



# Studieordning for bacheloruddannelsen i matematik

Aalborg Universitet  
September 2018

## **Forord:**

I medfør af lov nr. 172 af 27. februar 2018 om universiteter (Universitetsloven) med senere ændringer fastsættes følgende studieordning. Uddannelsen følger endvidere fællesbestemmelserne og tilhørende eksamensordning ved Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet og Det Tekniske Fakultet for IT og Design.

## Indholdsfortegnelse

<b>KAPITEL 1: STUDIEORDNINGENS HJEMMEL MV.....</b>	<b>3</b>
1.1 BEKENDTGØRELSESGRUNDLAG .....	3
1.2 FAKULTETSTILHØRSFORHOLD.....	3
1.3 STUDIENÆVNSTILHØRSFORHOLD.....	3
1.4 CENSORKORPS .....	3
<b>KAPITEL 2: OPTAGELSE, BETEGNELSE, VARIGHED OG KOMPETENCEPROFIL.....</b>	<b>3</b>
2.1 OPTAGELSE .....	3
2.2 UDDANNELSENS BETEGNELSE PÅ DANSK OG ENGELSK .....	3
2.3 UDDANNELSENS NORMERING ANGIVET I ECTS .....	4
2.4 EKSAMENSBEVISETS KOMPETENCEPROFIL.....	4
2.5 UDDANNELSENS KOMPETENCEPROFIL: .....	4
<b>KAPITEL 3: UDDANNELSENS INDHOLD OG TILRETTELÆGGELSE .....</b>	<b>5</b>
VIDENSABSTEORI OG VIDENSKABELIG METODE .....	7
3.1 MODULBESKRIVELSER FOR 1. SEMESTER, MAT1 .....	18
3.1.0 Studiestartsprøve, MAT1.....	18
3.1.1 Projektmoduler for 1. semester, MAT1.....	19
3.1.2 Kursusmoduler for 1.semester, MAT1.....	21
3.2. MODULBESKRIVELSER FOR 2. SEMESTER, MAT2 .....	24
3.2.1 Projektmodul 2. semester, MAT2.....	24
3.2.2. Kursusmoduler for 2. semester, MAT2.....	25
3.3. MODULBESKRIVELSER FOR 3. SEMESTER, MAT3 .....	29
3.3.1 Projektmodul 3. semester, MAT3.....	29
3.3.2. Kursusmoduler for 3. semester, MAT3.....	30
3.4. MODULBESKRIVELSER FOR 4. SEMESTER, MAT4 .....	33
3.4.1 Projektmodul 4. semester, MAT4.....	33
3.4.2. Kursusmoduler for 4. semester, MAT4.....	34
3.5. MODULBESKRIVELSER FOR 5. SEMESTER, MAT5 .....	39
3.5.1 Projektmodul 5. semester, MAT5.....	39
3.5.2. Kursusmoduler for 5. semester, MAT5.....	40
3.6. MODULBESKRIVELSER FOR 6. SEMESTER, MAT6 .....	43
3.6.1 Projektmodul 6. semester, MAT6.....	43
3.6.2. Kursusmoduler for 6. semester, MAT6.....	44
<b>KAPITEL 4: IKRAFTTRÆDELSE, OVERGANGSREGLER OG REVISION .....</b>	<b>56</b>
<b>KAPITEL 5: ANDRE REGLER.....</b>	<b>56</b>
5.1 REGLER OM SKRIFTLIGE OPGAVER, HERUNDER BACHELORPROJEKTET .....	56
5.2 REGLER OM MERIT, HERUNDER MULIGHED FOR VALG AF MODULER, DER INDGÅR I EN ANDEN UDDANNELSE VED ET UNIVERSITET I DANMARK ELLER UDLANDET .....	56
5.3 REGLER OM FORLØB AF BACHELORUDDANNELSEN .....	56
5.4 EKSAMENSREGLER .....	57
5.5 DISPENSATION .....	57
5.6 REGLER OG KRAV OM LÆSNING AF TEKSTER PÅ FREMMEDSPROG .....	57
5.7 UDDYBENDE INFORMATION .....	57

## Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv.

### 1.1 Bekendtgørelsesgrundlag

Bacheloruddannelsen er tilrettelagt i henhold til Uddannelses- og Forskningsministeriets bekendtgørelse nr. 1328 af 15. november 2016 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (Uddannelsesbekendtgørelsen) med senere ændringer og bekendtgørelse nr. 1062 af 30. juni 2016 om eksamen og censur ved universitetsuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen). Der henvises yderligere til bekendtgørelse nr. 107 af 12. februar 2018 (Bacheloradgangsbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 114 af 3. februar 2015 (Karakterbekendtgørelsen) med senere ændringer.

