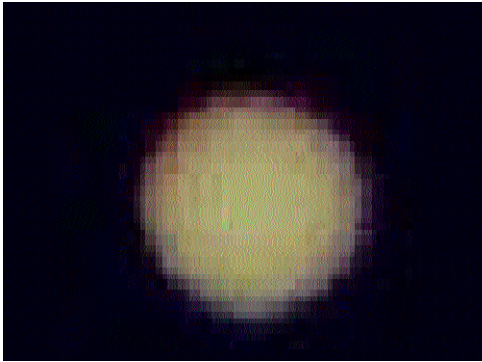
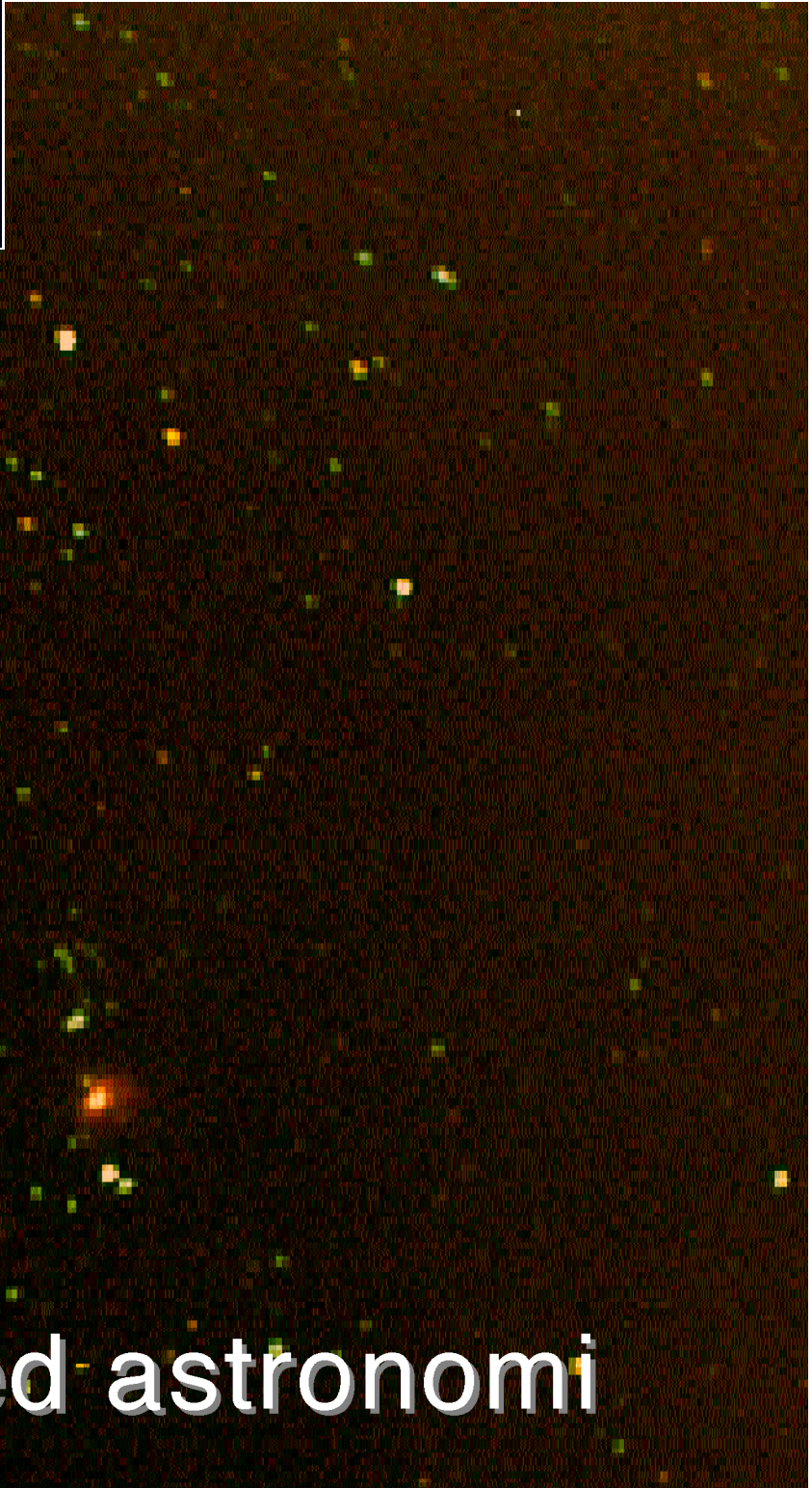


TRONDHEIMSASTRONOMEN

Nr. 1 Februar 1999 1. årgang



På stjernehimmelen i tiden fremover vil Jupiter (bildet) dominere himmelen sammen med Venus. Prøv også å legge merke til planetenes faser. (Foto: Thomas Jacobsson)



Start med astronomi



Redaktørens ord

Nå er dette første gang jeg skriver en slik spalte, og det er også første gang jeg opptrer som redaktør. Det inntrykket jeg sitter igjen med når dette første nummeret av Trondheimsastronomen er utgitt, er at dette kan bli moro etterhvert.

Foreningen

Det er jo også moro å kunne konstatere at vi nå er blitt en ny astronomiforening, og at vi har noen planer ganske klare allerede (observatorium, web-sider, medlemsblad). Med våre omlag 60 medlemmer er vi allerede en ganske stor forening på landsbasis når en ser på medlemstallet.

Bladet

Byggesteinen i et blad er jo uten tvil artiklene. Artikler er noe som mange tar for en selvfølge, men som en kan se av dette nummeret er det mangelvare, så langt. Både bilder og artikler tas imot med takk. Artikler og scannede bilder sendes til meg selv, mens uscannede bilder sendes til Birger Andresen eller Roald Høyner-Hansen. Det er ønskelig at disse artiklene overleveres elektronisk (diskett eller e-post), og dersom du ønsker å få disketten(e) i retur, vil det normalt skje tidligst ved førstkommende møte etter at disketten er tatt i bruk. Ikke vær så redd for om bidraget ditt er så profesjonelt. Det skal noe til for å gjøre meg misfornøyd, og det aller meste vil nok få plass i bladet. Enten det er snakk om nyhetsnotiser fra andre blader, forklaring på hvordan en stiller opp en ekvatorialmontering eller annet.

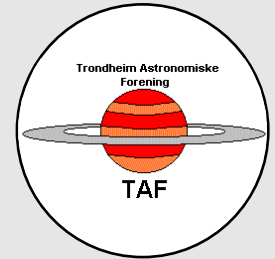


Leif Espen Skjægstad

Takk til

Dette nummeret består kun av stoff skrevet av meg selv, TAFs leder, Birger Andresen og Roald Høyner-Hansen. På sikt håper jeg jo at flere vil få navnet sitt på trykk. I første omgang vil jeg derfor levere en takk til Birger Andresen for god innsats både med blad og styre, og til vår layoutsjef Roald Høyner-Hansen, som har tatt seg av utseendet til bladet vårt.

Da er det vel på tide å avslutte her, og la deg som leser bevege deg videre inn i astronomiens verden. La oss håpe at denne foreningen vil blomstre inn i fremtiden.



