

Rapport for studieprogrammet FAM 2003-2009 ved Universitetet i Oslo

1 Introduksjon

Bachelorprogrammet Fysikk, Astronomi og Meteorologi (FAM) skal evalueres for første gang siden kvalitetsreformens start høst 2003.

Rapporten er nok mer detaljert enn kanskje nødvendig, men er også meint som et dokumentet for videre arbeid ved de involverte institutta.

Rapporten tar for seg arbeidsoppgavene programrådet har prioritert samt at et omfattende datamateriale som spenner tilbake til første kull høst 2003 er vedlagt. Anbefalinger og videre perspektiv samt noen konklusjoner er også tatt med. Rapporten har følgende struktur:

1. Bakgrunn og overordna målsettinger.
2. Beskrivelse av studiet, ulike tiltak samt diskusjon av datagrunnlag.
3. Konklusjoner og anbefalinger.
4. Appendiks med datagrunnlag og tilleggsmateriale.

2 Bakgrunn og overordna målsettinger

Programrådet for FAM blei oppretta i 2002 som et samarbeid mellom Fysisk Institutt, Institutt for Teoretisk Astrofysikk, og Institutt Geofag, avdelingene for Meteorologi og Oseanografi ved Universitetet i Oslo. Mandatet er ganske omfattende. For bachelor program gjelder:

1. Programrådet skal fastsette programmets innhold og oppdatere dette i henhold til den faglig utvikling, samt holde en aktiv dialog med de involverte institutt om emnebidrag og kvaliteten innen disse.
2. Programrådet skal ha et faglig ansvar for overgangsordninger fra andre studier, i samarbeid med institutta
3. Programrådet skal innstille til og begrunne opptakskrav for det respektive program, i samarbeid med institutta.
4. Programrådet har ansvar for den helhetlige kvalitetssikringa av undervisninga, vurderingsformer og læringsmiljø i programmet.
5. Programrådet skal besørge utarbeidelse av en årlig rapport.
6. Programrådet har et overordna ansvar for mottak av nye studenter og for at studentene til enhver tid blir ivaretatt.
7. Programrådet skal tilrettelegge for og ta initiativ til miljøskapende tiltak mellom lærerkrefter og studenter, og mellom studentene.
8. Programrådet skal innstille, til styret, en strategiplan for rekrutterings- og profileringsarbeid til respektive program, i samarbeid med institutta.
9. Programrådet forvalter midler til dekning av administrative utgifter for drift av styret, samt til dekning av faglig/sosiale tiltak innen programmet.

Det siste punktet vil ikke bli diskutert, da det siden H-2005 ikke har vært midler tilgjengelig for slike tiltak. Flere av punktene, som for eksempel punktene 2 – 6 og 8, vil heller ikke bli diskutert da de inngår i den veletablerte daglige drift av studieløp. FAM programmet har også vært velsigna med aktive og velfungerende studentforeninger og fagutvalg. Samspeillet mellom studentenes foreninger og utvalg har alltid vært meget bra.

Et programråd har ingen besluttsende myndighet i forhold til de involverte institutta, noe som igjen betyr at programrådet har vektlagt sin rådgivende rolle i tolkninga av punktene ovafor. Alle tiltak som er foreslått av programrådet er iverksatt via en konsensus-prega prosess, i tett dialog med studie og undervisningsutvalga ved de tre involverte institutta.

Programrådets arbeid har hatt og har sitt fokus på det faglige innholdet (punktene 1 og 7) i bachelorstudiet med følgende overordna målsettinger

- Å tilby, styrke og framheve ei forskningsbasert utdanning fra dag en.
- Studiet skal kvalifisere kandidatene våre for Master of Science og PhD studier og relevante arbeidsoppgaver i næringslivet.
- Å tilby et studieløp med god faglig utvikling og progresjon hvor de ulike kursa bygger på hverandre.
- Å tilby et moderne og faglig relevant studieløp for framtidens arbeidsliv.
- Å tilby et fleksibelt studieløp med stor faglig bredde.
- Å utvikle tette bånd mellom forelesere/lærere og studenter.
- Synliggjøre og utvikle et utvalg av ledende internasjonale lærested med gode studentutvekslingsavtaler.

For å gjennomføre de overordna målsettingene, er det flere tiltak som skiller seg ut, med Computers in Science Education (CSE) som et unikt tiltak på nasjonal og internasjonal basis. Hvordan dette tiltaket virker i det første studieåret har vært tema for en nylig mastergrads oppgave som er vedlagt denne rapporten. Denne mastergraden inneholder også viktig dokumentasjon om studiets innhold det første året. CSE tiltaket er beskrevet i neste avsnitt.

Programrådet har også hatt en omfattende gjennomgang av kursporteføljen i tida 2006-2007, med vekt på de obligatoriske kursa. Det medførte en omfattende revisjon av spesielt kurstillbudet ved Institutt for Teoretisk Astrofysikk og Meteorologi og Oseanografi. Evalueringa av ulike emner foretas regelmessig og har vært en veletablert praksis i årevis ved de involverte institutta. I tilleggsmaterialet finner en hvilke kurs som har blitt evaluert.

Hva internasjonalisering angår er det etablert flere gode utvekslingssted (med hovedvekt i engelskspråklige land) samt at alle kurs fra og med femte semester skal undervises på engelsk dersom utvekslingsstudenter er tilstede.

Det er mange flere tiltak programrådet har satt i verk, blant anna et forsøk med tutorordning som stranda og et tiltak med diskusjonsgrupper mellom lærere og studenter første studieår.

For å avgrense diskusjonsmaterialet vil vi kun fokusere på CSE prosjektet, emnerevisjonsgruppas arbeid og anbefalinger samt diskusjon av datamaterialet som er vedlagt.

3 Studiets oppbygning, tiltak samt diskusjon av datagrunnlag

3.1 Tre første semestre

For FAM studentene inneholder FAM studiet en matematikk akse bestående av MAT1100, MAT-INF1100, MAT1110, MEK1100 og MAT1120 samt et informatikk kurs INF1100. I tillegg inngår tre FAM spesifikke kurs, FYS-MEK1110, FYS1120 og AST1100 eller GEF1000. Studiets oppbygning er vist i figuren.

6. semester	Se ønsket studieretning	EXPHIL03 - Examen philosophicum /Valgfritt	Valgfritt
5. semester	Se ønsket studieretning	Se ønsket studieretning	Valgfritt/ EXPHIL03 - Examen philosophicum
4. semester	Se ønsket studieretning	Se ønsket studieretning	Se ønsket studieretning
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Lineær algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Felteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og lineær algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

Oppbygning av studiets tre første semestre

Målsettinga de første tre semestra er å gi studentene ei så brei innføring som mulig i sentrale matematiske og numeriske metoder. I tillegg inneholder de tre første semestra de FAM spesifikke kursa FYS-MEK1110, FYS1120 og AST1100/GEF1000. Gjennomgående for de tre første semestra er ei integrering av numeriske og analytiske verktøy i FAM, matematikk og informatikk kurs. Grunnleggende for denne integreringa er det nye INF1100 og dets samspill med MAT-INF1100 og MAT1100 i første semester. Fra og med H-2007 gis en ny variant av gamle INF1000, INF1100 som vektlegger matematiske og naturvitenskapelige problem. Det betyr i praksis at INF1100 og MAT-INF1100 er revidert slik at disse to kursa kan samkjøres i større grad, også sammen med MAT1100. Kunnskapen herfra brukes i de resterende matematikk kursa MAT1110, MAT1120 og MEK1100 i andre og tredje semester i tillegg til FYS-MEK1110. Sistnevnte kurs bygger på nye INF1100. Fra og med H-2010 vil også FYS1210 (elektromagnetisme) inneholde numeriske oppgaver. AST1100 og GEF1000 innførte numeriske oppgaver fra og med H-2007/2008.

Det betyr i praksis at det kun er ett av ni kurs som ikke inneholder numeriske oppgaver de tre første semestra.

3.2 Tre siste semestre

Fysikk fordypning

Figuren viser de obligatoriske kursa som inngår i Fysikk-fordypninga. Fordypninga forutsetter kunnskaper tilsvarende FAMs første tre semestre. For Fysikk fordypningas del har flere av de

6. semester	Valgfritt/avh. av fordypning	Valgfritt	EXPHIL03 - Examen philosophicum /Valgfritt
5. semester	FYS2160 - Termodynamikk og statistisk fysikk	Valgfritt/avh. av fordypning	EXPHIL03 - Examen philosophicum /Valgfritt
4. semester	FYS2140 - Kvantefysikk	FYS2130 - Svingninger og bølger	FYS2150 - Eksperimentalfysikk / FYS1210 - Elektronikk med prosjektoppgaver
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Lineær algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Felteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og lineær algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

obligatoriske kursa innført numerisk oppgaver som baserer seg på kunnskapene fra de tre første semestra. Kursa det dreier seg om er FYS2130, FYS2150 og FYS2160.

Fra og med H-2010 vil studenter også kunne velge en Mekanikk fordypning, etter ønske fra mekanikk miljøet ved Matematisk institutt. På grunn av katastrofal rekruttering til Elektronikk

og datateknologi masterprogrammet, blei det fra og med H-2006 også åpna for ei fordjupning i Fysikk-aksen for Fysikalsk elektronikk og instrumentering.

Astronomi fordjupning

Nåværende kurs med kurskoder er satt opp i figuren. Fordjupninga forutsetter kunnskaper tilsvarende FAMs første tre semestre.

6. semester	Valgfritt	AST3210 - Stråling I	EXPHIL03 - Examen philosophicum /Valgfritt
5. semester	FYS2160 - Termodynamikk og statistisk fysikk	AST2120 - Stjernene	AST2210 - Observasjonsastronomi*
4. semester	FYS2140 - Kvantefysikk	Valgfritt	EXPHIL03 - Examen philosophicum /Valgfritt
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Linear algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Feltteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og linear algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

Emnerevisjonsgruppas arbeid leda til endringer i flere astronomiemner, blant anna på 1000- og 2000-nivå . Dette inkluderer revisjon av faginnholdet i AST1100 og AST2120, nedlegging av våremnet AST2110 samt oppretting av haustemnet AST2210.

Revisjonen fikk også betydning for astronomiemner på 3000-, 4000- og 5000-nivå . De gamle AST4210 og AST3130 fikk nye kursnummer og bytta undervisningssemester. Nye kursnummer og undervisningssemester er henholdsvis AST3210 på våren og AST4130 på hausten. Det første kurset er altså blitt et bacheloremne, mens det siste er overført til masternivå . Denne endringa er gjennomført allerede fra og med V-2007. Faginnholdet i AST3210, AST4130 og AST4220 blir revidert i takt med revisjonene av and bacheloremner. Samtidig vil innføringa av det nye AST2210 overflødiggjøre det gamle AST5120.

Hovedstrategien for den nye emneporteføljen er at det er bedre at noen færre tema behandles godt enn at flere tema får ei overfladisk behandling. Samtidig forlates den tidligere utelukkende teoretiske tilnærminga til astronomiundervisning til heretter også å inkludere praktiske/eksperimentelle komponenter.

Astronomi er et tertiær fag som bygger tungt på både matematikk- og fysikkkunnskaper, og det er en klar fordel også med bakgrunn innen deler av informatikk. Dette betyr at en revisjon av astronomiemnene vil ha bare marginale konsekvenser for fysikk. Derimot vil en revisjon av fysikkemner kunne ha store konsekvenser for Astronomi fordjupninga. Astronomi har derfor klare ønsker med hensyn til faginnholdet i sentrale fysikkemner. Det samme gjelder også Meteorologi miljøet.

Det er stor faglig fleksibilitet mellom astronomi og fysikk fordjupningene.

Meteorologi og Oseanografi fordjupning

Nåværende kurs med kurskoder til Bachelor er satt opp i figuren. Fordjupningen forutsetter kunnskaper tilsvarende FAMs første tre semestre. GEF1000 (tredje semester) er allerede endra (høst 2006) slik at oseanografien kommer sterkere inn som en del av kurset, og på en slik måte at hav og atmosfære koples bedre i diskusjonen av klimaet på jorda. Også den reint fluiddynamiske delen av kurset er blitt styrka. Studentene har lært om gradient, virvling og divergens i MEK1100 i andre semester, samt endel fluidmekanikk. For å dekke behovet for anvendelse av fluidmekanikk på hav og atmosfære, har GEF1000 fått et lite kompendium som er lagt ut på nettsiden i geofysisk fluiddynamikk med vekt på effekten av jordas rotasjon (Corioliskraften) og friksjonskrefter i fluider.

Det er etablert et nytt felleskurs, GEF2500-Geofysisk fluidmekanikk, som er obligatorisk for alle meteorologi og oseanografistudentene. Det foreleses i fjerde semester. Dermed vil det ikke være

6. semester	GEF2220 - Værsystemer/GEF2610 - Fysisk oseanografi	FYS3140 - Matematiske metoder i fysikk	Valgfritt
5. semester	GEF2210 - Regionale og globale luftforurensninger/UNIS	Valgfritt/UNIS	EXPHIL03 - Examen philosophicum *
4. semester	Valgfritt/FYS2130 - Svingninger og bølger	GEF2500 - Geofysisk fluidmekanikk	GEF2200 - Atmosfærefysikk
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Lineær algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Feltteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og lineær algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

noen obligatoriske fluidmekanikk-kurs fra Matematisk institutt i MetOs-fordjupninga. Videre avvikles det gamle dynamikk-kurset GEF2600, samt at et nytt kurs GEF2610-Fysisk oseanografi foreleses i 6. semester. De fleste kursa i denne fordjupninga har numeriske oppgaver i henhold til CSE prosjektet.

3.3 Kort om Computers in Science Education (CSE) prosjektet ved MN-fakultet

CSE-prosjektet har som mål at beregninger inkluderes som et naturlig verktøy i grunnundervisninga i de matematikk-tunge bachelorprogramma på en helhetlig og integrert måte. Vi ønsker å tilby ei undervisning som gir studentene den kompetansen forskning og kunnskapsbasert næringsliv etterspør og baserer seg på. Prosjektet innebærer ei klar styrking av forskningsbasert undervisning. Prosjektet har potensiale til å revolusjonere vår undervisning og det er nå satt ned et utvalg fra KD sin side som er leda av Prof. Knut Mørken ved Universitetet i Oslo, med målsetting å vurdere hvordan dette tiltaket kan få nasjonale ringvirkninger. Det er få andre steder både nasjonalt og internasjonalt der utviklinga har kommet så langt som ved UiO.

Sammen med bachelor studieprogrammet Matematikk, Informatikk og Teknologi (MIT), har FAM programrådet drevet fram CSE prosjektet som et verktøy for å fornye realfagsundervisninga. En stor del av FAM-rådets arbeid har sitt fokus på CSE prosjektet som et viktig tiltak for faglig fornying. Det tette samarbeidet om faglig innhold, koordinering og revisjon av emner på tvers av instituttgrenser, er et sentral element i CSE-prosjektet og ville kanskje ikke vært mulig uten innføringa av kvalitetsreformen i 2003.

