

## **Forskning i matematiske fag i Norge.**

Hovedtyngden av bevilgningene til Norges Forskningsråd går nå til store satsinger og program. Norsk matematikkråd (NMR) vil med dette rette oppmerksomhet mot de problemer dette skaper for matematisk grunnforskning, som gjerne foregår i mindre grupper. Det er særlig to forhold vi vil peke på:

- Spesielt i den senere tid har det vært knapt med frie midler, det vil si midler som ikke er knyttet til et stort program.
- Programmet Beregningsorientert Matematikk i Anvendelser (BeMatA) nærmer seg avslutningsfasen, og det er et sterkt behov for å følge opp dette.

Av Forskningsrådets internasjonale evaluering av matematiske fag ("Research in Mathematics in Norwegian Universities and Colleges", 2002) framgår det at det er høyt nivå på forskningen og at en på noen områder er blant de fremste i verden. Den dårlige tilgangen på frie midler i senere tid, sammen med vanskelighetene med å få finansiert matematisk forskning fra Forskningsrådets store programmer, gjør NMR bekymret for at en ikke skal kunne opprettholde dette nivået. Vi vil her peke på de mange gode anbefalingene fra Evalueringskomiteen. Arbeidet med å gjennomføre disse har bare så vidt startet og det er viktig at dette blir videreført.

Almennhetens interesse for matematikkfaget har vel vært begrenset til situasjonen i det norske utdanningssystemet, men det har til gjengjeld vært et sterkt fokus på alle nivå fra grunnskole til universitet og høyskoler. Også for å få til en varig bedring her er det nødvendig at forskningen ligger på et høyt nivå. Et langsiktig mål kunne være å skape balanse i utvekslingen med utlandet, slik at det ble like naturlig for utenlandske forskere å besøke Norge som for våre forskere å reise utenlands.

### **De frie prosjektene må styrkes.**

"Her slipper ingen inn uten kunnskap om geometri" sto det på portalen til Platons akademi i Aten. Matematikkens uforanderlighet og tidløshet er en del av vår kultur, og forskning i matematiske fag i Norge bør derfor ha høy prioritet. Evalueringsrapporten viser at denne forskningen holder internasjonalt høyt nivå, og det er viktig å opprettholde dette. NMR er derfor meget bekymret over knappheten på frie midler. Vi viser til at det praktisk talt ikke ble tildelt noen nye doktorgradsstipend i matematikk etter 15. juni i 2003, og hele runden med søknadsfrist 15. februar i 2004 ble avlyst på grunn av mangel på midler.

Kunnskap i matematikk og statistikk danner selve grunnlaget for forståelse av naturens prosesser og er en del av det vitenskapelige språket også utenfor teknisk-naturvitenskapelige områder. Historien har vist oss at hva som er "anvendt matematikk" varierer med tiden, og at mye som i dag er av stor nytte ble opprinnelig studert utelukkende for sin egen del. Da Booleske algebraer først ble introdusert var de en kuriositet, men nå danner de grunnlaget for alle datamaskiner. Et

av de viktigste framskrittene i medisin i løpet av de siste tiårene, MRI og Computer tomografi, startet på 1960-tallet, men allerede i 1917 hadde Radon beskrevet det matematiske grunnlaget. Tallteori ble lenge oppfattet som den minst anvendbare del av matematikken, men er nå helt uunnværlig i kryptografi.

Det er nødvendig at potten av frie midler blir utvidet for å sikre kvaliteten til de nasjonale matematikksatsingene. Ser en på de frie prosjekter som er bevilget til matematikkområdet de siste årene, så er disse små sammenliknet med andre innen området Teknologi Naturvitenskap Matematikk. Bevilgningene har imidlertid vært helt essensielle for det internasjonale samarbeidet disse forskningsgruppene har hatt, og vi vil særlig fremheve det kostnadseffektive ved det gode forholdet mellom nytte og innsats man har hatt her.

De kommende årene er det en betydelig avgang fra de matematiske miljøene ved universitetene, og i lys av dette er det nå svært viktig med doktorgradsstipendier og postdoktorstillinger. Hvis dagens situasjon får vedvare innebærer det en styrt nedbygging av alle matematiske miljøer, med mulig unntak for dem som arbeider direkte med applikasjoner innenfor andre fagområder. Imidlertid trenger også disse støtte fra og forankring i miljøer dedikert til grunnforskning for å kunne fungere optimalt. Det er derfor all grunn for Forskningsrådet å se nærmere på de langsiktige følgene av dagens tildelinger.

## **Behov for å følge opp BeMatA.**

Det er et sterkt og økende behov for bruk av matematikk til å løse fundamentale problemer innen medisin, naturvitenskap, teknologi og andre anvendte områder. Utfordringene i dag er ofte så komplekse at problemene bare kan forstås gjennom bruk av alle de tre grunnleggende vitenskapelige metoder, nemlig

- 1) observasjoner og eksperimenter
- 2) teori
- 3) modellering og beregninger.

Alle disse tre metodene bygger på matematikk. I dag har en ofte enorme datamengder som bare kan tolkes ved hjelp av en kombinasjon av statistikk og moderne visualiseringsverktøy. Modellering blir brukt til prediksjon, til å verifisere teori, eller til å generere nye hypoteser som kan testes eksperimentelt. Et slikt samspill mellom observasjoner, teoribygging og modellering krever et nært samarbeid mellom anvendte matematikere og forskere fra andre disipliner. Fag som biologi, kjemi, geologi og fysiologi blir stadig mer avhengig av simuleringsstudier, og som en konsekvens blir fagene "matematisert". De to klassiske vitenskapelige metoder, eksperiment og teori, blir supplert med beregninger som en helt sentral komponent.

