

Institutt for teoretisk astrofysikk

Universitetet i Oslo

Langtidsplan for forskning 2006 – 2015

Vedtatt av instituttstyret 22. juni 2006

Innledning

Institutt for teoretisk astrofysikk (ITA) er i dag midt i en større utskiftning av det faste vitenskapelige personale. En i førstestilling gikk av med pensjon i september 2005 uten ennå å ha blitt erstattet, to vil gå av for aldersgrensen tidlig i 2008, to vil gå av senest i 2010 og en før 2012. Av de gjenværende fire ansatte i førstestilling er tre født 1957 – 1959 og en i 1972. ITA har alt utlyst to førstestillinger med søknadsfrist 1. juni 2006. Den ene er utlyst som førsteamanuensis innen fagområdet kosmologi og ekstragalaktisk astronomi, den andre som professor eller førsteamanuensis innen numerisk modellering av astrofysiske plasma og strålingsfelt.

Forrige gang ITA var i tilsvarende situasjon med stor utskifting i faste vitenskapelig ansatte (tidlig på 1980-tallet), ble det også utarbeidet en langtidsplan som la grunnen for den satsingen instituttet har hatt mot rombasert astrofysikk, først ved deltagelsen i HRTS, deretter SOHO, Planck og Solar-B. Denne planen la også grunnen for nyansettelser der tilknytning til rombasert astrofysikk var prioritert, men ved ansettelsene ble allikevel overveiende vekt lagt på faglig dyktighet. Dette førte til en oppblomstring av ITA som har vart fram til dags dato og vises ved bl.a. ca. 50 artikler i internasjonale tidsskrifter med referee-ordning pr. år og 5 uteksaminerte doktorer i 2005.

Foruten for besettelse av faste stillinger som blir frigjort ved aldersavgang, er det viktig å ha en langtidsplan for forskning av hensyn til Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetets strategiske plan. Fakultetet har et sterkt ønske om at instituttene fastsetter et lite antall satsingsmiljøer som skal bli tilgodesett med ressurser bl.a. ved fordeling av stipendattstillinger og andre strategiske satsinger. Disse satsingsmiljøene kan være av tre kategorier, toppforskningsmiljøer (miljøer der man alt er i det internasjonale toppskikt), utviklingsmiljøer (miljøer der man er på et godt nivå som man mener bør utvikles videre til å bli et internasjonalt toppforskningsmiljø) og nysatsingsmiljøer (der man vil forsøke å bygge opp et nytt forskningsområde). I ITAs langtidsplan må de miljøer vi utpeker til slike satsingsmiljøer være de samme som vi prioriterer for fordeling av ledige førstestillinger.

Den største delen av forskningsvirksomheten ved ITA foregår i dag hovedsakelig innenfor to områder, solfysikk og kosmologi. Det finnes også en aktivitet av høy faglig kvalitet innen celest mekanikk, spesielt rettet mot ESAs satellitt Rosetta.

Virksomheten i solfysikk er av meget høy internasjonal standard. Dens sterke side er kombinasjonen av numerisk modellering og observasjoner, både fra flere romobservatorier og fra Swedish 1m Solar Telescope (SST) på La Palma. Virksomheten i kosmologi er under sterk utvikling og vekst og trekker i tillegg mange studenter til astronomi. De største satsingene innen denne virksomheten er for det første innen studier av anisotropier i mikrobølgebakgrunnsstrålingen (CMB), først og fremst rettet mot deltagelsen i satellitten Planck, for det andre innen teoretisk kosmologi med vekt på å forstå egenskapene til "den mørke energien" i lys av observasjoner av CMB, supernovaer og storskalafordelingen av galakser i universet.

ITA ønsker å styrke disse to fagområdene videre ved nyansettelser i faste vitenskapelige stillinger, ved innkjøp og vedlikehold av nødvendig infrastruktur i form av datautstyr, muligheter for deltagelse i observasjonell virksomhet fra bakken og romprosjekter, og ved å bygge en tilstrekkelig teknisk stab til å vedlikeholde infrastrukturen og den ekspertisen den representerer. I tråd med dette anbefales det også at stipendiatstillinger så vel som postdoktorprosjekt innenfor disse to områdene gis første prioritet.

Videre ønsker instituttet å åpne et nysatsingsområde i planperioden. Dette kan både være innen fagområder som i dag er representert ved instituttet, og fagområder som ikke er det. Utvelgelse av fagområde skal først og fremst baseres på den vitenskapelige kvalitet på kjerneperson/gruppeleder.