CSE prosjektet innebærer også en mye tettere student-lærer kontakt og dialog.

Emnerevisjonskomiteens arbeid i 2006-2007 (se nedenfor) var et viktig tiltak for å styrke CSE prosjektets synlighet i FAM programmet.

Prosjektet har flere akser:

- Styrking av forskningsbasert undervisning.
- Koordinert bruk av beregningsorienterte oppgaver og numeriske verktøy i mange emner og bachelorprogram.
- Oppdatere stabens kompetanse på beregninger samt gi støtte (faglig og økonomisk) til dem som vil revidere utvalgte kurs. Åpne EVU-kurs samt pedagogisk modul i samarbeid med Pedagogisk forskningsinstitutt.
- Grunnide: blanding av matematikk, numeriske beregninger, databehandling og fysiske fag.
- Utvikle beregningsorienterte oppgaver som både gir studentene økt faglig innsikt og innføring i bruk av moderne verktøy.
- Sentral forankring på fakultetet og støttet av institutta.

Prosjektet griper fatt i to av UiO's strategiske mål med fleksibel læring:

- IKT skal integreres som et pedagogisk verktøy i utdanninga.
- UiO ønsker å utvikle og øke de ansattes kompetanse og motivasjon i bruken av IKT i undervisningsformål.

Dette er gjenspeilt i strategisk mål U4 ved MN-fakultet (se neste avsnitt).

Sentralt i dette prosjektet er synkroniseringa som finner sted første semester, mellom kursa MAT1100, INF1100 og MAT-INF1100. Et typisk eksempel er vist her.

- Et eksempel er overgangen fra den matematiske definisjonen av den deriverte i MAT1100

$$\frac{df(x)}{dx} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{f(x + \epsilon) - f(x)}{\epsilon}$$

- til algoritmer for å beregne den deriverte i MAT-INF1100 som en standard tre-punkts formel

$$\frac{df(x)}{dx} \approx \frac{f(x + h) - f(x - h)}{2h},$$

med en trunkeringsfeil $O(h^2)$ hvor h er et endelig tall.

- Ved hjelp av denne formelen programmeres den deriverte i programmeringskurset INF1100. Python brukes som programmeringsspråk da det lett kan koples opp mot Matlab og andre programmeringsspråk.
- Kursa MAT1100, MAT-INF1100 og INF1100 har flere felles problemstillinger, som f. eks. differensiallikninger.
- Dette er temaer som deretter tas opp i mekanikkurset FYS-MEK1100 i andre semester, hvor blant anna differensiallikninger er et sentralt tema.
- Differensiallikninger utvikles og brukes i flere andre kurs.
- De sentrale matematikkursa MEK1100, MAT1110 og MAT1120 videreutvikler det numeriske perspektivet.
- Forelesere i andre kurs trenger derfor ikke bruke tid på numeriske verktøy i forelesningene! FYS-MEK1100 bruker resultater fra INF1100 og MAT-INF1100 direkte. Dette blir en naturlig del av studentenes ballast.

En annen sentral del av CSE prosjektet er utviklingen av en pedagogisk modul, i samarbeid med Pedagogisk forskningsinstitutt. Målet med denne modulen er blant anna å

- Bevisstgjøre nye (og forhåpentligvis allerede fast ansatte) lærere om innholdet og undervisningen i grunnkurs i matematikk og informatikk, og sentrale servicekurs som for eksempel FYS-MEK1100.
- Tilby råd, veiledning og assistanse i å utvikle og bygge videre undervisning på grunnlaget fra felleskurs i matematikk og informatikk.
- Tilrettelegge for videreopplæring og selvstudier i bruk av numeriske verktøy.

MN-fakultet og CSE prosjektet tilbyr økonomisk og faglig støtte til forelesere som ønsker å oppdatere sine kurs til å følge utviklingene i matematikk og informatikk undervisningen.

Prosjektet har fått nasjonale ringvirkninger og en kan trygt si at arbeidet som er lagt ned av ildsjeler i FAM og MIT programma har leda til noe helt nytt i realfagsundervisning. Som tilleggsmateriale vedlegges artikler skrevet om CSE prosjektet. Masteroppgaven til Simen Sørby dokumenterer også arbeidet gjort det første studieåret og studentenes reaksjoner. Den er vedlagt denne rapporten som tilleggslitteratur.

Oppsummert kan en si at CSE prosjektet har vært dette programrådets viktigste bidrag til fornying av realfagsundervisninga. Mange av tiltakene som er iverksatt har hatt som målsetting å introdusere ulike sider ved CSE prosjektet i grunnutdanninga.

3.4 Emnerevisjonsgruppas arbeid: Bakgrunn og målsettinger

Emnerevisjonen blei igangsatt v-2006 som et ledd i FAM programrådets implementering av punktene U3-U5 i MN-fakultetes strategiske plan 2005-2009. Målene fra strategisk plan er gjengitt her

- U3-Kvalitet i studier: *Fakultetet vil i dialog mellom studenter og lærere utvikle og forbedre kvaliteten i studiene på fagets premisser. Dagens krav til kvalitetssikring og evaluering vil bli møtt med enkle og robuste systemer.*
- U4-Modernisering av realfagsutdanning: *Fakultetet vil integrere sentrale, moderne hjelpemidler, instrumentering og teknikker for å utvide og modernisere realfagsutdanninga. Numeriske beregninger og modellering har en viktig plass her.*
- U5-Internasjonalisering: *Fakultetet skal følge opp sin vedtatte internasjonaliseringsstrategi med særlig vekt på å videreutvikle sine engelskspråklige studietilbud og bedre tilgjengeligheten til disse for tilreisende studenter. Samtidig styrkes og tilrettelegges tilbudet til egne studenter som ønsker å ta deler av sitt studium i utlandet.*

Mål U3 og U4 er i første omgang tenkt oppfylt gjennom en revisjon av alle obligatoriske emner i FAM samt bruk av numeriske verktøy for å modernisere realfagsundervisninga. Sistnevnte gjøres i tett samarbeid med MIT programmet og det MN-fakultetes støtta prosjektet Computers in Science Education (CSE), se egen beskrivelse ovafor. Målet med CSE prosjektet er å legge forholdene best mulig til rette for at i første omgang de to bachelorprogramma FAM og MIT og etter hvert flere studieprogram, kan utdanne kandidater som behersker klassisk matematikk og naturvitenskap og som samtidig er i stand til å utnytte datamaskinen som et verktøy i sitt arbeid på en naturlig og effektiv måte. Dette betyr en grunnleggende forståelse for modellering og beregninger på datamaskin, og rollen dette spiller i moderne matematikk og naturvitenskap, og ikke minst i industri der bruk av moderne beregningsmetoder står sentralt i prosjektene. Konsekvensen av slik kunnskap vil være naturlig omgang med moderne verktøyprogrammer, og innlæringen vil for en stor del foregå ved bruk av slike verktøy.

For punkt U3 vil det mot slutten av planperioden jobbes med en systematisk evaluering av andre sider av studiet, slik som undervisning, veiledning, eksamen og vurderingsformer. Det var ikke en del av emnerevisjons komiteens arbeid fra og med V-2006 til og med H-2007.

Den fullstendige rapporten fra desember 2007 er vedlagt.

3.5 Diskusjon av tallmateriale

Vi har lagt ved et omfattende tallmateriale som dokumenterer flere sider ved studiet, fra studiepoengsproduksjon, frafall, antall kvinnelige studenter, antall primærøskere osv. Tallmaterialet er henta fra DBH og Samordna opptak. Tall for frafall og studiepoengsproduksjon er gjengitt på websida http://www.uio.no/for_ansatte/arbeidsstotte/sta/fs/statistikk/gjennomforing/gjennomforing_h09.html. Her følger noen generelle betraktninger om datamaterialet.

- Den nasjonale andelen primærøskere til reine fysikkstudier er generelt låg og fallende (mindre enn 300 primærøskere på landsbasis og rundt 150 ferdig utdanna masterkandidater på landsbasis). Universitetene i Norge hvor fysikk tilbys fra bachelor til og med PhD nivå er NTNU, UiB, UiO og UiT. En kan innvende her at etter kvalitetsreformen gikk antall studenter på fysikkfag betydelig opp ved UiO og høgst sannsynligvis også ved de andre læresteda. For eksempel hadde et kurs som FYS2140 i 2000 totalt 29 studenter som avla eksamen, mot rundt 100 etter kvalitetsreformens inntreden (det var ingen nevneverdig auke i fødseltall for de relevante ungdomskulla). Dette skyldes at flere studieprogram tar fysikkurs, som for eksempel MENA, LAP, MIT, Kjemi og ELDAT. I sum har den totale fysikkfamilien økt etter studiereformen.
- Til og med H-2006 hadde FAM programmet godt over 100 primærøskere. Dette gikk ned i 2007 for å ta seg så vidt opp i 2009. Tabell 4 er den mest relevante da den viser antall

personer som blei opptatt, det vil si de som faktisk møtte opp til semesterregistrering. I snitt er tallet ca 85 studenter per opptaksår i perioden 2003-2009. Utifra antall fast ansatte ved de tre institutta er dette tallet altfor lågt. Det er kapasitet for ihvertfall dobbelt så mange studenter.

- Kvinneandelen er låg og stabilt under 40%.
- Weblinken http://www.uio.no/for_ansatte/arbeidsstotte/sta/fs/statistikk/gjennomforing/gjennomforing_h09.html viser antall bachelor studenter i systemet etter opptaksår. Det er gjennomgående for UiO at de fleste studieprogram har et frafall første studieår på mellom 30 og 50%. Dette er studenter som blir fysisk borte fra studier ved UiO. FAM studiet er ikke noe unntak og har hatt et typisk frafall på ca 30%. Antall studenter etter første studieår forblir mer eller mindre konstant ut bachelorgraden.
- Den skalerte studiepoengproduksjonen er akseptabel ved FAM, ca 27 STP per semester. Men den er betydelig lågere ved studier som Jus og Medisin hvor også karakterkravet er høgere. Den uskalerte studiepoengproduksjonen er rundt 20 STP per semester. Begge tall (skalart og uskalert) er upresise (store usikkerheter) og ofte stemmer ikke tallmaterialet i DBH med interne skyggeregnskap.
- Karaktersnittet fra videregående skole før tilleggspoeng er 4.4, endel lågere enn det tilsvarende siv-ing studiet NTNU, hvor et snitt over 5 er vanlig. Hvorvidt et lågere karaktersnitt er årsaken til en studiepoengproduksjon under 30 STP per semester er uvisst.
- I den store spørreundersøkelsen fra 2005/2006 hvor FAM studenter blei spurt om ulike sider av studiet, oppga FAM-studentene at de jobba med studiet i snitt ca 30 timer per uke. Det er mye lågere enn Medisin og Jus og tilsvarende studier internasjonalt.
- Den gjennomsnittlige strykprosenten for FAM studentene oscillerer fra kull til kull, men er sjelden under 10% eller over 18%. Det er akseptable resultat, og FAM studentene har lågere strykprosent enn gjennomsnittet. Den gjennomsnittlige karakteren til de ulike kullene på de fleste kurs er C, med noen unntak, især 2006 kullet. Dette kullet er nok det største hva antall studenter angår og også det beste hva resultat angår. Fysikkursa har et litt bedre snitt enn Astrofysikk kurs og en bør i neste planperiode studere årsakene til dette.
- Figur 4 viser at UiO er et regionalt universitet hva FAM angår, med de fleste studentene fra Austlandsfylka. NTNU framstår som 'det nasjonale' universitet hva fysikkfag angår. UiB og UiT er reine regionale skoler.
- Tallmaterialet inneholder også oversikt over hvilke kurs som er evaluert. Her mangle data-grunnlag for Astrofysikk og Meteorologi og Oseanografi kurs.

4 Konklusjoner og anbefalinger

Som nevnt i introduksjonen har FAM programrådet fokusert på det faglige innholdet i kursa samt Computers in Science Education prosjektet. Vi føler at det sistnevnte er et viktig steg framover i realfagsundervisning, noe som støttes av alle positive tilbakemeldinger fra kollegaer i inn og utland samt studenttilbakemeldinger. Masteroppgaven til Simen Sørby som er vedlagt denne rapporten underbygger mange av aspektene vi er interesert i å fremme for å heve studiets kvalitet. Arbeidet som er utført av medlemmer av programrådet samt lærere ved ulike FAM-kurs i samarbeid med MIT programmet og dets lærere, er unikt både i nasjonal og internasjonal sammenheng. De fleste obligatoriske FAM-kurs i fem-seks første semesterne har nå et numerisk element og flere kurs bygger på grunnlaget som legges i matematikk og informatikk kursa. Denne synkroniseringa mellom kurs legger grunnlaget for en bedre faglig sammenheng i studieløpet.

Programrådet føler at arbeidet som er gjort med det faglige innholdet og de overordna retningslinjene som er lagt til grunn for dette arbeidet er på riktig spor. Ei konsolisering og videreutvikling av dette arbeidet er viktige aspekt i neste planperiode for programrådet.

Men i tida framover bør både programrådet, de involverte institutta og MN-fakultet ved UiO ta for seg sider ved studiet som ikke forbindes direkte med kursas innhold. Spesielt meiner vi at tiltak bør rettes mot frafallet i første og andre semester (som er stort ved de fleste studiene på UiO), den låge kvinneandelen, den tildels låge studiepoengsproduksjonen og arbeidsinnsatsen samt at en bør vurdere tiltak som kan øke rekrutteringa fra andre landsdeler enn bare Austlandet.

