

Et tredje forskningsområde

Diskusjonsnotat til instituttstyret av Per B. Lilje

I Instituttets årsplan for 2008 er det vedtatt at ITA skal utrede grunnlaget for et tredje forskningsmiljø i tillegg til solfysikk og kosmologi.

Etter at Instituttet med ansettelsen av Kaare Aksnes i 1988 opprettet en mindre forskningsgruppe i celest mekanikk, har Instituttet hatt forskningsaktivitet innen tre områder, solfysikk, kosmologi og celest mekanikk. Forskningsgruppen innen celest mekanikk har kun hatt Kaare Aksnes som fast vitenskapelig ansatt, men har hatt (og har) en midlertidig ansatt førsteamanuensis (Per Helge Andersen) i 20% stilling finansiert av Forsvarets Forskningsinstitutt og har i perioder hatt ansatt stipendiater og postdoktorer. For tiden er en postdoktor (Eirik Mysen) ansatt i fagområdet. Ved at Kaare Aksnes gikk av med pensjon fra mars 2008 er det skapt et forholdsvis unikt handlingsrom for Instituttet ved at et av forskningsområdene som har eksistert ved Instituttet ikke har noen faste vitenskapelige ansatte. Instituttet har muligheten til å videreføre dette forskningsområdet eller å benytte ressursene til å satse på andre fagområder innen astronomi og astrofysikk.

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet legger i sin prosess MATNAT 21, påbegynt i februar 2008, som en meget sterk premiss at fakultetets mål er å bli et internasjonalt forskningsfakultet, og at for å nå dette målet må man gjennomføre fagprioritering. De samme ideene ligger bak Universitetets pågående fagprioriteringsprosess. For at Fakultetet skal kunne bli et internasjonalt forskningsfakultet, må instituttene satse på spissing i stedet for bredde, de må satse sterkt på et mindre antall forskningsområder der de ser muligheter til å oppnå meget høy internasjonal kvalitet og samle ressursene omkring dem. Bredden må dekkes internasjonalt, det er hverken mulig eller ønskelig å dekke alle fagområder i alle fag ved vårt universitet, det er ikke mulig en gang nasjonalt.

I forhold til disse ideene har vårt institutt (delvis av nødvendighet) vært meget sterkt i forkant. Det har alltid vært åpenbart at den store bredden i astronomi og astrofysikk ikke kunne dekkes av et mindre institutt, selv om dette var det eneste i Norge. Fra opprettelsen av Solobservatoriet på Harestua i 1954 ble virksomheten meget sterkt konsentrert omkring solfysikk, så vel observasjonelt som teoretisk. Fra 1967 var det en mindre gruppe med en fast vitenskapelig ansatt som dels arbeidet med kosmologi, dels med stjerners indre. Fra 1992 og særlig etter 2000 har virksomheten i kosmologi (med utgreninger til ekstragalaktisk astronomi) økt vesentlig og har i dag tre faste ansatte og et større antall stipendiater og postdoktorer. Og som nevnt over har det vært aktiv forskningsvirksomhet innen celest mekanikk fra 1988/89 til i dag. En fast ansatt (Jan Trulsen) med tilknytning til solfysikkgruppen har dessuten sitt forskningsområde innen teoretisk (og spesielt numerisk) plasmafysikk i nært samarbeid med gruppen for plasma- og romfysikk ved Fysisk institutt med anvendelser mer i romfysikk enn i astrofysikk.

I Langtidsplan for forskning 2006 – 2015 har Instituttet vedtatt at det først og fremst skal satse på solfysikk, som skal videreføres som et internasjonalt toppforskningsmiljø, og kosmologi, som skal utvikles til å bli et internasjonalt toppforskningsmiljø. Hvert av disse fagområdene skal til enhver tid ha minst fire fast vitenskapelige ansatte. Videre er det følgende vedtatt av Instituttet: "En hoveddel av ressurser både i form av faste vitenskapelige stillinger, postdoktor- og stipendiatstillinger samt tekniske støttestillinger allokeres disse to satsingsområdene. Ved alle ansettelses 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”.

Med de to stillinger som er utlyst med søknadsfrist 1. mai 2008 er det sikret at både solfysikk og kosmologi vil ha fire faste vitenskapelige ansatte hver. Det er dermed rom for å ha to til tre ansatte også utenfor disse områdene. I den vedtatte langtidsplanen sier Instituttet om dette: ”Det anbefales at disse utlyses forholdsvis fritt med tanke på mulig oppstarting 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”.

