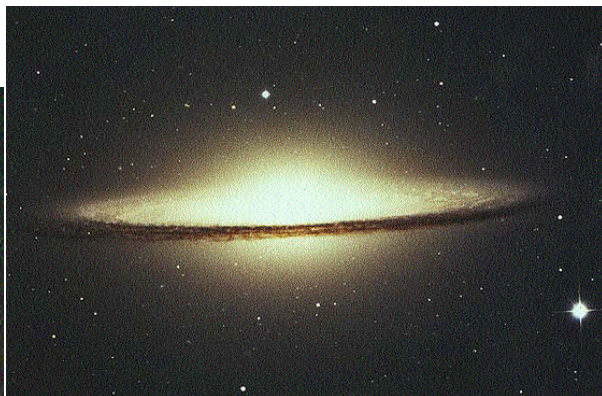


# CORONA

Medlemsblad for Trondheim Astronomisk Forening og  
Autronica Astronomiske Forening

Nr. 2 Mai 1999 1. årgang



Galaksen til venstre er M104 - Sombrerogalaksen.  
På side 27 kan du lese mer om hvordan du finner  
denne, og andre, galakser i Coma-Virgohopen.



Gjør deg klar til årtusenets  
siste solformørkelse

## Redaktørens ord

Nå har vi begynt å komme i gang her. Bladet har doblet sin tykkelse, og det er to nye navn på trykk. I startfasen kan det være litt problematisk å finne passende navn, logoer, layout osv. Nå er imidlertid navnet på bladet ganske bestemt: *Corona*. Dere som likte *Trondheimsastronomen* bedre får nå trøste dere med at bladet er det samme.

### Gjør en innsats

Som jeg nevnte i innledningen, ønsker vi i styret å motta forslag til både logo til TAF og til Corona. Dessuten er forslag til øvrige forandringer hjertelig velkomne. "Teleskoplogoen" som sees på denne siden er fin, men den har ikke noen konkurranse. Vi ønsker også flere forslag til utseendet på Coronalogoen, og den versjonen som sees på neste side er kun *mitt* forslag. Den behøver derfor ikke å være permanent.

### Artikler

I innledningen nevnte jeg også at vi har fått noen nye skribenter inn i bladet, men vi ønsker stadig flere. Det er nemlig kun med deres hjelp vi kan holde antallet sider oppe på 20 - 30. Å skrive artikler for oss er helt uforpliktende. Dersom du ikke føler for å redigere noe på artikkelen, så er det helt greit. Vi tar like gjerne imot uredigerte som redigerte artikler. Pass bare på at artikkelen ikke omhandler samme tema som en lignende artikkel for 1½ år siden. Å skrive om planetariet på Vitensenteret er f.eks. ikke så veldig interessant nå (se *Trondheimsastronomen* 1/99). Det jeg vil utfordre til nå, er å få

### Nye medlemmer

Trondheim Astronomiske Forening har fått 9 nye medlemmer siden 15. februar. Vi i styret ønsker derfor velkommen til: *Knut Bodsberg, Arnold Didriksen, Liv Grønnerød, Helge Hagen, Kjetil Husby, Aksel Lindgren, Kristian Snekvik, Per Erik Sundby og Pål Tengesdal.*

Birger Andresen,  
leder i Trondheim Astronomiske Forening



Roald Høyner-Hansen

dere til å skrive artikler om *astronomi inn i neste årtusen*. Da vil *minst* en av artiklene komme med i bladet. Det er da sannsynligvis snakk om Corona 4/99.

En annen ting å huske på er årstiden. Corona vil komme ut fire ganger årlig. En gang på senvåren, en gang på høsten og to ganger på vinteren. Da kan det være en ide å skrive artikler som er aktuelle i forbindelse med årstidene. Eksempler kan være *Hvordan lage et barndoor-mount*, som er aktuelt i forbindelse med ferier (særlig sommerferien) og *Observér Mars*. Marsobservasjoner er aktueller ved opposisjon. Den siste var i april i år. De neste vil være i juni 2001 og august 2003. Dette kan også være ting å tenke på.

Da er det nok en gang på tide å runde av lederspaltene med en påminnelse om den totale solformørkelsen den 11. august, og med ønsker om pent vær i sommer - og i allfall på den aktuelle dagen.

Thomas Jacobsson



Trondheim Astronomiske Forening

## REDAKSJONEN

### Redaktør:

Thomas Jacobsson  
Nedre Flatåsvei 290  
7099 Flatåsen  
Tlf: 72 58 62 23

### E-post:

[thomasjacobsson@hotmail.com](mailto:thomasjacobsson@hotmail.com)

### Layout:

Roald Høyner-Hansen  
Poppelveien 1G  
7058 Jakobsli  
Tlf: 73 91 44 66

### E-post:

[thoyerha@online.no](mailto:thoyerha@online.no)

### Scanner:

Birger Andresen  
Alfred Trønsdals veg 15  
7033 Trondheim  
Tlf: 73 93 22 69

### E-post:

[birger.andresen@fesil.no](mailto:birger.andresen@fesil.no)

### Medarbeidere dette nr.:

Øyvind Kristiansen  
Magnus Reigstad

## INTERNETT

Både TAF og AAF har egne hjemmesider på internett.

### TAF:

<http://www.nvg.org/org/taf/>

### AAF:

<http://www.nvg.ntnu.no/org/gal-aksen/>

### BIDRAG:

Artikler sendes til meg (med kopi til Birger ved bruk av e-post). Elektroniske bilder sendes på samme måte. Uscannede bilder sendes til Birger.

Red.

# Corona

Nr. 2 Mai 1999

## Innhold

### Artikler

**Side 5:**

***Spontantur med iridium, asteroide og bolide***

Rapport fra spontantur.

*Av Magnus Reigstad*

**Side 6:**

***Rapport fra Harestuaturen i mars***

Oppsummering av NAS' tur til Solobservatoriet på Harestua.

*Av Thomas Jacobsson*

**Side 7:**

***Total solformørkelse over Europa***

Kort artikkel om den kommende solformørkelsen i august.

*Av Thomas Jacobsson*

**Side 8:**

***Variable stjerner***

Del 1 i en artikkelserie om variable stjerner.

*Av Birger Andresen*

**Side 13:**

***De andre månene***

En presentasjon av Solsystemets øvrige satallitter (måner)

*Av Øyvind Kristiansen*

**Side 17:**

***Ekstreme objekter: Sorte hull***

Hva er sorte hull? Dette er et spørsmål som stilles i denne artikkelen.

*Av Thomas Jacobsson*

**Side 20:**

***Orion***

Litt om hva som skjuler seg i stjernebildet Orions stjenedyp.

*Av Birger Andresen*

**Side 25:**

***Start med astrofotografering***

En kort innføring i det spennende området astrofotografering.

*Av Thomas Jacobsson*

### Faste sider

**Side 2:**

***Redaktørens ord***  
***Nye medlemmer***

**Side 4:**

***Styrene***

**Side 16:**

***Nyheter***

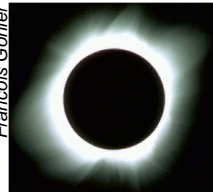
**Side 27:**

***Dypdykket***

Roald og Thomas går i dybden igjen. Denne gangen er det galaksehopen i Coma-Virgo som skal utforskes.

*Av Roald Høyer-Hansen og Thomas Jacobsson*

Francois Gohier



Forbered deg til den totale solformørkelsen den 11. august i år. Dette er nemlig årtusenets aller siste solformørkelse, og er dessuten den første på flere tiår som går gjennom sentrale deler av Europa. (Se *Total solformørkelse over Europa*, side 7)

Thomas Jacobsson



Les også om turen til Harestua i Norsk Astronomisk Selskaps regi på side 6. På bildet sees solteleskopets hovedspeil.

# Styrene

7\$) □

## Leder:

Birger Andresen  
Alfred Trønsdals veg 15  
7033 Trondheim  
Tlf priv: 73 93 22 69  
Tlf jobb: 73 84 25 72  
E-post: birger.andresen@fesil.no

## Nestleder/redaktør:

Thomas Jacobsson  
Nedre Flatåsvei 290  
7099 Flatåsen  
Tlf priv: 72 58 62 23  
E-post: thomasjacobsson@hotmail.com  
(betjenes ikke i skoleferier!)

## Sekretær:

Tove Selliseth  
Sigrid Johansens vei 20  
7025 Trondheim  
Tlf priv: 72 55 40 61  
Tlf jobb: 73 88 01 18  
E-post: tove.selliseth@golarnor.no

## Materialforvalter/kasserer:

Bernhard Røsch  
Naustmarka 76  
7560 Vikhamar  
Tlf priv: 73 97 89 49  
E-post: bernhard.rosch@st.telia.no

## Tur-/møtekoordinator:

Tone-Lill Seppola  
Bergittaveien 6B  
7021 Trondheim  
Tlf priv: 73 94 50 95  
E-post: tone\_lill@hotmail.com

## Varamedlem:

Magnus Reigstad  
Dronning Åsas vei 1  
7040 Trondheim  
Mobil: 928 10 148  
Tlf jobb: 73 59 71 32  
E-post: magnus.reigstad@itk.ntnu.no

\$(\$)\$) □

## Leder:

Per Arne Bakken  
Høgåsen 15  
7560 Vikhamar  
Tlf priv: 73 97 77 17  
Tlf jobb: 73 58 12 04  
E-post priv: per.bakken@c2i.net  
E-post jobb: pab@autronica.no

## Nestleder:

Trond Haldberg  
Harrangflata 3  
7550 Malvik  
Tlf priv: 73 97 09 67  
Tlf jobb: 73 58 11 17  
E-post jobb: thh@autronica.no

## Kasserer:

Rudolf Stoum  
Waldemar Aunes vei 11B  
7027 Trondheim  
Tlf priv: 72 55 61 47  
Tlf jobb: 73 58 12 84  
E-post jobb: rus@autronica.no

## Materialforvalter:

Per Sæterhaug  
Estenstadveien  
7049 Trondheim  
Tlf priv: 73 94 13 36  
Tlf jobb: 73 58 13 58

## Varamedlem 1:

Oddvar Tevik  
Selsbakkveien 41  
7027 Trondheim  
Tlf priv: 72 56 17 16  
E-post jobb: ote@autronica.no

## Varamedlem 2:

Signar Kulseth  
Utsikten 8  
7560 Vikhamar  
Tlf priv: 73 98 17 98  
Tlf jobb: 73 58 12 31  
E-post jobb: sku@autronica.no

# Spontantur med iridium, asteroide og bolide

Av Magnus Reigstad

**Birger Andresen, Brit Kristiansen, Brits ektemann og jeg selv tok tirsdag den 10. mars en spontantur til skytebanen ved Jonsvatnet for å utnytte det sjeldne klarværet som var den kvelden. Målet med turen var å observere asteroide Vesta og å kanskje få sett komet C/1998 M5 (LINEAR). Ingen av oss hadde observert en asteroide tidligere, og vi var derfor ivrige over å kanskje få muligheten denne kvelden. Birger hadde med seg to prismekikkerter, en 7x50 Fujinon og en 20x80 Celestron, som begge var godt egnet til å observere Vesta.**

Iridiumoppbluss

Birger og jeg hadde merket oss at en iridiumsatellitt skulle blusse opp omtrent på den tiden vi skulle møte Brit og mannen hennes ved skytebanen. Vi nådde ikke helt fram, så vi stoppet på den lite trafikkerte veien langs Jonsvatnet. Med hodene ut av hvert vårt bilvindu så vi det flotte -2 mag. oppblusset.

Bolide

Da det begynte å bli skikkelig mørkt, og vi kjente kulda i fingrer og tær, fikk vi kveldens store overraskelse fra oven. En bolide (sterkt stjerneskudd/meteor) med -4 mag. suste ned mot horisonten akkompagnert av jubelrop fra Brit. Boliden beveget seg relativt sakte gjennom stjernebildet Cancer (Krepsen), og delte seg i tillegg i tre deler mot slutten av levetiden. Den var virkelig et fantastisk syn.

Asteroide

Etter å ha fordøyd noen av inntrykkene fra boliden, startet vi det møysommelige arbeidet med å finne asteroide Vesta. Denne har store deler av vinteren stått godt til for observasjon, og lyste nå omkring 6,9 mag. I begynnelsen av februar var lysstyrken til asteroide på 6,2 mag., og det var da mulig å se den med det blotte øye under svært gode forhold. Men slik forholdene var denne kvelden (grensemagnitude [Lm] cirka 5) var en god prismekikkert helt nødvendig. Etter mye frem og tilbake, sjekking og dobbeltsjekking av stjernekart, var vi til slutt sikre på at vi hadde lokalisert Vesta i prismekikkerten.

Observasjonsforholdene ble gradvis dårligere utover kvelden, noe som gjorde det umulig å få observert kometen, som var av 10. mag. Kvelden var absolutt ikke bortkastet av den grunn. Vi hadde sett en fantastisk bolide, og kunne krysse av i den mentale astrologgen eller - som Brit gjør - i en virkelig notisbok, at vi hadde observert en asteroide.

På de to nettsidene <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/asteroids.html> og <http://opposite.stsci.edu/pubinfo/pr/95/20.html> finnes det en del informasjon om asteroider, og også noe spesielt om Vesta. Det ligger også noen bilder som Hubbleteleskopet tok av Vesta i 1995 der. Det er tatt noen bilder i 1998 også, men vi må nok vente en stund til før disse bildene blir tilgjengelige.

# RAPPORT FRA HARESTUATUREN I MARS

I helga 12.-14. mars i år ble NAS' tur til Solobservatoriet på Harestua nok en gang arrangert. Dette ble en sosial og uformell tur til et, etter min mening, fascinerende observatorium. Om lag 15 personer var til stede, og bidro til å gjøre turen så morsom som mulig.