Fysikk, Astronomi og Meteorologi

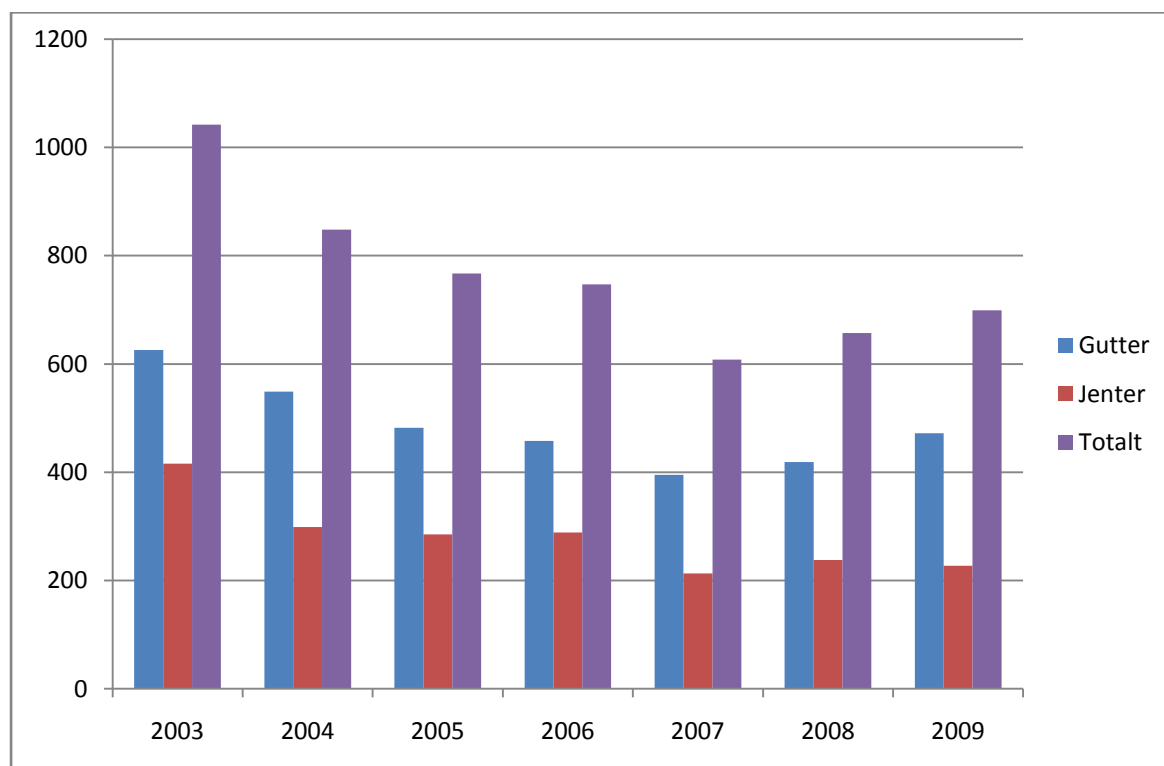
Statistikk for 2003 – 2009

Søkere

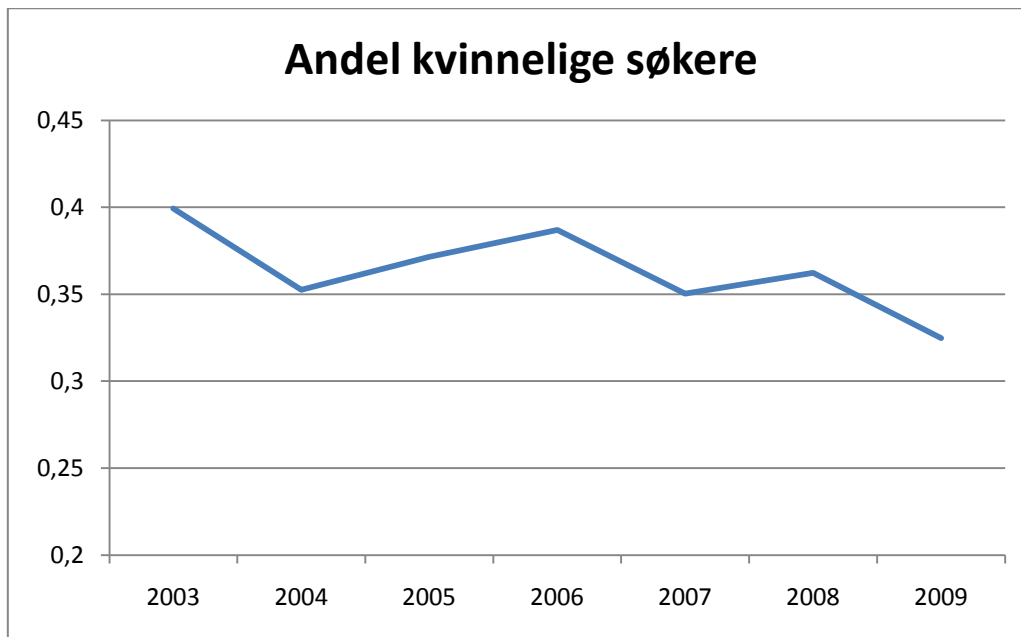
Antall søkere (uavhengig av prioritering)						
År	Gutter	Jenter	Totalt	Tilbud om opptak	Jenter	Gutter
2003	626	416	1042	-	-	-
2004	549	299	848	-	-	-
2005	482	285	767	-	-	-
2006	458	289	747	-	-	-
2007	395	213	608	87	22	65
2008	419	238	657	106	28	78
2009	472	227	699	112	29	83

Antall søkere					
År	Akseptert tilbud	Jenter	Gutter	Møtt	Trukket
2008	88	23	65	71	8
2009	86	21	65	76	7

Tabell 1 - Antall søkere (Informasjon om hvor mange som aksepterte tilbud kun tilgjengelig fra 2008)



Figur 1 - Antall søkere



Figur 2 - Andel kvinnelige søkere

År	Primærsøkere	Jenter	Gutter
2007	144	20	124
2008	138	22	116
2009	85	-	-

Tabell 2 - Primærsøkere 2007-2009

Karaktersnitt på førsteprioritetssøkere					
År	Karakterpoeng	Realfagspoeng	Fordypningspoeng	Andre poeng	Totalt
2007	44,9	3,5	3,2	9,2	60,4
2008	44,6	3,8	3,5	9,2	59,8
2009	44,9	3,4	-	7,3	54,8

Tabell 3 - Karaktersnitt på førsteprioritetssøkere 2007-2009

Søkertall hentet fra DBH og Samordna opptak

<http://www.samordnaopptak.no/info/soekertall/>

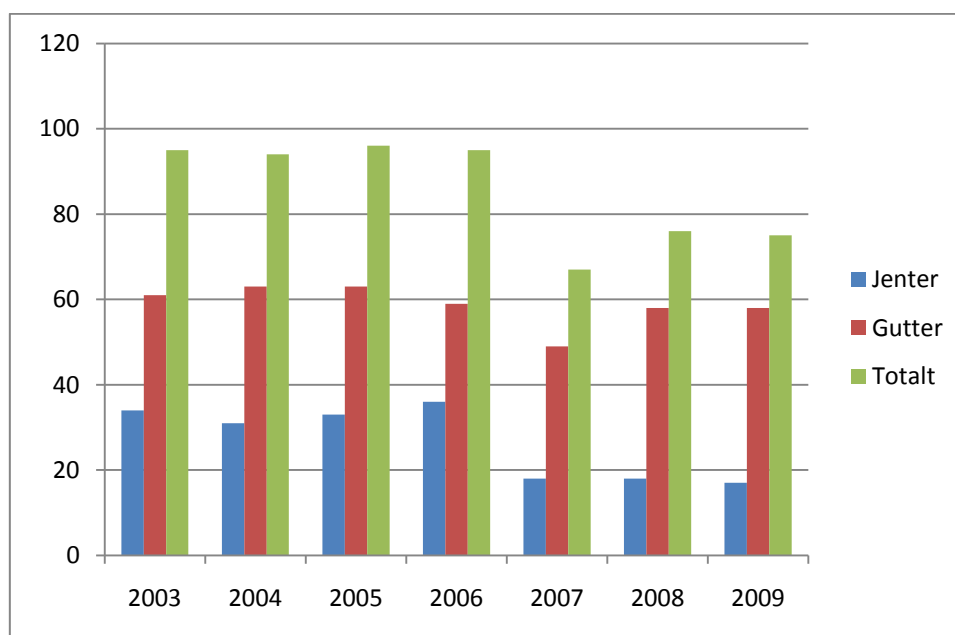
Opptakstall

Alle opptakstall kommer fra DBH.

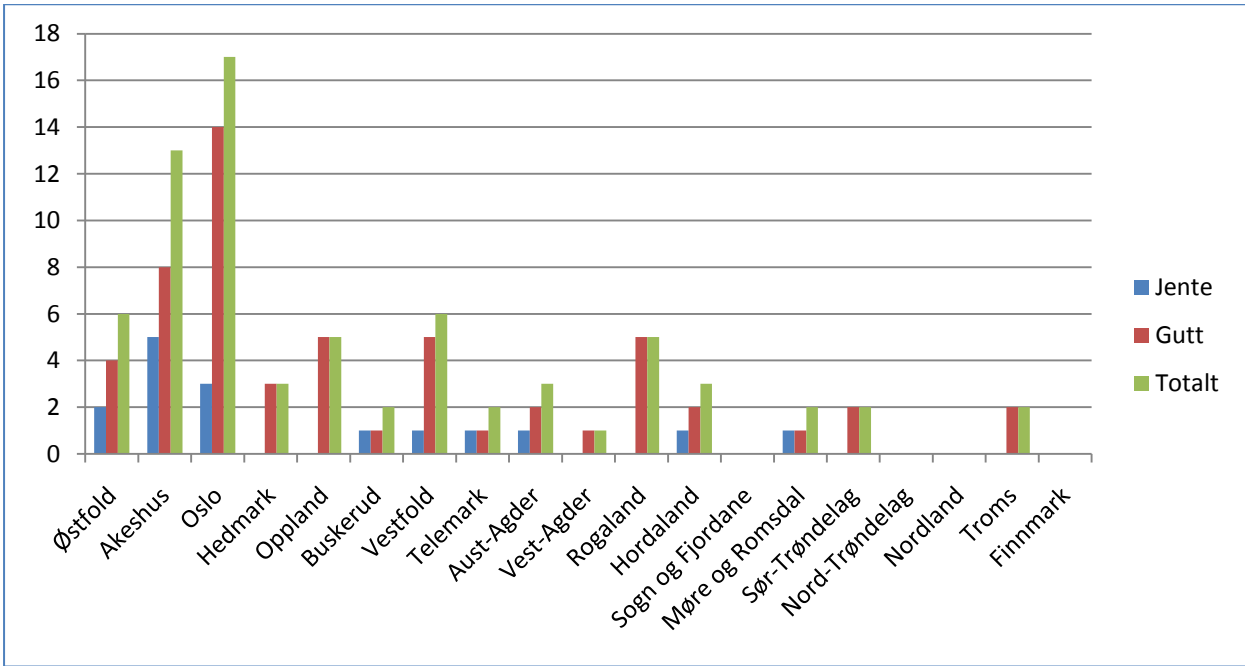
http://dbh.nsd.uib.no/dbhvev/student/studenter_meny.cfm

Opptakstall			
År	Jenter	Gutter	Totalt
2003	34	61	95
2004	31	63	94
2005	33	63	96
2006	36	59	95
2007	18	49	67
2008	18	58	76
2009	17	58	75
Snitt	26,7	58,7	85,4

Tabell 4- Antall personer opptatt til FAM-programmet 2003-2009



Figur 3 - Opptakstall



Figur 4 - Møtte studenter i 2009 etter fylke

Utteksling

Avtale	2002 Totalt	2003 Totalt	2004 Totalt	2005 Totalt	2006 Totalt	2007 Totalt	2008 Totalt	2009 Totalt	Totalt
Bilaterale avtaler	-	-	1	-	1	1	2	2	7
FULBRIGHT	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Individbaserte avtaler	-	1	5	1	1	1	2	3	14
Kvoteprogram	-	-	-	-	1	1	-	-	2
Nordplus	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Sokrates/ERASMUS	1	-	1	5	6	5	8	6	32
Sum	1	1	7	6	9	8	12	13	57

Link: http://dbh.nsd.uib.no/dbhvev/student/utveksling_rapport.cfm

Kilde: Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS (NSD)

Tabell 5 - Innkommende og utreisende studenter ved Fysisk Institutt, etter avtaletype.

Strykprosent

Tall hentes fra FS.

Strykprosent FAM og [alle] (%)														
År	2003	[2003]	2004	[2004]	2005	[2005]	2006	[2006]	2007	[2007]	2008	[2008]	2009	[2009]
MAT1100	19	19	33	32	30	31	12	15	13	18	15	19	12	21
MAT-INF1100	22	19	20	20	18	18	14	16	29	29	20	25	27	26
INF1000(INF1100)	0	6	5	24	6	25	3	10	4	9	14	16	7	16
MAT1110			31	26	33	33	32	35	25	32	35	35	22	27
MEK1100			15	11	7	8	28	26	3	3	7	7	26	31
FYS-MEK1110			22	22	26	26	19	26	10	13	6	8	3	10
MAT1120			7	13	20	18	17	18	13	15	42	31	16	18
FYS1120			10	15	13	15	8	10	11	16	20	17	38	36
GEF1000			0	8	8	29	6	4	0	0	0	0	17	15
AST1100*			12	10	16	25	2	16	18	26	16	36	7	37
FYS2130					17	21	10	10	2	2	5	14	23	20
FYS2140					15	17	26	29	19	27	9	22	24	26
FYS1210									0	21			13	24
FYS2150**					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*AST1100 H09: 2/3 av de som fulgte kurset stod ikke oppført under FAM. For disse var strykprosenten 64.

**Har tatt FYS2150 ut av snittet, da ingen stryker i det.

Tabell 6- Strykprosent for FAM-programmet og alle kursdeltagere

Kull	2003	2004	2005	2006	2007
FAM-snitt	14,2	18,1	15,6	10,3	18,3
Snitt for alle	15,6	22,4	19,8	15,2	19,7

Tabell 7 - Gjennomsnittelig strykprosent for kullene 2003-2007 for FAM og alle.

