

2.13 MATEMATIKK

Vedtatt av Lærerhøgskolens råd 21. juni 1979 med endringer sist vedtatt av Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk 23. april 1997.

Et ideelt matematikkstudium ville gi en grundig innføring i faget, samt en oversikt over og en forståelse av matematikk som hjelpemiddel i andre fag. Om mulig bør derfor et studium i matematikk omfatte emner utover en 20-gruppe. Emnetilbudet er lagt opp slik at studenten skal få en grundig innføring i noen viktige områder av faget. Gjennom eksempler illustreres noen av anvendelsesmulighetene innenfor andre fag, samt fagets praktiske anvendelser.

Et solid grunnstudium i matematikk gir et godt grunnlag for arbeid med anvendelser av matematikk på andre fagområder, eller arbeid med faget i yrkeslivet. Studenter som skal tilrettelegge studiet med tanke på undervisning i ungdomsskolen og i den videregående skolen anbefales å ta henholdsvis minst 20 og 25 vektall i matematiske fag inkl. et grunnemne i statistikk. Det utarbeides nå dessuten et eget studieopplegg for studenter som vil utdanne seg til realfagslærere med spesiell kompetanse i matematikk. Opplegget omtales som Program for lærerutdanning i matematikk (PLUM), og er beskrevet i kapitlene 2.13.4 og 2.13.6.

Noen emner er obligatoriske for alle som vil ha en emnegruppe i matematikk eller som ønsker å begynne på hovedfagsstudiet i matematikk. Ellers står studentene fritt i valg av emner, slik at matematikkstudiet til en viss grad kan tilpasses den enkeltes behov og interesser.

Matematikkstudiet bygger på kunnskaper tilsvarende høyeste nivå i matematikk (3MN/3MX) i den videregående skole. Emnet MA001 bygger på 2MN/2MX i den videregående skole.

2.13.1 EMNEOVERSIKT

Ved overgangen til nytt studentdatasystem (FS) tar NTNU i bruk nye emnekoder. Disse skal tidligst brukes ved registrering/eksamensmelding høsten 1997. Endringene for de nedenforstående emnene vil i praksis bli at de gis prefikset MNF, slik at første emnet nedenfor blir hetende MNF MA 001 Brukerkurs i matematikk. Se kapittel 1.10 for ytterligere informasjon.

Emner fra de allmennvitenskapelige studiene

Kode	Tittel	Vekttall
<i>Grunnemner:</i>		
MA 001	Brukerkurs i matematikk	5
MA 012	Elementær diskret matematikk	3
MA 100	Grunnkurs i analyse	5
MA 104	Tallteori	2
MA 108	Lineær algebra	5
MA 109	Flerdimensjonal analyse	4
MA 205	Algebra	3
MA 210	Matematikk fagdidaktikk	3
MA 213	Differensiallikninger og Fourieranalyse	3
MA 214	Funksjonsteori	3
MA 215	Videregående lineær algebra	2
MA 217	Videregående diskret matematikk	3
MA 219	Reell analyse	2
MA X*	Aktuelle matematiske emner (varierende tittel)	Inntil 5
<i>Avanserte emner:</i>		
MA 321	Abstrakt algebra	5
MA 322*	Videregående fourieranalyse	3
MA 324	Analysens grunnlag	5
MA 325*	Funksjonalanalyse	4
MA 326*	Videregående funksjonsteori	4
MA 327*	Ringteori	4
MA 328*	Generell topologi	4
MA 328R*	Generell topologi - redusert	3
MA 329*	Differensialgeometri	4
MA 330*	Homologisk algebra	4
MA 331*	Kaos og fraktal geometri	4
MA 333*	Algebraisk topologi	4
MA 334*	Algebraisk geometri	4
MA 336*	Univalente funksjoner	4
MA 337*	Analytisk teori for kjedebrøk	4
MA 340*	Funksjoner av flere komplekse variable	4
MA 343*	Dynamiske systemer og ergodeteori	4
MA 344*	Harmonisk analyse	4
MA 431*	Representasjonsteori for algebra	4

MA 432*	Kommutativ algebra	4
MA 435*	Representasjonsteori for endelige grupper	4
MA 438*	Kvasikonforme avbildninger	4
MA 439*	H^P - rom - teori	4
MA 441*	Operatoralgebraer	4
MA 442*	Lie-grupper og Lie-algebraer	4

*NB! Emner merket med * vil bare bli gitt dersom lærersituasjonen tillater det.*

Emner fra siv.ing.-/dr.ing.-studiet

I tillegg til matematikkemnene innenfor de allmennvitenskapelige studiene er det også et bredt tilbud av matematikkemner innenfor siv.ing.- og dr.ing.-studiet. Oversikt over og beskrivelse av disse emnene finnes henholdsvis i studieplanen/studiehåndboken for siv.ing.- og dr.ing.-studiet.

En tar imidlertid forbehold om faglig overlapp som kan medføre vekt-tallreduksjon mot våre emner. Studenter som ønsker å inkludere fag fra siv.ing.- eller dr.ing.-studiet i utdanningen sin under de allmennvitenskapelige studiene må søke om innpassing av de aktuelle fagene i h.h.t. retningslinjene for innpassing i kapittel 1.9.1

2.13.2 CAND.MAG.-STUDIET

Undervisningen

Undervisningen i våre matematikkemner er basert på aktiv deltagelse i forelesninger, regneøvelser, gjennomgåelse av oppgaver i grupper, og prosjektarbeid i grupper. I emnene MA 100, MA 108 og MA 001 er det obligatorisk innlevering av oppgaver. For å få adgang til eksamen i disse emnene må oppgavene være godkjent.

Det oppgitte timetallet for hvert enkelt emne anses som det normale for emnet, men i spesielle tilfeller kan antall forelesningstimer bli justert. Omfanget av gruppeundervisningen kan også i spesielle tilfeller bli justert.

Råd om oppbygging av studiet

Matematikkemnene som det er naturlig å begynne med i 1. semester er MA 100, MA 108 og MA 104. Det er også naturlig å ta MA 109 i 2. semester dersom man starter med MA 100 og MA 108 i 1. semester. Rækkefølgen man skal ta de øvrige matematikkemner i, og hvilke emner disse bygger på, framgår av emnebeskrivelsene i kapittel 2.13.8. Vi viser også til eksempler på oppbyg-

ging av studiet i avsnitt 2.13.6, og til studieopplegget for utdanning av realfagslærere med spesiell kompetanse i matematikk i kapittel 2.13.4.

Emnene MA 100, MA 108 og MA 109 anbefales sterkt for studenter som planlegger å ta mer matematikk. Studenter som planlegger å studere fagområder som krever noe mindre matematikk anbefales å ta MA 001. Dette emnet danner sammen med statistikkemnet S 101/S001 et godt grunnlag for f.eks. biologistudiet. Studenter som skal studere fysikk vil normalt ha behov for å ta emnene MA 109, MA 213, MA 214 og muligens visse emner fra siv.ing.-studiets fagtilbud. Emnene MA 012 og MA 217 er spesielt beregnet på informatikkstudenter.