Dette er fulgt opp i Instituttets strategiske plan for perioden 2006 – 2009 der Instituttets mål innen forskning er definert som følger:

Institutt for teoretisk astrofysikk skal:

- *Videreutvikle Instituttet som et ledende internasjonalt grunnforskningsinstitutt i astronomi og astrofysikk.*
- *Legge grunnlaget for morgendagens forskning gjennom målrettet rekruttering, og ved å bygge opp nye felt og aktiviteter hvis det anses som hensiktsmessig.*
- *Ha to internasjonale toppmiljøer. Alle forskningsmiljøer skal holde et høyt internasjonalt nivå.*

For å oppnå disse mål har Instituttet bl.a. vedtatt følgende tiltak:

- Instituttet konsentrerer virksomheten omkring to hovedsatsingsområder, solfysikk og kosmologi. Dessuten tilstrebes dannelse av et nysatsingsområde i planperioden. Også fagområder representert ved Instituttet i dag kan bli definert som nysatsingsområde.
- Solfysikkmiljøet utpekes til et toppforskningsmiljø, et miljø som skal videreutvikles som et internasjonalt toppforskningsmiljø i planperioden. Kosmologimiljøet utpekes til et utviklingsmiljø som skal utvikles til et toppforskningsmiljø i planperioden.
- De to hovedsatsingsområdene prioriteres ved besettelse av ledige førstestillinger samt ved tildeling av stipendiatstillinger og andre strategiske midler. Hvert av disse områdene skal til enhver tid tilstrebes å inneha minst fire førstestillinger.

- Vitenskapelig kvalitet skal alltid ha avgjørende betydning ved ansettelse i førstestillinger.
- Ledige førstestillinger utover de som kreves for å tilfredsstille kravene over utlyses til åpen konkurranse der søkere innen mulige nysatsingsområder og de to hovedsatsningsområdene konkurrerer ut fra vitenskapelig kvalitet.

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet har gitt oss meget stor ros for vår vilje og evne til fagprioritering, og har utpekt solfysikkgruppen, med en prioritering omkring forståelse av de fysiske prosessene i solens atmosfære gjennom jord- og rombaserte observasjoner, numerisk modellering og teori, som et av fakultetets toppforskningsmiljøer og kosmologigruppen, med visjonen ”*The cosmology group at the Institute of Theoretical Astrophysics will become an internationally leading group in research on the Cosmic Microwave Background. It will emphasise the closest interaction between analysis of data from experiments and fundamental theory to further the understanding of the Universe*”, som et av fakultetets utviklingsmiljøer.

Som nevnt i innledningen har Instituttet nå et unikt handlingsrom. Vi kan velge å fortsette med celest mekanikk, vi kan bygge ut nye forskningsområder i tilknytning til enten solfysikk eller kosmologi, eller vi kan velge å satse på noe helt nytt. I både Langtidsplan for forskning (som gjelder ut 2015) og Strategisk plan (som kun gjelder ut 2009) er det gitt sterke føringer på at en slik beslutning skal foretas først og fremst ved en forholdsvis fri utlysning av stillinger, der søkerens vitenskapelige kvalitet skal være hovedkriteriet. Hvis det ved en slik utlysning skal ansettes en søker utenfor de to hovedsatsingsområdene, bør som sitert over vedkommende ha en dokumentert internasjonal standard som gjør hun/han egnet til å danne kjernen i et nysatsingsmiljø ved Instituttet.

Som sagt over er en av mulighetene å satse videre på celest mekanikk. Jeg vil derfor i resten av dette notatet komme med noen personlige betraktninger om dette området. Inntil spektroskopi fra midten av 1800-tallet gjorde det mulig å studere himmellegemenes fysiske egenskaper, og moderne fysikk gjorde det mulig å gi en fysisk forståelse av disse, var sfærisk astronomi og celest mekanikk enerådende som nærmest de eneste forskningsområdene i astronomi. Med veksten av astrofysikk utover på 1900-tallet er celest mekanikk blitt en liten del av astronomien, forskning innen dette fagområdet drives i dag ved et lite antall astronomi/astrofysikk institutter internasjonalt. I Oslo var, inntil ansettelsen av Kaare Aksnes i 1988 (han publiserte arbeider i celest mekanikk fra Instituttet på 1960-tallet, før han ble doktorgradsstudent ved Yale), den siste faste vitenskapelige ansatte som publiserte forskning i celest mekanikk observator Kristian Lous som døde i 1941. Han publiserte sin siste vitenskapelige artikkel i celest mekanikk i et internasjonalt vitenskapelig tidsskrift i 1924.