Tall til Snittkarakterer og Antall påmeldte til kurs, er hentet fra FS

Snittkarakterer

Snittkarakterer FAM (Andre karakterer enn C merket med fet skrift)							
År	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAT1100	C	C	C	C	C	C	C
MAT-INF1100	C	C	C	C	C	C	C
INF1000(INF1100)	C	C	C	B	C	C	B
MAT1110		C	C	C	C	C	C
MEK1100		B	B	C	B	B	C
FYS-MEK1110		C	C	C	C	C	B
MAT1120		B	C	B	B	C	C
FYS1120		C	B	C	C	C	D
GEF1000		C	D	C	B	C	D
AST1100		C	C	C	C	C	C
FYS2130			C	B	B	C	C
FYS2140			B	B	B	B	C
FYS1210					B		B
FYS2150			B	B	B	B	C

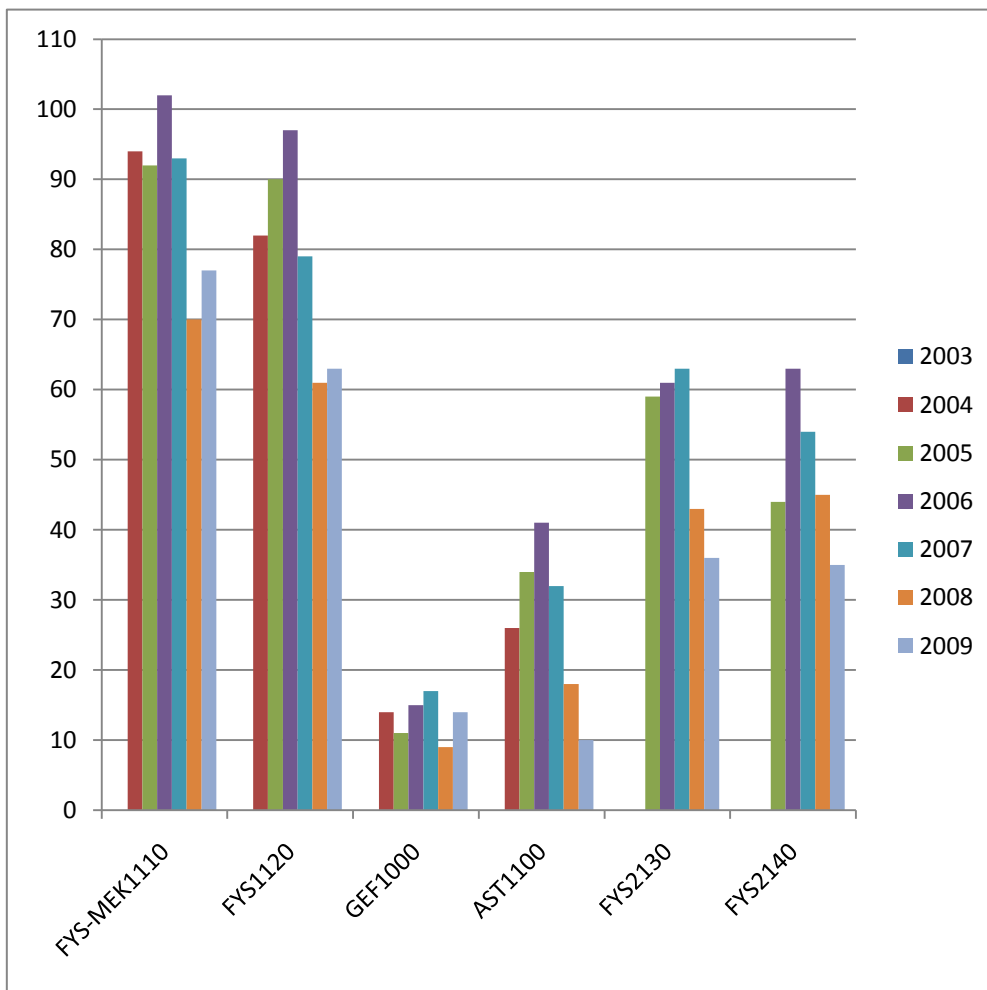
Kull 2003: 4 B - Kull 2004: 5 B og 1 D - Kull 2005: 4 B - Kull 2006: 6 B - Kull 2007: 2 B (Ser bort fra FYS1210)

Tabell 8 - Gjennomsnittlige karakterer i programfagene

Antall påmeldte i kurs

Antall påmeldte (tall i parentes er studenter som tar kurset et annet semester enn anbefalt)								
År	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Snitt
MAT1100	112(3)	100(1)	101(5)	92(3)	63(1)	74(3)	79(2)	91,29
MAT-INF1100	114(3)	99(1)	100(6)	89(3)	64	75(1)	79(1)	90,57
INF1000(INF1100)	56(1)	62(2)	67(4)	63(4)	68(1)	74(3)	79(2)	69,43
MAT1110		90(3)	90(2)	97(4)	89(5)	66(2)	72(5)	87,50
MEK1100		88(3)	91(2)	100(4)	88(2)	66(3)	71(3)	86,83
FYS-MEK1110		91(3)	90(2)	97(5)	87(6)	66(4)	72(5)	88,00
MAT1120		86(4)	82(2)	88(9)	79(4)	54(2)	55(8)	78,83
FYS1120		78(4)	83(7)	87(10)	77(2)	57(4)	55(8)	78,67
GEF1000		12(2)	10(1)	13(2)	15(2)	8(1)	10(4)	13,33
AST1100		24(2)	32(2)	39(2)	30(2)	15(3)	9(1)	26,83
FYS2130			56(3)	55(6)	52(11)	41(2)	33(3)	52,40
FYS2140			43(1)	57(6)	46(8)	41(4)	32(3)	48,20
FYS1210					4		6(1)	-
FYS2150			33(1)	35(6)	38(10)	26(3)	31(3)	37,20
Kull	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Snitt	70,46	71,23	77,31	66,08	50,23			

Tabell 9 - Antall påmeldte i programmets kurs (Tall hentet fra FS)



Figur 5 - Antall påmeldte i noen utvalgte kurs

Kurs evaluert av Fagutvalget perioden 2003 – 2010

År	Vår	Høst
2003	FY102 FYS203 FY040 FY-ME100 FY105 FYS201	FYS1000 FYS1120 FYS2160 FYS3110
2004	FYS1000 FYS3510 FYS3130 FYS3140	FYS3220 FYS2010 FYS3710 FYS2210 AST1100
2005	FYS1210 FYS3120 FYS2150 FYS2140	FYS2140 MEF3200 FYS4510 FYS4170 FYS3150
2006	FYS4160 FYS3260 FYS2130 FYS2150	FYS4760 FYS3610 FYS2010 FYS-KJM4570 FYS2150
2007	MEF3100 FYS3720 FYS3510 FYS-MEK1110	FYS-MENA3110 FYS1120 FYS2160 FYS3110
2008	MENA3100 FYS3140 FYS1000 FYS2150L	FYS3220 FYS3710 FYS4340 FYS-GEO4520
2009	FYS-GEO4510 FYS4730 FYS3510 FYS3410	FYS3150 FYS3110 FYS-GEO4500 FYS3710 FYS2210

Tabell 10 - Kurs evaluert av Fagutvalget perioden 2003 – 2009. Link til rapport for kurs med blå skrift.

Poengproduksjon og gjennomføring

Se internettsiden under for statistikk over antall studenter og studiepoengproduksjon.

http://www.uio.no/for_ansatte/arbeidsstotte/sta/fs/statistikk/gjennomforing/gjennomforing_h09.html

FAM emnerevisjonskomiteens rapport desember 2007

1 Introduksjon

Rapporten tar for seg de ulike obligatoriske emnene som inngår i studiet, fra første semester til og med sjette semester. Fra og med fjerde semester velger studentene ulike fordypninger, det være seg enten Fysikk, Astronomi eller Meteorologi og Oseanografi.

Rapporten har følgende struktur:

1. Bakgrunn og målsettinger
2. Anbefalinger
3. Beskrivelse av kursene

Punktene 1-2 behandles i dette avsnittet, mens punkt 3, som er en detaljert beskrivelse av kursene, finnes under avsnittene 2-5.

1.1 Bakgrunn og målsettinger

Emnerevisjonen ble igangsatt v-2006 som et ledd i FAM programrådets implementering av punktene U3-U5 i MN-fakultetets strategiske plan 2005-2009. Målene fra strategisk plan er gjengitt her

- U3-Kvalitet i studier: *Fakultetet vil i dialog mellom studenter og lærere utvikle og forbedre kvaliteten i studiene på fagets premisser. Dagens krav til kvalitetssikring og evaluering vil bli møtt med enkle og robuste systemer.*
- U4-Modernisering av realfagsutdanning: *Fakultetet vil integrere sentrale, moderne hjelpemidler, instrumentering og teknikker for å utvide og modernisere realfagsutdanninga. Numeriske beregninger og modellering har en viktig plass her.*
- U5-Internasjonalisering: *Fakultetet skal følge opp sin vedtatte internasjonaliseringsstrategi med særlig vekt på å videreutvikle sine engelskspråklige studietilbud og bedre tilgjengeligheten til disse for tilreisende studenter. Samtidig styrkes og tilrettelegges tilbudet til egne studenter som ønsker å ta deler av sitt studium i utlandet.*

Mål U3 og U4 er i første omgang tenkt oppfylt gjennom en revisjon av alle obligatoriske emner i FAM samt bruk av numeriske verktøy for å modernisere realfagsundervisninga. Sistnevnte gjøres i tett samarbeid med MIT programmet og det MN-fakultetets støtta prosjektet Computers in Science Education (CSE). Målet med CSE prosjektet er å legge forholdene best mulig til rette for at i første omgang de to bachelorprogrammene FAM og MIT og etter hvert flere studieprogram, kan utdanne kandidater som behersker klassisk matematikk og naturvitenskap og som samtidig er i stand til å utnytte datamaskinen som et verktøy i sitt arbeid på en naturlig og effektiv måte. Dette betyr en grunnleggende forståelse for modellering og beregninger på datamaskin, og rollen dette spiller i moderne matematikk og naturvitenskap, og ikke minst i industri der bruk av moderne beregningsmetoder står sentralt i prosjektene. Konsekvensen av slik kunnskap vil være naturlig omgang med moderne verktøyprogrammer, og innlæringen vil for en stor del foregå ved bruk av slike verktøy. Se <http://www.cma.uio.no/projects/collaborative/cse.html> for mer utdypende prosjektbeskrivelse med kompetansemål. Prosjektet har fått prosjektmidler fra både MN-fakultetet og Fleksibel læring prosjektet ved UiO. I praksis betyr det blant annet at det kan gis driftsstøtte til forelesere som ønsker å delta på prosjektet.

For punkt U3 vil det mot slutten av planperioden jobbes med en systematisk evaluering av andre sider av studiet, slik som undervisning, veiledning, eksamen og vurderingsformer. Det faller utenfor emnerevisjons komiteens arbeid fra og med V-2006 til og med H-2007.

Punkt U5 er diskutert under neste to underavsnitt.

1.2 Anbefalinger og videre arbeidsplan for V-2008

Foreløpige anbefalinger

1. Programrådet, i samarbeid med respektive SUFU, bør foreta en gjennomgang av kursportefølje en gang i løpet av MN-fakultetets planperiode, dvs. omtrent hvert femte år. Dette gjøres for å fange opp forandringer og/eller avvik fra vedtatte studieplaner og MN-fakultetets til enhver tids gjeldende strategiske plan.
2. Det endelige dokumentet over alle obligatoriske FAM kurs bør fungere som en rettesnor (manual) for FAM lærere, både hva innhold i andre kurs angår, antatte forkunnskaper og læringskrav til eget kurs. PDF varianten av denne teksten ligger på FAM programrådets websider.

Selv om den enkelte foreleser står fritt i eksempelvalg og fokus, er det sentrale temaer i mange av begynnerkursene som andre kurs bygger på. Flere av kursene tas av andre studieprogram og fordypninger i FAM og fungerer derfor som service kurs. Enhver omfattende forandring må derfor forankres i behovene til andre studieretninger. Sentrale FAM kurs i denne rapporten har derfor en liste over studieprogram og fordypninger som bruker et bestemt kurs. Dette dokumentet bør derfor revideres når kursinnhold justeres.

3. Det er et stort sprik mellom antall timer for ulike grunnkurs i FAM programmet. Alle MAT og INF kurs, samt nytt FYS-MEK1110 og FYS2140 har nå fire forelesningstimer, to timer til gjennomgang av oppgaver samt to timer til oppgaverekning. Andre kurs svinger mellom to og tre forelesningstimer. **Anbefaling/forslag til vedtak: Følgende kurs a 10 studiepoeng skal ha 4 forelesninger, minst 2 timer til oppgaverekning (rekneverksted) samt minst to timer til oppgave gjennomgang i plenum, totalt åtte timer per kurs. Kursene er FYS-MEK1110, FYS1120, FYS2130 og FYS2140. Dette er kurs som undervises i andre til og med fjerde semester, med opptil 100 eller flere studenter og som krever derfor ekstra oppfølging. De resterende FAM kursene bør tilstrebe å ha tre til fire forelesningstimer per uke, mens antall timer på oppgaver og oppgavegjennomgang tillempes egenarten for det enkelte kurs og det enkelte institutts resurser og ønsker.**
4. For kursene til og med tredje semester bør en vurdere kortere ukentlige innleveringsoppgaver istedet for få og omfattende obligatoriske innleveringsoppgaver. Den sistenevnte praksis resulterer i at studentene jobber kun med ett kurs i tiden før innlevering. Jamn utporsjonering av arbeidet er å foretrekke. Fra og med fjerde semester bør den enkelte faglærer stå fritt om vedkommende ønsker innleveringsoppgaver, samt hvilket format de skal ha. Dette må skje i samarbeid og samråd med det enkeltes institutt SUFU og dets retningslinjer. Hvor mange av oppgavene som kreves godkjent for å få adgang til eksamen bør ikke overstige 2/3 av antall oppgaver.
5. Obligatoriske kurs bør ut nåværende planperiode til MN-fakultetet, 2005-2009, vurdere introduksjon av numeriske verktøy. Ut 2008 er kursene FYS-MEK1110, AST1100, FYS2130 og FYS-MENA3110 plukket ut. Foreleserne vil få støtte fra MN-fakultet på opptil 50000 NOK mot fremlegging av plan om introduksjon av numeriske oppgaver. Dette er i tråd med MN-fakultetets punkt U4 i strategisk plan 2005-2009. FAM programrådet bør fra og med vår 2008 vurdere andre kurs også, som GEF1000, FYS1120 og FYS2140. Dette er forandringer som vil framtvinge seg på grunn av den nye måten informatikk og matematikk kursene undervises på, se avsnitt 2 for beskrivelse av Computers in Science Education prosjektet.
6. Internasjonalisering: FAM har som retningslinje at vi oppfordrer våre studenter til å reise ut som utvekslingsstudenter fra og med femte semester. Vi foretrekker derfor også at utenlandske utvekslingsstudenter kommer først i femte semester. Det betyr at alle obligatoriske kurs fra og med femte semester må kunne tilbys på engelsk hvis fagmiljøene er enige det. For Meteorologi med mye norsk terminologi må det bestemmes av fagmiljøet.

Dersom det skal undervises på engelsk og faglærer ikke har norsk som morsmål, bør en vurdere å ha en norskspråklig fagperson tilknyttet kurset, av hensyn til de norskspråklige studentene.

Videre arbeid V-2008

1. Utsendelse av spørreundersøkelse til FAM studenter, V-2008.
2. Starte gjennomgang av kurs hvor numeriske verktøy kan integreres.
3. For fysikklinja kan det være aktuelt, sammen med SUFU på fysisk institutt å foreta en gjennomgang av bachelorkurs som ikke er obligatoriske.
4. Internasjonalisering (U5): Emnerevisjonskomiteen gjennomgår det engelsk språklig tilbud innen mai 2008.
5. Internasjonalisering (U5): Vi trenger en gjennomgang av læresteder vi anbefaler våre studenter å dra til, eventuelt utvikle nye avtaler. Det eksisterende tilbudet gjennomgås med tanke på hvilke steder ulike fagmiljøer anbefaler. Faglig innhold vurderes opp mot våre egne.

2 Tre første semestre

For FAM studentene inneholder FAM studiet en matematikk akse bestående av MAT1100, MAT-INF1100, MAT1110, MEK1100 og MAT1120 samt et informatikk kurs INF1100. I tillegg inngår tre FAM spesifikke kurs, FYS-MEK1110, FYS1120 og AST1100 eller GEF1000. Kursene er beskrevet fortløpende i de neste sidene.

