

Plancks første resultater

Med sit danske teleskop studerer Europas Planck-satellit eftergløden fra Big Bang, Mælkevejen og andre galakser. I januar blev de første resultater fra missionen præsenteret.

Af Michael Linden-Vørnle

■ Siden august 2009 har den europæiske Planck-satellit studeret universet for at give os ny viden om universets fødsel, vores galakse Mælkevejen og de andre galakser i universet. Det er Plancks primære opgave at lave den til dato mest følsomme og detaljerede kortlægning af eftergløden fra universets fødsel – det såkaldte Big Bang. Men Mælkevejen og de andre galakser og galaksehobe danner en naturlig forgrund, der kommer med i Plancks målinger. Det er stråling fra bl.a. gas og støv i Mælkevejen og i andre galakser, der fanges af Planck.

Plancks kortlægning af Mælkevejens gas og støv er af meget stor værdi for de forskere, der studerer vores galakse. I forhold til Plancks primære opgave – at undersøge eftergløden fra Big Bang – er strålingen fra Mælkevejen derimod et forstyrrende gardin af støj. En meget stor udfordring for at udnytte Plancks observationer til at lære mere om Big Bang er derfor at kortlægge, forstå og fjerne den



En kunstners forestilling af Planck i rummet med Mælkevejens skyer af gas og støv i baggrunden.

stråling, der udsendes af både Mælkevejen og andre galakser.

Den 11. januar i år blev de første videnskabelige resultater fra Planck offentliggjort – herunder et katalog over mere end 15.000 kompakte objekter både i og udenfor Mælkevejen. Kataloget kaldes Early Release Compact Source Catalogue (ERCSC). De første resultater

handler om stort set alt andet end eftergløden fra Big Bang. Disse resultater bliver først præsenteret til næste år.

Kortlægger himlen

Planck studerer universet fra en bane omkring det andet Lagrange punkt i Jord-Sol-systemet. Dette punkt ligger 1,5 mio. km fra Jorden modsat Solen

og er ét af fem særligt stabile punkter, hvor en satellit lettere kan fastholde sin position. Her følger Planck med Jorden rundt om Solen, mens satellitten langsomt roterer om sig selv. På denne måde tager det Planck ca. et halvt år at kortlægge hele himlen én gang.

Himlen observeres i ni forskellige frekvensbånd fra 30 til

857 GHz – såkaldt mikrobølgestråling. De tre laveste frekvenser (30, 44 og 70 GHz) observeres af et instrument ved navn LFI (Low Frequency Instrument), mens de seks højeste frekvenser (100, 143, 217, 353, 545 og 857 GHz) observeres af et instrument kaldet HFI (High Frequency Instrument). HFI kan kun fungere, når det køles aktivt til en temperatur på kun 0,1 K – altså en tiendedel grad over det absolutte nulpunkt, der er den lavest mulige temperatur (-273,15 °C). Plancks teleskop, der indfanger strålingen til LFI og HFI er leveret af Danmark, mens hhv. et italiensk og fransk ledet konsortium står bag LFI og HFI.

