

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Innledning

Institutt for teoretisk astrofysikk ble grunnlagt av professor Svein Rosseland, med hjelp av en betydelig donasjon fra Rockefeller Foundation. Da instituttet ble tatt i bruk 1. juli 1934, var det som verdens første institutt for teoretisk astrofysikk, og saken fikk stor oppmerksomhet i avisene.

Bidraget til vitenskapelig utstyr ble benyttet til å bygge en regnemaskin som kunne løse differensialligninger. Maskinen var den største i sin tid, og ble benyttet av forskerne helt frem til midten av 1950-årene. Tungregnetradisjonen har de siste tiår fått sin renessanse og instituttet er i dag ledende på bruk av numeriske teknikker i modellering og tolkning av observasjonsdata.

Institutt for teoretisk astrofysikk (ITA) ved Universitetet i Oslo er den dag i dag det eneste stedet i Norge hvor man kan ta en fullstendig høyere utdanning innen faget astronomi. Det drives i dag både observasjonell og teoretisk forskning ved Svein Rosselands hus i tillegg til tverrfaglig samarbeid med andre institutter og forskningsinstitusjoner.

Vår visjon med tilhørende satsningsområder er å:

- Styrke instituttets posisjon som forskningsmiljø i verdensklasse
- Drive forskningsbasert utdanning som sikrer best mulig kvalifiserte studenter
- Formidle instituttets prioriterte fagområder til både beslutningstagere og allmennheten

Forskning

Det er i dag en rivende utvikling innen faget astronomi. Dette skyldes både at tilgangen på høykvalitetsdata fra rommet og fra bakken er bedre enn noensinne, men også at numeriske metoder har fått full gjennomslag i alle astronomiens underområder i løpet av den siste tiårsperioden. Institutt for teoretisk astrofysikk (ITA) har nytt godt av begge disse utviklingstrekkene og fremstår i dag som en attraktiv partner eller endog ledende kraft innen flere av instituttets prioriterte områder som er kosmologi, solfysikk og ekstragalaktisk astronomi.

Astronomifaget er svært bredt og et relativt lite miljø kan ikke dekke alle områder. Virksomheten i kosmologi har nytt godt av satsningen på Planck-satellitten under siste 10-årsplan og har i dag bygget opp forskning innen studier av mikrobølge-bakgrunnsstrålingen (CMB) og innen teoretisk kosmologi med vekt på forskning på "den mørke energien" og alternativer til Einsteins generelle gravitasjonsteori. Begge disse områdene krever avanserte numeriske beregninger.

Innen solfysikk er det kombinasjonen av numeriske modeller med observasjoner, fra spesielt Hinode og IRIS satellittene samt fra det bakkebaserte Svenske solteleskopet på La Palma, som har preget utviklingen og hvor ITA anses som blant de ledende i verden.

En gruppe innen ekstragalaktisk astronomi er under oppbygning: den første faste ansettelsen er foretatt mens en stilling til vil besettes i løpet av året 2015. Vi ser allerede nå konturene av en vital gruppe med stor appell blant master og PhD-studenter.

Det er ingen av de faste vitenskapelige ansatte ved ITA som går av for aldersgrensen i den kommende planperioden.

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Kosmologi:

Bakgrunn

Kosmologigruppen har i dag fem faste vitenskapelige ansatte og én professor II, midlertidig ansatte teller fem postdoktorer og seks stipendiater.

I 1999 startet instituttet, støttet av Forskningsrådet, en nysatsing ved å gå inn som Co-I i ESAs satellitt Planck som i detalj studerte anisotropiene i den kosmiske bakgrunnsstrålingen (CMB) fra 2009 til 2013. Instituttet bidro til LFI-instrumentet og har vitenskapelig først og fremst arbeidet med utvikling av nye metoder for å analysere data fra slike CMB-eksperimenter. Gruppen har utviklet metoder innen datareduksjon som tillot studiet av det tidlige univers på meget store skalaer. Parallelt med arbeidet med Planck hadde gruppen en sentral rolle i det bakkebaserte CMB-polarisasjonsinstrumentet QUIET som opererte i 5000 meters høyde i Atacama-ørkenen fra 2008 til 2010. Deltagelsen i Planck la grunnlaget for den store ekspansjonen kosmologigruppen fikk på 2000-tallet.