6. semester	Se ønsket studieretning	EXPH103 - Examen philosophicum /Valgfritt	Valgfritt
5. semester	Se ønsket studieretning	Se ønsket studieretning	Valgfritt/ EXPH103 - Examen philosophicum
4. semester	Se ønsket studieretning	Se ønsket studieretning	Se ønsket studieretning
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Linear algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Felteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og linear algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

2.1 Oppbygning av studiets tre første semestre

Målsettingen de første tre semestrene er å gi studentene ei så brei innføring som mulig i sentrale matematiske og numeriske metoder. I tillegg inneholder de tre første semestrene de FAM spesifikke kursene FYS-MEK1110, FYS1120 og AST1100/GEF1000. Gjennomgående for de tre første semestrene er en integrering av numeriske og analytiske verktøy i FAM, matematikk og informatikk kurs. Grunnleggende for denne integreringen er det nye INF1100 og dets samspill med MAT-INF1100 og MAT1100 i første semester. Kunnskapen herfra brukes i de resterende matematikk kursene MAT1110, MAT1120 og MEK1100 i andre og tredje semester i tillegg til FYS-MEK1110. Sistnevnte kurs bygger på nye INF1100

Fra og med høst-2007 gis en ny variant av INF1000, INF1100 som vektlegger matematiske og naturvitenskapelige problem. Det betyr i praksis at INF1100 og MAT-INF1100 er revidert slik at disse to kursene kan samkjøres i større grad, også sammen med MAT1100. Differensiallikninger, både analytiske og numeriske løsninger har nå en sentral plass i både MAT-INF1100 og INF1100.

For å illustrere synergieffekten kan en ta eksemplet med derivasjon som matematisk operasjon. MAT1100 gir den formelle definisjonen, MAT-INF1100 vektlegger algoritmer for å beregne den deriverte mens nye INF1100 vil vektlegge den endelige numeriske og programmeringsmessige implementasjonen. Målet er å styrke en matematisk algoritmisk forståelse samt trene studentene opp i grunnleggende naturvitenskapelige programmeringsteknikker.

2.2 Kort om Computers in Science Education (CSE) prosjektet ved MN-fakultet

CSE-prosjektet har som mål at beregninger inkluderes som et naturlig verktøy i grunnundervisningen i de matematikkutunge bachelorprogrammene på en helhetlig og integrert måte. Vi ønsker å tilby en undervisning som gir studentene den kompetansen forskning og kunnskapsbasert næringsliv etterspør og baserer seg på. Prosjektet har potensiale til å revolusjonere vår undervisning totalt og sette UiO i sentrum. Det er få andre steder der utviklingen har kommet så langt. Prosjektet har flere akser:

- Koordinert bruk av beregningsorienterte oppgaver og numeriske verktøy i mange emner og bachelorprogram.
- Oppdatere stabens kompetanse på beregninger samt gi støtte (faglig og økonomisk) til dem som vil revidere utvalgte kurs. Åpne EVU-kurs samt pedagogisk modul i samarbeid med Pedagogisk forskningsinstitutt..
- Grunnide: blanding av matematikk, numeriske beregninger, databehandling og fysiske fag.
- Utvikle beregningsorienterte oppgaver som både gir studentene økt faglig innsikt og innføring i bruk av moderne verktøy.
- Sentral forankring på fakultetet og CMA, støttet av instituttene.

Prosjektet griper fatt i to av UiO's strategiske mål med fleksibel læring:

- IKT skal integreres som et pedagogisk verktøy i utdanningen.
- UiO ønsker å utvikle og øke de ansattes kompetanse og motivasjon i bruken av IKT i undervisningsformål.

Dette er gjenspeilt i strategisk mål U4 ved MN-fakultet.

Sentralt i dette prosjektet er synkroniseringen som finner sted første semester, mellom kursene MAT1100, INF1100 og MAT-INF1100. Et typisk eksempel er vist her.

- Et eksempel er overgangen fra den matematiske definisjonen av den deriverte i MAT1100

$$\frac{df(x)}{dx} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{f(x + \epsilon) - f(x)}{\epsilon}$$

- til algoritmer for å beregne den deriverte i MAT-INF1100 som en standard tre-punkts formel

$$\frac{df(x)}{dx} \approx \frac{f(x + h) - f(x - h)}{2h},$$

med en trunkeringsfeil $O(h^2)$ hvor h er et endelig tall.

- Ved hjelp av denne formelen programmeres den deriverte i programmeringskurset INF1100. Python brukes som programmeringsspråk da det lett kan koples opp mot Matlab og andre programmeringsspråk.
- Kursene MAT1100, MAT-INF1100 og INF1100 har flere felles problemstillinger, som f. eks. differensiallikninger.

- Dette er temaer som deretter tas opp i mekanikkurset FYS-MEK1110 i andre semester, hvor blant annet differensiallikninger er et sentralt tema.
- Differensiallikninger utvikles og brukes i flere andre kurs.
- De sentrale matematikkursene MEK1100, MAT1110 og MAT1120 videreutvikler det numeriske perspektivet.
- Forelesere i andre kurs trenger derfor ikke bruke tid på numeriske verktøy i forelesningene! FYS-MEK1110 bruker resultater fra INF1100 og MAT-INF1100 direkte. Dette blir en naturlig del av studentenes ballast.

En annen sentral del av CSE prosjektet er utviklingen av en pedagogisk modul, i samarbeid med Pedagogisk forskningsinstitutt. CSE prosjektet planlegger at den naturfaglige modulen (tilbud i obligatorisk pedagogisk opplæring for den vitenskapelige staben) skal inneholde en felles del samt en frivillig del i bruk av numeriske verktøy. Målet med denne modulen er blant annet å

- Bevisstgjøre nye (og forhåpentligvis allerede fast ansatte) lærere om innholdet og undervisningen i grunnkursene i matematikk og informatikk, og sentrale servicekurs som for eksempel FYS-MEK1110.
- Tilby råd, veiledning og assistanse i å utvikle og bygge videre undervisning på grunnlaget fra felleskurs i matematikk og informatikk.
- Tilrettelegge for videreopplæring og selvstudier i bruk av numeriske verktøy.

MN-fakultet og CSE prosjektet tilbyr økonomisk og faglig støtte til forelesere som ønsker å oppdatere sine kurs til å følge utviklingene i matematikk og informatikk undervisningen.

INF1100 Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser

- Temaer: Grunnleggende programmering i programmeringsspråket Python. Programmeringstemaene utporsjoneres i en serie av matematiske eksempler. Matematikktemaene er synkronisert med MAT-INF1100 - Modellering og beregninger og MAT1100 - Kalkulus og satt inn i en naturvitenskapelig sammenheng slik at studentene ser hvordan problemer i fysikk, statistikk, biologi, medisin og økonomi kan løses ved hjelp av matematikk og programmering.
- Læringskrav: Studentene skal etter endt kurs være i stand til å utvikle egne programmer i Python ut fra en enkel problembeskrivelse. De skal særlig være trent i å bruke datamaskinen til å løse matematikkproblemer og visualisere løsningene. Dette skal gi studentene et godt grunnlag for å bruke datamaskinen aktivt til å løse oppgaver i andre fag.

Studentene skal ha tilstrekkelig forståelse og oversikt over Python til å kunne finne videre informasjon på egenhånd. Studentene vil få en innføring i objektorientert programmering i Java. Studentene vil være i stand til å sette seg inn i andre tilsvarende programmeringsspråk som C++ samt være godt forberedt til INF1010 og senere kurs som benytter beregningsverktøy som Matlab, IDL og R (S-Plus).

Webadressen er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF1100>.

MAT-INF1100 Modellering og beregninger

- Temaer: Naturlige tall, induksjon og løkker, reelle tall, representasjon av tall i datamaskiner, numerisk og analytisk løsning av differensligninger, Newtons metode, digitalisering av lyd, representasjon av funksjoner, numerisk integrasjon, analytisk og numerisk løsning av differensialligninger.

- Læringskrav: Målet med emnet er å gi et perspektiv på kalkulus som er fokusert mot beregninger ved hjelp av datamaskin, og dessuten vise litt av hvordan matematikken som gjennomgås i emnet har anvendelser i ulike fagfelt.

Webadressen er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT-INF1100>.

MAT1100 Kalkulus

- Temaer: Komplekse tall, kompletthet, følger, kontinuitet, deriverbarhet, L'Hopitals regel, omvendte funksjoner, arcsusfunksjoner, integrasjon, integrasjonsteknikk, vektorer, matriser, funksjoner av flere variable, partiellderiverte, lineære og affine avbildninger.
- Læringskrav: Emnet skal gi en grundig innføring i sentrale begynneremner i reel analyse. MAT1100 - Kalkulus tjener som grunnlag for videre studier i matematikk-krevende realfag. Emnet utdyper sentrale deler av skolematematikken, og gjennom eksempler og anvendelser forklares betydningen av reel analyse.

Webadressen er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT1100>.

2.3 Andre semester

I andre semester tar studentene våre FYS-MEK1110, MEK1100 og MAT1110. I alle kursene brukes Matlab og Python som programmeringsmiljø for numeriske oppgaver.

FYS-MEK1110 Mekanikk

Dette er et kurs som tas av flere studieprogram og det faglige innhold dekker dermed behov fra flere hold. Enhver forandring må derfor forankres i behovene til andre studieretninger. Kurset bruker python som programmeringsspråk (Matlab kan også brukes) og de numeriske oppgavene baserer seg på kunnskap fra INF1100 og MAT-INF1100.

- Temaer: Rom og tid, Newtons lover, spinn, legemers dynamikk, bevarelseslover, gravitasjon, relativitetsteori, fluidmekanikk, ikke-lineære systemer og kaos.
- Læringskrav: Å gjøre studentene i stand til å modellere fysiske problemer innen mekanikk og løse problemene ved analytiske og/eller numeriske metoder. Studentene skal videre lære samarbeid gjennom gruppearbeid og å kunne oppsøke eksperthjelp ved behov. Studentene skal også få skrive trening gjennom prosjektoppgaver. Oppgavene er av både numerisk og analytisk art. Matlab er gjennomgående programmeringsmiljø.
- Koplinger til andre programmer: kurset tas av MIT, MEF og Kjemi studenter.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/FYS-MEK1110>.

MEK1100 Feltteori og vektoranalyse

Kurset er revidert fra og med V-2007 og vil i sin nye versjon legge mer vekt på fluidmekanikk.

- Temaer: Skalarfelt og vektorfelt. Skalering og dimensjonsløse parametere. Ekviskalarflater, strømlinjer, feltlinjer, vektorfluks og sirkulasjon. Gradientvektor, virvlingsvektor og divergens i kartesiske og polare koordinater med fysikalsk tolkning. Kurveintegraler, flateintegraler, beregning av trykk-kraft. Divergensteoremet (Gauss sats), Stokes og Greens satser. Massebevarings- og bevegelseslikningene for fluider. Potensialstrømning (kilde sluk, punktvirvel, dipol). Bernoullis likning for stasjonær friksjonsfri væskestrøm. Varmestrømsberegninger, varme fluks, Fouriers lov. Bruk av Matlab til visualisering av felter.

- Læringskrav: Å gi en innføring i feltteori med anvendelser knyttet hovedsakelig til fluidmekanikk (væskestrømning) og fysikk. Gjennom regneøvelser med bruk av datamaskiner skal studentene bli fortrolig med grunnleggende feltteoretiske metoder og anvendelser. Emnet gir studentene et godt grunnlag for videre studier i mekanikk, matematikk, fysikk, geo-fag og astrofysikk. Oppgavene er av både numerisk og analytisk art. Matlab er gjennomgående programmeringsmiljø.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100. Kurset er av stor betydning for FYS1120 samt kurs som har fluidmekanikk i fagplanen sin, f.eks. i Meteorologi og Oseanografi fordypningen.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MEK1100>.

MAT1110 Kalkulus og lineær algebra

- Temaer: Rekker og potensrekker, parametriserte kurver, kjeglesnitt, kontinuitet og deriverbarhet av funksjoner av flere variable, optimering, multippel integrasjon, variabelskifte i multiple integraler, vektorfelter, linjeintegraler, flateintegraler, Green's teorem, likningssystemer, lineær uavhengighet, basiser, invertible matriser, determinanter. Innføring i bruk av matematisk programvare.
- Læringskrav: Emnet vil gi en innføring i mer videregående analyse samt gi en innføring i noe elementær lineær algebra.
- Oppgavene er av både numerisk og analytisk art. Matlab er gjennomgående programmeringsmiljø.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT1110>.

2.4 Tredje semester

FYS1120 Elektromagnetisme

- Temaer: Elektrostatikk, elektrisk strøm og elektrisk kraft. Kirchhoffs lover og lineære kretser. Elektroniske komponenter. Magnetfelt, Amperes lov. Elektromagnetisk induksjon og forskyvningsstrøm, vekselstrøm, transiente strømmer (kompleks beskrivelse). Maxwells ligninger og elektromagnetiske bølger. Stråling fra ladninger i bevegelse.
- Læringskrav: Kunnskap om og innsikt i elektromagnetismens fundamentale fenomener og prinsipper, samt å gi ferdighet i å anvende disse på konkrete situasjoner. Studentene skal videre lære samarbeid gjennom gruppearbeid, samt få skrivetrening gjennom prosjektoppgaver av eksperimentell, numerisk og analytisk art. Matlab er gjennomgående programmeringsmiljø.
- Koplinger til andre programmer: kurset tas av ELDAT, MEF og MIT. I tillegg er det viktige temaer som Maxwells likninger som inngår i videregående kurs under både fysikk, astronomi og meteorologi fordypningene. Enhver forandring må derfor forankres i behovene til andre studieretninger.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110.

Foreleser bør få støtte til å tilrettelegge for et antall numeriske øvelser i tråd med den nye undervisningsplan i INF1100 og MAT-INF1100 fra og med H-2008.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/FYS1120>.

AST1100 Innføring i astrofysikk

AST1100 er endret ved at antall fagtema reduseres - noe går ut (exoplaneter, astrobiologi), andre tema overføres til andre kurs (deler av sol og stjernefysikk til AST2120 og mesteparten av kosmologi til AST4220). Til gjengjeld mottar AST1100 celest mekanikkdelen fra det utgående AST2110 i tillegg til at det innføres noe relativitetsteori.