Redaktør:

Thomas Jacobsson
Nedre Flatåsvei 290
7079 Flatåsen
Tlf: 72 58 62 23
E-post: thomasjacobsson@hotmail.com

Medarbeidere dette nr.:

Birger Andresen

Layout:

Roald Høyner-Hansen
Poppelveien 1G
7058 Jakobsli
Tlf: 73 91 44 66
E-post: thoyerha@online.no

TAF-STYRET

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
7079 Flatåsen
Tlf priv: 72 58 62 23
E-post: thomasjacobsson@hotmail.com

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@golamor.no

Materialforvalter/Kasserer:

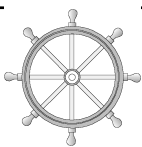
Bernhard Røsch
Naustmarka 76
7560 Vikhamar
Tlf priv: 73 97 89 49
E-post: bernhard.rosch@st.telia.no

Tur-/Møtekoordinator:

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

Varamedlem:

Magnus Reigstad



Styret informerer

Medlemmer av TAF, som ønsker å melde seg inn i Norsk Astronomisk Selskap (NAS), bør gjøre dette gjennom TAF. TAF vil da få en vervepremie på kr. 30,-. I tillegg får TAF kr. 10,- per år fra NAS for hvert av disse medlemmene, så lenge vedkommende opprettholder både sitt TAF- og NAS-medlemskap.

Priser for medlemskap i NAS:

Medlem med abonnement på både Astronomi og Astronomisk Tidsskrift:	kr. 300,-
Medlem med abonnement på Astronomi:	kr. 190,-

Både A og AT kommer ut i fire eksemplarer årlig. Ved løssalg koster Astronomi kr. 45,- per nummer.

Ta derfor kontakt med undertegnede eller TAFs kasserer Bernhard Røsch, Naustmarka 76, 7560 Vikhamar (bernhard.rosch@st.telia.no) dersom du vil bli medlem av NAS.

Birger Andresen,
leder i Trondheim Astronomiske Forening

Forsidefoto: Orienttåken (M42) er ett kjent motiv for alle astronomer, og er også et yndet fotoobjekt. Her er det Roald Høyner-Hansen som har fått tak i noen av godbitene i området. For øvrige amatørtips, se side 6 ("Start med astronomi")

TRONDHEIMSASTRONOMEN

Nr. 1 Februar 1999

Innhold

Artikler

Side 4:

Himmelsk stevnemøte

Den 23. februar kommer Jupiter og Venus til å passere *svært* nær hverandre.

Av Thomas Jacobsson

Nytt planetarium i Trondheim

Vitensenteret i Trondheim har fått permanent planetarium.

Av Birger Andresen

Side 5:

Rapport fra Geminidene 1998

Under Geminidene i desember i fjor, var Birger Andresen på Nyjord for å observere svermen.

Av Birger Andresen

Side 6:

Rapport fra Leonidene 1998

Under Leonidene i november i fjor, var Birger Andresen, Magnus Reigstad og Tone-Lill Seppola på Hjerkin for å observere svermen.

Av Birger Andresen

Start med astronomi

Her er en artikkel som forteller litt om å begynne som amatørastonom. Noen praktiske tips er det også plass for.

Av Thomas Jacobsson

Side 8: *Planck*

Planck-satellitten planlegges skutt opp i år 2007. I løpet av 18 måneder skal den kartlegge ørsmå temperaturvariasjoner i den ellers så jevne bakgrunnstrålingen over hele himmelen.

Av Birger Andresen

Faste sider

Side 2:

Redaktørens ord

Styret informerer

Styret i TAF

Side 4:

Styret i Gal-Aksen (AAF)

Side 7:

Dypdykket

En kort presentasjon av et aktuelt område på den trønderske stjernehimmelen.

Av Roald Høyér-Hansen og Thomas Jacobsson



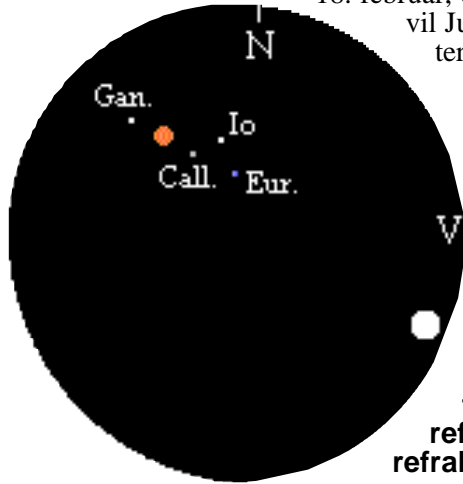
Roald Høyér-Hansen

Månen er for mange amatører et kjærts observasjonsobjekt. Her har Roald Høyér-Hansen fanget vår eneste satellitt med en 4,5" newtonreflektor og 35 mm fotoapparat.

Himmelsk stevnemøte

Av Thomas Jacobsson

I februar kan det være lurt å holde et øye med planetduoen Venus/Jupiter. I løpet av februar måned kommer nemlig disse to planetene svært nær hverandre (geometrisk sett, ikke fysisk). Minsteavstanden er beregnet til å bli $0,13^{\circ}$, og denne vil inntreffe den 23. februar, rundt kl. 18. Planetene er da synlige lavt i vest-sørvest. I dagene før konjunksjonen (samstillingen), vil den voksende nymånen være et godt referansepunkt, da den danner en trekant med planetene den 18. februar, og en linje den 17. (Månen befinner seg da under planetene.) Under konjunksjonen vil Jupiter ligge like nordøst (opp til venstre) for Venus, og begge planetene, samt Jupiters Galileiske måner, vil være synlige i et teleskop med over 80 ganger forstørrelse.



Klokken 18.00 vil alle fire måner være synlige fra Jorden. Dette er en sjanse vi må benytte. Det er nemlig sjelden to planeter passerer så nær hverandre. I fjor ble ikke minsteavstanden bedre enn $0,3^{\circ}$. Til sammenlikning er månens vinkeldiameter cirka $0,5^{\circ}$, altså knapt fire ganger større enn minsteavstanden mellom Jupiter og Venus. Det kan også nevnes at for folk med perfekt horisont, kan planeten Merkur skimtes noen få grader over horisonten.

Denne illustrasjonen viser konjunksjonen på sitt mest intime, og er her "sett" gjennom et teleskop med vendeprieme, slik at nord er opp og vest er til høyre. Det er nemlig slik det ser ut uten kikkert. I en newtonreflektor vil nord være ned og vest til venstre, mens gjennom en refraktor med diagonalspeil vil nord være opp og vest til venstre. En refraktor uten diagonalspeil vil gi samme bilde som en newtonreflektor.

Styret i Gal-Aksen, Autronica Astronomiske Forening

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

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

Varamedlem 1:

Oddvar Tevik
Selsbakkveien 41
7027 Trondheim
Tlf. priv.: 72 56 17 16
E-post jobb: ote@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

Materialforvalter:

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

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

Nytt Planetarium i Trondheim.

Av Birger Andresen

Vitensenteret i Trondheim har en stund disponert et mobilt, oppblåsbart planetarium. Rett før jul ble et større, permanent planetarium åpnet i Vitensenterets bygg på hjørnet av Kjøpmannsgata og Kongens gate i Trondheim sentrum. Foreløpig er det faste visninger for vanlig publikum kun lørdager, samt på noen ukedager f.eks. i forbindelse med høytider. I tillegg er det mulig å avtale spesielle visninger for grupper på andre dager. Det jobbes med å ha visninger for vanlig publikum også på en fast ukedag.

Planetariet består av en cirka 5 meters kuppel av glassfiber. I sentrum står prosjektøren som er en liten lyskilde som er montert i en ramme som roteres med en motor for

å simulere stjernenes rotasjon om polpunktet. Rammen kan tippes slik at polstjernen kan være alt fra senit til i horisonten. Over lyskilden og ned i den roterende rammen tres en tynn, sort sylinder i plast med hull for de ulike stjernene. Planetariet har per i dag to slike stjernesyndre, en med stjernebildenes omriss inntegnet, og en som kun viser selve stjernene. Planetene kan simuleres med egne små speil som monteres på stjernesynderen etter behov. Det er plass til 25-30 personer i planetariet.