Gruppen deltok fra 2008 i forarbeidene til det som i 2011 ble valgt til ESAs neste kosmologisatellitt, Euclid som er planlagt skutt opp i 2020 og skal virke i seks år fremover. Hovedformålet er å bruke storskalaforordelingen av galakser til å gi strenge føringer på modellene for mørk energi. Kosmologigruppen er ansvarlig for utvikling av hardware-komponenter til NISP-instrumentet og en del av "Science Ground Segment", og deltar aktivt i den vitenskapelige forberedelsen gjennom deltagelse i vitenskapelige arbeidsgrupper.

Parallelt med den observasjonelle forskningen har gruppen hatt et stort program i teoretisk kosmologi. I dette inngår studier av alternative modeller som kan forklare "mørk materie" og "mørk energi" ved modifikasjoner av Einsteins gravitasjonsteori, 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. Gruppen har konsentrert mye av virksomheten mot å utvikle store kosmologiske simuleringer for å studere i detalj hvordan slike gravitasjonsmodeller kan undersøkes observasjonelt.

Faglige utfordringer og målsetninger

De siste 25 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. Vi er på vei inn i presisjonskosmologiens æra. Alt dette har medført at kosmologi og ekstragalaktisk astronomi både er det største og samtidig hurtigst voksende fagområdet innen astronomi og astrofysikk. De 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, den såkalte Λ CDM-modellen. 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

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

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 har vært 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 datareduksjonspipelen. Selv om Planck ble slått av høsten 2013, vil analysen av dataene fortsette til minst 2016. 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. 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. Vi deltar i flere nye bakke- og ballongbaserte CMB-prosjekter, bl.a. ballongeksperimentet SPIDER. Vi vil også være med på søknaden om en CMB-polarisasjonssatellitt CoRE+ som en mulig ESA 5. "M-mission". Ved en fortsatt satsing på CMB-forskning, kanskje på et noe lavere nivå enn under Planck-æraen, vil ITA ha en ledende rolle i disse kommende eksperimentene.

En vesentlig del av virksomheten innen dataanalyse vil rettes mot best mulig å kunne utnytte Eucliddata. Samtidig bruk av data fra bakkebaserte survey-instrumenter er viktig i denne sammenhengen. Slike data er åpent tilgjengelige, bl.a. fra SDSS. For å kunne ha mer direkte innflytelse på dataanalysen fra Euclid bør vi også delta i utviklingen av dataanalysemetoder for survey-instrumenter under utvikling. HETDEX er en survey (med Hobby-Eberly-teleskopet) der det vil være mulig å komme inn på et forholdsvis tidlig tidspunkt.

Tiltak:

- Sikre tilgang på dyktig personell og på lokale tungregnerressurs til å behandle data fra SPIDER og andre fremtidige bakke-, ballong- eller satellittbaserte CMB-eksperimenter, som for eksempel CoRE+.
- Sikre tilgang på dyktig personell og utvikle analyseverktøy rettet mot best mulig utnyttelse av Eucliddata samt data som stammer fra survey-instrumenter som bl.a. SDSS og HETDEX.
- Utarbeide en søknad om "ERC consolidator" og/eller "ERC starting grant" innen observasjonell kosmologi.

En aktiv satsing på kosmologisk teori og modellering er svært viktig i parallell med den mer observasjonsrettede aktiviteten, og den må videreutvikles. 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 nær framtid er det av størst interesse å utnytte CMB-data og storskalaforordelingen av galakser til å lære om inflasjonsfasen, teste mørk energi-modeller og utforske nøytrinoenes rolle i kosmologien. Foruten personellressurser er den teoretiske virksomheten mer og mer avhengig av tungregnerressurser.

Tiltak:

- Utnytte CMB-data og storskalaforordelingen av galakser til å lære om inflasjonsfasen, teste mørk energi-modeller og utforske nøytrinoenes rolle i kosmologien.

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

- Sikre tilgang til tungregnerressurser, både lokalt, gjennom det nasjonale programmet og internasjonalt.
- Personellmessig styrke den teoretiske gruppen med ekspertise innen kosmologiske simuleringer.
- Utarbeide minst en søknad til "ERC consolidator" og/eller "ERC starting grant" prosjekt innen teoretisk kosmologi.