Nåværende situasjon

i) Solfysikk

Solfysikkgruppen har i dag seks fast vitenskapelige ansatte, samt to professor II. Av de faste vitenskapelige ansatte er to, prof. Mats Carlsson og prof. Viggo Hansteen, under 50 år. De øvrige er over 64 år. Pr. 01.05.2006 har gruppen to postdoktorer og fire stipendiater. Gruppen har vært systematisk bygd opp over mange år i retning av romvirksomhet for å utnytte det norske ESA-medlemskapet i størst mulig grad. Spesielt viktig var deltagelsen i instrumentene CDS og SUMER på ESAs satellitt SOHO. Gjennom dette har ITA opparbeidet en stor ekspertise i reduksjon og behandling av data innsamlet fra romsatellitter, en ekspertise som har ført til at ITA blir invitert til å delta i større prosjekter enn det ITAs finansielle muligheter egentlig tilsier. Instituttet har også meget gode samarbeidsvilkår med det svenske solteleskopet SST. Gjennom bruk av midler fra Observatoriefondet har ITA inngått avtale som garanterer 40 observasjonsdager per år på det som for tiden uten tvil er verdens beste bakkebaserte solteleskop. Det som allikevel gjør solfysikkgruppen nesten unik er at denne observasjonelle virksomheten er intimt koblet til et numerisk modelleringsmiljø, også systematisk bygd opp, ved hjelp av strategiske universitetsprogram og nå gjennom deltagelse i senteret for fremragende forskning "Centre of Mathematics for Applications" (CMA).

Det pågår i dag tre nært beslektede hovedprosjekter innen solfysikk ved ITA, to observasjonelle og et teoretisk. I virkeligheten er disse prosjektene helt integrerte, og må forskningsmessig sees som ett felles prosjekt. Disse vil danne basis for den fremtidige satsningen til solfysikkgruppen i lang tid. Det første er Solar-B, en japansk solsatellitt med oppskyting i 2006. Norge er med som Co-I og vi er også vert for det europeiske datasenteret for satellitten. Dette vil gi oss en unik tilgang til data. Det andre prosjektet er Swedish 1m Solar Telescope (SST). Denne aktiviteten har til nå vært definert utenfor det nåværende romforskningsprogrammet. Bakkebaserte solobservasjoner er sentrale, også for våre romprosjekter. Den kompetanse vi utvikler ved det svenske solteleskopet setter oss i stand til å utnytte data fra Solar-B tidlig i prosjektet. Innsatsen innen teori og numerisk modellering har vært samlet under det strategiske universitetsprogrammet "Solar and Heliospheric Plasmas" i tillegg til i de senere år under senteret for fremragende forskning Centre of Mathematics for Applications (CMA). Denne innsatsen har vært rettet mot modellering av solens atmosfære og solvinden, så vel som romplasma. Det er integrasjonen av denne teori- og modelleringsvirksomheten med observasjonsvirksomheten som gjør solfysikkgruppen ved ITA unik, og som er helt avgjørende for å være en attraktiv partner internasjonalt, spesielt når instrumentutviklingsiden er så svakt representert i Norge. Fra denne integrerte teori-, modellerings- og observasjonsvirksomheten i solfysikk ble det i perioden 2004 – 2006 publisert 33 artikler i internasjonale tidsskrifter med referee.

ii) Kosmologi

Kosmologigruppen har i dag, etter en aldersavgang i september 2005, bare to faste vitenskapelige ansatte, prof. Per B. Lilje og prof. Øystein Elgarøy, begge under 50 år. Elgarøy ble ansatt i førstepstilling i 2003 og har mottatt en Yngre Fremragende Forskere-tildeling fra Forskningsrådet. For tiden har gruppen seks postdoktorer og tre stipendiater. Instituttet har siden 1980-tallet hatt en vesentlig teoretisk og numerisk virksomhet innen gravitasjonslensing. Fra 1990 ga deltagelsen i NOT mulighet til observasjonelt arbeid innen kosmologi og ekstragalaktisk astronomi. I 1999 startet instituttet, støttet av Forskningsrådet, en nysatsing ved å gå inn som Co-I i ESAs satellitt Planck som skal studere i detalj anisotropiene i den kosmiske bakgrunnsstrålingen (CMB) fra 2008. Instituttet har bidratt til LFI-instrumentet og har vitenskapelig først og fremst arbeidet med utvikling av nye metoder for å analysere data fra slike CMB-eksperimenter, bl.a. for å studere såkalt ikke-gaussianitet som kan gi informasjon om universets globale struktur, samt studier av mulige fysiske årsaker til slik ikke-gaussianitet. Dette er metoder som anvender nyvinninger innen beregningsorientert statistikk og er svært krevende når det gjelder regnekraft. Gruppen samarbeider tett med en rekke ledende grupper innen fagfeltet i utlandet, og deltar dessuten i CMA. Analyse av dataene fra WMAP-satellitten utført ved ITA har gitt resultater som har vakt stor internasjonal oppmerksomhet. I perioden 2004 – 2006 ble det publisert 18 artikler i tidsskrifter med referee fra denne CMB-virksomheten.