Emner på 300- og 400-nivå, samt enkelte av siv.ing.-studiets emner er aktuelle for studenter som ønsker å ta mer matematikk, f.eks. hovedfagsstudiet i matematikk eller fagets anvendelser. Vær oppmerksom på at visse emner er obligatoriske for dem som ønsker å begynne på hovedfagsstudiet i matematikk, jfr. kapitlene 2.13.5 og 2.13.6. Det anbefales dessuten at den enkelte student søker råd ved Institutt for matematiske fag når det gjelder valg av emner for disse formålene.

Eksamener fra siv.ing.-studiet, fra andre universiteter og fra høyskoler kan etter søknad til fakultetet godkjennes i cand.mag.-studiet. For nærmere informasjon om dette, se kapittel 1.9.1.

Eksamen

En generell orientering om eksamen og eksamensmelding er gjengitt i kapittel 1.8 og forutsettes kjent. Eksamen i et emne arrangeres ordinært ved slutten av emnets undervisningssemester. Institutt for matematiske fag kan i spesielle tilfeller avvike fra den oppgitte eksamensformen. Når ikke annet er nevnt under beskrivelsen av de enkelte emner, evalueres eksamenene etter tallkarakterskalaen (jfr. gjeldende eksamensreglement). Eksamensdato for emnene er oppgitt bakerst i studiehåndboken. I emner hvor det ikke er fastsatt eksamensdato vil eksamen normalt avholdes som muntlig prøve hvor eksamensdato fastsettes senere.

I videregående emner arrangeres eksamen etter de samme reglene som gjelder for hovedfagsemner, dvs. avhengig av behovet og instituttets kapasitet vil eksamen kunne avlegges hvert semester.

Avanserte emner

De avanserte emnene kan benyttes både i cand.mag.-, cand.scient.- og dr.scient.-studiet, men det samme emnet kan ikke samtidig benyttes i de forskjellige gradene.

Tilbudet av avanserte emner vil variere med behovet og lærersituas-

jonen, men det vil hvert år bli gitt undervisning i MA 321 og MA 324, samt i MA 325, MA326 og MA 327 (MA 326 vil bli tatt vare på i samarbeid med siv.ing.-studiet ved NTNU). I tillegg tas det sikte på å tilby ett eller to hovedfagskurs hvert semester - ett i analyse i vårsemesteret og ett i algebra i høstsemesteret. Det tas likevel forbehold om dette p.g.a. ressursituasjonen.

2.13.3 GODKJENTE EMNEGRUPPER

Emnekombinasjoner som oppfyller kravene under punkt 1 og 2 nedenfor gjelder som godkjente emnegrupper i matematikk i cand.mag.-graden.

1. Emnene MA 100 og MA 108 skal inngå i emnegruppen. MA 001 kan erstatte MA 100, men da må MA 109 inngå.
2. De øvrige emnene skal velges blant emner i studieplanen for matematikk, slik at det samlede antall vektall blir minst 20. Emnet S 101 Sannsynlighet og statistikk I (5 vt.) kan også inngå (se studieplanen for statistikk). Dersom matematikkemner fra siv.ing.-studiet eller fra NTNU-eksterne utdanningsinstitusjoner skal inngå, må det søkes om dette til fakultetet jfr. kapittel 1.9.1

2.13.4 ANBEFALTE EMNER FOR UNDERVISNING I SKOLEN

Reform 94' har ført til nye krav til matematikkundervisningen, og statistikk er nå en stor del av faget. Som lærer skal du også kunne sette matematikken inn i en historisk og sosial sammenheng, og vise hvordan matematikk og statistikk gjennomsyrrer samfunnet og har anvendelser f.eks. i økonomi, teknologi og medisin.

Studenter som ønsker å utdanne seg for å imøtegå det store behovet for godt kvalifiserte matematikklærere i skoleverket bør i utdanningen sin inkludere emner i henhold følgende anbefalinger:

Matematikk på ungdomstrinnet i grunnskolen:

Minst 20 vektall i matematiske fag (ren matematikk, numerisk matematikk, statistikk), slik at følgende krav er oppfylt:

- Minst 15 vektall bør være innen ren matematikk.
- MA 100/MA 001, MA 108 og MA210 eller tilsvarende bør inngå.
- Statistikkemnet S 101 eller tilsvarende bør inngå.

De øvrige vektall velges fritt blant emner i matematikk, numerisk matematikk og statistikk ved NTNU som er godkjent med vektall.

Matematikk i den videregående skolen:

Minst 25 vekttall i matematiske fag (ren matematikk, numerisk matematikk og statistikk) slik at følgende krav er oppfylt:

- Minst 20 vekttall bør være innen ren matematikk.
- MA 100/MA 001, MA 108 og MA210 eller tilsvarende bør inngå.
- Statistikkemnet S 101 eller tilsvarende bør inngå.

Hvis MA 001 inngår i stedet for MA 100, bør også MA 109 inngå. Det kan i de 25 vekttallene inngå inntil ett grunnkurs blant emner i numerisk matematikk og statistikk. Forøvrig bør det inngå fritt valgte emner i matematikk, numerisk matematikk og statistikk ved NTNU som er godkjent med vekttall.

Program for lærerutdanning i matematikk (PLUM)

Høsten 1997 startes det dessuten forsøk opp et eget studieopplegg som tar sikte på å utdanne realfagslærere i videregående skole med spesiell kompetanse i matematikk. Det forsøksvise studieopplegget har fått navnet Program for lærerutdanning i matematikk (PLUM), og skal videreutvikles med sikte på å bli et fullstendig opplegg som utnytter NTNU's spesielle tekno-logiske og naturvitenskapelige ressurser for å utdanne realfagslærere for det 21. århundre.

Med forbehold om godkjenning i NTNU's beslutningsorganer og Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet, skal PLUM lede fram mot cand.scient.-graden med en normert studietid på 5,5 år inkludert den praktisk-pedagogiske utdanningen. Programmet skal gi kandidatene kompetanse i minst ett realfaglig skolefag i tillegg til matematikk, og det skal avsluttes med et skolerettet hovedfagsstudium i matematikk. Det vil være mulig å få kompetanse i et tredje skolefag, enten ved å utvide studietiden til ca. 6 år, eller ved å intensivere studiet noe i forhold til normert studieprogresjon (10 vt. pr semester).

Forøvrig vil studieopplegget under PLUM avvike fra det ordinære undervisningsopplegget på flere punkter. Siden programmet skal gi en profesjonsrettet utdanning vil det ligge en sterkere styring av emnevalg og studieprogresjon enn det man kjenner til fra det vanlige studieopplegget under de allmennvitenskapelige studiene. Sentrale elementer i PLUM vil være følgende:

- Etablering av klassefølelse for hvert kull.
- Egne veiledere og sosiale opplegg ved siden av studiet.
- Prosjektarbeid i grupper knyttet til spesielle kurs, og frie prosjekter hvor studenter samarbeider om målsetning og arbeidsmåte.
- Bruk av relevante dataverktøy
- Muligheter for prosjektarbeid og samarbeid med andre studenter i hovedfagsoppgaven.