Thomas Jacobsson

Jeg ankom observatoriet den 12. cirka klokka 18.30, vel vitende om TV2s dystre værmelding for den aktuelle helga (som for øvrig gjaldt hele landet). Til min forbauselse så jeg at det, av alle ting, var klarvær der oppe. Jeg kom dermed i orden så fort som mulig for å kunne se på himmelen med en gang. Venus dominerte himmelen fullstendig sammen med en annen "stjerne", som vi etter hvert kom frem til at var "Ringenes Herre" - Saturn. Med tanke på min fotomani (jeg har ikke peiling på om det eksisterer et slikt ord, men i så fall har jeg det absolutt) kom kameraet fort frem, og i løpet av noen timer hadde alle sett opptil flere deep-skyobjekter gjennom diverse større og mindre kikkerter (alt fra prismekikkert til en dobsonmontert 16" newtonreflektor). De mest spesielle observasjonene, eller "tittene", for meg var gjensynet med Herculeshopen (M13), som jeg ikke hadde sett siden høsten, i et 8" Schmidt-Cassegrainteleskop, og Malstrøm-galaksen (M51). Sistnevnte var for øvrig litt av et syn gjennom sekstentommeren, og stod klart frem sammen med NGC 5195. I tillegg kan det sies at undertegnede og Nina Halvorsen fra Oslo fikk den ære å se en UFO gjennom en 8" Schmidt-Cassegrain, og fotografisk "bevis" foreligger også (i etertid kan det nok diskuteres om det ikke var snakk om et større militærfly e.l.) Etterhvert kom TV2-skyene trekkende, og vi måtte ty til våre mer sosiale evner, noe som ikke var noe problem siden folk kjente hverandre fra før (her kan det legges til at det ikke tok helt av når undertegnede satte i gang med visse former for "trønderhumor" - omgitt av over et dusin østlendinger).

Været etter fredagen ønsker jeg å ikke kommentere, da det kan fremkalle dårlige minner og lettere sjokkskader hos enkelte av oss. Den sosiale delen ble i alle fall bedre for hver time som gikk, og som



Thomas Jacobsson

Et av turens flere foredrag. Her snakker Tore Engen om Coma-Virgohopen.

på den forrige turen jeg var på (*Jubileumskongressen '98*) var det lørdagsnatta som ble den mest "livat'e". Nå skal det ikke misforstås. Det var ikke noe fyll inne i bildet, men stemningen steg likevel. Etter reiseledelsens spørrekonkurranse steg også temperaturen i lokalet (*høyrøstede diskusjoner om "Inneholder Melkeveisystemet 100 mrd., 180 mrd. eller 200 mrd. stjerner?" og "Finner neste totale solformørkelse over Norge sted i år 2097 eller i år 2126?" tok etterhvert av i humørfylte, verbale krumspring*). Undertegnedes trønderdialekt ble også gjenstand for en rekke språklige misforståelser, og selv de enkleste uttrykk som "Nåkka må æ da drekk!" ble vanskelige, eller

umulige, å forstå.

På søndag morgen ble det ikke tid til annet enn pakking, så her er det ikke noe å nevne (togturen tilbake til Trondheim er neppe særlig interessant for dere lesere).

På slutten påpeker jeg det jeg aldri blir lei av å si, nemlig at amatørmiljøet her til lands er topp. En skikkelig artig, hyggelig og sosial gjeng.



Et av våre mange sosiale øyeblikk. Her sees bl.a CCD-fotograf Robert Gibala (vendt mot kamera) og NAS' Tur-/Møtekoordinator Gitte Rydberg (ved siden av Robert).

Thomas Jacobsson

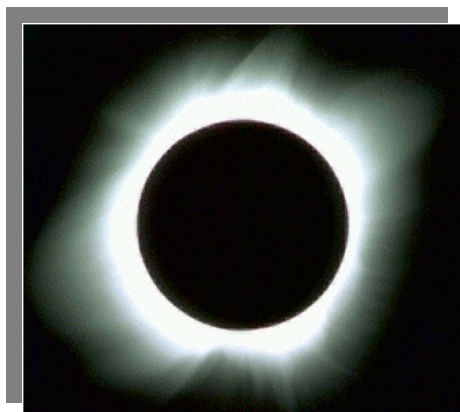
## Total Solformørkelse over Europa

Av Thomas Jacobsson

For siste gang dette årtuset, er det en solformørkelse. Denne gang er det snakk om en som brer seg over store deler av Sentraleuropa. Fra Norge er formørkelsen partiell fra hele landet (Lindesnes-Svalbard). Spesielt med denne formørkelsen er at man under den totale fasen kan oppleve å se høye rater av meteorer fra svermen *Perseidene*, som faller sammen med datoene rundt formørkelsen (Perseidene har maksimum den 12. august), på dagtid.

Når?

Formørkelsen innledes, sett fra Norge, på vestlandet cirka kl. 11.19 den 11. august 1999. Den avsluttes kl. 13.47 fra landets sørlige deler. Maksimum inntreffer mellom kl. 12.29 og 12.50, avhengig av hvor i landet du befinner deg.



Denne tabellen viser formørkelsen sett fra forskjellige deler av landet:

Sted	Start	Maks.	Slutt	Diam.	Areal
Oslo	11.35	12.35	13.47	71,8%	65,1%
Sandefjord	11.23	12.34	13.47	73,8%	67,6%
Bergen	11.19	12.29	13.40	72,2%	65,5%
Lillehammer	11.25	12.35	13.45	69,0%	61,7%
Molde	11.24	12.31	13.40	66,1%	58,2%
<b>TRONDHEIM</b>	<b>11.28</b>	<b>12.35</b>	<b>13.42</b>	<b>63,7%</b>	<b>55,2%</b>
Bodø	11.36	12.38	13.41	54,2%	44,2%
Tromsø	11.43	12.42	13.40	48,3%	37,5%
Longyearbyen	11.51	12.39	13.28	34,4%	23,1%

(Klokkeslettene er tilpasset norsk sommertid)

Dette bildet er av den totale formørkelsen den 11 juli 1991, i La Paz, Baja California, Mexico.

Foto: Francois Gohier

## Solformørkelser

Solformørkelser opptrer når Månen passerer mellom Jorda og Sola. Man sier også at dette skjer når det er nymåne, men da ville vi hatt en solformørkelse hver måned. Ved nymåne befinner Månen seg vanligvis litt over eller under solskiven. Når disse passasjene er nøyaktige nok, vil Månen dekke hele Sola. Vi opplever da en total solformørkelse. De gangene Månen befinner seg langt unna Jorda, vil den ikke dekke hele Sola, og vi ser en ring rundt Månen - Ringformet solformørkelse. De vanligste er de partielle. Dvs. at Månen ikke ligger helt bent. Den ligger bare nesten i den tenkte linjen fra Jorda til Solen. 12. oktober 1996 var forrige gang vi fikk oppleve en solformørkelse i Norge. Den var også partiell og hadde ganske lik størrelse (Trondheim opplevde da at 71% av soldiameteren ble dekket under maksimum).

## Observasjoner

Det spennende med formørkelser er jo å se dem. For å få full glede av denne solformørkelsen bør en benytte kikkert. En kan enten blende ned kikkerten til 3-4 cm, eller en kan plassere et solfilter foran objektivet (MERK: IKKE I OKULARET!).

Når en blender ned kikkerten må en huske på å *ikke* se inn i okularet. Det vil føre til øyeblikkelige synsskader - i verste fall permanent blindhet. Det tryggeste er å rette teleskopet/kikkerten mot Sola (det ser du ved at skyggen blir så liten som mulig). Dekk så til søkekikkerten og hold et ark 10-20 cm bak okularet. Siden Sola er så lyssterk, vil den lyse gjennom hele det optiske systemet og gi et bilde på papiret (dette bør være hvitt). Fokuser så til bildet blir skarpt (dette gjøres ved å gjøre solranden så tynn som mulig). Så er det bare å følge formørkelsen på arket.

Med solfilter er det trygt å se gjennom teleskopet, så lenge filteret har tetthet ND-5 (0,001% lysgjennomgang). Solformørkelsen kan fotograferes både når det benyttes projeksjon og solfilter. Filter av typen ND-4 (0,01% lysgjennomgang) er *kun* til fotografisk bruk, men slipper igjennom nok lys til at kortere eksponeringstider kan brukes. Dette er en fordel når en observerer Sola.

---

## Variable stjerner

### - Del 1

*Av Birger Andresen*

**Dette er Del I av en artikkelserie som i hovedsak er basert på undertegnedes foredrag om variable stjerner på medlemsmøtet i TAF og Gal-Aksen i desember 1998. Del I omhandler generelle emner som hva en variabel stjerne er, hvorfor vi observerer slike, hvilke hovedtyper av variable stjerner som finnes og deres navn. I tillegg omtales formørkelsesvariable stjerner. I senere deler skal andre typer variable stjerner som f.eks. langperiodiske Mira-stjerner, Cepheider og RR-Lyra stjerner, dvergnovaer, novaer og supernovaer beskrives sammen med metoder som brukes for å observere dem.**

**Variable stjerner forventes å bli en viktig del av TAFs observasjonsprogram.**

### Innledning

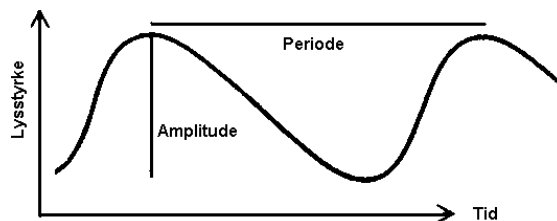
I det følgende gis det en oversikt over hvilke *hovedtyper av variable stjerner* vi har, samt hva man tror er *årsaken til variasjonene* til noen av disse. Noen av de mest berømte variable stjernene brukes som eksempler. Mange av disse egner seg svært godt for *amatørastronomer*, som med enkle midler kan gjøre et vitenskapelig verdifullt arbeid i forbindelse med variable stjerner.



Målet med artikkelserien er å *inspirere* leseren til å starte med observasjon av variable stjerner, som i tillegg til å være *nyttig*, også er *svært spennende* da man i mange tilfeller slett ikke vet hva nattehimmelen har i bakhånd den aktuelle kvelden.

Hva er en variabel stjerne

En variabel stjerne er en stjerne som endrer lysstyrke over tid. Variasjonene kan være *periodiske*, *semi-periodiske* eller *uregelmessige*. Endringene kan ta alt fra noen minutter til mange århundrer. Ofte



varierer ikke bare lysstyrken, men også radiell hastighet i stjernens atmosfære og dens temperatur, spektrum osv. *Amplituden* til en variabel stjerne er forskjellen mellom dens minste og største lysstyrke. *Perioden* er tiden det tar mellom to påfølgende maksimum. Både amplituden og perioden kan være veldefinert eller uregelmessig. Figuren viser eksempel på amplitude og periode for en variabel stjerne.

Årsaken til at stjerner varierer i lysstyrke er enten at *stjernen selv endrer seg*, eller at det finnes *ytre årsaker* som f.eks. at to stjerner roterer rundt hverandre slik at de vekselvis dekker hverandre sett fra jorden. Denne typen kalles *formørkelsesvariable* stjerner.

Variable stjerner og amatørastronomen

Variable stjerner er et av de feltene innen astronomien hvor *amatøren virkelig kan gjøre en verdifull jobb*. Årsaken er at studiene av variable stjerner er svært viktige for vår *forståelse av stjerners utvikling*, og at mange av de mest interessante stjernene blusser opp svært sjelden og høyst uregelmessig både i tid og måte. Denne siste typen stjerner har ikke de profesjonelle astronomene tid til å overvåke kontinuerlig. De er derfor helt avhengige av at amatører oppdager utbrudd og alarmerer de profesjonelle astronomene slik at de kan gjøre de nødvendige målingene mens stjernen er i utbrudd. Enkelte av disse stjernene blusser f.eks. opp kanskje bare en gang eller to i løpet av et tiår. Og disse er ofte de mest interessante stjernene.

For å oppdage utbrudd for slike stjerner er det opprettet flere nettverk av amatører som regelmessig overvåker utvalgte stjerner som man vet har eksplodert et fåtall ganger tidligere. Ofte vet man bare omtrentlig posisjon for disse stjernene. Arbeidsmåten er gjerne at en observatør som oppdager en stjerne i utbrudd straks ringer til andre i nettverket for å få bekreftet oppdagelsen. Deretter informeres de store observatoriene via en alarmsentral. Dette opplegget har ført til at en rekke stjerner med perioder på mange år er blitt observert skikkelig for første gang.

En mer vanlig jobb for hobbyastronomer er å oppdage nye variable stjerner og å overvåke mange velkjente variable stjerner. Observasjonene sendes gjerne til nasjonale organisasjoner som kvalitetssikrer resultatene og sender de videre til internasjonale organisasjoner som utarbeider mest mulig kontinuerlige lyskurver. Dette er et arbeid som de profesjonelle astronomene ikke har tid til å prioritere. De skal i stedet observere de aller viktigste stjernene og dessuten bruke sin tid til å lage og etterprøve modeller som forklarer hvorfor de ulike stjernene varierer slik de gjør.

Navn på variable stjerner

Med unntak for variable stjerner som av historiske grunner har spesielle navn eller betegnelser (f.eks. Algol), gis variable stjerner navn etter følgende system :

- Variable stjerner får navn som er en kombinasjon av bokstaver og eventuelt tall etterfulgt av navnet på det stjernebildet de befinner seg i.

- Den første variable stjernen som oppdages i et stjernebilde får betegnelsen R (f.eks. R Cygni). De neste følger alfabetet til Z. Deretter brukes dobbelt bokstav i følgende orden : RR, RS, RT, ....., RZ, SS, ST, ....., SZ, TT, TU, ..., TZ, ... YY, YZ og ZZ som blir variabel nummer 54. Så begynner man helt fremst i alfabetet med AA, AB, ..., AZ, BB, BC, ..., PP, PQ, QQ som blir variabel nr. 334 siden man hopper over bokstaven J. Deretter følger V335, V336, V337 ..... til det ikke er flere variable stjerner i det aktuelle stjernebildet.