Kosmologigruppen har startet et samarbeid med teorigruppen ved Fysisk institutt for forskning innen teoretisk kosmologi. Et hovedmål er å studere observerbare konsekvenser ved forskjellige fysiske modeller for ”mørk energi”, spesielt ved statistisk å sette sammen resultater fra flere forskjellige typer observasjoner, bl.a. anisotropier i CMB, observasjoner av kvasarer og storskalaforordelingen av galakser. I dette inngår studier av alternative modeller som kan forklare ”mørk materie” og ”mørk energi” ved modifikasjoner av gravitasjonsteorien i stedet for ved reelle fysiske partikler og felt. Et annet viktig område innenfor denne aktiviteten er nøytrinokosmologi, og spesielt å studere hvordan kosmologiske observasjoner kan brukes til å sette øvre grenser for, og kanskje til og med bestemme, nøytrinomassene. Dette er et område av interesse for både kosmologi og partikkelfysikk: kosmologiske grenser er for tiden de sterkeste vi har på nøytrinomassene, og omvendt setter nøytrinomassenes foreløpig ukjente verdier en begrensning på hvor nøyaktig kosmologisk viktige størrelser som tilstandsligningen for den mørke energien kan bestemmes. I perioden 2004 – 2006 ble det publisert 19 artikler i tidsskrifter med referee fra virksomheten i teoretisk kosmologi. Kosmologigruppen ved ITA har gjennom sitt teoretiske arbeid og gjennom sitt engasjement i Planck store muligheter til å levere viktige bidrag på dette området.

To postdoktorer og en stipendiat utfører observasjonsvirksomhet av høy kvalitet med bruk av bakkebaserte optiske teleskoper med dels svak gravitasjonslensing fra galaksehoper, dels optiske studier av gammaglimt, som hovedarbeidsområder. Data innhentes fra NOT og andre teleskoper. Et større antall masterstudenter har tatt masteroppgaver i sammenheng med denne virksomheten.

iii) Celest mekanikk

Instituttet har en mindre gruppe som arbeider med celest mekanikk. Dens eneste faste vitenskapelige ansatte er i dag 68 år. En forsker ved Forsvarets Forskningsinstitutt er ansatt ved ITA som førsteamanuensis i midlertidig 20% stilling (finansiert av Forsvarets Forskningsinstitutt) og gruppen har en postdoktor. Gruppen samarbeider tett med ytterligere en forsker ved Forsvarets Forskningsinstitutt som fullfører sin doktorgrad ved ITA i 2006. Med støtte fra Forskningsrådet er gruppen aktivt involvert i ESAs Rosetta program, der en romsonde skal gå i bane rundt kjernen til kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko på dens vei inn mot Solen. Gruppen er Co-I i ”radio

science” eksperimentet og arbeider først og fremst med detaljerte baneberegninger for romsonden. Gjennom to doktoravhandlinger og flere artikler (6 i tidsskrifter med referee i 2004 – 2006) er valg av bane og dens stabilitet diskutert både teoretisk og gjennom simuleringer. Et dataprogram for dopplertracking av romsonder er utviklet i samarbeid med FFI og JPL. Et annet baneprogram er utviklet ved FFI for ultrapresis stedfesting og beregning av geodetiske parametere basert på data fra satellitter og VLBI. Begge disse meget avanserte dataprogrammene har gjort seg bemerket internasjonalt.

Gruppen deltar også i et nordisk nettverk der observasjoner med NOT brukes til kartlegging av asteroider som er i baner som kan føre til kollisjoner med Jorden. Banestudier av måner og kometer er en beslektet aktivitet. Gruppen beregner også i dag Almanakk for Norge.