Ytterligere detaljer om grunnstudiet i programmet og hva man tenker seg som faglig grunnlag for opptak til hovedfagsstudiet er beskrevet i kapittel 2.13.6.

2.13.5 CAND.SCIENT.-STUDIET

Den generelle beskrivelsen av cand.scient.-studiet (hovedfagsstudiet) er beskrevet i kapittel 1.3 og forutsettes kjent.

I cand.scient.-studiet gis det i forhold til de aktuelle behovene forelesninger i hovedfagsemner fra forskjellige deler av matematikken, både av generell og mer spesiell karakter. Hovedfagsemnene er ordinært av ett semesters varighet og med fire forelesningstimer pr. uke. Det blir arrangert seminarer og/eller kollokvier, hvor målsetningen er at de skal føre frem til og støtte opp under passende temaer for hovedfagsoppgaven (jfr avsnittet om faglige forutsetninger nedenfor og emnebeskrivelsene av kursene MA 300-MA 314). Antall seminarer/kollokvier vil variere etter behovet og læresituasjonen. Det vil normalt være to til tre hovedfagsstudenter på hvert seminar. De forskjellige seminarene vil bli annonsert i forelesningskatalogen så langt det er mulig, eller på annen måte ved semesterets start.

Cand.scient.-studiets normerte lengde er tre semestre. Studiet omfatter i tillegg til hovedfagsoppgaven hovedfagsemner med et samlet omfang på minst 10 vekttall. Normalt inkluderer disse 10 vekttallene 2 hovedfagsemner på 4-5 vekttall hver, samt spesialpensum. Emnene MA 321, MA 324 og andre videregående emner kan velges som hovedfagsemner dersom de ikke inngår i cand.mag.-graden. Emnevalget skal godkjennes av *Institutt for matematiske fag* ved inngåelse av en hovedfagskontrakt i starten av studiet.

Forberedelsene til arbeidet med hovedfagsoppgaven bør komme i gang i løpet av første semester i cand.scient.-studiet. Man bør så tidlig som mulig henvende seg til Institutt for matematiske fag for å få kontakt med en faglærer som kan bidra til å legge opp en plan for hovedfagsstudiet. Arbeidet med oppgaven vil dessuten som regel foregå gjennom aktiv deltagelse i avanserte seminarer, og vil som regel kreve en del kunnskaper ut over det som studiet av de to eksamensmennene gir.

I enkelte tilfeller kan det være aktuelt med ekstern veiledning, eller med en oppgave som løses i samarbeid med representanter fra andre fagområder. Før arbeidet med hovedoppgaven kan påbegynnes må Institutt for matematiske fag ha godkjent oppgave og veileder.

Opptak til hovedfagsstudiet

De generelle reglene for opptak til cand.scient.-studiet er beskrevet i kapittel 1.5.3 og forutsettes kjent. Godkjent emnegruppe og S-blokk inngår alltid i

forkunnskapskravene. I tillegg kan det for enkelte studieretninger inngå krav om spesielle støtteemner.

Umiddelbart etter et eventuelt tilbud om hovedfagsplass må studenten oppsøke instituttet for å inngå hovedfagskontrakt. Potensielle hovedfagsstudenter bør senest i løpet av cand.mag.-studiets siste semester ta kontakt med Institutt for matematiske fag for å få lagt opp en studieplan og tildelt en foreløpig veileder.

Faglige forutsetninger for cand.scient.-studiet

For opptak til cand.scient.-studiet i matematikk kreves minst 50 vekttall, inkludert en 30-gruppe bestående av følgende emner eller tilsvarende:

MA100	Grunnkurs i analyse	5 vt.
MA108	Lineær algebra	5 vt.
MA109	Flerdimensjonal analyse	4 vt.
MA205	Algebra	3 vt.
MA213	Differensiallikninger og Fourieranalyse	3 vt.
MA214	Funksjonsteori	3 vt.

ett av følgende to emner

MA215	Videregående lineær algebra	2 vt.
MA219	Reell analyse	2 vt.

og ett av følgende to emner

MA321	Abstrakt algebra	5 vt.
MA324	Analysens grunnlag	5 vt.

Instituttet for matematiske fag kan godkjenne eldre emnekombinasjoner - se studiehandbok for 1993/94, og det kan også i spesielle tilfeller gis dispensasjon fra kravene ovenfor.

Kunnskaper man kan tilegne seg gjennom emnene i 30-gruppen som er spesifisert ovenfor vil for noen typer hovedfagsoppgaver være utilstrekkelig. Derfor kan supplerende lesning bli nødvendig. Studenter bør på grunn av dette henvende seg til Institutt for matematiske fag for å få nærmere opplysninger og veiledning før de tar fatt på hovedfagsstudiet.

Hovedfagseksamen

De generelle vilkårene for oppmelding til avsluttende hovedfagseksamen er beskrevet i kapittel 1.8 og forutsettes kjent. For studenter som har ekstern utdanning forutsettes i tillegg innholdet i kapittel 1.9 kjent.

Før oppmelding til eksamen i et hovedfagsemne må studenten levere

pensumliste til Institutt for matematiske fag for å få denne godkjent. Eksamen i de enkelte hovedfagsemnene er skriftlig (6 timer) eller muntlig. Eksamen i alle emnene unntatt ett kan tas tidlig i hovedfagsstudiet, vanligvis i slutten av det semestret emnet foreleses. Avhengig av behovet og av instituttets kapasitet vil slike eksamener kunne avlegges hvert semester.

Eksamen i det resterende emnet (avsluttende hovedfagseksamen) arrangeres ved studiets slutt etter at hovedoppgaven er innlevert. Normalt vil avsluttende hovedfagseksamen holdes over et spesialpensum med omfang på 1 eller 2 vekttall. Det kan bli gitt sentrale spørsmål av oversiktskarakter i tidligere avlagte matematikkemner, samt spørsmål knyttet til hovedfagsoppgaven. Eksamensformen er alltid muntlig.

Det gis én karakter for hovedoppgaven og én for hvert av hovedfagsemnene. Det benyttes tallkarakter på hovedoppgaven og ordinært også på de to hovedfagsemnene.

2.13.6 STUDIERETNINGER

Cand.scient.-studiet i matematikk har to studieretninger, algebra og analyse. De som vurderer å gå videre til et doktorgradsstudium ved instituttet, bør legge hovedfagsoppgaven til et av de forskningsområdene som er representert ved instituttet. Begge studieretningene har muligheter for å tilby skolerettede hovedfagsoppgaver.