Typer av variable stjerner

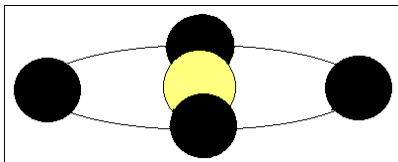
I følge <http://thenewage.com/MS/aphysical/govvariable.htm> er det registrert cirka 20 000 variable stjerner i Catalogue of Variable Stars. Hovedtypene av disse fordeler seg omtrent som følger :

<b>Pulserende stjerner</b>	<b>Antall</b>	<b>Eksplorative stjerner</b>	<b>Antall</b>
Klassiske Cepheider	700	Novaer	200
Irregulære variable stjerner	1700	Supernovaer	7
Mira-stjerner	4600	R Cr Borealis-stjerner	31
Semi-regulære stjerner	4400	RW Aur., T Tauri-stjerner	1000
RR-Lyræ-stjerner	4400	U-Geminorum-stjerner	210
RV Tauri-stjerner	100	UV Ceti (flare)-stjerner	100
Cephei-stjerner	14	Z Camelopardis-stjerner	19
Scuti-stjerner	12		
CVn-stjerner	28		

I tillegg kommer rundt 4000 formørkelsesvariable stjerner.

I denne artikkelserien beskrives noen av de viktigste typene, og vi starter med formørkelsesvariable stjerner.

Formørkelsesvariable stjerner



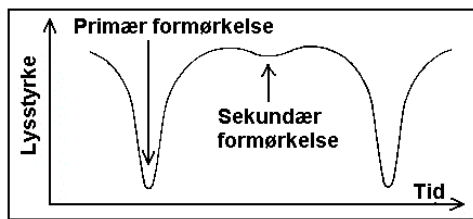
Formørkelsesvariable stjerner består av minst to stjerner nær hverandre som sirkler rundt et felles tyngdepunkt på en slik måte at stjernene vekselvis kommer i veien for hverandre sett fra jorda. De formørker hverandre helt eller delvis som vist på figuren.

Det er tre hovedtyper av slike formørkelsesvariable stjerner; Algol-stjerner,  $\beta$ -Lyræ stjerner og W Ursa Majoris-stjerner. Disse skiller seg fra hverandre i hvor stor grad de påvirker hverandre fysisk på. Dette har å gjøre med stjernenes innbyrdes avstand og deres størrelse og struktur.

*Formørkelsesvariable* stjerner er vanligvis relativt lite spennende i forhold til andre typer variable stjerner. Dette både fordi lysvariasjonene følger et fullstendig kjent mønster, og at lysvariasjonene ikke er uttrykk for faktiske endringer i stjernene over tid som for andre variable stjerner. Ikke desto mindre er det moro for oss hobbyastronomer å observere endringene i lysstyrken. De egner seg også godt til å trene seg opp i å bestemme lysstyrken til variable stjerner nettopp fordi variasjonene er helt regelmessige. Man kan derfor lett sammenligne sine observasjoner med fasitten.

### **Algol-type formørkelsesvariable stjerner**

Dette er dobbeltstjerner eller multiple stjerner som er langt nok fra hverandre til at stjernene ikke påvirker hverandres geometriske form eller struktur på noen vesentlig måte. Under formørkelsen synker lysstyrken fordi lyset fra deler av overflaten til den ene stjernen blokkeres av den andre. Lyskurven blir f.eks. som vist på figuren øverst på neste side.

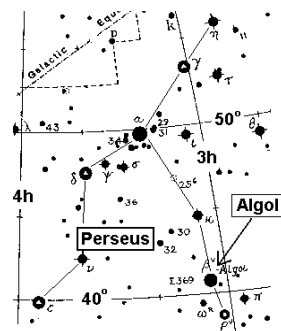


Når vi holder oss til dobbeltstjerner, vil det dypeste minimum, *primærformørkelsen*, inntreffe når den klareste stjernen formørkes av den svakeste. Det svakeste minimum, *sekundærformørkelsen*, inntreffer når stjernene har byttet plass sett fra jorden. Minimum vil være flatt ved *totale formørkelser* siden hele den ene stjernen da er formørket i en lengre periode. Minimum vil derimot være

U-formet som vist på figuren for *partielle formørkelser* hvor kun en del av stjernen er formørket. Forholdene kan bli kompliserte dersom en tredje stjerne (eller flere) er medlem av systemet fordi denne (disse) påvirker banene til de to som formørker hverandre.

Den mest berømte formørkelsesvariable stjernen er *Algol* ( $\beta$ -Perseii). Denne er forøvrig en av de mest berømte variable stjerner uansett type. Navnet er av arabisk opprinnelse, og betyr *Djevlestjernen*. Dette gjenspeiler trolig de gamle arabernes store frykt for denne klare stjernen som på uforklarlig vis varierte i lysstyrke.

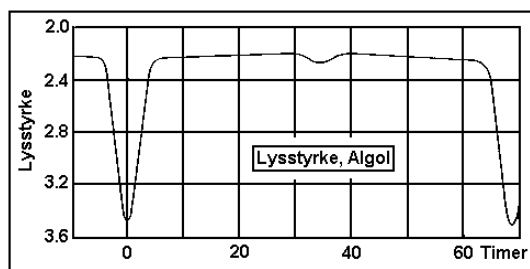
Den første sikre nedtegning om dens lysvariasjon stammer imidlertid fra Italia i 1667. Dens regularitet ble først med sikkerhet oppdaget i 1782 av Goodricke som helt riktig foreslo at variasjonen skyldtes formørkelse av en usynlig kompanjong. I 1889 ble denne teorien bekreftet når den andre stjernen ble påvist spektroskopisk<sup>1</sup>.



Algol er perfekt for amatører siden den hele tiden er godt synlig uten noen kikkert i stjernebildet Perseus som aldri er under horisonten sett fra Norge. Dette stjernekartet fra *Norton's Star Atlas* viser stjerner ned til mag. +6,0. Perioden er *2d 20t 48m 56s*, og primærformørkelsen varer i ca. 10 timer. På denne tiden faller lysstyrken med en faktor på 4 før den lyser opp igjen til mag. 2,2 som vist på figuren under til høyre.

Algol systemet består av tre eller kanskje fire stjerner i en avstand på ca 100 lysår fra

Jorda. Hovedstjernen utgjør ca. 65% av massen og 90-95% av lysstyrken. Den stjernen som formørker hovedstjernen er litt mindre enn den tredje komponenten som har en omløpstid på 1,862 år rundt de to andre. Under primærformørkelsen dekkes på det meste 79% av hovedstjernen. Avstanden mellom de to formørkende stjernene antas å være bare cirka 10 millioner km. Dette tilsvarer om lag 7% av avstanden mellom Sola og Jorda. Begge stjernene er så små og tette at de ikke påvirker hverandre fysisk i betydelig grad.



*Lyskurven er ikke konstant mellom primær- og sekundærfasen slik man kanskje skulle forvente.* Dette er en *refleksjonseffekt* som i prinsippet fungerer på samme måte som når månen lyser opp landskapet på Jorda om natten. Det som skjer er at den lyssterke komponenten lyser opp den delen av overflaten til den andre stjernen som vender mot hovedstjernen. Under primærformørkelsen vender denne overflaten vekk fra oss på samme måte som den solbelyste siden av månen vender vekk fra oss ved nymåne. Vi ser derimot mer og mer av den mest opplyste overflaten etter hvert som sekundærformørkelsen nærmer seg. Resultatet blir en langsomt økende lysstyrke til sekundærformørkelsen starter, og motsatt etter at den er slutt.

I tillegg påvirkes lyskurven under selve formørkelsen litt av den såkalte *randeffekten*. Denne består i at randen på en stjerne alltid er noe mørkere enn midten fordi lyset som sendes mot jorda fra randen passerer gjennom et tykkere sjikt av stjernens ytterste atmosfæren enn lys fra midten av stjerneskiven. Det er derfor de mørkeste ytre delene av stjerneskiven som blokkeres i starten av formørkelsen.

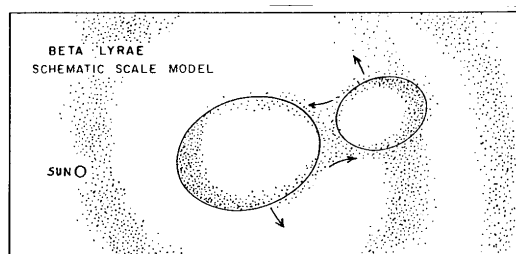
<sup>1</sup> Spektret til en stjerne endrer seg alt etter stjernens hastighet relativt til jorda langs retningen mot jorda. Dette avslører dobbeltstjerner som ikke kan ses direkte i teleskoper.

Resultatet er at lysstyrken avtar noe langsommere i starten av formørkelsen enn om hele stjerneoverflaten hadde vært like lys.

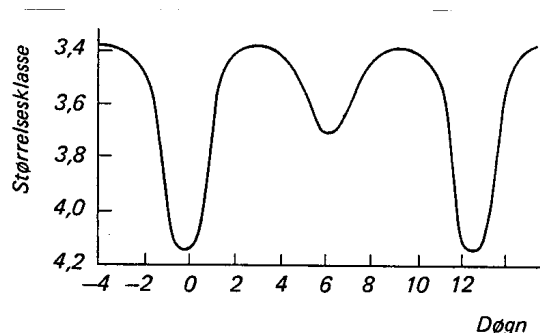
En pussig ting ved mange tette dobbeltstjerner er forøvrig at den letteste komponenten ofte er i slutten av sitt liv, mens den andre fremdeles er "i sin beste alder". Dette er et paradoks fordi alle utviklingsteorier sier at de tyngste stjernene utvikler seg *raskest*, og derfor eldes og dør først. Man regner det også som sikkert at stjernene i et dobbeltstjernesystem dannes omtrent samtidig. Men man finner altså ofte at den tyngste stjernen allikevel er kommet kortest i utviklingen.

En anerkjent forklaring på dette, er at den nå letteste stjernen tidligere faktisk var tyngst. Den utviklet seg raskest og startet å utvide seg til en kjempestjerne når hydrogenreservene begynte å ta slutt, og den måtte begynne å brenne helium. De ytre delene av stjernen kom etter hvert så nær den andre stjernen at *masse ble overført i stor stil fra den oppblåste kjempen til den mindre tette kompanjongen* slik at lillebror etter hvert ble tyngst. Dette skal vi komme nærmere tilbake til i beskrivelsen av såkalte *kataklysmiske stjerner*.

### ***β-Lyræ type formørkelsevariable stjerner***

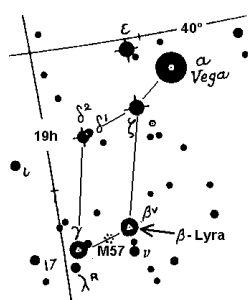


β-Lyræ stjerner skiller seg fra Algol-stjerner ved at avstanden mellom stjernene her er så liten at gravitasjonskreftene og rotasjonseffekter trekker stjernene ut til egg lignende form med betydelige lokale variasjoner i lysstyrken på stjernenes overflater. En skisse av β-Lyræ er her lånt fra *Burnham's Celestial Handbook*. Legg merke til sola som er tegnet inn for å illustrere størrelsen av β-Lyræ systemet.



Dette fører til at lyskurven til systemet endrer seg gradvis også mellom formørkelsene som vist for β-Lyræ på denne figuren som er hentet fra *Ringnes, "Klassisk og Moderne Astronomi"*.

β-Lyræ er prototypen på denne typen formørkelsevariable stjerner. Den har en periode på ca. 13 dager. Primær- og sekundærformørkelsen er på henholdsvis 4,1 og 3,8 mag. Dette tilsvarer en lysreduksjon på 90% og 44% i

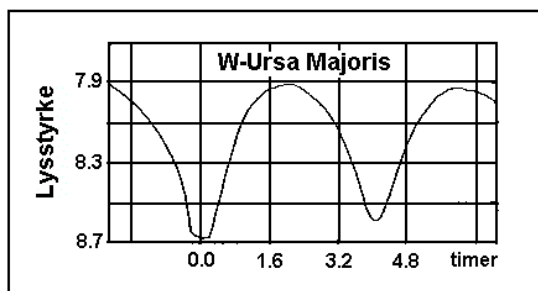


forhold til maksimum som er på 3,4 mag. Også denne stjernen er et bra objekt for alle som er interesserte i astronomi fordi den er godt synlig hele tiden uten kikkert. Den er nederst til høyre i Lyra-firkanten som vist på dette stjernekartet fra Norton's Star Atlas hvor stjerner ned til mag. +6,0 er inntegnet. Legg også merke til Ringtåken, M57, mellom β og λ Lyræ.

Hovedstjernen har en diameter på cirka 19 soldiametre og er omtrent 3000 ganger så lyssterk som Sola. Sekundærstjernen har trolig en diameter på cirka 15 ganger Solas. Avstanden mellom sentrum av de to stjernene er på kun 35 millioner km. Dette er mer enn for Algol, men siden stjernene er så veldig store, er deres ytre atmosfærer i kontakt med hverandre. Spektroskopiske målinger har vist at gasser strømmer fra den tyngste stjernen til den letteste med hastigheter opp i cirka 300 km/sek. Dette tilsvarer Oslo-Trondheim på *under 2 sekunder*. Masseoverføringen fører til langsommere rotasjon rundt massesenteret tilsvarende cirka 9,4 sekunder økning i perioden per år.

Legg merke til endelsen *-æ* på stjerners genitivsform (W Ursæ Majoris, β-Lyræ). Dette er *ikke* internasjonale endelser, men i stedet brukes endelsen *-ae* (β-Lyræe).  
*Red.*

## W Ursæ Majoris formørkelsesvariable stjerner



Disse stjernene påvirker hverandre enda sterkere enn  $\beta$ -Lyræ stjernene. De har perioder helt ned i 5 timer, og er nær nok til å vise fysisk vekselvirkning i stor skala. Lysstyrken endrer seg svært gradvis hele tiden mellom formørkelsene som vist på denne figuren som er basert på data fra Burnhams' Celestial Handbook.

Maksimal lysstyrke er 7,9 mag. Dette er cirka 6 ganger svakere enn de svakeste stjernene som vi kan

se uten kikkert. Vi trenger derfor minst en prismekikkert for å observere W Ursæ Majoris. Stjernen halverer omtrent sin lysstyrke både ved primær- og sekundærformørkelsen. Primærformørkelsen er total i ca. 10 minutter, noe som gir seg utslag i et relativt flatt minimum rundt tidspunkt 0.0 timer på figuren.

