flere milliarder lysår unna, og har betegnelsen DES J214425.25-405400.81.

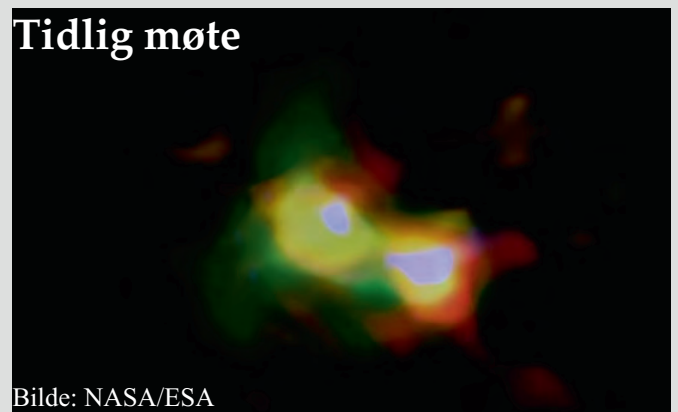
## Metan på Mars

På Jorda er det kuer, folk og lignende som lager metan. Da forskerne i juni så at metannivået på Mars økte brått og så avtok igjen, førte det til mange diskusjoner om liv på Mars. Metannivået var på det meste på 21 milliarddeler. Det vil si at i en milliard liter Mars-luft, er det 21 liter metan. Dette er det høyeste nivået målt av Curiosity. Forskerne er imidlertid ikke i stand til å si noe om hva som forårsaker disse raske økningene i metannivået.



SAM, apparatet som måler metanmengden i Mars-atmosfæren. Bilde: NASA-GSFC

## Tidlig møte



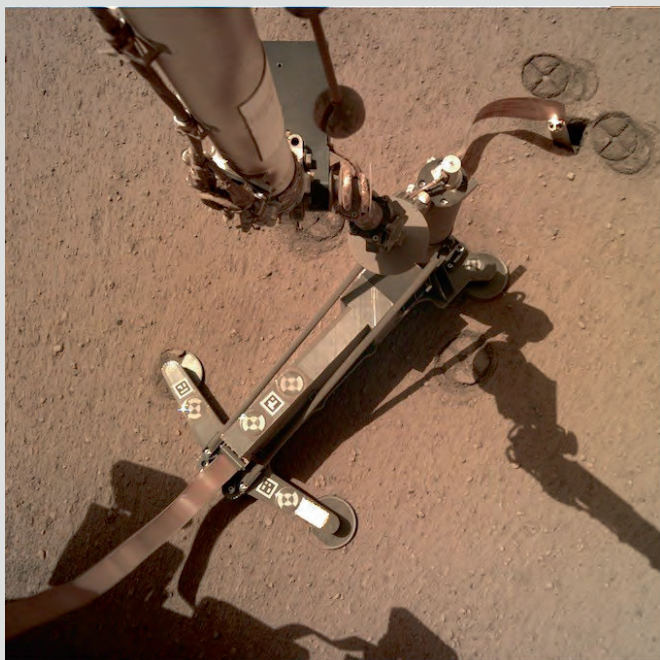
Bilde: NASA/ESA

Bildet over viser to galakser som kolliderer. Lyset fra disse galaksene har brukt 13 milliarder år på å nå fram til oss, slik at dette er den tidligste galaksekollisjonen man vet om.

Galaksekollisjoner er antakelig en vanlig måte for galakser å utvikle seg på. Melkeveien har også kollidert mange ganger, og kommer også til å kollidere med Andromedagalaksen en eller annen gang i en fjern framtid.

Når to galakser kolliderer, fører det til at de store gass- og støvskyene i de to galaksene blandes og det gjør at det dannes tusenvis av store stjerner i disse nye gasskyene. I disse aller tidligste galaksene er det ikke så mange stjerner som har blitt født og dødd, så gasskyene inneholder ikke noe særlig mer enn det som var der fra starten.

## Boreproblemer på Mars



Sonden som skal bore seg nedover i Mars-skorpen møtte på problemer, som dere kunne lese om i forrige nr. av Astro Rapport. Den har stått fast siden 28. februar i år, 30 cm under overflaten. Nå har forskerne klart å fjerne støttestrukturen til dette apparatet. Rundt boret så man en stor grøft.

Apparatet skal ikke egentlig bore, det er en hammer som banker seg nedover. Forskerne mener nå at friksjonen i marsjorda er for lav, slik at for hver gang hammeren slår, spretter den tilbake. Men det er fortsatt ikke sikkert at den ikke har truffet en sten. Forskerne skal nå prøve å fylle igjen grøfta, og prøve om sonden klarer å banke seg videre nedover.

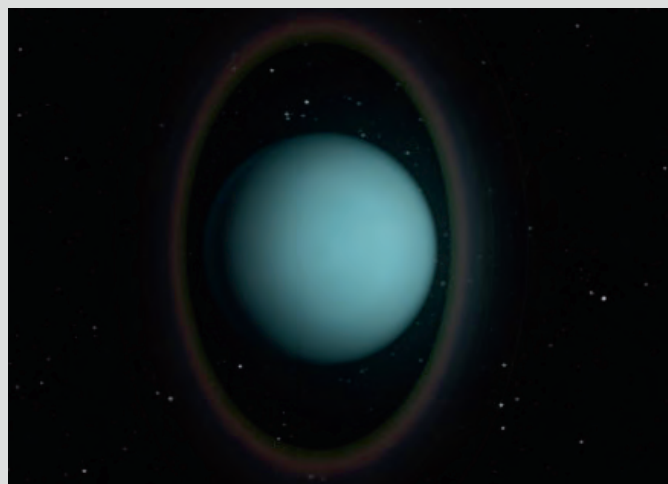
## Starlink

Den 23. mai ble 60 Starlink-satellitter sendt opp. Disse er det meningen at skal gi rask internettforbindelse over hele Jorda. 45 av disse har nå kommet seg opp i den banen de skal ha, og 5 til er underveis. 28. juni ble det opplyst at 3 av disse ikke fungerte ordentlig, og at disse etterhvert vil falle nedover i atmosfæren og brenne opp.

Satellittene ble skutt opp med en Falcon 9-rakett og ble satt inn i en bane 440 km over bakken. Deretter skulle de ved hjelp av egne rakettmotorer bli sendt opp i den operasjonelle banen 550 km over bakken. I tillegg til disse 3 som ikke fungerte, vil ytterligere to også bli sendt ned og brenne opp. Dette gjør de for å teste satellittens evne til å sende seg ut av banen.

Når alle satellittene har kommet i riktig bane, vil man begynne å teste satellittenes signalhastighet og evne til å gi stabilt internett med høy båndbredde. I følge planen skal 1584 satellitter være sendt opp til april 2024, og ytterligere 2200 til november 2027. Også andre selskaper har planer om å sende opp lignende satellitter. Selskapet OneWeb har sendt opp 6 av 650 satellitter, Kepler Communications har sendt opp 2 av 140 og Jeff Bezos har også planlagt noe lignende. SpaceX har fått mye kritikk fra astronomer som er redd for at stjernehimmelen skal bli ødelagt av alle satellittene, men Elon Musk har sagt at satellittene blir mindre synlige når de kommer i riktig bane.

## De kalde ringene til Uranus



Kunstnerisk bilde av Uranus og ringene. Bilde: NRAO/AUI/NSF

Med vanlige teleskoper er ringene rundt Uranus veldig svake, men med ALMA og VLT er de mye tydeligere. Disse teleskopene observerer termisk stråling (infrarødt). Man har nå målt temperaturen til ringene. Den ligger på rundt  $-196.15^{\circ}$  celsius.

Den lyseste og tetteste ringen, Epsilon-ringen, skiller seg fra de andre ringene i Solsystemet. Den har bare partikler som er på størrelse med golfballer og større. Alle andre ringer har også en del veldig små partikler. Hva som har skjedd med Epsilon-ringen vet man ikke, men noe må ha fjernet de små partiklene.

Ringene til Uranus skiller seg også fra Saturns ringer fordi de er mye mørkere. Albedoen, eller refleksjonsevnen, er mye lavere på Uranus' ringer enn på Saturns. De er også mye smalere. Ringene til Uranus er fra 20 til 100 km brede, mens på Saturn kan de være flere hundre tusen km brede.

## TESS finner små planeter



En sammenligning av de nyeopptagede planetene med Mars og Jorda. Bilde: NASAs Goddard Space Flight Center

TESS har nå funnet en planet som er litt mindre enn Jorda. Den går i bane rundt en kald, nær stjerne som har betegnelsen L 98-59. Det er to planeter til som også går i bane rundt den. Man vet ennå ikke om de har noen atmosfære. Stjerna ligger 35 lysår unna, og er en M-stjerne. Planeten L 98-59b har en størrelse omtrent 80 % av Jordas, mens de to andre er litt større. Den bruker 2,25 dager på en runde rundt stjerna.

Ingen av disse planetene ligger i den beboelige sonen, området rundt stjerna, der det kan være flytende vann.

Et av de viktigste målene til TESS er å lage en katalog over små stenplaneter rundt lyse, nære stjerner som senere kan følges opp av James Webb-teleskopet. Dette teleskopet kan finne ut om planetene har en atmosfære, og hva den består av.

## Merkurs rotasjon og tyngdekraft avslører en fast kjerne

Hvordan kan du utforske en planets indre uten å lande på den? Man kan starte med å betrakte måten planeten roterer på og deretter måle hvordan en romsonde går i bane rundt den, noe som må gjøres med ekstrem nøyaktighet. Det er nettopp hva NASAs planetforskere gjorde, ved å bruke data fra tidligere ferder til Merkur.

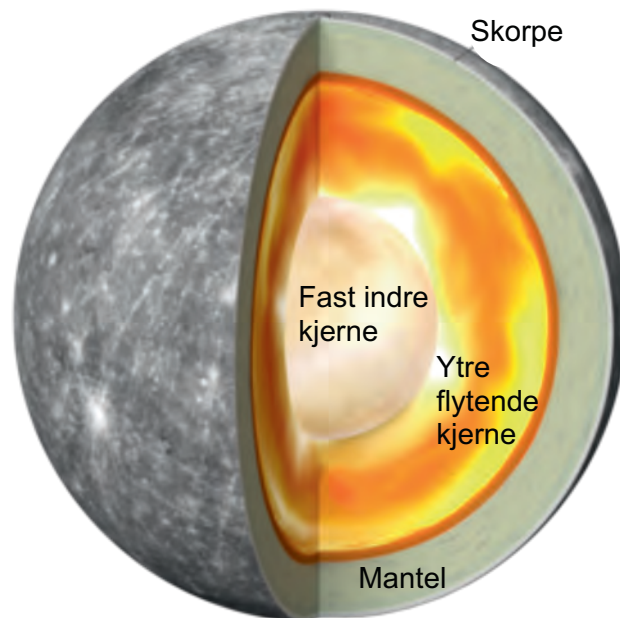
Petter Lohne

Det har lenge vært kjent at både Merkur og Jorden har metallkjerner. I likhet med Jorden, består Merkurs ytre kjerne av flytende metall, mens det bare har vært spekulasjoner om hvorvidt planetens indre kjerne er fast. Men nå, i en ny studie har vitenskapsfolk ved NASAs Goddard Space Flight Center i Greenbelt, Maryland, funnet bevis for at Merkurs indre kjerne så absolutt er fast og at den er omtrent på samme størrelse som Jordens indre kjerne. Noen vitenskapsfolk sammenligner Merkur med en kanonkule, ettersom dens metallkjerne utgjør nesten 85% av planetens volum. Denne store kjernen, som er enorm når man sammenligner Merkur med de andre steinplanetene i Solsystemet, har lenge vært et stort mysterium med Merkur. Vitenskapsfolk har også lurt på hvorvidt Merkur har hatt en fast indre kjerne.

Funnene som omhandler Merkurs indre faste kjerne er beskrevet i *Geophysical Research Letters*, noe som sikkert bidrar til en bedre forståelse av Merkur, men det finnes flere uløste saker. Nettopp hvor like og forskjellige planetenes kjerner er kan gi oss antydninger om hvordan Solsystemet ble dannet og hvordan steinplaneter forandrer seg over tid.

«Merkurs indre er fortsatt aktivt, som følge av at planetens flytende kjerne skaper dens svake magnetfelt, sammenlignet med jordens», sier Antonio Genova, en assisterende professor ved Sapienza universitetet i Roma, som ledet forskningen mens han jobbet på Goddard. «Merkurs indre har kjølt seg ned mye raskere enn Jordas. Merkur kan hjelpe oss med å forutse hvordan Jordens magnetfelt vil endre seg etter hvert som kjernen kjøles ned.»

For å kunne forestille seg hva Merkurs kjerne er laget av, måtte Genova og hans



Denne figuren viser Merkurs indre struktur. Illustrasjon: NASA's Goddard Space Flight Center

team bokstavelig talt komme tettere på planeten. Teamet brukte flere observasjoner fra ferden med NASAs Messenger-sonde for å undersøke planetens indre. Det forskerne konsentrerte seg mest om var planetens rotasjon og tyngdekraft.

Messenger-sonden gikk inn i bane rundt Merkur i mars 2011 og tilbrakte fire år med å observere denne planeten som er nærmest Solen, inntil den ble styrtet ned på Merkurs overflate en gang i april 2015.

Radioobservasjoner fra Messenger ble brukt til å bestemme de gravitasjonelle avvikene (områder med med litt mer eller mindre masse i forhold til gjennomsnittet) og beliggenheten til planetens rotasjonspol, som hjalp vitenskapsfolkene med å forstå planetens

orientering i verdensrommet.

Hver planet roterer rundt en akse, som også er kjent som planetens poler. Merkur roterer mye langsommere enn jorden, med et døgn som varer i 58 jorddøgn. Vitenskapsfolk bruker ofte små variasjoner i måten et objekt roterer på for å avsløre pekepinner om dens indre struktur. I 2007 avslørte radarobservasjoner fra Jorden små endringer i Merkurs rotasjon, noe som beviste at noe av Merkurs kjerne må være flytende smeltet metall. Men observasjoner av rotasjonen alene var ikke nok til å beregne hvordan den indre kjernen var. Vitenskapsfolkene lurte på om det kunne være en fast kjerne innerst.

«Gravitasjonen kan hjelpe til med å besvare dette spørsmålet. Ved hjelp av gravitasjonen kan man «se» dypt ned i

en planet», sier Sander Goossens, en forsker ved Goddard som jobbet med Genova i dette studiet. Små forskjeller i tyngdekraften tyder på små forskjeller i tettheten nedover i planeten.

Mens Messenger gikk i bane rundt Merkur kom den stadig nærmere overflaten i løpet av ferdens tid. Vitenskapsfolkene samlet inn data om hvordan sonden akselererte under påvirkning av planetens tyngdekraft. Tetthetsstrukturen til en planet kan skape merkbare endringer i sondens bane. I den senere delen av ferden fløy Messenger 192 km over overflaten, og mindre enn 100 km det siste året. De siste rundene i lav høyde har naturlig nok levert de beste dataene så langt, noe som har gjort det mulig for Genova og hans team å lage de mest nøyaktige beregningene av Merkurs indre struktur så langt.

Genova og hans team matet data fra Messenger i et meget avansert data-

program som tillot dem å justere parametere og finne ut hva som er Merkurs indre sammensetning sett i forhold til hvordan den roterer og måten som sonden akselererte rundt den. Resultatene viste da at etter all sannsynlighet måtte Merkur ha en stor fast indre kjerne. De beregnet at den faste jernkjernen er omlag 2 000 km i diameter, noe som utgjør omlag halvparten av hele kjernen som er nesten 4 000 km i diameter. Til sammenligning er Jordens faste jernkjerne 2 400 km i diameter og utgjør en drøy tredjedel av hele denne planetens kjerne.

«Vi måtte sette sammen informasjon fra mange forskjellige fagområder, som landmåling, geokjemi, banemekanismer og gravitasjon for å finne ut hvordan Merkurs indre måtte være», sa Erwan Mazarico ved Goddard, som også hjalp Genova med å avsløre Merkurs faste kjerne.

Det faktum at vitenskapsfolkene

behøvde å komme ganske tett på Merkur for å finne ut med om dens indre, gjør at en skjønner hvor viktig det er å sende sonder til andre planeter. Så nøyaktige målinger av Merkurs rotasjon og tyngdekraft hadde rett og slett ikke vært mulig å gjøre fra Jorden. I tillegg har dette resultatet blitt mulig ved bruk av data samlet inn av Messenger over flere år. Dette er informasjon som er tilgjengelig for alle vitenskapsfolk å bruke. Nye oppdagelser om Merkur ligger praktisk talt garantert og venter i Messengers arkiver, og hver nye oppdagelse om vårt lokale nabolag gir oss en bedre forståelse av hva som ligger bortenfor.

«Hver ny bit av informasjon om vårt solsystem hjelper oss med å forstå det større universet.» avslutter Genova.

Ref.: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/mercurys-spin-and-gravity-reveals-the-planets-inner-solid-core>

## Fragment av tungmetallplanet overlevde tilintetgjørelse fra døende stjerne

**Forskere ved det astrofysiske instituttet på Kanariøyene, IAC, og Universitetet i La Laguna på Tenerife, ULL, har oppdaget levningene av en planet inne i en skive med planetsystemrester som går i bane rundt en hvit dverg. Det antas at høyt innhold av tunge metaller som jern og nikkel bidro til at planeten overlevde ødeleggelsen av planetsystemet. Forskningsresultatet gir et hint om fremtiden til vårt eget solsystem om seks milliarder år.**

### *Sølv Apollo Fredheim*

Et fragment av en planet som har overlevd sin stjernes død har blitt oppdaget av en gruppe astronomer ledet av universitetet i Warwick i England og forskere fra IAC og ULL. Fragmentet ble oppdaget i en skive av restmateriale (støv, gass og stein) fra ødelagte planeter som til slutt vil falle inn mot og bli oppslukt av stjernen.

Den jern- og nikkelholdige planetesimalen overlevde en kataklismisk tilintetgjørelse forårsaket av dødsprosessen til sin stjerne som har betegnelsen SDSS

J122859.93+104032.9. Det antas at fragmentet tidligere har vært en del av en større planet. At den overlevde er ikke mindre enn bemerkelsesverdig ettersom den går i bane nærmere stjernen enn det man tidligere har trodd var mulig, med en omløpstid på bare to timer.

Ved å bruke spektrografen OSIRIS som er installert i GTC-teleskopet ved utsiktspunktet Roque de los Muchachos på toppen av øya La Palma, studerte forskerne en skive av restmateriale rundt en hvit dverg 410 lysår unna og som er dannet av tilfeldig sammenklumpede steinlegemer bestående av grunnstoffer som jern, magnesium, silisium og oksygen, de fire hovedbyggestenene av vår egen planet og de fleste andre steinlegemer. Inne i skiven oppdaget de en ring av gass som strømmet ut fra et fast legeme, ikke ulikt en komethale. Denne gassen kan enten være produsert av legemet selv, eller ved støv som fordampes i forbindelse med at det støter sammen med små objekter inne i skiven.

Astronomene har kommet frem til at dette legemet må være minst en kilometer i størrelse, men kan være så stort

som flere hundre kilometer i diameter og dermed på størrelse med de største kjente asteroidene i solsystemet.

Hvite dverger er restene av stjerner lik vår sol som har brukt opp alt hydrogenbrenselet og kastet vekk de ytre lagene, slik at man ender opp med en svært kompakt kjerne som sakte kjøles ned. Denne stjernen har krympet så dramatisk at planetesimalen går i bane innenfor radien til den originale stjernen. Målinger tyder på at den en gang var del av et større legeme lenger ut i sitt solsystem og sannsynligvis har vært en planet som ble revet i stykker da stjernen begynte sin dødsprosess.

Stjernen var opprinnelig omlag to solmasser, men nå har den hvite dvergen bare 70% av massen til Solen. Den er også veldig liten — omkring på størrelse med Jorden — og dette gjør at stjernen, i likhet med hvite dverger i sin alminnelighet, har ekstremt høy tetthet.

Den hvite dvergens gravitasjon er så sterk — omkring 100 000 ganger Jordens — at en typisk asteroide vil bli revet i stykker av gravitasjonskreftene hvis den passerer for nær den hvite dvergen.

Ref.: <http://www.gtc.iac.es/>

# Et system av kulehoper oppdaget for første gang i en galakseskive

En internasjonal studie utført med OSIRIS-instrumentet ved GTC-teleskopet på Kanariøyene har oppdaget at det i spiralgalaksen Messier 106 finnes et system av kulehoper som ligger inne i og roterer med samme hastighet som galakseskiven. Systemets uvanlige fordeling og bevegelse viser at det kan være en levning fra tiden da stjenedannelsen i Universet var kraftigst.

*Sølve Apollo Fredheim*

Kulehoper består av mellom hundre tusen og en million stjerner med liknende kjemisk sammensetning og omtrent samme alder. Slike kulehoper er veldig gamle, og ble dannet for ca. 11,5 milliarder år siden, 2,3 milliarder år etter Big Bang. Disse hopene finner man vanligvis i haloen til store galakser, fordelt i en kuleform omkring galaksens sentrum.

Et internasjonalt stykke forskning, ledet av en gruppe fra National Autonomous University of Mexico (UNAM) og utført ved hjelp av OSIRIS-instrumentet på Gran Telescopio Canarias på La Palma på Kanariøyane, har oppdaget kulehoper i spiralgalaksen Messier 106 (også kjent som M106 og NGC 4258). Istedenfor å være fordelt i en kuleform, synes stjernene i den kulehopen å være formet som en skive som ligger parallelt med og roterer med samme hastighet som gasskiven i galaksen.

“Dette har vi aldri sett før, det er en av de totalt uventede og overraskende oppdagelsene som skjer innen vitenskapen” forklarer forsker ved Institutt for radioastronomi og astrofysikk, Rosa Amelia Gonzáles Lópezlira, som har ledet dette arbeidet. “Måten disse klyngene beveger seg på og deres fordeling likner galakseskivene i perioden med størst stjenedannelse i Universet, rundt 10 milliarder år siden, og vi tror at skiven med klynger i M106 kan være en gjenlevning fra den tiden”.

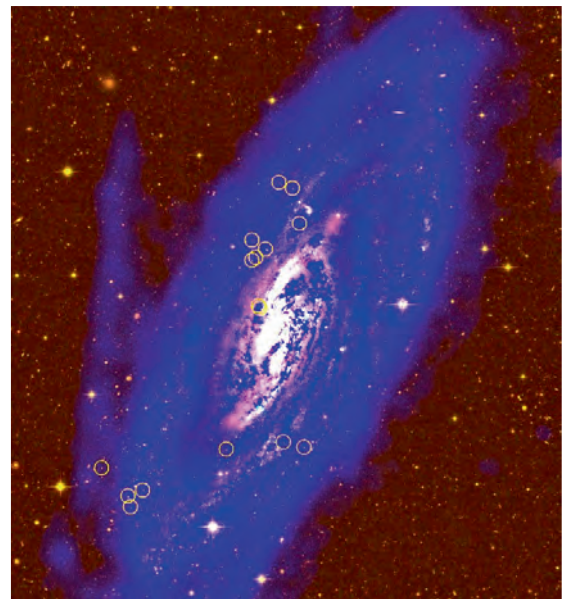
Forskningsdataene som ble fanget med OSIRIS-instrumentet på GTC-teleskopet ved Roque de los Muchachos-observatoriet har vært av avgjørende betydning, ikke minst for å bekrefte kandidatene for globulære klynger og for å skille dem fra andre tilsynelatende punktlyskilder som stjerner og fjerne galakser. For å gjøre det, må man observere spektrene for å vise at hver klynge har en samtidig populasjon av gamle stjerner og virkelig

tilhører galaksen man studerer.

Den andre forfatteren av artikkelen, Divakara Mayya, forsker ved det nasjonale instituttet for astrofysikk, optikk og elektronikk, sier: “Observasjonen med GTC-teleskopet og OSIRIS-instrumentet er helt nødvendige for å lykkes med studien fordi objektene er ganske langt unna slik at de krever en eksponeringstid på mer enn én time med det største optisk-infrarøde teleskopet i verden for å være istand til å trekke ut den relevante informasjonen fra spektrene”.

OSIRIS-instrumentet (Optical System for Imaging and low-Intermediate-Resolution Integrated Spectroscopy) er en multi-objekt-spektrograf som kan analysere lyset fra mange objekter samtidig og er bygget ved Institutt for astrofysikk på Kanariøyene i samarbeid med Mexico. “Å ha denne muligheten for multi-pleksing, å kunne motta flere spektra samtidig, er grunnleggende for denne type studier og det er mulig på tre av instrumentene på GTC-teleskopet, og dekker det optiske og det infrarøde” forklarer Antonio Cabrera som, leder vitenskapelige operasjoner ved GTC-teleskopet. I dette arbeidet ble 23 kandidater til globulære klynger observert i to områder.

Artikkelen er et resultat av et større prosjekt som vil studere globulære klyngesystemer i ni spiralgalakser med en radius på 52 millioner lysår for å kunne studere forholdet mellom antall globulære klynger og massen til det svarte hullet i sentrum av spiralgalaksen. “Dette forholdet er veldig tett



Et bilde i falske farger av MM106. Blåfargen viser nøytralt hydrogen, mens grønt og rødt viser synlig lys. De gule sirklene viser hvor kulehopene befinner seg. Illustrasjon: Divakara Mayya (INAOE).

for elliptiske galakser, men ikke så tydelig i spiralgalakser som Melkeveien”, kommenterer Lópezlira. “De ni galaksene som vi planlegger å studere har gode estimater på massene av deres sentrale svarte hull og ligger i en avstand som gjør at vi kan få til gode studier av deres globulære klynger”.

Denne ferske studien bekrefter at det er en sammenheng mellom antall kulehoper og massen til det svarte hullet i sentrum av M106 og bekrefter nøyaktigheten til den fotometriske metoden som er brukt ved GTC. “Studier av denne typen i flere spiralgalakser kan klarlegge rollen til de forskjellige hypotesene som foreligger for galaksdannelse og den som gjelder kulehoper og sentrale svarte hull”, hevder førsteforfatteren til artikkelen.

Ref.: <http://www.iac.es/>



# Hayabusa 2 fant det nye krateret på asteroiden Ryugu

Etter en saumfaring av asteroiden Ryugu, som kretser mellom Jorden og Mars, har nye bilder fra Japans romsonde Hayabusa 2 vist plasseringen av et nytt krater. Det nye krateret ble laget av sprengladninger på den lille asteroiden 4. april. Eksplosivene drev et 30 cm langt kobber-prosjektil inn i asteroiden, med så høy fart at endringene i landskapet strekker seg 20 meter i omkrets.

*Christian Leon Christensen*

Meningen med prosjektilet var å danne et krater som eksponerte steiner under overflaten. Disse steinene har kanskje ikke blitt like sterkt påvirket av stråling og sollysets enorme temperatursvingninger. Forskerne håper at Hayabusa 2 kan plukke med seg noen eksemplarer av steinene fra krateret, og frakte dem til jorden, sammen med andre prøver tatt tidligere i år.

Da Hayabusa 2-sonden slapp sprengladningen, trakk den seg bak asteroiden for å unngå kollisjon med partikler fra overflaten. Etter detonasjonen returnerte den til posisjonen sin ca 12 km fra Ryugu.

Sammen med sprengladningen etterlot Hayabusa 2 et kamera. De grove bildene fra kameraet viste en dusj med partikler opp fra asteroiden, etter sammenstøtet.

Uken etter detonasjonen sendte bakkekontrollen ved JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), kommandoer som bragte sonden nærmere Ryugu for å lete etter det nye krateret. Hayabusa 2 sonderte terrenget fra en avstand på ca 1.5 kilometer. Krateret som ble funnet er dobbelt så stort som forskerne forventet.

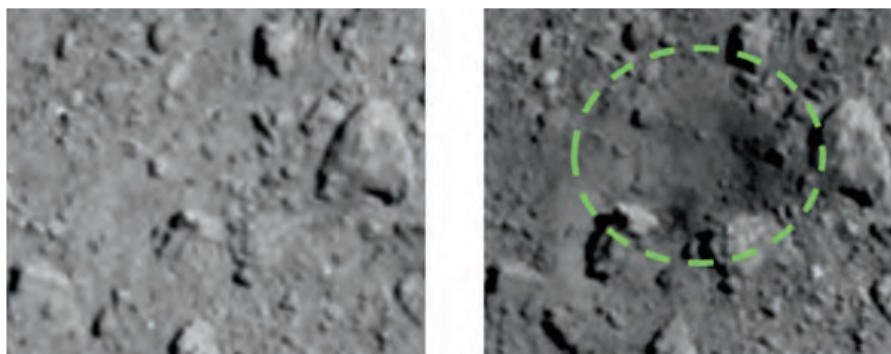
“Størrelsen og formen på det kunstige krateret vil bli studert nøye i fremtiden, men vi kan se at et område på rundt 20 meter i omkrets har blitt endret”, skrev forskerne på Hayabusa 2s twitter-konto, før de fortsatte: “Vi forventet ikke en så stor endring, så en livlig debatt har startet i prosjektet!”

Professor Masahiko Arakawa, ved Universitet i Kobe, jobber på prosjektet og sier: “Overflaten er fylt med kampesteiner, men likevel laget vi dette svære krateret. Det kan bety at det er en mekanisme vi ikke vet om, eller at det er noe spesielt med materialene på Ryugu”.

Instrumentet som ble brukt til å lage det kunstige krateret het Small Carry-On Impactor, og kan vel løselig over-



Dusj med partikler. Nærbilde av partiklene som farer oppover til høyre. Bilde: Jaxa.



Krateret er merket med grønt i bildet til høyre. Bilde: JAXA

settes til norsk som “en liten bærbar kræsjer”. Det var ett av flere bevegelige instrumenter som ble sendt til asteroiden Ryugu, sammen med Hayabusa 2. I fjor landsatte Hayabusa 2 hele tre sonder for å utforske overflaten på den 900 meter brede asteroiden.

Hayabusa 2, som ble bygget av JAXA, ankom Ryugu i juni 2018, og er planlagt å reise fra den i november eller desember 2019, for å returnere til Jorden. Sonden vil stupe inn i jordens atmosfære i desember 2020, og lander i Australia ved hjelp av fallskjerm. Forskerne vil så bringe prøvene til laboratorier for å studere dem i detalj og forhåpentligvis lære mer om solsystemets historie.

Dersom du vil lære mer om Hayabusa-sonden er det en del kule nettsider du kan besøke: [haya2now.jp/en.html](http://haya2now.jp/en.html) viser den ferskeste dataen som kommer fra Hayabusa 2, og du kan simulere kontroll kommandoer til sonden. [https://twitter.com/haya2e\\_jaxa](https://twitter.com/haya2e_jaxa) er twitter-kontoen Hayabusa 2. <http://www.hayabusa2.jaxa.jp/en/> er den offisielle siden til prosjektet hos JAXA.

Ref.: *Spaceflight.com*

# Krympende måne kan gi måneskjelv

Månen krymper etter hvert som dens indre avkjøles. I løpet av flere hundre millioner år har den blitt mer enn 50 meter slankere. I likhet med en drue som får rynker når den krymper til en rosin, vil månen gjennomgå en tilsvarende prosess. Men i motsetning til druens fleksible skall, blir månens skorpe sprø og bryter opp når månen krymper. Det dannes skyvedekker, og deler av skorpen vil løftes over på området rundt.