Studieretning for algebra

Emnet MA 321 må inngå i de 30 obligatoriske vekttallene for opptak til hovedfagsstudiet, jfr. kapittel 2.13.5. Emnet MA 215 bør også inngå. Videre anbefales emnene MA 327 og MA 330 tatt innenfor hovedfagsstudiet. Forskningsområdene som er representert i algebra ved instituttet er endeligdimensjonale algebraer, kommutativ ringteori og ordninger.

Studieretning for analyse

Emnet MA 324 må inngå i de 30 obligatoriske vekttallene for opptak til hovedfagsstudiet, jfr. kapittel 2.13.5. Emnet MA 219 bør også inngå. Videre anbefales emnene MA 325 og MA 326 tatt innenfor hovedfagsstudiet.

Forskningsområdene som er representert i analyse ved instituttet er analytisk teori for kjedebrøk, geometrisk funksjonsteori, operatoralgebraer, dynamiske systemer, ortogonale polynomer, Lie-transformasjonsgrupper, differensialgeometri og topologisk målteori.

Eksempler på oppbygning av studiet

I tillegg til samtlige av eksemplene nedenfor må de som vil ha undervisningskompetanse i matematikk å inkludere emnet MA 210 i studiet. Emner merket med * er ikke obligatoriske for å begynne på de aktuelle studieretningene, men emnene MA 215 eller MA 219 må inngå (se kap. 2.13.5).

Anbefalt studieopplegg for hovedfagsstudiet i algebra:

1 H	MA 100	MA 108	MA 104*
2 V	S 101*	MA 108	MA 109
3 H	MA 213	MA 205	
4 V	MA 214	MA 219*	
5 H	MA 215*	MA 324*	
6 V	MA 321	MA 324*	
7 H	MA 321		

Emnene MA 327 og MA 330 anbefales dessuten tatt innenfor hovedfagsstudiet i algebra.

Anbefalt studieopplegg for hovedfagsstudiet i analyse:

1 H	MA 100	MA 108	MA 104*
2 V	MA 109	MA 108	S 101*
3 H	MA 213	MA 205	
4 V	MA 214	MA 219*	
5 H	MA 324	MA 215*	
6 V	MA 324	MA 321*	
7 H	MA 321*		

Emnene MA 325 og MA 326 anbefales dessuten tatt innenfor hovedfagsstudiet i analyse.

Eksempelet nedenfor viser hvordan studiet kan legges opp i de to første studieårene dersom man vil inkludere statistikk i tillegg til matematikk i utdanningen sin.

Matematikk kombinert med 20-gruppe i statistikk:

1 H	MA 100	MA 108	MA 104
2 V	MA 109	MA 108	S 101
3 H	MA 215	IT 111	S 102
4 V	MA 214	S 201	S 202

Program for lærerutdanning i matematikk (PLUM)

Det vises til den generelle omtalen av PLUM i kapittel 2.13.4.

Obligatoriske emner i grunnstudiet vil være MA100, MA104, MA108, MA109, MA210, og S101, S102 samt to av emnene MA205, MA213 og MA214. I alt gir dette 35 fastlagte vekttall i matematiske fag. Det anbefales også at man tar et informatikkemne i løpet av de to første studieårene.

Til emnene MA100, MA108, MA210 og enkelte andre emner som ennå ikke er fastlagt, er noen av øvingsoppgavene erstattet med prosjektarbeid i grupper. Prosjektarbeidene tar i første rekke sikte på matematikkens anvendbarhet i praksis eller på problemer fra andre fagområder. Prosjektarbeid i grupper vil være obligatorisk i PLUM, men kan også tas av andre studenter så langt kapasiteten rekker.

Opplegget for PLUM vil gi en sterkere føring på emnevalg enn i ordinære studier siden det er ment å lede fram mot en profesjonsutdanning. Dette betyr at man må følge et gitt studieopplegg de to første årene av programets grunnstudium for å få adgang til hovedfagsstudiet under PLUM. Dette studieopplegget er gjengitt i tabellen nedenfor. P ved siden av emnekoden indikerer prosjektarbeid i grupper.

1 H	MA100 (P)	MA104	MA108	10 vt.
2 V	MA109	MA108 (P)	S101	11 vt.
3 H	S102	evt. MA205	evt. MA213	8/11 vt.
4 V	MA210 (P)	evt. MA214	valgfritt	3/6 vt.

I de neste tre semestrene er det mulig å ta emner fra andre realfaglige fagområder (fysikk, informatikk, kjemi og biologi) for å oppnå kompetanse i et av disse fagene i tillegg til matematikk. Vi viser til de enkelte fagenes studieplaner for nærmere anbefalinger om hvilke emner som bør inngå.

Praktisk pedagogisk utdanning kan tas i 8. semester. I tillegg til anbefalingene ovenfor må det eventuelt velges emner slik at summen av fagvektttall utenom innføringsemnet eller ex.phil blir minst 65.

2.13.7 DR.SCIENT.-STUDIET

Dr.scient.-studiets varighet er 3 år, og det består av tre deler:

- En opplæringsdel sammensatt av pensumemner tilsvarende 18 vekttall
- En avhandling tilsvarende 2 års arbeid
- En prøveforelesning som svarer til 2 vekttall

De generelle retningslinjene for søknad om opptak til dr.scient.-studiet er beskrevet i kapittel 1.5.4. Søknad om opptak till dr.scient.-studiet i matematikk fremmes gjennom Institutt for matematiske fag, NTNU. For opptak til dr.scient.-studiet kreves cand.scient.-eksamen med hovedfag i matematikk eller tilsvarende utdannelse.

2.13.8 EMNEBESKRIVELSER

Innholdet i kapittel 1.5.2 om fagpåmelding og opptak til emner, og kapittel 1.8 om eksamen og eksamensmelding forutsettes kjent. Henvisninger til informasjon om faglig overlapp mellom gamle og nye emner finnes i kapittel 1.9.3.

Ved overgangen til nytt studentdatasystem (FS) tar NTNU i bruk nye emnekoder. Disse skal tidligst brukes ved registrering/eksamensmelding høsten 1997. Endringene for de nedenforstående emnene vil i praksis bli at de gis prefikset MNF, slik at første emnet nedenfor blir hetende MNF MA 001 Brukerkurs i matematikk. Se kapittel 1.10 for ytterligere informasjon.

MA 001 Brukerkurs i matematikk, 5 vekttall

Varighet: 1 semester (høst/vår).
Forelesninger: 6 timer pr. uke.
Regneøvelser: 2 timer pr. uke.
Eksamenskrav: 6 godkjente øvingsoppgavesett.
Eksamen: 6 timer, skriftlig

Undervisningen bygger på matematikkunnskaper tilsvarende 2 MN fra videregående skole. Emnet skal gi tilstrekkelige kunnskaper og ferdigheter i matematikk for de studenter som har tenkt å fortsette med mindre matematikkrevende fag. I emnet behandles reelle tall, funksjoner av en variabel inklusive trigonometriske funksjoner, eksponensial- og logaritmefunksjoner; grenseverdi og kontinuitet, samt derivasjon og integrasjon. Videre behandles vektorer, komplekse tall, lineære likningssystemer, matriser, egenverdier, differensiallikningssystemer samt funksjoner av flere variable. Fremstillingen av stoffet bygger i stor grad på eksempler og anvendelser.