I dag utføres rutinemessig beregninger som var utenkelige bare for noen få år siden. Dette skyldes ikke bare kraftigere og raskere datamaskiner, men i like stor grad nye og effektive algoritmer. En satsing på moderne supercomputere, uten samtidig å bygge opp passende matematisk kompetanse er derfor tildels bortkastede penger. Dette er nok hovedbegrunnelsen for den sterkt økende satsingen på matematikk som nå foregår i USA, der forskningsmidler til matematikk gjennom National Science Foundation (NSF) er i ferd med å tredobles på få år.

Gevinsten av effektive algoritmer blir desto større jo kraftigere datamaskinene blir. Det finnes en rekke anvendelser innenfor all dataanalyse og modellering der datakraft er en begrensning, eller der problemet er av en slik kompleksitet at ingen tenkelig datakraft eller dataarkitektur kan angripe det direkte. Det er derfor et sentralt og generisk problem å utvikle algoritmer og metoder som balanserer kompleksiteten av algoritmen mot den nøyaktigheten som dataene og modellen kan gi.

Bruken av modellering og beregninger som et supplement eller alternativ til fysiske eksperimenter har ikke bare forandret grunnforskningen, men i minst like stor grad industriell forskning. Anvendt matematisk kompetanse vil derfor bli et viktig konkurransefortrinn for industrien. En større satsing på anvendt matematisk forskning er ikke bare viktig for de nasjonale grunnforskningstilbudene, men medvirker også til å gi norske bedrifter økt konkurransekraft. I flere av Forskningsrådets store satsinger vil bruk av matematikk være en forutsetning for suksess. Både innen nanoteknologi, klimaforskning, havbruk og petroleum er for eksempel flerskala-analyse en relevant og nødvendig matematisk teknikk. Her trenger man å kunne beskrive elementer på de minste skalaer, samtidig som man ønsker å forstå sammenhengen med egenskaper på makroskopisk skala. Disse problemene kan imidlertid ikke uten videre løses med kraftigere datamaskiner alene. I satsinger som FUGE og NANOMAT er det behov for å utvikle nye effektive algoritmer for å forstå og kunne predikere biologiske egenskaper og materialeegenskaper, men først må imidlertid de underliggende matematiske modellene videreutvikles og forstås bedre.

I mange sammenhenger der kontrollerte fysiske eksperimenter er umulige, er numeriske simuleringstudier det eneste alternativ. Etter hvert som modellering og beregninger blir brukt innen stadig nye fagområder øker også mangfoldet av modelltyper som introduseres, og som derfor må forstås. Modellering av nye fenomener krever alternative modeller og stadig større deler av matematikken blir brukt i forbindelse med simuleringstudier.

Det er vanskelig å tenke seg nasjonale satsinger som FUGE (Funksjonell genomforskning i Norge), NANOMAT (Nanoteknologi og nye materialer), PETROMAKS (Petroleumsforskning), NORKLIMA (Klimaendringer og konsekvenser for Norge), RENERGI (Fremtidens rene energisystemer), VERDIKT (Kjernekompetanse og verdiskapning i IKT) og HAVBRUK uten at modeller og bruk av eksperimentelle data blir et sentralt tema. Et nærliggende eksempel er bruk av satellittfjernmåling i klimamodeller, havmodeller og meteorologiske modeller. Adaptive og robuste algoritmer som er trimmet til rimelig størrelse og kompleksitet vil i mange tilfeller kunne gi slik forskning mulighet for å angripe problem av større skala eller modeller av en helt annen karakter enn før. Vi kan også vise til hvordan teorien for dynamiske systemer brukes til å forstå hvordan kompliserte prosesser utvikler seg over tid. Reservoarsimulering, klima-modeller, smittespredning, populasjonsmodeller i genetikk, regulatoriske modeller, evolusjonære modeller i molekylær genetikk og trafikk over elektroniske nettverk er noen eksempler her.

Matematikk er således et viktig støttefag for flere av de store satsingene. I tillegg gjør matematikkens "generiske natur" at de samme matematiske teorier har anvendelser i flere områder. Matematiske prosjekter må derfor vurderes på grunnlag av andre kriterier enn bare kortsiktig nytte mot en konkret anvendelse. Det er på denne bakgrunnen vi ønsker å rette oppmerksomhet mot det beskjedne omfanget utvikling av matematiske modeller og verktøy har innenfor Forskningsrådets store satsninger.

Utviklingen innenfor fagfeltet partielle differensialligninger er et godt eksempel på god vekselvirkning mellom norsk petroleumsaktivitet og fagmiljøene. Dette feltet hadde fram til 1985 en relativt svak stilling ved norske matematiske institusjoner, men nå er det veletablerte grupper med internasjonal tyngde både ved UiB, UiO og NTNU. Partielle differensialligninger er sentrale i forbindelse med modellering av oljereservoarer, og disse miljøene fikk verdifull støtte fra petroleumsprogrammene. Etter hvert fikk man en situasjon der reservoaringeniører og matematikere hadde gjensidig nytte av hverandre. Eksistensen av et slikt petroleumsrelevant forskningsmiljø ved universitetene har i stor grad bidratt til å heve kompetansen i industrien, spesielt ved å utdanne matematikere med passende bakgrunn for industrien.

På mange måter bør denne vekselvirkningen mellom oljeindustrien og matematikkmiljøene ved universitetene danne mønster for fremtidig samarbeid mellom matematikere og anvendte forskningsmiljøer. Vi håper at Forskningsrådet vil spille en aktiv og konstruktiv rolle i utviklingen av slikt samarbeid.