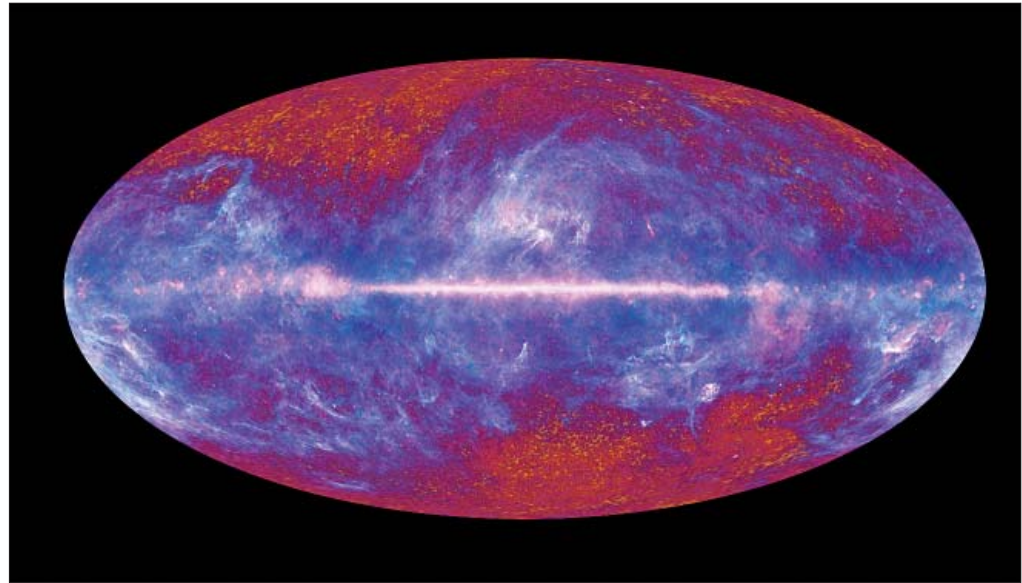
I skrivende stund er Planck næsten færdig med at observere hele himlen for tredje gang og det forventes, at også fjerde omgang kommer i hus inden satellitten løber tør for flydende helium til at køle HFI. Herefter forventes satellitten dog at fortsætte arbejdet, men kun med LFI, der kan fungere uden aktiv køling.

Mælkevejens stråling

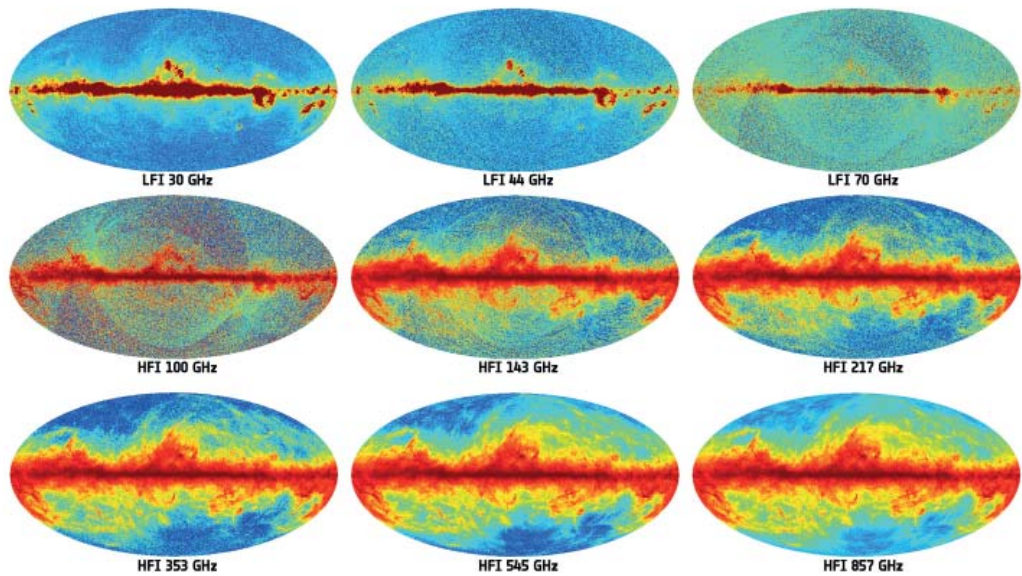
Det er helt afgørende, at Planck observerer himlen i de ni forskellige frekvensbånd. Strålingen fra Mælkevejen er nemlig ikke den samme ved alle ni frekvenser, men har et karakteristisk forløb, der er styret af hvilken type stråling, der er tale om. Dette forhold er uhyre vigtigt for at kunne adskille strålingen fra Mælkevejen og eftergløden fra Big Bang.

Der er tre primære processer i Mælkevejen, der skaber stråling i det frekvensområde Planck-satellitten observerer: synchrotron-stråling, bremsestråling (også kaldet fri-fri-stråling) og varmestråling fra støv. Ved lave frekvenser dominerer synchrotron-strålingen, der dannes, når elektroner bevæger sig i Mælkevejens magnetfelt. De elektrisk ladede elektroner afbøjes af magnetfeltet og bevæger sig i spiralbaner, mens der udsendes stråling.