MA 001 kan erstatte MA 100 i emnegruppen i matematikk, men studenten må da i tillegg ta MA 109 og eventuelt senere i studiet på egen hånd tillegge seg de deler av MA 100 som ikke er behandlet i MA 001. For studenter som tar både MA 001 og MA 100, vil det være et faglig overlapp som utløser en vekttallsreduksjon på 3 vekttall. MA 001 er identisk med emnet MA X-V91. Videre utløser eksamen i MA 001 avlagt våren 1994 og senere vekttallsreduksjon på 1 vekttall mot hvert av emnene MA 108 og MA 109.

MA 012 Elementær diskret matematikk, 3 vektall

Varighet:	1 semester (vår).
Forelesninger:	4 timer pr. uke.
Regneøvinger:	1 time pr. uke.
Eksamen:	5 timer, skriftlig

Emnet er først og fremst ment som et tilbud til informatikkstudenter, og bygger ikke på forkunnskaper i matematikk utover det som undervises ved videregående skole. Emnet vil også være av interesse for matematikkstudenter. Emnet vil bl.a. gi en innføring i elementær mengdelære, setnings- og predikatslogikk, induksjon og rekursjon, relasjoner og funksjoner, boolesk algebra og grafteori. Det er fullt faglig overlapp mellom dette emnet og MA X/V87 og MA X/V88.

MA 100 Grunnkurs i analyse, 5 vektall

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesninger:	6 timer pr. uke.
Regneøvelser:	2 timer pr. uke.
Eksamenskrav:	6 godkjente øvingsoppgavesett
Eksamen:	6 timer, skriftlig.

Undervisningen i emnet bygger på kunnskaper i matematikk tilsvarende pensum i 3 MN fra videregående skole. Emnet MA100 er sammen med MA 108 det naturlige begynneremnet for alle som ønsker å ta en godkjent emnegruppe eller mer i matematikk.

Emnet behandler grunnleggende egenskaper ved reelle tall og reelle funksjoner av en variabel, grenseverdier, kontinuitet, differensial- og integralregning, integrasjonsmetoder, Taylor's formel, L'Hôpital's regel, uendelige rekker, potensrekker. 1. ordens differensial-likninger og 2. ordens lineære differensiallikninger med konstante koeffisienter. Videre behandles numeriske aspekter, herunder Newton's metode, numerisk integrasjon, Simpson's formel, numerisk løsning av differensialligninger, den analytiske teorien for kjeglesnitt, polarkoordinater, samt parametriske kurver i planet. Anvendelser av kjeglesnitt (reflekterende teleskop, planetbaner) blir også behandlet. Det legges vekt på stringens og på den logiske oppbygning av analysens grunnlag.

MA 104 Tallteori, 2 vekttall

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesninger:	2 timer pr. uke.
Regneøvelser:	1 time pr. uke.
Eksamen:	4 timer, skriftlig.

Undervisningen forutsetter ingen kunnskaper utover videregående skoles pen sum i matematikk. Emnet gir en innføring i elementær tallteori. Blant annet behandles største felles divisor, Euklids divisjonsalgoritme, lineære diofantiske ligninger, elementær primtallteori, lineære kongruenser, Fermats lille teorem, Eulers ϕ -funksjon, Eulers teorem med anvendelse innen kryptografi. Av spesialstoff som kan variere fra år til år kan nevnes tallteoretiske funksjoner, Fermats problem for $n = 4$, kvadratiske rester og generering av tilfeldige tall.

MA 108 Lineær algebra, 5 vekttall

Varighet:	2 semestre (høst og vår).
Forelesninger:	3 timer pr. uke.
Regneøvelser:	1 time pr. uke (høst), 2 timer pr. uke (vår).
Eksamenskrav:	5 godkjente øvingsoppgavesett pr. semester høst og vår.
Eksamen:	6 timer, skriftlig.

Undervisningen bygger på kunnskaper i matematikk tilsvarende 3MN i den videregående skole. Kurset omfatter lineære likningssystemer, matriser og determinanter. Videre behandles vektorrom, underrom, lineær avhengighet og uavhengighet og basis, alt med hovedvekt på \mathbb{R}^n . Komplekse tall blir også introdusert. Videre behandles lineærtransformasjoner med hovedvekt på matriser, samt egenverdier, hovedsakelig for matriser, men også generelt, med anvendelser på Markovkjeder, økonomi, befolkningsvekst, differensiallikninger og numeriske aspekter. Spektralsats behandles, samt indreprodukt over \mathbb{R} med minste kvadraters metode og Fourier-koeffisienter, Gram-Schmidt, kvadratiske former med anvendelse på kjeglesnitt, positive matriser, samt mer av numeriske aspekter.

MA 109 Flerdimensjonal analyse, 4 vekttall

Varighet:	1 semester (vår).
Forelesninger:	4 timer pr. uke.
Regneøvinger:	2 timer pr. uke.
Eksamen:	6 timer, skriftlig.

Undervisningen bygger på MA 100 og høstsemesterdelen av MA 108 eller tilsvarende. Emnet gir en innføring i noe av det grunnleggende matematiske verktøyet som anvendes i naturvitenskapene. Man tilstreber å gi eksempler fra disse fagene, både som motivasjon for å forstå hvordan relevante matematiske begreper har oppstått, og hvordan matematikk anvendes for å løse problemer innenfor disse fagene.

Emnet omfatter vektorfunksjoner av en reell variabel, parametriske kurver, krumning, akselerasjon, funksjoner av flere reelle variable, partiell derivasjon, retningsderivert, gradient, ekstremalproblemer, Lagranges' multiplikator metode. Det gis eksempler i anvendelser på økonomiske modeller samt minste kvadraters metode. Videre behandles multiple integraler, linje- og flateintegral, med eksempler på anvendelser på f.eks. moment, tyngdepunkt, treghetsmoment, stive legemers bevegelse og treghetsellipse. Vektorvaluerte funksjoner behandles, samt divergens og curl av vektorfelt, flux-begrepet, Greens, Stokes og Gauss setninger, med eksempler på anvendelser f.eks. på Arkimedes' lov, utledning av Maxwell's differensiallikninger for elektromagnetiske felt og utledning av bølgelikningen. Kurset krever ingen spesielle forkunnskaper i fysikk.

MA 205 Algebra, 3 vekttal

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Regneøvelser: 2 timer pr. uke.
Eksamen: 5 timer, skriftlig

Emnet bygger på MA 108, og det er en fordel å ha tatt MA 104. Emnet gir en innføring i algebra. Blant annet behandles grupper, undergrupper, normale undergrupper, kvotientgrupper, gruppehomomorfier, gruppevirkning på mengder, kombinatoriske telleresultater, Sylows teoremer og isometrier i planet.