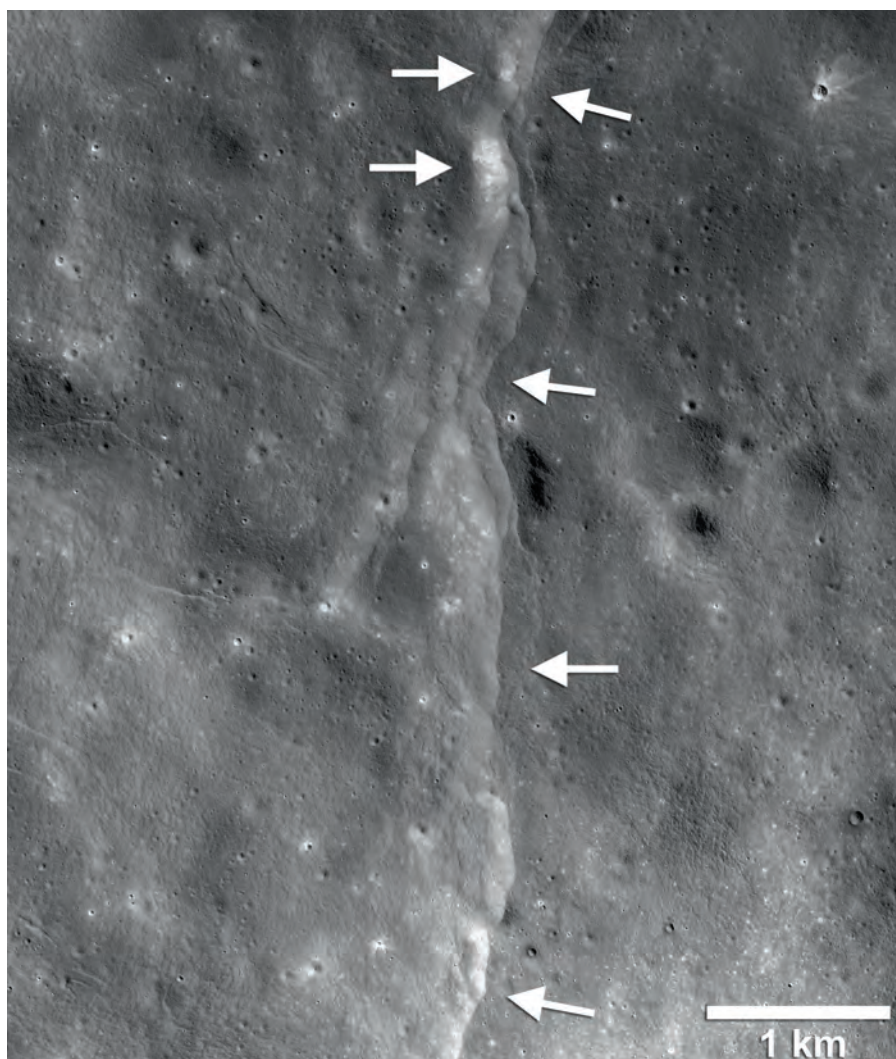
*Svein Erling Dittmann*

«Analysen vår gir de første bevis på at disse forkastningene fremdeles er aktive og antagelig produserer måneskjelv den dag i dag mens månen gradvis avkjøles og krymper,» forteller Thomas Waters, seniorforsker i Center for Earth and Planetary studies ved Smithsonian's National Air and Space Museum i Washington. «Noen av disse skjelvene kan være relativt sterke, omtrent fem på richterskalaen.»

På måneoverflaten ser disse forkastningsryggene ut som små trappetrinnformede klipper. De er ofte flere titalls meter høye og strekker seg flere kilometer ut over overflaten. Apollo 17 landet i Taurus-Littow-dalen i 1972. Da måtte Astronautene Eugene Cernan og Harrison Schmitt kjøre måne bilen i sikksakk oppover Lee-Lincoln-klippen.

Walters er hovedforfatter i en studie som analyserte data fra fire seismografer plassert på månen av apolloastronautene. Det ble brukt en algoritme, eller et matematisk program som var utviklet til å lokalisere måneskjelv ved hjelp av et tynt nettverk av seismografer. Algoritmene ga bedre estimater på hvor måneskjelvene befant seg. Seismografer er instrumenter som måler rystelsene fremkalt av skjelv. Ankomsttid og styrke på de ulike rystelsene gir et estimat på hvor episenteret ligger. Studien ble publisert 13. mai i Nature Geoscience

Ved å bruke de reviderte lokaliseringsestimatene fra den nye algoritmen fant gruppen ut at åtte av de 28 grunne skjelvene var innen 30 kilometer fra forkastningene man kan se på månebilder. Dette er nær nok til at man med sannsynlighet kan knytte skjelvene til forkastningene. Ved bruk av modeller har man funnet ut at dette er avstanden man kan forvente at skjelv vil oppstå. Det er når man tar i betraktning størrelsen av forkastningene. I tillegg fant man at seks av de åtte skjelvene skjedde når månen var nær apogeum. Det er det punktet i månebanen der månen er



Dette fremtredende lappeformede skyvedekket er et av tusener som er oppdaget på månen fra bilder tatt av Lunar Reconnaissance Orbiter Camera (LROC) Skyvedekket er som et trappetrinn i månelandskapet (hvite piler som peker mot venstre.) Den er dannet ved at skorpen nær overflaten blir presset sammen, bryter opp og skjøvet oppover langs forkastningen mens månen krymper. Områder med kampestein og flekker med relativt lys jord eller regolitt er funnet på forkastningskanten og bak kanten (den høye siden av kanten, piler som peker mot høyre)

lengst unna jorden. I slike situasjoner er tidevannskreftene fra jorden ekstra sterke og gjør slike glidninger i måneskorpen mer sannsynlige.

«Vi tror det er meget sannsynlig at disse åtte skjelvene ble produsert av forkastninger som glir på grunn av belastninger som bygges opp mens

måneskorpen blir komprimert ved global sammentrekning og tidevannskrefter. Det tyder på at seismografene fra Apollo-ferdene registrerte den krympende månen og at månen fremdeles er tektonisk aktiv,» sier Waters. Forskerne kjørte ti tusen simuleringer for å beregne muligheten

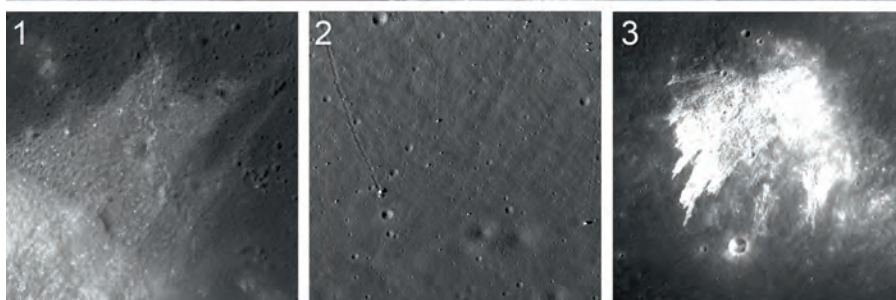
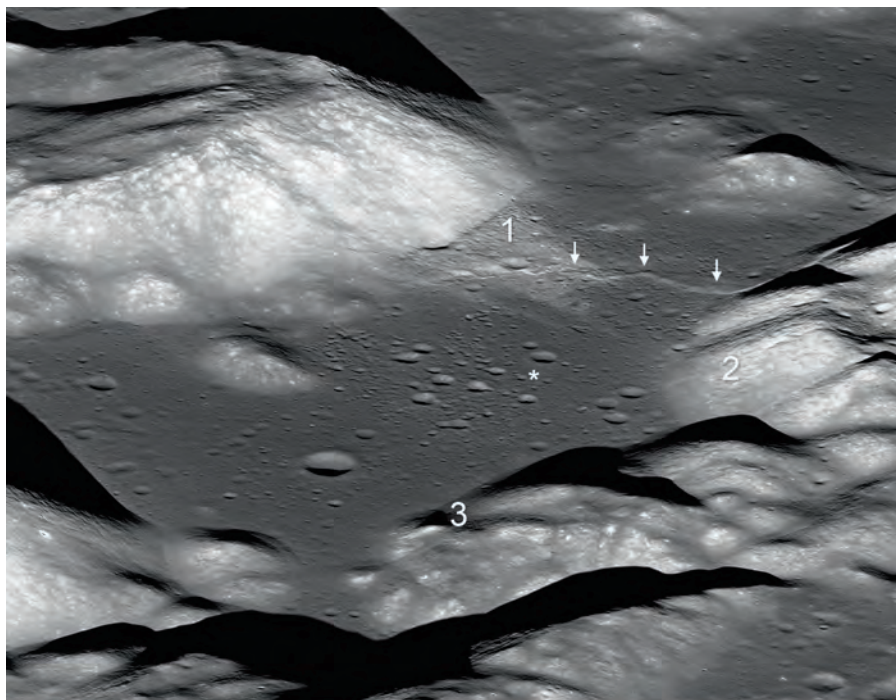
for at disse skjelvene oppsto tilfeldig. De mente denne sjansen var under fire prosent. Også andre hendelser som meteorittnedslag kan produsere skjelv. Men disse har en annen seismografisk signatur enn skjelv som kommer av forkastningsbevegelser.

Høydetaljerte bilder av månen tatt av NASAs Lunar Reconnaissance Orbiter gir også bevis på at disse forkastningene er aktive. Kameraet har tatt over 3500 bilder av skyvedekker. Noen av disse bildene viser jordras eller kampestein på bunnen av ganske lyse flekker i bakkene på skyvedekkerne eller nærliggende terreng. Forvitring på grunn av stråling fra solen eller verdensrommet bidrar til at materialet på måneoverflaten blir gradvis blir mørkere. Lysere områder tyder på at de har blitt eksponert i nyere tid. Det kan skje hvis ferske måneskjelv sender materiale nedover bakken. Man finner eksempler på kampesteinsområder i bakkene langs en forkastning i Vitelloklyngen. Eksempler på lysere områder finner vi nær kratere i Gemma Frisius og Mouchez L. Andre LROC-bilder viser spor av steinras. Disse kan oppstå hvis forkastningen sklir og lager skjelv som sender stein nedover bakken fra åsen. Disse sporene er beviser på geologisk sett ferske skjelv fordi de ellers blir visket ganske fort ut. Utvisking skjer ved et regn av mikro-meteoritter på månen. Spor av kampestein nær forkastninger i Schrödingerbassenget har blitt knyttet til ferske steinsprang produsert av seismiske rystelser.

Ett av de nærmere kartlagte måneskjelvepisentrene er bare 13 kilometer fra Lee-Lincoln forkastningen. Den ble krysset av Apollo 17- astronautene. De undersøkte kampesteiner og steinspor i bakken til North Massif nær landingsstedet. Et stort jordras på South Massif dekket den søndre delen av Lee-Lincoln-kanten. Det er ytterligere et bevis på at mulige måneskjelv har bitt dannet av forkastningsglidninger.

«Det er verdt å merke seg hvordan nesten 50 år gamle data og dem fra LRO-ferden har blitt kombinert for å øke forståelsen vår av månen. Disse peker mot hvor framtidige måneferder bør finne sted dersom man vil studere månens indre.» Dette sa LRO prosjektforsker John Keller i NASAs Goddard Space Flight Center i Greenbelt i Maryland.

Siden LRO har fotografert måneoverflaten siden 2009, ønsker teamet å sammenligne bilder av



Taurus-Littrow-dalen er stedet hvor Apollo 17 landet (se stjerne). Rett ovenfor landingsstedet skjærer Lee-Lincoln-forkastningsklippen seg på tvers av dalen. Bevegelser i forkastningen var antagelig kilden til mange måneskjelv som utløste hendelser i dalen. 1) Store jordras i bakkene til South Massif draperte lyse steiner og støv (regolitt) på og over Lee-Lincoln-skrenten. 2) Kampesteiner rullet ned bakkene i North Massif og etterlot spor eller smale kanaler i regolitten. 3) Jordras i de sydøstre bakkene til Sculptured Hills. Bilder: NASA/GSFC/Arizona State University/Smithsonian

spesielle forkastningsområder tatt ved ulike tidspunkter. På denne måten kan man se etter bevis på fersk måneskjelvaktivitet. «Det å etablere et nytt nettverk av seismografer på måneoverflaten bør være en prioritet i vår utforskning av månen. Dette er både for å lære mer om månens indre og å avklare hvor mye skade måneskjelv lager.» Dette sier medforfatter Renee Weber som er planetseismolog ved NASAs Marshall Space Flight Center i Huntsville i Alabama.

Månen er ikke den eneste verdenen i solsystemet vårt som krymper med årene. Merkur har enorme skyvedekker, opp til 1000 kilometer lange og tre kilometer høye. Disse er klart større enn dem på månen, også når man tar relativ størrelse i betraktning. Dette tyder på større krymping enn på månen. Steinverdener utvider seg ved oppvarming og krymper ved avkjøling.

Merkurs store forkastninger viser derfor at planeten var varm nok til å smelte helt etter at den var dannet. Forskere spør seg om det samme hendte på månen og prøver å rekonstruere månens opprinnelse. Eller var det slik at månen bare delvis var smeltet, kanskje med en magmasjø over et mer langsomt oppvarmende indre? De relativt små forkastningskantene på månen passer bedre med en mer forsiktig sammentrekning forårsaket av en delvis smelting.

Ref: <https://www.nasa.gov/press-release/goddard/2019/moonquakes>

# LIGO har registrert flere nye gravitasjonsbølger

I de få ukene siden LIGO startet sin tredje observasjonsrunde er det allerede oppdaget tre potensielle kollisjoner mellom sorte hull og én nøytronstjernefusjon. Dette bringer LIGO sitt totale antall observerte forekomster av gravitasjonsbølger til 14.

Jan Enok Lexander

Det tok astronomene ett hundre år å oppdage gravitasjonsbølger, som bekrefter en sentral forutsigelse i Albert Einsteins generelle relativitetsteori. Denne måneden har imidlertid sluseportene virkelig åpnet seg.

Fredag 19. april annonserte forskere ved Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO) at de sannsynligvis har detektert to gravitasjonsbølger på like mange dager. Detektorer på 3 ulike steder i verden fanget opp ankomst av noe som sannsynligvis var krusninger i rom-tiden rundt klokken 9.20 om morgenen norsk tid. Dette fulgte hakk i hæl på en gravitasjonsbølge-deteksjon dagen før, noe som fikk astronomer til formelig å løpe til teleskopene sine for å observere begivenheten.

Alt i alt er dette den femte gravitasjonsbølge-deteksjonen denne april-måneden. Denne tilstrømmingen av deteksjoner har gjort astronomene giret på å få i gang flersignal-astronomi æraen. I flersignal-astronomi kan forskere kombinere gravitasjonsbølgedata med observasjoner fra konvensjonelle teleskkoper for å få ny innsikt i ekstreme kosmiske fenomener som kolliderende sorte hull og nøytronstjerner.

Forskere har mistanke om at gravitasjonsbølge-deteksjonen den 18. april markerer den andre deteksjonen som skyldes to kolliderende nøytronstjerner. Nøytronstjerner er de gjenværende kollapsede kjernene etter gigant-stjerner som har eksplodert som supernovaer. Kollisjonen vil sannsynligvis ha gitt opphav til ett nytt sort hull. Astronomene brukte 18. april til å se etter tegn på kollisjonen på himmelen. De er mindre sikre på fenomenet som ledet til deteksjonen den 19. april: Det er 1/7 sjans for at det var falsk alarm forårsaket av jordiske vibrasjoner. Signalet var nemlig helt på grensen av hva LIGO kan detektere.

Hvis dette siste signalet viser seg å



To nøytronstjerner smelter sammen til en kilonova. Illustrasjon av Robin Dienel, Carnegie Institution for Science

være en kosmisk kollisjon, sier forskerne at det er en mulighet for at det kan være en hendelse som aldri før er blitt observert: En kollisjon mellom en nøytronstjerne og ett sort hull. Nå er imidlertid oddsene størst for at det var en tredje nøytronstjernefusjon.

LIGO består av to L-formede observatorier: Ett i Louisiana og ett i staten Washington.

I motsetning til oppdagelsen den 18. april, som skjedde mens en av detektorene var ute av drift i 40 minutter, oppfanget alle tre observatoriene signalene som kom dagen etter. Det gjorde det mye enklere å triangulere beliggenheten av kilden på himmelen, og gav astronomene mulighet til å bruke teleskopene sine. I følge astronomene kom gravitasjonsbølgene denne gangen fra ett punkt omkring 1.2 milliarder lysår fra Jorden. Det er mer enn dobbelt så langt borte som gravitasjonsbølgene LIGO oppfanget 18. april.

Observasjonen 18. april var starten på en frenetisk anstrengelse for å finne spor av kollisjonen på nattehimmelen med teleskop. Når nøytronstjerner kolliderer blir eksplosjonen kalt en kilonova - en himmelbegivenhet som

lyser 1000 ganger kraftigere enn en nova. En kilonova kan astronomene lett detektere hvis LIGO forteller dem hvor de skal rette teleskopene. Den påfølgende høy-energetiske miksen av partikler sprer enorme mengder tyngre elementer som gull og platina utover i rommet. Å se hendelsen i startøyeblikket – og å følge utviklingen over tid – kan gi forskere ny innsikt i effektene av disse kosmiske kollisjonene.

Astronomer verden over ble med og identifiserte to kandidater for nøytronstjerne-fusjonen den 18. april. Oppgaven ble komplisert av det faktum at bare to av de tre detektorene var i drift. De kunne bare innskrenke søkene til cirka en 1/4 av himmelen.

Ref.: [www.astronomy.com](http://www.astronomy.com)

"A STUNNING, GORGEOUSLY CINEMATIC JOURNEY FIRING ON ALL CYLINDERS."

FIRST SHOWING

"UTTERLY ASTONISHING...TAKES YOUR BREATH AWAY."

INDIEWIRE

I samarbeid med Hjertnes kulturhus i Sandefjord arrangerer DSE førpremiere på filmen «Apollo 11» på 50-årsdagen for da det første mennesket satte sin fot på Månen

**Hjertnes kulturhus, Sandefjord**

**Søndag 21. juli kl. 18.30**

**Billetter: [hjertnes.no/kino](http://hjertnes.no/kino)**

**Utstilling i foajéen fra kl. 17.30**

Forestillingen innledes med et unikt intervju med Erik Tandberg som sammen med Jan P. Jansen rapporterte fra månelandingen i NRK for 50 år siden



A FILM BY TODD DOUGLAS MILLER

# APOLLO 11

A CINEMATIC EVENT 50 YEARS IN THE MAKING



NEON AND CNN FILMS PRESENT A STATEMENT PICTURES PRODUCTION A TODD DOUGLAS MILLER FILM "APOLLO 11"  
EXECUTIVE PRODUCERS AMY ENTELIS COURTNEY SEXTON EXECUTIVE PRODUCERS JOSH BRAUN TOM QUINN SOUND DESIGN AND MIX BY ERIC MILANO POST PRODUCTION EXECUTIVE PRODUCER WILLIAM JUNKIN COX II  
PRODUCED BY TODD DOUGLAS MILLER THOMAS PETERSEN EVAN KRAUSS MUSIC BY MATT MORTON DIRECTED AND EDITED BY TODD DOUGLAS MILLER

NEON CNN FILMS statementpictures www.apollo11movie.com © 2018 MOON COLLECTORS LLC. ALL RIGHTS RESERVED



Apol

50 år siden den før



# lo 11

# ste månelandingen

Denne sommeren er det 50 år siden et menneske for første gang satte sin fot på et annet himmellegeme. Natt til 21. juli 1969 klokken 03:56:15 norsk tid plasserte den amerikanske astronauten Neil Armstrong sin venstre fot ned i månestøvet med ordene «That's one small step for (a) man, one giant leap for mankind». Et stort historisk jubileum har helt siden i vår blitt markert både her hjemme og i Europa forøvrig, og selvfølgelig i USA hvor en rekke arrangementer finner sted i hele 2019.

**Av Ivar Johansen**



De forskjellige elementene for Saturn 5/Apollo 11 bæreraketten ankom den gang Cape Kennedy (nå Cape Canaveral) i begynnelsen av januar 1969. Her ser vi første trinnet i vertikal stilling inne i den store Vehicle Assembly Building (VAB). Trinnet er 42 meter langt og har en diameter på ti meter, produsert av Boeing. Legg merke til de fem store F-1 motorene som tilsammen nesten konsumerte 14 tonn med drivstoff i sekundet! FOTO: NASA - fra ALSJ skannet av Kipp Teague.

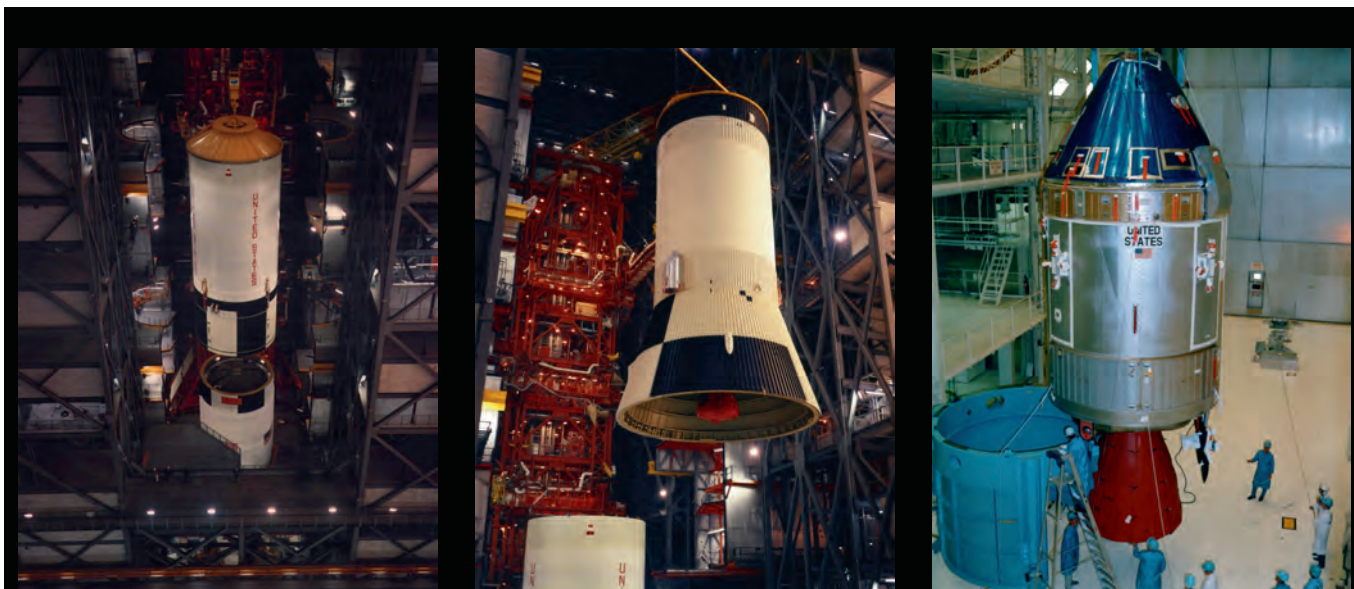
De kommersielle kreftene utnytter også dette jubileet på så å si alle mulige måter. Klesbransjen var først ute. På godt og vondt har klær med logoen til NASA de siste 4-5 årene blitt en trend, og med Apollo 11-jubiléet og 50-årsmarkeringen har det nesten tatt helt av. Man kan få kjøpt det meste av T-skjorter, collegegensere og vanlige skjorter, joggesko og fritidssko med Apollo 11-emblem og «First On The Moon»-tekst. Hvordan skal man kunne feire dette jubileet med leserne av AstroRapport? En ting er i alle fall sikkert; det er mer enn nok å skrive om. Det finnes tonnevis med detaljert og meget god dokumentasjon fra Apollo 11, og hele Apollo-programmet for den del. Et romprogram som artikkelforfatteren opplever at bare blir mer og

mer omfangsrikt både i størrelse og interesse etterhvert som tiden går, og jeg er neppe den eneste innenfor dette interesseområdet -romfartshistorie - som føler det slik. Min generasjon var så heldige å kunne få vokse opp med Apollo-programmet, det har liksom blitt litt av DNAet vårt, og ingenting er vel bedre enn å få lov til å kunne bidra med noe som mer eller mindre har ligget under huden på oss de siste 50 årene. Vi vil minnes Apollo 11-ferden i tre deler gjennom resten av Astro Rapport utgaver i 2019. Del 1, som du nå holder i hånden, vil ta for seg forberedelsene mot oppskytning. Del 2 vil sette fokus på klatringen opp mot jordbane, ut av denne banen, transportetappen mot Månen og selve landingen. Del 3 vil sette søkelyset på aktiviteten ombord i



Her ser vi tre godt fornøyde astronauter, pent kledd der de blir presentert for presse og media ved Manned Spacecraft Center (nå Johnson Space Center) i Houston 10. januar 1969. NASA offentliggjorde navnene dagen i forveien. Fra venstre ser vi Edwin E. "Buzz" Aldrin, Neil A. Armstrong og Michael Collins. FOTO: NASA - fra ALSJ skannet av Kipp Teague.





Til venstre: Her ser vi andre trinnet der det skal kobles sammen med første trinnet inne i VAB(se bildet på forrige side). I midten: Det tredje trinnet monteres sammen med andre trinnet. Til høyre: Kommandoserviceseksjonen Columbia med Apollo 11-romkapselen på toppen klar for å bli integrert med resten av Saturn 5-raketten. Bilder: NASA - fra ALSJ skannet av Kipp Teague.

månelandingsfartøyet etter landing og det historiske oppholdet på Månens overflate, oppstigningen fra Stillhetens Hav og returen til Jorden.

### SNART OPPSKYTNING

Jeg vil ta leserne av AstroRapport tilbake til den 16. juli 1969. Det koker i Brevard kommune i Florida. Det er tidlig morgen lokal tid, og Saturn 5 raketten med romfartøyet Apollo 11 ute på oppskytningsplattform 39A ved Kennedy Space Center skal snart bemannes. Det er snaue to timer siden Armstrong, Aldrin og Collins med god hjelp av sine assistenter ved Operations and Checkout fikk tatt på seg og sjekket ut sine romdrakter. Så fulgte den lille spaserturen ut til bilen som skulle kjøre astronautene ut til oppskytningsområdet og plattform 39A. Men før de gikk inn i bilen ble de tiljublet av presse og media som for første og siste gang så dem før de skulle reise til Månen. Vi smyer oss inn i hendelsene denne morgenen i det astronautene går ut av dette kjøretøyet. Det er på tide å ta heisen ombord på det mobile oppskytningsstårnet. Nedteilingen er på T minus to timer, 40 minutter og 40 sekunder, og astronautene har begitt seg inn i heisen i andre etasje på



Mannskapsmodulen til månelandingsfartøyet Eagle med plass til to astronauter ankom Cape Kennedy 8. januar 1969 fra produsenten Grumman Aircraft Engineering Company. Massen til dette oppstigningstrinnet var drøye 4,5 tonn. Hele månelandingsfartøyet støtt plassert på Månens overflate hadde en masse på drøye 14,6 tonn. Høyden inklusive de fire landingsføttene utslått var 6,3 meter. FOTO: NASA, skannet av Kipp Teague.

den mobile oppskytningsplattformen. Heisen klatrer oppover med 180 meter i minuttet og stopper 98 høydemeter

senere. Astronautene er nå på samme høyde som romfartøyet, og det er Armstrong og Collins som kan ta fatt på

de få meterne til dette hvite rommet hvor sjefen for oppskytningsplattformen, Guenter Wendt, nå skal ta imot dem. Armstrong og Collins spaserer rolig og forsiktig langs plattformarm 9 før de går inn i det hvite rommet hvor de ser rett inn i sitt romfartøy der luken står på vidt gap og ønsker dem velkommen. Det tredje medlemmet av mannskapet, Aldrin, vil være den siste som tar plass i romfartøyet. Armstrong hilser og smiler samtidig som Guenter Wendt gjør de siste justeringer på romdrakt og hjelm i det testsjefen for romfartøyet Skip Chauvin ønsker Armstrong en riktig god morgen før han viser Armstrong kommandørens venstre sete. Armstrong svarer «dette ser ut til å bli en riktig fin morgen» i det han stroppe seg inn og spenner seg fast i setet samtidig som han sjekker seg inn til oppskytningskontrollen. Klokken logges til 06:54 lokal tid ved Floridas kritthvite kyststrender hvor over en million tilskuere har strømmet til de siste dagene for å kunne oppleve denne historiske hendelsen. Ved oppskytningskontrollen overvåker legene Armstrongs puls i det han setter seg inn og spenner seg fast. Pulsen steg kun med et par slag så langt, han er jo kjent for å være avbalansert, veldig fokusert og ikke minst rolig.

30 meter under Armstrong og Collins jobber et lag med teknikere på en ventil som hadde en lekkasje. Denne ventilen tok seg av etterfylling av drivstoff på det tredje trinnet på Saturn 5-raketten. Løsningen på lekkasjen ble å stramme til en rekke bolter slik at ventilen ble tett. Så fort teknikerne hadde forlatt oppskytningsplattformen aktiviserte man tilstrømmingen av hydrogen igjen for å forsikre seg om at ventilen nå var tett.

Collins stod nå og ventet på sin tur til å bli plassert ombord i Apollo 11, og etter at man hadde justert noe av utstyret tok han plass i det høyre setet seks minutter etter at kommandøren var på plass. Nedtellingen passerer T minus 2 timer 30 minutter og 55 sekunder. Nå var det snart Aldrins tur der han ventet i heisen rundt hjørnet fra oppskytnings-



Utrulling av Saturn 5 med Apollo 11 til oppskytningsplattform 39A ved Cape Kennedy fant sted 20. mai 1969 i flotte omgivelser med VAB i bakgrunnen. FOTO: NASA fra ALSJ skannet av J.L. Pickering.

armen som ledet inn til romfartøyet. Aldrin spøkte litt med godeste Guenter Wendt før han inntok sin plass ombord i det midtre setet. Klokken var 07:07 lokal tid denne historiske morgenen. Teknikerne som befant seg 61 meter over bakkenivået jobbet fremdeles med ventilproblemet, mens Wendt og hans assistenter i det hvite rommet gikk gjennom sine sjekklister med astronautene vel på plass. På dette tidspunktet var det faktisk fire astronauter ombord i Apollo 11. Astronauten Fred Haise, som var månelandingsfartøypilot i reservemanskapet, befant seg nå i fotenden til astronautene i den nedre utstyrsdelen av romfartøyet hvor han hjalp dem med utsjekking av oksygen-systemene og kommunikasjonen med oppskytningskontrollen, samtidig som han sørget for at de var godt spent fast og komfortable ombord. Resten av reservemanskapet bestod av Jim Lovell, som var reserve for Armstrong, og Bill Anders som var reserve for Collins.

Da astronautene ankom oppskytningsplattformen var de som nevnt for lengst iført sine romdrakter og bar på sine mobile, små oksygenkofferter. Etter at de kom på plass i romskipet var de isolert fra Jordens naturlige atmosfære og pustet inn rent oksygen i drøye tre timer for å skylle ut alt av nitrogen i blodssystemet. Dette gjorde de for å forhindre bobler av nitrogen i blodsystemet, noe som kan gi dykkersyke.