På visningene fortelles legender hovedsakelig fra Gresk mytologi om hvordan dyr, helter og monstre endte opp som stjernebilder på himmelen. Det fortelles også hvordan man med utgangspunkt i Karlsvogna og Orion kan

finne andre stjernebilder og interessante objekter som f.eks. Oriontåken og Andromedatåken. Det fortelles også om planetenes vandring i dyrekretsen, og litt om stjerners farge og avstander i universet. I visninger som Trondheim Astronomiske Forening holder, brukes det i tillegg overhead-prosjektor og lysbildefremviser. Disse brukes blant annet når det snakkes om kometer, meteoror, meteoritter og stjerners fødsel, liv og død. Både profesjonelle lysbilder og foreningens egne amatørbilder brukes.

For ytterligere informasjon, kontakt Vitensenteret, Postboks 4379, Hospitalsløkkan, 7002 Trondheim (tlf. 73 59 61 23) eller Trondheim Astronomiske Forening v/Birger Andresen, Alfred Trønsdals veg 15, 7033 Trondheim (tlf. 73 93 22 69, E-post: birger.andresen@fesil.no).

De besøkende viser stor interesse for alle de spennende objektene på stjernehimmelen. Planetarieret er også blitt vist betydelig interesse både fra lokalpressen og lokale radiostasjoner.

Observasjonsrapport fra Geminidene 1998

Av Birger Andresen

Jeg reiste opp til Nyjord ca. 6 km øst for Trondheim tidlig om morgenen mandag 14. desember for å observere Geminidenes maksimum. Det var omlag 5 kuldegrader, litt disig og noe skyer. Jeg rigget meg til med campingseng, ullpledd, masse klær, hodepute og tre dyner. Dette var mer enn nok til å holde kulda ute.

Observasjonsperioden var fra 04.35 til 05.55 norsk tid. Maksimum var forventet ca. kl. 05 norsk tid. Grensemagnituden (Lm) var stabil ved 5,1-5,4 i hele perioden. Skyer dekket i gjennomsnitt 5-10% av observasjonsfeltet som var omtrent rett opp. Radianten stod rimelig høyt i sørvest. Månen sjenerte ikke i det hele tatt.

Det ble observert 51 meteoror, hvorav 9 var sporadiske. Med unntak av en periode på 8 minutter fra kl. 05.33 til kl. 05.41, var den lengste perioden uten en meteor på 4 minutter. På det meste ble 3 meteoror sett på ett minutt, og 6 på tre minutter.

Ratene splittet opp i 15 minutters intervaller var (Gem = Geminide, Spo = Sporadisk):

04.35 -04.49 (15 minutter) :	6 Gem	4 Spo
04.50 -05.04 (15 minutter) :	8 Gem	0 Spo
05.05 -05.19 (15 minutter) :	7 Gem	1 Spo
05.20 -05.34 (15 minutter) :	15 Gem	1 Spo
05.35 -05.49 (15 minutter) :	4 Gem	3 Spo
05.50 -05.55 (5 minutter) :	2 Gem	0 Spo
04.35 -05.55 (80 minutter) :	42 Gem	9 Spo

Det ble estimert i gjennomsnitt ca. 10 sekunders avbrudd i observasjonen for hver meteor som ble notert. Effektiv observasjonstid blir da 71 minutter. 42 Geminider på denne tiden, og med relativt dårlig grensemagnitude samt 5-10% skyer er jeg godt fornøyd med. Kun 3 meteoror hadde spor av betydning. To av disse var Geminider (mag. -2 og mag. 1), mens den sporadiske var av mag. 0. Ingen andre spesielle ting ble bemerket bortsett fra at mange av de sporadiske meteororene av en eller annen grunn kom fra området rundt eller under Løven.

Magnitodefordelingen var som følger :

Mag.	-2	-1	0	1	2	3	4	5	Sum
Gem	2	0	5	4	9	11	10	1	42
Spo	0	0	1	0	1	3	4	0	9

For å unngå dødtid ved notering av meteoror, og for å slippe å stadig "kjempe" seg ut og inn av en rekke dyner, soveposer eller hva man måtte omgi seg med, vurderes det å anskaffe en liten kassettpiller med mikrofon. Dette er en velkjent teknikk for registrering av data som definitivt er å foretrekke så lenge kassettpilleren fungerer og så lenge batteriet leverer den strømmen det skal. Det er da viktig å ha blyant og skjemaer i reserve. Batteriet og kassettpilleren må beskyttes fra den verste kulda fordi kalde batterier har liten yteevne. I tillegg er det viktig å passe på at kassetten stoppes mellom hver gang data leses inn. Ellers går man fort tom for kassettbånd.

Rapport fra TAF-utflukt til Hjerkin under Leonidene.

Av Birger Andresen

Tre stk. fra Trondheim Astronomiske Forening, Magnus Reigstad, Tone-Lill Seppola og Birger Andresen, tok konsekvensen av en lite lovende værmeling for Trondheim, og reiste fra Trondheim ca. kl. 17 i retning Hjerkin. Vi ankom litt etter kl. 20, og brukte en drøy halvtime på å rigge oss til i campingsenger, liggeunderlag, soveposer, dyner, finlandshetter og masse klær. Vi innbiller oss at det var mellom 10 og 15 kuldegrader. Tidvis var det litt lett vind uten at det ble for ille. Kameraer ble klargjort, og observasjonsskjemaer, lommelykter osv. ble tatt fram.

Vi så ingen stjernesudd under forberedelsene, så vi forstod raskt at det ikke ble den festkvelden vi var så overbevist om at vi skulle oppleve dersom vi fant klar himmel. Vi trøstet oss med at det kanskje ble mye bedre etter hvert som Løven steg oppover på himmelen i nordøst.

Grensemagnituden var ca. 5.5 i starten, nede i ca. 5 når selve observasjonsperioden startet. Det er ikke mye å skryte av oppe på toppen av Dovreplatået. Det er vel omtrent slik man har en rimelig bra kveld fra Trondheim eller andre byer litt unna selve bykjernen. Det var tydelig en del små ispartikler høyt oppe i atmosfæren slik man ofte opplever 3-6 timer før snøvær. Typisk når man er noen mil utenfor et nedbørsområde.

Vi startet observasjonen kl. 21.10. Først kl. 21.32 så vi den første meteoren, men det var en relativt ubetydelig, tilfeldig meteor. Atten minutter senere kom den første av i alt 7 Leonider før vi gav oss kl. 23.40. Da hadde himmelen gradvis blitt så grumsete ($L_m = 4$ i de beste områdene rett opp) at vi ikke så noen grunn til å holde det gående lengre med de lave ratene. Vi hadde tidvis også noen tette skyer, men stort sett OK rett opp.

5 av de 7 Leonidene var klarere enn mag 0, dvs. klarere enn de sterkeste stjernene. De to klareste var mag. -2, noe som er tett oppunder Jupiter (mag. -2,8) som strålte som himmelens konge mot sør.

Vi hadde det trivelig tross dårlige rater, men det var klart at vi var veldig skuffet etter den fantastiske opptakten morgenen i forveien, da B.A. så ca. 30 Leonider på omtrent like mange minutter effektiv observasjon hjemmefra under enda dårligere forhold enn de vi hadde mye av tiden på Dovre. Åtte av disse var fantastisk fine.