- Temaer: En innføring i forskjellige astrofysiske emner med vekt på de fysiske prosessene som ligger bak. Eksempler er planetbaner, stjerneutvikling, nøytronstjerner, sorte hull og kosmologi.
- Læringskrav: Du vil få en forståelse av hvilke typer problemstillinger astrofysikere er opptatt av, og hvilke metoder som benyttes for å løse disse. I tillegg har kurset som mål å gi en oversikt over moderne teorier om universets oppbygning og virkemåte. Det legges vekt på å få frem hvordan spesiell og generell relativitetsteori og kvantefysikk er av fundamental betydning for å forstå viktige astrofysiske fenomener. Analytiske og numeriske oppgaver. Matlab er gjennomgående programmeringsmiljø.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110. FYS1120.

Foreleser bør få støtte til å tilrettelegge for et antall numeriske øvelser i tråd med den nye undervisningsplan i INF1100 og MAT-INF1100 fra og med H-2008.

Webadresse <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/astro/AST1100>.

GEF1000 Klimasystemet

- Temaer: Den globale energibalansen, energitransport i atmosfæren og havet, drivhuseffekten. Solstråling, varmestråling, betydning av gasser og skyer. Bakkens energibalanse, vannets kretsløp. Luftstrømmer og havstrømmer, El Niño-fenomenet.
- Læringskrav: Emnet skal gi en grunnleggende forståelse av de fysiske prosesser som styrer klimaet på jorda.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110. FYS1120.

Foreleser bør få støtte til å tilrettelegge for ny undervisningsplan i INF1100 og MAT-INF1100 fra og med H-2008.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEF1000>.

MAT1120 Linær algebra

- Temaer: Reelle og komplekse vektorrom, lineær uavhengighet og basiser, indreprodukter, lineære avbildninger, skifte av basis, egenverdier og egenvektorer, diagonalisering, anvendelser. Bruk av matematisk programvare.
- Læringskrav: Emnet skal gi en innføring i sentrale begrep innen lineær algebra. Det legges vekt på anvendelser. Matlab er gjennomgående programmeringsmiljø.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT1120/>.

3 Fysikk fordypning

Nåværende kurs med kurskoder til Bachelor er satt opp i figuren. Fordypningen forutsetter kunnskaper tilsvarende FAMs første tre semestre. Kursene som er satt opp her er kurs som er obligatoriske i fysikk fordypningen. Flere av kursene tas av studenter fra andre program og fordypninger. Det betyr igjen at omlegginger av fagplaner må forankres i behovene til andre studieretninger.

6. semester	Valgfritt/avh. av fordypning	Valgfritt	EXPHIL03 - Examen philosophicum /Valgfritt
5. semester	FYS2160 - Termodynamikk og statistisk fysikk	Valgfritt/avh. av fordypning	EXPHIL03 - Examen philosophicum /Valgfritt
4. semester	FYS2140 - Kvantefysikk	FYS2130 - Svingninger og bølger	FYS2150 - Eksperimentalfysikk / FYS1210 - Elektronikk med prosjektoppgaver
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Lineær algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Feltteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og lineær algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

FYS2130 Svingninger og bølger

- Temaer: Svingninger i mekanikken og i elektriske svingekretser. Resonans og Q-verdi. Bølger i mekaniske system og i elektromagnetismen. Fasehastighet og gruppehastighet. Stående og vandrende bølger. Koherens. Diffraksjon og interferens. Fourieranalyse. Refleksjon, brytning, dispersjon. Skinndybde. Bølgeledere. Enkel geometrisk optikk, inkludert øyets optikk. Temaer som diffraksjon og interferens er sentrale for videregående kurs i astronomi, især det nye AST2210. Undervisningen i svingninger og bølger bør så godt som mulig harmoniseres med det som foreleses om tyngdedrevne overflatebølger i det nye MetOs-kurset GEF2500 Geofysisk fluidmekanikk.
- Læringskrav: Studenten skal gjenkjenne og kunne bruke en matematisk svingelikning og bølgelikning. Studenten skal også kunne kjenne til en rekke begreper og fenomener som er knyttet til svingninger og bølger, og kunne modellere slike system og foreta både analytiske og numeriske beregninger av disse gjennom prosjektarbeid.
- Matlab vil være gjennomgående programmeringsmiljø for numeriske oppgaver.
- Koplinger til andre programmer: kurset inngår i MIT, MEF, ELDAT programmene samt at det er sentralt i Astronomi og Meteorologi og Oseanografi fordypningene.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120 og MAT1120.

Kurset tar hensyn til nye læreplaner i INF1100 og MAT-INF1100 fra og med V-2009. V-2008 innføres det numeriske oppgaver med Matlab som programmeringsspråk. Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/FYS2130>.

FYS2140 Kvantefysikk

- Temaer: Sort stråling, fotoelektrisk effekt, Røntgenstråling, Comptonspredning, Bohrs atommodell, materiebølger, Heisenbergs uskarphetsrelasjon, Schrödingerligningen og bølgefunksjonen, enkle kvantemekaniske system i én dimensjon, tunnelering, kvantemekanikkens formalisme, kvantemekanikk i tre dimensjoner, hydrogenatomet, elektronspinn, Pauliprinsippet, det periodiske system, spesielle atomer og molekyler, elementær kjerne- og partikkelfysikk, samt litt moderne faststoff-fysikk (nanofysikk). I revidert utgave av kurset skal en legge mindre vekt på klassiske problemstillinger a la Bohrs atommodell, da dette er pensum fra videregående skole. Den første delen om sort stråling, fotoelektrisk effekt, Røntgenstråling, Comptonspredning og Bohrs atommodell tones ned fra 4 uker til 2 uker. Mer vekt på nye og moderne fenomener fra atom og molekylfysikk samt at den klassiske atom og molekylfysikk ivaretas bedre. Noen enkle eksempler fra kjerne, partikkel og faste stoffers fysikk beholdes, men en mer utførlig diskusjon skyves over på FYS3110, FYS3510 og FYS2160.

- Læringskrav: Studentene skal kunne forstå de sentrale begreper og prinsipper i kvantemekanikken slik at de selv skal kunne gjøre enkle beregninger og forklare mange fysiske egenskaper til atomer, molekyler og faste stoffer. I tillegg skal studentene kunne litt fundamental kjerne- og elementærpartikkelfysikk.
- Koplinger til andre program: kurset inngår i MIT, MEF, ELDAT programmene samt at det er sentralt i Astronomi fordypningen. Temaer som atomfysikk og molekylfysikk er viktige for videregående kurs i Astronomi, samt for enkelte kurs i Meteorologi og Oseanografi fordypningen. For sistnevnte fordypning er dette kurset et valgfag.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120 og MAT1120.

Numeriske oppgaver bør kunne utvikles. Mulig støtte til dette fra CSE prosjektet.

Webadresse <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/FYS2140>.

FYS2160 Statistisk fysikk

- Temaer: Termodynamikk og dens statistiske tolkning. Termodynamikkens hovedsetninger. Ideell gass, paramagnetisme og enkle krystaller som modellsystemer. Varmekraftmaskiner. Generelle termodynamiske relasjoner, fri energi og kjemisk potensial. Faseoverganger for rene stoffer. Massevirkningsloven for enkle kjemiske reaksjoner og ionisasjon. Grunnleggende elementer av klassisk statistisk mekanikk og kvantestatistikk. Svart legeme stråling, Fermi- og Bose gasser, Bose-Einstein kondensasjon. Halvledere.
- Læringskrav: Mange fysiske fenomener og prosesser som observeres i naturen har sin egentlige forklaring på det mikroskopiske (atomære) nivå. Ved hjelp av grunnleggende kunnskaper i statistisk fysikk skal studentene kunne analysere og forstå slike sammenhenger for fysiske problemstillinger knyttet til temperatur og energi.
- Koplinger til andre programmer: kurset inngår i MEF og ELDAT programmene samt at det er sentralt i Astronomi fordypningen. Valgfritt for MetOs fordypningen. For sistnevnte fordypning er dette kurset et anbefalt valgfag. Det hadde vært ønskelig om termodynamikken i FYS2160, kunne koples bedre til noen av temaene i GEF2200 via utvalgte eksempler.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120, FYS2140 og MAT1120.

Ny foreleser H-2007. Kurset bør kunne tilbys på engelsk hvis utvekslingsstudenter. Ikke tilfelle idag. Numeriske oppgaver bør kunne utvikles. Støtte til dette fra CSE prosjektet.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/FYS2160>.

For fysikk fordypningen finnes det flere valgfag. Disse beskrives ikke i denne rapporten. **FAM emnerevisjonskomiteen oppfordrer SUFU på fysisk institutt i samarbeid med FAM til å foreta en helhetlig gjennomgang av ulike valgfrie kurs.**

4 Astronomi fordypning

Kurstilbudet i astronomi er under revisjon. Revisjonen har som mål dels å komme opp med en innholdsliste for emnene som reduserer dublering av fagstoff fra ett emne til det neste. Dernest har et mål vært å innføre en komponent av observasjonell astronomi i emneportefølje. Disse målene har ledet til endringer i astronomiemner blant annet på 1000- og 2000-nivå. Dette inkluderer revisjon

av faginnholdet i AST1100 og AST2120, nedleggelse av våremnet AST2110 samt opprettelse av høstemnet AST2210.

Revisjonen vil også få betydning for astronomiemner på 3000-, 4000- og 5000-nivå . De gamle AST4210 og AST3130 har fått nye kursnumre og byttet undervisningssemester. Nye kursnumre og undervisningssemestere er henholdsvis AST3210 på våren og AST4130 på høsten. Det første kurs er altså blitt et bacheloremne, mens det siste overført til masternivå . Denne endringen er gjennomført allerede fra og med V-2007. Faginnholdet i AST3210, AST4130 og AST4220 vil revideres i takt med revisjonene av de lavere emner. Samtidig vil innføringen av det nye AST2210 overflødiggjøre det gamle AST5120.

Hovedstrategi for den nye emneportefølje er at det er bedre at noen færre tema behandles godt enn at flere tema får en overfladisk behandling. Samtidig forlades den tidligere utelukkende teoretiske tilnærming til astronomiundervisning til heretter også å inkludere praktiske/eksperimentelle komponenter.

Astronomi er et tertiær fag som bygger tungt på både matematikk- og fysikkunnskaper, og det er en klar fordel også med bakgrunn innen deler av informatikk. Dette betyr at en revisjon av astronomiemnene vil ha bare marginale konsekvenser for fysikk. Derimot vil en revisjon av fysikkemner kunne ha store konsekvenser for vår emnerevisjon. Astronomi har derfor klare ønsker med hensyn til faginnholdet i sentrale fysikkemner.

Fremtidige kurs med kurskoder til Bachelor er satt opp i figuren. Fordypningen forutsetter kunnskaper tilsvarende FAMs første tre semestre. Det er ikke satt opp kopling til andre studiepro-

6. semester	Valgfritt	AST3210 - Stråling I	EXPH1103 - Examen philosophicum /Valgfritt
5. semester	FYS2160 - Termodynamikk og statistisk fysikk	AST2120 - Stjernene	AST2210 - Observasjonsastronomi*
4. semester	FYS2140 - Kvantefysikk	Valgfritt	EXPH1103 - Examen philosophicum /Valgfritt
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Lineær algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Feltteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og lineær algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

gram eller fordypninger, da temaene er selvkonsistente og bygger på kunnskaper fra fysikk, matematikk og informatikk kurs og/eller er påbygningskurs innenfor denne fordypningen.

Nedenfor er en samlet oversikt over gamle og reviderte 1000-, 2000- og 3000-emner gitt. De medfølgende revisjoner av 4000- og 5000-emner vil derimot ikke beskrives nærmere her.

AST1010 Astronomi - en kosmisk reise

Dette emnet er ikke foreslått endret. Kurset er beskrivende, stiller ingen forkunnskapskrav og tas i stor grad av studenter som ikke skal studere astronomi videre. Kurset fremstår ikke som obligatorisk emne i FAM-programmet. AST1010 vil imidlertid kunne spille en rolle som valgfag også for astronomistudenter, blant annet ved å komplettere innholdet i vårt øvrige kurstilbud.

- Temaer: Det gis en enkel og populær oversikt over stordelen av fagområdet astronomi og astrofysikk, som begynner med å beskrive stjernehimlen sett fra jorda og fortsetter med utviklingen av verdensbildet, planeter og måner, dannelsen av solsystemet og planeter rundt andre stjerner, vår sol, stjernenes oppbygning og livsfaser, vårt Melkeveisystem og andre galakser, universets struktur og utvikling. Matematisk materiale er sløffet og nødvendig bakgrunn i strålingsfysikk og Newtons teori for gravitasjon blir framstilt i en enkel form.
- Læringskrav: Studenten får stimulert interessen for og forståelse av den verden og det fysiske univers vi lever i gjennom en bred kunnskapsmessig oversikt over astronomien. Det legges vekt på hele tiden å inkludere ny viten i et fagfelt som utvikler seg raskt, og på å sette de

enkelte kunnskapsdelene inn i en videre sammenheng. Kunnskapsteoretiske betraktninger blir berørt, særlig i framstillingen av verdensbildets utvikling.

- Anbefalte forkunnskaper: Ingen

Emnet tilbys både i vår- og høst-semesteret.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/astro/AST1010/>.

AST1100 Innføring i astrofysikk

Dette emnet er beskrevet tidligere da det er et tredje semester kurs. Det reviderte innhold i emnet er innført fra og med H-2007 med ny foreleser.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/astro/AST1100/>.

AST2110 Universet

Dette emnet utgår. Undervisning i emnet ble gitt siste gang V-2007. Fagstoffet i det gamle AST2110 overføres dels til AST1100 (celest mekanikk, relativitetsteori), dels til AST4220 (kosmologi) mens andre deler (ekstragalaktisk astronomi) eventuelt må gå ut. Emnet erstattes av høstemnet AST2210 fra og med H-2008.

AST2120 Stjernene

AST2120 justeres i henhold til endringene i AST1100. Det tas sikte på å minimalisere faglig overlapp mot AST1100. Det ligger her flere mulige justeringsalternativer. AST1100 vil måtte ha noe stoff om stjerneutvikling og stjernenes indre. Dersom omfanget av dette stoffet vurderes å bli "stort nok" i AST1100, kan det tilsvarende stoff tas ut av AST2120 for å gi plass til noe ekstragalaktisk astronomi. Et valg mellom disse alternativer kan gjøres på et senere tidspunkt og vil ikke ha konsekvenser for det øvrige kursopplegg.

- Temaer: Kurset gir en innføring i dannelse og transport av stråling i sol og stjerner, stjerners indre og deres utvikling med vekt på anvendelse av grunnleggende fysikk for å forstå astrofysiske prosesser.
- Læringskrav: Du får en bred kunnskapsbase i astrofysikk og en god forståelse av de fysiske prosesser som er viktige i stjerners indre og i stjerneatmosfærer med spesiell anvendelse på solen. Du får kompetanse i å syntetisere kunnskap og ferdigheter fra en rekke felter i fysikk og matematikk med anvendelse på spesifikke astrofysiske problemstillinger.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120 og MAT1120. FYS2140. FYS2160 bør tas samtidig.