Armstrong hadde for lengst sjekket seg inn i kommunikasjonen med oppskytningskontrollen og Collins var nå den neste samtidig som Aldrin også hang seg på noen minutter senere. Etterhvert var man i ferd med å få alle systemene på plass ombord og Fred Haise måtte forlate sine kolleger ombord. Han skulle nok gjerne ha vært med på det som nå skulle skje. I ettertid fikk han sin mulighet på Apollo 13-ferden. Han ønsket Armstrong, Aldrin og Collins lykke til der nedtellingsklokken sakte men sikkert gjorde jobben



Det store transportkjøretøyet er vel fremme ved oppskytningsplattformen etter en heldagstur fra VAB. Legg merke til servicestrukturen til høyre, FSS (Fixed Service Structure), som gjør det mulig for personell å jobbe langs rakettkroppen. FOTO: NASA fra ALSJ skannet av Kipp Teague.

sin ved 2 timer, 10 minutter og 35 sekunder. Teknikerne drøye 30 meter under setene til astronautene var også i ferd med å avslutte sitt arbeid med tilførselsventilen og kunne forlate oppskytningsplattformen sammen med Haise. Med en tett og god ventil kunne man fylle på med hydrogen i Saturn 5-raketts tredje trinn. Armstrong gikk nå igjennom sikkerhetssystemene for avbrytelse av ferden med utvalgte personer på bakken. Nødprosedyrene ble verifisert ved at Armstrong kunne bekrefte til oppskytningskontrollen at indikatorlysene i romfartøyet lyste opp slik de skulle på instrumentkonsollene. Stemningen nede i oppskytningskontrollen begynte å bli elektrisk!

Da nedtellingen passerte to timer og

syv minutter kunne man begynne jobben med å stenge luken til Apollo 11. Armstrong, Aldrin og Collins var for første gang overlatt til seg selv inne i sin egen lille boble. Etter seks minutter var luken lukket og strammet til. Astronautene takket Chauvin og hans mannskap for all god assistanse. Romkapselen ble nå satt under trykk, og atmosfæren i kabinen ble nå justert til 60% oksygen og 40% nitrogen. De tre astronautene pustet fremdeles inn hundre prosent oksygen via sine tilkoblinger på romdraktene

Mannskapet til Chauvin var i ferd med å avslutte sitt arbeid ute på plattformen. Det siste de gjorde var å montere et beskyttelsesdeksel over luken som skulle skåne eksteriøret under

oppskytingen. Nede i kontrollsenteret ved Kennedy Space Center hadde man nå et våkent øye på hvordan det gikk med fyllingen av hydrogenet Saturn 5-raketts tredje trinn. Alle parametere og analyser så veldig bra ut så langt. Nedtellingen snek seg nå ned til under to timer. Armstrong avstemte nok en gang nødprosedyrene, hvor bekræftelsene fra bakken lyste opp på det såkalte abortpanelet fullt av vippebrytere på Armstrongs venstre side i kabinen. Det var en bakkebasert datamaskin som administrerte denne sekvensen som tok en drøy halvtime å simulere seg igjennom. Testsjefen Skip Chauvin gikk sammen med Collins gjennom de siste testene av kommandoserviceeksjoen Columbia med gode

verdier og tall. Luken var nå satt under trykk, og astronautene kunne rapportere tilbake at alt fra deres standpunkt var i god rute. Hydrogenet flommet inn i bærerakettenes tredje trinn mens nedtellingen passerte en time og 30 minutter. Man lå litt foran skjemaet i forberedelsene på vei mot en oppskytning 09:32 lokal Florida-tid. Så var det været da. Denne julidagen i 1969 hadde man kun et tynt skylag i en høyde av 4500 meter, lite vind å snakke om og drøye 26 varmegrader, noe som var helt ideelt for en oppskytning av en Saturn 5. Det blåste bokstavelig talt medvind for NASA og romfarts-historien denne dagen.

Ombord i Apollo 11-romfartøyet var det nå Armstrong som hadde mest å gjøre. Han gikk nå igjennom navigasjonssystemet hvor han avstemte innstillingene med kontrollen på bakken samtidig som han fikk status på disse lange og omfattende forberedelsene mot det som snart skulle skje. North American Aviation-teknikerne på bakken var veldig godt fornøyd med status så langt. Som leverandør av kommandoserviceseksjonen kunne de melde at alt var på stell og klart for oppskytning.

Støttemannskapet i det hvite rommet på plattformen, også omtalt som «the closeout crew», kunne nå etterhvert begi seg vekk fra plattform 39A. Etter at plattformen var tømt, kunne man svinge tilbake plattformarm 9 vekk fra luken til kommandoserviceseksjonen. Den ble trukket tilbake 12 grader eller 1,5 meter vekk i fra astronautenes luke. Så ble

romfartøyet pyrotekniske systemer aktivisert, noe som var en bekreftelse på at det øverste redningstårnet og kommandoseksjonen kunne koble seg fra resten av Saturn 5-raketten dersom en krise skulle oppstå under oppskytningen etter at de fem F-1-motorene hadde våknet til liv. Skulle det skje noe uforutsett før dette ville man



kunne svinge plattformarm 9 tilbake til astronautenes luke dersom de ble nødt til å evakuere romfartøyet. Denne armen vil bli svingt helt tilbake til sin opprinnelige hvileposisjon når nedtellingen passerer fem minutter før oppskytning.

Fra de kommunale myndighetene kom det rapporter om at det nå var mer enn en million mennesker som befant seg i Brevard og områdene rundt. Det var totalt trafikkaos rundt byen Titusville og på de lokale trafikkårene US1 og Route 50. Alle ville være øyevitne til denne historiske hendelsen!

Nedtellingen nærmet seg nå den siste timen og kommandør Armstrong hadde nettopp gjennomført en utsjekking av den store SPS-motoren som sitter bakerst på kommandoserviceseksjonen. Armstrong brukte sin roterende håndkontroll der han fikk god respons tilbake på SPS-motorens bevegelser og vinkling. Dette er viktige manøvrer som skal gjøres så snart man er i rommet, så en bekreftelse på at dette var i orden var nok en positiv hake å krysse ut på den lange

utsjekkingslisten før oppskytningen. Man avstemte også følgesystemene i bærerakettenes instrumentenhet som under oppstigningsfasen vil fungere som navigasjonssystemet for Saturn 5-raketten. Nedtellingen tikket nå inn i sin siste time. Skip Chauvin kunne sende følgende melding opp til

kommandør Armstrong: «Vi ligger veldig godt foran skjema i forberedelsene, faktisk 15 minutter når det gjelder romfartøyet og kommandoserviceseksjonen». «Det høres veldig fint ut», svarte Armstrong og fortsatte litt sarkastisk: «Så lenge vi ikke blir skutt opp 15 minutter for tidlig». Han refererte til starten av oppskytningsvinduet. Et oppskytningsvindu er et begrenset tidsintervall og der et romfartøy må skytes opp for å nå sitt endelige mål, enten det er den internasjonale romstasjonen, Månen, Mars eller de andre planetene i vårt solsystem. Tidsperioden kan være så kort som bare et sekund på en helt spesiell dag eller flere minutter, timer og også dager, noe som tilsier at man da har mer

fleksibilitet og større arbeidsrom med tanke på forberedelsene under en oppskytning. Oppskytningsvinduet for Apollo 11 hadde en varighet på fire timer og 22 minutter denne historiske dagen. Vinduet startet klokken 14:32 og strakte seg til 18:54 norsk tid.

Oppskytningsvinduet under Apollo-programmet ble definert ut fra de forskjellige viktige hendelsene under en ferd, som å frigjøre seg fra banen rundt Jorden for å ta fatt på transportetappen mot Månen, oppbremsingen og injeksjonen i månebane, landingen på Månens overflate, avreisen fra Månen og landingen i Stillehavet. Alt er jo planlagt til den siste tiendelen av et sekund på en slik ferd.

Oppskytningsplattformens støtteoppgaver ble mer og mer redusert etter hvert som nedtellingen smøg seg nedover, og i kontrollsenteret fikk man nå beskjed fra test supervisor Bill Schick om at man ville svinge tilbake en av de større støttearmene for Saturn 5-raketten. Apollo 11-mannskapet ble advart at dette snart ville finne sted. Heisen var også plassert i en beredskapssituasjon 98 høydemeter over plattformen og nede i oppskytningskontrollen satte en av astronautenes støtteapparat seg ned for å ta fatt på sin viktige oppgave denne morgenen.

Astronauten Bill Pogue skulle være CapCom (Capsule Communicator – den som snakker direkte med astronautene ombord) under resten av nedtellingsfasen. Hans kallesignal var Stony.

Da nedtellingen passerte 46 minutter var det Aldrin som hadde fått mer å gjøre. Han jobbet sammen med romfartøyets testansvarlig slik at de sammen kunne stille inn de riktige bryterne for å sette romfartøyets reaksjonskontrollmotorer under trykk. Disse motorene satt på siden av romfartøyet. Det var 16 av dem totalt fordelt på fire kvadranter rundt romfartøyet. De blir satt under trykk før oppskytning for så å bli brukt til manøvrering i rommet. Det var mange brikker som skulle på plass før oppskytning av en Saturn 5-rakett, og blant de i oppskytningskontrollen var det flere arbeidslag nå



På dette ikoniske mannskapsbildet av Apollo 11-astronautene ser vi fra venstre Neil Alden Armstrong (kommandør), Michael Collins (kommandoserviceseksjonspilot) og Edwin Eugene "Buzz" Aldrin (månelandingsfartøypilot). Alle de tre var astronauter med erfaring fra Gemini-programmet. Armstrong fra Gemini 8, Collins fra Gemini 10 og Aldrin fra Gemini 12, hvor han gjennomførte tre romvandring i midten av November 1966. FOTO: NASA

som bare overvåket drivstoffilstanden på de forskjellige nivåene ombord. Så langt ut i nedtellingen var alt stabilt og fint.

### LITT OM DRIVSTOFF

De laveste tankene i det første trinnet ble fylt av 810 000 liter med drivstoffet RP-1 (en spesiell type parafin) tre uker før oppskytning. Drivstoffet for andre trinn og tredje trinn var flytende hydrogen nedkjølt til -253 grader celsius. Selve tankingen går for seg i etapper. Etter at man fyller tankene vil man miste noe av hydrogenet, men dette kompenseres tre minutter før oppskytning. Da blir tankene etterfylt mens de står under trykk.

Alle de tre trinnene brukte flytende oksygen som oksidasjonsmiddel. Ni timer før oppskytning ble nitrogengass pumpet gjennom tankene slik at man kunne kvitte seg med forurensende luft og vannlommer. Tre timer senere - seks timer før oppskytning - ble tankene nedkjølt før man kunne fylle dem med flytende oksygen med en temperatur på

-183 grader celsius. Her ble det første trinnet forsynt med 1,3 millioner liter, andre trinn med 331 000 liter og det tredje trinnet fikk påfylt 77 000 liter flytende oksygen.

### OPPSKYTNINGEN

Så endelig klokken 14:32 norsk tid onsdag 16. juli 1969 løftet Saturn 5 med Apollo 11 seg fra oppskytningsplattform 39A ved Kennedy Space Center i Florida. Oppskytningstårnet ble tilbakelagt i løpet av 4 sekunder, og på bakken hørte man et øredøvende brøl når de fem F-1 motorene konsumerte 13,6 tonn drivstoff i sekundet. Det klirret i vindusruer der trykkbølgen nå bare ble større og større for en liten stund mens bæreraketten klatret oppover mot sin bane rundt Jorden. Apollo 11-astronautene Armstrong, Aldrin og Collins var for alvor på vei mot Månen. Dette får dere høre mer om i et senere nummer av Astro Rapport.



# Astrofoto del 4

## Solsystemet

Av Ragnar Aas

I de foregående delene har vi sett på stadig dypere eksponeringer av fjerne objekter. I denne delen skal vi ta for oss de mer nære ting. Planetene, månen og sola. Alle disse har mer enn nok lys til at vi slipper å ha noen form for guiding. Vi trenger i enkelte tilfeller ikke engang å ha en montering som følger stjernene. Det største problemet for oppløsningen når det gjelder deep sky, er at de lange eksponeringene, selv 30 sekunder eller kortere, er lange nok til at urolig luft, eller turbulens, har en tendens til å smøre ut detaljene. Og de minste detaljene blir gjerne på flere buesekunder. Så selv med et relativt stort teleskop, vil vi ikke få noen bedre oppløsning.

Noe er mulig å

hente ut med forsiktig bildebehandling, men stort sett er det meste tapt. Dette er ikke tilfelle med solen, månen og planetene. Her kan vi ta bilder på millisekunder, og vi kan dermed "fryse" mye av bevegelsene i atmosfæren, og få et snapshot av objektene. Om vi tar mange slike, så kan et av dem være maksimalt klart. Dette kalles gjerne "lucky imaging", av åpenbare grunner. Det finnes to måter å gjøre dette på. Enten ta massevis av bilder med et speilrefleks, eller å kjøpe et dedikert astrokamera med mulighet for å filme. Kameraet tar da tusenvis av bilder som en videofil, og ved hjelp av verktøy vi skal se på senere, klarer vi å finne frem til de beste bildene av disse, og sette sammen ett bilde. Resultatet blir så et høyoppløst bilde med mye detaljer. Men først, som vanlig, litt teori.

atmosfæren, ville vi alltid ha fått bilder med den maksimale teoretiske oppløsningen til teleskopet. Det er jo derfor Hubble-teleskopet flyr der oppe i rommet. Selv om det har mindre speil enn de største på jorden, klarer det allikevel å få til høyere oppløsning. Dvs, inntil nå. For nå bruker brukere de store observatoriene teknikker for å kompensere for atmosfæren. Så hva er problemet med atmosfæren? Rett og slett turbulens. Og alle som har tittet opp på stjernehimlen en mørk natt ser at stjernene funkler. Dette er kanskje vakkert og romantisk, men for astronomer er det gjenstand for irritasjon. Turbulensen kan enkelt beskrives som "bobler" av luft oppe i atmosfæren. Når de beveger seg, danner de svake linser som bryter lyset ørlite grann. Tenk på hvordan det ser ut når du ser på bunnen av sjøen når det er små bølger som passerer. Bildet danser, strekkes og komprimeres. Tilsvarende "bølger" i atmosfæren gjør at lyset fra en planet eller stjerne som treffer øyet vårt, eller en sensor, også "danser" litt. Og boblene kan fungere som faktiske linser med at de samler og sprer lyset. Og detaljene blir enten smurt ut eller de blir skarpere. Og når en tar et bilde med eksponering på mer enn kanskje 1/100 sekund, så vil dette resultere i at detaljene blir smurt utover. Hvor kjappe bevegelsene er, er

### Turbulens og oppløsning

Om vi hadde tatt bort

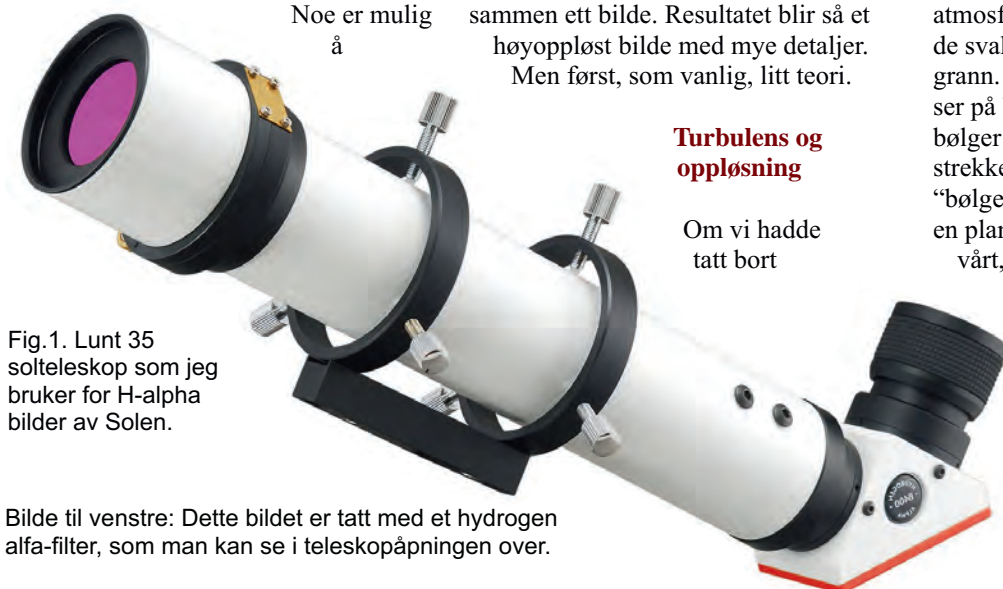


Fig. 1. Lunt 35 solteleskop som jeg bruker for H-alpha bilder av Solen.

Bilde til venstre: Dette bildet er tatt med et hydrogen alfa-filter, som man kan se i teleskopåpningen over.

forskjellig etter hvordan atmosfæren er. Selv om en tar et bilde med kort nok eksponering til at bevegelsene fryses, så vil en fremdeles ha problemet med at "bobla" allerede vrerger bildet slik at noen deler av bildet er riktige, mens andre er forvrengte. Og uansett hvor mange bilder en tar, så vil deler av, eller kanskje hele, bildet være forvrengt. Enkelte ganger kan du oppleve en atmosfære som er så rolig at du kan dra opp forstørrelsen til astronomiske nivåer og fremdeles studere detaljer. Jeg har opplevd dette en gang i Norge. Da kunne vi dra opp 700 gangers forstørrelse på Saturn, og den var krystallklar. Men det varte kun en halv time eller så. Turbulens har det tidligere ikke vært så mye å gjøre noe med. Men moderne behandlingsmetoder har gjort dette til en faktisk mulighet. Du kan da få bilder som nærmer seg den teoretiske oppløsningsevnen til teleskopet ditt. Men ikke bedre. Det er ikke som i spionfilmene der agentene har et ansikt som dekker 4 piksler på et bilde, og hamrer løs på tastaturet med sjefen hengende over skulderen, for så å få frem et klart bilde av et ansikt. Jeg har hørt folk si de har sett detaljer på planetene som er bedre enn den teoretiske oppløsningen. Det er mulig at noen av boblene gjør at detaljer blir forstørret, så de synes. Eller at folk rett og slett "ser" ting fordi de forventer at de skal være der. Omtrent som de som "så" kanaler på Mars. Jeg vet ikke. Uansett, ikke forvent at du får frem flere detaljer i bildene dine enn den teoretiske oppløsningen til et gitt teleskop. Det er sikkert mulig å få frem "detaljer" i bildene som er finere, men spørsmålet da er om disse er ekte, eller om de bare er artefakter i prosesseringen.

### Oppløsningsevne

Alle teleskoper har en teoretisk oppløsningsevne. For større teleskoper vil en normalt sjelden nå denne fordi turbulens alltid vil smøre ut detaljene. Men vi kan allikevel klare å få frem mye mer detaljer med riktig behandling. Oppløsningen for et teleskop kan sann ca regnes til  $O = 116/D$  der O er oppløsningen i buesekunder og D er diameteren på objektivet i mm. Dette er et relativt konservativt anslag også. Men det fungerer i de fleste tilfeller. Har sett noen bruke 70 i stedet for 116 i formelen ovenfor. Og det er jo mulig at det kan gå an å få så bra oppløsning, men jeg tror jeg vil foretrekke den konstanten jeg har satt opp i 1). Den er konservativ, og fungerer for de fleste.

### Pikselstørrelse og oppløsning per piksel.

Kameraer har pikselstørrelse som gjerne går fra et par mikrometer til 10-20 mikrometer. Hvilken en skal velge, er avhengig av hvilken oppløsning en vil ha, og teleskopet en skal bruke. Jeg har lest noe teori rundt oppløsning og det som anbefales, er at en har oppløsning per piksel på  $\frac{1}{3}$  av den teoretiske oppløsningen. Dette vil sørge for at du alltid får ut maksimalt med data. Dette har med såkalt samplingsteori å gjøre, som jeg ikke så gå nærmere inn på her. Har lest noen teoretiske artikler om dette på nettet, og de som er interessant, kan sikkert finne gode artikler. Om en bruker et 10 tommer teleskop, er den teoretiske oppløsningen ca  $\frac{1}{2}$  buesekund. Dette betyr at oppløsning per piksel bør ligge på rundt 0.17 buesekunder. Ved å benytte formlene fra forrige artikkel i denne serien, kan en regne ut hvilken brennvidde en trenger gitt en pikselstørrelse. Et eksempel med et ASI178-kamera. Pikselstørrelse 2.4 mikrometer = 0.0024 mm. Dersom en skal ha 0.17 buesekunder per piksel, så blir det per mm :  $0.17/0.0024 = 71$  buesekunder/mm = ca 1.2 bueminutt per mm. Med formlene fra forrige del får vi da at vi trenger en brennvidde på ca 2.85 meter for å få maks oppløsning. Synsfeltet for det angitte kameraet vil være ca 5.5x8 bueminutter. Altså mer enn nok til alle planetene, men altfor lite til månen og sola. Men for disse to kan en lage en mosaikk. En ting som er verdt å merke seg med tanke på oppløsning og brennvidde, er at dersom en øker brennvidden ved å bruke barlow eller powermate (Televue), så vil dette også øke F-tallet for teleskopet. Dette vil igjen øke eksponeringstiden. En doubling i f-tall vil firedoble eksponeringen. Så dette er noe en bør ta hensyn til når en skal velge teleskop og oppløsning. Det finnes en annen måte å



Artikkelforfatteren

beregne optimal brennvidde på, og det er å glemme brennvidden, og heller se på F-tallet. Vi vet jo allerede at den maksimale oppløsningen er avhengig av diameteren på objektivet. Så et objektiv på 116 mm skulle ha en teoretisk oppløsningsevne på 1 buesekund i følge formel 1) ovenfor. Vi ønsker derfor en

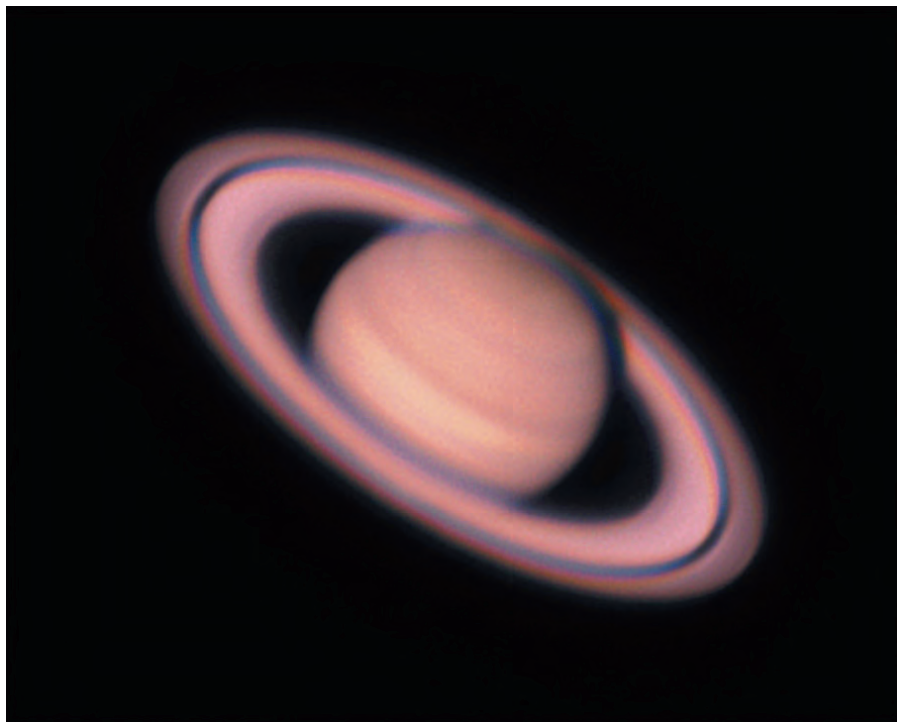
oppløsning på  $\frac{1}{3}$  buesekund per piksel. Med kameraet ovenfor blir da bildestørrelsen  $0.33/0.0024 = 137.5''/\text{mm} = \text{ca } 2.3$  bueminutter/mm. En trenger en brennvidde på ca 1.5 meter for å få til dette. Dvs. et f-tall på  $1500/116 = 13$ . La oss så se på et teleskop som er dobbelt så stort. Teoretisk maks oppløsningsevne på  $\frac{1}{2}$  buesekund. Går vi gjennom den samme beregningen som ovenfor, får vi 1.15 bueminutter per mm, og brennvidde på 3 meter. Og f-tall på... (trommevirvel)...13. Samme som før. La oss så se på et kamera med større piksler. La oss si 5 um, eller 0.005 mm. Vi bruker et teleskop med 116 mm diameter objektiv som før. Kjører gjennom de samme formlene (gjør gjerne utregningene så du forstår hva jeg har gjort), og får 1.1 bueminutt per mm, og en brennvidde på 3.12 meter. F-tall på 27. Og med dobbelt så stort teleskop, 6.24 meter brennvidde, og igjen f-tall på 27. Så hva er så poenget? La oss dele f-tallet på størrelsen på pikslene i um. For 2.4 um-pikslene, blir det :  $13/2.4 = 5.4$  For 5 um pikslene blir det :  $27/5 = 5.4$  Hmmmm. Samme tall. Og det er nettopp poenget. Vi har nå funnet en formel for optimal brennvidde for et gitt kamera, uavhengig av teleskopstørrelse. Vi tar pikselstørrelsen i um, og ganger med ca 5 (kan godt bruke 5.4 som er



resultatet, men dette er uansett veiledende). Da får vi det optimale f-tallet for teleskopet. Og dette gjelder, som vi har sett, uansett størrelse på teleskopet. Enkelt og greit. Formelen blir da : 2)  $F_{opt} = S_p \times 5$  Der  $F_{opt}$  er "optimalt" F-tall, og  $S_p$  er størrelse på pikselen i um. Så optimalt f-tall for et teleskop dersom vi bruker kameraet jeg har brukt ovenfor, er  $2.4 \times 5 = 12$ . En typisk Maksutov-Cassegrain har gjerne F/12, så den er perfekt for dette kameraet. Og en vanlig Schmidt-Cassegrain på F/10 er gjerne litt suboptimal for dette kameraet, men nær nok. For å få maks utnyttelse, kan en for eksempel bruke en 2.5X Powermate, og så bruke 2x2 binning på kameraet. 4 og 4 piksler blir da lagt sammen til en, og den virtuelle pixelen blir da dobbelt så stor. Altså 4.8um. Med samme formel blir da optimalt F-tall 24, mens komboen vi har lagd, har F på 25. ( $F/10 \times 2.5$ ). Det er helt greit. Bruk gjerne f-tallet du får fra formelen som en nedre grense. Som kanskje den observante leser har funnet ut allerede, kan vi også gå andre veien for å finne den optimale pikselstørrelsen for et gitt teleskop og F-tall. Vi omgjør da bare formelen ovenfor og får : 3)  $S_p = F / 5$  Formelen vi har lagd her, er bare en veiledende formel. Så ikke ta den som en lov hamret i stein. Men den kan brukes for enkelt å komme nær den optimale brennvidden for å få maksimal utnyttelse av kameraet, og ikke minst, teleskopet. Når det er sagt, eller skrevet, så er det selvsagt ingenting i veien for å bruke teleskopet som det er, uavhengig av f-tall og pikselstørrelse. En får kanskje ikke utnyttet det maksimale, men en får stort sett alltid ut et resultat som er bedre enn et enkeltbilde.

### Valg av utstyr

Når vi nettopp har sett på oppløsning etc, så gir brennvidden til teleskopet seg selv om en ønsker forskjellig oppløsning. Men hvilken type teleskop kan diskuteres. For planetfoto så vil cassegrain-typene være ideelle siden de pakker lang brennvidde inn i et relativt kompakt teleskop. Men en newton eller en refraktor kan også brukes. En newton må normalt brukes med en barlow eller powermate for å få lang nok brennvidde. Og en refraktor blir normalt begrenset i størrelse for ikke å bli for dyr, så da får en ikke så høy oppløsning. Til månen og solen, så er det greit med ikke så veldig lang brennvidde om en vil ta bilde av hele skiven. Om den er veldig lang, vil en måtte trenge veldig mange bilder for å lage en mosaikk.



Sammensatt bilde av Saturn, tatt gjennom et 1,5-meters teleskop på Mt. Wilson. Kamera: ASI071MC PRO. Programvare: SharpCap for opptak, Autostakkert!3 for stacking, pluss Gimp. Foto: Ragnar Aas

Men om en vil ta bilder av detaljer, slik som en solflekk, eller et spesielt krater på månen, så er lang brennvidde veien å gå. Som en kan skjønne, så er dette også et valg som den enkelte bare må ta selv ut fra hva en ønsker. Når det gjelder kamera, så vil jeg ikke anbefale speilrefleks eller lignende her. Selv om den kan ta opp video. Jeg har forsøkt meg på dette, men bare fått halvgode resultater. Dette skyldes mest at bildene blir komprimert og får dermed en del artefakter som ikke kommer fra objektet en skal ta bilde av. Dette vil igjen gjøre prosesseringen vanskelig. Så jeg vil anbefale såkalte cmos-kameraer. Disse leveres fra produsenter som QHY og ZWO. De passer gjerne rett inn i en 1.25 tommer okularholder, og har oppløsning fra et par megapiksler til 20 megapiksler eller mer. Pris fra et par-tre tusen og oppover. De finnes i fargeversjon og sort-hvit versjon. Fargeversjonene er de enkleste å jobbe med da en får alle fargene i bildene. Sort-hvit versjoner trenger et filter foran for å få farger. Jeg har tatt bilder av månen og sola med sort-hvit kamera, da disse godt kan avbildes monokromt. Månen har litt farge, men er stort sett grå. Solen er gul, men det er stort sett fargen den har. Og denne kan "fakes" i etterkant i et bildebehandlingsprogram. Og om en fotograferer i hydrogen-alpha, så gir det ikke noe mening å fotograferer i farger, da det uansett bare er en spektrallinje en fotograferer. For

sola så finnes det tre måter å fotograferer den på. Gjennom et hydrogen-alpha filter/teleskop. Se fig. 1. Med et filter foran på teleskopet (se fig. 2), eller med et såkalt Herschel-prisme (se fig. 3). ALDRI fotografer sola uten filter. Det er oppskrift på "stekt" kamera. Et kamera tåler mye mer enn synet ditt, så det krever ikke så mye filtrering som øyet, men det trenger likevel mye filtrering. Et hydrogen alfa-filter vil alltid gi nok filtrering, så der trenger du ikke noe mer. Men med fullspektrum-filter, så må du sørge for at det ikke kommer for mye lys inn. En solfilm foran på teleskopet har normalt nok filtrering til at du ikke trenger å bekymre deg. Mens et Herschel-prisme i seg selv bare fjerner kanskje 95% av lyset. Så her trenger en ekstra filtrering i form av både såkalt neutral density, som fjerner en viss prosentandel av lyset over hele spekteret, i tillegg til gjerne et variabelt polariseringsfilter. Det siste gjør at vi kan fininnstille hvor mye lys som slipper igjennom. Med et kamera trenger en ikke polariseringsfilteret, dersom en benytter et ND-filter på minst 3.0. Tallet på et ND-filter er logaritmen til filtreringen.  $3.0 = 10^{3.0} = 1000$ . Så den slipper igjennom 1/1000 av lyset. Så Herschel-prismet sammen med ND 3.0 slipper igjennom 1/20000 av lyset. Som er mer enn bra nok for et kamera. For øyet, trenger en å fjerne minst 80 % av dette lyset igjen før det er trygt å observere (1/100 000-del av



Fig.2. Et hjemmelaget frontfilter laget av Baader Solarfilm.