Turen var allikevel verdt strevet og litt småfrysing. Vi hadde sikkert vært utrolig rastløse dersom vi hadde sittet fast i skyene i Trondheim og trodd vi hadde gått glipp av et utrolig utbrudd. Vi prøvde i hvertfall så godt vi kunne. Resten kan vi ikke gjøre noe med.

Start med astronomi

Av Thomas Jacobsson

Noe vi alle nok er enige om, er at astronomi er en svært interessant og morsom hobby. Hvordan interessen har oppstått og utviklet seg, derimot, varierer fra person til person. Skal et fellestrekk plukkes frem, er det antakeligvis lysten til å vite mer om hva som skjer der ute.

Alle som leser dette har sikkert stått ute en mørk, måneløs natt og sett stjernene blinke og skinne mot den mørke himmelen. Personlig tenker jeg tilbake til vintrene i '95 og '96 når det snakkes om å beundre universet med det blotte øye. Det var den tiden jeg ennå måtte "nøye" meg med en dårlig kollimert 8x21 kikkert. Dette medførte i sin tur at øynene mine ble mine optiske hjelpemidler.

Bare det å ligge to-tre timer under den åpne himmelen og se på mylderet av stjernene var nok til å holde meg varm.

Spesielt godt husker jeg mitt første blick på Orion. Det var vel i midten av desember 1995. Jeg hadde akkurat sett på mitt første stjernekart og var klar for det "virkelige liv". Og der, ganske lavt i sørøst, stod den majestetiske skikkelsen og holdt øye med meg. Det var alt som skulle til: Et stjernekart, litt nysgjerrighet og et blick på Orion.

Senere bestemte jeg meg for å kjøpe teleskop. Etter noen måneder med vurderinger falt valget på en 114 mm newtonreflektor med ekvatorialmontering fra Meade. Fornøyselen kostet nærmere 5000 kroner, og kom i bruk i løpet av noen dager.

Årsak til ventingen: Trøndervær!!!

Siden det fremdeles var lys himmel om natten, måtte



Se om du kan skimte Uranus med det blotte øye. Det er nemlig mulig fra mørke steder.

jeg greie meg med Sommertrekanten (uoffisielt stjernebilde, dannet av Vega - Alpha Lyrae, Deneb - Alpha Cygni og Altair - Alpha Aquilae). Det var imidlertid ikke noe problem. Å se på disse stjernene med 73 ganger forstørrelse var noe helt nytt for meg, og når Jupiter også begynte å komme til syne følte jeg at alt gikk min vei.

Omtrent et år etter at teleskopet ble kjøpt, steg ambisjonene nok en gang. Denne gang: Vivitar speilreflekskamera med 28 mm (f/2,8 - f/22) vidvinkelobjektiv, 50 mm (f/1,7 - f/22) normalobjektiv og 135 mm (f/3,5 - f/22) teleobjektiv, et fotostativ og snorutløser. Så var alt klart. Stjernespør, noen få meteoror og annet man kan forvente av så enkelt utstyr stod for tur. Et par måneder senere kom et nytt løft: Piggyback. Piggyback vil si at en monterer kameraet på teleskopryggen og guider (kompenserer for jordrotasjonen) gjennom teleskopet.

Men fremdeles, nærmere 200 bilder senere, er det ingen opplevelse som kan måle seg med fryden av å legge inn et ti minutters avbrekk i observasjonene for å legge seg rett ned ved siden av teleskopet og se opp på himmelen.

Så til alle sammen: Poenget med denne artikkelen er at det ikke er noen egentlig "fasit" på hva amatørastromoni virkelig er. Det er hva du gjør det til. Over ser du en ærlig skildring av det å være smittet av astrofeber - en smittefarlig og uheldredelig, men ikke dødelig, feber.

Alle som sitter og ruger på større eller mindre teleskoper bør derfor ikke glemme at det finnes et univers uten-



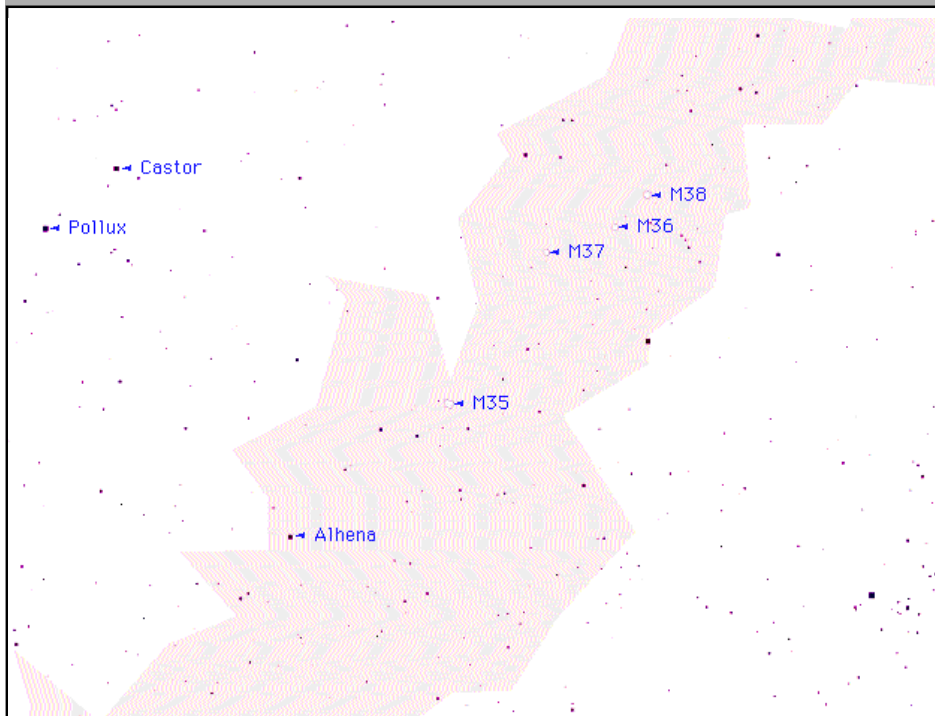
Hardangervidda er et godt eksempel på et sted med "mange" og "store" stjerner, og dessuten ingen belysning.

for teleskopets optiske flater. Og for de av dere uten teleskop eller kikkert: Det er verd pengene, men har du dårlig råd eller er litt i tvil, så la det ligge en liten stund til. Det haster ikke. Universet vil leve i mange milliarder år ennå, og du... ja, du vil forhåpentligvis leve lenge nok til å oppleve det fantastiske universet både med og uten kikkert, du også!

DYPDYKKET

Av Roald Høyér-Hansen og Thomas Jacobsson

I denne spalten vil vi ta for oss ett eller flere astronomiske objekter med søkekart. I dette første nummeret blir de fire "vinterhopene", M35-38, presentert. M35 befinner seg i den nord-vestlige delen av *Gemini* (Tvillingene), mens de tre siste ligger i *Auriga* (Kusken). Alle disse hopene er lyssterke åpne stjernehopet.



Lysstyrkene:

M35	mag. 5,50
M36	mag. 6,50
M37	mag. 6,00
M38	mag. 7,00

Planck satellitten og hva den kan fortelle oss om fundamentale kosmologiske spørsmål.

(Av Birger Andresen, Alfred Trønsdals veg 15, 7033 Trondheim)

Artikkelen er hovedsakelig basert på et foredrag for Trondheim Astronomiske Forening og GalAksen torsdag 15/10-1998 på NTNU Gløshaugen av professor Per Barth Lilje, Teoretisk Astrofysikk, Universitetet i Oslo. I tillegg er diverse kilder på Internet brukt.