Internasjonalt er det i dag en del hovedinteresseområder innen celest mekanikk. Innen ren grunnforskning er kanskje det største studiet av plantesystemers dynamiske utvikling over lang tid. Selv et system med noen få partikler er meget vanskelig å studere teoretisk og numerisk, da tidsskalaene spenner over et enormt rom, og man har sterke ikkelineære fenomener. Å studere vårt eget solsystems stabilitet over flere hundre millioner (eller opp til ti milliarder) år har vært det forskningsområde i celest mekanikk som internasjonalt kanskje har hatt størst oppmerksomhet. Denne oppmerksomheten er økt sterkt med oppdagelsen av ekstrasolare planetsystemer, der den dynamiske utviklingen koblet til utviklingen av stjernen (og dens masse) har meget stor interesse. Et fagområde som opprinnelig har bakgrunn fra celest mekanikk er studiet av dynamikken i stjernesystemer, stjernehopet og galakser. Dette er

mangepartikkelsystemer med fra mange hundre til mange milliarder stjerner. Studiet av dynamikken i slike systemer er i dag et betydelig større forskningsområde enn den klassiske celeste mekanikk, målt i antallet aktive forskere og institusjoner der slik forskning drives. Den er gjerne i tett tiknytning til andre former for ekstragalaktisk og galaktisk astronomi. Et forskningsområde som internasjonalt har blitt blant de viktigste i astronomi, er studiet av dannelsen av planetsystemer. Her er både hydrodynamiske (inklusive magnetfelt og stråling) og rene gravitasjonelle mangepartikkeleffekter viktige. De sistnevnte nytter både kunnskap fra celest mekanikk og fra galaktisk dynamikk (meget store antall partikler).

Et helt annet forskningsområde har knyttet seg til den praktiske bruken av celest mekanikk ved baneberegning for kunstige satellitter og romsonder. Det aller meste av virksomheten i celest mekanikk ved Institutt for teoretisk astrofysikk fra 1988 til i dag har vært innen dette forskningsområdet. I samarbeid med FFI er det arbeidet med meget nøyaktig beregning av posisjonen til satellitter i jordbane og også på radiosignalers transmisjon mellom satellitter og bakken. Dette har meget viktige anvendelser ved bruk av satellitter til geodesi, både innen grunnforskning og for mer praktiske anvendelser. Det er muligens en innvending at det ikke utføres direkte forskning på geodesi ved Instituttet. Det kan kanskje være et diskusjonstema hvor store ressurser skal brukes på forholdsvis anvendt forskning der anvendelsen ikke foregår ved Instituttet og der det er publisert svært lite i internasjonale vitenskapelige tidsskrifter med forfattere fra Instituttet, spesielt sett i lys av målet i Strategisk plan om at vi skal legge vekt på å **være et internasjonalt ledende grunnforskningsinstitutt innen astronomi og astrofysikk**. På den annen side er denne virksomheten for det aller meste eksternt finansiert. De senere årene har det meste av virksomheten vært knyttet til baneberegninger for interplanetariske romsonder og for naturlige objekter der ikke-gravitasjonelle effekter er vesentlige (for eksempel utgassing fra kometkjerner). Forskingen her har vært nært knyttet til ESA's romsonde Rosetta som skal gå inn i bane omkring en kometkjerne og myklende en lander på overflaten av den. De dynamiske problemene her er nye og svært interessante, og samtidig uhyre viktige for at romsondens store vitenskapelige potensiale skal utnyttes. Kometer er på mange måter rester fra solsystemets tilblivelse, og ved å studere *in situ* de fysiske egenskapene til en kometkjerne, kan man lære svært mye om solsystemets dannelse. Ved Instituttet har det vært foretatt forskning som har meget stor viktighet for Rosetta, for det første ved å gjøre det mulig å bestemme kometkjernens bane med stor nøyaktighet, for det andre ved å finne mulige baner for romsonden omkring kometkjernen. Det siste har vært et helt nytt territorium, da kjernen har mye mindre masse enn noe objekt man har vært i bane omkring tidligere, og perturbende effekter (gravitasjonelle og ikke-gravitasjonelle) er mye viktigere. Instituttet deltar i *Radio Science* eksperimentet på Rosetta, der man bruker radiobølgenes (fra sondens ordinære radiosendere) ankomst til jorden for å forstå fysiske egenskaper ved kometkjernen. Svært nøyaktig kunnskap om sondens bane er essensielt for dette. Det er klart at denne forskningen er interessant og gir gode publiserbare resultater. På den annen side kan det igjen innvendes at dette hadde vært enda mer interessant hvis det foregikk innenfor en forskningsgruppe som utnyttet disse resultatene til å forstå kometkjerners fysiske egenskaper. Å fortsette denne virksomheten ville kanskje være aller mest interessant for Instituttet hvis man samtidig bygget ut forskning på de mer fysiske egenskaper ved objekter (kometer for eksempel) i solsystemet, slik at denne forholdsvis anvendte forskningen kunne få sin anvendelse innenfor Instituttet. Men dette ville sannsynligvis kreve et langt større institutt.