Fig.3. Viser det herschel-prismet jeg har på mitt teleskop

lyset). Jeg benytter meg allikevel av et polafilter, fordi det lar meg fininnstille eksponeringen ved å bestemme hvor mye lys som faller på kameraet. Og jeg kan dermed sørge for at eksponeringer blir lang nok til at kameraet klarer å eksponere, men samtidig kort nok til at jeg kan fryse bevegelsene i atmosfæren. En ekstra liten ting som kan nevnes, er såkalte IR-pass filtre til bruk for planet/månefoto. Dette er filter som fjerner mesteparten av lyset og bare slipper rødt eller IR gjennom. Det er nemlig slik at infrarødt lys påvirkes mindre av turbulens. Så ved å sette inn et slikt filter, vil faktisk bevegelsene minske. Til tider betraktelig. Det er noen åpenbare ulemper med dette. For det første vil du ikke få et fargebilde. Dette kan du fikse med at du tar et skarpt "luminansbilde" på denne måten, og kombinerer dette med et fargebilde som beskrevet i den forrige artikkelen. Det finnes flere fabrikanter av disse filtrene. F.eks. Astronomik har en serie de kaller ProPlanet. De har filtre for 642, 742 og 807 nanometer. Det sistnevnte er det "dypeste" filteret og slipper bare gjennom lys godt over det røde. Jeg har alle tre og har brukt alle tre. Jeg ser at 742 virker som det beste kompromisset. Jo dypere filter, jo mindre lys på bildebrikken. Og dermed lengre eksponering. Noe som kan gjøre turbulensen som slipper igjennom mer påtakelig på opptaket. Så dette er, som vanlig, en avveining. For Venus-bilder, er IR-pass filter eneste måten å få frem detaljer i skylaget på. Det, og veldig god seeing.

### Opptak

Jeg har valgt å fokusere på FireCapture her, men det finnes andre programmer

som også har mye funksjonalitet. Andre sverger til SharpCap, og det er sikkert et like bra program. Men jeg har nesten ikke brukt det, men har hørt positive ting om det. Så de som ønsker å prøve det, anbefales å sjekke på nettet. Noe av det første du bør gjøre, er å finne omtrentlig fokus for teleskop og kamera. Dette vil gjøre det enklere senere. Spesielt om du skal ta bilde av planeter. De kan være svake og dersom teleskopet er veldig ute av fokus, kan du risikere at du ikke ser planeten når du sveiper forbi, fordi den er smurt utover hele brikken og litt til. Så pek teleskopet i retning av et område med mye stjerner. Dra gjerne opp gain til maks og øke eksponeringen til 1/2 sekund eller så. Fokuser så til du ser at stjernene er sånn noenlunde i fokus. Om du skal ta bilde av sola, er dette naturligvis ikke mulig. Men sola er uansett såpass stor og lyssterk at det ikke er noe problem. Når dette er gjort, sikter du inn teleskopet. Dette kan du gjerne gjøre med et okular til å begynne med. Spesielt om bildebrikken i kameraet er veldig liten. Da kan det være et objektet er rett utenfor feltet, og du kan skanne rundt lenge før den plutselig dukker opp i feltet. Om du har et søketeleskop som er bra innstilt, så kan det hende dette er nok. Vær oppmerksom på at dersom du har satt eksponering og gain for lavt, så kan du risikere at du ikke ser objektet, selv om det står midt i feltet. Så en ting jeg ofte gjør når jeg skal lete etter et objekt, er å kjøre på med max gain og gjerne eksponering på 10-100 ms eller mer. Dette vil føre til et kraftig overeksponert objekt. Men det er ikke så nøye når en bare skal finne det. Når du får opp bildet av objektet du vil ta bilde av, så har jeg en rutine du kan benytte, og som jeg har funnet fungerer for meg. Først still ned

gain og eksponering så planeten er tydelig og ikke overeksponert. Velg profil. Dette har i utgangspunktet ingenting å si for annet enn at du får et ferdig utfyllt oppsett for ROI, og navngiving for lagring. Ellers er det ikke noe intelligens i systemet som gjør at den vet hvordan den skal lagre bildene optimalt for det aktuelle objektet, siden det er avhengig av kamera og teleskop. Men det kan være greit å ha et ferdig oppsett for det enkelte objektet. Om den valgte ROI ikke fanger planeten, så klikk på boksen for full frame. Se fig. 4. Velg ROI. Region Of Interest. En trenger ikke å bruke hele bildet dersom planeten bare fyller noen hundre pixler i hver retning. Da kan en "klippe ut" bildet av planeten. Dette vil spare en del plass på disken, øke hastigheten på behandlingen i etterkant, og kan også øke antallet bilder per sekund. Det har ingenting å si for eksponeringen. ROI kan også settes automagisk for det enkelte objektet. Men være da oppmerksom på at utsnittet kan være på et helt annet sted enn planeten faktisk befinner seg. Fire-Capture er dessverre ikke intelligent nok til å "finne" planeten for deg. Så derfor velger jeg den ofte manuelt ved å klikke og dra ut et rektangel i bildet, rundt planeten. Det er enklere og jeg kan bestemme om jeg vil forsøke å få frem evt måner rundt planetene i samme bildet. Her er et punkt jeg har sett SharpCap er bedre. Den lar deg bestemme ROI først (størrelse) og så flytte ROI rundt på chipen til du finner objektet. Om du så har en fast ROI for en planet og et teleskop, så kan du bare flytte den rundt på brikken til du finner planeten. Fokuser. Dette kan være vanskelig med høy forstørrelse og mye turbulens. Bildet glir tilsynelatende inn og ut av fokus, ettersom luft-uroen



Fig. 4. Oppe til venstre kan du velge max oppløsning, som gir deg hele bildet fra chip'en

blurrer bildet. Men bruk tid på å få dette så bra som mulig. Det er viktig å tenke på at det ikke er som i spionfilmene. At alt kan fikses med "data". Om bildet er ute av fokus, kan ingen prosessering i verden få det skarpt igjen. Så bruk tid på dette og få fokusen så bra som overhodet mulig. Zoom gjerne inn på bildet så du ser detaljene som kommer frem. Still gjerne inn eksponering og gain sånn at du ser objektet klart. Vær igjen oppmerksom på at dersom du tar ut teleskopet fra et varmt rom, så endrer fokusen seg mens det kjøles ned. Så vent gjerne en times tid før du gjør noe. Jeg har opplevd at jeg har fokusert perfekt, men i løpet av den tiden det tok meg å filme, så har den glidd ut av fokus. I forbindelse med mosaikker av Månen (se senere), så kan dette skje. Den første delen er i perfekt fokus, den siste ute av fokus. Og en må begynne på nytt... Still inn eksponering og gain optimalt. Hva som er optimalt, er noe en bare må forsøke seg frem. Men generelt kan jeg si at en bør søke å få så kort eksponering som mulig. Jeg pleier å ta sikte på at histogrammet "slipper" høyresiden. Gjerne med en liten margin for å ta høyde for eventuelle endringer som følge av luft-uroen. Dette vil gjøre det lettere å fryse bevegelsene i atmosfæren. Men dersom en må bruke veldig

høy gain for å få det til, risikerer en å få mye støy i bildene. Så dette er en avveining som må gjøres. En kan om nødvendig forsøke å bruke "binning" for å øke lysfølsomheten. Dette kan en gjøre dersom oppløsningen på kameraet er høy nok. Evt kan en heller gå ned på oppløsningen for å få skarpere bilder. Men dette er igjen bare noe leserne må teste ut selv med sitt eget oppsett. Bruk SER-format. Dette formatet har ingen størrelsesbegrensning, slik som AVI. Og det har mange andre fordeler i forhold til AVI-formatet som gjør at det er å foretrekke. Du kan godt bruke enkelt-bilder også, men siden vi snakker 1000-vis av bilder, kan det lett bli mye filer på disken. Ta minst 1000 bilder. Helst mange minutter med opptak. Jeg har sett folk bruke mange titalls tusen bilder. Dette vil øke sjansene for at vi finner noen bilder som er sylskarpe og dermed gir oss flere detaljer. Det er tross alt snakk om "lucky imaging" som teknikken gjerne kalles. Og dermed at vi forsøker å finne de heldige bildene innimellom alle de halvgode.

### Stacking

Til dette finnes det to programmer, Registax og Autostakkert! Ja, det siste programmet har faktisk et utropstegn i

navnet. Siste versjon har noen ekstraegenskaper, men versjon 2 fungerer like bra. Registax var det programmet jeg brukte før, og det har noen eegenskaper som jeg liker, men AS!3 er enklere å bruke, synes jeg. Noen foretrekker Registax, så jeg vil anbefale at folk prøver begge. Kun på den måten kan du se hvilken du foretrekker. Jeg vil bruke AS!3 her. Som vanlig er dette et program med mange muligheter. Og det kan fikse mange ting som oppstår under opptak. Herunder turbulens, selv ekstrem, atmosfærisk refraksjon og dårlig tracking. Men den er ikke magisk. Jeg vil fortelle den grunnleggende metoden for å bruke dette programmet, men vil oppfordre leseren til selv å leke seg med programmet og finne ut hva de forskjellige settinger gjør med resultatet. Åpne programmet og åpne SER-filen du har lagret. Du vil da få opp et vindu med det første bildet åpent. Se fig. 5. Du ser da øverst over bildet, en slidebar. Om du drar denne mot høyre, vil den vise det enkelte bildet på det aktuelle tidspunktet i videoen. Du kan bruke dette til å se gjennom bildene og se om du har hatt noen heldige øyeblikk. Det første vi skal be programmet gjøre, er å analysere alle bildene og finne ut hvor skarpe de er. I vinduet til venstre, velg

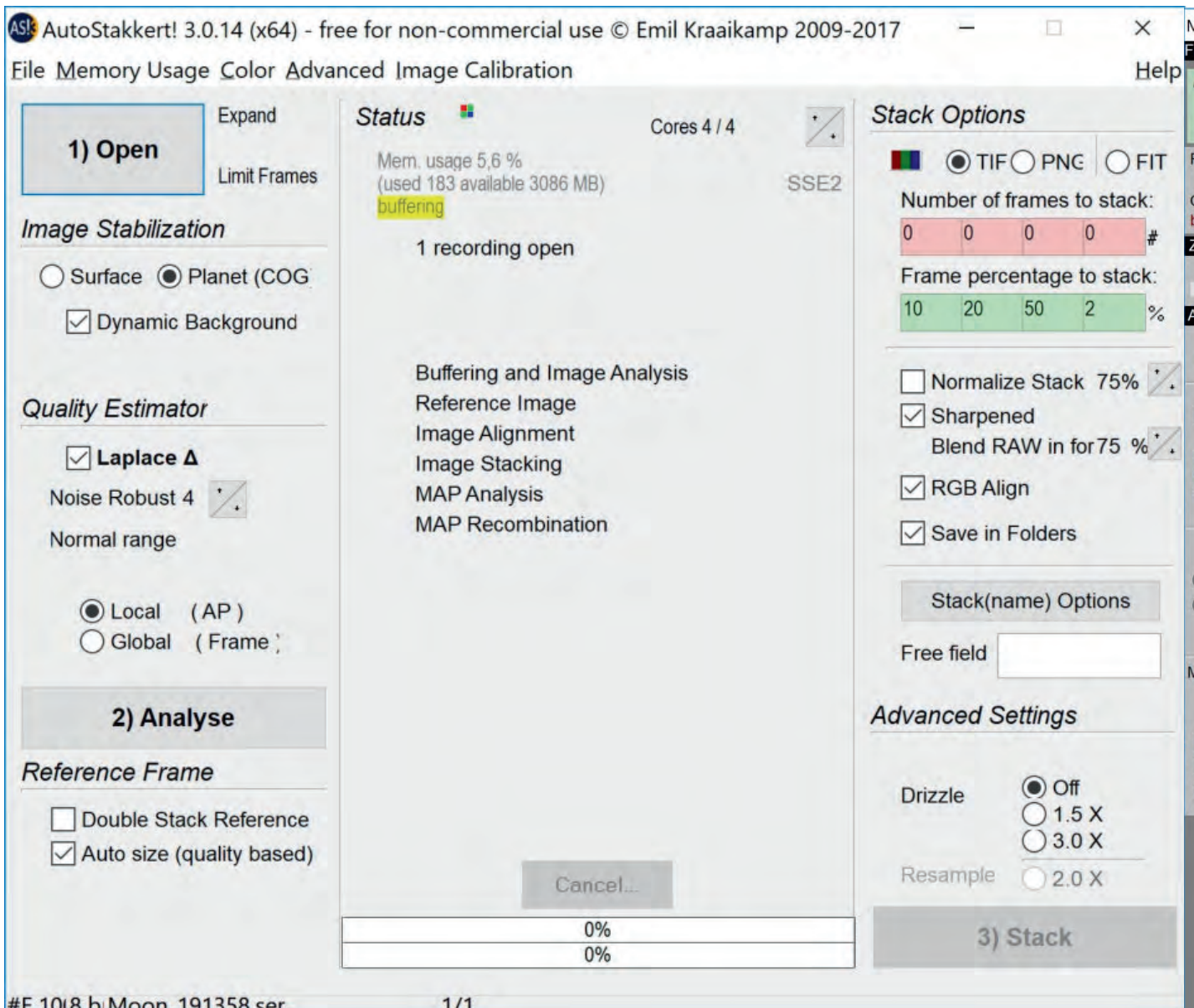
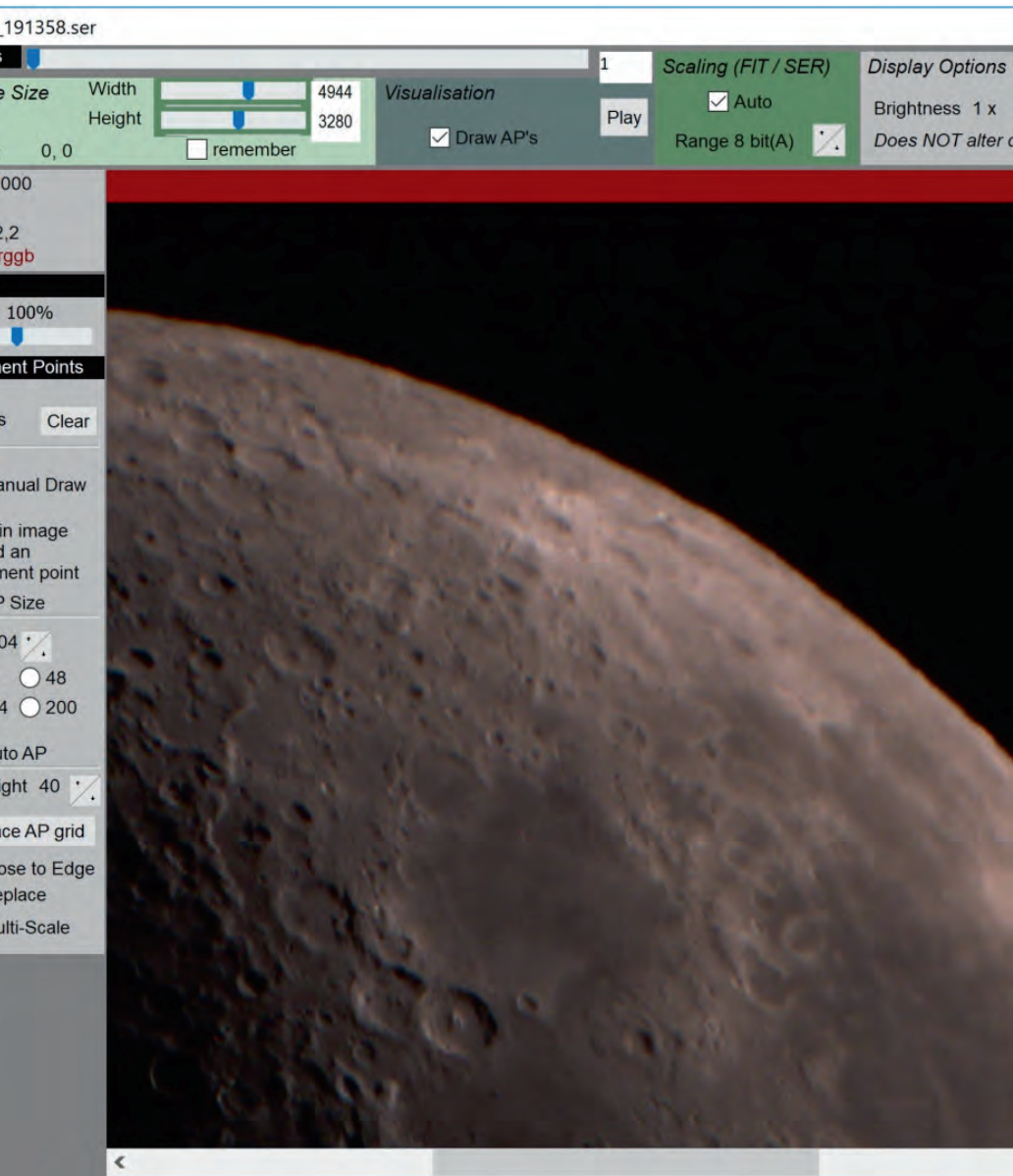


Fig. 5. AS3! med en videofil fra et måneopptak lastet inn. Bildevisning til høyre, kontroll til venstre

Planet COG (Centre of Gravity). Denne velger hvordan programmet finner ut hvordan objektet flytter seg rundt. Dette vil kompensere for evt dårlig tracking. Centre of Gravity finner rett og slett midtpunktet i objektet på mye av samme måten som jeg skrev om i avsnittet om centroiden i forrige artikkel. Velg så setting for hvor mye støy den kan forvente å kompensere for. Jeg har forsøkt å endre på denne flere ganger, men ikke vært i stand til å se så veldig mye forskjell. Men du kan jo teste dette selv. Den siste parameteren er hvordan den skal klassifisere bildene. Enten ved hvem som har de skarpeste detaljene, eller de beste bildene totalt. Trykk deretter Analyse. Programmet går så gjennom alle bildene i filen og rangerer dem etter kvalitet. Når det er ferdig, så får en opp en dobbelt graf. En heltrukken linje, og en veldig hakkete graf. Den heltrukne linjen forteller hvor

mange prosent av bildene som har hvilken kvalitet. Kvaliteten er på den vertikaleaksen, mens prosenten er langs den horisontale. Den hakkete grafen viser kvaliteten på det enkelte bildet. Og da er den horisontaleaksen tiden i videoen. Så en kan se hvordan kvaliteten endrer seg sekund for sekund. Ganske store forskjeller er vanlig. Klikk nå på bildet til høyre. Den trenger nå såkalte alignment points. Dette er punkter på objektet den skal bruke for å holde følge med objektet, slik at programmet vet hvilke detaljer som hører til hvor. På venstre siden for bildet ser en at en kan velge disse manuelt, eller automatisk. Jeg pleier normalt å velge dem automatisk. Velg størrelsen på hver av alignment-boksene, og trykk "Place Ap Grid". Den vil da plassere en rekke punkter utover flaten på planeten. Om du ser at den har gjort seg bort og legger på slike firkanter over hele bildet,

trykk "Clear"-knappen og forsøk å sette "Min Bright" høyere. Denne bestemmer hvor lyst et punkt skal være før det blir brukt til alignment. Om du ikke får noen punkter, så sett denne verdien lavere. Når du er fornøyd, gå tilbake til venstre vindu. Øverst setter du opp hvilket bilde-format du vil ha på resultatet. Deretter setter du opp hvor mange av bildene du vil bruke til resultatet. Enten i prosent eller antall. Dette bestemmer hvor mange av de beste bildene du vil bruke. Jo høyere tall, jo flere av de mindre bra bildene blir brukt. Her finnes det fire bokser. Dette lar deg velge 4 forskjellige tall, og dermed gi deg mulighet til å eksperimentere med forskjellige antall bilder. Det kan hende at de mindre bra bildene har skarpe detaljer i enkelte deler av bildet. Dette kan en gjerne ta med. Nedenfor dette velger en ekstra prosessering. Disse kan du gjerne eksperimentere med.



Input options - Dette er der du forteller hvordan programmet skal behandle bildene i videoen. Jeg kan ikke gå gjennom alle detaljene. Men om du bruker litt tid her, vil du sikkert skjønne hva de forskjellige ting gjør. Processing options - Her ligger de delene en kan bruke til å stabilisere et bilde gjennom en video. Dersom trackingen har vært dårlig, så vil gjerne planeten bevege seg gjennom feltet. Her kan du sørge for at programmet sentrerer planeten. I tillegg kan du også sørge for å crop'e bildet rundt planeten. Det finnes Test-knapp her som lar deg få se om parametrene du har valgt, gir det resultatet du ønsker. Dersom du har f.eks. en planet eller måne med fase, så kan du også velge hvordan den skal plassere bildet i forhold til fasen. Output options - Her velger du hvordan resultatet skal lagres. Både format og evt animasjonshastighet. Do processing - Denne sier vel seg selv. Her kjører du selve prosesseringen.

### Oppskarping

Når en er ferdig med stackingen i AS!3, så vil bildet fremdeles fremstå som litt "ute av fokus". Vi må derfor jobbe videre for å hente ut alle detaljer, og å skarpe opp bildet. Dette gjøres med såkalte wavelets og/eller oppskarping i Gimp. I Gimp bruker vi samme teknikkene som er beskrevet i forrige del. Jeg vil derfor konsentrere meg om wavelets her. Det er ingenting i veien for å bruke begge deler i kombinasjon. Men pass på så du ikke skarper opp så mye at du introduserer merkelige artefakter. Som vanlig. Start opp Registax og last inn bildet. Du kan også dra og slippe bildet rett på Registax. Du kommer da til et skjermbilde for wavelets. Jeg skal ikke gå gjennom teorien her for hvordan wavelets fungerer, men bare si at de forskjellige sliderne fremhever detaljer av forskjellige størrelser i bildet. Se fig. 6. Begynn øverst. Dra slideren til høyre et godt stykke. Gjerne oppe i 90 eller deromkring. Om bilder ser helt forferdelig ut, så dra den til venstre til den ser ok ut igjen. Når det begynner å bli bra, kan du godt benytte de to boksene over hver slider (sharpen/denoise) for å blurre litt artefaktene som måtte være igjen. Skru litt på dem for å teste. Vær oppmerksom på at det ikke skal så veldig mye til før disse to har stor effekt. Igjen er det ikke noen standard for dette. Alt avhenger av motiv, oppløsning, støy etc. Fortsett så nedover til de neste sliderne. Du trenger ikke å

Deriblant RGB Align. Om du velger denne, vil programmet dele bildet opp i de tre fargene og forsøke å flytte dem i forhold til hverandre slik at de ligger oppå hverandre. Dette for å kompensere for atmosfærisk refraksjon. Det fungerer sånn passe. Bildene blir bedre, men den kan som skrevet tidligere, ikke gjøre underverker. Jeg har hørt flere anbefale en såkalt Atmospheric Dispersion Corrector. Disse kan brukes både visuelt og fotografisk, og skal korrigere for fargefeilene som oppstår pga refraksjonen. Dette gir skarpere bilder, og bedre resultat enn AS!3 klarer på egen hånd. Når du er fornøyd med valgene, trykk Stack. Den vil da begynne selve prosesseringen. Avhengig av hvilken maskin du har, og hvor mange bilder og hvor store de er, ta alt fra et par minutter til en lunsj-pause. Så bare la maskinen jobbe til den er ferdig. Resultatet vil lagres i individuelle filer. Når den er ferdig, kan du inspisere

resultatet. Kanskje ser det ikke så veldig imponerende ut i utgangspunktet, men det er noe vi skal jobbe videre med i etterkant. Deriblant oppskarping.

### PIPP

Jeg har opplevd at AS!3 ikke alltid er like flink til å tracke planeter dersom de beveger seg en del i løpet av opptaket. Dette kan en så fikse med det siste programmet jeg skal bruke her, nemlig PIPP. Planetary Imaging Pre-Processor. Dette er et program jeg ofte bruker for diverse ting. Ikke bare planetfoto. Men det er en annen sak. Åpne PIPP og last inn SER-filen (eller dropp den på programmet). Som du ser har den en rekke faner. Du trenger ikke gå innom alle, så jeg skal bare gå gjennom de vesentlige her. Du kan selv hygge deg på kvelder med drittvær og leke deg med kontrollene i programmet for å finne ut hvordan du kan bruke det til andre ting.

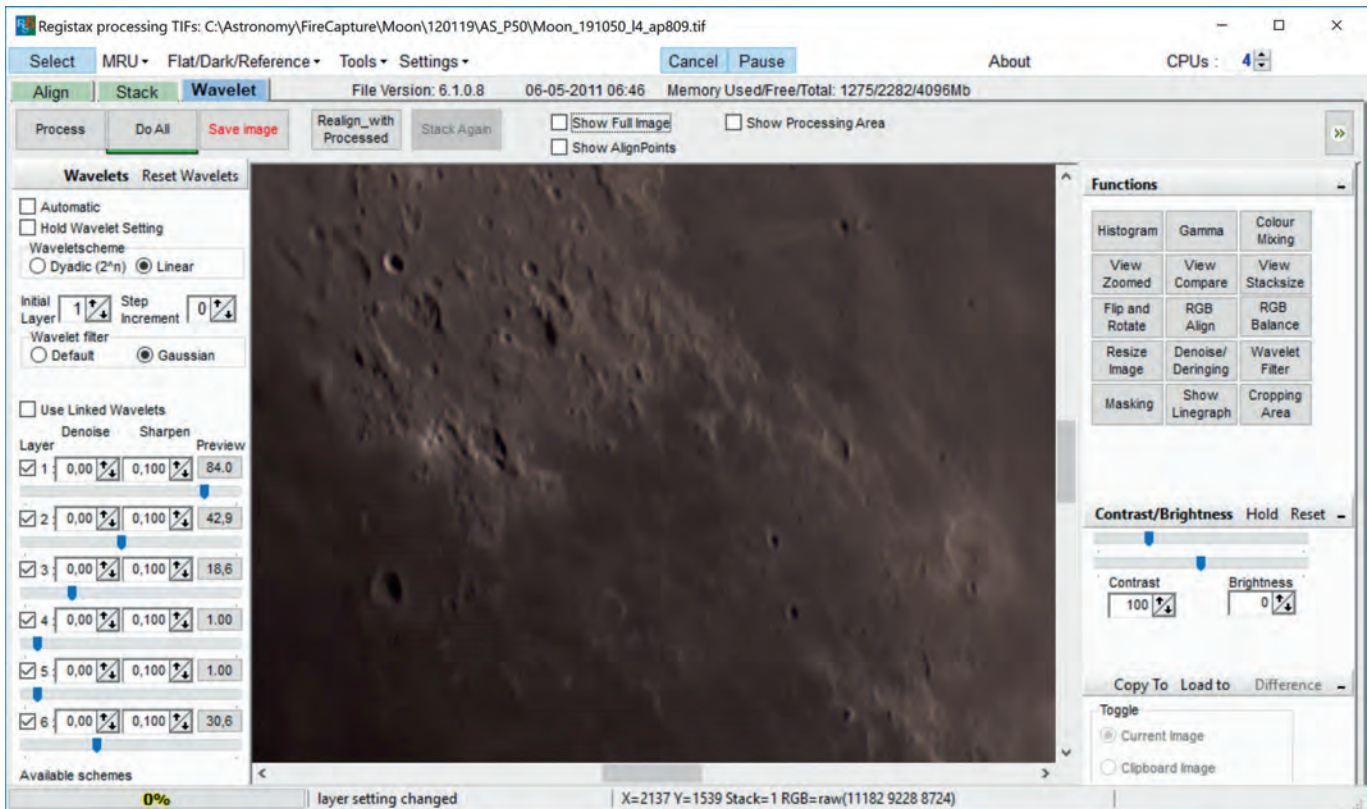


Fig. 6. Registax med et bilde av månen, og instillinger allerede gjort. Bildet er skarpere enn før.

gjøre noe med alle. Det kan hende at de nederste ikke bringer noe annet enn støy. Men prøv dem gjerne. Om du bare får mer støy, så klikk på sjekk-boksen ved siden av for å fjerne dem. Jeg kan egentlig ikke si noe mer ang dette da alle objekter, kamera, teleskop etc påvirker hvor mye du kan dra sliderne, og hvilken effekt det får. Men det som kan sies med sikkerhet, er at wavelets klarer å få frem veldig mye detaljer om du bruker det riktig. Når du er fornøyd, så trykker du på "Do All" ovenfor wavelet-dialogen. Deretter lagrer du bildet. Etterbehandling Til dette bruker jeg normalt Gimp, eller IrfanView. Jeg bruker mye av de samme teknikkene som for deep sky. Strekke bildene. Øke dynamikken. Forbedre skarpheten med

HPF eller Unsharp Mask. Bruke DDP-teknikken. Og så fargebehandling som for Deep Sky. Prøv deg med LRGB-teknikken også her. Kanskje SMI-teknikken kan få frem svake måner rundt planetene? Mye av dette er ikke noe mer å skrive om her annet enn å lese de foregående artiklene. Det samme i Irfanview. Her kan du øke fargemetning, og kanskje forsøke deg på oppskarping. Det er imidlertid viktig å ikke gå bananas med oppskarpingen. Om du går for langt, så kan du ende opp med et bilde som ser bra ut i nedskalert versjon, men som ser helt forferdelig ut når du zoomer inn. Og da er hele poenget med oppskarpingen borte. Fargene kan du også gå helt bananas i, og ende opp med et bilde som passer mer i en barnebok i

plysj for 1-åringer enn i et astronomi-blad. Så hold litt igjen. Igjen : Eksperimentér, gjør om, test ut, les hva andre har gjort, og samarbeid. Noter hva du gjør, enten i en notisblokk eller som navn på bilde-versjoner. På den måten blir det lettere å se hva som er gjort. Og hvilken virkning det hadde. Når en er ferdig med alle disse tingene, sitter en igjen med et bilde som har mye høyere skarphet og detaljrikdom enn originalene. Se fig. 7 og 8 for å se hva som er resultatet for Venus og Månen. Bildet av månen er det som viser best hvor mye som kan hentes ut ved hjelp av denne prosessen. Legg merke til hvor mange små kratere som er kommet frem, som er usynlige på enkeltbildet fra videoen! Jeg har også tatt et bilde av



Fig. 7. Venus. De tre bildene til venstre er valgt fra filmen, til høyre resultatet. En kan tydelig se atmosfæren på Venus (overgang fra lys til skygge viser at det er en atmosfære der).