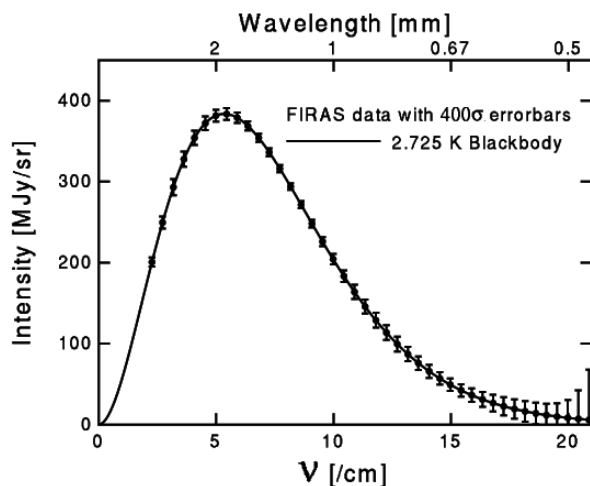
Sammendrag.

Planck-satellitten planlegges skutt opp i år 2007. I løpet av 18 måneder skal den kartlegge ørsmå temperaturvariasjoner i den ellers så jevne **bakgrunnstrålingen** over hele himmelen. Det er godt håp om at dette skal gjøre oss i stand til å bestemme de fire mest fundamentale konstanter innen kosmologien (vitenskapen om universets tilblivelse og utvikling); Hubble's konstant (H_0), Universets tetthetsparametre (Ω_B og Ω_{DM}) og Den kosmologiske konstant (Λ) med en nøyaktighet på 2-3% eller bedre.

I tillegg vil Planck-satellitten avsløre hvilken av de to konkurrerende teoriene for dannelsen av de tetthetsvariasjonene som senere ble til galaksehoper som er korrekt; **Inflasjonsteorien** eller **teorien om Topologiske defekter**, eller om nye teorier må utvikles for dette. Den vil også fortelle oss hvor mye av universets totale energi som finnes i form av **gravitasjonsbølger**, samt blant annet viktige ting om **aktive galakser** og om **materien i vår egen galakse**.

Bakgrunnstrålingen, "Big Bang" og Hubble's lov.

Penzias og Wilson oppdaget i 1965 det vi gjerne kaller universets bakgrunnstråling. Dette er en stråling som kommer til oss fra alle retninger i universet. Den er nesten lik i alle himmelretninger, og tilsvarer eksakt den stålingen vi vil få fra et såkalt sort legeme med temperatur på ca. 2.73 Kelvin* (dvs. ca. -270°C). Det var den berømte tyske fysikeren Max Planck som i sin tid satte opp modellen for sort stråling. Figur 1 viser strålingsspekteret for bakgrunnstrålingen.



Figur 1: Strålingsspekteret for bakgrunnstrålingen. Heltrukken kurve er beregnet stråling ved 2.725 K. Avmerkninger er målepunkter med feilestimater.

Oppdagelsen av bakgrunnstrålingen var svært viktig fordi den i praksis tok livet alle kosmologiske modeller bortsett fra "Big Bang"-teorien som kort fortalt sier at universet startet med en enorm eksplosjon ("Big Bang") for 14-18 milliarder år siden. Universet var da ufattelig lite, ufattelig tett og ufattelig varmt. Materien og hovedstrukturen i universet ble bestemt allerede i de første minuttene etter "Big Bang".

Årsaken til "Big Bang"-eksplosjonen kjenner man ikke, men resultatet var en enorm energiutvikling og dannelsen av materie som f.eks. elektroner og kjernepartikler som etter ca. 300 000 år kombinerte til de letteste grunnstoffene hydrogen, helium og litium (se referatet fra septembermøtet i GalAksen for noen flere detaljer). Det er den energien som ble til overs etter dannelsen av materien som vi nå observerer som bakgrunn-

* I fysikken bruker man gjerne Kelvin skalaen for å uttrykke temperaturer. Årsaken er at null Kelvin er den absolutt laveste temperaturen som kan oppnås. Denne temperaturen kalles derfor **det absolutte nullpunkt**. Man beregner temperaturen i °C ved å trekke 273.15 i fra temperaturen i Kelvin. Det absolutte nullpunktet tilsvarer derfor -273.15°C.

strålingen. Denne strålingen viser oss, litt upresist sagt, fingeravtrykket til universet slik det var akkurat i det øyeblikket universet ble kaldt nok til at elektronene ble fanget inn av atomkjernene. Dette var ca. 300 000 år etter "Big Bang", og utgjorde en dramatisk endring fordi de frie elektronene som eksisterte i store mengder før dette tidspunktet, fungerte som en slags tåke for strålingen i det tidlige univers. Denne "tåken" forsvant, og universet ble gjennomsiktig, når elektronene kombinerte med atomkjernene til atomer. Ørsmå temperaturvariasjoner på inntil 1/1000 prosent i bakgrunnstrålingen fra ulike retninger gjenspeiler tetthetsvariasjoner fra denne tiden. Tetthetsvariasjoner som senere ble til galaksehoper og de såkalte store strukturer i universet.

Et annet viktig resultat av den enorme eksplosjonen er at alle galakser beveger seg fra hverandre med innbyrdes hastigheter som øker med avstanden mellom galaksene. Dette er beskrevet ved Hubble's lov: $\mathbf{v} = \mathbf{H}_0 * \mathbf{r}$; hvor \mathbf{v} er den relative hastigheten mellom to galakser med avstand \mathbf{r} , og \mathbf{H}_0 er Hubble's konstant som vi nå tror har en verdi på mellom 55 og 70 km/s/Mpc[†]. For å illustrere denne effekten tenker man seg gjerne universet som en kjempestor bolledeig hvor galaksene er byttet ut med rosiner. Når deigen hever seg, så vil alle rosinene bevege seg fra hverandre som beskrevet av Hubble's lov, og altså fortære jo lengre unna hverandre de er. Slik vil det se ut uansett hvilken rosin (galakse) vi observerer alle de andre rosinene (galaksene) fra. Det betyr ingenting om vi er nær sentrum eller ikke. Konstanten, H_0 , uttrykker hvor fort deigen hever seg (eller universet utvider seg).

H_0 er svært viktig fordi den kan brukes både til å beregne omtrent hvor lenge det er siden "Big Bang" og avstanden mellom galaksene. Dette er svært viktige størrelser for vår forståelse av universet. Nøyaktig bestemmelse av H_0 er derfor en av de viktigste oppgavene innen kosmologien.

Universets totale masse og universets fremtidige skjebne.

Et annet av de fundamentale spørsmålene innen kosmologien er om universets totale masse er så stor at gravitasjonskreftene en gang vil stoppe utvidelsen helt, og at universet deretter vil begynne å trekke seg sammen igjen mot noe som en gang i fremtiden kanskje kan bli et nytt "Big Bang". Dette uttrykkes ved den såkalte tetthetsparameteren, $\Omega_0 = \rho/\rho_c$; hvor ρ er universets virkelige tetthet og ρ_c er universets kritiske tetthet som uttrykker den tettheten universet må ha for at utvidelsen *nesten* skal stoppe opp om uendelig lang tid. Universet vil altså utvide seg i all evighet dersom Ω_0 er mindre enn 1 (dvs. dersom ρ er mindre enn ρ_c), mens det til slutt vil "snu" og falle inn mot sentrum igjen dersom Ω_0 er større enn 1.