Celest mekanikk har vært et populært tema for masterstudenter. Spesielt er den praktiske nytten av området fremhevet. I perioden fra 1998 til i dag har Kaare Aksnes (og også Per-Helge Andersen) veiledet mange hovedfags/master-studenter, og fem studenter har tatt dr.

scient. og Ph.d.-graden (Hilde Erlandsen, Frank Tveter, Tommy Grav, Eirik Mysen og Øystein Olsen). Kandidater innen området har bl.a. fått stillinger innen romindustri (?), Meteorologisk institutt, NR og FFI. Etter at Telenor Satellite Services ble solgt til utlandet er arbeidsmarkedet innen direkte operasjon av kommersielle satellitter blitt mindre i Norge. Jeg vet ikke i hvilken grad dette var et aktuelt arbeidsmarked. Undervisning i celest mekanikk på masternivå (AST4230 etc.) foregår ikke lenger, og det har vært spørsmål fra studentene om hva som skal skje med dette. Undervisning på masternivå bør være forskningsbasert, og det vil være vanskelig å opprettholde slik undervisning uten en aktiv forskningsvirksomhet. Men det må påpekes at slik undervisning internasjonalt bare drives på det mindre antall institusjoner der man har aktiv forskning i celest mekanikk.

En viktig del av Instituttets utadrettede virksomhet (som også gir oss en netto inntekt på omkring 300.000 kroner pr. år) er utgivelsen av Almanakk for Norge, der Kaare Aksnes de senere år har stått bak beregningen av kalendariet og samtidig har vært leder i Almanakkomiteen (disse to oppgavene behøver ikke ha noen sammenheng, normalt har det tidligere vært to forskjellige ansatte ved Instituttet som har hatt disse oppgavene). Instituttet har inngått kontrakt med ham for å fortsette disse oppgavene inntil videre også etter at han er professor emeritus. Vi må uansett snart finne en person som kan overta som leder for Almanakkomiteen og overlappet en tid med Aksnes (jeg synes det er viktig at vi opprettholder tradisjonen med at leder for Universitetets almanakkomité er en professor ved Institutt for teoretisk astrofysikk), og samtidig må vi utrede hvordan fremtidig beregning av kalendariet skal sikres. Før Aksnes kom til Instituttet i 1988 ble kalendariet beregnet av Rolf Brahde, som ikke selv publiserte forskning i celest mekanikk, men som hadde dette som et interesseområde. Med dagens dataprogrammer etc. er det sannsynligvis mye mindre krevende for en ikke-spesialist å ha ansvar for beregningen av kalendariet i dag enn det var for eksempel på 1950-tallet, men det er klart at Instituttet må ha ansvaret for beregningen av kalendariet hvis Almanakk for Norge skal fremstå som det kvalitetetsproduktet det gjør i dag. Det kan tilføyes at kalendariet i den danske almanakken, "Københavns Universitets Almanak, Skriv- og Rejse-Kalender" som har vært utgitt fra 1685, i dag beregnes av Birgitta Nordström som er stellarastronom.

Rekrutteringspotensialet består, foruten av mulige utenlandske kandidater, av de tre med dr.scient/Ph.d. herfra som fremdeles er aktive forskere i fagområdet, Tommy Grav med dr. scient. fra 2004, Eirik Mysen med Ph.d. fra 2006 og Øystein Olsen med dr. scient. fra 2007.