Kurset undervises i høstsemesteret som tidligere. Kurset tilbys på engelsk hvis utvekslingsstudenter.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/astro/AST2120/>.

AST2210 Observasjonsastronomi

Det nye AST2210 representerer et brudd med tidligere undervisningstradisjon ved instituttet. For første gang innføres et kurs i observasjonell astronomi som også vil inneholde praktiske komponenter: eksperimentelt laboratorium (in house), hands-on observasjoner ved profesjonelle observatorier (La Palma) og aktuell praktisk analyse av astronomiske data (bakke- og romobservasjonsdata). Den nye målsetningen betyr at undervisningen vil få driftskostnader i tillegg til den rene lærerinnset. Samtidig vil AST2210 få arealmessige konsekvenser - det vil si at det må fremskaffes egnede arealer til laboratorium. Dette fremskaffes i 5.etasje gjennom flytting av indre lettvegger. De praktiske komponenter vil også bety at det totale lærerbehov for kurset vil øke. Blant annet vil det høyst

sannsynlig være behov for en hjelpelærer/deltidsansatt for daglige praktiske/tekniske behov i laboratorieperioden (reparasjoner/vedlikehold).

Den detaljerte planlegging av de praktiske komponenter er ikke ferdigstilt. Sluttplanen og det endelige ambisjonsnivå for kurset vil måtte ta hensyn til tilgjengelige ressurser og praktisk gjennomførbarhet. Den foreløpige skisse inneholder følgende komponenter:

1) Laboratorium med inntil 3-4 øvelser.

2) En ukes opphold med observasjoner på La Palma (NOT eller SST eller annet egnet teleskop). Denne komponent vil søkes inneholde: i) planlegging av observasjon ("søknad" om observasjonstid), ii) faktisk utføring av observasjon, iii) reduksjon av data og iv) skrive rapport ("publikasjon").

3) Innføring i praktisk/moderne astrofysisk datareduksjon på faktiske forskningsdata fra bakke- eller rominstallasjon.

De praktiske komponenter vil selsagt ha klare kapasitetsgrenser for hvor mange studenter som vil kunne tas opp per år. Det vil også kunne diskuteres om alle studenter på kurset skal gjennomføre alle tre praktiske komponenter eller om det skal åpnes for kombinasjoner av to og to komponenter. I det siste tilfelle må det utarbeides regler for hvordan utvelgelse av studenter til de forskjellige komponenter skal finne sted. Det kan også måtte diskuteres om deltagelse i La Palma komponenten skal måtte bety en økonomisk egenandel for studentene.

De reviderte/nye kursene AST2120/AST2210 foreslås av praktiske/observasjonelle grunner begge lagt til høstsemesteret (5. semester), første gang H-2008. Dette betyr at fremtidige astrofysikkstudenter anbefales å styrke sine forkunnskaper ved å lese fysikk/matematikk/informatikk emner i 4. semester (FYS2130, FYS2140, ...) før de starter på den egentlige astrofysikkdel, eventuelt at AST1010 tas som et valgfritt emne dette semester.

- Temaer: Kurset gir en innføring i moderne observasjonsmetoder brukt i astronomien. Bakke- og rombaserte teleskop og detektorer, avbildningsteknikker og billedbehandling, samt spektroskopi blir introdusert. Kurset vil inneholde praktiske øvelser.
- Læringskrav: Du lærer hvordan astronomiske observasjoner blir utført og hvilke feilkilder som oppstår ved de forskjellige teknikkene. Kurset skal danne praktisk forståelse av målingers begrensninger og gi det grunnlag som kreves for å kunne utføre observasjonsbaserte masteroppgaver innen astronomi.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120, MAT1120, FYS2130 og FYS2140. FYS 2160 og AST2110 bør tas samtidig.

Kurset undervises i høstsemesteret, første gang H-2008. Kurset tilbys på engelsk hvis utvekslingsstudenter.

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/astro/AST2210/>.

AST3210 Stråling

- Temaer: Kurset behandler egenskaper ved elektromagnetisk stråling, herunder frekvensspektra, koherens, polarisasjon, klassiske og kvantemekaniske generasjonsmekanismer, atom- og molekylspektra, finstruktur-, Zeeman- og Stark effekter, strålingstransport i ioniserte gasser.
- Læringskrav: Studenten skal mestre å utnytte egenskaper ved mottatt elektromagnetisk stråling til å kunne tolke astrofysiske tilstander og fenomener.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120 og MAT1120, FYS2130, FYS2140, FYS2160 og AST2120.

Kurset undervises i vårsemesteret fra og med 2007. Kurset tilbys på engelsk hvis utvekslingsstudenter.

Webadresse er http://www.uio.no/studier/emner/matnat/astro/AST3210.

5 Meteorologi og Oseanografi fordypning

Nåværende kurs med kurskoder til Bachelor er satt opp i figuren. Fordypningen forutsetter kunnskaper tilsvarende FAMs første tre semestre. Det er ikke satt opp kopling til andre studiepro-

6. semester	GEF2220 - Værssystemer/GEF2610 - Fysisk oseanografi	Valgfritt	EXPHIL03 - Examen philosophicum/Valgfritt
5. semester	GEF2210 - Regionale og globale luftforurensninger./UNIS	Valgfritt/UNIS	EXPHIL03 - Examen philosophicum/Valgfritt/UNIS
4. semester	FYS2130 - Svingninger og bølger	GEF2500 - Geofysisk fluidmekanikk	GEF2200 - Atmosfærefysikk
3. semester	FYS1120 - Elektromagnetisme	AST1100 - Innføring i astrofysikk / GEF1000 - Klimasystemet	MAT1120 - Lineær algebra
2. semester	FYS-MEK1110 - Mekanikk	MEK1100 - Feltteori og vektoranalyse	MAT1110 - Kalkulus og lineær algebra
1. semester	INF1100 - Grunnkurs i programmering for naturvitenskapelige anvendelser	MAT-INF1100 - Modellering og beregninger	MAT1100 - Kalkulus
	10 studiepoeng	10 studiepoeng	10 studiepoeng

gram eller fordypninger, da temaene er sjølkonsistente og bygger på kunnskaper fra fysikk, matematikk og informatikk kurs og/eller er påbygningskurs innenfor denne fordypningen. GEF1000 er omtalt tidligere da det er et tredje semester kurs.

GEF2200 Atmosfærefysikk

- Temaer: Atmosfærens sammensetning og termodynamikk, elementær aerosol- og skyfysikk, turbulens i atmosfærens grenselag.
- Læringskrav: Studentene skal være fortrolig med de termodynamiske begrepene for atmosfæren og gjøre seg nytte av termodynamiske diagrammer for vurdering av stabilitet- og skyforhold ut fra radiosondeobservasjoner. De skal ha en overordnet forståelse av prosessene bak aerosoler, skyer og nedbør. De skal også forstå at dette utgjør sentrale drivmekanismer bak atmosfærens (og havets) bevegelser. De skal forstå hvordan turbulent blanding i atmosfærens grenselag kan påvirke forhold i troposfæren.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120 og MAT1120. FYS2130 og MEK2300 bør tas samtidig

Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEF2200>.

GEF2210 Regionale og globale luftforurensninger

- Temaer: Atmosfærens kjemiske sammensetning og endringer i fordeling p.g.a. forurensningsutslipp: Prosess-studier og modellering av atmosfæriske endringer. Det legges betydelig vekt på bruk av enkle matematiske modeller for å illustrere samspelet mellom ulike prosesser.
- Fysiske og kjemiske prosesser i atmosfæren
- Kilder for kjemiske bestanddeler i atmosfæren
- Globale bio-geokjemiske kretsløp
- Troposfærekjemi: Globale og regionale forurensninger, sur nedbør, endringer på global skala
- Stratosfærekjemi og reduksjoner i ozon
- Drivhusgasser og klimaendringer

- Læringskrav: Du får en forståelse av hvordan mennesket påvirker atmosfærens sammensetning av nøkkel-bestanddelene for miljøet, og hvordan endringer beregnes. Du får erfaring i muntlig og skriftlig rapportering.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120, MAT1120, FYS2130, MEK2300 og GEF2200.

Undervises på engelsk hvis utvekslingsstudenter. Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEF2210>.

GEF2220 Værsystemer

- Temaer: Elementær dynamisk meteorologi. Værsystemer på meso-skala, synoptisk skala og planetarisk skala. Analyse og tolkning av værkart, vertikalsnitt, sonderinger, radar og satellittbilder.
- Læringskrav: Studenten skal ha grunnleggende kjennskap til de viktigste værsystemene, og kjenne til vanlige arbeidsmetoder for kartlegging og analyse av disse.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120, MAT1120, FYS2130, MEK2300, GEF2200 og GEF2210.

Undervises på engelsk hvis utvekslingsstudenter. Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEF2220>.

GEF2500 Dynamisk fluidmekanikk

- Temaer: Innføringskurs i fluidmekanikk for meteorologer og oseanografer. Eksempler på enkle løsninger av bevegelsesligningen og massebevaringsligningen for atmosfære og hav på en roterende jord.
- Læringskrav: Kurset gjennomgår utledningen av ligningene for bevegelse og massebevaring av fluider på en roterende jord med basis i Newtons 2. lov og termodynamikk for kompressible medier. Kurset diskuterer statisk stabilitet i atmosfære og hav, potensiell temperatur, potensiell tetthet og trykket som vertikal koordinat. Videre diskuteres dynamiske prosesser som treghetssvingninger, tyngdebølger på skilleflaten mellom to medier, geostrofisk strøm, termalvind, turbulent middelbevegelse, vinddrevet Ekmanstrøm i havet og Ekmanstrøm i atmosfærens nedre grenselag.
- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120, MAT1120, FYS2130, MEK2300 og GEF2200

Undervises på engelsk hvis utvekslingsstudenter. Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEF2500>.

GEF2610 Fysisk oseanografi

- Temaer: Havenes fysiske struktur og sirkulasjon, volum-, salt- og energibudsjetter, de fysiske prosesser som påvirker dette.
- Læringskrav: Studentene skal være fortrolige med havvannets fysiske egenskaper. De skal kunne forstå begreper som stabilitet og potensiell tetthet og kunne skissere energiutvekslingen med atmosfæren og de fysiske prosesser som styrer denne. De skal være fortrolige med virkemåten av elementære måleinstrumenter og skal forstå betydningen av måledata presentert i et T-S-diagram. Studentene skal ha en god oversikt over den generelle havsirkulasjonen, forstå drivkreftene og mekanismene bak de forskjellige typer sirkulasjon og ha oversikt over hvor i verdenshavene bunnvannet dannes og oppstrømning foregår.

- Anbefalte forkunnskaper: INF1100, MAT-INF1100, MAT1100, MAT1110, MEK1100, FYS-MEK1110, FYS1120, MAT1120, FYS2130, MEK2300, GEF2200 og GEF2500.

Undervises på engelsk hvis utvekslingsstudenter. Webadresse er <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEF2610>.

5.1 Situasjonen framover

Undervisningen (og forskningen) på MetOs har endret seg i retning av en bedre integrering mellom meteorologi og oseanografi. Dette er viktig for lærernes og studentenes forståelsen av samspillet mellom hav og atmosfære og den rolle dette samspillet har for utviklingen av klimaet på jorda.

5.2 Igangsatte og planlagte endringer

1. GEF1000 (3. semester) er allerede endret (høst 2006) slik at oseanografien kommer sterkere inn som en del av kurset, og på en slik måte at hav og atmosfære koples bedre i diskusjonen av klimaet på jorda. Også den rent fluiddynamiske delen av kurset er blitt styrket. Studentene har lært om gradient, virvling og divergens i MEK1100 i 2. semester, samt endel fluidmekanikk. For å dekke behovet for anvendelse av fluidmekanikk på hav og atmosfære, har GEF1000 fått et lite kompendium som er lagt ut på nettsiden i geofysisk fluiddynamikk med vekt på effekten av jordas rotasjon (Corioliskraften) og friksjonskrefter i fluider.
2. MetOs har laget et nytt felleskurs, GEF2500-Geofysisk fluidmekanikk, som er obligatorisk for alle meteorologi og oseanografistudenter. Det skal foreleses i 4. semester. Dermed vil det ikke være noen obligatoriske fluidmekanikk-kurs fra Matematisk institutt i MetOs-fordypningen. Videre avvikles det gamle dynamikk-kurset GEF2600, samt at et nytt kurs GEF2610-Fysisk oseanografi foreleses i 6. semester. Det gamle oseanografikurset GEF1600 bortfaller.
3. FYS2130 er obligatorisk fordypningskurs for MetOs. Det er enighet om at undervisningen her når det gjelder bølger i så stor grad som mulig skal harmoniseres med stoffet om tyngdedrevne overflatebølger i GEF2500.
4. Videre, når det gjelder MetOs-fordypning, foreleses det en god del termodynamikk i GEF2200. Det hadde vært ønskelig om termodynamikken i FYS2160, som er anbefalt som fordypningskurs, kunne koples bedre til noen av temaene i GEF2200.

Computers in Science Education

A new way to teach science?

Morten Hjorth-Jensen,¹ Knut Mørken,² Annik Myhre³ and Hanne Sølna⁴

Summary

In the last decades we have witnessed an incredible development of both computer hardware and software. Scientific problems that were previously solved on large special-purpose machines with special-purpose software can now be easily handled in general-purpose, interactive environments on standard PCs with the bonus of immediate visualization of the results.

A fundamental challenge to our undergraduate programmes is how to incorporate and exploit efficiently these advances within the standard curriculum in mathematics and the natural sciences, without detracting the attention from the classical topics. This brings with it the major organizational challenge of how to get university professors in a variety of different fields and departments to work together towards such a reform. Furthermore, if students are trained to use such tools from the earliest stages in their education, do such tools really enhance and improve the learning environment? In addition, and perhaps even more importantly, does it lead to better understanding and insight?

It is too early to attempt to answer these questions, but here we present one possible approach to the reform: Computational topics are gradually introduced in the undergraduate curriculum in several bachelor of science programmes at the University of Oslo, as an integral supplement to the classical scientific syllabus.

1 Morten Hjorth-Jensen, Professor, Department of Physics and Centre of Mathematics for Applications, morten.hjorth-jensen@fys.uio.no

2 Knut Mørken, Professor, Department of Informatics and Centre of Mathematics for Applications, knutm@ifi.uio.no

3 Annik Myhre, Professor, Department of Geosciences; Dean of Education, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, a.m.myhre@geo.uio.no

4 Hanne Sølna, Study Coordinator, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, a.m.myhre@geo.uio.no

Introduction

How does a scientist work?