Faglige utfordringer

i) Solfysikk

Solfysikk er i dag et relativt modent fagfelt, men det byr stadig på mange interessante problemstillinger, så vel astrofysiske som tekniske. På den astrofysiske siden er de store uløste spørsmål både knyttet til solens indre og til solatmosfæren. Ved ITA er forskningen knyttet til det siste feltet, der hovedproblemet er å forstå mekanismene som gjør det mulig for mekanisk energi fra solens konveksjonssone (laget under fotosfæren) å forplante seg oppover gjennom solatmosfæren og bli dissipert i koronaen, der temperaturen er over en million K. Dette er fagfelt som krever ekspertise innen en rekke grener av fysikken; felt som strålingstransport, konveksjon og dynamoteori har til dels sitt utspring i problemstillinger knyttet til forståelse av solens virkemåte. I de senere år har den hurtige utviklingen av datateknologien ført til en liten revolusjon både med hensyn på storskala numeriske simuleringer av solens atmosfære og dypere lag og med hensyn på numerisk bearbeiding av data samlet på bakken og fra satellitter utplassert i rommet. Utviklingen i faget vil fortsette langs dette ”numerisk” dominerte sporet og ITA står dermed sterkt rustet til å kunne bidra til og føre an i denne utviklingen. Strålings(magneto)hydrodynamikk er et fagområde som ser ut til å bli viktig i mange deler av astrofysikken, bl.a. ved studiet av dannelsen av stjerner og planetsystemer og ved dannelsen av de første galakser. Solatmosfæren er et laboratorium der man kan studere i detalj om simuleringene får med seg den korrekte fysikken, så studiene av solatmosfæren er ikke bare viktige for å forstå solatmosfæren i seg selv, men også for å kunne anvende teorien og modellene på fenomener andre steder i universet, der man ikke har mulighet for slike detaljobservasjoner. Samtidig er det fremtidige utviklingsmuligheter for gruppen i å delta i utforskning av andre astrofysiske problemstillinger som krever ekspertise i strålingsmagnetohydrodynamikk og/eller anvendelse av tilsvarende observasjonsteknikker.

Som nevnt over er det i koblingen mellom observasjoner og teori solfysikkgruppen ved ITA har sin spesielle styrke. Det er derfor viktig at tilgangen på observasjonsdata av høy kvalitet sikres også etter Solar-B. For tiden er solfysikkgruppen involvert i større eller mindre grad i flere prosjekter:

Sunrise. Et ballongbåret instrument som skal sendes opp fra Antarktis i 2006. ITA er representert i det vitenskapelige rådet, men har ingen bidrag til hardware.

Solar Dynamics Observatory (SDO). NASAs neste storsatsning på solfysikk/solvær. Instrumentene innebefatter HMI som skal observere det fotosfæriske magnetfeltets utvikling og AIA som skal følge tidsvariasjoner i solens øvre atmosfære, samt EVE som skal studere endringer i solen totale irradians. Carlsson og Hansteen er CoI’s i AIA. SDO skal sendes opp i 2007.

Solar Orbiter. Dette er neste solfysikkprosjekt i ESA-regi. Oppskyting vil være i 2015 eller 2017, men "call for letters of intent" for instrumenter kommer i løpet av 2006, og konsortiedannelser er allerede i gang. Vi ønsker å være i stand til å bidra til Solar Orbiter minimum på nivå med det vi gjorde i SOHO-prosjektet. Deltagelse i Solar Orbiter er vår høyeste prioritet etter Solar-B.

Oppfølger til Insite. Instituttet var med på et forslag om en satellitt for observasjoner av kromosfæredynamikk. Prosjektet ble ikke valgt ut, men behovet er absolutt til stede og et norsk bidrag som også omfatter økonomiske midler (spesielt aktuelt er nedlesing av data på Svalbard), vil være fordelaktig for prosjektet.

Bakkebasert solteleskop. Det planlegges nå et stort europeisk bakkebasert solteleskop plassert på Kanariøyene. Prosjektet er helt i startfasen og en norsk deltagelse vil være viktig for å sikre fortsatt adgang til observasjonsmateriale i verdensklasse. Videre planlegges et stort amerikansk solteleskop, ATST, og interessen er stor for europeisk medvirkning. Spesielt på datareduksjonssiden og tolkningssiden er det interesse for norsk deltagelse.

Andre prosjekter hvor vi regner med å utnytte observasjonsdata. Blant disse kan nevnes TRACE, og Stereo. Kostnader begrenser seg til forskerutveksling og reisekostnader.