Solfysikk:

Bakgrunn

Solfysikkgruppen har i dag fire fast vitenskapelige ansatte samt en professor II. I tillegg har gruppen åtte postdoktorer en NFR finansiert forsker og seks 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. Som Co-I deltar vi i Hinode, en japansk solsatellitt skutt opp i 2006, og "Interface Region Imaging Spectrograph" (IRIS), en NASA "small explorer" satellitt skutt opp i 2013. ITA er vert for det europeiske datasenteret for Hinode som nå også inneholder data fra IRIS.

Instituttet har også et meget godt samarbeid med det svenske solteleskopet SST. Gjennom bruk av midler fra Observatoriefondet har ITA inngått avtale som garanterer 42 observasjonsdager per år på det som for tiden fortsatt 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 finansiert av Norges forskningsråd, gjennom deltagelse i senteret for fremragende forskning "Centre of Mathematics for Applications" (CMA) og gjennom ERC Advanced Grant "Physics of the Solar Chromosphere".

Faglige utfordringer og målsetninger

Solfysikk er i dag et relativt modent fagfelt, men feltet 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 for så å overleveres til 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

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

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.

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 Hinode og IRIS og at ekspertisen innen avansert datareduksjon og numerisk modellering vedlikeholdes.

Solar Orbiter er neste solfysikkprosjekt i ESA-regi med oppskyting planlagt til 2018. Carlsson og Hansteen er CoIs i instrumentene SPICE og PHI. Samtidig jobbes det intenst med Solar C, et stort solteleskop plassert i jordbane styrt av japanske JAXA, med deltagelse fra ESA og NASA. Det vil bli klart i neste fem-årsperiode om dette prosjektet blir realisert eller ikke.

Det er også gode muligheter til å gjøre interessant forskning fra bakken. Det planlegges nå et stort europeisk bakkebasert solteleskop plassert på Kanariøyene. Prosjektet er i en kritisk fase hvor planen er å komme med i den pågående revisjonen av den europeiske infrastrukturplanen ESFRI. Videre er et stort amerikansk solteleskop, DKIST, under bygging med første observasjoner planlagt i 2019. Spesielt på datareduksjonssiden og tolkningssiden er det interesse for norsk deltagelse. Nylig er det også åpnet for solobservasjoner ved et av verdens største radioteleskop, ALMA plassert på høyfjellet i Chile, også her er norsk deltagelse, spesielt i tolkning av data, av interesse.

En forventer at utviklingen innen numerisk astrofysikk vil fortsette i samme høye tempo som har preget de siste par tiår. Med sterk økning i regnekraft vil en kunne studere stadig mer kompliserte fenomen, vi tror at den mest interessante utviklingen kommer i skjæringspunktet mellom beskrivelsen av solmediet som væske (strålings-magnetohydrodynamikk) og som partikler (flervæskemodeller, generalisert Ohms lov, partikkeldynamikk).

Tiltak:

- Sikre deltagelse i de framtidige rombaserte observatoriene Solar Orbiter og Solar C
- Vedlikeholde og styrke virksomheten ved det Svenske solteleskopet på La Palma (SST) og sikre deltagelse i de framtidige bakkebaserte solteleskopene "European Solar Telescope" (EST) og "David K Inoue Solar Telescope" (DKIST).
- Videreføre virksomheten innen ALMA prosjektet.
- Styrke den numeriske kompetansen ved ITAs solgruppe.

Disse tiltakene kan best realiseres gjennom vellykkede søknader til European Research Council og Norsk forskingsråd. Minst en "ERC consolidator" og "ERC advanced grant" søknad burde sendes i løpet av perioden i tillegg til andre typer prosjekt ved ERC og NFR. Det burde også vurderes om solgruppen ved ITA kan tilfredsstillere kravene til en SFF søknad ved forskningsrådet.