## De andre månene

Av Øyvind Kristiansen

**De fleste her på kloden vår tenker på vår måne som den eneste, men da går vi glipp av en hel verden av andre måner. Denne artikkelen omhandler derfor de andre månene i solsystemet vårt.**

Litt historikk

Helt fram til 1610 var eksistensen av andre måner helt ukjent, men da rettet *Galileo* en kikkert mot nattehimmelen og gjorde en rekke oppdagelser. En av dem var at Jupiter har fire store måner som går i bane rundt seg: *Ganymedes*, *Callisto*, *Io* og *Europa* blir da også enda kalt *de Galileiske månene*. Senere samme århundre ble de samme månene brukt av den danske astronomen Rømer for å bestemme lyshastigheten. Han brukte det fenomenet at de Galileiske månene formørker hverandre regelmessig, og at disse formørkelsene kommer litt "etter skjema" når Jupiter er ekstra langt unna Jorden. Den målbare tidsforsinkelsen kommer av at lyset må gå en ekstra avstand som Rømer kunne beregne, og da var lyshastigheten strekning delt på tidsforsinkelse, og Rømer fikk æren for å ha vært den første som har beregnet lyshastigheten noenlunde nøyaktig.

I år 1655 oppdaget den nederlandske fysikeren Huygens at Saturn også hadde en måne, nemlig Titan. Ved utgangen av det århundret hadde 4 nye Saturnmåner blitt oppdaget, og siden har nye måner blitt oppdaget slik at vi i dag vet om 63 måner i vårt solsystem! De to siste ble oppdaget høsten 1997 fra Mount Palomar, og går rundt Uranus.

Jupiter

I forbindelse med *Voyager-romsondenes* ferd utover i Solsystemet, lærte vi mye om månene til Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun. Da *Voyager 1* fløy forbi Io, fant den 11 aktive vulkaner av voldsomme størrelser, og den gamle oppfatningen om at de andre månene var kjedelige og like verdener ble gjort til skamme. Callisto er en heller medtatt måne med mange kratre og rifter. Det samme kan sies om Ganymedes, den aller største av månene. Men Ganymedes har også et sett av foldninger og sprekker som går inn i hverandre og lager et nettverk som vitner om at overflaten har sprukket og materie innenfor har vellet opp og erstattet den gamle overflaten.

Årsaken til at disse månene har så mange krater, er at Jupiters sterke gravitasjon trekker til seg store mengder kometer og små asteroider, og noen av dem treffer månene til Jupiter. Europa har ikke nedfallskratre, for overflaten er av is, som blir "resirkulert" ganske ofte med oppsprekking. Fordi overflaten er av is, er Europa den glatteste kloden vi kjenner med høyeste topper på ca 50 meter!

Både de Galileiske månene og de fleste andre månene går samme vei rundt planeten sin fordi de er dannet der, men noen går gal vei. F.eks. går 4 av Jupiters ytre måner "gal" vei, så de er sannsynligvis født et annet sted og har blitt fanget av Jupiter senere. En av dem var faktisk savnet mellom 1941 og 1955 og ingen klarte å observere den i denne perioden. Ved hjelp av gamle observasjoner, kunne man nok regne seg fram til hvor månen skulle være noen år framover, men det ville være et enormt arbeid å gjøre for hånd. Men i 1955 kunne de første spede datamaskiner gjøre en innsats, og etter å ha surret og gått noen timer, klarte en datamaskin å beregne hvor månen skulle være, og den ble gjenoppdaget.

#### Saturn

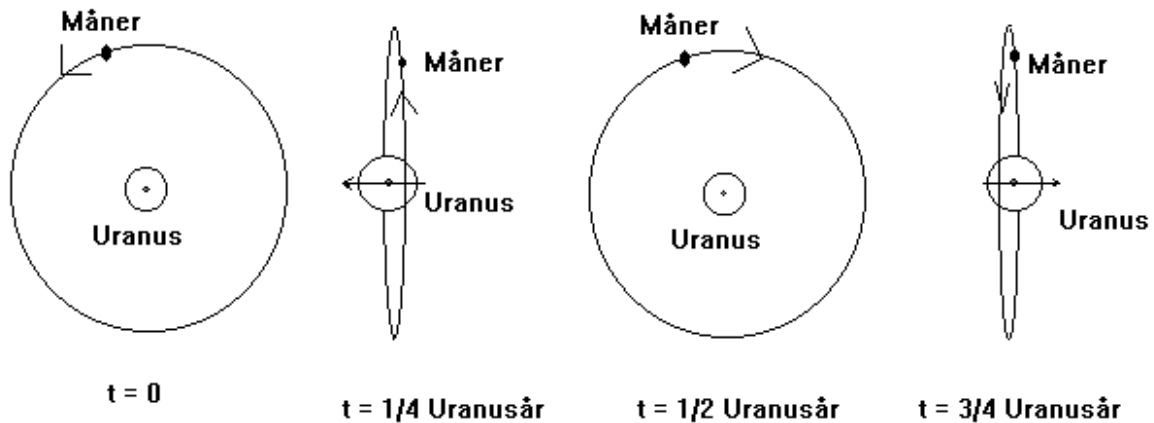
Titan, den første av månene til Saturn som ble oppdaget, er en gigant omtrent på størrelse med Ganymedes, og kan lett sees i et lite teleskop i likhet med de Galileiske månene. Titan er den eneste månen med en tykk atmosfære. Siden det er så kaldt der ute, beveger gassmolekylene seg så langsomt at den relativt beskjedne gravitasjonskraften til en måne klarer å holde på en atmosfære. Denne består i hovedsak av nitrogen ( $N_2$ ) som vår atmosfære, men er fri for oksygen ( $O_2$ ). Isteden er det en del metan ( $CH_4$ ) og andre hydrokarboner i atmosfæren, og det er lansert teorier om at det er sjøer av etan på overflaten. All denne organiske kjemien på Titan har ført til spekulasjoner om det kan være liv der. Imidlertid er det ganske kaldt så langt ute fra Sola. Derfor har livsutvikling på Titan vært sammenlignet med å starte bilen en kald morgen. Kjemien er på plass, men det er rett og slett for kaldt. I 2004 får vi imidlertid vite litt mer om Titan, for da kommer romsonden *Cassini* til Saturn og slipper ned en mindre sonde, oppkalt etter Huygens, i Titans atmosfære.

Saturn har også 17 andre kjente måner. *Rhea*, *Dione* og *Tethys* kan ganske greit sees i et moderat stort amatørteleskop. *Mimas* er ganske bemerkelsesverdig fordi *Voyager* fant ut at den har et enormt krater etter en katastrofal kollisjon. Diameteren på krateret er faktisk 40 % av diameteren til månen, så det var nær på at hele *Mimas* ble slått i stykker. *Tethys* har også et slikt enormt krater, men det må være svært gammelt, for gulvet i krateret har krumning som overflaten ellers på *Tethys*. *Dione* er en glatt måne som kan minne litt om Europa, men på den ene halvkulen er det en mengde forkastninger. *Enceladus* har som så mange av disse månene en overflate som gjentatte ganger har sprukket opp.

*Iapetus* er en annen av Saturnmånene, men den skiller seg ut fra de andre, for den varierer tilsynelatende i lysstyrke sett fra Jorden. Årsaken er at *Iapetus* alltid vender samme side mot Saturn akkurat som Månen vender samme side mot oss slik at den ene halvkula er førende i banen, og den andre er etterfølgende i banen. *Iapetus* har sannsynligvis sopt opp mørkt støv i banen sin på den ledende halvkulen, slik at den har blitt mørk og reflekterer mindre lys. Så når *Iapetus* er i en posisjon i banen, ser vi den mørke siden, og i en annen ser vi den lyse, og det ser ut som om den varierer i lysstyrke.

#### Uranus

Uranus har etter de siste oppdagelser 17 kjente måner. De kanskje best kjente er *Titania*, *Oberon* og *Miranda*, og de to førstnevnte kan sees i store amatørteleskop. *Voyager* tok en del gode bilder av *Miranda* og gjorde radarmålinger slik at NASA kunne konstruere en tredimensjonal datasimulering av en flytur over *Miranda*-landskapet. Her er terrenget eldgammelt og formasjonene kaotiske. Store sirkulære groper og enorme kvadratiske forsenkninger er typisk. Et spesielt fenomen med Uranus er at rotasjonsaksen er voldsomt vippet over ( $98^\circ$ ), så sesongene der er ekstreme. Mesteparten av planeten har midnattssol om sommeren og mørketid om vinteren. Og siden månene går i ekvatorplanet, ser vi dem vekselvis gå rundt planeten i elliptiske baner, og vekselvis opp og ned foran og bak planeten som vist på figuren på neste side.



#### Neptun og Pluto

På 1800-tallet ble *Triton* oppdaget og i 1949 oppdaget *Kuiper*, som vi skal komme tilbake til, *Nereid*, men Neptun hadde flere måner enn som så. *Voyager 2* fløy forbi Neptun som sitt siste store oppdrag og oppdaget bl.a. 6 nye måner og fløy svært nær *Triton*. Den viste seg å være det legemet i Solsystemet som reflekterte størst andel av lyset p.g.a. all isen på overflaten. Litt nord for ekvator var det en sone med kryssende fjellrygger som laget et nettverk med groper mellom. Temperaturen var heller lav, 37 grader over absolutt null (37 Kelvin), dvs. minus 236 grader Celsius!

Men likevel var det aktivitet på *Triton*. Geysirer sendte opp gass og støv til 8 kilometers høyde! Dette sjokkerte de fleste astronomene som så dette, men en forklaring kan være at det ennå er varme i *Triton*'s indre etter at den sannsynligvis ble fanget opp av Neptuns gravitasjon for millioner av år siden. Da ble den revet og dratt i slik at det ble en slags tidevannseffekt fordi gravitasjonskraften drar ujevnt kraftig på forskjellige avstander. P.g.a. friksjon fikk *Triton* en "tidevannsoppvarming" som kanskje driver geysirene den dag i dag.

Årsaken til at vi tror at *Triton* ble fanget opp av Neptun og ikke ble dannet rundt den, er at den går "gal" vei i forhold til det naturlige hvis den ble dannet rundt planeten sin. Nå er vi inne på noen interessante sammenhenger som de siste årenes forskning har funnet. *Kuiper*, som oppdaget den andre store Neptunmånen i 1949, forutså at det kunne finnes et belte av småplaneter og kometkerner utenfor Neptuns bane, det såkalte *Kuiperbeltet*. Da *Clyde Tombaugh* oppdaget *Pluto* i 1930, ble *Pluto* imidlertid anerkjent som planet, til tross for sin beskjedne størrelse.

Men *Pluto* er mer lik *Triton* enn noen av de andre planetene, bl.a. i størrelse, begge har temperaturer rundt 37 Kelvin (-236°C), har hvite polkalotter av nitrogenis som er svakt rosafarget av *ultravioletstråling* (UV) og har tynne nitrogenatmosfærer med litt metan i. Ca 60-70% av kjernen er stein og resten er hovedsakelig vannis (H<sub>2</sub>O), selv om overflaten er nitrogenis. Årsaken til at vi kan vite dette om sammensetningen, er at vi lett finner omløpstid og diametere i banene, og da finner vi vha. Newtons lover massene. Når vi i tillegg vet diameteren, vet vi tettheten. Med tilleggsantagelsen at tettheten er en kombinasjon av stein og is, finner vi andelene av hver og får denne grove kjennskapen til sammensetningen og oppbygningen til legemene.

På slutten av 70-tallet ble det oppdaget at *Pluto* også har en måne, *Charon*, oppkalt etter fergemannen til dødsriket i den greske mytologien. *Charon* viser seg å ha likhetstrekk med *Pluto* og *Triton*, og man begynte å lure på om disse tre egentlig var objekter tilhørende *Kuiper-beltet*. I 1992 begynte to amerikanske astrofysikere, *Jewitt* og *Luu*, å lete systematisk etter medlemmer av *Kuiper-beltet*, og de fikk raskt resultater. Deres første oppdagelse, muntert kalt *Smiley*, var den første, og siden har de regelmessig funnet nye medlemmer av gruppen.

Det er derfor fristende å tro at Neptun er den ytterste virkelige planeten, mens *Triton*, *Charon*, *Pluto*, *Smiley* og de andre er medlemmer eller tidligere medlemmer av *Kuiper-beltet*. Dessuten vet vi at flere måner er større enn *Merkur*, som definitivt er en planet, så det er nok en noe unaturlig klassifisering vi

gjør når vi deler solsystemet vårt inn i planeter, måner, asteroider og kometer, for overgangene er nok svært flytende. F.eks. har astronomene lenge diskutert om Chiron (ikke å forveksle med Charon) er en komet eller asteroide. Og det kunne jo tenkes at ikke bare Kuiper-medlemmer blir fanget opp av planeter som måner, men at asteroider kan fanges opp slik også, noe vi skal se nærmere på nå.

#### Mars

Lenge trodde man at Mars ikke hadde noen måner, men i 1877 ble to små, rare måner oppdaget. *Phobos* og *Deimos*, "frykt" og "angst", er to uformelige små måner som går i bane tett ved Mars. Phobos, som er innerst, går så fort rundt Mars at den sett fra Mars beveger mot øst med så stor hastighet at den står opp i vest og går ned i øst! Sett fra Mars lyser de to like sterkt som Venus og Vega fra Jorden. De går "riktig" vei rundt Mars, så banene tilsier at de er dannet ved Mars, men tettheten er svært lik asteroider, så det kan virke som de er asteroider som er fanget opp. Imidlertid har ikke astronomene blitt enige om dette enda.

Noe som er litt underlig, er at i *Gullivers Reiser*, som ble utgitt i 1726, er to Marsmåner i omtrent riktig avstand og omløpstid omtalt. Men forfatteren kan umulig ha sett dem med datidens kikkerter, så det har vært fablet om at han kanskje var synsk. Dessverre lar det seg forklare litt enklere enn som så. Forfatteren hadde litt peiling på astronomi, og skjønnte at hvis det skulle være uoppdagede måner rundt Mars, måtte det være fordi de var så nær Mars at det sterke lyset fra Mars blendet for månene, og vha. Newtons da nye lover, kunne han regne ut omløpstidene for en valgt avstand fra Mars. Tallet 2 hadde han sannsynligvis fra Kepler, som med sin tro på mer og mindre hellige tallsystem, hadde ment at siden Jorden hadde én måne, og Jupiter 4, så måtte Mars ha 2 og Saturn enten 8 eller 9 for å få en systematisk tallrekke.