For to-faglige uddannelsesforløb er uddannelsen endvidere tilrettelagt i henhold til vejledning nr. 9292 af 26. april 2018 (Retningslinjer for universitetsuddannelser rettet mod undervisning i de gymnasiale uddannelser samt undervisning i gymnasiale fag i eux-forløb).

### 1.2 Fakultetstilhørsforhold

Bacheloruddannelsen hører under Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet.

### 1.3 Studienævntilhørsforhold

Bacheloruddannelsen hører under Studienævnet for Matematik, Fysik og Nanoteknologi ved School of Engineering and Science.

### 1.4 Censorkorps

Bacheloruddannelsen er tilknyttet censorkorps for matematik.

## Kapitel 2: Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil

### 2.1 Optagelse

Optagelse forudsætter en gymnasial uddannelse.

I medfør af Adgangsbekendtgørelsen er uddannelsens specifikke adgangskrav:

- Dansk A
- Engelsk B og
- Matematik A

### 2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk

Bacheloruddannelsen giver ret til betegnelsen bachelor (BSc) i matematik. Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Mathematics.

Bacheloruddannelsen giver også ret til betegnelsen bachelor (BSc) i matematik, når matematik læses som centralt fag i en to-fags-kombination.

## 2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS

Bacheloruddannelsen er en 3-årig forskningsbaseret heltidsuddannelse. Uddannelsen er normeret til 180 ECTS.

## 2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil

Nedenstående vil fremgå af eksamensbeviset:

En bachelor har kompetencer erhvervet gennem et uddannelsesforløb, der er foregået i et forskningsmiljø.

En bachelor har grundlæggende kendskab til og indsigt i sit fags metoder og videnskabelige grundlag. Disse egenskaber kvalificerer bacheloren til videreuddannelse på et relevant kandidatstudium samt til ansættelse på baggrund af uddannelsen.

## 2.5 Uddannelsens kompetenceprofil:

En person, der dimitterer med en bachelorgrad i matematik, skal have følgende viden, færdigheder og kompetencer:

Viden

Dimittenden skal

- have viden om teori, metode og praksis inden for matematik, især matematisk analyse og algebra
- kunne forstå og reflektere over teorier og metode inden for matematik

Færdigheder

Dimittenden skal

- kunne anvende flere matematiske metoder og redskaber samt kunne anvende færdigheder, der knytter sig til beskæftigelse med problemstillinger inden for matematik
- kunne vurdere teoretiske og praktiske problemstillinger samt begrunde og vælge relevante løsningsmodeller
- kunne formidle faglige problemstillinger og løsningsmodeller til fagfæller og ikke-specialister eller samarbejdspartnere og brugere

Kompetencer

Dimittenden skal

- kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge
- selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang
- kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer

## Kapitel 3: Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

Uddannelsen er modulopbygget og tilrettelagt som et problembaseret studium. Et modul er et fagelement eller en gruppe af fagelementer, der har som mål at give den studerende en helhed af faglige kvalifikationer inden for en nærmere fastsat tidsramme angivet i ECTS-point, og som afsluttes med en eller flere prøver inden for bestemte eksamensterminer, der er angivet og afgrænset i studieordningen.

Uddannelsen bygger på en kombination af faglige, problemorienterede og tværfaglige tilgange og tilrettelægges ud fra følgende arbejds- og evalueringsformer, der kombinerer færdigheder og faglig refleksion:

- forelæsninger
- projektarbejde
- workshops
- opgaveløsning (individuelt og i grupper)
- lærerfeedback
- faglig refleksion
- porteføljarbejde

### *Uddannelsesoversigter*

Alle moduler bedømmes gennem individuel gradueret karakter efter 7-trinsskalaen eller bestået/ikke bestået (B/IB). Alle moduler bedømmes ved ekstern prøve (ekstern censur) eller intern prøve (intern censur eller ingen censur).