Fig. 8. Månen. Bildet til venstre er en tilfeldig frame fra videoen. Til høyre samme område etter behandling

Solen som viser mye detaljer i noen solflekker, og granuleringene på overflaten. Se fig. 9. Her har jeg brukt et Herschel-prisme. Mosaikk Jeg forsøkte meg tidlig på mosaikk, men gav opp da jeg fant ut at å klippe og lime sammen bildene var noe herk, og veldig vanskelig å få til. Men så oppdaget jeg det lille gratisprogrammet fra Microsoft. ICE, eller Image Composition Editor. Dette gjør alt for deg. Og veldig enkelt. Den finner ut hvilke bilder som hører sammen, og hvor. Og lager et ferdig stichet bilde for deg. Uten synlige skillelinjer. Med mindre du har gjort noe spesielt i behandlingen som gjør at lysstyrker eller andre ting blir forskjellige. Så den måten jeg har funnet ut fungerer for dette, er å bruke samme eksponering og gain og alt på alle delbildene. Så behandles de på samme måte i AS!3. En får da bilder som i teorien burde være helt like. ICE tar så disse bildene og legger dem sammen til ett. Først ETTER at ICE har lagt sammen bildene, begynner jeg med etterbehandling og oppskarping. Og da på det sammensydde bildet. For om jeg gjør behandlingen på enkeltbildene, kan jeg risikere at det blir forskjeller som blir synlig etter at de settes sammen. Se bildet av månen i fig. 10. Dette er satt sammen av 7 enkeltbilder, tatt med en 6 tommer F/4 foto-newton med 2.5x Powermate for å gi 1500 mm brennvidde. Detaljnivået blir da veldig bra. Jeg kan zoome inn på bildet og se masse detaljer som jeg tidligere aldri har klart å få til. Fig. 11 viser en del av bildet i mer detalj. Dette var den foreløpig siste del i denne serien. Det er mulig jeg kommer med en ekstra, på et senere tidspunkt. Jeg hadde håpet å få testet ut noen nye metoder for både optak og behandling av deep sky, der jeg kombinerer denne og den forrige artikkelen. Men jeg har foreløpig ikke hatt veldig stort hell med denne metoden. Men det jeg har sett på nettet virker veldig lovende. Så jeg vil fortsette å prøve. Og

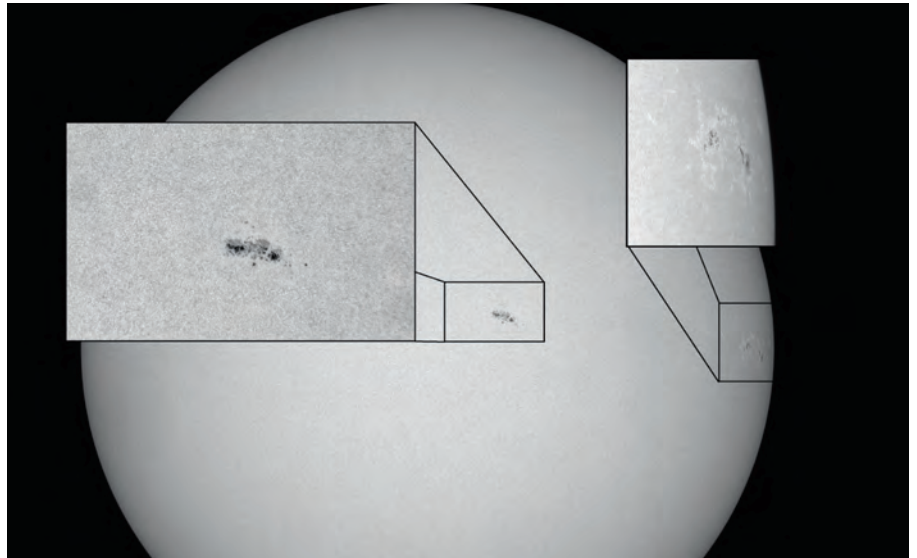


Fig. 9. Solen. Med zoomede versjoner av solflekkene. En ser mye detaljer der, og ikke minst granulering på overflaten.

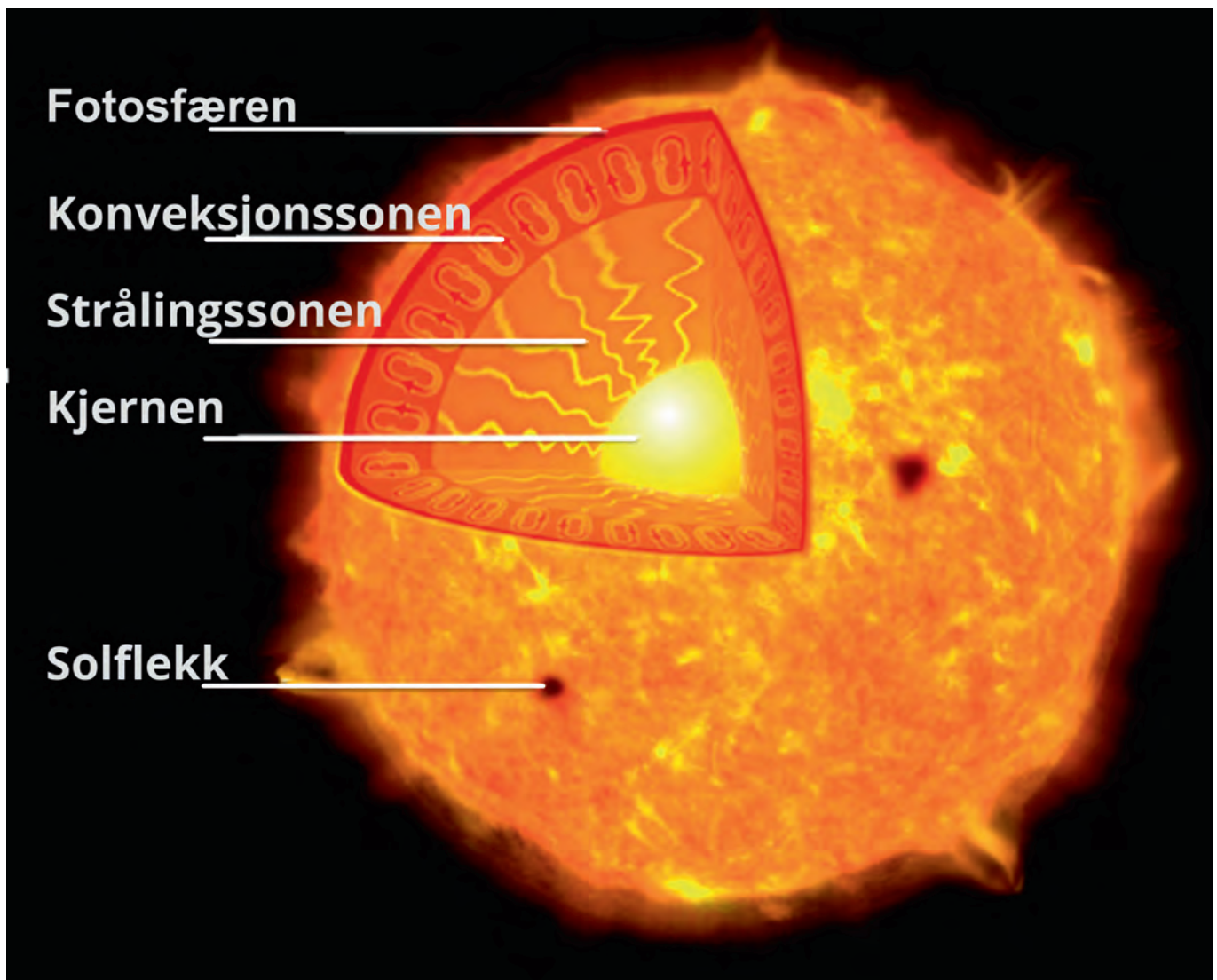


Fig. 10. Viser en forstørret del av månebildet. Mange og klare detaljer.

å prøve ut nye ting vil jeg oppfordre andre til å gjøre. Ikke la denne serien være malen for hvordan ting skal gjøres, men heller et utgangspunkt. Når du finner ut mer, får prøvd ut mer, og får til mer, så la nysgjerrigheten ta overhånd. Søk på nettet. Spør om ting du lurer på, i aktuelle fora. Samarbeid mmed andre. Og ta masse bilder. Og kanskje ser vi

ditt bilde i Astro Rapport, Astronomi, Astronomy Now eller andre steder? Lykke til!

# Grunnleggende om Sola



Sola er vår nærmeste stjerne. En stjerne er en stor kule som består av omtrent tre fjerdedeler hydrogen og en fjerdedel helium. Dette er de to letteste grunnstoffene. Stjerner består også av litt tyngre stoffer, og alle naturlige grunnstoffer fins på Sola. Sola veier 330 000 ganger så mye som Jorda, og alle planetene, månene, asteroidene, kometene og annet i Solsystemet veier til sammen omtrent 0,14% av Sola. Vi kan derfor godt si at Solsystemet består av Sola og noe smårusk. Solas diameter er nesten 1,4 millioner kilometer, og dette er nesten fire ganger så langt som avstanden fra Jorda til Månen!

*Are Vidar Boye Hansen*

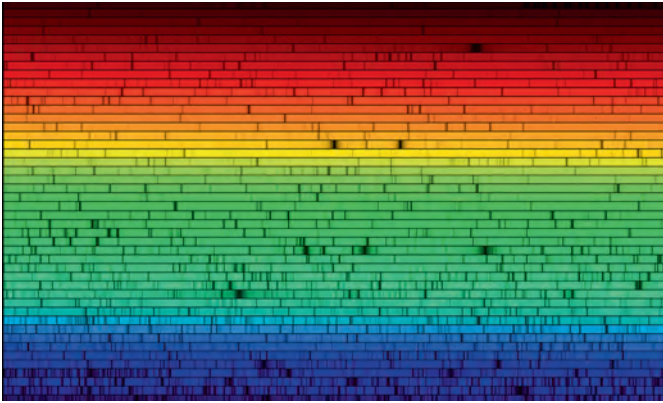
Alt liv på Jorda er avhengig av sollys. Sollyset er i utgangspunktet hvitt, men hvis vi sender det gjennom et prisme splittes det bokstavelig talt opp i alle regnbuens farger. En regnbue er jo nettopp sollys som brytes og reflekteres i regndråper. Hvis vi ser nærmere på det oppsplittede sollyset ser vi at det er fullt av mørke linjer. Fysikerne kaller dette et *absorpsjonsspekter*. De mørke linjene, *absorpsjonslinjene*, gir oss en mengde informasjon om Solas atmosfære, blant annet kjemisk sammensetning, temperatur og magnetfelt. Alle stjerner har absorpsjonsspektre, men de kan være svært ulike hos ulike stjerner. Astrofysikerne grupperer derfor stjerner i ulike *spektralklasser*, og Sola er klassifisert som en G-stjerne.

Alle stjerner lyser fordi atomkjerner av lette grunnstoffer slår seg sammen og danner tyngre grunnstoffer i stjernenes indre. Denne prosessen kalles *fusjon*. I Sola er det slik at fire

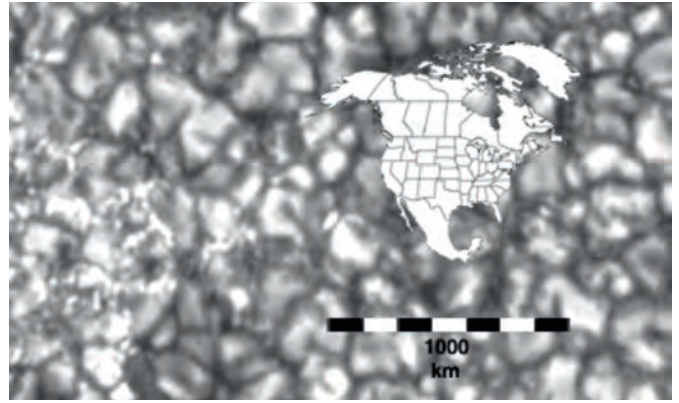
hydrogenkjerner fusjonerer og danner helium. Stjerner som kun fusjonerer hydrogen til helium kalles hovedseriestjerner. Siden fire hydrogenkjerner veier litt mer enn en heliumkjerne blir massen som er til overs etter en fusjon omgjort til gammastråling, som beskrevet av Einsteins berømte formel  $E = mc^2$ . Fusjonsprosessene krever et enormt trykk for å komme i gang, og det er bare i Solas kjerneområder at trykket er stort nok. Her er temperaturen 15 millioner grader og tettheten 150 tonn per kubikkmeter. Sola omgjør 600 millioner tonn hydrogen til helium hvert eneste sekund, noe som tilsvarer at over fire millioner tonn materie blir gjort om til energi! Denne energien tilsvarer energien som utløses ved å sprengte nesten hundre milliarder megatonn TNT hvert sekund! Dette har Sola gjort helt siden den ble til for 4,6 milliarder år siden, og den kommer til å fortsette med det i mange milliarder år til.

Kjerneområdene der fusjonen foregår strekker seg ut til





Figur 1: Den synlige delen av solspektret. Alle de mørke linjene gir informasjon om fysiske forhold i Solas atmosfære. Bølgelengden er kortest nederst til venstre og øker til høyre og oppover. Ill: N.A.Sharp, NOAO/NSO/Kitt Peak FTS/AURA/NSF



Figur 2: Granuler består av plasma som stiger opp til Solas overflate og synker ned igjen. Nord-Amerika for sammenligning. Ill.: NASA

rundt 20% av Solas radius. Energien som dannes her vil så transporteres utover mot overflaten. Fra kjernen og ut til omtrent 70% av Solas radius finner vi *strålingssonen*, som har fått dette navnet fordi energien transporteres gjennom dette området i form av stråling. Gammastrålene fra kjernen må kjempe seg gjennom det tette plasmaet i strålingssonen, og de kan bruke flere millioner år på å passere, men de hadde passert en tilsvarende avstand på et drøyt sekund i tomt rom. De mister energi hele veien, og når de har kommet gjennom strålingssonen har gammastrålene fra kjernen blitt forvandla til synlig og infrarødt lys med mye lavere energi. Tettheten faller gradvis gjennom hele strålingssonen til en hundredel av hva den er i kjernen, og temperaturen i strålingssonen faller fra 15 millioner grader ved grensa mot kjernen til 1,5 millioner grader ved overgangen til det neste laget i Sola, nemlig *konveksjonslaget*.

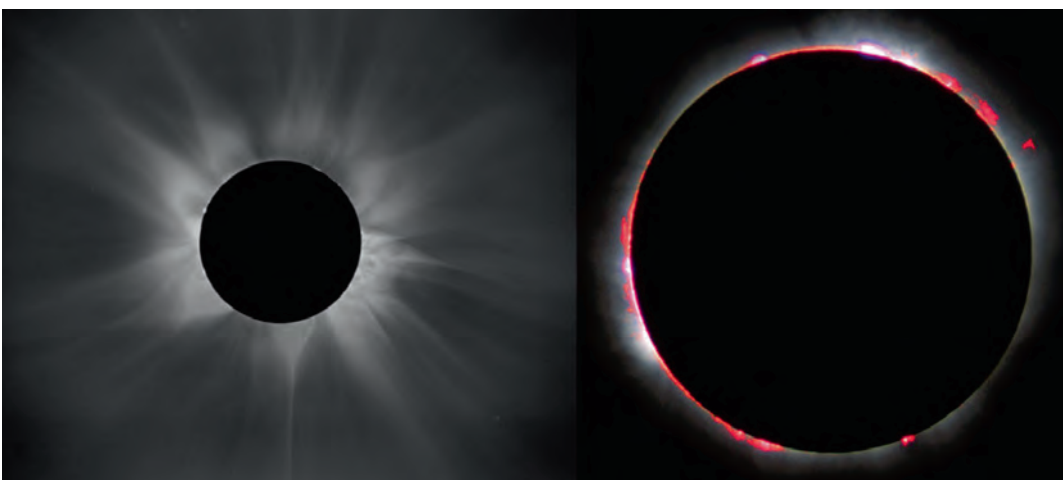
Konveksjonslaget strekker seg fra 70% av Solas radius og helt til overflata. Her har tettheten blitt så lav at energien hovedsakelig transporteres i form av konveksjon. Konveksjon er en fysisk prosess du kan studere i en vannkoker. Når vannet varmes opp nedenfra stiger varmt vann oppover, avkjøles og synker nedover igjen. På Sola varmes på tilsvarende måte plasmaet i bunnen av konveksjonslaget opp av varmen fra strålingssonen. Plasmaet stiger oppover, avkjøles og synker ned igjen. På Solas overflate kan vi se søylene av plasma som stiger og synker som såkalte granuler.

I konveksjonslaget faller temperaturen og tettheten videre nedover til vi kommer til *fotosfæren*. I fotosfæren er temperaturen kommet ned i 5700 K, mens tettheten nå er helt nede i 1/6000 av tettheten til lufta ved Jordas overflate. Da

blir plasmaet gjennomsiktig, slik at sollyset nå kan bevege seg fritt. Lyset som dannes i Solas indre bruker flere millioner år på å bevege seg 700 000 km ut til fotosfæren, mens det bare bruker åtte minutter på å bevege seg 150 millioner km fra fotosfæren til Jorda! Fotosfæren er dermed det dypeste laget i Sola som vi kan observere direkte. Siden fotosfæren bare er 100–200 km tjukk er den som et svært tynt skall rundt Sola, og den blir derfor gjerne ansett for å være Solas overflate.

Det neste laget i Sola kalles *kromosfæren*, der «kromos» er gresk og betyr «farge». Kromosfæren kan observeres som en rosa krans rundt Månen under totale solformørkelser. Det rosa lyset kommer fra hydrogen- og heliumatomer. I kromosfæren skjer det noe merkelig. Gjennom hele Sola har vi sett at temperaturen synker fra kjernen og utover. Dette kan sammenlignes med at temperaturen synker når vi beveger oss bort fra et bål. Men i kromosfæren begynner merkelig nok temperaturen å stige igjen. I bunnen av kromosfæren er temperaturen 4500 K, men i løpet av 3000 km stiger den igjen til 10 000 K.

Når vi kommer det ytterste laget i Sola, koronaen, skjer det noe virkelig merkelig. Temperaturen stiger plutselig voldsomt, og kommer opp i over en million grader. Hva i all verden er det som varmer opp koronaen? Dette spørsmålet er en av de store gåtene i astrofysikken, og Institutt for teoretisk astrofysikk i Oslo er har et av verdens ledende forskningsmiljøer innen dette emnet. Siden koronaen er så varm vil den etter hvert ekspandere ut i det interplanetariske rommet. Da kaller vi den solvinden, og den farer forbi oss med en hastighet på flere hundre kilometer i timen.



Figur 3: Solas atmosfære blir synlig ved solformørkelser. Til venstre ser vi koronaen, som er det ytterste laget, og til høyre ser vi kromosfæren, som er det nederste laget. Bildene er tatt under solformørkelsen i 1999. Ill: NCARs High Altitude Observatory (koronaen) og Luc Viatour (kromosfæren).

# Vi utvikler og bygger elektronikk til romfartsindustrien



KONGSBERG

## Kongsberg Norspace AS

Knudsrødveien 7, 3189 Horten

[www.norspace.no](http://www.norspace.no)

**Norsk Regnesentral (NR)** er et ledende forskningsinstitutt innen anvendelser av statistisk-matematisk modellering og IKT. Instituttets 70 ansatte arbeider med anvendt forskning på oppdrag for næringsliv og offentlig sektor i Norge og internasjonalt. Vi skaper forskningsresultater som brukes og synes.



**Jordobservasjon:** NR har en omfattende portefølje av nasjonale og internasjonale forskningsprosjekter innenfor jordobservasjon.

**Våre oppdragsgivere:** Norsk Romsenter, Norges forskningsråd, European Space Agency, EU-kommisjonen, industri og forvaltning. Forskningsprosjektene har stor bredde med anvendelser innenfor miljø- og klimaovervåking, naturressurskartlegging og kartleggingsapplikasjoner. Eksempler på prosjekter er klimaovervåking av snø og is, kartlegging av skog og vegetasjon, snøkartlegging for hydrologiske formål, deteksjon av marint oljesøl, kartlegging av potensielle kulturminner, og gjenkjenning av stasjonære og bevegelige objekter i bilder med høy oppløsning.

**Vårt fokus:** Utvikling av automatiske og halvautomatiske metoder (algoritmer) for måling av parametere og deteksjon av objekter i bildene, og implementasjon av disse i små og store IT-systemer.

Supersalg  
½ pris på giganter



v.nr. 16330225



v.nr. 16329991

Monteringen kan festes på en pidestall, betongsøyle eller en tripod.

Vi har fått tak i 2 stk. Fujinon Gigant 25x150 ED kikkerter med montering til innbruddspriser.

Verdens største serieproduserte kikkert med ED optikk og EBC coating. Den gir et sylskarpt og fargeriktig bilde i hele feltet. Den er vanntett og nitrogenfylt og har et synsfelt på 2,7grader. Den er 96cm lang og veier 18,5 kg. uten montering.

Fujinon 25x150 ED-SX	veil kr. 215.000,-
Fujinon montering 52cm h.	veil kr. 27.900,-
Pakkepris	veil kr. 242.900,-
<b>TILBUD under ½ pris</b>	<b>kr. 121.000,-</b>

Tripod, stålstativ	kr. 24.800,-
--------------------	--------------

Fujinon 15x80 MT SX er en solid kikkert for fastmontering på land eller om bord i en båt. Den er ypperlig til astronomi, er vanntett og nitrogenfylt, har EBC Coating og et synsfelt på 4 grader. Leveres med monterings fot og transportkasse.

Fujinon 15x80 MT-SX veil	kr. 54.000,-
<b>Tilbud i november</b>	<b>kr. 44.000,-</b>

Pidestall for fastmontering	kr. 6.000,-
-----------------------------	-------------



Oppgitte priser er inkl. mva.



## Bygg din egen rakett

Ragnvald J. Irgens

Tidligere i sommer var noen av barna i Deep Sky Exploration samlet for å se om vi kunne lage og sende opp våre egne raketter. Ikke til verdensrommet, men i alle fall høyere enn et hus med mange etasjer. Og vet du hva? Vi klarte det, faktisk!

### Luftrakett

I stedet for å bruke krutt eller et annet farlig drivstoff, bestemte vi oss for å bruke noe som var helt trygt, for å få fart på rakettene, nemlig luft. Luften kommer fra en tom 1,5

liter brusflaske i plast. Vi lagde et hull i korken på denne, og tredde et plastrør gjennom hullet. Vi brukte lim og teip for å passe på at koblingen mellom flasken og plastrøret ble helt lufttett. Så koblet vi på et ekstra, bøyd plastrør, og ett rett. Se på bildet over, så ser du hvordan den ferdige oppskytningsrampen ser ut. I stedet for plastrør går det også an å bruke en bit av en tynn hageslange.

*Hvor ble det av den? Aron prøver å få øye på raketten sin etter oppskytingen.*



Visste du at?

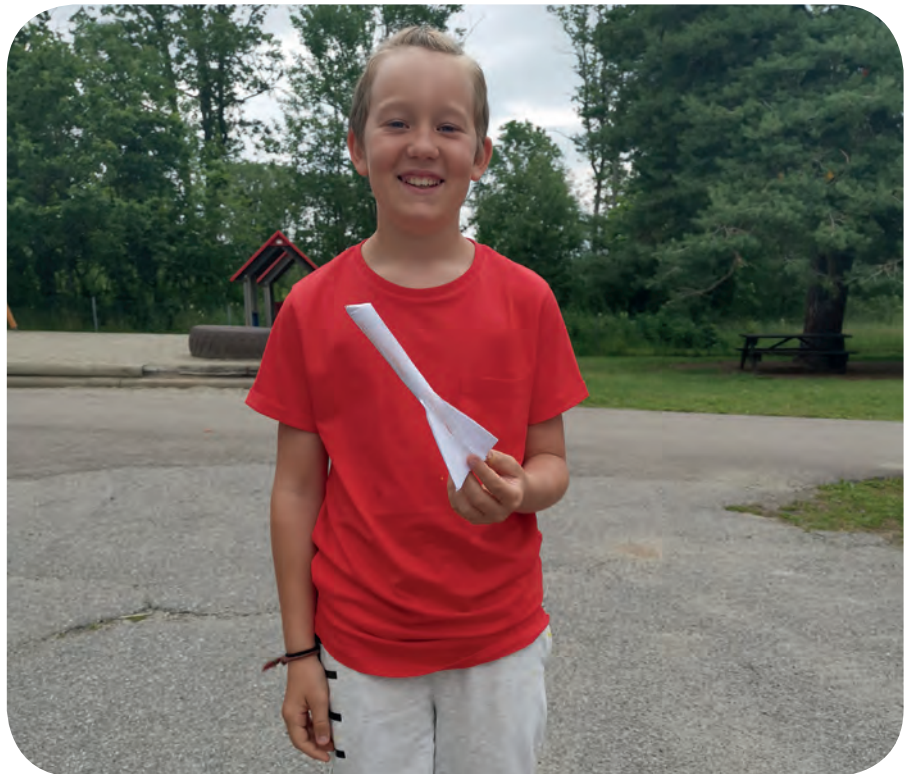
De første raketten, med krutt som drivstoff, kan ha blitt lagd i Kina allerede for 1000 år siden. På 1200-tallet sier sikre kilder at de ble brukt som våpen.

Så måtte vi lage selve raketten. Det gjorde vi på denne måten:

1. Rull et A4-ark på langs rundt et rør eller en slange av samme type som du brukte for å lage oppskytningsrampen. Bruk teip og lim den sammen. Papirsylindern skal være litt større i diameter enn røret, slik at den kan gli lett på utsiden. Blir den for trang (tett), vil den sitte fast. Den må heller ikke være for romslig, for da vil den slippe ut luft og da går ikke raketten like høyt og langt.
2. Brett papirsylindern på tuppen og teip den godt sammen. Du kan også bruke en stiftmaskin dersom du har det. Det viktige her er å passe på at raketten blir helt tett i tuppen slik at det ikke slipper ut noe luft den veien.
3. Forsøkene våre viste at raketten går lenger og rettere dersom den har styrevinger, slik som på bildet øverst på denne siden. Her er det bare å prøve seg fram og se hva som fungerer best, akkurat som en skikkelig rakettforsker gjør det.

### 3 - 2 - 1 - 0 - Oppskytning!

Så var det endelig tid for oppskytning. Vi la plastflasken på bakken med plastrøret rettet oppover. Så ble raketten tredd ned på røret. Trikset nå var å få blåst mye luft inn i



*Raketten til Theo-Elias var den som gikk høyst og lengst.*



*Er du ikke så stor, kan det være lurt å hoppe på plastflasken for å få fart på raketten.*

raketten på veldig kort tid. Det fikset vi ved å trampe hardt på flasken. Da ble luften i flasken presset inn i raketten, og den hadde ikke noe annet valg enn å fuge til værs i full fart.

### Prøv selv

Dette er et enkelt og morsomt eksperiment som du kan prøve selv. Få gjerne noen voksne til å hjelpe deg.

## Måneformørkelsen observert fra Bergen og omegn

Ronny Hjelland, Odd Høydalsvik, Roar Inge Hansen, Frithjof Hustig og Elin Østmo-Sæter

I utgangspunktet hadde Bergen Astronomiske Forening (BAF) planlagt felles observasjon av formørkelsen. Imidlertid var værprognosene så dårlige at vi valgte individuelle opplegg. En frontpassasje med mye nedbør og vind truet med å gjøre det til en tvilsom opplevelse i januarnatta. Heldigvis ble det adskillig bedre enn forventet. Fronten passerte raskt og skapte mer trøbbel på Østlandet. Rapportene våre består derfor av flere bidrag fra medlemmer som observert fra ulike steder i Bergen og omegn.

### Ronny Hjelland: Observasjoner fra Skageskogen

Ronny var den eneste som stilte opp ved det avtalte observasjonsstedet, alle andre hadde enten valgt å observere hjemme fra eller nær hjemmet. Her var det gode forhold og greit å sette opp utstyret på parkeringsplassen i starten av en tursti. Det ble en fin opplevelse til tross for at ingen flere dukket opp.

### Odd Høydalsvik: Observasjoner fra Sandsli

Om kvelden 20. januar regnet det kraftig. Etter værmeldingene å dømme skulle vinden snu på nordvest, men det kunne være noen sjanser for sprekker i skyene på morgenen.

Vekkerklokka ringte kl. 04.00, og fra vinduet kunne jeg se Månen på tilnærmet skyfri himmel. Jeg rigget raskt opp utstyret på terrassen og var klar kl. 04.15. Jeg benyttet en Borg 60ED refraktor med 350 mm brennvidde og

Olympus E-M1 mkii kamera montert på en SkyWatcher Star Adventurer tracker. På samme montering hadde jeg også et Olympus E-M5 mkii kamera på kulehode og brukte diverse objektiver for å fange et videre felt. For visuelle observasjoner benyttet jeg en 7×50 prismekikkert.

Månen var nå langt inne i halvskyggen, og merkbart mørkere i nedre venstre kant. Det var en god del skyer rundt omkring, og allerede etter 10 minutter forsvant Månen i en stor sky som kom fra nordvest. Heldigvis drev den raskt forbi, og klokka 04.30 var Månen framme igjen. Det var nå klart i retning Månen til godt inn i totaliteten. Mot slutten av totaliteten ble det mer og mer tynne skyer. Skyene var ikke særlig plagsomme, men vi kan se på bildet tatt ved U3 at kontrastene er dårligere.

Fra klokka 06.49 var Månen stort sett borte i skyene i ca. 10 minutter. Etter det var det rimelig gode forhold, men litt mer dis, noe man tydelig ser på mosaikkbildet. Alt i alt var jeg heldig



Aleksander Østmo-Sæter studerer måneformørkelsen i kikkert. Fotograf: Elin Østmo-Sæter.

med forholdene. Mange steder rundt meg var det mye mer skyer.

### Roar Inge Hansen: Observasjoner fra Tveitevannet

Med nordvestlig vind inn fra Nordsjøen, må jeg tilstå at jeg ble nokså skeptisk til sjansene for å se store deler av formørkelsen. Da vekkerklokken pep kl. 04.00, kunne jeg til min overraskelse titte opp på en fullmåne fra en omtrent skyfri himmel.

Jeg hadde bestemt meg for å prøve å observere formørkelsen fra Tveitevannet i Bergen. Da jeg drog hjemmefra kl. 04.35, kunne jeg se at den partielle formørkelsen nettopp hadde startet. Etter



Ronny med utstyret klart for fotografering av formørkelsen. Fotograf: Ronny Hjelland.



Månen under totaliteten. Fotograf: Ronny Hjelland.



Mosaikk som gir et inntrykk av fasene i formørkelsen. Bilder under partiell fase er tatt med f/5,8, ISO 200, og eksponeringstider mellom 1/500 og 1/60 sekund. De lengste tidene for å kompensere for tynne skyer/dis. Bilder under totaliteten er tatt med f/5,8, ISO 800 og eksponeringstider mellom 2 og 8 sekunder. (Odd Høydalsvik)

en kjøretur på ca. 15 minutt, var jeg fremme ved observasjonsstedet. Jeg tok med meg et fotoapparat med en 150-400 mm telelinse, et videokamera og et lite teleskop. Dessverre var drivende skyer fra nordvest mer plagsomme der jeg observerte formørkelsen, enn i Sandsliområdet der det var skyfritt under mesteparten av formørkelsen.

Heldigvis varer en måneformørkelse mye lenger enn en solformørkelse, og med en del gløtt i skydekket fikk jeg likevel god tid til å glede meg over både den totale og partielle fasen av måneformørkelsen. I tillegg fikk jeg bivåne alle de som hastet seg på vei til jobb, de fleste uvitende om Månen som skinte med en blodrød farge på

himmelen over fjellet Løvstakken. Ettersom Månen beveget seg inn i øvre delen av jordskyggen, var det helt tydelig å se at øvre del av Månen var nokså lys og nedre del temmelig mørk. Likevel lett å se at Månen var rød under totaliteten, og jeg dro ikke hjem før hele formørkelsen var slutt – etter kl. 07.50.

Jeg fikk tatt en del bilder og video. Dessverre hadde jeg kun fotostativ uten tracking, men med eksponeringstider under 1 sekund under totaliteten ble likevel bildene nokså skarpe. Jeg har laget en liten video fra formørkelsen som ligger ute på denne lenken: <https://www.youtube.com/watch?v=c2seWXtr0UU>.

## Frithjof Hustig: Observasjoner fra Sund, Skogsvåg

Været i forkant av observasjonsdato var ufyselig med vind og regn, så utsikten til en perfekt observasjonsnatt hadde ikke høye odds. Imidlertid var gleden stor da jeg tittet ut av vinduet om morgenen kl. 04.00. Dagen i forkant av observasjonen var nødvendig utstyr tatt frem og klargjort, slik at jeg kunne komme raskt i gang med observasjoner og prøve å ta noen fine bilder av måneformørkelsen.