MA 210 Matematikk fagdidaktikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Regneøvinger: 1 time pr. uke.
Eksamenskrav: 6 godkjente øvingsoppgaver eller prosjektoppgave.
Eksamen: 4 timer, skriftlig

Emnet bygger på kunnskaper som svarer til MA 100, MA 104, MA 108 og MA 109. Undervisningen vil hovedsakelig bli organisert omkring hovedemnene:

- matematikkens utvikling og egenart
- matematikken og samfunnet
- stoffvalg
- hjelpemidler i matematikkundervisningen/evaluering.

Kurset tar for seg utviklingen av flere emner som er representert i skolematematikken, og behandler bl.a bevisstyper, matematisk argumentasjon og aksiomatisk oppbygging. Det blir tatt opp en del tema fra matematikkens historie, som bl.a. vil belyse sammenhengen mellom forskjellige emner innenfor faget. Matematikkens samfunnsmessige betydning vil bli belyst bl.a. ved studiet av matematiske modeller og ved fagets betydning innenfor moderne teknologi og naturvitenskap. Innholdet av læreplaner og lærebøker vil også bli behandlet. Det vil gjennom hele kurset der det er mulig bli fokusert på formidlingsaspektet. Blant annet vil man legge vekt på motivering i undervisningen, kritisk holdning til lærebokstoffet, og på alternative hjelpemidler i undervisningen. Dessuten vil utradisjonelle undervisningsformer og evaluering bli behandlet. Dersom dette kurset skal inngå i den praktisk-pedagogiske utdanningen - del I, så må praksisuken (se studieplanen for PPU) være godkjent.

MA 213 Differensiallikninger og Fourieranalyse, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Regneøvelser: 2 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer, skriftlig.

Undervisningen bygger på MA 100, MA 108 og MA 109 eller tilsvarende for kunnskaper. Emnet gir en innføring i teorien for ordinære og partielle differensiallikninger, med spesiell vekt på løsningsmetoder. Det egner seg derfor godt for studenter som også har fysikk i fagkretsen. Blant emnene som behandles er lineære n -te ordens differensiallikninger med konstante koeffisienter, Cauchylikningen, løsning ved rekkeutvikling, egenverdiproblemer, Fourier-rekker, 2.ordens partielle differensiallikninger, system av differensiallikninger, og noen numeriske metoder for løsning av ordinære differensiallikninger.

Emnet MA 213 overlapper fullt mot det tidligere emnet MA 16, og utløser full vekttallsreduksjon dersom man fra før har eksamen i MA16.

MA 214 Funksjonsteori, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Regneøvelser: 1 time pr. uke.
Eksamen: 6 timer, skriftlig.

Undervisningen bygger på MA 100, MA 108, og MA 109 eller tilsvarende forkunnskaper. Emnet tar sikte på å gi en kort innføring i teorien for komplekse funksjoner av en kompleks variabel. Emnet omfatter hovedområdene kompleks integrasjon med spesiell vekt på Cauchys integralsats og integralformler, Residueregning, Taylor- og Laurentutviklinger av analytiske funksjoner, samt elementære konforme avbildninger. Det gis eksempler på anvendelse av kompleks integrasjon ved beregning av reelle integraler og summer, og ved bestemmelse av den inverse Laplace-transformasjonen.

MA 215 Videregående lineær algebra, 2 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesninger: 2 timer pr. uke.
Regneøvelser: 1 time pr. uke.
Eksamen: 4 timer, skriftlig.

Undervisningen bygger på MA 100 og MA 108. Emnet omfatter vektorrom over vilkårlige kropp, Cayley-Hamilton, minimalpolynom og komplekse indreprodukt. Videre omfatter emnet mer om lineærtransformasjoner, herunder symmetriske, hermitiske og unitære. Dessuten behandles Jordan kanonisk form med anvendelse på differensiallikninger, samt bilineære avbildninger, tensor produkt, kvadratiske former og duale rom.

MA 217 Videregående diskret matematikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Regneøvinger: 1 time pr. uke.
Eksamen: 5 timer, skriftlig.

Emnet bygger på MA012, og det er i likhet med MA012 av spesiell interesse for informatikkstudenter.

Emnet gir deler av den teoretiske bakgrunnen for informatikk, og vil blant annet omhandle semigrupper, monoider, endelig automater, formelle språk, pushdownautomater, Turing-maskiner, rekursjon og beregnbarhet.

MA 219 Reell analyse, 2 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesninger: 2 timer pr. uke.
Regneøvinger: 1 time pr. uke.
Eksamen: 4 timer, skriftlig.

Emnet bygger på MA 100, MA 108, MA 109 og delvis på MA 213. Det tar sikte på en grundig gjennomgang av utvalgte deler av grunnlaget for reell analyse. Temaer som behandles er: Aksiomatisering av de reelle tall, supremum, infimum; topologi i \mathbb{R}^n ; konvergens av følger, \limsup , \liminf , kompakt, kompletthet, kontinuitet, uniform kontinuitet; Riemann-integralet inkludert nødvendig og tilstrekkelig betingelse for integrerbarhet; punktvis og uniform konvergens av følger/rekker av funksjoner, problemer knyttet til leddvis integrasjon og leddvis derivasjon av rekker; innledende Fourier-rekker-teori ut over det som dekkes av MA 213, Parsevals likning, Fejers teorem og Weierstrass' approksimasjonssats.

MA X* Aktuelle matematiske emner, inntil 5 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: Inntil 4 timer pr. uke.
Regneøvelser: Inntil 2 timer pr. uke.
Eksamen: 4-6 timer, skriftlig.
Eksamensdato: Se katalogen for det semesteret emnet tilbys.

Dette emnet har Institutt for matematiske fag dels tenkt å nytte til utprøving av nye emneopplegg, og dels til forelesning av aktuelle emner som foreløpig ikke er tatt inn som separat emne i studieplanen. Vekttall, pensum og eksamens-tidens lengde blir oppgitt ved semestrets begynnelse.

MA300* Hovedfagsseminar i algebra I, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle temaer innenfor representasjons- teorien for artsinske algebraer. Emnet vil bl.a. omfatte algebraer av endelig, tam, og vill type, samt trivielle og ettpunkts ekstensjoner, triangulære matriseringer og algebraer bestemt av homologiske betingelser.

MA301* Hovedfagsseminar i algebra II, 2 vekttall:

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle temaer innenfor kategoriteori. Det vil bl.a. omfatte additive og abelske kategorier, additive funktorer, Morita ekvivalens, dualitet og stabil ekvivalens.