Universets totale masse består av såkalt **Baryonsk masse** og av såkalt **mørk masse** (Dark Matter); $\Omega_0 = \Omega_B + \Omega_{DM}$. Den kunnskapen vi har pr. i dag tyder på at Ω_0 er mellom 0.1 og 1.0, og at universet derfor vil utvide seg for bestandig. Beregningene er imidlertid så usikre at vi ikke vet om dette er rett. Spesielt usikkert er anslaget for den mørke massen som er all materie som ikke sender ut (emitterer), fanger inn (absorberer) eller sprer lys. Dette er altså masse som vi ikke kan observere på annen måte enn ved tyngdekraften fra den. Målinger av f.eks. rotasjonen av spiralarmene i galakser og av galaksene selv rundt massesenteret i galaksehoper tyder på at minst 80% av all massen i universet er slik mørk masse. Støvet mellom stjernene og galaksene er ikke mørk masse selv om den ikke lyser ved egen hjelp. Årsaken er at dette støvet både absorberer, sender ut og sprer lys. Det finnes teorier for hva mørk masse består av, men man kan pr. i dag ikke med sikkerhet gjøre rede for hva all den mørke massen består av. For de med Internet, er <http://space-time-mass.com/> et bra sted å starte om man vil vite mer om dette. Ellers gir <http://physics.hallym.ac.kr/education/stellar/darkmatter/essay.html> en god oversikt.

[†] Mpc = Mega Parsec = 1 000 000 Parsec = 3 259 000 lysår. Merk at det er blitt mer og mer vanlig blant astronomer å uttrykke Hubble's konstant som $h_0 = H_0/100$. Dette gir altså $h_0 = 0.55$ dersom $H_0 = 55$.

Den kosmologiske konstant, inflasjonsteorien og tetthetsvariasjoner på stor skala.

Et tredje fundamentalt spørsmål innen kosmologien er hvorvidt den såkalte **kosmologiske konstant**, Λ , er null eller ikke. Denne størrelsen kalles også vakuumbettheten. Dersom den eksisterer, så betyr det at vakuum også er en form for energi akkurat som stråling og materie er det. I såfall vil vakuum være en av flere eksotiske former for mørk masse. Dette vil påvirke de kosmologiske teoriene.

Det er viktig å merke seg at kvantemekanikken gir rom for en slik vakuumbetthet, og at den i såfall vil virke motsatt av tyngdekraften, altså frastøtende på annen masse (anti-gravitasjon). Teoriene sier videre at denne energien kan ha vært enormt stor i det aller tidligste universet like etter "Big-Bang". Resultatet ville i såfall være en ufattelig ekspanderende kraft som i følge enkelte teorier doblet universets størrelse 100 ganger i løpet av ca. 10^{-32} sekund (0.000 000 000 000 000 000 000 000 01 sekund). Dette er en helt ufattelig utvidelse når vi påpeker at et hydrogenatom vil forstørres til hele det observerbare univers om dets størrelse ble doblet 120 ganger.

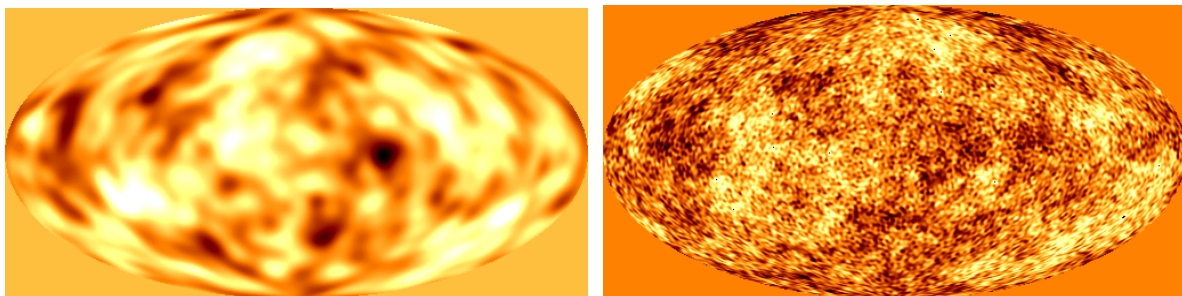
Denne ufattelige kortvarige, men enorme utvidelsen av universet kalles gjerne universets inflasjon. En konsekvens av denne **Inflasjonsteorien** vil være at de ørsmå kvantemekaniske tetthetsvariasjonene som sikkert fantes like etter Big Bang plutselig ble forstørret opp i kjempestore volumer. De tetteste områdene var kimen til galaksehoper og andre store sturkturer som vi ser i universet i dag.

Inflasjonsteorien betraktes i dag av mange som den mest sannsynlige teorien for å forklare tetthetsvariasjonene som vi ser på stor skala i universet. Den største konkurrenten til denne teorien er **Teorien om topologiske defekter** som har sin parallell i at defekter i et ellers homogent system kan dannes ved faseoverganger. Et eksempel er metall som sprekker opp eller får ujevn sammensetning ved størkning.

Gode kilder om den kosmologiske konstanten og om Inflasjonsteorien for de med Internet vil være f.eks. <http://www2.ari.net/home/odenwald/anthol/fudge.html>, http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmo_04.htm <http://map.gsfc.nasa.gov/html/lambd.html> og <http://www2.ari.net/home/odenwald/anthol/decay.html> Det advares imidlertid om at dette er relativt komplisert lesestoff.

Ujevnheter i bakgrunnstrålingen og Planck satellitten.

En nøyaktig kartlegging av ørsmå forskjeller i bakgrunnstrålingen fra ulike deler av universet vil avsløre hvordan universets struktur var ca. 300 000 år etter Big Bang da elektronene og atomkjernene kombinerte til grunnstoffer. Tilstrekkelig nøyaktige observasjoner kan ikke gjøres fra jordoverflaten pga. alle forstyrrelsene i atmosfæren. Med data fra COBE-satellitten har man imidlertid laget et grovt kart over disse forskjellene som vist til venstre på Figur 2 hvor hele universet er brettet ut i to dimensjoner.

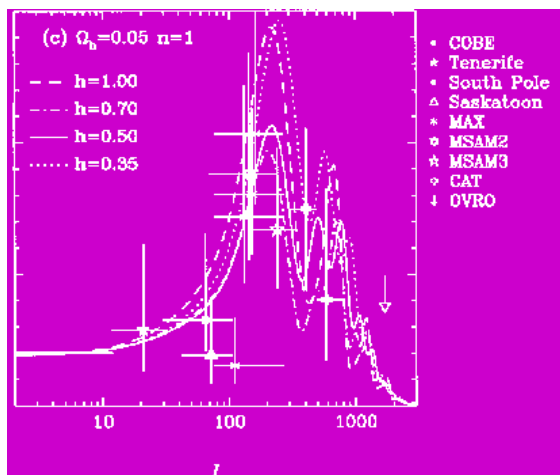


Figur 2 : Simulerte kart over variasjoner i den kosmiske bakgrunnstrålingen slik den vil fortone seg med COBE-satellitten (til venstre) og Planck-satellitten (til høyre) dersom Inflasjonsteorien er korrekt modell for dannelse av tetthetsvariasjoner i det tidlige univers.