Bremsestrålingen opstår i områder, hvor brintgas er ioniseret og der derfor er frie elek-



Plancks første kort over hele himlen blev frigivet sidste sommer. Kortet viser hele himlen, med Mælkevejens plan vandret gennem billedet. Stråling fra Mælkevejen dominerer billedet (hvide og lilla farver), mens den rødlige baggrund bl.a. er eftergløden fra universets fødsel.



Himlen set af Planck i de ni forskellige frekvensbånd. Det er tydeligt, at strålingsbidraget fra Mælkevejen afhænger af, hvilket bånd der observeres i. Det er en vigtig forudsætning for at kunne fjerne dette bidrag, så eftergløden fra Big Bang kan studeres.

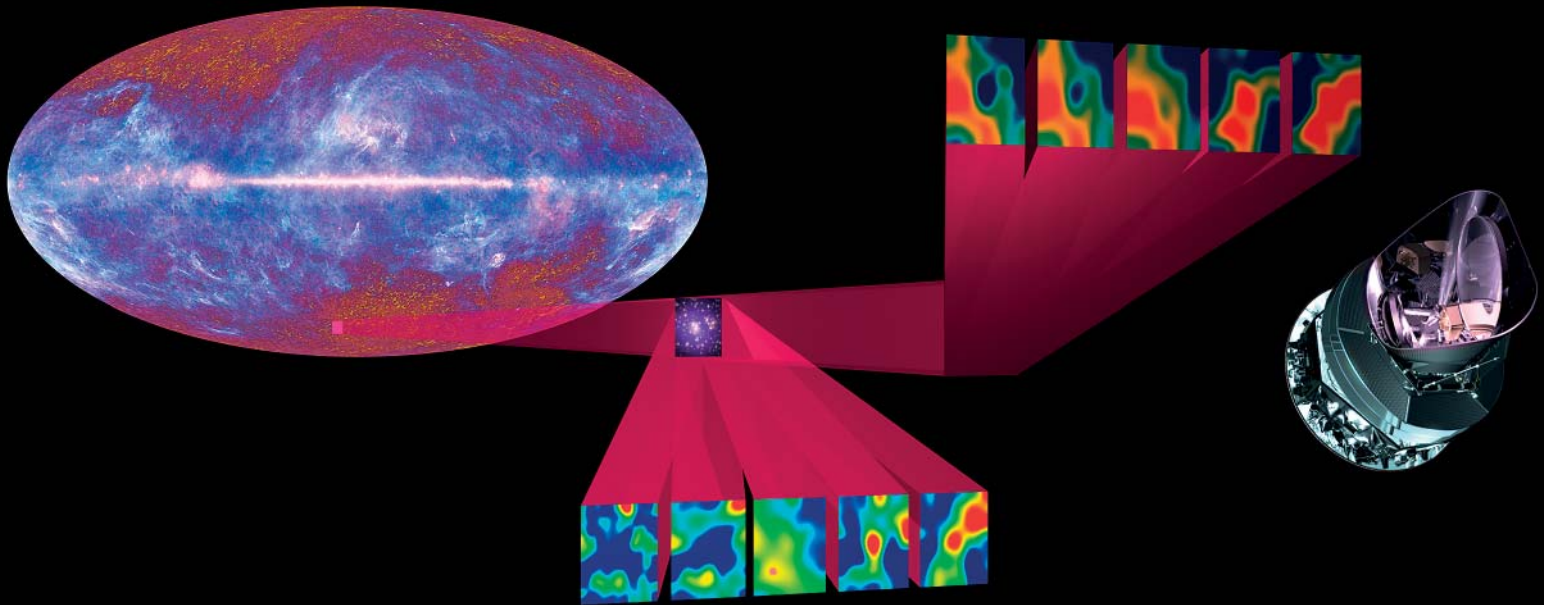
troner og protoner. Det er i områder, hvor nye stjerner fødes og stjernernes energirige lys påvirker den omkringliggende gas. Bremsestrålingen dannes, når en elektron passerer forbi en proton og derved får ændret sin bane. Ved afbøjningen mister elektronen energi, der udsendes som stråling. Bremsestrålingen er også primært dominerende ved lavere frekvenser, men går dog til højere frekvenser end synchrotron-strålingen.