Mars har alltid vært omspunnet av myter, også helt opp til vår tid. Phobos kommer svært langsomt nærmere og nærmere Mars, og i 1959 mente den sovjetiske Shklovsky å ha beregnet at den tynne marsatmosfæren var for tynn til å bremse opp Phobos og forårsake effekten. Derfor konkluderte han at Phobos måtte være lettere enn antatt, og dermed hul, noe som igjen kunne bety at den var en romsonde skutt opp av liv på Mars! Det kunne også forklare at den ikke ble oppdaget før 1877, for da ble den kanskje skutt opp. Men dessverre for tilhengerne av de små grønne, så har nyere beregninger vist at marsatmosfæren er tilstrekkelig til å forårsake oppbremsingen av Phobos.

---

## NYHETER

### Supernova blusser opp i NGC 2841

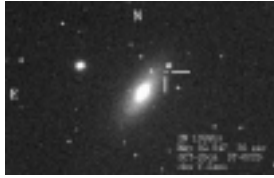
En ny supernova har blusset opp i galaksen NGC 2841 i Store Bjørn. Supernovaen ble først registrert på CCD eksponeringer fra 30. april, og den ble funnet uavhengig av en gruppe forskere tilknyttet *Lick Observatory Supernova*

*Search (LOSS)* - M. Papenkova, W. D. Li og A. V. Filippenko - og den britiske amatørastromen Ron Arbour. Følgende observasjoner ble rapportert:

<b>1999 UT</b>	<b>Mag.</b>	<b>Instrument</b>	<b>Observatører</b>
Apr. 23	<17,5	30 cm f/6,3 SCT + CCD	Arbour
Apr. 25.2	<18,3	80 cm KAIT + CCD	LOSS
Apr. 27	<17,5	30 cm f/6,3 SCT + CCD	Arbour
Apr. 28.8786	16,0-16,5	30 cm f/6,3 SCT + CCD	Arbour
Apr. 30.2	15,7	80 cm KAIT + CCD	LOSS
Apr. 30.8749	15,1	30 cm f/6,3 SCT + CCD	Arbour
Mai 1.2	15,0	80 cm KAIT + CCD	LOSS

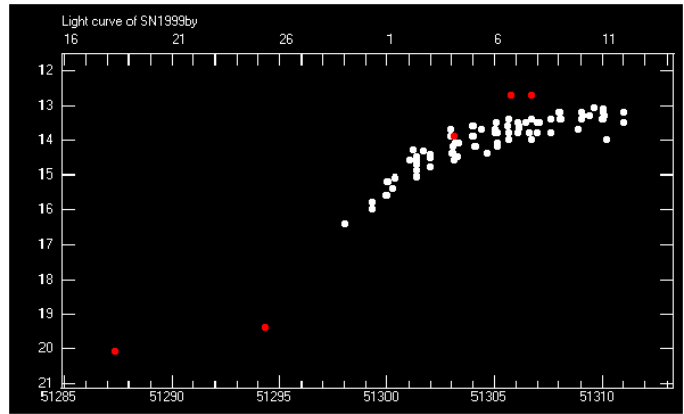
**Merk:** Magnitudene er ufiltrerte CCD-magnituder. KAIT står for *Katzman Automatic Imaging Telescope*. UT = Universal Tid = Norsk Sommertid – 2 timer.





Supernovaens epoke 2000.0-posisjon er R.A. =  $09^{\text{h}}21^{\text{m}}52^{\text{s}}.1$ , Decl. =  $+51^{\circ}00'07''$ . Dette er  $96''$  vest og  $86''$  nord for galaksekjernen. Siden NGC 2841 er en forholdsvis nærliggende Sb-galakse er det ventet at supernovaen kan blir så lyssterk at den kan sees gjennom mindre amatørteleskoper. NGC 2841 har tidligere oppvist tre supernovaer, i 1912, 1957 og 1972. (Ref. IAU Circular 7156, TA Electronic Circular 1404).

Thomas Jacobsson



Her sees SN 1999by's lyskurve. Tallene til venstre angir supernovaens lysstyrke. Skalaen er delt inn fra mag. 21 (nederst) til 12 (øverst).

## Ekstreme objekter: Sorte hull

### - Hva er det?

Av Thomas Jacobsson

**Helt siden Einsteins dager har verdens astronomer grublet over dette fenomenet. Finnes de egentlig, og hva er sorte hull? Einstein selv stilte seg, til tross for Relativitetsteorien, tvilende til sorte hull. Han mente at selv om det var teoretisk mulig at de kunne dannes, var det kun det de var: Teoretiske objekter. I dag mener imidlertid de fleste astronomer at sorte hull virkelig eksisterer, og at det er mulig at vi kan ha tatt bilder av dem - uten å vite at objektene på bildene virkelig er sorte hull.**

Hva er et sort hull?

I en dyrehage kan en gå rundt og se på all verdens kjente dyr. En kan gå slik hele dagen og se på dyrene og I skiltene som forteller hvilke dyr det er. Innimellom hender det at zoologer mener at de oppdager nye dyrearter, som ikke var kjent fra dyrehagene. Dermed må man oppdatere lista over verdens dyr.

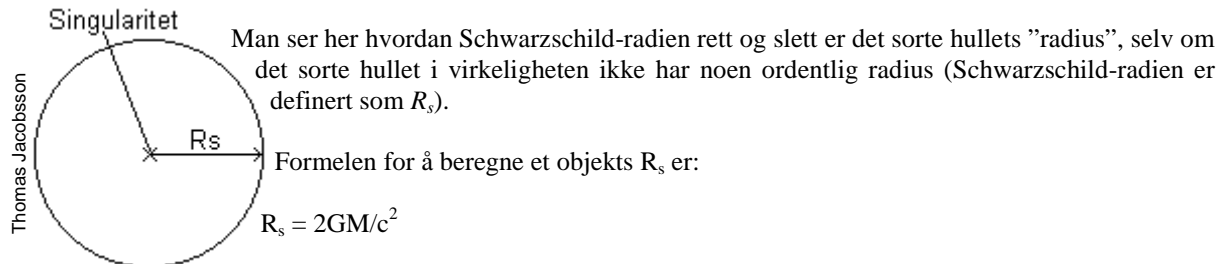
Så, hva har dette med sorte hull å gjøre? Jo, det er de sorte hullene som er den nye "dyrearten". På bilder (dyrehagene) er de ikke synlige, men man mener nå at de kan finnes. Man måler gravitasjoner og masser, og hva finner de? Objekter med for stort gravitasjonsfelt til at vanlige lover strekker til. Slik har forskningen på sorte hull foregått, og Einsteins Generelle Relativitetsteori var grunnlaget - til tross for mesterens egen skepsis. Så over til det opprinnelige spørsmålet, *hva er et sort hull?*

Sorte hull er rester etter stjerner med en opprinnelig masse på over 6-7 ganger Solens, som har eksplodert som supernovaer. Der stjernen en gang var, vil det nå være etterlatt en singularitet (masse uten utstrekning) omgitt av en hendelsehorisont (definert ved *Schwarzschild-radien*). Innenfor hendelsehorisonten vil gravitasjonsfeltet være så kraftig at ikke en gang lys slipper unna. Dette forklares best med *unnslipningshastigheten*, som er den hastigheten et legeme må ha for å unnsnippe et annet legemes gravitasjonsfelt. Dersom et objekt da har en unnslipningshastighet på  $35 \text{ m/sek}$  og legemet som skal slippe unna holder  $40 \text{ m/sek}$ , vil resultatet bli en relativ hastighet på  $5 \text{ m/sek}$ . Når en så kjenner lyshastigheten, og vet at lyset også er små partikler, er det greit å forstå at også lyset vil bli avvært når det kommer inn i et gravitasjonsfelt. Alt er avhengig av bevegelse, kraft og hastighet.

Ved det sorte hulls hendeshorison er unnslipningshastigheten  $3 \times 10^8$  m/sek. Når en vet at lysets hastighet er nøyaktig det samme, er det ikke vanskelig å skjønne at lyset ser ut til å ligge "i ro" i denne avstanden fra singulariteten.

## Schwarzschild-radien?

Dette er nok et spørsmål en del av dere sitter med nå. Vel, jeg skal gjøre forklaringen så enkel jeg greier. Schwarzschild-radien er avstanden fra singulariteten ut til hendeshorisonen:



Her representerer  $G$  gravitasjonskonstanten ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ ).  $M$  er objektets masse, og  $c$  er lysets hastighet (som her skal opphøyes i andre potens:  $c^2$ ).

Som et eksempel på dette, kan en bruke Jorda som et eksempel med følgende oppgave:

- Hvor stor må Jorda være for at den skal kunne bli et svart hull?  
Med størrelse menes det da her verdien for  $R_s$ .

### LØSNING:

$$R_s = \underline{0,0089 \text{ meter}}$$

Dette finnes ved å sette inn  $G$ ,  $M$  og  $c$  i formelen  $R_s = 2GM/c^2$

$$\text{Da får en at } R_s = 2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,976 \cdot 10^{24} / 300000000^2$$

$$\text{Dette gir videre: } R_s = 7,972 \times 10^{14} / 300000000^2$$

Ved å regne ut dette stykket finner en at  $R_s \approx 0,0089$  meter.

$$R_s = 2GM/c^2$$

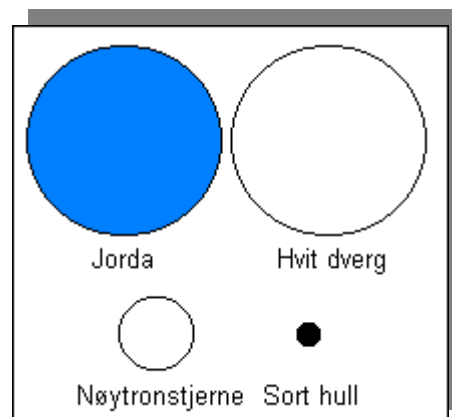
## Hva er så spesielt med et sort hull?

Først og fremst har jo sorte hull en vanvittig gravitasjon. Dette gjør at dersom du satt i et romskip utenfor et sort hull uten å bli sugd inn i det, kunne du oppleve følgende:

Et annet romskip bevegde seg mot det sorte hullet. Du kunne vinke til den andre besetningen, og de til deg. Etterhvert som de nærmet seg hendeshorisonen ville det se ut som om bevegelsene til det andre romskipet gikk tregere. Slik ville det utvikle seg helt til de traff hendeshorisonen. Det mange ville trodd var det neste som skulle skje, nemlig at det andre romskipet plutselig skulle "forsvinne" fra synsfeltet ditt, er ikke tilfelle. Til tross for at det andre romskipet fortsatte innover, ville det se ut som de ble hengende fast, ubevegelig, i hendeshorisonen. Etter at de andre hadde passert horisonen, ville de fremdeles kunne se og vinke til deg, men du kunne ikke se dem lenger. Du ville bare se dem slik de var idet de traff hendeshorisonen.

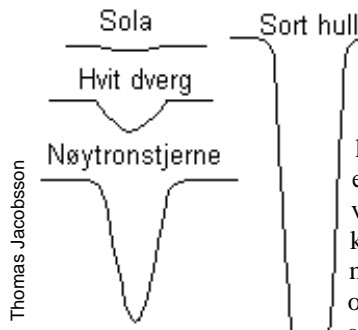
Objekt	Masse (Solen = 1)
Jorda	$3 \times 10^{-6}$
Hvit dverg	< 1,2
Nøytronstjerne	< 2-3
Sort hull	> 3 (typisk 6-8)

Det kommer her tydelig frem at det er snakk om en enorm densitet (tetthet) hos sorte hull. Prøv også å tenke deg Jorda som sort hull i dette selskapet ( $R_s = 8,9$  mm). Det er da klart at Jorda her er representert med sin vanlige størrelse. Hva med



## gravitasjonen

Sorte hull er ikke bare ekstremt kompakte og massive. De har også en utrolig sterk gravitasjon. En kan alltid spørre seg: "Hvor stort kan nå dette gravitasjonsfeltet være?" Vel, her må nok svaret sies å være at dette feltet er mer utrolig enn man skulle tro. For å danne seg et bilde av hvordan det er, kan en benytte seg av en todimensjonal modell av det tredimensjonale univers:



Thomas Jacobsson

Du kan tenke deg at dersom du hadde fjernet "gropene" i illustrasjonen, så hadde du sittet igjen med rommet uten noe legeme. Hvis denne linja representerer rommet, vil det krumme seg når et objekt plasseres der. Og det er det akkurat dette gravitasjon er: "En krumning av tid-rommet". Dersom du hadde laget slike mønstre i et bord (omtrent som "gradvise golfhull") og prøvd å sende en kule på bordet, ville du sett at kulen kommer seg lettest unna Solen, mens den vil nesten alltid "fanges" av det sorte hullet. Årsaken til dette er den kraftige krumningen rundt det sorte hullet. Her er det også greit å tenke seg forholdet mellom objektene unnslypningshastigheter. Det kommer f.eks. tydelig frem at et objekt må ha langt større fart for å unngå å bli slukt av det sorte hullet, sammenliknet med den hvite dvergen.

Denne modellen viser hvordan rommet krummer seg rundt masse. Man ser også at krumningen øker med objektets masse. Massene til objektene er vist i tabellen lenger frem i artikkelen.

### Kaos

Som tidligere nevnt, er gravitasjon en krumning av tid-rommet. Siden et sort hull består av en singularitet, vil det si at det har uendelig stor tetthet, og et sted med uendelig stor tetthet er et sted hvor de vanlige fysiske lovene ikke strekker til. Dvs. at i sentrum av et sort hull er gravitasjonen så sterk at tid og rom ikke lenger eksisterer separat. Ingenting er lenger forutsigbart og en kan ikke lenger si hva som skjedde først av hverken det ene eller det andre. Med andre ord så kan hva

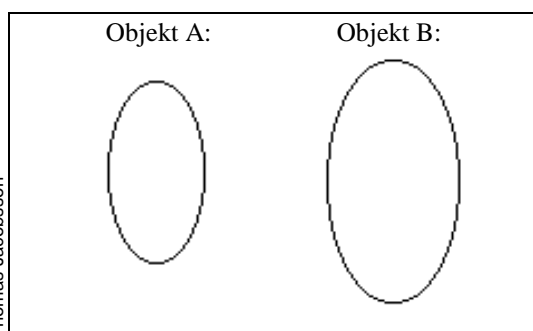
som helst skje inne i det sorte hullet. Bare hendelseshorizonten skjerner oss fra singularitetens kaos. Og det er nettopp her vi kommer inn på en skremmende tanke. Hva ville skjedd dersom vi hadde en såkalt "naken singularitet", dvs. en singularitet uten en beskyttende hendelseshorizont?