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Ekstragalaktisk astronomi

Oppstart og målsetninger

Den nyetablerte gruppen for ekstragalaktisk astronomi er konsentrert om modellering av strålingprosesser i og rundt galakser. Gruppen består av én fast vitenskapelig ansatt, mens det i løpet av våren og sommeren 2015 vil ansettes en til. Ellers er det knyttet til gruppen en postdoktor, to stipendiater og tre masterstudenter. Gruppen, ledet av Mark Dijkstra, er tett involvert i flere internasjonale samarbeidskonstellasjoner, blant annet GLASS-sammenslutningen (PI Prof. T. True, UCSB), gruppen ledet av JWST forsker Prof. R. Windhorst (ASU) og gruppen ledet av Prof. L. Pentericci (INAF) en leder av observasjoner av fjerne galakser. I tillegg er et samarbeid med kjernefysikkgruppen (ved C. Larsen) ved Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo under utvikling.

Gruppen for ekstragalaktisk astronomi søker aktivt ekspansjon og ønsker å etablere ytterligere nye samarbeidspartnere. Dijkstra fikk toppkarakter både på sin søknad til forskningsrådets FRINATEK program og til "ERC consolidator" programmet, uten å nå helt opp. På kort sikt vil begge disse søknadene gjeninnsendes, i tillegg til en søknad om å etableres som et av MN-fakultetets endringsmiljø. Målet med disse søknadene er å få ytterligere postdoktorer på plass som vil gi økt vitenskapelig aktivitet og videre støtte til de eksisterende og framtidige PhD- og master-studenter.

Det vitenskapelige målet for gruppen er å bli ledende eksperter på modellering av strålingstransport i spektrallinjer i og rundt stjernedannende galakser. Foreløpig har gruppen fokusert på den såkalte "Lyman alfa" emisjonslinjen fra nøytralt hydrogen. Dette er forskning som er høyst relevant i og med at flere instrument og teleskop er under utarbeidelse som vil øke antallet kjente Lyman alfa kilder med mer en to størrelsesordner (en større økning enn det verdensomspennende exoplanetmiljøet opplevde da Kepler satellitten ble aktiv). Feltet tilbyr mange muligheter for ekspansjon og samarbeid med både teoretikere og observatører: gruppen ved ITA har påbegynt samarbeid med flere ledende grupper som driver med kosmologiske hydrodynamiske simuleringer av galaksedannelse, men også med grupper (nevnt over) som spesialiserer seg på observasjoner av disse kildene.

ITA vil om kort tid øke antall fast vitenskapelig ansatte i gruppen med en førsteamanuensis. Dette vil gi gruppen mulighet til å spille en viktig rolle i forberedelsen av en større infrastruktursøknad til Norges forskningsråd med sikte på å få Norge innmeldt i "European Southern Observatory" (ESO).

Den langsiktige vitenskapelige målsettingen for gruppen er å spille en ledende rolle i modellering av emisjon og absorpsjon fra galakser og deres omgivelser over et stort spenn av bølgelengder, fra radio til røntgen.

Tiltak:

- Etablere samarbeid med ledende grupper innen kosmologiske hydrodynamiske simuleringer.
- Gjeninnsende ERC-consolidator grant og utarbeide søknad rettet mot å etableres som et endringsmiljø på MN-fakultetet.
- Innta en ledende rolle i utarbeidelsen av infrastruktursøknad rettet mot norsk ESO-medlemskap
- Øke antall fast vitenskapelig fast ansatte til to.

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Støttefunksjoner:

I tillegg til de spesifikke tiltakene for hver gruppe er det utfordringer som er felles for alle. Dette gjelder først og fremst tilgang på teknisk støtte til numeriske beregninger og dataanalyse og administrativ hjelp til prosjektstyring.

Tiltak:

- Støttefunksjoner på datasiden
- Øke kontorsjefens rolle i prosjektstøttefunksjoner. Dette gjelder både i forbindelse med søknadsskriving og budsjettering, men også prosjektstyring og prosjektøkonomi.

ITA har i dag et avansert datasystem med god kapasitet både når det gjelder lokale beregninger og datalagring. Dette er et resultat av en bevisst og forskningsdrevet satsing gjennom mange år både i søknader om eksterne midler og i interne prioriteringer av ressurser. Systemet er ikke et alternativ til sentrale, nasjonale og internasjonale dataressurser, men et tillegg til disse som gjør oss i stand til å utnytte disse optimalt. Systemet er bygget rundt et FibreChannel basert lagringssystem som gir høy båndbredde og tilgang til store lagringsvolum mellom grafiske arbeidsstasjoner, beregningsnoder og lagring i systemet.