Ved høje frekvenser kommer Mælkevejens stråling fra støv, der gløder, fordi det er blevet opvarmet af stjernelys.

Roterende støv

Forskerne har i adskillige år haft mistanke om, at der findes en fjerde proces i Mælkevejen, der skaber mikrobølgestråling og det er nu blevet bekræftet af Plancks målinger. Ved at fokusere på to områder i Mælkevejen, hvor nye stjerner fødes,

har forskerne fået underbygget deres formodning om, at denne stråling dannes af uhyre små, roterende støvkorn i Mælkevejen. Strålingen ses i frekvensintervallet 10-60 GHz med maksimum omkring 30 GHz og det er enten påvirkning af lys eller sammenstød med atomer, der får støvkornene til at rotere. Det giver både ny viden om Mælkevejen og vigtig information til databehandlingen af Plancks observationer for at fiske



Credit: ESA / Planck Collaboration.

En illustration af Sunyaev-Zel'dovich-effekten. Når fotoner fra eftergløden af Big Bang passerer igennem den varme gas i en galaksehob, får fotonerne et spark. Det efterlader en karakteristisk signatur i Plancks observationer.

eftergløden fra Big Bang ud af målingerne.

Det er dog ikke kun i Mælkevejen, at Planck har afsløret stråling fra roterende støvkorn. Også i den ene af Mælkevejens små ledsagergalakser, den Lille Magellanske Sky, har Plancks observationer gjort det muligt at redegøre for ekstra mikrobølgestråling med en kombination af almindeligt glødende støv opvarmet af stjernelys og små roterende støvkorn. Observationer af den anden, lidt større ledsagergalakse, den Store Magellanske Sky, viser derimod, at ekstra stråling kan forklares

med ujævnheder i eftergløden fra Big Bang og altså uden roterende støv.

Mørk gas og kolde klumper

Plancks observationer har også gjort det muligt at studere og for første gang karakterisere en ellers usynlig del af stoffet mellem stjernerne i Mælkevejen – det interstellare medium. Det drejer sig om såkaldt mørk gas (som ikke må forveksles med såkaldt mørkt stof eller mørk energi), der menes at bestå af molekyler, men som ikke kan ses, fordi den ikke indeholder kulmonoxid (CO). Astrono-

merne bruger nemlig CO til indirekte at registrere forekomsten af brintmolekyler (H_2). Brint er det primære materiale, som nye stjerner fødes af.

Med Planck er det imidlertid muligt direkte at se brintmolekylerne og det har vist sig, at den mørke gas ligger langs randområderne af tætte molekyleskyer, der er fødestuer for nye stjerner. Forskerne formoder, at energirigt ultraviolet lys fra unge, varme stjerner her har ødelagt alle CO-molekylerne, mens brintmolekylerne har overlevet. Plancks observationer har således banet vejen for at lære mere om denne hidtil dårligt forståede del af det interstellare medium i Mælkevejen.

Som en del af det store katalog over kompakte objekter, har Plancks observationer afsløret et stort antal klumper af koldt materiale i Mælkevejen. I alt 10.783 objekter er samlet i et katalog ved navn *Cold Core Catalogue of Planck Objects* (C3PO), hvoraf de 915 mest pålidelige objekter er udgivet i et særligt katalog ved navn *Early Cold Core Catalogue* (ECC). Disse kolde klumper er interessante, da de med tiden kan

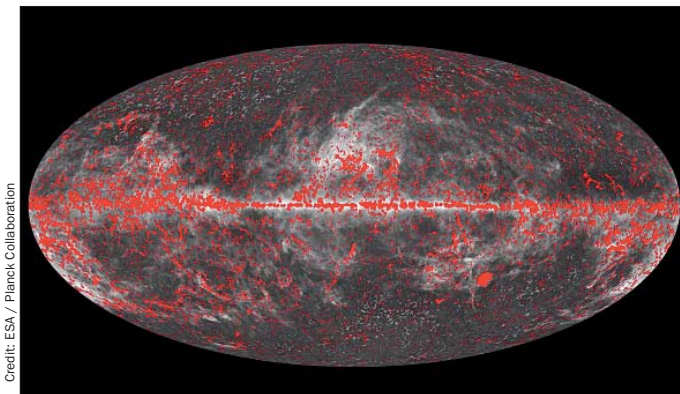
udvikle sig til nye stjerner.