ii) Kosmologi

De siste 15 årene har det skjedd en revolusjon i kosmologi, en revolusjon som for det meste har vært drevet av nye observasjonsmuligheter og av veksten i regnekraft som har muliggjort numerisk modellering av komplekse fenomener. Kosmologi var tidligere et forskningsområde der man hadde lite data og mye spekulativ teori, i dag har et stadig voksende vell av observasjonsdata gitt meget sterke begrensninger for teoriene, vi er på vei inn i presisjonskosmologiens æra. De viktigste nye instrumentene er optiske teleskoper i 8 – 15 m klassen som kan observere i detalj galakser og andre objekter svært tidlig i Universets historie, "survey"-instrumenter som kartlegger fordelingen i posisjon og rødforskyvning av millioner av galakser, nye store romobservatorier som observerer i bølgelengdeområder som ikke er synlige fra bakken og som gir bedre oppløsning også i den synlige delen av spekteret, bakke- og rombaserte instrumenter som måler i detalj ujevnheter i den kosmiske mikrobølgebakgrunnsstrålingen samt adaptiv optikk som gjør det mulig å se meget små detaljer også med bakkebaserte instrumenter. Samtidig har utviklingen innen tungregning gjort det mulig å utføre avansert numerisk modellering. Alt dette har medført at kosmologi og ekstragalaktisk astronomi både er det største og samtidig hurtigst voksende fagområdet innen astronomi og astrofysikk. Alle disse nye dataene har spikret fast big-bang modellen, men har samtidig gjort det mulig å stille mer grunnleggende spørsmål og har gitt en god del overraskelser. Den største overraskelsen kom i 1998, da det ble offentliggjort data som vanskelig kan tolkes annerledes enn at universets ekspansjon nå akselererer, noe som er mot hva intuisjonen skulle si hvis tyngdekraften er den dominerende kraften. I øyeblikket har vi en modell som forklarer dataene meget godt, men som ikke er godt forstått, en modell som nå blir kalt standardmodellen. I denne er det minst tre store uløste problemer som er hovedproblemene i kosmologien i dag: Hva er egentlig den mørke materien? Hva er egentlig den mørke energien (eller er det noe annet som kan forårsaker de egenskapene ved universet som vi tolker som effekten av mørk energi)? Hva var de detaljerte egenskapene til inflasjonen, og hva forårsaket dem? Alle disse spørsmålene er tett knyttet sammen med hovedspørsmålene i grunnleggende fysikk, der det endelige målet er å finne en enhetlig teori for alle vekselvirkningene i fysikken.

Kosmologigruppens største hovedsatsing er innen CMB-forskning, fra begynnelsen motivert i deltagelsen i Planck. Instituttet har bygget opp en meget sterk ekspertise på praktisk dataanalyse av data fra CMB-anisotropiek eksperimenter, med metoder som bygger på beregningsintensiv Bayesiansk statistikk. Ekspertisen er nå bygget opp til å gjelde alle deler av datareduksjonspipelinen, fra rådata, via kart og forgrunnssubtraksjon til bestemmelse av styrkespekteret og de kosmologiske parametere. Et område der vi har oppnådd resultater som har vakt helt spesiell oppmerksomhet, er innen metoder for å detektere avvik fra "standardbildet", dvs. der anisotropiene er fordelt som et isotropisk gaussisk felt på himmelen. Samtidig har vi bygget opp ekspertise på teori for dannelse av anisotropier, bl.a. ikke-gaussianiteter fra inflasjonsfasen, og SZ-effekten fra galaksehopper.

Mens vi i dag arbeider med data fra WMAP, vil vi i perioden 2008 – ca. 2015 ha en sentral rolle i analysen av dataene fra Planck. Med Planck vil man måle intensitetsanisotropiene i CMB omtrent så nøyaktig som det vil la seg gjøre i overskuelig fremtid. Men i løpet av de siste årene har det blitt vist at presisjonsmålinger av polarisasjonen av CMB vil være enda viktigere for vår forståelse av det tidlige univers. Polarisasjon er så vidt detektert av WMAP og vil bli studert med en viss nøyaktighet av Planck. Med presisjonsmålinger av polarisasjon vil man kunne få en helt ny forståelse av inflasjonsfasen, og hva fysikken bak den var. Instrumenter for slike presisjonsmålinger er nå under rask utvikling, og vil utgjøre neste generasjon CMB-instrumenter. Det arbeides for tiden med planer om en ballongflyvning fra Svalbard av instrumentet BOOMERanG, et instrument med polarisasjonsdetektorer, i 2007. Vi vil få tilgang til disse dataene. Den nye generasjonen meget store matriser av polarisasjonsdetektorer vil først bli utprøvd med bakkebaserte instrumenter. Vi er invitert til å delta i instrumentet QUIET som bygges i Atacamaørkenen av en gruppe ledet av NASA Jet Propulsion Laboratory og Kavli Institute for Cosmological Physics i Chicago, og som vil være i operasjon i perioden 2008 – ca. 2015. Programvaren for dataanalysen for dette instrumentet vil bli utviklet ved ITA og analysen vil finne sted her. Deltagelsen i QUIET vil samtidig gi instituttet en enda mer sentral rolle i Planck-dataanalysen, samtidig som den peker frem mot deltagelse i neste generasjons instrumenter. Nye rombaserte polarisasjonsinstrumenter er på tidlig planleggingsstadium i både USA (NASAs CMB-Pol) og i Europa (ESA's Cosmic Vision 2015 – 2025 samt nasjonale prosjekter i bl.a. Frankrike). I begge tilfelle er målet en oppskytning ca. 2020 med mål å kartlegge i detalj polarisasjonen av CMB over hele himmelen med sensitivitet mer enn 10 ganger høyere enn Planck. Ved en fortsatt satsing på CMB-forskning vil ITA ha en ledende rolle i utviklingen og deltagelsen i disse. Ved siden av personellressurser er lokale tungregnerressurser det viktigste som trengs for dette. Hvis denne satsingen på CMB-forskning som er bygget opp fra 1999 skal bli vellykket, er det viktig at den får tilstrekkelig ressurser, både personellmessig og når det gjelder tilgang til tungregnerressurser.