Tungregning gjøres i dag hovedsakelig i det nasjonale tungregnesystemet (NOTUR) og på internasjonale tungregnerressurser (PRACE, NASA/Pleiades, NCSA/PRAC). Resultatene fra disse store beregningene trenger imidlertid lagring, videre analyse og visualisering lokalt.

Instituttet deltar i flere store internasjonale romprosjekt (JAXAs Hinode, NASAs IRIS og ESAs Planck, Euclid og Solar Orbiter) og fra de bakkebaserte observatoriene SST og QUIET og fra det ballongbaserte SPIDER. Disse genererer store mengder data. Instituttet huser et internasjonalt datasenter for flere av disse prosjektene (Hinode, IRIS og etter hvert også Euclid) og deltar aktivt i arbeidet med å standardisere metadata og dele forskningsdata gjennom EU-prosjektet SOLARNET.

Tilgang til denne typen dataressurser, teknisk numerisk ekspertise i forskningsgruppene og arbeidet med datasenteret har gitt oss innpass i romprosjekter langt ut over det de direkte norske økonomiske bidragene skulle tilsi. Det er helt avgjørende at denne typen utstyr fortsatt prioriteres da det 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.

En av de største utfordringene i moderne forskning er den voldsomme økningen i behovet for datalagring og systemer for å håndtere og systematisere og analysere data. Dette gjelder ikke minst i vårt fagfelt. Vi har i dag et godt utbygd og skalerbart lagringssystem og god analysekapasitet i lokale beregnings-clustere og grafiske arbeidsstasjoner. En videre aktiv satsing på dette feltet er avgjørende for at vi skal beholde vår sterke posisjon.

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Utfordringer på lengre sikt:

Det er flere langsiktige utfordringer en burde være oppmerksom på når en ser ut over tidsrammen for denne planen og fram mot neste 5- til 10-års periode. Først og fremst er det viktig å holde øynene åpne for andre spennende muligheter og unge talentfulle forskere i felt beslektet med de nåværende satsningsområdene.

På lengre sikt er det viktig å studere potensialet til helt nye typer observasjoner. Innen kosmologi er spesielt gravitasjonsbølgeastronomi et felt som vil kunne få en hurtig vekst når disse bølgene blir detektert og man får mer følsomme observatorier. ESA planlegger å skyte opp et gravitasjonsbølgeobservatorium i ca. 2034.

Innen solfysikk 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. Dette kan gjelde både problemstillinger knyttet til andre stjerner, til galakseevolusjon og til ekstragalaktisk astronomi.

En satsing i en annen størrelsesorden vil kunne komme gjennom et norsk medlemskap i ESO med "European Extremely Large Telescope" (E-ELT), og kanskje også "Square Kilometer Array" (SKA). Et eventuelt norsk ESO-medlemskap vil, blant annet, gi et betydelig grunnlag for forsterkning av feltet ekstragalaktisk astronomi i Norge, men vil også åpne flere muligheter for utvidet satsning på felt som er aktuelle for både kosmologer og solfysikere.

Utdanning

På ITA har vi undervisning på bachelor-, master- og doktorgradsnivå. Med unntak av ett populærvitenskapelig kurs i astronomi, så er alle våre bachelorkurs en del av Fysikk-Astronomi-Meteorologi- (FAM-) programmet. Studentene som følger FAM-programmet møter kurs på ITA fra og med 3.semester. De første to semesterene brukes til grunnkurs i matematikk, informatikk og generell fysikk. Kursene på master- og doktorgradsnivå er en fortsettelse av astronomiutdanningen som påbegynnes på bachelornivå og går dypere i noen emner, mens andre emner gir en enda større bredde i astronomien som det ikke var plass til i bacheloremnene.

ITAs emnetilbud består av to større emner (mer enn 10-20 studenter), AST1010 og AST1100. Alle andre emner har mellom 10-20 studenter eller færre. Emnene på ITA har gode resultater på emneevalueringer i alle våre nåværende emner. Vi ser derfor ikke behov for en større endring av emnene våre i de kommende årene. I det følgende skisseres planlagte forbedringer.