Computer simulations have become an integral part of contemporary basic and applied research in science,⁵ and an indispensable tool in industry. Computation is as important as theory and experiment, and the ability “to compute” is part of the standard repertoire of research scientists. As a result, several new research fields have emerged and strengthened their positions in recent years, such as computational materials science, bioinformatics, computational mathematics and mechanics, computational chemistry and physics, just to mention a few. Progress and new insights are frequently obtained from large-scale simulation of problems that have no closed-form answers. In essence we conduct science by solving broad, open-ended and often self-discovered problems, using a combination of analytic, numerical and experimental tools.

How do we teach science?

On the other hand, the way we teach our basic introductory courses in the sciences has not changed much over the past three or four decades. A typical setting is to focus on problems that can be solved in closed form, with what is often mischievously dubbed ‘exact’ answers. Such problems are in many cases based on severe limitations and assumptions about the system under study. This frequently leads to inexact and unrealistic models whose main aim is simply to provide a so-called ‘exact’ answer. Such an approach also undermines a deeper understanding of how scientific research is performed.

A typical situation for a scientist entails work with models that are tested and modified based on our understanding of specific physical laws. Simple models often hide this process and the students are left with the impression that there is not much more to discover about the basic laws that govern a system.

Reformed science teaching

New wrapping?

Over the past thirty years, there has been an increasing emphasis on various digital aids in teaching mathematics and science (and other subjects). The wide

⁵ Science here includes mathematics, informatics, and the natural sciences (Physical sciences, earth, space and life sciences).

range of aids include tools as diverse as the pocket calculator and digital communication platforms, as well as software packages that can automate much of the calculations in classical mathematics. It is therefore possible to reduce a considerable part of the calculations in the elementary maths and science classes to pressing the right buttons or issuing the right commands in a program.

Although these tools in themselves are useful, the fundamental flaw in this approach is that the students are led to believe that the programs can solve all problems and they become dependent on the tools without understanding how they work. To equip a student for a forty-year career in science and mathematics, the students must be able to adapt to new tools that will undoubtedly emerge in the future, and they must be able to extend the tools to solve their special problem that is not covered by the standard software. Most importantly, they must have an understanding of how the tools work, otherwise they will be unable to judge the quality of the answers produced by the programs.

Change the contents, not just the wrapping

This means that it is necessary to change the content of our courses, not just the tools we use to do the calculations. The change involves two main ingredients:

- We must introduce realistic examples that make full use of the powerful software methods available. This has the important bonus of making the students aware of the applicability of the theory to real-life problems. However, the most fundamental reason is negative: The classical examples are more or less trivial with modern software at hand, so they make mathematics and science look like a boring game where there is little need for creativity and new ideas other than learning to use the right tools.
- The students must learn about iterative methods. Computers really only have one game-changing ability: They can do many billions of simple arithmetic operations every second. This means that solution methods that are dependent on repeating some simple task many times work extremely well on a computer. Such methods have been known in mathematics for a long time, but they have not been taught in elementary classes.

From this point of view, our project represents a simple, but rather radical revision of the content of many science courses. It goes beyond a mere introduction

of new technologies and additional course material. The aim is to bring our teaching closer to the way we do science as researchers, and also closer to the methods applied in the knowledge-based industry.

To study a given physical system, the students need to get an understanding of both the physical laws that govern a system, and the mathematical and physical approximations that are made. Only then can they critically compare their results with experimental data. It therefore seems obvious that university students in mathematics and the natural sciences should receive an education that coherently reflects how computers are used to solve problems in basic and applied research, as well as in industry.

Such an education combines knowledge from several different subjects, such as mathematics, numerical analysis, programming, as well as some basic knowledge of computer technology. These topics are, almost as a rule of thumb, taught in different, and we would like to add, disconnected courses and departments.

The use of computers for solving problems in fields like physics or chemistry is often postponed until the last year of the bachelor's programme or even to the level of master's or doctoral programmes. Only then is the student confronted with the synthesis of all these subjects. At this time, the knowledge from the first programming course, often taught with little relevance to problems in mathematics and the natural sciences, is normally forgotten.

Computations from day one

In order to better prepare our students for their future careers and studies, we firmly believe that computational topics should be incorporated from the beginning of the bachelor's programme. This background should then be exploited in most other undergraduate courses, with the final aim of furnishing the students with a broad repertoire and understanding in numerical analysis and numerical methods applied to scientific problems. In addition to the technical knowledge gained, this also makes it possible to introduce examples and problems from the research frontier at a much earlier stage on the educational ladder.

Don't throw away everything!

We must emphasize that classical mathematics is at least as important as before. Algebraic fluency is essential in order to solve simplified problems by hand, prepare more general problems for computer solutions in order to analyse the errors in approximations, etc. A thorough understanding of fundamental mathematical and scientific concepts become more important than before, because there are fewer routine calculations.

Computations require student/teacher interaction

Solving problems with computers is an inherently interactive activity that should partly be done with a teacher present to answer questions. For this reason, the introduction of numerical exercises will often improve the learning environment and strengthen a central, but often forgotten aim of the Bologna process, namely instruction-based teaching.

The Computers in Science Education project

Goals and content

The major aim of the Computers in Science Education (CSE) project is to include and integrate a computational perspective in the basic science education at the University of Oslo. To achieve this we have developed a strategy that coordinates the use of computational exercises and numerical tools in many undergraduate courses that are common to six bachelor's degree programmes in science. The basic idea is to provide an education that combines a mixture of mathematics, numerical computation, informatics, as well as topics from specific sciences such as physics, chemistry, electronics, materials science and geology, in a uniform and well-structured way. In addition, we want to give the students realistic examples from relevant research, even at the beginning of their undergraduate studies.

The computational perspective is introduced as early as the first semester in the elementary programming course with scientific examples, and a course on numerical methods and basic digital knowledge. The computational perspective is strengthened in the other basic maths courses on linear algebra and multivariate analysis. With this solid basis, the students have the necessary background to make use of relatively advanced computational techniques in later courses. We are already seeing the effects of this in many of the science courses. An added

bonus is that this also provides the necessary foundation for a professional work experience that is continuously changing, focusing thereby on fundamental and long-lasting knowledge.

What about the teachers?

Many teachers do not have the necessary technical knowledge to do this kind of teaching, and even if they do, they often lack the time and motivation to undertake such a major reform of their course. For this reason the project depends on funding to support the teachers who are willing to participate in the reform. Some teachers want to learn more about numerical algorithms and programming, others may need an assistant who can help with developing relevant problems, and some need support to buy a new computer.

Boundary conditions

The project is centrally rooted in the strategic plans of the University, several centres of excellence, and several bachelor's degree programmes in science at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences.

The Norwegian higher education system underwent a major educational reform in 2003, triggered by the Bologna process. One important ingredient was the introduction of quite broad bachelor programmes. At present there are six major bachelor's degree programs in mathematics and the mathematical sciences that share a number of courses in mathematics, informatics and science.

At the same time (2003), the first centres of excellence were established in Norway. At present there are at least five centres of excellence at the University with a strong emphasis on different types/flavours of computations. These centres play an important role in catalysing cross-disciplinary research and educational projects.

Financial support

The CSE project has received considerable financial support from several sources, amongst these the Initiative for Flexible Learning at the University of Oslo during the period 2004-2007, from the Ministry of Education and Research in 2007, from the Norwegian centre of excellence 'Centre of Mathematics for Applications' (CMA), the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, and the de-

partments of Geology, Informatics, Mathematics and Physics. The CMA and the Faculty of Mathematics and Natural Sciences together act as the coordinating unit. This financial support has allowed the project to support many teachers who have expressed wishes to reform their courses.

Student assistants

A considerable part of the funding has been used to hire student assistants in summer jobs. These excellent students have contributed in various ways, especially by developing a large body of exercises, and by writing software to support the project. This has several interesting aspects. Firstly, many of the students were more knowledgeable on software matters than many university teachers. They quickly came up with a number of valuable contributions, ranging from new exercises to interesting input to the syllabus of a given course.

Secondly, the summer jobs have an important educational aspect in that the students gain overall insight into several undergraduate courses close to their own fields of study. It is our expressed hope that the summer jobs may have inspired these students to develop a sense of ownership both for the courses, and the whole CSE project. This may prove to be much more significant than the exercises and software they developed, as several of these students may well end up as the next generation of university teachers.

CSE requires cross-disciplinary cooperation

The cross-disciplinary nature of the CSE project, with many departments and centres of excellence involved, provides a unique opportunity for a coordinated effort towards revising the way we teach science. It is rather uncommon that so many university teachers collaborate across disciplines; the opposite is normally what happens. Colleagues from other universities have often commented: *This all sounds great, but how have you been able to collaborate across departments without conflicts?*

One of the unique aspects of this project is the simple fact that there is a group of people from different departments interested in reforming our undergraduate curriculum. Within this group, everybody is deeply involved in research that involves computations. The presence of several centres of excellence that focus on

computations has created meeting places for cross-disciplinary projects, as well as many discussions of educational matters.

The first semester

Four of our bachelor's degree programmes (Mathematics, Information theory and Technology; Electronics, Physics, Astronomy and Meteorology; and Mathematics and Economics), which together recruit about 300 students every year, have a common first semester that consists of three courses:

- INF1100: Introduction to programming with scientific applications
- MAT-INF1100: Modelling and computations
- MAT1100: Calculus and analysis

The coordination between MAT-INF1100 and INF1100 is crucial to the CSE project. MAT-INF1100 includes a number of mathematical topics as well as numerical algorithms for performing standard mathematical operations like differentiation and integration, equation solving and solving differential equations. The algorithms derived in MAT-INF1100 are coded and discussed in INF1100, which gives an introduction to computer programming using Python as the programming language, with special emphasis on applications in physics, statistics/probability, biology, medicine and economics.

A simple example is differentiation, which is defined formally and discussed from the classical point of view in the calculus course MAT1100. Algorithms to compute the derivative numerically are discussed in MAT-INF1100, together with error analyses based on Taylor's formula. These algorithms are then implemented and used in particular applications in the programming course INF1100.

The future

The courses MAT1100, MAT-INF1100 and INF1100 have a number of other examples and topics in common, amongst these ordinary differential equations. Differential equations are in turn used widely in other courses in a bachelor's degree. For example, the second-semester mechanics course FYS-MEK1100 uses numerical algorithms for solving differential equations to study topics from the classical pendulum to realistic rocket launching. The central mathematics courses MEK1100, MAT1110 and MAT1120 further develop numerical exercises and

problems, in the standard directions of linear algebra and multivariate calculus. The research groups in Meteorology and Oceanography provide another example of the integration of computations in more advanced bachelor courses. These two research groups are responsible for one of the scientific branches of the Physics, Astronomy and Meteorology bachelor's programme. This bachelor's programme typically receives 80–100 new students every year, and in the first year of study, five (out) of six courses include a computational perspective, as indicated above. In the third semester the students may attend the first course in astrophysics or meteorology. Both courses have been reformed via the CSE project and have computational exercises to deepen and illustrate the theory that is taught. Meteorology and oceanography are computationally intensive research fields. Aligning the advanced bachelor's courses with the CSE project therefore allows these groups to introduce fascinating and stimulating research topics into their undergraduate teaching. In this way the students are exposed to programming topics and numerical exercises in a number of bachelor's degree courses during their first three years of study, and this stretches out the computational learning threshold over time and in different courses.

Summary, conclusion and challenges

Main contribution

The bottom line of the CSE initiative is that the students obtain a uniform background in computational skills which allows them to solve realistic problems in their first science courses instead of the simplified problems that are a necessity when the computational power is restricted to pencil, paper and a calculator. The mechanics course is a good example. Typical topics which have been included are rocket launching with realistic parameters, how to kick a football and model its trajectory, and studies of planet motion and the position of planets. Realistic studies of these problems require serious computations. Moreover, since the computational aspects have been taught in the mathematics and informatics classes, there is no need to spend extra time on this in the science classes.

The pivotal point of the CSE project is the first semester, with the recently achieved coordination between the three fundamental mathematics and informatics courses. This has allowed seamless integration of a computational perspective on the teaching of science in later semesters. The coordination between the first

semester and the mathematics courses in the second and the third semesters strengthens this perspective and introduces many additional algorithms and their pertinent implementations. This provides the students with a bag of tools that can be used in many other courses.

Extending the CSE project

The coordination introduced by the CSE programme is tailored to the mathematically intensive programmes, such as the programmes in Physics, Astronomy and Meteorology; Mathematics, Information Science and Technology; and so forth. Other bachelor programmes such as Chemistry or Geology have a syllabus with less emphasis on mathematics and computations. One of the challenges is to develop tailor-made mathematics and scientific computing courses for these students as well, in order to gain from the momentum achieved within the mathematically intensive bachelor programmes. This is already taking place in the form of a new course on scientific programming for geology freshmen (first semester).

Further support for teachers

Another major challenge is the attitude of the university teachers towards the introduction of a computational programme, particularly since many teachers are not fully familiar and/or comfortable with such an approach. To this end we have recently, with support from the Flexible Learning Initiative, created a new pedagogical module that introduces the CSE project. This module is used as part of the compulsory pedagogical background every university teacher must attend in order to receive tenure. Further work on this module, with a build-up of a body of relevant exercises and examples, and the possibility of obtaining pedagogical assistance for university teachers who wish to take part in the CSE project, is part of our future plans.

Tenured teachers who want to teach according to the CSE principles, but lack the sufficient technical background, may benefit from web-based modules developed with a life-long learning perspective. These modules will also be available for teachers from other educational institutions and will contribute to a more coherent national education in science.

Integration, not addition

Initially we tried to introduce a computational perspective on our courses by supplementing traditional textbooks with additional material on computations. After a few years of experience, we have learned that this is not a particularly good solution. The reasons are twofold: The first is that computations then remain an addition to the classical material, at least regarding teaching materials. This hinders the important mental process of integrating computations with the classical material. The second reason is that computations inevitably take up more space when added to the classical material. A much better solution is to integrate a computational perspective in the standard teaching material, as computations can then also be used to develop the theory where this is natural. In this way the total volume of the teaching material may be reduced.

Need for new material

The conclusion is that there is a need for new textbooks and related material with an integrated computational profile. In particular new exercises and projects must be developed. This is a challenging task to undertake in subjects where the teaching material and exercises in some cases have been finely honed for hundreds of years.

On the other hand, we believe this is a rare opportunity to participate in a major, paradigmatic shift in science teaching, and a number of new textbooks are being developed within the CSE framework, with considerable interest from a major international publisher.

CSE on a national scale

The CSE project gives our students a broad background in computational techniques of relevance for exploration and problem-solving in the sciences. This kind of background is not at all common for students from other universities. A challenging consequence of the CSE project is therefore that both foreign exchange students and students from other Norwegian universities often find it difficult to attend courses in Oslo that have undergone a CSE revision. In all humility, we do believe the solution to be that CSE-like revisions also take place at the other higher educational institutions.

In this perspective, we view the CSE initiative at the University of Oslo as a national pilot project, and it is our hope that the experience and knowledge we have gained and developed locally can be transferred to other universities and regional colleges. That would be a true service to our science community.