Konturene av kimene til galaksehoper og store strukturer i det tidlige univers er synlige fra COBE dataene. Opplysningen er imidlertid kun ca. 10° , slik at vi ikke får noen informasjon om finstrukturen i galaksehopp-kimene. Og det er nettopp disse finstrukturene som vil avsløre hvilken av de to konkurrerende teoriene for dannelsen av tetthetsvariasjoner i det tidlige univers; **Inflasjonsteorien** eller **teorien om Topologiske defekter**; som er korrekt (eller om nye teorier må utvikles for dette).

Planck-satellitten til ESA (European Space Agency) vil derimot, med sin fantastiske følsomhet på inntil 5 milliontedels Kelvin og imponerende oppløsning på inntil 5 bueminutter, straks gi oss denne informasjonen. Bildet til høyre på Figur 2 viser en simulering av hvordan finstrukturen i bakgrunnstrålingens temperaturvariasjon vil se ut med Planck-satellitten dersom Inflasjonsteorien er korrekt.

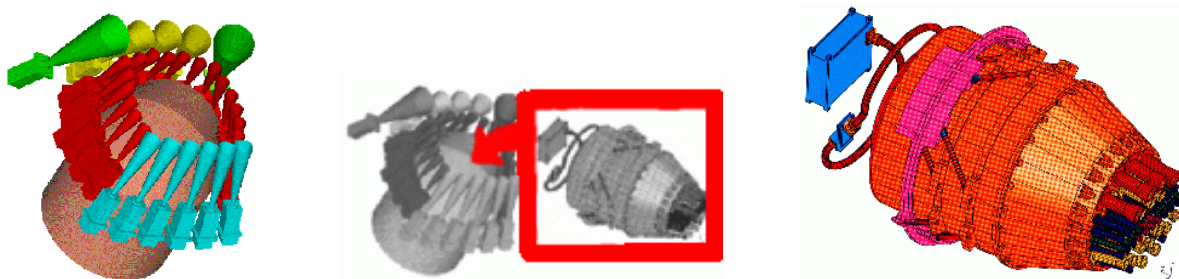
For å kunne beregne H_0 , Ω_B , Ω_{DM} og Λ med stor nøyaktighet må man observere bakgrunnstrålingen over et stort frekvensområde fra ca. 30 - 850 GigaHertz. Da vil man kunne utarbeide et såkalt temperatur/energisppektrum som vist på Figur 3 for ulike verdier av Hubble's konstant. De andre kosmologiske konstantene vil også påvirke kurven merkbart. En god oversikt over dette med eksempler kan finnes på Internet-siden <http://map.gsfc.nasa.gov/html/parameters.html>



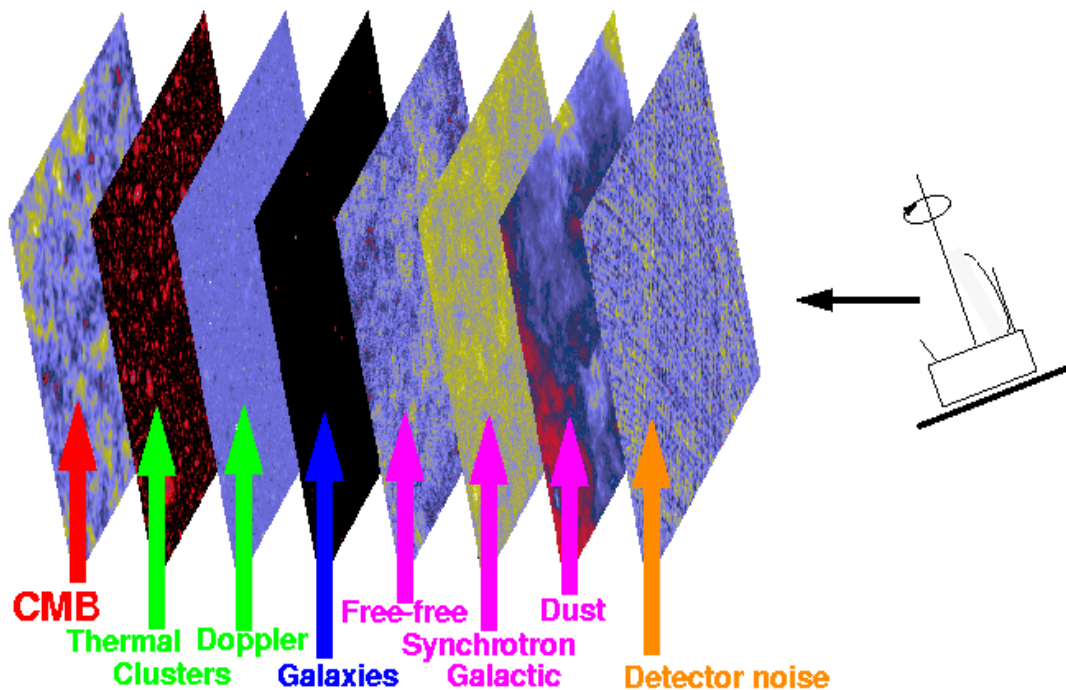
Figur 3 : Endringer i temperatur/energisppektrret som funksjon av Hubbel's konstant. l er vinkelbølgetall. Den vertikale aksen er styrken til bakgrunnstrålingens temperaturvariasjoner.

COBE-satellitten undersøkte kun det i denne sammenheng ganske uinteressante, flate området til venstre for verdien 10 på den horisontale aksen på Figur 3. Planck-satellitten skal imidlertid, med sine to instrumenter (LFI og HFI) som er vist på figur 4, dekke hele området fra 30 til 850 GHz. Man tror at dataene da skal være nøyaktige nok til å bestemme H_0 , Ω_B , Ω_{DM} og Λ med en nøyaktighet på 2-3%.

I tillegg vil Planck-satellitten også fortelle oss hvor mye av universets totale energi som finnes i form av **gravitasjonsbølger**, samt om f.eks. **aktive galakser** og om **materien i vår egen galakse**. Årsaken er at strålingen fra galakser og ulike typer materie i og mellom disse med avanserte regnemodeller vil kunne skilles fra hverandre og fra bakgrunnstrålingen når svært nøyaktige observasjoner gjøres over det svært store frekvensområdet som Planck dekker. De viktigste av disse strålingskildene er vist på figur 5. Vi får altså ikke bare kartlagt bakgrunnstrålingen, men også selve universet.



Figur 4 : Planck-satellittens to instrumenter for måling av stråling fra verdensrommet; Low Frequency Instrument (LFI) til venstre og High Frequency Instrument (HFI) til høyre. LFI detektorene er montert i en ring utenpå HFI som antydnet på den midterste skissen.



Figur 5 : Planck-satellitten vil i tillegg til bakgrunnstrålingen (CMB = Cosmic Microwave Background) registrere stråling fra andre strålingskilder samt støy og dopplereffekter som alle må modelleres. De viktigste er vist på denne figuren. Fra høyre mot venstre: Instrumentstøy, Støv, Synkrotron stråling, Fri-fri stråling, Galakser, Doppler effekter og Termiske hoper. Disse bidragene må modelleres. Det at Planck observerer i et så stort frekvensområde gjør denne jobben lettere.

LFI består av 56 radiomottakere som er plassert i en ring rundt HFI som vist på den midterste skissen på figur 4. LFI skal måle i frekvensområdet 30 - 100 GHz. Det skal opereres ved ca. 20 Kelvin, og har en beste oppløsningen på ca. 12 bueminutter. LFI har en beste temperaturfølsomhet på ca. 12 milliontedels Kelvin[‡].

Det er de små hornene helt til høyre på skissen av HFI på figur 4 som er selve HFI-detektorene. Disse 56 bolometrene skal måle i frekvensområdet 100 - 850 GHz. De skal kjøles helt ned til 0.1 Kelvin, og har da en beste oppløsning er på ca. 5 bueminutter. HFI har en beste temperaturfølsomhet på ca. 5 milliontedels Kelvin.