MA310* Hovedfagsseminar i analyse I, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet gir en faglig fordypning i spesielle temaer innenfor C^* -algebraer. Det vil bl.a. omfatte automorfigrupper og kryssprodukt, tensorprodukt og nukleære C^* -algebraer, kvantegrupper, groupoider, samspillet mellom dynamiske systemer og C^* -algebraer, dimensjonsgrupper, ordnet K -teori og Hilbertmoduler.

MA311* Hovedfagsseminar i analyse II, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle temaer innenfor geometrisk funksjonsteori. Det vil bl.a. omfatte kvasikonforme avbildninger og spesielle familier av univalente funksjoner.

MA312* Hovedfagsseminar i analyse III, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet vil omfatte forskjellige anvendelser av kjedebrøker. Det vil bl.a. ta for seg anvendelser innen signalteori, tallteori og differensiallikninger.

MA313* Hovedfagsseminar i analyse IV, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter spesielle emner innenfor topologisk målteori. Det vil bl.a. omfatte teorien for kvasi-mål og kvasi-integral, Alexandroffs representasjonssats, bildetransformasjoner, generelle itererte systemer og invariante kvasi-mål.

MA314* Hovedfagsseminar i generell topologi, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle temaer innenfor generell topologi. Det vil bl.a. omfatte uniforme rom, nærhetsrom og ulike generaliseringer av kompaktet.

MA 321 Abstrakt algebra, 5 vekttall

Varighet: 2 semestre (vår - høst).
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 108 og MA 205 eller tilsvarende forkunnskaper. Det er en fordel å ha tatt MA 215. Emnet er krevende og forutsetter faglig modenhet. Det omfatter bl.a. ringer, strukturteorem for moduler over hovedidealområder og for simple og semisimple ringer, Galois-teori og kodeteori.

MA 322* Videregående Fourier-analyse, 3 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 213 og er et naturlig grunnlag for MA 344. Den klassiske teori for Fourierrekker og Fouriertransformen videreføres fra MA 213. Man vektlegger tilknytning til bl.a. fysikk, statistikk og moderne teknologi. De historiske aspekter blir trukket inn, og man vil også komme inn på wavelet-teori. Kurset egner seg både for lærere og for de som skal bruke matematikken i andre fag.

MA 324 Analysens grunnlag, 5 vekttall

Varighet: 2 semestre (høst - vår).
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 100, MA 108, MA 109 og MA 213 og MA 219, eller tilsvarende kunnskaper. Emnet er krevende og forutsetter faglig modenhet. Emnet omfatter det begrepsmessige grunnlaget for differensial- og integralregningen: Riemann-integralet, Lebesgue-integralet, Borel-mengder, målteori, Fubini og Radon-Nikodyms teoremer, samt Riesz' representasjonsteorem. Dessuten vil grunnleggende teori for metriske rom, lokal-kompakte rom, Hilbert-rom og de klassiske L^p -rom behandles.

MA 325* Funksjonalanalyse, 4 vekttall

Varighet: 1 semester
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 324 eller tilsvarende forkunnskaper. Emnet gir en innføring i funksjonalanalysens metoder og begreper, og gir enkelte anvendelser av disse bl.a. behandles Hilbertrom, Banachrom, Hahn-Banachs teorem, “open mapping”- og “closed graph”-teoremene, og Banach-Steinhaus’ teorem.

Av spesialstoff som kan variere fra år til år kan nevnes: Lokalkonvekse rom, differensial- og integraloperatorer, Fredholm-teori, spektralteori for kompakte operatorer, egenverdiproblemer for forskjellige operatorer, samt operator algebraer.

MA 326* Videregående funksjonsteori, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 214 eller tilsvarende forkunnskaper. Innholdet i emnet kan variere fra år til år avhengig av behovet, men vil ha en kjerne som omfatter elementære egenskaper ved holomorfe og harmoniske funksjoner, maksimumsprinsippet, Schwarz’ lemma, konforme avbildninger, Weierstrass- og Mittag-Leffler-utviklinger, samt analytisk fortsettelse.

Av spesialstoff som kan variere fra år til år kan nevnes: Approksimasjon ved rasjonale funksjoner, geometrisk funksjonsteori, samt Riemann-flater.

MA 327* Ringteori, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 321 eller tilsvarende forkunnskaper. Innholdet i emnet kan variere fra år til år, men vil hvert år ha en kjerne som omfatter artinske, noetherske og lokale ringer, projektive og injektive moduler, Jordan-Hölder teorem, radikal, sokkel, eksakte sekvenser, kategorier, funktorer, ekvivalens, dualitet, samt adjungerte funktorer.

Av stoff som kan variere nevnes mer homologisk algebra, representasjoner av diagrammer, algebraer og endelige grupper.

MA 328* Generell topologi, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på deler av MA 324 eller tilsvarende forkunnska per. Innholdet i emnet kan variere, men vil vanligvis omfatte metriske rom, topologiske rom, kontinuerlige funksjoner, produkt-rom, kvotient-rom, nett, filter, separasjon, tellbarhetsegenskaper, kompakthet, metriserbarhet, sammenheng. Vanligvis inngår også noe homolog-teori.

MA 328R* Generell topologi - redusert, 3 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 3 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Forkunnskap som kreves er som for MA 328. Kurset vil i hovedsak omfatte samme tema som MA 328.

MA 329* Differensialgeometri, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 100, MA 108 og MA 109, eller tilsvarende kunnskaper. Innholdet i emnet kan variere, men vil vanligvis omfatte differensiering i \mathbb{R}^n , implisitt funksjonsteoremet, Frenets formler, flateteori, første og andre fundamentalform, hovedkrumning, Gauss krumning, middelkrumning, Theorema Egregium, vektorfelter og kovariant differensiering, geodetiske kurver, mangfoldigheter, differensialformer, Stokes' teorem, samt Gauss-Bonnets teorem.

MA 330* Homologisk algebra, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 321 eller tilsvarende forkunnskaper. Innholdet i emnet kan variere, men vil ha en kjerne som omfatter kategorier av moduler, funktorene Hom og tensorprodukt, frie, projektive, injektive og flate resolusjoner, direkte og invers grense, projektiv, injektiv og flat dimensjon, homologi og funktorene Ext og Tori .

MA 331* Kaos og fraktal geometri, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, samt datalab.

Emnet bygger på deler av MA 324 eller tilsvarende. Tema som behandles er dynamiske systemer, periodiske og kaotiske systemer, konkrete modeller - f.eks. logistisk forløp, fraktale mengder og dynamikk på disse. Mandelbrot- og Juliamengder. Itererte funksjonssystemer, bildeoverføring, Hausdorff og fraktal dimensjon. I kurset inngår også øvinger på datalab.

MA 333* Algebraisk topologi, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på deler av MA 324. Innholdet i emnet kan variere, men vil ha en kjerne som omfatter mangfoldigheter, klassifikasjon av kompakte 2-mangfoldigheter, fundamentalgrupper, Brouwers fikspunktteorem, overdekninger, overdeknings-transformasjoner, regulære overdekninger og kvotientrom, eksistensteoremet for overdekninger, overdekninger av grafer og anvendelse i gruppeteori. Homologigrupper.