AST1010 er det populærvitenskapelige innføringsemnet i astrofysikk med omkring 200 studenter påmeldt fra flere forskjellige institutter og fakulteter, men langt færre følger undervisningen da emnet ofte tas i tillegg til et fullt studieløp et annet sted. Det har akkurat blitt laget en ny lærebok i emnet (av underviser på ITA) etterfulgt av et nytt undervisningsopplegg. Spesielt så skal nå lektorstudentene følge AST1010 istedenfor AST1100 som de gjorde før.

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Mål: Presentere forståelsen av universet på en lettfattelig måte for lektorstudenter og andre ikke-astronomer.

Tiltak:

- Hyppige evalueringer for å sikre at faglig nivå er tilpasset målgruppen

AST1100 er innføringsemnet i astrofysikk på bachelorprogrammet FAM med omkring 80 studenter påmeldt. Emnet tas av de fleste studentene på FAM-programmet, også mange av de som ikke skal følge studieretning astronomi videre. Da dette emnet brukes til å rekruttere studenter til studieretning astronomi har emnet vært høyt prioritert med mange gruppelærere og en betydelig innsats har vært gjort for å lage et godt undervisningsopplegg med vekt på programmeringsoppgaver.

Mål: Rekruttere flest mulig studenter til studieretning astronomi

Tiltak:

- Forbedre undervisningsmaterialet med ekstra vekt på forklaringer av matematiske og fysiske begreper som studentene har funnet vanskelige.
- Undersøke om det kan lages færre, men mer krevende og motiverende obligatoriske oppgaver for de sterkeste studentene.

Alle de mindre emnene på ITA har nå blitt godt innkjørt etter emnerevisjonen. Avanserte og motiverende programmeringsoppgaver som er nær knyttet til realistiske situasjoner er utarbeidet i alle kursene hvor dette er relevant.

Mål: Lage et kort innføringskurs i programmerspråk/programvare som brukes mye på ITA (spesielt IDL), og integrere dette i emnene slik at studentene er klare til å bruke disse verktøyene når de trengs.

Tiltak:

- Forbedre disse programmeringsoppgavene i flere av kursene, spesielt med tanke på at koder og programmeringsteknikker skal samkjøres og brukes mellom kurs.
- Kursmaterialet i emnene skal gjennomgås for å se etter mulige forbedringer.
- Sørge for at vi har nok stipendiater som gruppelærere.

Mål: Lage et forum der forelesere og gruppelærere på emnene våre kan treffes for å diskutere undervisningen.

Tiltak:

- Månedlige lunsjmøter mellom alle undervisere (forelesere og gruppelærere) skal organiseres.

Masterprogrammet og PhD studiet

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Masterprogrammet i astronomi er på mange måter kjernevirksomheten ved ITA. Instituttets tre viktigste «produkter» er kandidater med mastergrad, kandidater med ph.d. og vitenskapelige resultater publisert i internasjonale vitenskapelige tidsskrifter. Til ph.d.-studiet rekrutterer vi dels kandidater med vår egen mastergrad, dels kandidater med mastergrad fra andre institutter, i Norge og i utlandet. Våre masterkandidater rekrutteres til både vårt eget ph.d.-studium og til ph.d.-studier andre steder. Samtidig er det klart at det store flertall av våre masterkandidater og ph.d. kandidater ikke går videre i en akademisk karriere, men søker arbeidslivet, innen bl.a. anvendt forskning i instituttsektoren (eksempler er FFI, SINTEF, IFE, Norsk Regnesentral, Meteorologisk Institutt), undervisning, utviklingsarbeid i høyteknologisk næringsliv. Ikke få er også IT-konsulenter. Det er klart at en mastergrad eller ph.d. grad i astronomi gir en rekke overførbare ferdigheter som har vist seg å være til stor nytte, spesielt innen anvendt forskning og utvikling.

Imidlertid så har vi de siste par årene sett en god økning i søkningen til astronomimaster og vi forventer at snittet vil øke.

Masterprogrammet består i dag av lang (60 studiepoeng) masteroppgave og 60 studiepoeng emner. Emnene skal inneholde 20 studiepoeng astronomiemner, mens 40 studiepoeng velges blant emner i astronomi, fysikk, matematikk, statistikk, og informatikk (20 av disse må være fra andre fag enn astronomi).