Stativ med utstyr ble satt opp på plattingen sør for huset, der jeg tidligere hadde sjekket at jeg ville få med meg alle fasene i formørkelsen hvis vi hadde klarvær.

Jeg tok en del prøvfoto av Månen før den partielle fasen begynte for å prøve og stille inn teleskop og kamera for best mulig bilde. I ettertid ser jeg at det



Partiell fase, Månen over Løvstakken kl. 07.12. Brennvidde 145 mm, f/5,3, eksponeringstid 1/6 s og ISO 1600. Fotograf: Roar Inge Hansen.



Teleskop TS 60ED f/5,5 med Nikon D610 kamera på Star Adventurer monterings. Fotograf: Frithjof Hustig.

## Amatørsidene

mangler litt på skarpheten og det får tilskrives uerfarenhet og ikke utstyret. Kikkerten ble hyppig brukt under de forskjellige fasene av måneformørkelsen, for ofte blir det mye «justeringer» og så glemmer man å nyte det som skjer.

20 minutter før den maksimale formørkelsen kl. 06.12 kom noen skyer drivende foran Månen. Til tider var den helt borte, men ca. kl. 06.00 klarnet det til igjen og det lå til rette for videre observasjoner.

### Elin Østmo-Sæter: Observasjoner fra Loddefjord

Vi hadde egentlig avlyst observasjonene på grunn av værutsiktene denne morgenen, men ettersom 13-åringen var veldig interessert sto jeg opp for å se været an for sikkerhets skyld. Fra stuevinduet var det klar sikt til en nydelig måne og familien rigget seg til i hagen med liggeunderlag, soveposer og varm te. Vi har ikke fått den store kikkerten vår til å



Stjernehimmelen i nærheten av Månen under totaliteten. Fotograf: Frithjof Hustig.

fungere ordentlig ennå, men så på Månen med en vanlig kikkert. Det kom et lite skylag akkurat da formørkelsen var nesten total, men ellers hadde vi fri

sikt. Vi var også heldige med at det var lite lysforurensing og Månen var et fantastisk skue på den mørke himmelen!

## Måneformørkelsen observert fra Sørlandet

### Tommy Bøvang og Trond Hugo Hermansen

Det er jo alltid spennende når det skjer noe på himmelen, så som en måneformørkelse. Minst like spennende er det om vi i det hele tatt får se noe, eller om skyene spolerer hele greia.

#### Værthriller

Tommy begynte å følge med på værvarslet ca. én uke i forveien, og det ble rene thrilleren. Alt fra kaldt og fint klarvær til mildt regnvær ble meldt gjennom uka, og det var umulig å vite hva som kom til å skje.

Utover søndagen ble det tydeligere

hva vi kunne forvente oss av vær, og det så ikke spesielt bra ut. Tilskyende på søndagskveld med regn utover natten, og i løpet av morgenen skulle det bli klarvær igjen. Spørsmålet ble om klarværet ville komme i løpet av formørkelsen, eller etter at den var ferdig. Noen værprognoser antydte sistnevnte, og jeg tenkte bare – hvordan er det mulig?

På kvelden dagen i forveien sendte jeg ut melding til Astronomiforeningen i Agder (AiA) om at jeg ville være på plass ved Møvik Fort, Kristiansand, hvor foreningen holder til, kl. 04.00. Opprinnelig hadde jeg tenkt å dra ut tidligere, men siden det var meldt regn nattetid så jeg ingen grunn til å komme før.

#### Skyene letter

Da jeg stod opp, var været som annonsert. Overskyet og lett regn i lufta, og jeg tenkte mitt da jeg kjørte av gårde. Jeg var på plass kl. 04.00, og da var det i det minste blitt opphold. Ikke lenge etter kom Trond Hugo Hermansen, og deretter Margrethe Wold.

Det tok ikke lang tid etter at vi hadde



En serie med bilder tatt gjennom formørkelsen kl. 05.57, 06.27, 06.47 og kl. 06.56. Første bilde er tatt med et Panasonic Lumix DMC-FZ200 kamera og -2,7 blenderkompensert zoom som tilsvarer 479 mm. Blender f/2,8, 1/6 s eksponeringstid og ISO 1600. De tre neste bildene er tatt med et Canon EOS 500 D med 18-200 mm objektiv satt til 200 mm. Eksponeringstider 1,0, 1,0, 0,5 og 0,5 s. Fotograf: Trond Hugo Hermansen.





Trond Hugo Hermansen intervjues av NRK på direkten. Foto: NRK.



Månen under totaliteten fotografert kl. 06.12 med et Panasonic Lumix DMC-FZ200 kamera og -0,3 blenderkompensert zoom som tilsvarer 643 mm. Blender  $f/2,8$ ,  $1/4$  s eksponerings-tid og ISO 6400. Fotograf: Trond Hugo Hermansen.

ankommet før skydekket for alvor begynte å sprekke opp, og de første stjernene tittet fram fra en klar himmel. Imidlertid var Månen fremdeles dekket av et skylag, men det var såpass tynt at vi kunne observere at formørkelsen hadde begynt. Jeg begynte å ane ett håp om å få se mer, og det skulle vise seg å slå til. For i god tid før totaliteten kunne måneformørkelsen ses fra klar himmel. Dette gikk over all forventning. For en flaks, tenkte jeg!

#### På direktesending i NRK

Margrethe Wold hadde også fått med seg NRK, som ønsket å dekke måneformørkelsen live på NRK nyheter i kanal 2 en times tid. Margrethe er ansatt som førsteamanuensis ved Universitetet i Agder og er også medlem hos oss. Både hun og Trond ble intervjuet på direkte landsdekkende TV. Sendingen kan sees her: <https://tv.nrk.no/serie/nyheter/2019/01/NNFA41002019>. Det er flott at NRK tar seg tid til å dekke slike ting. Det gir fin publisitet om astronomihobbyen vår.

#### Perfekt formørkelse

Da totaliteten inntraff, kunne rødfargen observeres med det blotte øyet omtrent med en gang. Rødfargen kom enda bedre frem på bildene som vi knipset. Formørkelsen var flott å observere med det blotte øyet, men også gjennom et Meade ETX 105 mm teleskop Tommy hadde tatt med for anledningen. Det fine med måneformørkelser er at totaliteten varer lenge slik at man har god tid til å observere og oppleve det flotte synet. I tillegg kommer andre himmelobjekter

tydeligere frem når Månen blir mørk, men dette brukte jeg ikke mye tid på. Måneformørkelsen hadde førsteprioritet.

Etter at det klarnet opp ble morgenen bare finere og finere, og formørkelsen kunne observeres helt til sin slutt ca. kl. 08.50. Tommy gikk opp på taket på en av bunkerne ved fortet med en prisme-kikkert for å observere formørkelsens avsluttende fase. Strengt tatt var det ikke så mye å se helt på slutten siden himmelen var begynt å bli ganske lys, men det var noe med det å få med seg hele begivenheten når været først ble så bra som det ble. I tillegg er det jo rundt 10 år til neste gang vi får muligheten til å observere en så fin formørkelse fra

våre breddegrader, og da er det godt å kjenne på at man har fått sett det som er å se.

#### Fotografering av formørkelsen

Under formørkelsen observerte Trond Månen med sin Canon 10x42LS prisme-kikkert. Det var spesielt at så mye stjerner var synlig i området rundt den formørkede Månen. Det hadde jeg ikke fått med meg ved tidligere formørkelser. Så tok jeg bilder med min Canon EOS 500 D med 18-200 mm zoomlinse satt til 200 mm. Bildene fremstår dessverre ikke helt skarpe, noe som kan skyldes auto-fokus. Skulle nok ha fokusert på en stjerne i forkant.

## Måneformørkelsen sett fra Tenerife

Jens Fredriksen

Under mitt vinteropphold på Tenerife dukket følgende melding opp på mobiltelefonen: «NOVA SMS-tjenesten: Det blir dessverre overskyet og nedbør i natt under måneformørkelsen, så vi må avlyse observasjoner på NOVA». Det var da jeg følte kallet og bevæpnet meg til tennene med et gammelt fotostativ og mobiltelefonen, en Samsung S8.

Jeg kan lite om fotografering og ingenting om astrofotografering. Men altså, i solidaritet med Astro Rapport og observatørene som hadde tenkt seg til NOVA i Vestfold, begynte jeg utforskningen av S8 straks Solen tok kvelden bak La Gomera. Jeg skaltet og valtet med ISO, lukkertider, manuell fokusering, Kelvin og fancy effekter, men det ville seg ikke.

Klokken nærmet seg faretruende

03.33, starten på første kontakt med halvskyggen. Himmelen var skyfri og gradestokken viste +15 grader. Målbevisst gikk jeg ni skritt fra stuen til terrassen. Månen stod høyt i sydvest, 70 grader over horisonten, en utfordrende vinkel fra liggestolen for en med store fingre som prøver å treffe ørsmå symboler på mobilen. Men for å si det med Galileo Galilei da han i stillhet trosset



Med godt brukt fotostativ, kikkert i provisorisk montering, Samsung S8 mobiltelefon og La Gomera til høyre i horisonten, ble det en minneverdig formørkelse under en skyfri himmel (om natten) 21. januar 2019. Fotograf: Jens Fredriksen.

kirken ved å mumle «E pur si muove/ likevel beveger den seg», så vandret vinkelen mellom horisonten, meg og Månen til det bedre. Ved total formørkelse var høyden over horisonten 43 grader. Temperaturen hadde steget til behagelige 30 grader da totaliteten var over.

Det jeg ikke hadde tenkt på, og som var en stor bonus til en praktfull formørkelse hvor Månen i halvskyggen

lignet en isklode, slik jeg forestiller meg Saturns måne Titan. Med tiltagende formørkelse gikk fargespillet over til en slags matt, gulhvitt Gauda for å ende som en blodrød Fersken. Da formørkelsen gikk fra partiell til full, ble nattehimmelen gradvis fylt av lysende stjerner.

Det var også på dette tidspunktet, ved full formørkelse klokken 05.12, at jeg ga meg selv en ørefik. Hvordan var det mulig å glemme min USSR-kikkert, kjøpt av



Månen klokken 06.00, 16 minutter etter at totaliteten sluttet. Bildet er tatt med håndholdt mobiltelefon bak en 8-20× kikkert med 1/10 s eksponering og blender f/1,7.

min salige, henfarne mor på et kremmermarked i Alta befolket av russere straks etter berlinmurens fall, en slags post pomorhandel. Jeg fikk hurtig montert kikkerten i en provisorisk adapter. Med håndholdt mobil bak okularet knipset jeg til straks Månen var vennlig nok til å vise seg i displayet. Ikke all verden til kvalitet, men for et fantastisk minne!

## Måneformørkelsen observert fra Østlandet

Oddleiv Skilbrei og Rune Solberg

Østlandet var et av de vanskeligere stedene å observere måneformørkelsen fra denne gangen. Et skyområde passerte over Sør-Norge fra nordvest mot sørøst. De som observerte fra de vestligste delene av Norge var heldigere denne gangen.

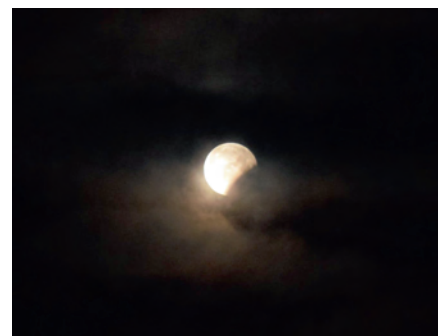
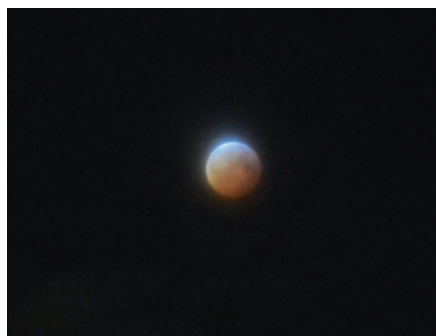
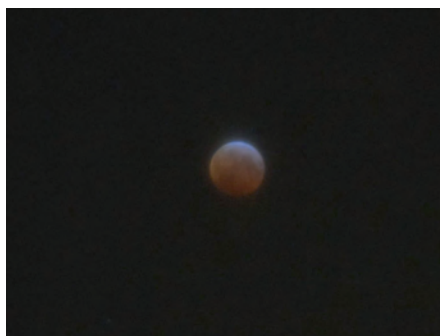
Skylaget var imidlertid ikke like tykt alle steder på Østlandet. Noen reiste til fjells i håp om å komme over skyene, men de færreste hadde suksess med det. Er man uheldig med vindretningen løfter skye-

ne seg rundt fjell. I tillegg passerte en frontsone med høye skyer over Østlandet slik at det var vanskelig å komme høyere opp enn disse skyene.

Fra Hosle i Bærum kunne Rune følge

den partielle fasen før totaliteten gjennom skydekket, mens totaliteten var vanskelig å få noe særlig ut av.

I Hønefoss var imidlertid forholdene gunstigere med kun et nokså tynt skyslør. Mot slutten av totaliteten og under den avsluttende partielle fasen forsvant det tynne skydekket slik at forholdene ble relativt gode. Oddleiv og familien fikk dermed mye ut av formørkelsen. Her er tre bilder Oddleiv tok. Alle bildene ble tatt hjemmefra i Oppenåsen utenfor Hønefoss by med et Nikon D3300 kamera og et zoomobjektiv innstilt på 105 mm.



Formørkelsen fotografert kl. 6 15, kl. 6 41 og kl. 7 34. Under totaliteten var eksponeringstiden 2 sekunder (f/6,3 og 3200 ISO). Under den partielle fasen (bildet lengst til høyre) var eksponeringstiden 1/60 sekund (f/5,6 og 3200 ISO). Fotograf: Oddleiv Skilbrei.

## Måneformørkelsen observert fra Nord-Norge

Ketil Vegum

Denne formørkelsen skulle være grei å kunne observere fra egen tomt, og Månen skulle stå i fin posisjon sett fra observasjonsstedet. Dagen før var det klarvær med et fantastisk nordlys, men det var varslet et værskifte. Det var bare å holde pusten og håpe at meteorologene hadde bommet med noen timer slik at begivenheten kunne betraktes.

Slik gikk det nok ikke, for da jeg begynte å rigge opp utstyret kom skyene. Ikke veldig tykt skydekke, men det var der. Det var bare å være optimist og håpe på

at det ville bli sprekker, men det trutnet mer enn det løste seg opp.

Jeg hadde rigget opp min Takahashi FS-60 på en ny Alt-EQ6-montering, og et



Et ganske representativt bilde fra måneformørkelsen observert i Nord-Norge, her fra Sørreisa. Fotograf: Ketil Vegum.



Et av de bedre resultatene da forholdene i et øyeblikk var brukbare kl. 04.56. Bildet er tatt med et Canon 70D kamera gjennom en Takahashi FS-60 600 mm f/10 teleskop montert på en Sky-Watcher AZ-EQ6 montering. Kameraet var innstilt på ISO 400, 1/60 s eksponeringstid og timelapse i håp om å få et og annet bilde gjennom skyene. Fotograf: Ketil Vegum.

annet kamera med vidvinkel for timelapse av seansen. Resultatet ble mye skyer, og det snødde litt også. Lite måne, og ganske lite søvn. Jeg får bare glede meg over de andre stedene i landet som fikk gode opplevelser.

Det ble veldig lite med klare netter her nord denne vinteren, så det er bare å håpe at neste mørketidsperiode blir bedre.

## Romstasjonen ISS fotografert foran Månen

Joakim Martin

Etter å ha forsøkt flere ganger å fotografere en ISS-transitt foran Månen eller Sola i 2018 så lyktes det endelig med et bra resultat 8 timer og 5 minutter inn i 2019.

Som ellers i 2018 søkte jeg i ny og ne på transit-finder.com for å se om det var noen aktuelle passeringer over måneskiven eller solskiven, og jeg fikk et forslag om en «lunar close pass», som det heter på nettsiden, den 1. januar 2019. Det betyr at ISS ikke ville passere rett over måneskiven sett hjemmefra, men at jeg måtte ut å kjøre litt. Kartet som nettsiden produserte, viste at jeg måtte litt sørover, sør for Tønsberg og nord for Larvik.

Den store forskjellen fra tidligere forsøk var at dette ville inntreffe før soloppgang, men andre ord var himmelen fremdeles ganske mørk. Mer om et senere. Med appen Mobile Observatory kunne jeg se omtrent

hvor Månen ville være plassert på himmelen på dette tidspunktet, så dagen før kjørte jeg en tur utover Tjøme og Hvasser for å se på aktuelle plasser å stille opp utstyret. Jeg fant ut at en parkeringsplass på en skole i nærheten av Kjøpmannskjær trolig kunne være et godt sted å stå. Nyttårsaftnen ble unnagjort med flott rakett- og astronomivær, uten noe månelys, så var det å stå opp tidlig etter nattens feiring.

Jeg pakket bilen og kjørte av gårde 7-tiden, og kunne se at været fremdeles holdt seg veldig bra. Men det blåste en del og kom en del kraftige vindkast fra nord. Etter å ha plassert bilen slik at den kunne skjerme for den verste vinden, pakket jeg ut min Celestron 8-tommer,

som jeg satte på mine Biltema bukker med en hobbyplate oppå. Jeg hadde med batteri til strøm til teleskopmotoren, satte på et 40 mm okular for å få med hele Månen med litt avstand



Bildet er hentet ut fra videofilmen som ble tatt med mobiltelefonen. Observasjonen er foretatt ca. kl. 08.05.45.

## Amatørsidene

rundt og koblet på mobiltelefonen. I tillegg satte jeg et Canon fotokamera piggyback på teleskopet og et vanlig videokamera på eget fotostativ.

15 minutter før ISS skulle komme til syne, var alt klart. Noe som gjorde dette

forsøket enklere enn tidligere forsøk var selvfølgelig at himmelen var mørk og jeg kunne følge ISS helt fra den ble synlig til den nærmet seg Månen. Jeg visste med andre ord akkurat når jeg skulle ta eksponeringene. Som en kan se av bil-

dene var månefasen omtrent 20 %, som også gjorde opptakene hakket bedre og enklere enn under tidligere forsøk.

En flott start på året som inspirerer til flere forsøk, så både datoer med Månen og Sola er booket fremover!

## Lysshow på himmelen i nord

Ketil Vegum

Like etter midnatt 5. april ble politiet nedringt av publikum som ga melding om nødraketter. Det viste seg å være et forskningsprosjekt på Andøya i samarbeid med NASA for å forstå romvær og nordlys bedre.

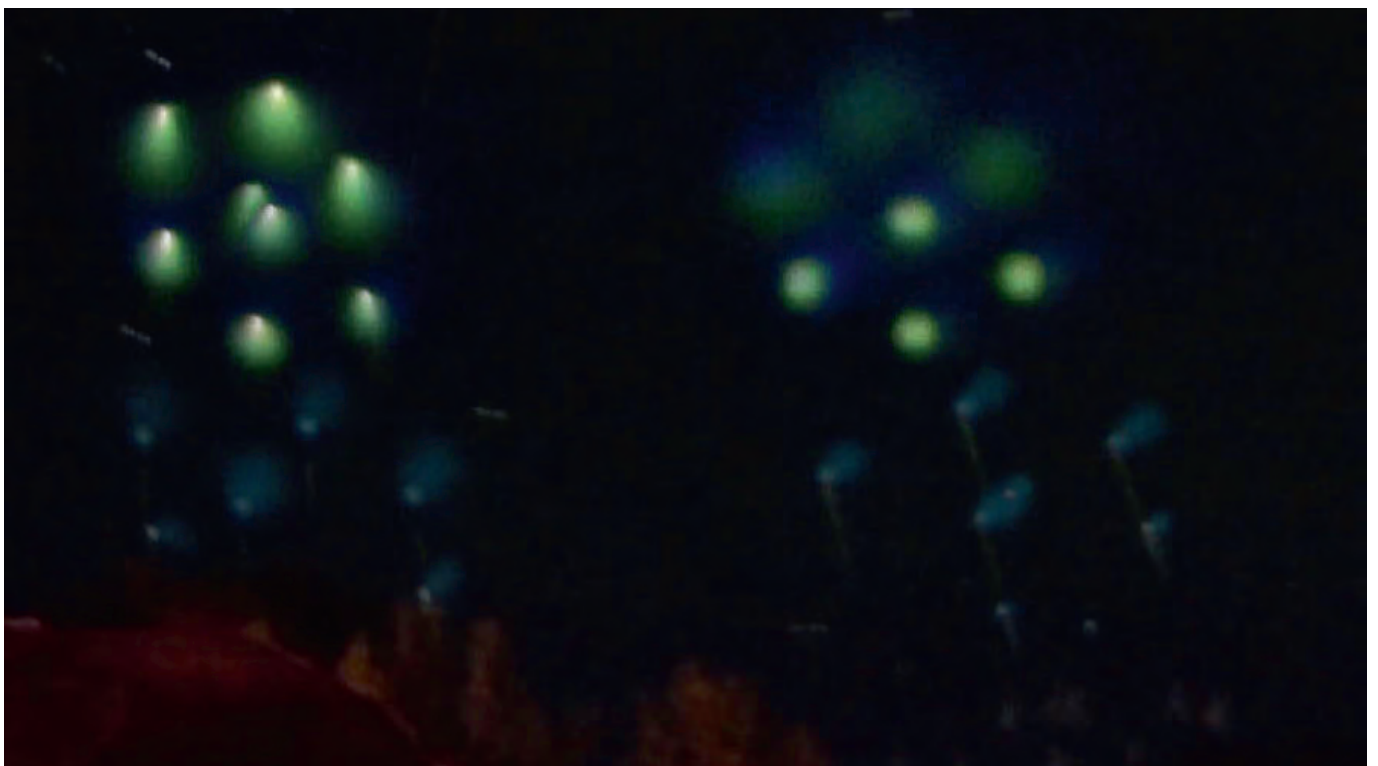
Hendelsen ble gjenstand for stor oppmerksomhet og avisene hadde flere bilder av lysfenomenet som kunne sees

på himmelen. Showet ble også fanget opp av meteorkameraet i Sørreisa. Det var to raketter som ble sendt opp. Begge

slapp fire lysende elementer fire ganger.

Opptakene mine er gjort med et Vivotek IP9171-HP kamera som er tilknyttet Norsk meteornettverk. Video i hurtigavspilling er lagt på meteornettverkets sine nettsider.

Bildet som er vist her, er et øyeblikksbilde av videosekvensen for det andre settet av lysende elementer som ble sluppet ut. Det er litt etterlys fra de fire første elementene også.



Utsnitt av et enkeltbilde i videosekvensen tatt 5. april 2019 kl. 22.21.51 UT. Det andre settet av lysende elementer til venstre og etterlys fra de fire første elementene til høyre. Foto: Ketil Vegum.

## Orion fra Tenerife

Odd Høydalsvik

I vinterferien var jeg på Tenerife og benyttet da anledningen til å tilbringe en kveld på platået under Teide på ca. 2200 meters høyde. Der er det temmelig mørkt, og gode forhold for astrofoto. Orion kommer høyt opp på himmelen. Dermed unngår man plagsomme gradienter, som vi ofte har i Norge.

Jeg hadde tatt med meg et stødig foto-

stativ med en Star Adventurer tracker. Kameraet var et ZWO ASI1600MM-Pro monokrom astrokamera med kjøling og filterhjul. På dette brukte jeg et Samyang 35 mm f/1,4 objektiv. Jeg hadde da passe felt til å fotografere Orion. Jeg tok 10 eksponeringer på 3 minutter hver med H-alfa filter, 10 eksponeringer på 10 sekunder gjennom rødt, grønt og blått

filter. Alle med blenderåpning 2,0. Kameraet var kjølt ned til minus 10 grader (skulle gjerne kjørt med enda lavere temperatur, men hadde ikke all verdens batterikapasitet med meg på sydenturen). Kameraet ble styrt med AsiAir og et nettbrett. Veldig hendig på reise.

Etter hjemreisen ble bildene kombinert med programmet Astro Pixel Processor, og litt finjustering i Lightroom.

Med såpass mye H-alfa-eksponering kommer emisjonståkene tydelig frem, bl.a. Barnards loop (Sh2-276) som omgir Orion, og Sh2-264 (Lambda Orionis Ring eller «Angelfish nebula») på toppen.



Orionkomplekset fotografert fra Tenerife 25. februar 2019. Fotograf: Odd Høydalsvik.

## Blindebukk på stjernehimmelen

Ketil Vegum

Jeg har lenge sett på deep sky foto som vanskelig, og gjør fortsatt det, men nå har jeg i alle fall gjort mine første forsøk på dette. Jeg er ikke spesielt kjent på stjernehimmelen og betrakter meg selv som en blindebukk der ute. Jeg har ventet hele høsten på at det skulle bli passe klarvær, og det er vel slik at når noe nytt skal prøves virker utstyret som en «cloud attractor» og dermed blir det ingen utprøving.

Denne kvelden var det endelig blitt stjerneklart, og det skulle være en komet på himmelen – 46P/Wirtanen. Etter noe utforskning fant jeg ut at den skulle være i Tyren et sted mellom Pleiadene og Aldebaran denne kvelden. Den skulle være såpass lyssterk at det kunne hende den var synlig med det blotte øyet, men

det var den ikke! Her var det svart, bortsett fra noen små flekker som var



Komet 46P/Wirtanen fotografert av Ketil Vegum hjemme på Sørreisa 16. desember 2018 kl. 23.15-23.20. Kamera Canon 70D satt på ISO 2000 og utstyrt med Canon EF 100-400 mm objektiv f/4,5-5,6 L IS USM satt til 210 mm og blender 5,0 montert på en Sky-Watcher Star Adventurer tracker. Det ble tatt 4 eksponeringer à 30 s som ble kombinert med Deep sky stacker og justert litt i Photoshop.

synlige, og jeg så Tyren med Aldebaran.

Da var neste skritt en håndholdt prismekikkert (10,5 × 70) som var passe lyssterk. Jeg sveipet over området, så Aldebaran, Pleiadene og en del andre objekter som jeg ikke kan navnet på, men ingen komet. Neste trinn ble da foto.

Jeg fikk satt opp kameraet på stativ og prøvde å sikte inn, men her var det ganske mørkt. Jeg fant omsider Pleiadene og gjorde noen opptak. Ja! Her var en liten grønn flekk, det måtte være kometen! Det ble flere forsøk på eksponeringstider og ISO verdier. Jeg fant fort ut at jeg måtte få ut trackeren for å unngå drifting i bildet. Videre viste det seg at jeg også måtte løfte speilet for å unngå vibrasjoner.

Så var det flere prøveeksponeringer for å få til noe. Jeg endte opp med ISO 2000, 30 sekunders eksponering, 210 mm brennvidde med en EOS 6D. Sann, da var det bare å la kameraet gå, fange så mange bilder som mulig og stakke det sammen med Deep sky stacker – som jeg heller ikke hadde erfaring med.

Opptakene ble startet ca. kl. 23.15, og jeg lot det gå ca 1 time, da var det på tide å pakke sammen og se på resultatet. Hm, kameraet hadde slått seg av, det var tomt for strøm, det var over midnatt. Nei, det får holde med foto nå, det er -12 °C ute og jobb neste dag. Det ble fire bilder med denne innstillingen. Så kan jeg legge til at det ikke har vært stjerneklart mens jeg har vært hjemme de siste to ukene, så dette var den muligheten jeg fikk.

Her er resultatet så langt, men jeg har nok til hensikt å prøve å få til noe mer i vinter, og da blir det nok av de helt vanlige objektene. Jeg må få rette en stor takk til Ragnar og hans fotoartikler i bladet. Så får jeg se hva jeg får til i vinter.

## Planetene

Oddleiv Skilbrei

Merkur kan observeres på morgenhimmelen den andre og tredje uken i august. Planetens vinkelavstand til Solen er størst 9. august. Venus er vanskelig å observere utover sommeren og høsten på grunn av ugunstig geometri i forhold til Solen. Planeten kommer til syne på kveldshimmelen i slutten av november. Mars er synlig på kveldshimmelen de to første ukene i juli. Planeten befinner seg i konjunksjon med Solen tidlig i september og blir synlig på morgenhimmelen utover i oktober. Jupiter befant seg i motstilling til Solen 10. juni. Planeten kan observeres på kveldshimmelen resten av sommeren og utover høsten. Saturn befinner seg i motstilling til Solen 9. juli. Planeten kan da observeres lavt i sør hele den korte sommernatten. Saturn vil være et kveldsobjekt resten av sommeren og utover høsten. Planeten holder til så langt sør på himmelen at den ikke kan sees fra de nordligste delene av landet inkludert Tromsø. Uranus kan observeres på morgenhimmelen fra slutten av juli eller tidlig i august når de mørke nettene har kommet tilbake. Planeten står i motstilling til Solen i slutten av oktober. Neptun er et morgenobjekt utover sommeren. Planeten kan ikke observeres fra vårt land før nettene blir mørke nok utover i august. Neptun befinner seg i motstilling til Solen 10. september og blir deretter et kveldsobjekt resten av året. Pluto står i motstilling til Solen i midten av juli. Dvergplanetene vil deretter være et kveldsobjekt resten av året. Pluto holder til lavt på himmelen i stjernebildet Skytten.

### Merkur

Merkur er et kveldsobjekt tidlig i juli, men kan ikke observeres på grunn av ugunstig geometri i forhold til Solen. Planeten befinner seg i nedre konjunksjon med Solen 21. juli kl. 15. Merkur blir deretter et morgenobjekt og kan sees på morgenhimmelen fra vårt land mel-

lom 5. og 25. august. Lysstyrken til planeten øker utover i synbarhetsperioden. Merkur blir trolig lettest å se fra 8. til 20. august. Vinkelavstanden til Solen er størst én time etter midnatt natten til 10. august. Da befinner planeten seg 19 grader og 3 bueminutter vest for Solen. Sett fra Oslo står Merkur opp tre og en halv time etter midnatt natten til 9.

august. Da er det én time og tre kvarter til soloppgang. Ti netter senere kommer planeten til syne over horisonten i nord-øst noen minutter før kl. 4, fremdeles én time og tre kvarter før Solen står opp. Mot slutten av måneden nærmer Merkur seg Solen på himmelen og forsvinner i sollyset selv om planeten lyser sterkere enn Sirius. Planeten passerer i øvre konjunksjon med Solen tre timer etter midnatt natten til 4. september.

Merkur blir deretter et kveldsobjekt, men kan ikke sees fra våre nordlige breddegrader på grunn av ugunstig plassering på himmelen i forhold til Solen. Vinkelavstanden til Solen blir størst 20. oktober (24 grader 38 bueminutter). Når planeten passerer i nedre konjunksjon med Solen 11. november får vi en merkurpassasje. Sett fra vårt land kan vi se første del av passasjen. I Oslo går Solen ned kl. 15 58, to timer og 23 minutter etter at Merkur berører solskiven for første gang kl. 13 35 (første kontakt). Hele planeten er inne på solskiven kl. 13 37 (andre kontakt).

### Venus

Venus er et morgenobjekt i juli. Sett fra Oslo står planeten opp 50 minutter før



Månen og Mars (til høyre) i stjernebildet Tyren fotografert fra Ringerike 9. april kl. 21 44. Under Månen sees Aldebaran og Hyadene. Bildet ble tatt med et Nikon D3300 kamera (105 mm f/5,6) innstilt på 1600 ISO. Eksponeringstid: 1,3 sekunder. Fotograf: Oddleiv Skilbrei.