### Nakne singulariteter

Sorte hull uten hendelseshorizont kalles nakne singulariteter. Vi kan teoretisk tenke oss slike objekter dersom det sorte hullet roterer raskt nok. Vi vet jo alle at en sleggekaster kan kaste langt når han først setter sleggen i rask rotasjon før han slipper snora. På samme måte kan rotasjonsenergien til et sort hull blir sterk nok til å motvirke gravitasjonskreftene, og det sorte hullet vil ikke lengre ha en hendelseshorizont. Vil vi fort finne ut at slike nakne, singulære områder vil kunne skape totalt kaos overalt i Universet.

Hva er så forskjellen mellom disse to fenomenene, når en ser bort fra kaosomfanget? Vi kan tenke oss at vi har to objekter som kollapser, A og B. Da kommer igjen Schwarzschild-radien til nytte. I det objektet kollapser, spiller nemlig objektets omkrets en stor rolle.

Omkrets:  $O = 2\pi r$  Siden sorte hull har "radien"  $2GM/c^2$ , blir omkretsen deres:  $O = 2\pi \cdot 2GM/c^2$



Thomas Jacobsson

### Ring-formodningen:

Tese lansert av Kip Thorne fra California, som sier at dersom et sort hull med hendelseshorizont skal dannes, må det objektet som kollapser være tilstrekkelig sammentrykket i alle retninger. Et sort hull dannes derfor hvis og bare hvis omkretsen er mindre enn  $2\pi \cdot 2GM/c^2$ .

Hvilket av de to objektene på figuren på forrige side vil danne et sort hull dersom de kolliderer ?

Det er selvfølgelig umulig å vite ved bare å se på dem slik, men la oss finne noen fakta. Vi går rett på sak, og sier at A har en omkrets som er mindre enn  $2\pi \cdot 2GM/c^2$  i alle retninger. Den danner dermed et sort hull. Så antar vi at B har samme masse som A, og finner videre at B har en omkrets som er større enn  $2\pi \cdot 2GM/c^2$  i den vertikaleaksen. Da er vi igjen inne på den skremmende teorien om nakne singulariteter. Ring-formodningen sier nemlig at B nå vil danne en slik.

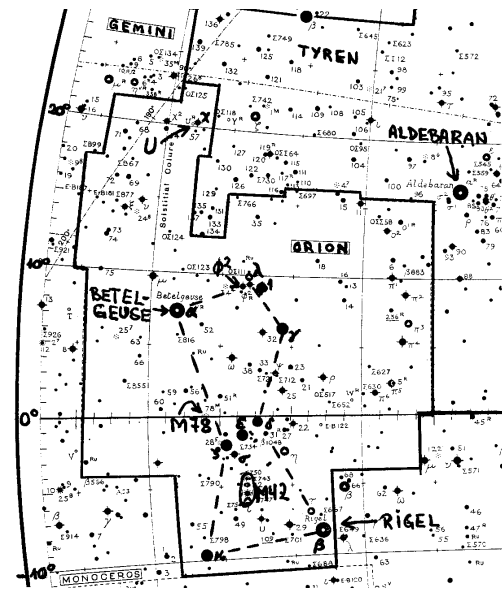
Det er jo skremmende å tenke på at slike kan dannes i vårt nabolag, men vi kan jo også tenke på oddsene. Siden livet på Jorda har fått utvikle seg så mye som det har gjort, er det muligens et tegn på at disse objektene kun er teoretiske. Det trodde derimot Einstein om sorte hull også, men de anses nå som offisielle "innbyggere" i nabolaget - også kalt Universet.

## Orion

- En favoritt for mange amatørastronomer

Av Birger Andresen

Orion er et av de mest spennende stjernebildene for amatørastronomer både fordi det er et flott stjernebilde i seg selv, men også fordi det inneholder noen av de fineste og mest spennende gasståkene, enkeltstjernene og dobbeltstjernene på himmelen. I tillegg kan Orion tilby en rekke svært interessante variable stjerner. Denne artikkelen omtaler noen av de objektene som er mest interessante for hobbyastronomer med små, moderate eller ingen kikkert i det hele tatt.



Stjernekartet er fra Norton's Star Atlas. Mange av de objektene som er omtalt i artikkelen er avmerket.

Teoretiske ting som blir tatt opp i denne artikkelen er blant annet: Årsaken til variasjoner i lysstyrken for Mira-type langperiodiske variable røde kjempestjerner (Se U-Orionis), blå kjempestjerner (Se Rigel), splitting av dobbeltstjerner, hvorfor gasståker lyser og hvordan man kan bestemme den kjemiske sammensetning av slike ved spektralanalyse (Se Oriontåken).

Fotografiet er tatt med vanlig kamera, 50 mm objektiv og 5 minutters eksponeringstid



Stjerner, dobbeltstjerner og multiple stjerner

Betelgeuse ( $\alpha$  Orionis) er en rød-orange kjempestjerne med overflatetemperatur på ca.  $2800^\circ\text{C}$ . Lysstyrken varierer uregelmessig mellom 0,2 og 1,2 mag., hvilket betyr at den er ca. 2,5 ganger så lyssterk ved maksimum som ved minimum.

På grunn av den lave overflatetemperaturen sendes mesteparten av strålingen ut i infrarødt lys som er usynlig for vårt øye. Kun 10-15% av strålingen er i den delen av spekteret som er synlig for øyet. På

sitt sterkeste sender Betelgeuse ut cirka 14 000 ganger så mye energi som sola. Den slynger også betydelige mengder masse ut i verdensrommet. Trolig dreier det seg om ca. 1 solmasse i løpet av 200 000 år.

Stjernens radius tilsvarer ca. 5 ganger avstanden mellom sola og jorda. Den ville derfor ha nådd omtrent ut til Jupiter om dens sentrum hadde vært der sola er. Dette gir et volum som tilsvarer fantastiske 160 millioner ganger solas volum. Massen er imidlertid "bare" 20 ganger så stor som solas. Derfor er stjernens tetthet faktisk så lav at den tilsvarer 1/10 000 av luft på jorda. Betelgeuse er en av de få stjernene som vi har vært i stand til å observere overflatedetaljer på.

Betelgeuse er ca. 520 lysår unna oss. Vi ser altså stjernen slik den så ut i år 1480 eller deromkring. Og i løpet av disse årene har lyset fra stjernen beveget seg gjennom verdensrommet med en hastighet på 300 000 km/s. Dette tilsvarer ca. 300 ganger tur-retur Oslo-Trondheim hvert sekund. Avstanden til sola er til sammenligning 8 lysminutter og 20 lyssekunder. Det tilsvarer en tur på 171 år non stopp i 100 km/time. På tross av dette er 520 lysår ikke spesielt fjernt i vår galakse - snarere tvert imot.

Betelgeuse beveger seg bort fra vårt solsystem med en hastighet som tilsvarer ca. 20 km/s.

*Rigel* ( $\beta$  Orionis) er en svært ung, blåhvit kjempestjerne med overflatetemperatur på ca. 12000°C. Avstanden er ca. 900 lysår, og utstrålingen er ca. 60 000 ganger så stor som solas. Rigel er med dette en av de stjernene i galaksen med størst energiutstråling. Med den nåværende energiomsetningen vil Rigel gå tom for energi allerede om cirka en million år. Dette er svært kort tid i astronomisk sammenheng. Sola vil til sammenligning leve i nesten 10 milliarder år. Det viser seg generelt at de største stjernene lever korte og intense liv, mens mindre stjerner som sola lever svært lenge. Årsaken er at de største stjernene har så sterk tyngdekraft at tettheten og temperaturen i kjernen blir utrolig høy. Dette gjør at kjernereaksjonene går utrolig mye fortere enn i små stjerner.

Rigels lysstyrke er 0.14 mag. Den er med det himmelens syvende sterkeste stjerne. Rigel hadde vært av lysstyrke -10 mag. om den hadde vært bare 8.7 lysår unna oss slik som himmelens sterkeste stjerne, Sirius i Store Hund. Det tilsvarer ca. 1/5 av fullmånens lysstyrke.

Rigel er en dobbeltstjerne som er lett å skille i et 6 tommers (15cm) teleskop. Kompanjongen har lysstyrke 6.7 mag., og separasjonen er 9" (buesekunder).

*Mintaka* ( $\delta$  Orionis), som er øverst til høyre i Orions belte, er en trippelstjerne hvor den ene kompanjongen er lett synlige i små kikkerter. Denne er blålig og har lysstyrke 6,7 mag. Den er 52,8" (bueminutter) rett nord for hovedstjernen som er en blå formørkelsesvariabel kjempestjerne med periode 5,7325 døgn og amplitude 0,2 mag. Lysstyrken er 2,20 mag når hovedstjernen *ikke* er formørket. Avstanden er trolig cirka 1500 lysår.

*Alnitak* ( $\zeta$  Orionis) er nederst til venstre av de tre stjernene i Orions belte. Den er en trippelstjerne hvor de to nærmeste stjernene har en avstand på 2,6" og lysstyrker 1,9 og 5,5 mag. Teoretisk grense for et 50mm teleskop er 2,28". Det skulle derfor være mulig å splitte de to stjernene med små teleskoper, men det kreves trolig minst 75 gangers forstørrelse fordi et grovt anslag for oppløsningsevnen i buesekunder er gitt ved :

$$\begin{aligned} \text{Praktisk oppløsningsevne (Res)} &= 200''/\text{forstørrelse} \\ \text{Teoretisk oppløsningsevne (R)} &= 11,3/D_{\text{cm}} = 4,56/D_{\text{tommer}} \end{aligned}$$

For 7x50 og 20x80 prismekikkerter får vi da henholdsvis  $200''/7 \approx 30''$  og  $200''/20 = 10''$ .

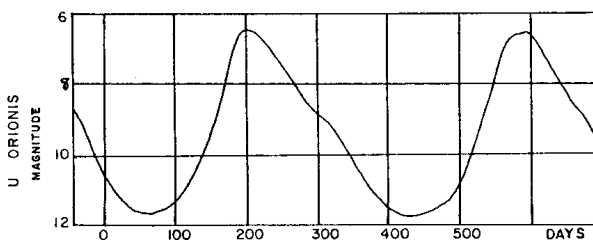
De to stjernene er fysisk forbundet, mens den tredje komponenten trolig bare tilfeldigvis ligger nær de andre sett fra jorda. Den har lysstyrke 10 mag., og har en avstand på hele 57,6". Dobbeltstjerner som ikke er fysisk forbundet med hverandre kalles *optiske dobbeltstjerner*.

$\sigma$  Orionis er en seksdobbel (minst) stjerne hvor 4 av komponentene er lette å skille selv i små kikkerter. Den ligger cirka 1 grad sørvest for  $\zeta$  Orionis som er nederst til venstre i Orions belte. Hovedstjernen har lysstyrke 3.7 mag. Det nærmeste paret er bare 0,25" fra hverandre, og kan kun skilles i store kikkerter. De tre andre synlige komponentene har avstander på 11,2, 12,9 og 42" fra hovedstjernen slik at en liten kikkert med 20 gangers forstørrelse skulle ha mulighet til å lykkes her. De synlige stjernene har lysstyrke 3.7, 6, 7.5 og 10 mag. Den samlede massen for systemet er blant de største man kjenner til. Bare de to nærmeste komponentene har en masse som tilsvarer ca. 35 solmasser. Avstanden til systemet er ca. 1400 lysår, og den totale utstrekningen er minst 1/3 lysår. Trippelstjernen  $\Sigma 761$  (mag. 8,0) er forøvrig i samme felt 3,5' (bueminutter) unna. Måneskiven har til sammenligning en utstrekning på 31' (=0.51°).

$\lambda$  Orionis,  $\phi^1$  og  $\phi^2$  danner et triangel i Orions hode.  $\phi^1$  og  $\phi^2$  er begge av mag. 4. Avstanden fra  $\phi^1$  til  $\phi^2$  er 33', og avstanden fra  $\phi^1$  til  $\lambda$  er 27'. Dette betyr at hele måneskiven med sin diameter på 31' kan plasseres *inne* i triangelet (altså uten at noen av hjørnestjernene dekkes av månen)! Dette vil forbløffe de fleste. Mange vil protestere helt til de har målt dette selv. Det viser klart hvor lett det er å overvurdere månens utstrekning på himmelen.  $\lambda$  Orions er forøvrig en fin dobbeltstjerne med lysstyrke henholdsvis 3,7 og 5,6. Separasjonen er 4,4" slik at minst 45x forstørrelse trolig må til for å splitte de to.

#### Variable stjerner

*U Orionis* er en Mira type variabel stjerne med periode 373 døgn. Den ligger like ved stjernene 54 Orionis (4,41 mag.) og 57 Orionis (5,86 mag.) på grensen til Tvillingene og Tyren. På sitt svakeste har *U Orionis* vært helt nede i 12,5 mag., mens maksimum har vært 5,3 mag. som er 2-3 ganger sterkere enn de klareste stjernene vi kan se uten kikkert ved optimale forhold. Stjernens lysstyrke kan derfor på sitt meste variere med en faktor på ca. 750. Vanligvis stopper den på ca. 6,5 mag. ved maksimum som vist på denne illustrasjonen fra *Burnham's Celestial Handbook*.



Dette er akkurat på grensen av det som er synlig uten kikkert. Minimum er typisk rundt 11,5 mag., hvilket betyr at vi uten problemer skulle kunne følge hele syklusen i 8-10 tommers teleskoper. Siste maksimum var tidlig i november 1998. Neste maksimum forventes i midten av november 1999. TAF bør absolutt følge *U Orionis* nøye fra høsten.