Mål: Uteksaminere 8 – 10 kandidater med mastergrad pr. år.

Tiltak:

- Utarbeide rekrutteringstiltak som kan øke rekrutteringen.
- Gjennomgå emnedelen av masterprogrammet for å sikre bredde og overførbare ferdigheter.

Ph.d. utdanning i astrofysikk er en del av ph.d. i realfag ved det matematisk-naturvitenskapelige fakultet. Opptak foretas av fakultetet og krav til opplæringsdel og avhandling settes sentralt. Ved fakultetet pågår et arbeid for å revidere ph.d. programmet for å sikre at de uteksaminerte kandidatene er attraktive ikke bare for en videre forskningskarriere men også i andre områder der tross alt de fleste kandidatene ender opp. Dette er i høy grad relevant også for våre kandidater.

I de senere år har vi uteksaminert ca 4 kandidater med ph.d. grad per år hvorav halvparten er rekruttert fra Norge (med master i astronomi eller fysikk). Det er en økning fra det historiske gjennomsnittet, men et rimelig nivå sett i lys av den pågående forskningsvirksomheten og veiledningskapasiteten. Det viktigste lokale arbeidet er å sikre gode søkere, gode kurs som kan inngå i opplæringsdelen og god veiledning og oppfølging av våre studenter.

Mål: Uteksaminere 4 kandidater med ph.d. grad per år

Tiltak:

- Sikre finansiering for 4 nye stipendiatstillinger per år (KD, eksternt finansierte og internt finansierte)
- Gjennomgå ph.d. kurs med sikte på å øke kvaliteten, bredden og overførbare ferdigheter.

Strategisk plan for Institutt for teoretisk astrofysikk 2015 - 2020

Formidling

Vi har de siste årene jobbet mye med å profilere instituttet i media og er i ferd med å bygge opp et godt nettverk av astronomiinteresserte journalister og kontakter. Blant instituttene på MN ligger ITA i toppsjiktet når det gjelder antall forskningsnyhetssaker, men vi ønsker å produsere enda flere. Vi ønsker å opprettholde ITA som den ledende kilden til astronominyheter når det gjelder områder det forskes på i Norge. Samtidig ser vi det som en samfunnsoppgave å opplyse allmenheten generelt om faget astronomi.

Instituttet er ofte representert i programmet Ekko, NRK P2, og nevnes nærmeste ukentlig i programmet Abels Tårn takket være jevnlig oppmøte på direktesendingene fra Realfagsbiblioteket. Disse turene til Realfagsbiblioteket er også med på å bygge opp en god formidlingskultur ved instituttet.

Mål: Holde nettsidene oppdaterte.

Tiltak:

- Øke antall forskningsnyhetssaker, minst en forskningssak en aktuelt-sak (som ofte også handler om forskningen vår) per måned.
- Involvere forskerne i å oppdatere beskrivelser av forskningsprosjektene sine på nett. Motivere alle ansatte til å bruke sin personlige hjemmeside.

Mål: Synliggjøre ITAs forskning og forskere i media

Tiltak:

- Fortsette nettverksbygging til presse.
- Besvare generelle henvendelser i noen grad fra presse om generelle astronomisaker, slik at vi knytter nye kontakter og rår grunnen for å få gjennomslag for egne nyhetssaker.
- Journalistnettverket og nettverk innad på UiO brukes aktivt til spredning av våre nyhetssaker.
- Delta på relevante arrangementer.

Mål: Formidle astronomifaget både for beslutningstagere/Forskningsrådet og for det generelle astronomiinteresserte publikum og ungdom.

Tiltak:

- Fortsatt satsing på sosiale medier for å nå målgruppen (de unge og journalister/politikere).
- Formidlingsansvarlig fortsetter å gi ansatte og studenter formidlingsoppdrag i media (for eks Aftenposten Viten og NRK P2). Jfr. kap 5 i MNs kommunikasjonsstrategi der det blant annet står at "MN må stimulere sine egne unge talenter til økt forskningskommunikasjon".

Mål: Begeistring for formidling.

Tiltak:

- Styrke en god formidlingskultur ved instituttet. Eksempelets makt: Professorer er viktige rollemodeller for midlertidige ansatte og studenter.