Jupiter fotografert fra Ringerike 19. april kl. 4 11. Rett over horisonten litt til høyre sees Antares og den øverste delen av stjernebildet Skorpionen. Bildet ble tatt med et Nikon D3300 kamera (32 mm f/4,2) innstilt på 1600 ISO. Eksponeringstid: 6 sekunder. Fotograf: Oddleiv Skilbrei.

soloppgang i begynnelsen av måneden. Da er himmelbakgrunnen så lys at det trolig kreves en prismekikkert for å se Venus. Tre uker senere har tidsavstanden mellom når planeten stiger opp over horisonten i nordøst og soloppgang, minket til 45 minutter. Vinkelavstanden til Solen er minkende og Venus passerer i øvre konjunksjon med Solen om morgenen 14. august. Deretter flytter planeten seg over på kveldshimmelen, men befinner seg ugunstig plassert lavere på himmelen enn Solen resten av sommeren og utover høsten.

Avstanden mellom Venus og Solen er mindre enn ti grader fra 9. juli til 19. september. Planeten vil være vanskelig å observere fram til slutten av november. Mot slutten av året vil Venus være en godt synlig kveldsobjekt på himmelen i sørvest. Da går planeten ned mer enn tre timer etter solnedgang. Månen passerer 2,6 grader sør for Venus ved midnatt natten til 2. juli.

### Mars

Mars kan observeres på kveldshimmelen i begynnelsen av juli. Sett fra Oslo går planeten ned én time etter sol-

nedgang tidlig i måneden. I løpet av de neste to ukene blir Mars borte i sollyset. Vinkelavstanden til Solen minker fra 21 grader til én grad i løpet av juli og august. Planeten befinner seg i konjunksjon med Solen 2. september kl. 13. Deretter flytter Mars seg over på morgnehimmelen der den vil oppholde seg resten av året. I slutten av september står planeten opp i øst én time før soloppgang. Én måned senere har Mars vært over horisonten i to timer og ti minutter når de første solstrålene kommer til syne.

Vinkeldiameteren til planeten minker fra 3,7" i begynnelsen av juli til 3,5" to måneder senere. Deretter øker den litt resten av året til 4,2" i slutten av desember. Lysstyrken til Mars varierer lite resten av sommeren og utover høsten. Med en magnitudo på 1,8 er planeten 4,6 magnituder svakere enn da den var nærmest Jorden under opposisjonen for ett år siden. Mars passerer i aphel (lengst fra Solen) 26. august. Da er avstanden mellom Solen og planeten 1,66606 AE eller 249,2 millioner km. Mars passerer en halv grad sør for stjernen  $\eta$  Virginis i Jomfruen (lysstyrke 3,89) 12. oktober kl. 11. En knapp måned

senere (om ettermiddagen 8. november) befinner planeten seg tre grader nord for den klare stjernen Spica i det samme stjernebildet.

### Jupiter

Jupiter befant seg i motstilling til Solen 10. juni. Planeten kan observeres på kveldshimmelen resten av sommeren og utover høsten. I begynnelsen juli passerer Jupiter høyest på himmelen i sør 20 minutter før midnatt og går ned litt før kl. 3 om morgenen sett fra Oslo. Solen står opp en time senere. Planeten holder til lavt på himmelen og passerer det laveste punktet i banen sin langs ekliptikken 7. desember (-23 grader 18,4 bueminutter). Sett fra de nordligste delene av landet, inkludert Tromsø, kommer Jupiter ikke opp over horisonten i det hele tatt resten av året.

I slutten av juli befinner planeten seg høyest på himmelen i sør ett kvarter før Solen går ned og går ned 50 minutter etter midnatt. En måned senere blir Jupiter borte bak horisonten i sørvest én time og 20 minutter før midnatt, to timer og ett kvarter etter solnedgang. I slutten av september er tidsavstanden mellom



Månen og Jupiter fotografert fra Ringerike 17. juni kl. 1 47. Bildet ble tatt med et Nikon D3300 kamera (75 mm f/5,3) innstilt på 1600 ISO. Eksponeringstid: 0,4 sekunder. Fotograf: Oddleiv Skilbrei.

solnedgang og når planeten går ned redusert til litt under to timer.

Jupiters bevegelse er retrograd fra 10. april til 11. august. Planetens vinkeldiameter langs ekvator minker fra 45,5" i slutten av juni til 35,7" i begynnelsen av oktober. Den polare diameteren minker fra 42,4" til 33,3" i løpet av det samme tidsrommet. Jupiter holder til i stjernebildet Slangebæreren (Ophiuchus) fram til midten av november. Deretter flytter planeten seg inn i Skytten (Sagittarius). Månen passerer én og en halv grad nord for Jupiter 13. april kl. 21, to grader nord for planeten én time etter midnatt natten til 10. august og like langt nord for Jupiter 6. september kl. 9. Sett gjennom en god prismekikkert er det relativt lett å se planeten også når Solen oppe. Når Månen og Jupiter er innenfor det samme feltet i kikkerten noen timer før og etter de aktuelle samstillingene er det gode sjanser til å observere planeten også på dagtid.

## Saturn

Saturn befinner seg i motstilling til Solen 9. juli kl. 19. Planeten kan da obser-

veres hele den korte sommernatten i Sør-Norge. Planeten oppholder seg i stjernebildet Skytten så lavt på himmelen at den ikke kommer opp over horisonten i sør sett fra de nordligste delene av landet inkludert Tromsø. Så langt nord er det dessuten midnattssol så tidlig i måneden. I slutten av juli kulminerer Saturn i sør noen minutter før midnatt og går ned rundt tre timer etter midnatt sett fra Oslo. Én måned senere passerer planeten høyest på himmelen i sør kl. 21 40, én time og ett kvarter etter solnedgang. Saturn forsvinner ned under horisonten i sørvest en knapp time etter midnatt. Tidlig i oktober kulminerer planeten tre kvarter etter solnedgang og går ned én time og 20 minutter før midnatt.

Lysstyrken til Saturn minker fra magnitudo 0,1 tidlig i juli til magnitudo 0,5 tre måneder senere. Målt langs den lengste aksene har ringene en utstrekning på 41,5" i begynnelsen av juli. Samtidig har ringene en utstrekning på 17,0" langs den korteste aksene. Tre måneder senere måler ringene henholdsvis 38,0" og 16,2" langs de to aksene. Bevegelsen til planeten er retrograd fra 30. april til

18. september. I løpet av 2019 har Saturn en trippelkonjunksjon med stjernen  $\pi$  Sagittarii (lysstyrke 2,88). Den første samstillingen fant sted 14. februar. De to neste kan observeres 21. juli kl. 4 (Saturn 1,15 grader sør for stjernen) og 13. november kl. 9 (Saturn 1,33 grader sør for stjernen).

## Uranus

Uranus er et morgenobjekt resten av sommeren og utover høsten. Sett fra vårt land blir planeten synlig på morgenhimmelen når nattehimmelen blir mørk nok i slutten av juli eller utover i august, avhengig av breddegraden den observeres fra. Uranus befinner seg i motstilling til Solen 28. oktober kl. 9. Planeten kan da observeres fra himmelbakgrunnen blir mørk nok om kvelden til morgenhimmelen blir for lys. Deretter vil Uranus være best synlig på kveldshimmelen resten av året. I begynnelsen av august står planeten opp tre kvarter før midnatt sett fra Oslo. En måned senere stiger Uranus opp over horisonten i øst 50 minutter etter solnedgang og befinner seg høyest



på himmelen i sør litt før kl. 5 om morgenen, én time og ett kvarter før Solen står opp. I begynnelsen av oktober står planeten opp 20 minutter etter solnedgang og kulminerer i sør knappe tre timer etter midnatt. Uranus har en vinkeldiameter på 3,6" i slutten av september. Planeten har samtidig en lysstyrke på 5,7. Uranus oppholder seg i stjernebildet Væren resten av året. Planeten har en deklinasjon på rundt 13 grader. Bevegelsen er retrograd fra 12. august og ut året.

## Neptun

Neptun er synlig på morgenhimmelen resten av sommeren. Planeten kan observeres fra vårt land når nettene blir mørkere igjen i slutten av juli (sett fra Sør-Norge) eller utover i august (i Nord-Norge). Med en lysstyrke på 7,8 trengs det en god prismekikkert for å kunne se planeten. Neptun holder til i stjernebildet Vannmannen rundt seks grader sør for himmelens ekvator. Planeten står

i motstilling til Solen 10. september kl. 9. Bevegelsen til Neptun er retrograd fra 22. juni til 27. november. Planeten passerer bare 14 buesekunder sør for  $\phi$  Aquarii (lysstyrke 4,23) i Vannmannen 6. september kl. 16. I september kan Neptun observeres mesteparten av natten så lenge himmelbakgrunnen er mørk nok. Resten av høsten og ut året vil planeten være best synlig på kveldshimmelen. Når Neptun kulminerer i sør i underkant av to timer etter midnatt i begynnelsen av september, befinner planeten seg 24 grader over horisonten sett fra Oslo. Neptun har samtidig en vinkelutstrekning på 2,4 buesekunder. Avstanden mellom Jorden og Neptun er 28,9276 AE eller 4 328 millioner km når de to planetene er nærmest hverandre.

## Pluto

Pluto holder til i de nordøstlige delene av stjernebildet Skytten (Sagittarius). Dvergplaneten står i motstilling til

Solen 14. juli kl. 17. Pluto har på det tidspunktet en sørlig deklinasjon på 22 grader og befinner seg 32,8215 AE eller 4910 millioner km fra Jorden. Vinkeldiameteren er bare 0,1 buesekund. Resten av året vil dvergplaneten være best synlig på kveldshimmelen. Pluto kan kun observeres gjennom en større stjerneikkert og er vanskelig å observere fra vårt land. Lysstyrken er 14,2. Sett fra Oslo kulminerer dvergplaneten i sør rundt én time før midnatt og går ned i overkant av to timer etter midnatt i midten av august. I slutten av september befinner Pluto seg høyest på himmelen i sør litt etter kl. 20 og går ned en knapp time før midnatt. Bevegelsen til dvergplaneten er retrograd fram til begynnelsen av oktober. Pluto passerer bare to buesekunder nord for stjernen HD 184210 (som har en lysstyrke på 8) 11. juli. Dvergplaneten befinner seg nå nær ekliptikken og passerte den nedstigende knuten i banen sin 24. oktober 2018. Pluto ble okkultert av Solen 11. januar 2019.



Halo rundt Solen fotografert fra Ringerike 23. juni kl. 12 54. Bildet ble tatt med en Samsung Galaxy S8 mobiltelefon (4,2 mm f/1,7) innstilt på 40 ISO. Eksponeringstid: 1/8000 sekund. Fotograf: Oddleiv Skilbrei.

## Lille bjørn – den himmelske nordpols veiviser

Rune Solberg

Stjernebildet Lille bjørn (Ursa Minor) er himmelens nordligste stjernebilde. Det har vært en viktig veiviser opp gjennom tidene, spesielt innenfor sjøfart, siden den sterkeste stjernen i stjernebildet, Nordstjernen (Polaris), ligger mindre enn én grad fra polpunktet og dermed viser himmelretningen mot nord. Stjernebildet likner på en liten utgave av Store bjørn, derav dens navn. Den likner derfor også på en liten versjon av Karlsvogna. Stjernebildet er også lett å finne med utgangspunkt i den store Karlsvogna. Linjen fra stjernen Merak og videre gjennom Dubhe, enden av vogna, peker rett mot Nordstjernen.

Stjernebildet sies å ha blitt introdusert av den greske astronomen Thales (625-545 f.Kr.) omkring 600 f.Kr. Thales antas å ha kommet fra en fønikisk familie, og fønikere brukte ofte Lille bjørn i navigasjon. Grekerne kalte derfor noen ganger stjernebildet «Den fønikiske». Før Lille bjørn ble kjent som den lille bjørnen, var det kjent som Hundehalen, samt Kynosoura (gresk konge, også stedsnavn). I gresk mytologi er Lille bjørn vanligvis forbundet med to forskjellige myter. I en representerer stjernebildet Ida, nymfen som tok seg av Zeus på Kreta da han var liten. I en annen myte representerer stjernebildet Arkas, sønnen til Zeus og nymfen Kallisto.

De klare stjernene i Lille bjørn er gunstige for å sjekke observasjonsforholdene. Lysstyrkene deres går på en skala fra omtrent 2 til 5 i lysstyrke. Dersom den svakeste stjernen er synlig, er atmosfærens gjennomsiktighet god.

Nordstjernen (Alpha Ursae Minoris), også kalt Polarstjernen, Stella Polaris eller bare Polaris, er den lyssterkeste stjernen (lysstyrke 2,12) i stjernebildet. Nordstjernen er et trippelstjernesystem som ligger ca. 433 lysår borte. Det består av den primære stjernen, Polaris Aa,

med en mindre følgesvenn, Polaris Ab, samt Polaris B. Polaris Aa er en gul supergigant (5,5 solmasser), mens Polaris Ab er en gulhvitt hovedseriestjerne (1,26 solmasser) og Polaris B er en nesten lik hovedseriestjerne (1,39 solmasser). Polaris B kan ses med et moderat teleskop. Nordstjernen nærmer seg fremdeles polpunktet (som defineres ved Jordens rotasjonsakse) og vil være nærmest (28') rundt 2100. Om nesten 13 000 år vil Nordstjernen befinne seg langt fra polpunktet (47°), og først etter

nesten 26 000 år vil den igjen være nær polpunktet.

Kochab (Beta Ursae Minoris) er den lyssterkeste stjernen i selve vogna, med en lysstyrke på 2,08. Den er 131 lysår borte og klassifisert som en oransje gigantstjerne (K4) med en masse på 2,2 solmasser.

Pherkad (Gamma Ursae Minoris) er en variabel stjerne (lysstyrker 3,04-3,09) med en periode på omtrent 3,4 timer. Den er den nest lyssterkeste stjernen i vogna, og befinner seg sammen med Kochab på den fjerneste siden av vogna i forhold til Nordstjernen. Stjernen befinner seg 487 lysår borte og har hvit farge (A2).

De to andre stjernene i selve vogna er Zeta og Eta Ursae Minoris. Førstnevnte er starten på håndtaket, en hvit hovedseriestjerne (A3) av lysstyrke 4,28. Eta Ursae Minoris er en gulhvitt hovedseriestjerne (F5) av lysstyrke 4,95. Ser du den, er sikten god.

De to siste stjernene i stjernebildefiguren, begge i håndtaket, er Yildun (Delta Ursae Minoris) og Epsilon Ursae Minoris. Yildun er den som ligger nærmest Nordstjernen. Den er en hvit hovedseriestjerne (A1) av lysstyrke 4,36. Epsilon Ursae Minoris er et binært stjernesystem (spektroskopisk variabel) av lysstyrke 4,19.

Lille bjørn er heller fattig på deep-sky-objekter. Men de få galaksene som kan ses i et teleskop av moderat størrelse, er verdt å få med seg.

### Den lokale dverggalaksen

Ursa Minor-dvergen (PGC 54074, UGC 9749) er en elliptisk dverggalakse (E) som går i bane rundt Melkeveien, på samme måte som De magellanske skyer. Den ligger helt sør i Lille bjørn, nær den sørligste grensen til Dragen. Den fremtrer som et område av litt større tetthet av stjerner og fremkommer lettest på fotografier.

Galaksen ble oppdaget av Albert George Wilson fra Lowell-observatoriet under hans arbeid med Palomar Sky Survey i 1955. Den ligger omtrent 225 000 lysår borte. Galaksen har total lysstyrke på 11,9 og utstrekning på 30,2' × 19,1'.

Den ser ut til å inneholde bare gamle stjerner, uten noen form for stjernedannelse i dag. I 1999 brukte Kenneth Mighell og Christopher Burke romteleskopet Hubble til å bekrefte at den



Ursa Minor-dverggalaksen er her området av stjerner av litt større tetthet som ligger diagonalt i høyre halvdel av bildet. Den ble fotografert 8.-17. juli 2007 av Stefan Binnewies og Josef Pöpse fra Skinakas Observatoriet i Hellas fjernstyrt fra Tyskland. De brukte et SBIG STL-11000M CCD-kamera montert i primærfokus på en Ganymed 60 cm hypergraf (1816 mm brennvidde). De tok 8 eksponeringer på 10 minutter med R- og G-filter, 7 eksponeringer på 10 minutter med B-filter og 24 eksponeringer på 10 minutter med L-filter, total eksponeringstid 7 timer og 50 minutter.

hadde en aktiv periode på rundt 2 milliarder år med stjernedannelse for omtrent 14 milliarder år siden. Galaksen er sannsynligvis like gammel som Melkeveien selv.

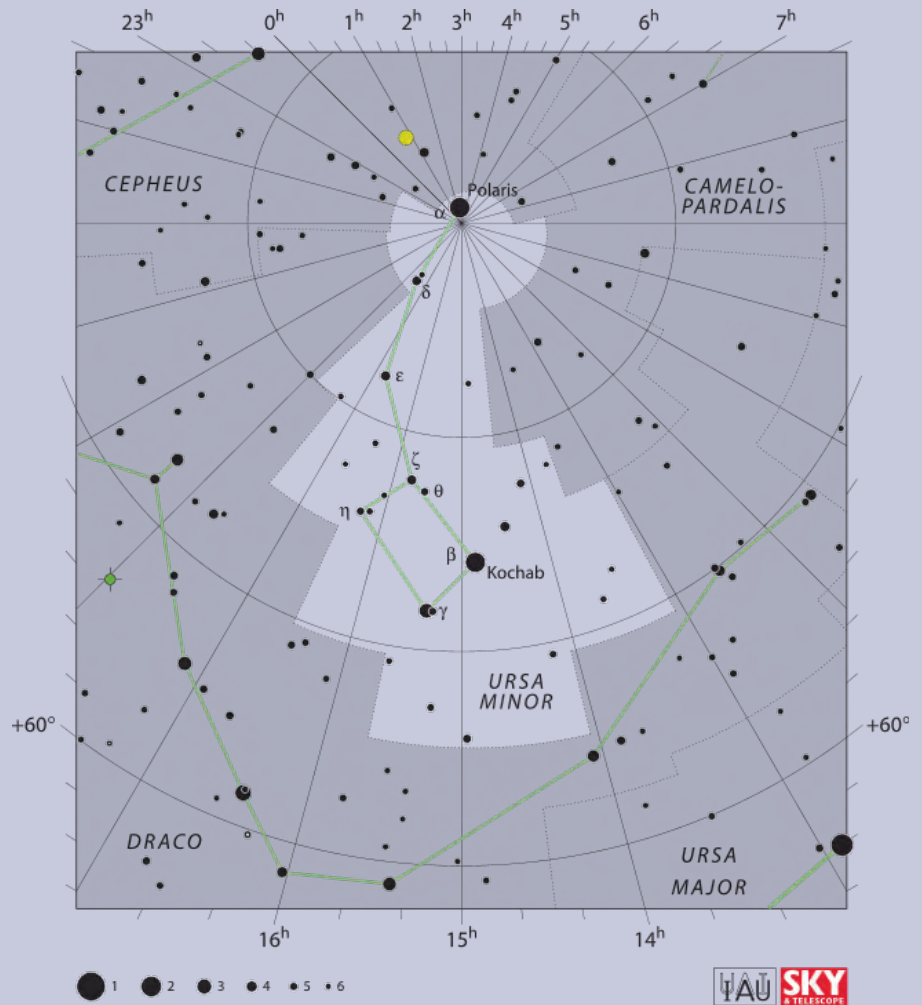
## Andre galakser

NGC 6217 er en stangspiralgalakse ((R)SB(rs)bc) som ligger omtrent 67 millioner lysår borte. Den ligger 2,5° østnordøst for Zeta Ursae Minoris og kan ses i et 10 cm teleskop. Lysstyrken er på 11,2, og den har utstrekning på 3' × 2,5'.

Den morfologiske klassifiseringen indikerer at galaksen har en falsk ytre ringlignende struktur dannet fra spiralarmene (R), en veldefinert stang som strekker seg over kjernen (SB), en delvis indre ring (rs) og moderat viklet spiralarm (bc).

Galaksen er også klassifisert som en starburstgalakse, altså en galakse som gjennomgår ekstrem stjernedannelse. Spektrale målinger viser fotoionisering fra unge, varme stjerner. Disse områdene er mindre enn 10 millioner år gamle. Stjernene er blåaktige med spektrum som er dominert av hydrogen og helium og bare viser svake linjer fra absorpsjon fra andre grunnstoffer.

NGC 6251 er en aktiv supergigantisk elliptisk radiogalakse (E) som ligger



Kart over stjernebildet Lille bjørn. (IAU/Sky & Telescope)



NGC 6217 fotografert av Bob Franke 19. juni 2015 fra sitt Focal Pointe Observatory i Chino Valley, Arizona, USA. Han benyttet et SBIG STL-11000 CCD-kamera montert på et 32 cm f/9 Ritchey-Chrétien-teleskop fra Star Instruments (brennvidde 2880 mm). Franke tok 35 eksponeringer á 15 minutter gjennom L-filter, og 12 eksponeringer á 15 minutter gjennom R-, G- og B-filter. Totalt 17 timer og 45 minutter eksponeringstid.

drøyt 340 millioner lysår borte. Den har lysstyrke på 14,3 og utstrekning på 1,82' × 1,55'. Galaksen inneholder et supermassivt sort hull med en masse på rundt 600 millioner solmasser.

NGC 6251 inneholder en Seyfert 2

aktiv galaksekjerne, og er et av de mest ekstreme eksemplene på en Seyfertgalakse. Galaksen kan være assosiert med gammastrålekilden 3EG J1621 + 8203. Den er også kjent for sin radiojetstråle på bare én side (oppdaget i 1977).

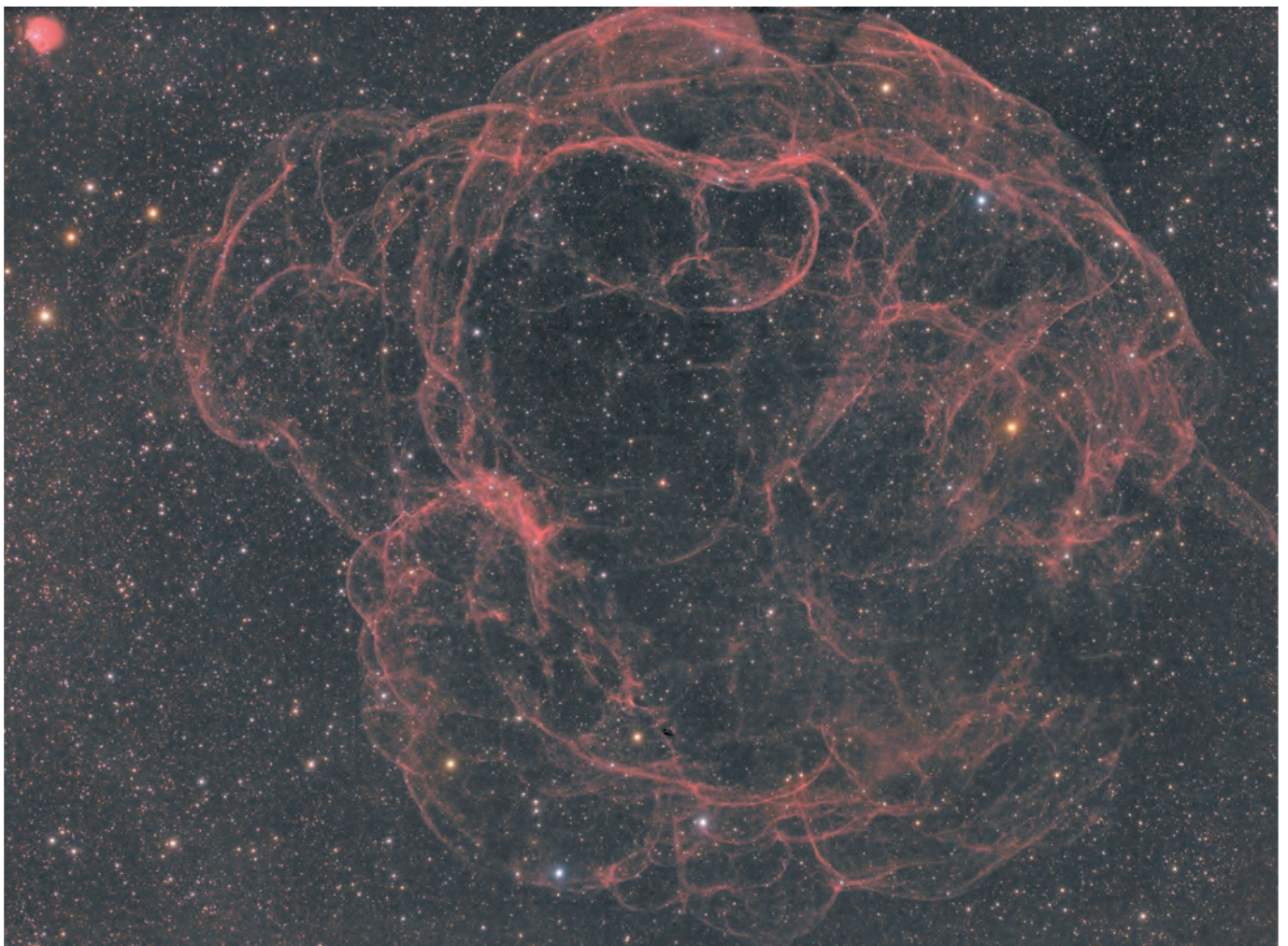


NGC 6251 (det runde objektet i midten) fotografert med et Skywatcher 25 cm teleskop 24. juni 2006 av Toshimi Taki.

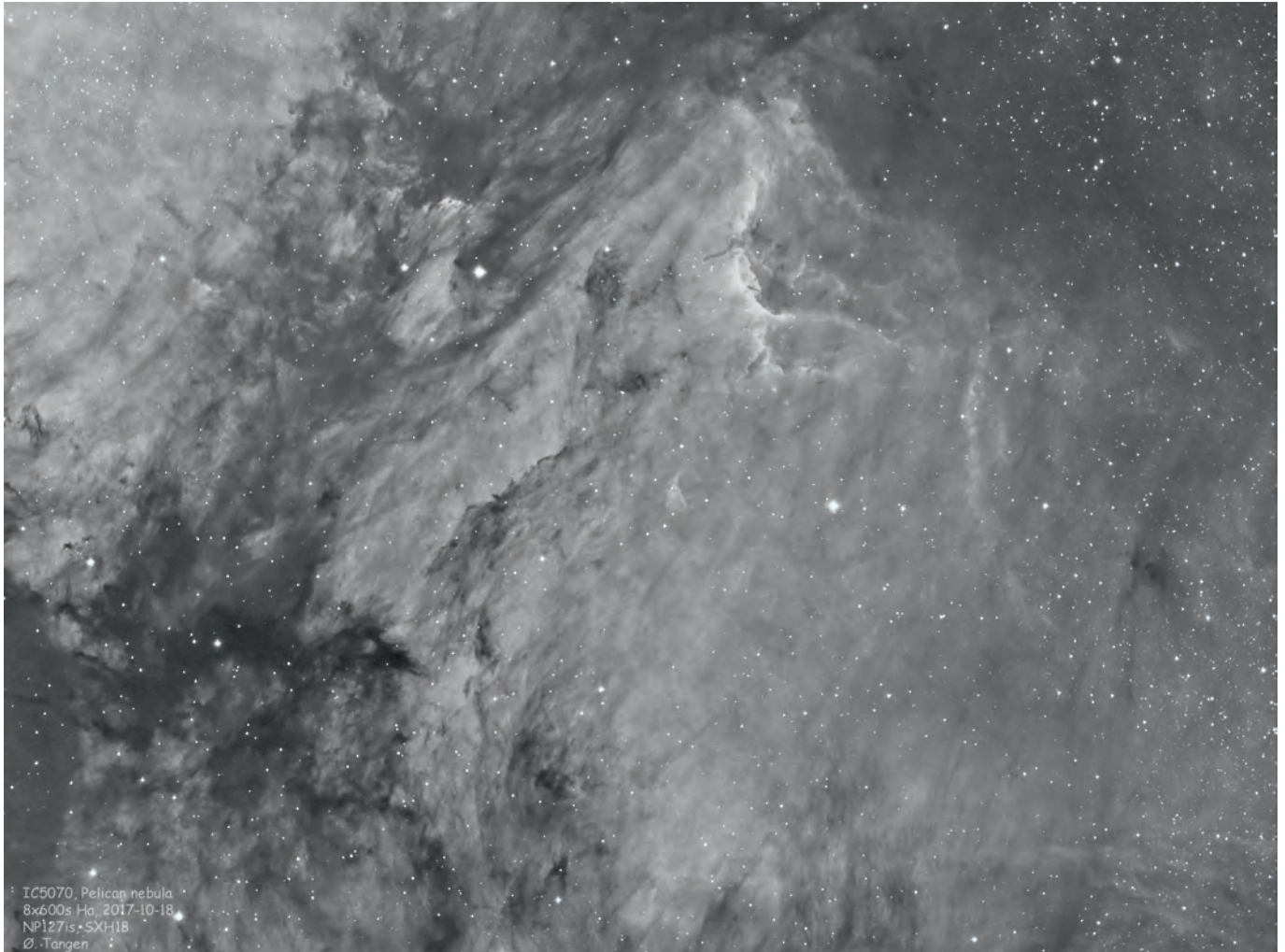
## Galleri



Montasje som illustrerer Månens ferd gjennom jordskyggen 21. januar 2019. Jorda projiserer sin skygge ut i verdensrommet og Månen passerer gjennom denne fra høyre mot venstre. Tidssekvensen på bildet har jeg derfor valgt å la gå fra høyre mot venstre. Månen kom også gradvis lavere på himmelen. Jeg har også lagt på en kunstig skygge som tilsvare størrelsen på jordskyggen. Bildene er fra partiell fase samt andre kontakt, maksimum og tredje kontakt. Tekniske data: Jeg benyttet en Borg 60 ED refraktor med 350 mm brennvidde og Olympus E-M1 Mark II kamera montert på en SkyWatcher Star Adventurer tracker. I partiell fase benyttet jeg f/5,8, ISO 200 og eksponeringstider mellom 1/500 s og 1/60 s. Bilder under totaliteten ble tatt med f/5,8, ISO 800 og eksponeringstider mellom 2 og 8 sekunder. Tekst og bilde: Odd Høydalsvik.



Bilde av Spagettitåken (SH2-240) i Tyren tatt i februar 2018 fra Hennung på Hadeland. Det ble brukt et Takahashi FSQ -106ED teleskop utstyrt med en 0,73× telekompressor og Nikon D600 Mono (modifisert) og Nikon D810A kameraer på en Skywatcher AZ-EQ6 monterning. Filtre som ble brukt, var Baader H-Alpha 3,5 nm Bader (45 × 10 min eksponeringer med Nikon D600 på ISO 800) og RGB (60 × 5 min eksponeringer med NikonD810A på ISO 800). Total eksponeringstid 12,5 timer. Tekst og bilde: Ola Skarpen



Pelikantåken er en del av et stort H $\alpha$ -område i stjernebildet Svanen som står høyt på himmelen fra det blir mørke kvelder i august og til langt utover høsten. Dette bildet er tatt i oktober, og da ligger objektet i vest. Til venstre i bildet ser vi litt av det neste store objektet i dette området, Nordamerikatåken. Dessverre er ikke feltet stort nok til å få med seg begge deler. Pelikantåken er tatt med Televue NP1271S refraktor med 3 nm H $\alpha$ -filter og SXVR H-18 kamera. Jeg tok 8 × 600 sekunders eksponeringer i løpet av natten 18. oktober 2017. Enkelteksponeringene er deretter opplinjert og lagt sammen for å forbedre signalstøyforholdet i bildet. Foto: Øivind Tangen.