De relativt regelmessige variasjonene i lysstyrken har sammenheng med at stjernen holder på å slippe opp for hydrogen i kjernen og at den derfor må gå over til å brenne helium i stedet. For å få til dette må kjernen trekke seg sammen slik at temperaturen og tettheten øker nok til at helium kan starte å fusjonere til blant annet neon og oksygen. Dette skjer når ca. 40% av stjernens masse er omdannet til helium. Underveis har energitransporten i stjernen økt i takt med temperaturøkningen i kjernen slik at stjernen har blitt blåst opp til en kjempestjerne med lav overflatetemperatur. Den er blitt en rød superkjempe. Tenningen av *heliumfusjonen* skaper imidlertid ubalanse i stjernens indre. Forstyrrelsene forplanter seg utover nærmest som tidevannseffekter, og stjernen begynner å pulsere langsomt. I løpet av en syklus kan stjernens radius øke med en faktor to samtidig som overflatetemperaturen synker fra ca. 2600°C til ca. 1900°C. Det er dette temperaturfallet som gjør at stjernens lysstyrke avtar så drastisk i den synlige delen av spekteret fordi en mye større andel av strålingen nå sendes ut i infrarødt lys som vi ikke kan se. Samtidig får stjernen en dypere rødfarge. Etter en stund stabiliserer heliumforbrenningen seg, og stjernen slutter å variere så voldsomt i lysstyrke.

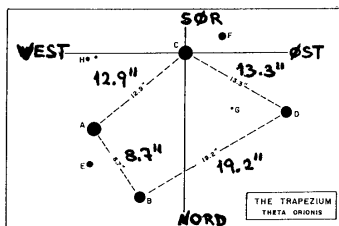
Se forøvrig omtale av variable stjerner i Oriontåken.

## Lysende gasståker

*Oriontåken* (M42) er himmelens desidert mest berømte lysende gasståke. Den er lett synlig uten kikkert, og blir svært fin i prismekikkerter. I åtte tommers (20 cm) teleskoper kan man se mange av strukturene som er synlig på bilder. Lyset er allikevel så svakt at *Oriontåken* ser grønn ut selv i de største kikkerter fordi vårt øye oppfatter svakt lys som grønt. Grønnfargen er en skuffelse for de fleste som er vant til å se flotte bilder av *tåken* der rødt dominerer. *Oriontåkens* avstand er omtrent 1600 lysår, og de sentrale delene dekker et område på 5-6 lysår. Deler av *tåken* finnes over nesten hele Orion. Dens totale masse tilsvarer omtrent 10 000 solmasser, og den inneholder en rekke svært unge stjerner. Den dag i dag fødes nye stjerner i *Oriontåken* som er preget av en kaotisk gasstrømning.

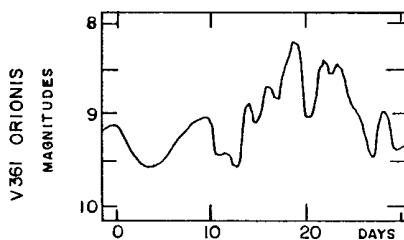


Fotografiet er tatt med forfatterens og Theodor Abrahamsens Celestron 11" teleskop av Theodor Abrahamsen, Hamar.



De mest kjente stjernene i *Oriontåken* er de fire stjernene som danner det såkalte *Trapeset* i sentrum av *tåken*. Illustrasjonen er fra Burnham's *Celestial Handbook*. Lysstyrken til disse er 5.4, 6.3, 6.7-7.7 (formørkelsesvariabel stjerne) og 8.0-8.7 (uregelmessig variabel stjerne). Avstanden mellom *Trapeset* stjernene er fra 8.7 til 19.2 buesekunder. De er derfor lette å skille selv i de minste kikkertene.

Innenfor et område på 5 bueminutter med *Trapeset* i sentrum finner vi hele 300 stjerner klarere enn 17. mag. Femti av disse er sterkere enn 14. mag. Mer enn halvparten av disse stjernene viser svært uregelmessige variasjoner med amplituder fra litt under 1 mag. til ca. 3 mag. som f.eks. for V361 på figuren.



Slike lysvariasjoner er typisk for svært unge, blå kjempestjerner som mange av dem er. Mange av dem ligger godt innenfor rekkevidden av prismekikkerter og mindre teleskoper. Dette er alle stjerner som amatørastromen kan gjøre et meget nyttig arbeid med å observere systematisk. En

fin oppgave for TAF. Illustrasjonen er fra Burnham's *Celestial Handbook*.

*Oriontåken* lyser på grunn av den intense ultrafiolette strålingen fra de svært varme stjernene i *Trapeset*. Dette er stråling som har høy energi. Den "dytter" derfor lett elektronene i gassatomene bort fra sine lave og stabile energinivåer og opp i svært høye energinivåer. Elektronene faller i løpet av brøkdeler av sekunder tilbake til sin grunntilstand, men da gjerne via flere mellomnivåer. Det sendes ut et lysglimt hver gang elektronet faller til et lavere nivå. Forskjellen mellom energinivåene bestemmer energien, og derved fargen på lyset som sendes ut. Liten forskjell i energinivåene gir lav energi og lys i den røde delen av spekteret. Stor forskjell gir mer energirikt lys i den blå delen av spekteret. Det er også viktig å merke seg at disse lysglimtene sendes ut i en *tilfeldig* retning i rommet.

Vi har altså en situasjon hvor store mengder ultrafiolett lys som ikke er synlig for vårt øye sendes ut fra stjernene i *Trapeset*. En viss andel av denne energien, som ellers aldri ville ha truffet jorda fordi den ble sendt ut i en annen retning, absorberes av atomene i *tåken*. Gassen sender så ut igjen noe av energien som lys med lengre bølglengder (rødere lys) som vårt øye kan se, og i en tilfeldig retning slik at noe av lyset sendes mot jorda hvor vi derfor kan se gassen lyse.

Til alt overmål har ulike atomer kun et begrenset antall forskjellige energinivåer. Et oksygen atom vil f.eks. sende ut lys med helt bestemte, og klart avgrensede spektrallinjer (farger). Og disse er forskjellige fra linjene som sendes ut fra hydrogen, helium, karbon og alle andre grunnstoffer. Vi kan derfor finne ut akkurat hvilke atomer som finnes i gasståken ved å sende lyset fra den gjennom et prisme og se hvilke bølglengder lyset består av. På denne måten har man kommet fram til at gassen i *Oriontåken* består hovedsakelig av hydrogen, helium, karbon, oksygen og nitrogen med spor av

svovel, neon, klor, argon og fluor. For hvert nitrogenatom er det ca. 1,25 oksygen-, 3 karbon-, 500 helium- og 5 000 hydrogenatomer, mens det bare er 3 fluoratomer for hvert 5 000 nitrogen atom.

Man tror forøvrig at det er bare 20 - 25 000 år siden Trapesstjernene begynte å skinne.

Omtrent  $0,5^\circ$  nord for Orientåken ligger det en annen fin lysende gasståke; *NGC 1977*. En tredje lysende gasståke, *M43*, ligger mellom disse. *M43* er så nær Orientåken at den fort kan oppfattes som en del av Orientåken.

*M78* er en fjerde fin gasståke som er lett synlig i et middels stort teleskop. Den ligger såvidt til venstre for linjen mellom Alnitak og Betelgeuse, og i en avstand på ca.  $2^\circ$  fra førstnevnte (se kartet på figuren helt fremst i artikkelen). To 10 mag. blå kjempestjerner lyser opp gassen. Avstanden er ca. 1600 lysår.

#### Mørke gasståker

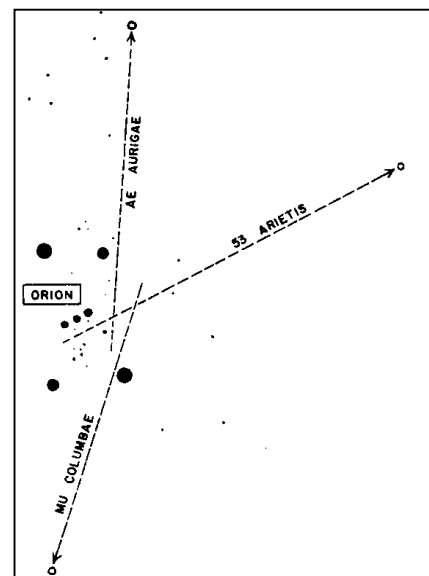
*Hestehodetåken (B33)* er himmelens mest berømte mørke gasståke. Den ligger om lag  $0,5^\circ$  rett sør for Alnitak, som er den sterkeste stjernen på fotografiet, og som er nederst til venstre i Orions belte. Den består av mørk gass som blokkerer for den gasståken som Alnitak lyser opp i bakgrunnen ca. 1600 lysår unna. Selve hestehodet er trolig ca. 1200 lysår unna. I såfall er den ca. 1 lysår tvers over. Det heller beskjedne antallet stjerner til venstre for Hestehodetåken i et område som ellers er rikt på stjerner, viser at den kun utgjør en liten del av en mye større mørk gasståke.



Hestehodetåken krever lange eksponeringstider i store kikkerter dersom detaljer skal bli synlige. Teleskoper viser tåken, men da uten særlig detaljer. Den er nesten usynlig ved direkte observasjon selv i store kikkerter.

#### Supernovaer

Man forventer svært mange supernovaer i et område med så mange kjempestjerner som i Orion. I så måte er tre stjerner med unormalt høye hastigheter i verdensrommet av spesiell interesse. Disse tre er *AE Aurigae*, *53 Arietis* og *MU Columbae* som alle har omtrent samme avstand som Orientåken (ca. 1600 lysår). Med sine nåværende hastigheter ville de vært i, eller svært nær, Orientåken for henholdsvis 2,7, 5,0 og 2,7 millioner år siden. Illustrasjonen fra *Burnham's Celestial Handbook* viser bevegelsen til de tre stjernene.



Selv en ufattelig sterk supernovaeksplosjon ville i seg selv ikke være nok til å kaste stjernene ut fra Orientåken med så stor hastighet som de har nå. Derimot kan de ha vært medlemmer av hvert sitt tette dobbeltstjernesystem hvor stjernene har rotert svært hurtig rundt hverandre. En supernovaeksplosjon kunne da ha brutt gravitasjonsbindingen mellom de to stjernene slik at den andre stjernen har fortsatt ut i verdensrommet med sin opprinnelige store banehastighet. Dette er den eneste sannsynlige forklaringen man hittil har fremsatt for å forklare de tre stjernenes unormalt høye hastigheter i verdensrommet.



# Start med astrofotografering

- Finnes det noen fasit?

Av Thomas Jacobsson

**Ja, finnes det egentlig noen enkel "oppskrift" på hvordan astrofotografering skal gjøres? Dette svaret er jo dømt til å bli *nei*, men mulighetene er derimot flere. I denne artikkelen vil dere få et glimt av astrofotograferingens virkelighet.**

## Med stativ

Den enkleste formen for astrofotografering er med kamera (husk snorutløser) og stativ. På denne måten kan du fange opp både meteoror, stjernespor, lyssterke tåker og kometer, planetkonjunksjoner og mer. For å se stjernespor og lyssterke meteoror kan 200 ISO film og oppover brukes.

Dersom tåker og kometer er et ønske, er det en fordel å benytte seg av lysfølsom film fra 400 ISO (eller enda bedre: 640 ISO - 800 ISO) og oppover til cirka 1600 ISO - 3200 ISO, men med så lysfølsom film, er det fare for at bildene vil bli svært grovkornede. Gode "all-round" filmer er Fuji Super G 800 Plus og dens etterkommer Fuji Superia 800 (disse filmene gir fargebilder på papir). Fuji Super G 400 Plus og Fuji Superia 400 er også bra filmer, og ved pressing til 800 ISO blir de som sine søsterfilmer (Super G 400/800 Plus ble kåret til best i test av *Astronomy* i forbindelse med kometfotografi de siste årene).

I begynnelsen kan det være lurt å styre unna diasfilmer, siden disse lett blir feileksponerte. Negativ film har et større eksponeringsområde som gir skarpe bilder.

En annen film det kan være lurt å styre unna er Kodak Gold Zoom 800 ISO (de øvrige filmene i Kodak Gold-serien er derimot gode filmer). Denne filmen har samme lysfølsomhet som de to Fuji 800-filmene, men er mye mer grovkornet og gir bleke farger. Dette er en film jeg har prøvd én gang, og det vil også bli den eneste... Jeg vil anta at en pressing til 800 ISO av Kodak Gold Ultra 400 er en bedre løsning.

Dersom du fotograferer med 50 mm normalobjektiv, bør du blende ned linsen til f/2,8 - f/5,6 og eksponere i opptil 1 minutt. Ved lengre eksponeringer vil stjernesporene dominere bildet

(avhengig av hvor på himmelen du tar bildet). Med 135 mm objektiv bør ikke eksponeringene overskride 30 sekunder, og med 28 mm linse bør eksponeringen holde seg innenfor 2 minutter. Blenderåpningen bør være den samme.

Med denne metoden har jeg både fått med Nord-Amerikataken (NGC 7000), Pelikantåken, Pleiadene (M45), Hyadene (Mel.25), Andromedagalaksen (M31) og mer.

## Piggyback

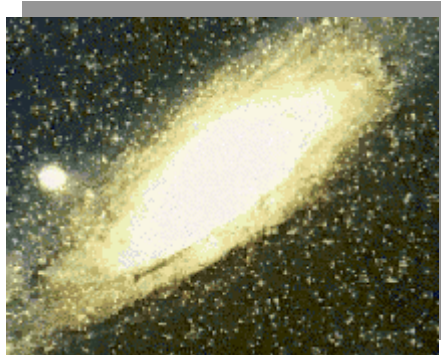
En annen metode er piggyback-fotografering. Det vil si at kameraet monteres på teleskopryggen, og mens en guider gjennom teleskopet kan en ta fantastiske vidvinkelbilder av Melkeveien, oversiktsbilder over f. eks. området rundt Deneb (den sterkeste stjernen i Svanen - Cygnus) og bilder av sterke kometer. Til denne typen fotografering er en motor til stor hjelp, men ikke nødvendig dersom du skal guide med opp til 300 mm objektiv. Selv har jeg guidet med 210 mm objektiv i et kvarter med godt resultat. Husk også at polstillingen må være langt mer nøyaktig når det skal guides under eksponeringen.