En aktiv satsing på kosmologisk teori og modellering er svært viktig i parallell med den mer observasjonsrettet aktiviteten, og den må videreutvikles. I den nære framtid er det av størst interesse å utnytte CMB-data og andre observasjoner til å lære om inflasjonsfasen, teste mørk energi-modeller og å utforske nøytrinoenes rolle i kosmologien. Nøytrinomassene er en viktig nøkkel til døren som åpner veien til fysikk som går utover dagens Standardmodell i partikkelfysikk. Det er mange problemstillinger i skjæringspunktet mellom kosmologiske nøytrinoer og mørk energi som det er interessant og viktig å forfølge, både teoretisk og observasjonelt. På litt lengre sikt er det viktig å studere potensialet til helt nye typer observasjoner. Spesielt er gravitasjonsbølgeastronomi et felt som vil kunne få en hurtig vekst når disse bølgene blir detektert og man får mer følsomme observatorier som LISA. Gravitasjonsbølger er et viktig vindu inn mot inflasjonsfasen, og vil også gi en mengde ny informasjon om kompakte objekter som sorte hull og nøytronstjerner.

Foruten personellressurser er den teoretiske virksomheten mer og mer avhengig av tungregnerressurser, både lokale og nasjonale.

Observasjonell optisk ekstragalaktisk astronomi bør videreføres på nåværende nivå, spesielt innen områder som vekselvirker tett med den teoretiske forskningen og med CMB-forskningen (for eksempel innen galaksehoper). En sterkt øket satsing (nysatsing) vil kreve sterkt økede ressurser til instituttet. Dette blir beskrevet i et eget avsnitt.

iii) Celest mekanikk

Ved en videreføring av virksomheten i celest mekanikk etter 2008 vil fortsatt deltagelse i Rosetta-prosjektet sannsynligvis forbli hovedsatsingen. Faglige utfordringer her er presis baneberegning for romsonden under nære passeringer av romsonden til Jorden, Mars og to asteroider, og etter at den er plassert i bane rundt kometen i 2014. Kometkjernens masse, form og rotasjonsforhold vil kunne bli bestemt basert på den innflytelse som disse faktorer har på banen. Algoritmer og dataprogrammer for disse anvendelsene vil måtte testes på forhånd gjennom numeriske simuleringer. I dette arbeidet vil ITA og FFI kunne utfylle hverandre. Det er planer om et felles Rosetta-prosjekt hvor det også vil bli samarbeidet med grupper i ESA-miljøer og ved JPL. Gruppen vil også kunne delta i ESAs BepiColombo-prosjekt til Merkur ca 2014.

Videre vil det også kunne bli satset på satellittgeodesi som har vært tema for flere artikler, doktoroppgaver og hovedoppgaver ved ITA og FFI. Global Navigation Satellite System (GPS, GLONAS og det fremtidige GALILEO) vil gi mange nye muligheter innen forskning og utdanning.

Strategi 2007—2015

Som sagt over har Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo i sin strategiplan vedtatt at forskningen bør konsentreres omkring satsingsmiljøer som kan være av tre typer, toppforskningsmiljøer, utviklingsmiljøer og nysatsingsmiljøer. ITA følger opp dette ved å fastsette ett toppforskningsmiljø, *sofysikk*, og ett utviklingsmiljø, *kosmologi*.

Toppforskningsmiljøet skal videreutvikles og utviklingsmiljøet utvikles til et toppforskningsmiljø i perioden 2007 – 2015 med de faglige prioriteringer som er gitt i forrige kapittel. Det har vært et overordnet prinsipp at ingen gruppe burde være mindre enn minimum tre faste vitenskapelige ansatte for å kunne være et satsingsområde. Både sofysikk- og kosmologi-gruppen har høy kvalitet og svært ambisiøse planer for framtiden, så det anbefales derfor at begge grupper får minimum fire ansatte i førstestilling knyttet til seg, ikke minst med tanke på at de fast ansatte også skal følge sine undervisningsmessige og administrative forpliktelser. En hoveddel av ressurser både i form av faste vitenskapelige stillinger, postdoktor- og stipendiatstillinger samt tekniske støttestillinger allokteres disse to satsingsområdene. Ved alle ansettelser i faste vitenskapelige stillinger, også innen disse to hovedsatsingsområdene, skal den vitenskapelige kvaliteten til søkerne telle mest. Utlysninger må utformes slik at det er mulig å ansette en fremragende søker i et annet fagområde enn det utlysningen er rettet mot, hvis det ikke er søkere innen det tiltenkte fagområdet som holder en meget høy vitenskapelig kvalitet.