MA 334* Algebraisk geometri, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Kurset bygger på MA 321 og omfatter affine og projektive varieteter, projektive plane kurver, rasjonale avbildninger, oppløsning av singulariteter og Riemann-Rochteoremet.

MA 336* Univalente funksjoner, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Grunnleggende (klassisk) teori, i hovedsak basert på flatesatsen. Løwnerkjeder, konveksitetsteori samt variasjonsmetoder behandles.

MA 337* Analytisk teori for kjedebrøker, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet omfatter grunnleggende teori for kjedebrøker, med spesiell vekt på konvergensteori og beregningsalgoritmer. Videre behandles konvergens og korrespondanse av kjedebrøkutviklinger av funksjoner, Padè-approximasjoner og momentteori. Det gis også eksempler på anvendelse i tallteori, digitalfilter og differensiallikninger.

MA 340* Funksjoner av flere komplekse variable, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet omfatter holomorfe funksjoner, Cauchy's formel og noen konsekvenser av denne, Weierstrass' og Montells' teoremer, analytisk fortsettelse og Reinhardtområder, subharmoniske funksjoner og Hartogs' teorem, samt holomorfitets-områder. Andre tema som kan være aktuelle er Stein-mangfoldigheter og forbindelsen med Banach-algebraer.

MA 343* Dynamiske systemer og ergodeteori, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 324. Dette emnet omfatter studier av transformasjoner av topologiske rom, eventuelt målrom, og asymptotiske egenskaper til slike transformasjoner. Opprinnelsen til ergodeteorien var den såkalte ergodehypotesen, som lå til grunn for klassisk statistisk mekanikk slik den ble grunnlagt av Boltzmann og Gibbs. Stikkord er målbevarende systemer, Birkhoffs punktvis ergodeteorem, rekurrens, systemer med diskret spektrum, entropi, og minimale dynamiske systemer.

MA 344* Harmonisk analyse, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 213, MA 219 og MA 324. Den klassiske Fourieranalysen skjer på enhetssirkelen, de hele tall og den reelle tallinjen. Den

rette rammen for Fourier-analyse er klassen av alle lokalkompakte abelske grupper. Fra dette abstrakte utgangspunktet utledes nøkkelbegrepene i harmonisk analyse: Haarmålet, konvolusjon, den duale gruppen og Fouriertransformen, positiv-definite funksjoner, inversjonsteoremet, Plancherels teorem, Pontryagins dualitetsteorem, og Bohr-kompaktifisering.

MA400* Doktorgradsseminar i algebra I, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle avanserte temaer innenfor representasjonsteorien for artinske algebraer. Det vil bl.a. omfatte homologisk endelige underkategorier, preprojektive partisjoner, vippeteori for moduler og kategorier og koherente funktorer.

MA401* Doktorgradsseminar i algebra II, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle avanserte konstruksjoner og begreper innenfor kategoriteori. Det vil bl.a. omfatte deriverte kategorier, derivert ekvivalens, relativ homologiteori og funktorkategorier.

MA410* Doktorgradsseminar i analyse I, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle avanserte temaer innenfor teorien for von Neumann algebraer. Det vil bl.a. omfatte Tomita-Takesaki teori, vektorer, modulærgruppen, Connes' invarianter, koplingskonstanten, Jones' underfaktorer, samspillet mellom ergodeteori og von Neumann algebraer, og Dye's og Krieger's teoremer.

MA411* Doktorgradsseminar i analyse II, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle avanserte temaer innenfor funksjonsteori. Det omfatter momentproblemer, ortogonale polynomer, Gauss- og Szegökvadrater, og interpolasjonsproblemer.

MA412* Doktorgradsseminar i analyse III, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter en faglig fordypning i spesielle avanserte temaer innenfor funksjonsteori. Det vil bl.a. omfatte konforme og kvasikonforme avbildninger, Schwarziske og logaritmiske deriverte, John-områder og kvasidisker.

MA413* Doktorgradsseminar i analyse IV, 2 vekttall

Varighet: 1-2 semester
Seminar: 2 timer pr.uke
Eksamen: Muntlig

Emnet omfatter spesielle avanserte emner innenfor topologisk målteori. Det vil bl.a. omfatte ikke-lineær integrasjon, kvasi-mål i generelle topologiske rom og spesielle anvendelser.

MA 431* Representasjonsteori for algebraer, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 327 og MA 330. Innholdet i emnet kan variere, men det vil ha en kjerne som omfatter: algebraer gitt ved quiver, representasjon av quiver, nesten splitteksakte følger, Brauer-Thrall I, klassifikasjon av hereditære algebraer av endelig representasjonstype, funktorkategorier og vipeteori for artinske algebraer.

MA 432* Kommutativ algebra, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 321. Innholdet i emnet kan variere, men det vil ha en kjerne som omfatter idealer, moduler, kjedebetingelser, spektret til en ring, Hilberts Nullstellensatz, assosierte primidealer og primærdekomposisjon, valuasjonringer, graderte ringer, dimensjonsteori, regulære følger, Koszulkompleks, regulære-, Cohen-Macaulay og Gorenstein ringer.

MA 435* Representasjonsteori for endelige grupper, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Kurset bygger på MA 321. Det omfatter karakterteori, teorien for vertices og sources, og Brauerkorrespondanse.

MA 438* Kvasikonforme avbildninger, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet omfatter de klassiske problemstillinger, ekstremal lengde, geometrisk og analytisk definisjon av kvasikonforme avbildninger, Beltramis differensial likning, kvasidisker, Schwarzisk derivert og det universielle Teichmüller-rom. Blant tema som kan inngå nevnes forbindelsen med Riemannske flater og kvasi-konforme avbildninger i høyere dimensjoner.

MA 439* H^p -rom-teori, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet omfatter harmoniske og subharmoniske funksjoner, randegenskaper og Poisson-integralet, maksimalfunksjoner, kanonisk faktorisering, Nevanlinna-klassen, F. & M. Riesz's teorem, Beurlings teorem, samt dualitet. Blant tema som kan inngå kan nevnes: H^p -rom over generelle områder, Fefferman's resultat om BMO som det duale til H^1 , koronateoremet, samt forbindelsen med operator-teori.

MA 441* Operatoralgebraer, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Undervisningen bygger på MA 325. Emnet vil gi en innføring i den grunnleggende teorien for C^* -algebraer og von Neumann algebraer. Teorien vil bli illustrert ved konkrete eksempler: Approksimative endelig-dimensjonale (AF-) algebraer, type I, II og III faktorer, samt den hyperendelige II_1 -faktoren.

MA 442* Lie-grupper og Lie-algebraer, 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet omfatter topologiske grupper og spesielt kompakte grupper, grunnleggende teori for Lie-grupper og Lie-algebraer, strukturen til semisimple Lie-algebraer, Dynkin-diagram samt eksempler.