Planck åbner således et vindue mod de allertidligste stadier af dannelsen af nye stjerner. Plancks observationer af de kolde klumper har afsløret, at de har en temperatur på mellem 7 og 17 K og med opfølgingsobservationer lavet med bl.a. ESA-rumteleskopet Herschel har det vist sig, at klumperne i virkeligheden ikke er helt kompakte, men udstrakte. Det har også vist sig, at de ikke er isolerede, men ligger i trådagtige strukturer (filamenter), der er op til 100 lysår lange.

Galaksehobe og universets struktur

På en anden front har Planck-satellitten gjort det muligt at finde nye samlinger af galakser – de såkaldte galaksehobe. Hobene er blevet afsløret ved hjælp af Sunyaev-Zel'dovich-effekten og det er første gang et katalog over galaksehobe er blevet samlet ved at anvende denne effekt. Den er opkaldt efter ophavsmændene: den usbekiske astrofysiker Rashid Sunyaev og den russiske (astro)fysiker Yakov Zel'dovich.

Sunyaev-Zel'dovich-effekten opstår, når lyspartikler (foto-



Credit: ESA / Planck Collaboration

Det første katalog over kompakte objekter afsløret af Planck: *Early Release Compact Source Catalogue* (ERCSC). Der er mere end 15.000 objekter i kataloget, der her er markeret på Plancks kort over hele himlen.

ner) fra eftergløden af Big Bang passerer gennem en galaksehobe. Galaksehobe rummer normalt store mængder tynd, men meget varm gas, der tydeligt ses, når hobene observeres i røntgenområdet. Når fotonerne fra Big Bang passerer gennem gasen, får de et spark af de hurtige gaspartikler. Det skaber et karakteristisk fingeraftryk i eftergløden fra Big Bang med en signatur, der tydeligt kan ses af Planck.

Således har Planck fundet 189 galaksehobe alene ved at se på Sunyaev-Zel'dovich-effekten. Ud af disse var 169 kendt på forhånd, men Plancks observationer giver den første måling af Sunyaev-Zel'dovich-effekten i ca. 80 % af de allerede kendte hobe. Ud af de 20 nyopdagede hobe er 11 allerede blevet bekræftet ved hjælp af røntgenobservationer lavet af ESAs røntgen-rumteleskop, XMM-Newton. Desuden er yderligere

10 hobe eller superhobe blevet fanget af Planck og blevet bekræftet af XMM-Newton. Planck har således vist sig at være et uhyre effektivt værktøj til både at finde og studere galaksehobe.

Endelig har Plancks observationer også gjort det muligt at undersøge ujævnheder i den glød af infrarød stråling (varme-stråling), der ses over hele himlen og som kommer fra et utal af fjerne galakser – den kosmiske infrarøde baggrund. Disse

ujævnheder sladrer om, hvordan universets struktur på stor skala har udviklet sig.

Det forventes, at de første Planck-resultater vedrørende eftergløden fra Big Bang er klar til at blive præsenteret til næste år – altså i 2012. I første omgang kan vi dog glæde os over, at Planck fortsat fungerer helt perfekt og at de indledende resultater, der nu er offentliggjort, i enhver henseende lover godt for den videre udnyttelse af Plancks enestående målinger. ■

Et dansk teleskop

Seniorforsker Hans Ulrik Nørgaard-Nielsen fra Institut for Rumforskning og -teknologi ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU Space) har ledet udviklingen af Plancks teleskop, der indfanger eftergløden fra Big Bang – bl.a. med støtte fra det danske firma Tiera A/S. Det danske bidrag til Planck giver danske forskere direkte adgang til de uhyre værdifulde observationer satellitten allerede har lavet og fortsat leverer.

Om forfatteren



Michael Linden-Vørnle er astrofysiker ph.d. Tycho Brahe Planetarium Tlf.: 3318 1997 E-mail: mykal@tycho.dk

Videre læsning

<http://sci.esa.int/planck>