Planck skal plasseres i det såkalte Lagrange punkt nr 2 (L2) i verdensrommet[§]. En satellitt i L2 vil ha eksakt samme omløpstid rundt sola som jorda, og den vil alltid ligge i jordskyggen. Satellitten vil således bli skjermet både fra oppvarmingen og forstyrrende stråling fra sola. Dette er på alle måter det ideelle stedet for Planck-satellitten.

Når får vi svarene på de viktigste spørsmålene ?

Man kan regne med å ha rimelig nøyaktige svar på de viktigste tingene i løpet av 2-4 år etter at Planck er satt i drift forutsatt at våre nåværende kosmologiske teorier er noenlunde korrekte. Dette blir i praksis like etter år 2010 dersom planen om oppskyting i år 2007 holdes. Spørsmålet om hva som forårsaket

[‡] En følsomhet på 12 milliontedels K tilsvarer en følsomhet på 12 milliontedels grader celsius.

[§] Objekter i bane rundt sola vil, uten annen påvirkning, ha lengre omløpstid jo lengre unna sola de er. Man skulle derfor tro at en satellitt som plasseres utenfor jorda vil bruke lengre tid rundt sola enn hva jorda gjør. Men dette er ikke nødvendigvis riktig fordi jordas egen gravitasjonskraft vil øke satellittens hastighet. Ved å velge en helt spesiell avstand fra jorda, så vil satellitten få eksakt samme omløpstid som jorda. Dette er det punktet som kalles L2. Tilsvarende finnes det et punkt mel-
lom jorda og sola (L1), hvor jordas gravitasjonskraft senker satellittens omløpstid akkurat så mye at også denne satellittens omløpstid blir eksakt ett år.

tetthetsvariasjonene i det tidlige univers vil man derimot få svar på nesten med en gang Planck starter sin datainnsamling som skal ta tilsammen 18 måneder. Da har den dekket hele universet to ganger.

Det vil ta litt lengre tid å bearbeide dataene dersom det viser seg at teorien om Topologiske defekter er korrekt, og ikke Inflasjonsteorien. Årsaken er at man allerede har utviklet de fleste regneprogrammene som er nødvendige for analysene dersom Inflasjonsteorien er korrekt, men ikke for Topologiske defekter. Man vil få en skikkelig utfordring dersom ingen av disse teoriene er korrekte. Det tror man imidlertid er svært lite sannsynlig.

Kommer Planck-satellitten til å fungere som vi håper ?

Det er fremdeles enkelte teknologiske utfordringer som skal løses før måleinstrumentene er gode nok. Et hovedproblem er kjølingen av sensorene som skal ta imot strålingen. Strålingen skal nemlig varme opp detektoren, og ut fra dette skal man måle temperaturforskjeller på noen milliontedels grader. Dette krever ekstrem nøyaktighet av instrumentets temperaturkontroll slik at ikke andre kilder enn den ønskede strålingen skal innvirke på resultatet. I tillegg har man også problemer med at kjølesystemene gir signalstøy som detektorene er følsomme for.

Planck-prosjektet blir gjerne kalt "The Ultimate Project" fordi det kommer til å gi oss svar på de mest fundamentale tingene som i dag opptar kosmologene, samt at ingenting tyder på at det er noen vesentlig ny informasjon i stråling ved høyere frekvenser enn det området Planck skal dekke. Man håper og tror at man på en måte kommer til å sette sluttstrek for en hel epoke innen kosmologien.

Prosjektet er kostnadsberegnet til knapt 3 milliarder kroner, hvorav ca. 600-800 millioner utgjør kostnaden til instrumentene. Resten er kostnader til selve oppskytingen av satellitten. En rekke europeiske land er involvert, deriblant Norge, om enn kun med et ganske beskjedent bidrag innen dataprogrammering.

Ytterligere kilder om kosmologi og Planck satellitten på Internet.

De som vil lære mer om de tingene som er omtalt i denne artikkelen, og som har tilgang på Internet, kan i tillegg til de adressene som er nevnt tidligere i artikkelen, ha glede av følgende sider :

- Planck hjemmeside : <http://astro.estec.esa.nl/Planck/> og spesielt vitenskapssiden på <http://astro.estec.esa.nl/Planck/report/redbook/redbook-science.htm>
 - Cobe hjemmeside : http://www.gsfc.nasa.gov/astro/cobe/cobe_home.html
 - MAP hjemmeside : <http://map.gsfc.nasa.gov/Default.html> og spesielt kosmologisiden på http://map.gsfc.nasa.gov/html/web_site.html
MAP er NASA's Microwave Anisotropy Probe som skal skytes ut i verdensrommet i år 2000.
 - Wrights Hjemmeside : http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmo_01.htm
En fin introduksjon til kosmologi.
-

På baksiden !

Medlemsmøter våren 1999 (kl. 19³⁰ - 21³⁰ i Autronicahallen).

Torsdag 18. mars (Solsystemet, v/A. Nausthaug, TAF).

Torsdag 22. april (Amatørastronomens gleder og utfordringer, v/T. Jacobsson, TAF)

Onsdag 26. mai (Mulighetene for liv og kommunikasjon i Universet, v/E. Østgård, NTNU).

Alle hovedforedragene starter kl. 20¹⁵.

Viktig melding om observasjonskveldene i mars.

Vi prøver å observere med 11" Celestron teleskop og andre mindre kikkerter fra Nidaros skytebane ved Jonsvannet den **første kvelden med godt vær** av følgende kvelder : Søndag 21. mars, mandag 22. mars, tirsdag 23. mars, onsdag 24. mars (**kl. 20⁰⁰ - 22⁰⁰**). Teleskopet er litt slitsomt å montere, så det stilles relativt sterke krav til værforholdene. I tillegg kan man bli syk. Derfor :

Ring Birger Andresen på 73 93 22 69 før kl. 19⁰⁰ for å bekrefte om det blir virkelig blir observasjon.

Følgede personer kan man ringe til i håp om at de kommer og har plass i bilen :

Tove Selliseth (72 55 40 61 (p), 73 88 01 18 (j))	Byåsen
Jacques Muijbens (92 81 30 47 (p))	Møllenberg
Roald Høyer-Hansen (73 91 44 66 (p))	Jacobsli
Bjørn Søderholm (72 84 89 03 (p))	Leinstrand
Hannu Leinonen (73 51 38 81 (p))	Byåsen
Brit Kristiansen (73 93 70 07 (p))	Stokkanhaugen/Dragvoll
Per Arne Bakken (73 97 77 17 (p), /3 58 12 58 (j))	Vikhamer
Bernhard Røsch (73 97 89 49 (p))	Vikhamer
Per Sæterhaug (73 94 13 36 (p) 73 58 13 51 (j))	Dragvoll
Rudolf Stoum (72 55 61 47 (p), 73 58 12 84 (j))	Hallset
Oddvar Tevik (72 56 17 16 (p), 73 58 12 49 (j))	Hallset

Avtal transport med disse direkte. Selv har jeg bilen full av utstyr. Ta med godt med klær, og gjerne med kaffe/te/kakao. Ta også gjerne med fotoapparater som kan monteres på fotostativ. Og for all del; ta med slekt og venner om de er interessert. Alle er velkomne.

Veien til Nidaros skytebane finner du i møteprogrammet som ble sendt ut til alle i januar.

Vel møtt. Birger Andresen.