Det må holdes oppe vinduer for nye områder, og det er et mål å opprette et nysatsingsmiljø ved instituttet i planperioden. Et slik miljø kan være innen et fagområde som alt er representert ved instituttet, men kan også være innen et helt annet område. ITA har nå utlyst en stilling som professor/førsteamanuensis i ”modellering/simulering av astrofysiske plasma og strålingsfelt” og en

stilling som førsteamanuensis i ”kosmologi og ekstragalaktisk astronomi”. I den første er det også åpnet for en videreutvikling mot anvendelser på andre temaer enn solatmosfæren, selv om solatmosfæren er det mest sannsynlige forskningsområde for den nyansatte. I den andre er det, nettopp for å holde åpent for spesielt dyktige forskere, holdt åpent for søkere fra alle områder innen kosmologi og ekstragalaktisk astronomi, selv om de områder vi alt satser på må prioriteres under ellers tilnærmet like forhold.

Vi forventer at budsjettsituasjonen i årene som kommer ikke vil endres vesentlig, men håper at instituttet vil kunne øke antallet faste vitenskapelige ansatte til 11 gjennom planperioden. På den annen side er det ventet en sterkt øket tilgjengelighet av eksterne midler gjennom et nytt romforskningsprogram i Forskningsrådet og gjennom PRODEX-programmet. Etter nyansettelsene i 2006 vil det bli mulighet for en til to faste stillinger i 2008, to i 2010 og en senest i 2012, til sammen fire til fem faste ansettelser i løpet av ca. fem år. Med fire ansatte satt av til hver av kosmologi- og solfysikkgruppene gjenstår det da to til tre stillinger å fordele. Det anbefales at disse utlyses forholdsvis fritt med tanke på mulig oppstartning av et nysatsingsmiljø, og at konkurransen om dem vil legge hovedvekt på dokumentert faglig dyktighet av høy internasjonal standard. Hvis det på grunnlag av en slik utlysning skal ansettes en søker utenfor de to hovedsatsingsområdene, bør vedkommende ansees som egnet til å danne kjernen i et nysatsingsmiljø ved instituttet. Det er intet hinder for at fagområder som alt eksisterer ved instituttet eller har tilknytning til de andre hovedsatsingsområdene kan bli nysatsingsmiljø. Ved opprettelse av et nysatsingsmiljø må det være en betingelse at det ikke dannes enmannsgrupper; fortrinnsvis bør det innen rimelig tid utlyses nok en førstestilling rettet mot dette nye fagområdet og det må kunne settes av ressurser (for eksempel i form av startpakker) som gir mulighet til å ansette stipendiater/postdoktorer innenfor dette.

Store nysatsinger, samt forholdet til Nordisk Optisk Teleskop (NOT)

En mulighet for instituttet ved et nytt stort romforskningsprogram/PRODEX hadde vært å følge opp disse signalene ved å anbefale norsk deltagelse i en internasjonal storsatsning som for eksempel norsk medlemskap i ESO, eventuelt deltagelse i andre store bakkebaserte optiske teleskoper eller optiske survey instrumenter. En slik satsing vil peke fremover mot mulig deltagelse i ”Extremely Large Telescopes” som sannsynligvis vil komme til å revolusjonere astrofysikken i perioden 2015 – 2050, og vil gjøre det mye lettere å rekruttere ledende unge utenlandske astrofysikere til instituttet. En oppbygging av større virksomhet i bakkebasert optisk astronomi med deltagelse i store teleskoper, enten i form av ESO-deltagelse eller gjennom andre kanaler, vil kunne gi mulighet til en satsing på forskningsfelt som nå er under sterk utvikling, for eksempel galaksedannelse og dannelse av planetsystemer, og der kompetanse fra kosmologigruppen (bl.a. fra CMB og teori) og solfysikkgruppen (bl.a. innen numerisk strålingshydrodynamikk) kan samvirke. Den vil også muliggjøre utnyttelse av fremtidige optiske/IR romteleskoper som James Webb Space Telescope (JWST). Men en slik oppfølging forutsetter at instituttet har en klar plan for hvordan en slik satsning skulle anvendes til instituttets beste, og ikke minst at instituttet besitter den nødvendige kompetansen og arbeidskraften til å drive en slik virksomhet. Slik virksomhet må ledes av forskere som har vist, bl.a. ved publikasjons- og siteringshyppighet, at de er på et meget høyt internasjonalt nivå for at en satsing skal kunne ha store muligheter til å bli vellykket, og vil dessuten kreve at det gis mulighet til å ansette vesentlige flere (minst 2 – 3) i faste vitenskapelige stillinger enn forutsatt i denne planen hvis en slik storsatsning skal kunne foregå parallelt med videreføring og utvikling av de satsingene innen solfysikk og kosmologi som i dag har vist seg mest fruktbare.