## Bachelor i matematik. 1-faglig

Semester	Projekt = P Kursus = K	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve	
MAT1	K	Studiestartsprøve	-	G/IG	Intern	
	P	Introduktion til projektarbejde (P0)	5	B/IB	Intern	
	P	Diskret matematik (P1)	10	7-trinsskala	Intern	
	K	Calculus	5	7-trinsskala	Intern	
	K	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund (PV)	5	B/IB	Intern	
	K	Diskret matematik	5	7-trinsskala	Intern	
MAT2	P	Optimering (P2)	15	7-trinsskala	Ekstern	
	K	Lineær algebra	5	7-trinsskala	Intern	
	K	Introduktion til matematiske metoder	5	B/IB	Intern	
	K	Computerstøttede beregninger (MATTEK2)	5	7-trinsskala	Intern	
MAT3	P	Sædvanlige differentialligninger	15	7-trinsskala	Intern	
	K	Analyse 1	5	7-trinsskala	Ekstern	
	K	Lineær algebra med anvendelser	5	7-trinsskala	Intern	
	K	Algebra 1: Grupper	5	7-trinsskala	Intern	
MAT4	P	Symmetri	10	7-trinsskala	Ekstern	
	K	Sandsynlighedsregning	5	7-trinsskala	Intern	
	K	Analyse 2	5	7-trinsskala	Intern	
	K	Algebra 2: Ringe og legemer	5	7-trinsskala	Ekstern	
		<i>Den studerende skal følge et valgfag*</i>				
	K	Komplekse funktioner	5	B/IB	Intern	
	K	Matematikkens fagdidaktik	5	B/IB	Intern	
MAT5	P	Statistisk modellering og analyse	15	7-trinsskala	Ekstern	
	K	Statistisk inferens for lineære modeller	5	B/IB	Intern	
	K	Computeralgebra	5	B/IB	Intern	
	K	Differentialgeometri	5	7-trinsskala	Intern	
MAT6	P	Bachelorprojekt	15	7-trinsskala	Ekstern	
	K	Integrationsteori (MAT6)**	5	7-trinsskala	Ekstern	
		<i>Den studerende skal følge to valgfag*</i>				
	K	Operatorer på Hilbertrum	5	B/IB	Intern	
	K	Grafteori	5	B/IB	Intern	
	K	Kodningsteori	5	B/IB	Intern	
	K	Algebraisk topologi	5	B/IB	Intern	
	K	Rumlig statistik og Markovkæde Monte Carlo metoder (MATTEK6)**	5	B/IB	Intern	
	K	Bayesiansk inferens og modeller med tilfældige effekter (MATTEK8)	5	B/IB	Intern	
	K	Tidsrækkeanalyse og økonometri (MATØK6)**	5	7-trinsskala	Intern	

	K	Data Mining (MATØK8)**	5	B/IB	Intern
	K	Quantitative Finance and Computational Statistics	5	B/IB	Intern
	K	Financial Engineering (MATØK6)**	5	B/IB	Intern
	K	Anvendt harmonisk analyse (MATTEK4)**	5	B/IB	Intern
Sum			180		

\*) Studienævnet fastlægger, hvilke valgfag der udbydes forud for hvert semester.

\*\*\*) Hvis kurset sammenlæses med andre studieretninger, og kurset er hjemmehørende og beskrevet i en anden studieordning, er dette angivet i tabellen.

## Videnskabsteori og videnskabelig metode

Videnskabsteori og videnskabelig metode indlæres gennem kursusaktiviteterne Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund (1. sem.), Sandsynlighedsregning (4. sem.) og Statistisk inferens for lineære modeller (5. sem.) og bringes i anvendelse i projektmodulerne Symmetri (4. sem.) og Statistisk modellering og analyse (5. sem.).



## To-fags uddannelser

Der kan for de to-faglige studieføløb komme mindre ændringer af studieføløbet, når den konkrete studieplan laves. Studieplanen vil altid være i overensstemmelse med vejledningen om de faglige mindstekrav for universitetsuddannelser rettet mod undervisning.

### Matematik som centralt fag og sidefag inden for det naturvidenskabelige hovedområde

Sem	P/K	ECTS	NAT sidefag	Bedømmelse/Prøve
1.	P	10	Projektmodul. Diskret matematik (P1)	7-trinsskala/Intern
	P	5	Projektmodul. Introduktion til projektarbejde (P0)	Bestået-ikke bestået/Intern
	K	5	Diskret matematik	7-trinsskala/Intern
	K	5	Calculus	7-trinsskala/Intern
	K	5	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	Bestået-ikke bestået/Intern
2.	P	15	Projektmodul. Optimering (P2)	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Introduktion til matematiske metoder	Bestået-ikke bestået/Intern
	K	5	Lineær Algebra	7-trinsskala/Intern
	K	5	Valgfag**	
3.	P	15	Projektmodul. Sædvanlige differentialligninger	7-trinsskala/Intern
	K	5	Analyse 1	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Lineær algebra med anvendelser	7-trinsskala/Intern
	K	5	Algebra 1: grupper	7-trinsskala/Intern
4.	P	10	Projektmodul. Symmetri	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Sandsynlighedsregning	7-trinsskala/Intern
	K	5	Analyse 2	7-trinsskala/Intern
	K	5	Algebra 2: ringe og legemer	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Valgfag. Komplekse funktioner el. Fagdidaktik	Bestået-ikke bestået/Intern
5.	P	15	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
6.	P	10	Bachelorprojekt	
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
	K	5		
SUM		180		