Her er det kjekt å bruke lysfølsom film, helst over 400

ISO. 800 ISO - 1600 ISO er ideelt. Siden denne fotoformen tillater lengre eksponeringer, er også flere objekter innen rekkevidde.

F. eks. Californiatåken (NGC 1499), Dobbeltthopen, Mirfakhopen, Hestehodetåken (B33) og Flammetåken (NGC 2024).

## Gjennom teleskopet



**Den store galaksen M31 – bedre kjent som Andromedagalaksen. Selv enkle midler kan gi gode resultater på denne gigant som ligger om lag 2,93 mill. lysår unna.**

Dette er den mest krevende varianten, og krever langt mer av både fotograf og utstyr. Nødvendig tilbehør er bl.a. motor, kameraadapter, T-adapter, guideteleskop eller off-axis guider, trådkorsokular, en stabil montering med nøyaktig polinnstilling. Lyssterk film (640 ISO - 800 ISO og oppover) er ofte å foretrekke litt avhengig av hva som skal fotograferes og hva slags utstyr som ellers brukes.

Siden selv ikke den beste montering linjeres opp 100% nøyaktig, må observatøren være konsentrert *hele tiden*. Dette betyr at det minste øyeblikk av dårlig konsentrasjon kan ødelegge bildet.

Pluto kan faktisk fotograferes selv med små teleskop, og vil da avbildes som en liten stjerne.

Ved å plassere et okular i kameraadapteren, får en større forstørrelse og planetenes, Månens og Solas (HUSK: FILTER!) overflate kan fotograferes.

I stedet for et speilreflekskamera, kan et CCD-kamera plasseres i okularfatningen. Et CCD-kamera er et lysfølsomt digitalt kamera som fanger opp svake objekter på få minutter. De billigste CCD'ene på 8000 kr. til 20 000 kr. gir lyssterke bilder, men ikke noen imponerende oppløsning. For 50 000, derimot, kan du få et *svært* godt kamera. CCD-foto krever samme tilleggsutstyr som nevnt over. Kameraet kan også utstyres med et sett fargefiltre for å kunne ta fargebilder (kjøpes separat).



**Med et så stort teleskop utstyrt med en god ekvatorialmontering, er det ingenting i veien for at du kan ta gode bilder både med piggyback og kamera-adapter.**

Siden selv de minste rystelser gir utslag på bildene ved gjennom-teleskopet-fotografering, bør en gjøre følgende:

1. Hold et ark e.l. foran teleskopets lysåpning idet eksponeringen settes i gang. Dette er for å unngå rystelser i fotoapparatet når speilet vipres opp.
2. Ta bort arket etter 10 - 15 sek. (eller når *du* mener ristingen er borte). Det er nå eksponeringen virkelig begynner.
3. Når eksponeringen avsluttes føres arket igjen foran lysåpningen for å unngå risting i det speilet faller på plass igjen.

*Husk:* Guiding gjennom fotoapparatet er nytteløst. Under eksponeringen vil søkeren være svart på grunn av at speilet er blitt vippet ut av posisjon.

## Filmer

Det finnes flere bra astrofilmer på markedet. Når film skal velges er ikke alltid fargene eller ISO'en det viktigste. Det beste rådet jeg kan gi, er å si at en må prøve seg frem. Det har jeg gjort, og selv om jeg stadig prøver ut nye filmer, vil fremdeles Fuji brukes mest. Vel, til jeg finner en som er bedre for meg, iallfall.

Her følger uansett en oversikt over antatt bra filmer (jeg har ikke prøvd alle selv):

*Fuji Superia 400 og 800 ISO* (tidligere versjoner kalt HG, Super G og Super G Plus) - NF

*Kodak Ektapress PJC 1600* (pressefilm opp til 6400 ISO) - NF

*Kodak Ektapress PJ 800* - NF

*Kodak Ektapress PJ 400* - NF\*

*Kodak Technical Pan 2415* - NS&H\*

*Fuji Provia 1600* (pressefilm fra 400 ISO opp til 1600 ISO) - DF\*

*Kodak Professional Ektachrome 200* - DF\*

*Kodak Elite Chrome 100* - DF

*Kodak Elite Chrome 200* - DF

*Forklaringer:*

*NF* - Negativ Fargefilm

*NS&H* - Negativ Svart & Hvit film

*DF* - Dias Fargefilm

\* Jeg har ikke prøvd filmen selv

## Eksponeringer

Lengde av eksponeringene er svært vanskelige å forutsi.

Fra svært belyste steder vil eksponeringer over to minutter på 800 ISO film og blender f/4 gi overeksponerte bilder. Fra de

mørkeste observatoriene (f. eks. *Anglo Australian Observatory* - AAO og Mauna Kea) kan eksponeringene vare i timevis.

Verdens kanskje beste astrofotograf med fotografisk film, David F. Malin, som jobber ved AAO har fortalt meg at han kan eksponere i opp til 8 timer med 3,9-metersteleskopet *Anglo Australian Telescope* (AAT). Da er det himmelgløden selv som begynner å vise seg, og ikke noen som helst form for lysforurensning.

Derfor må en selv prøve seg frem til de beste kombinasjonene av blender, film og tid. Selv har jeg guidet i 15 minutter ved f/2,8 og fått svart himmel. Så ta utgangspunkt i informasjonene i denne artikkelen og prøv deg frem, da vel. Det er nemlig det astrofotografering dreier seg om.

# Dypdykket

Av Roald Høyer-Hansen og Thomas Jacobsson

At det er galaksehopen i Virgo (*Virgohopen* eller *Coma-Virgohopen*) som er det mest aktuelle området på himmelen for øyeblikket, er nok godt kjent blant amatørastrofysikere over hele verden. Denne hopen befinner seg nemlig like nord for himmelens ekvator, og kan dermed sees fra de fleste områder på Jorda. Coma-Virgohopen inneholder flere berømte galakser, deriblant *Sombrerogalaksen* (M104), "Eyes" (NGC 4435 og NGC 4438), den enorme M87 og parene M84 og M86. Coma-Virgo-hopen danner antakeligvis sentrum i en superhop som inkluderer bl.a. Den Lokale Gruppen, som igjen inneholder Melkeveisystemet, Andromedagalaksen (M31/NGC 224) de Magellanske Skyer og Lykkehjulgalaksen (M33).

Amatører som vil utforske denne hopen har mye å glede seg til, men må også være klare over at det er en stor utfordring de står ovenfor. Siden hopen ikke ligger så langt unna den galaktiske nordpolen, er det heller ikke så mange stjerner i området. Dette gir bedre utsikt, men dårligere navigasjonsmuligheter.  $\epsilon$  (Epsilon) Virginis, også kjent som *Vindemiatrix*, kan brukes som utgangspunkt for stjernehoping i Virgo.

## Stjernehopingen

### De Siamesiske Tvillinger

Første utfordring kan bli å finne galakseparet *De Siamesiske Tvillinger* (NGC 4567 og NGC 4568), og den nærliggende NGC 4564. Sentrer først  $\epsilon$  Vir i søkekikkerten. Beveg så teleskopet vestover langs *timeaksen* (R.A.) litt over  $5^\circ$  til du treffer på "The Box". Boksen er en liten stjernegruppe som ser ut som en miniatyrversjon av Tvillingene (Gemini). Cirka  $0,5^\circ$  øst for Boksen ligger De Siamesiske Tvillinger, mens NGC 4564 ligger rett nord for parene.

### NGC 4429

Benytt igjen søkeren for å dra videre vestover 3-4 grader til du treffer "South Arc" (*Sydbuen*). Den består av fire stjerner som danner en liten bue med en lengde på omlag  $0,6 - 0,7^\circ$ . Buen "står" i nord-syd-retningen, og de tre nordligste stjernene er de mest lyssterke. Like ved den midtre lyssterke ligger galaksen NGC 4429.

### M87

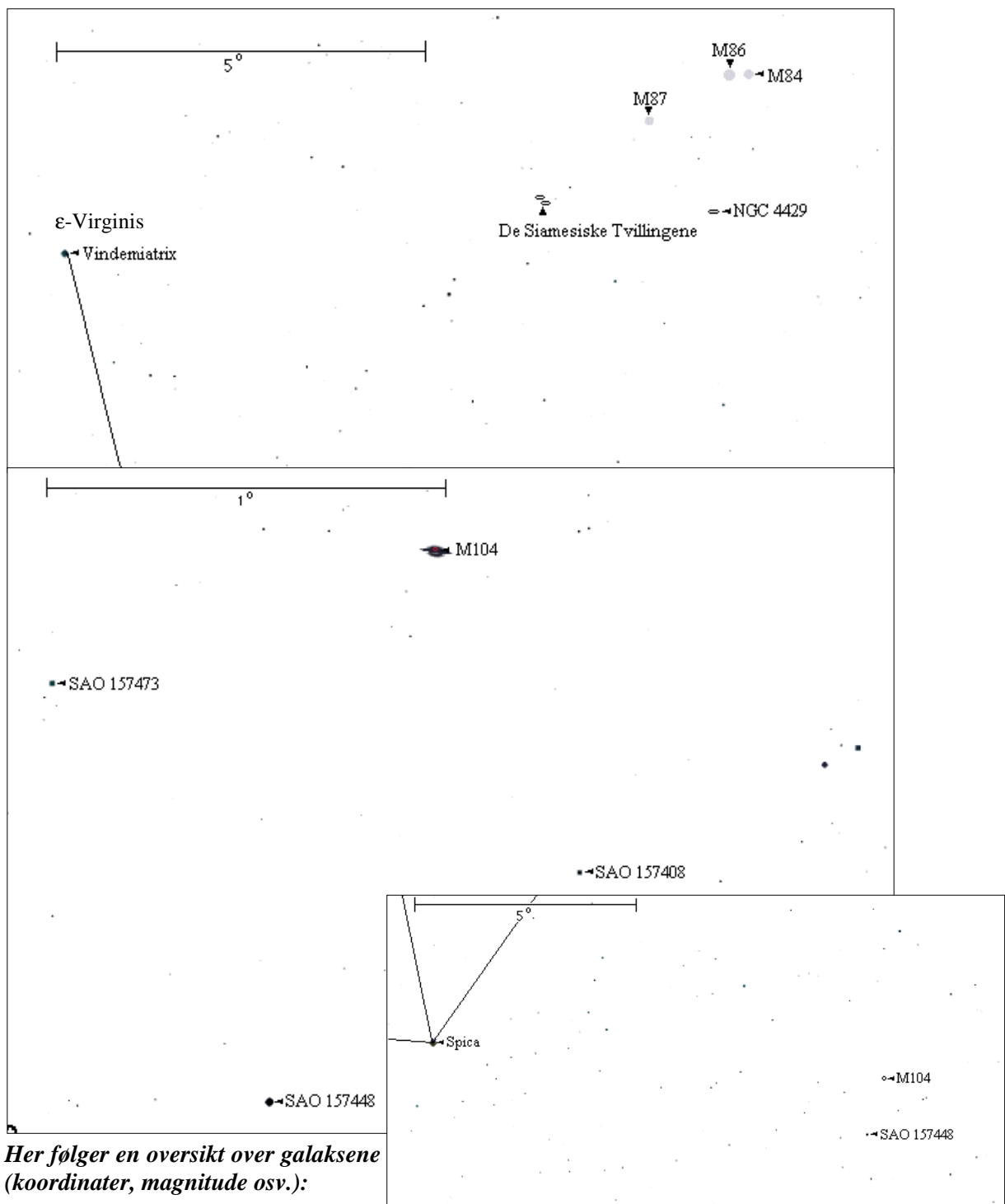
Tilbake til søkeren nok en gang. Denne gangen er det selve M87 som skal lokaliseres. En drøy grad nordøst for Sydbuen ligger De Tre Buer. Følg linjen fra Sydbuen mellom de to østligste av De Tre Buer. Fortsett like langt nordøst som du allerede har beveget deg fra Sydbuen, og du finner kjempen.  $0,1 - 0,2^\circ$  sørvest for M87 ligger NGC 4476 og NGC 4478, der 4478 er den nærmeste.

### "Grand Tour"

Neste punkt blir å lokalisere den vestligste av De Tre Buer i søkeren. Følg en grad nordover til et lite, men like fullt berømt, galaksepar; "Eyes" (*Øynene*). Følger du hovedteleskopet en halv grad vest-sørvest, lander du mellom de to store galaksene M84 og M86. Både Øynene og parene M84/M86 hører til et stjernehopingsområde som kalles "Grand Tour".

For spesielt interesserte kan også kantspiralen M104 (*Sombrerogalaksen*) nevnes som et interessant objekt. Denne galaksen ligger riktignok på sørhimmelen, men ikke på noen som helst "drastisk" måte. Den kommer cirka  $25^\circ$  over horisonten i Trondheim, så den er absolutt mulig å observere.

Så er det bare å ønske lykke til med galaksejakten. Selv om det kan være noe sent i år, så er det jo muligheter igjen neste år. Derfor gjenstår det nå bare å ønske lykke til med galaksejakten og mye klarvær - både på sommer- og vintertid. Dersom du ønsker flere opplysninger, kan du ringe tlf. 72 58 62 23 (*Thomas*), så skal jeg forsøke å svare på spørsmål.



Navn	R.A. (2000.0)	Dekl. (2000.0)	Mag.	Størrelse	Type	Utstrekning
M84	12h25m.1	15°53'	9.1	5'.1 x 4'.1	E1	SØ-NV
M86	12h26m.2	12°57'	8.9	12'.0 x 9'.3	E3	SØ-NV
M87	12h30m.8	12°24'	8.6	7'.1 x 7'.1	E0-1 pec	Sirkulær
M104	12h40m.0	-11°37'	8.3	7' x 2'	Sb	Ø-V
NGC 4429	12h27m.4	11°7'	10.0	5'.6 x 2'.6	S0	Ø-V
NGC 4564	12h36m.4	11°26'	11.1	2'.6 x 1'.7	E	NØ-SV
NGC 4567	12h36m.5	11°15'	11.3	2'.7 x 2'.3	Sbc	Ø-V
NGC 4568	12h36m.6	11°14'	10.8	4'.7 x 2'.2	Sbc	NNØ-SSV