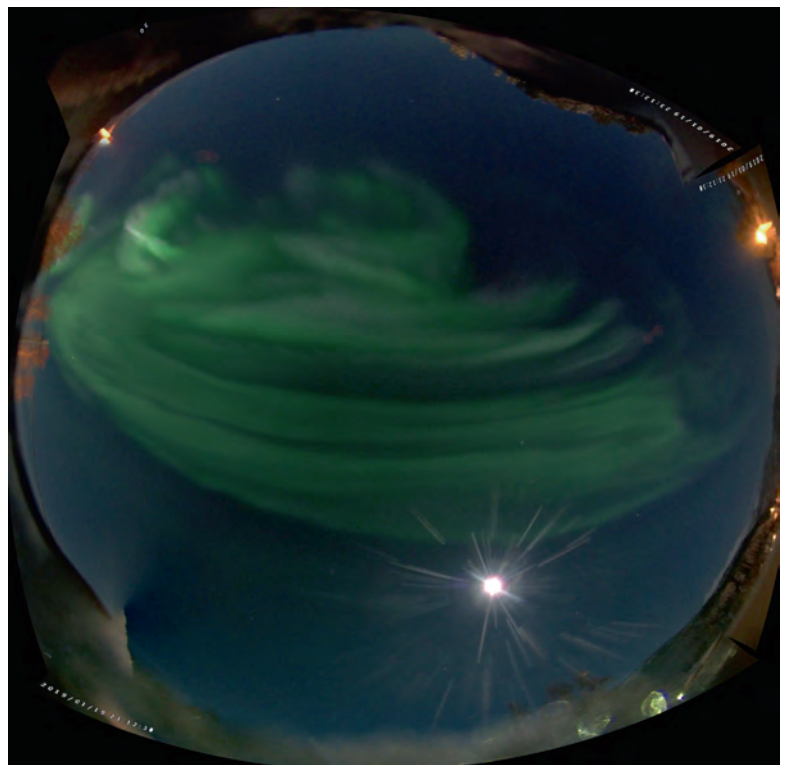
## Nordlys før måneformørkelsen

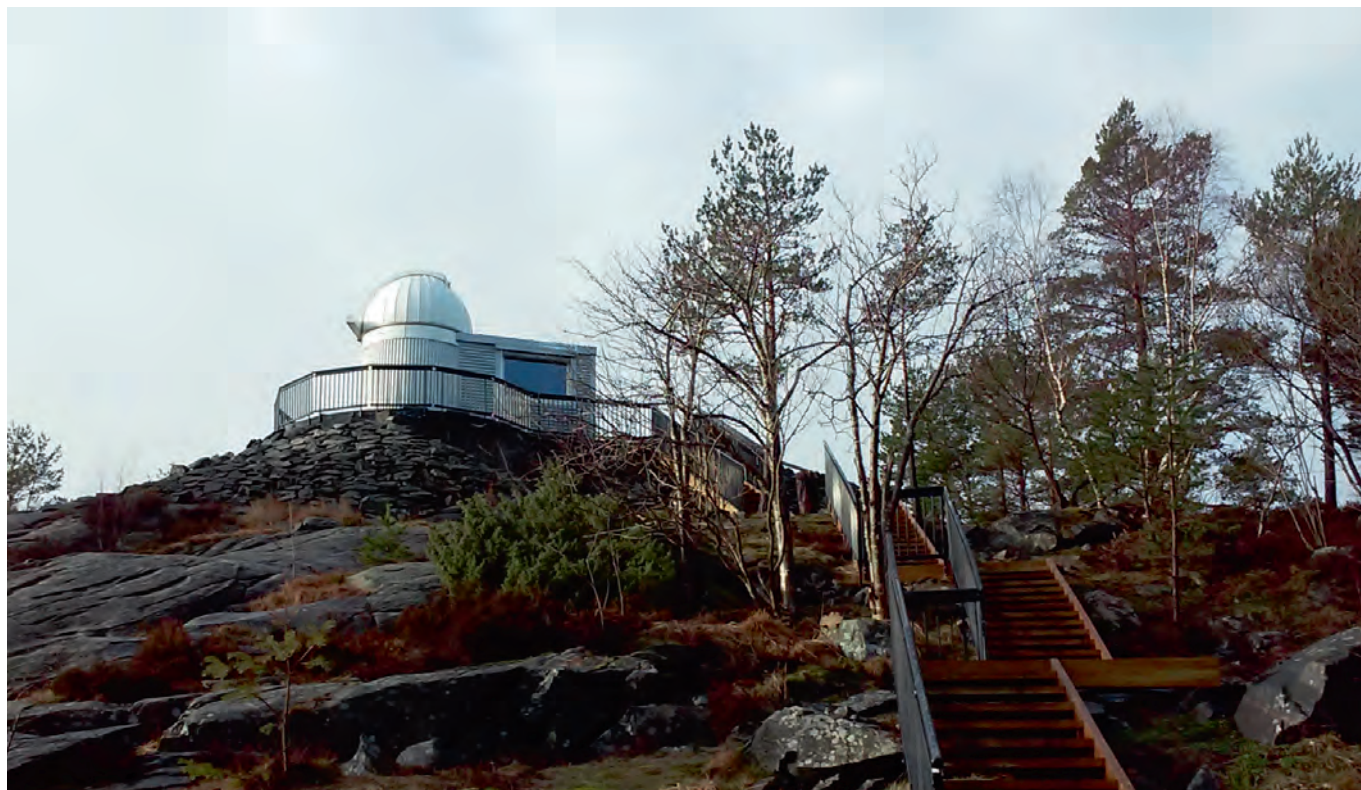
Ketil Vegum

Like før den totale måneformørkelsen 21. januar 2019 var himmelen klar med et fantastisk nordlys en kort stund. I meteornettverkets stasjon i Sørreisa blir det lagret et stillbilde hvert 15. sekund for hvert kamera. Dette har Steinar Midtskogen, lederen av Norsk meteornettverk, laget rutiner på og videreutviklet til å sy sammen som «fiskeøyebilder» og «timelapse».

Fiskeøyebildene blir bare generert hvert 30. sekund siden dette krever en del datakraft. Bildene blir laget og lagret hele tiden, døgnet rundt. All ære til Norsk meteornettverk og Steinar Midtskogen for dette arbeidet.

Fiskeøyebilde basert på videoopptak i Norsk meteornettverks stasjon i Sørreisa. Det ble laget 19. januar 2019 kl. 23 12 30 UT (Ketil Vegum).





Tycho Brahe observatoriet på plass på kanonstillingen på Møvik.

Foto: AiA

## AiA har fått nytt observatorium på Møvik

Terje Høiesen, AiA

Astronomiforeningen i Agder har hatt en travel start på året med forberedelser og dugnadsarbeid på det nye Tycho Brahe observatoriet som de har fått donert fra Universitetet i Agder. UiA-observatoriet fikk navnet Tycho Brahe Observatoriet i anledning Venuspassasjen i 2012 fordi universitetet ønsket å hedre stjerneforskeren for hans bidrag til forståelsen av universet. Foruten selve huset med kuppel mottok AiA et stort teleskopet av typen Schmidt-Cassegrain 16 tommer med diameter 406 mm og brennvidde på ca 4060mm. Av kameraer fikk de et standard speilrefleks **Canon EOS 400D**, et **Starlight Xpress SXVR-M26C** fargekamera med kjøling og et **Meade Deep Sky Imager DSI-III** fargekamera uten

kjøling. Utover dette fulgte det også med et hydrogen-alfa solteleskop, en laptop med programvare, diverse okularer, flere mindre teleskoper og en værstasjon. Ragnar Kalleberg i AiA har vært prosjektleder for flyttingen av observatoriet til Møvik.

Mandag 11.februar ble Tycho Brahe Observatoriet heist ned fra taket på UiA og satt på en bil og fraktet for mellomlagring innendørs på Mjøvann industriområde. Operasjonen var vellykket og ble nøye overvåket av Ragnar Kalleberg og Tarald Peersen. Det knyttet seg selvfølgelig stor spenning til om kranbilen kunne komme til, slik at de kunne få observatoriet trygt plassert på kanonstillingen som var klargjort i Møvik.

Ventetiden brukte de til å lære seg bruken av selve teleskopet. Siden teleskopet er nytt for alle ble de enige om å lage gode prosedyrer og sjekklister for bruk. Det ble også klokkelig påpekt at for å bruke kikkerten bør man gå igjennom en sertifisering som viser at man kan bruke

teleskopet. Det er også viktig å skille mellom prosedyrer og bruksanvisning. Rune Moen fikk ansvaret for den viktige jobben med katalogisering og merking av alt utstyr til AiA.

12. februar ble fundamentet til observatoriet ferdigstilt. Neste steg i prosessen var å få montert teleskoppilaren i kor-



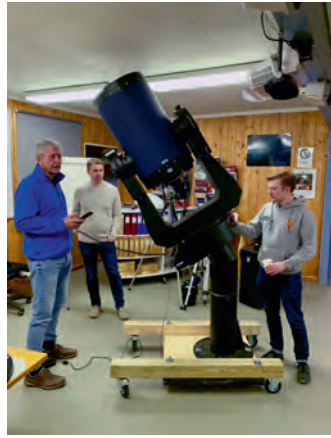
Tarald Peersen gjennomgår prinsippet for monteringen av teleskopet.

rekt stilling («Polar Home position»). De kunne justere inn pilaren mot nord ved hjelp av ETX-70 teleskopet montert på pilarens skråplan. Når teleskopet er satt på plass på monteringen med de rette settinger, så er det i prinsippet klart til bruk og man slipper å tenke på de grunnleggende innstillinger når man skal bruke det. Teleskopet er fullt datastyrt og de vil dermed kunne bruke en PC med et stjerneprogram med en «go to» funksjon som styrer teleskopet til riktig posisjon.

21. februar var virkelig en stor dag for AIA. Alt gikk

100 % bra med flyttingen. Firmaet Nordic Crane brukte en 200 tonn kran med en maksimal rekkevidde på 82 meter når lasten på 3 tonn skulle heises 70 meter opp. Det var helt spesielt å se kuppelen forsvinne i tåka på vei opp til kanonstillingen. Med millimeterpresisjon ble først kontrolltårnet og deretter kuppelen heist på plass, og sokkelen passet akkurat. Ragnar hadde vært god med tommestokken! En fornøyd gjeng jublet over resultatet.

Medlemsmøtet den 9.4 ble en spesiell kveld. Etter først å ha innsisert den store fremgangen på kuppel og hus



Ragnar Kalleberg og Tor Gunnar Kvarstein hadde laget en rigg på hjul som teleskopets montering ble plassert på.

var det tid for å teste det store teleskopet. Ragnar Kalleberg og Tor Gunnar Kvarstein hadde laget en rigg på hjul som de plasserte teleskopets montering på, slik at de kunne sette opp teleskopet inne. På den måten ble det lettere for alle å lære å bruke teleskopet. Strøm ble koblet til og Tarald Peersen, som har kjent teleskopet siden det var plassert på Universitetet i Agder, startet opp prosessen med å stille det inn med den

håndholdte kontrollen. Da alt var i orden kunne de sette i gang å lære å bruke det.

Etter kaffepause og astrolotteri fortalte Rune Moen om en spennende tur til CERN (Den europeiske organisasjonen for kjernefysisk forskning), hvor han sammen med organisasjonen Tekna - (Teknisk-naturvitenskapelig forening) fikk en omvisning på anlegget. Veldig spennende å høre om hva som for tiden foregår innen partikkelfysikk.



Inspeksjon av kuppelen.



Her ankommer underbygget (observatoriets kontrollrom). NN fra Nordic Crane er klar til å ta imot kontrollrommet.

## Årsmøte i AiA med foredrag om lengdegraden

Terje Høiesen, AiA



Tarald Peersen holder foredrag om lengdegraden.

Tirsdag 12.03.2019 var det årsmøte i AiA men først hadde Tarald Peersen et foredrag om:

Lengdegraden – Navigering til sjøs uten GPS

Lengdegraden hadde hele tiden vært et stort problem for navigering til sjøs. Problemet var så stort at Det engelske parlament utlovet i 1714 20 000 pund til den som greide det.

Klokkemakeren Johan Harrison fant løsningen, han bygde en klokke som klarte kravene til korrekt tid

uavhengig av temperatur og fuktighet og sjøgang.

H4 var klokkens symbol, og den kunne frakte tiden fra et sted til et annet med en nøyaktighet på 3 sekunder pr dag.

Les mer om denne fantastiske historien på websiden til Tarald. ([www.verdensrommet.org](http://www.verdensrommet.org))

Følg denne linken:

<https://www.verdensrommet.org/2012/05/14/urmakeren-kjempet-og-seiret-over-astronomene>



Harrison's H4 Chronometer, 1760

# Møte i BAF 2. april 2019: Jordiske gammaglimt – det mest energirike naturfenomenet i atmosfæren

Odd Høydalsvik, BAF

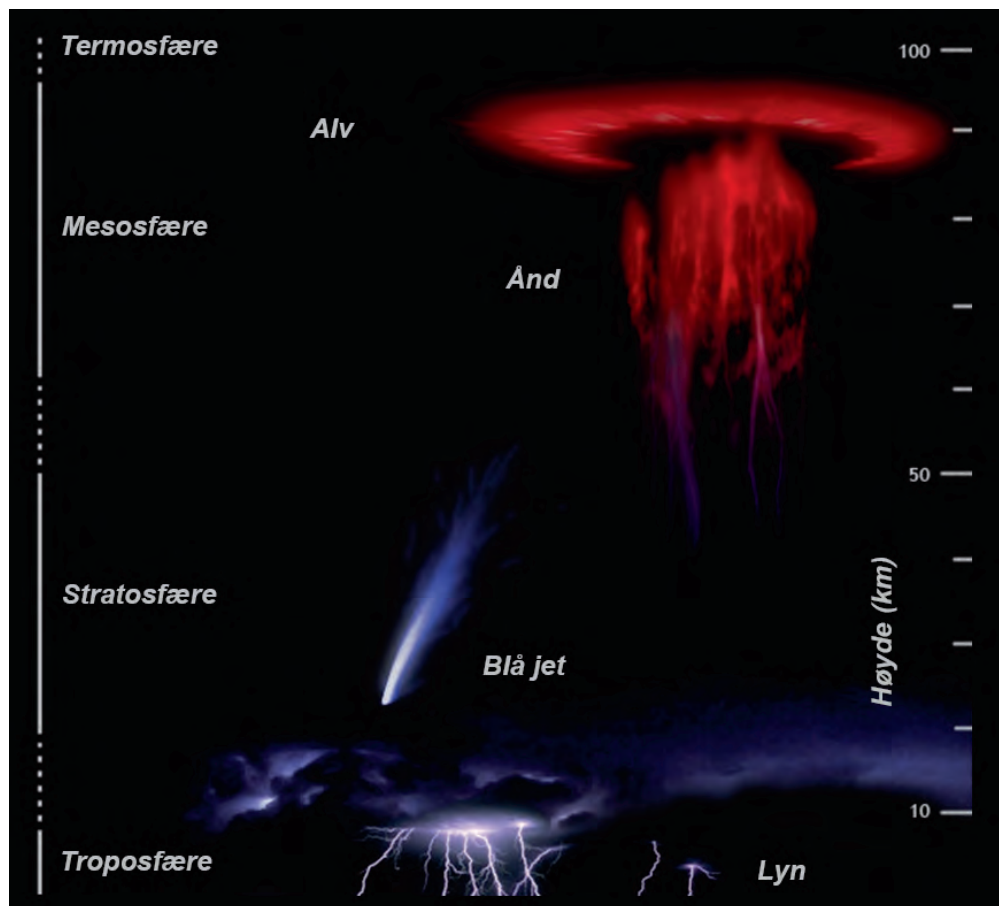
Denne kvelden holdt romfysiker Arve Aksnes foredrag om jordiske gammaglimt.

På 1980 tallet ble det for første gang oppdaget «omvendte lyn», lyn som går oppover. Under den kalde krigen ble Vela-satellittene sendt opp med formål å overvåke gammastråling fra mulige kjerneeksplosjoner på jorda. På grunn av rotasjon vendte instrumentene også periodevis utover mot rommet. Da oppdaget man uventet gammastråling. På 90-tallet ble BATSE-satellitten sendt opp. Denne skulle observere gammastråling fra verdensrommet. Fra denne fikk man bedre målinger, og man begynte å mistenke en sammenheng med tordenvær.

Etter hvert fikk man tatt bilder av lysfenomenene som har 3 ulike former: såkalte blå jetter, røde ånder og alver (Blue Jets, Red Sprites, Elves). Disse forekommer i høyder fra ca 15-100km oppe i atmosfæren. Som samlebetegnelse benyttes begrepet «Terrestrial Gamma ray Flashes», forkortet TGF.

Danske forskere, under ledelse av Torsten Neubert ble raskt ledende i forskningen på fenomenet, og de tok initiativ til prosjektet ASIM (Atmosphere-Space Interaction Monitor), som skulle utvikle et instrument for målinger på jordiske gammaglimt for utplassering på ISS.

ASIM består av 6 optiske instrumenter, 6 UV-fotometre, 1 røntgenstråledetek-



Jetter, ånder, alver i atmosfæren. Bilde: Wikimedia Commons/Abestrobi

tor og 1 gammastråledetektor.

Universitetet i Bergen hadde spisskompetanse på røntgenkamera fra utviklingen av PIXIE-kameraet som var i drift på satellitten Polar fra 1996 til 2002. Det danske teamet tok derfor kontakt med UiB med tanke på samarbeid. Dette var et tilbud som Nikolai Østgård, som ledet romfysikkgruppa i Bergen, med glede takket ja til. Dette førte til et oppsving for romfysikkgruppa, som gikk fra å være truet av nedleggelse til å bli utpekt til senter for fremragende for-

skning. I mars 2013 fikk de navnet «Birkelandsenteret for romforskning».

Hva vet vi om jordiske gammaglimt i dag?

TGFs sett fra verdensrommet (med de detektorene som er blitt benyttet før ASIM):

- Varighet: 10-100 mikrosekunder
  - Energi: Minst 40 MeV
  - Produseres fra lyn «inni» skyer (intracloud lightning)
  - 1016-1019 fotoner produsert
- Hva vet vi IKKE om jordiske gammaglimt i dag?
- Hvor ofte forekommer de?
  - Hvor mye energi avsettes i hver TGF?

•Hva er effekten på atmosfæren?

•Hvordan blir de dannet?

•Hva er betingelsene for å danne TGFs?

Dette er hva vi håper ASIM skal gi oss svar på i årene som kommer. Den 2. april 2018 ble ASIM modulen skutt opp fra Cape Canaveral ved NASA Kennedy Space Center i Florida med en SpaceX Falcon-rakett, Dragon-modulen med nyttelasten nådde trygt fram til ISS den 4.april. Den 13. april ble ASIM montert på Columbus-modulen på ISS.



Testfasen, «Commissioning phase», er akkurat avsluttet, og man har konkludert at alt virker som det skal. Pr. 9. januar 2019 har modulen registrert 209 gammaglimt, og datakvaliteten er ca 10 ganger bedre enn det tidligere instrumentet har prestert. Når nå instrumentet går over i regulær driftsfase har man derfor store forhåpninger til at man skal få en bedre forståelse for disse fenomenene.



Arve Aksnes (til høyre for skjermen) holder foredrag for en lydhør forsamling. (Foto: Odd Høydalsvik)

## DSE er nå offisielt på Facebook

Kristian André Gallis, DSE

De siste åra har DSE opplevd en svak nedgang i tallet på medlemmer. Dette er ikke et unikt problem for oss, mange foreninger sliter med dette i varierende grad. Det som er mer bekymringsfullt er at vi ikke opplever nyrekruttering av aktive medlemmer under 40 år.

De siste åra har Facebook endra seg fra å være et ungdomsfenomen til å bli et medium som alle bruker. Spesielt blir Facebook mye brukt av lag og foreninger til å promotere aktiviteter, møter og liknende. Derfor har nå DSE oppretta ei Facebook-side for foreninga. Nå framover vil vi annonsere møter/foredrag, ekspedisjoner og konferanser på Facebook. Åpent hus blir bare annonsert etter avtale

med den aktuelle som står for møtet og foreløpig vil vi ikke annonsere observasjonskvalder her. Jeg må presisere at dette bare vil være et tillegg til de vanlige invitasjonene vi sender til medlemmene i dag. Vi har medlemmer spredt utover mye av landet egentlig, men Facebook-sida blir spissa mot Vestfold da dette er fylket der alle aktivitetene våre blir holdt. Nå er det sånn at det å være til stede på sosiale medier er ingen magi som skaper hauger av medlemmer, men hvis vi bare når fram til ett potensielt medlemmer enn vi hadde klart på andre måter så er målet nådd.

Administratorer for sida vår er akkurat nå formannen, informasjonslederen og meg. Dette vil bli justert etter

behov, men styret vil alltid være representert og ha siste ord i avgjørelser relatert til sida. Meldinger fra DSE-sida er offisielle.

I tillegg til dette ble det for noen år oppretta ei uoffisiell Facebook-gruppe for DSE. Denne er ikke styrt av foreninga, men er uavhengig av oss og er et hyggelig sted der medlemmer kan prate sammen, vise astrobilder til hverandre og liknende.

Den offisielle facebook-sida er her:

<https://www.facebook.com/dseastro/>

Den uoffisielle facebook-gruppa er her:

<https://www.facebook.com/groups/42777128353/>



De samarbeidende foreningene våre har også sider på Facebook:

AiA:

<https://www.facebook.com/asstroagder/>

GoTAF:

<https://www.facebook.com/gotaf1/>

BAF:

<https://www.facebook.com/brogenastro/>



Erik Tandberg foran et bilde av Apollo 11-mannskapet. Fra venstre Neil Armstrong, Michael Collins og Buzz Aldrin.

Foto: Joakim Martin

## Medlemsmøte i DSE 14. mai: Erik Tandberg med foredrag «Til Månen».

Joakim Martin, DSE

Som kjent er det 50 år siden mennesket for første gang gikk på Månen i år. Tirsdag 14. mai inviterte derfor DSE til medlemsmøte hvor selveste Erik Tandberg skulle fortelle om årene som ledet opp til månelandingen. Møtet begynte med at Ragnvald Irgens kort fortalte om DSE, da det var noen nye fjes som hadde dukket opp på dette møtet. Det var 25 fremmøtte i tillegg til Tandberg. Videre introduserte Ragnvald dagens foredragsholder og fortalte litt om hans bakgrunn før Erik fikk ordet.

Tandberg begynte med å fortelle at dagens foredrag normalt ville vært 4-5 foredrag langt, men dette skulle nå komprimeres til litt over en time. Erik kunne fortelle at allerede så langt tilbake som år 125 e.kr. kan vi finne

beretninger om å dra til Månen. Rakettmotoren har sin historie tilbake til 1232 e.kr. hvor et mongolsk angrep på Kai-Keng ble slått tilbake ved hjelp av «brannpiler». Vi vet ikke hvor effektive de var, men de må ha fremstått som veldig skremmende. Kunnskapen spredte seg raskt, og britene brukte ildraketter til å bombe København med i 1807. Å reise til Månen ble også etter hvert en del av litteraturen og rundt 1620-årene gav en biskop i England ut boken «The Man in the Moon». I den gryende sci-fi-sjangeren ble folk skutt til månen ved hjelp av raketter, kanoner eller fløyet av svaner i en felles atmosfære mellom Jorda og Månen for å nevne noe.

I 1926 foretok amerik-

aneren Robert H. Goddard en oppskytning med en raket med flytende drivstoff. Den fløy i 2,5 sekunder, men den virket. Han hadde i 1920 publisert et 79 sider langt hefte kalt «*A Method of Reaching Extreme Altitudes*» hvor han beskrev hvordan eksploderende gasser med høy effekt kunne få et objekt

til å nå høyt opp. Videre fortalte Tandberg at Tyskland etter 1. verdenskrig gjennom Versaillestraktaten ikke hadde lov til å ha et flyvåpen, men raketter var ikke nevnt i denne avtalen. General Walter Dombberger utnyttet dette og opprettet blant annet en forskerstilling til Wernher Von Braun. Disse to spilte derfor en avgjørende rolle i historien om de moderne rakettenes. Den 20. juni 1944 ble V-2 raketten det første menneskeskapt objektet som krysset Karman-linjen og kom seg ut i verdensrommet. V-2 var en langdistanserakett som kunne styres og ble blant annet brukt til å bombe Storbritannia. Den ble satt sammen i tyske underjordiske anlegg, bl.a. i Peenemünde. De veide 13 tonn, hadde plass til 1 tonn med nyttelast og en rekkevidde på 60 km. Erik fortalte at prosjektet ble alt for kostbart for tyskerne og at de teknologiske fremskrittene ble gjort for sent i krigen til å kunne gi Tyskland noen store fordeler. Etter krigen ble Von Braun sin gruppe en del av det som etter hvert ble det amerikanske NASA.

Starten på romkappløpet mellom USA og Sovjetunionen fortalte Tandberg var oppskytningen av satellitten Sputnik i 1957. President



President Kennedy holdt flere viktige taler i forbindelse med romkappløpet. Foto: Joakim Martin

Eisenhower beroliget det amerikanske folk om at dette kun var en bitteliten kule, mens den i virkeligheten veide 83,6 kg. President John F. Kennedy ønsket å samarbeide med Sovjetunionen pga. de store kostnadene og hadde blant annet møter med Sovjetunionens leder Nikita Khrustsjov.

Dessverre ble president Kennedy skutt i 1962 og Khrustsjov avsatt i 1964, så noe samarbeid kom aldri i stand. Erik bemerket at det hadde vært spennende og sett hva de to landene kunne oppnådd dersom de samarbeidet.

Tandberg fortalte også at den berømte talen president Kennedy holdt den 12. september på Rice University i Houston, Texas var en av hans aller beste taler. Men det ble Sovjetunionen som tok seier på seier i romkappløpet med blant annet hunden Laika i bane rundt Jorden i 1957 og ikke minst når kosmonauten Jurij Aleksejevitsj Gagarin ble første menneske i rommet

Foredraget Erik Tandberg skulle holde denne kvelden het «Til Månen». Foto: Joakim Martin



den 12. april 1961. Den 16. juni 1963 ble Valentina Vladimirovna Teresjkova første kvinne i rommet.

Tandberg fortalte videre at USA brukte Mercury- og Gemini-programmene som testprogrammer før Apollo-programmet skulle bli løsnin-gen på å nå Månen. Dessverre startet Apollo 1 på verst tenkelige måte når de skulle teste en kapsel med nesten rent oksygen. Den 27. januar 1967 omkom de tre i mannskapet når en gnist antente brennbart materiale i kommandoseksjonen og mannskapet ikke kunne komme seg ut av denne. Resultatet av katastrofen ble at de senket oksygennivået i

seksjonen og rettet en rekke feil. Det var Saturn V-raketten amerikanerne skulle benytte for å sine astronauter ut i verdensrommet. Raketten var 111 meter høy, veide 2900 tonn, hadde plass til 140 tonn nyttelast og hadde 5 stykker Rocketdyne F1-motorer. Apollo 8 ble første gang mennesket var i bane rundt et annet himmellegeme og med Apollo 11 ble det første gang mennesket satte sin fot på et annet himmellegeme. Dette fortalte Erik han synes er de viktigste historiske øyeblikkene i rommet så langt. Til sammen ble det bygget 15 Saturn V-raketter hvorav 12 stykker ble skutt opp mellom 1967 og 1973.

Mannskapet på både Apollo 8 og 11 landet i havet hvor de ble plukket opp og isolert på hangarskip i en lang stund for å være sikre på at de ikke hadde med seg noe farlig biologisk materiale tilbake til Jorden.

Erik Tandberg holdt et flott foredrag med masse interessant informasjon. Etter foredraget ble det åpnet for spørsmål hvor Tandberg blant annet fortalte om hvordan samarbeidet mellom han og NRK ved Jan P. Jansen kom i stand, noe som resulterte i sendingene rundt månelandingen i 1969. Erik hadde studert i USA og hadde mange kontakter, blant annet i NASA, fra studietiden. Heldig-grisen Jan var i USA under sendingene, mens Erik satt i studio i Oslo. Han fortalte også at Sovjet sin månerakett sviktet 4 ganger på rad, og dette resulterte i at Sovjetunionen la ned sitt program i 1974 på grunn av høye kostnader.

Avslutningsvis overrakte Ragnvald en gave fra DSE til Erik for kveldens foredrag. Stor takk til Erik Tandberg for en flott kveld.

## Medlemsmøte for GOTAF 4. mars 2019

Svenn Erik Høylye, GOTAF



Inspisering av kuppel. Ole Alexander Ødegård på taket og Kjell Vangestad (nærmest), Trond Nybråten og Stein Hirsch bivåner på trygg grunn.

I vårløysinga denne kvelden parkerte foreningens medlemmer godt nede i lia for ikke å ødelegge veien som var i ferd med å tine opp fra vinterdvalen. Seks medlemmer kom mer eller mindre tungpustet frem til observatoriet.

Hele medlemsmøtet gikk stort sett ut på å forberede sommerens dugnader. Det viser seg at noen bord på tårnet må skiftes ut og at en del av den bærende konstruksjonen i kuppelen også må byttes ut. Skinnene som takluka går på har løsnet på grunn av råte.

Hele bygget forøvrig trenger vask av jordslag og et malingsstrøk. Videre har foreningen planlagt å oppgradere utstyret i observatoriet som begynner å bli gammelt og utdatert, men her må finansieringen på plass først og er derfor et langtidsprosjekt.

Selv om man skimtet noen stjerner denne kvelden så kom mørket seint, og himmelen var disig, så det ble ikke noe observering denne gangen. Det har dessverre nesten ikke vært stjerneklart på noen av møtene denne vinteren, eller forrige vinter for den saks skyld. Virker som noe har endret seg de siste årene...!



Norge er en liten, men aktiv romnasjon. Enorme havområder, tøft klima, sårbar natur og få folk er grunnen til at nordmenn er storbrukere av satellittdata. Værmeldinger, søk- og redningsaksjoner, trafikkstyring, oljeovervåking, algevarsling, veibrøyting og klimaforskning er bare noe av det satellittdata brukes til. Rommet er blitt en usynlig del av livene våre.

Alle land blir små i rommet. Romprosjekter er krevende og kostbare, og internasjonalt samarbeid er en forutsetning. Medlemskapet i European Space Agency og EUs romprogrammer er sentrale verktøy for å lykkes.

Europeisk samarbeid i romsektoren bidrar også til verdiskaping i Norge. Omsetningen var drøyt 8 milliarder kroner i 2017. For mer enn 1000 nordmenn betyr rommet at de har en spennende jobbhverdag, selv om de ikke er astronauter!

Samarbeid er nøkkelen til suksess, men noen utfordringer krever nasjonale løsninger. I 2017 ble det skutt opp to nye, små satellitter. NorSat-1 og Norsat-2 gjør skipstrafikken langs kysten tryggere, tester ny teknologi og måler solaktivitet. Nå har Norge fire satellitter i bane og flere er under planlegging.

Norsk Romsenter har en visjon om at vi kan nå enda lenger. Vi jobber for at Norge skal være det landet i verden som har størst nytte av rommet. Det er fremdeles et stykke igjen, men vi er på vei.