Instituttets deltagelse i NOT har de siste 15 år hatt meget stor betydning både for forskning og for rekruttering av studenter og undervisning. Norge har i dag en andel på 20 % i NOT, og det er ITA som i sin helhet er i stand til å benytte denne andelen. ITA betaler fra sitt basisbudsjett 300.000 kr. pr. år som andel av Norges kontingent til NOT. NOT er for tiden under internasjonal evaluering, og det er sannsynlig at NOT Scientific Association som organisasjon fra ca. 2009 vil bli slått sammen med Isaac Newton Group of Observatories (ING) og Telescopio Nazionale Galileo (TNG) til en ny organisasjon som forsøksvis bærer navnet "Common Northern Observatory", CNO. Denne vil sannsynligvis også samarbeide tett med det spanske Gran Telescopio Canarias (GTC) som vil gi adgang til et teleskop i 10 meterklassen. ITA har en forpliktelse til å støtte opp om NOT og bruke NOT i forskning og undervisning i perioden frem til 2009. Ved en omdannelse av organisasjonen i forbindelse med en sammenslåing til et CNO, må det tas opp til en diskusjon på fritt grunnlag hvilken deltagelse, om noen, Norge skal ha i den. Det foreslås at i perioden frem til dette skjer fortsettes deltagelsen i NOT minst på dagens nivå med 1 – 2 personer på postdoktornivå. Dette vil opprettholde en minimumskompetanse i optisk astronomi, og vil kunne være et grunnlag for en eventuell stor fremtidig satsing på optisk astronomi. Det foreslås å nedsette et utvalg i 2007 med deltagelse av en eller flere utenlandske eksperter for å utrede fremtiden for optisk astronomi ved ITA, inklusive bruk av NOT, CNO og eventuelle fremtidige storsatsinger. I 2007 vil randbetingelsene for å kunne foreta en slik vurdering ligge betydelig bedre til rette enn i dag.

Teknisk støtte

Tross instituttets begrensning til kun to hovedforskningsområder, krever selv dagens satsning stor arbeidskraft for å opprettholde de forpliktelsene instituttet er pålagt. Med tanke på den observasjonelle virksomhetens økende omfang ved blant annet Solar-B, Planck, QUIET, SDO, og SST, vil det bli stadig vanskeligere for den faste vitenskapelige staben å lede den daglige driften av disse prosjektene uten å ha teknisk-administrativ støtte til prosjektstyring, industrikontakt, kontraktsforhandlinger etc. Dette gjelder i høy grad også vitenskapelig støtte til driften av regnemaskinsparken, og på sikt eventuell forlengelse eller utvidelse av driften av Solar-B datasenteret etter at ESA-finansieringen er avsluttet. Slik støtte kan skaffes ved rettede utlysninger av stipendiat- og postdoktorstillinger, men det burde også være aktuelt å arbeide for utvidelsen av instituttets tekniske stab med en eller to stillinger spesielt med tanke på ekspertise på romteknologi og prosjektstyring av slike prosjekter. Disse stillingene må i så fall finansieres over de prosjekter de støtter, men de ansatte må få fast ansettelse, slik at instituttet må garantere for finansieringen i tilfeller der prosjektfinansiering faller bort.

Vitenskapelig utstyr

For alle deler av ITAs virksomhet er det særdeles viktig at instituttet sikres særdeles god tilgang på regnekraft og på teknisk numerisk ekspertise for å kunne følge den hurtige utviklingen innen datateknologi. Dette innebærer at det må finnes tilstrekkelig midler til å kjøpe inn og vedlikeholde grafiske arbeidsstasjoner for bearbeiding av de enorme datamengende som en forventer fra SST, Solar-B, SDO, Planck, QUIET og andre observatorier og instrumenter. Det vil også kreves midler til eller tilgang til massivt parallelle regneanlegg som både kan redusere rådata fra disse instrumentene og, ikke minst, skal kunne utføre numeriske simuleringer. Det er helt avgjørende at denne typen utstyr ikke prioriteres lavere enn f. eks. "flight hardware" på satellitter, og vil kunne finansieres over f. eks. PRODEX-programmet, da denne typen utstyr er avgjørende for å være ledende i "nedstrømsaktivitet" som erfaringsmessig er måten et lite institutt som vårt kan få mest mulig vitenskap ut av begrensede ressurser.