\*\* ) Biologi/kemi følger Almen biologi (ALBIO), fysik følger Grundlæggende mekanik og termodynamik (GMT) og idræt følger Computerstøttede beregninger. Se i øvrigt de pågældende studieordninger.

Bachelorprojekt på 6. semester bliver skrevet inden for centralt fag eller/og sidefaget.

Bachelorprojekt for centralt fag matematik og sidefag fysik er 10 ECTS, men kan for nogle kombinationer være 15 ECTS (og kursusmoduler på sidefaget vil i så fald være 15 ECTS).

Oversigt over forskellige kombinationer:

Studieforløbene for uddannelsens mest anvendte gymnasielærerkombinationer er beskrevet i studieordningen, men der udbydes også andre kombinationer, end de beskrevne.

Hvis du er interesseret i en gymnasielærerkombination, der ikke allerede er beskrevet i studieordningen, så udarbejder studienævnet et konkret studieforløb efter henvendelse.

På denne hjemmeside kan du læse mere om Aalborg Universitets udbud af gymnasielæreruddannelser <https://www.aau.dk/uddannelser/bliv-gymnasielaerer/>

**Matematik som centralt fag (grøn) og sidefag inden for Fysik (rød)**

	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS
10	Speciale					
9						
8	Mat8M-Projekt		Integrations teori	Valgfag	Valgfag	
7	Mat7M-Projekt		Statistik inferens for lineær modeller	Computer algebra	Differentialgeometri	
6	Bachelor Projekt					
5						
4	Mat4-Projekt	Sandsynlighedsregning	Analyse2	Algebra2: ringe og legemer	Kompleks funktioner / Matematikkens fagdidaktik	
3	Mat3-Projekt		Analyse1	Lineær algebra med anvendelser	Algebra1: grupper	
2	P2-Projekt		Introduktion til matematiske metoder	Lineær algebra	GMT	
1	P0-Projekt	P1-Projekt		Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	Calculus	Diskret matematik

Valgfag på 2. semester er Grundlæggende mekanik og termodynamik (GMT). Bachelorprojekt på 6. semester bliver skrevet inden for centralt fag og sidefaget.

**Matematik som *centralt fag* (grøn) og sidefag inden for Biologi (rød)**

	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS
10	Speciale					
9						
8	Mat8M-Projekt		Integrations teori	Valgfag	Valgfag	
7	Mat7M-Projekt		Statistik inferens for lineær modeller	Computer algebra	Differentialgeometri	
6	Bachelor Projekt	Sandsynlighedsregning	Analyse2	Algebra2: ringe og legemer	Kompleks funktioner / Matematikkens fagdidaktik	
5						
4						
3	Mat3-Projekt		Analyse1	Lineær algebra med anvendelser	Algebra1: grupper	
2	P2-Projekt		Introduktion til matematiske metoder	Lineær algebra	ALBIO	
1	P0-Projekt	P1-Projekt	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	Calculus	Diskret matematik	

Valgfag på 2. semester er Almen biologi (ALBIO)

**Matematik som *centralt fag* (grøn) og sidefag inden for Idræt (rød) med 120 ECTS sidefag**

	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS
11	Speciale					
10						
9						
8	Mat8M-Projekt			Integrations teori	Valgfag	Valgfag
7	Mat7M-Projekt			Statistik inferens for lineære modeller	Computer algebra	Differentialgeometri
6	Bachelor Projekt	Kompleks funktioner / Matematikens fagdidaktik				
5						
4			Sandsynlighedsregning	Analyse2	Algebra2: ringe og legemer	
3			Analyse1	Lineær algebra med anvendelser	Algebra1: grupper	
2	P2-Projekt		Introduktion til matematiske metoder	Lineær algebra	Computerstøttede beregninger	
1	P0-Projekt	P1-Projekt	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	Calculus	Diskret matematik	

Valgfag på 2. semester er Computerstøttede beregninger.

**Matematik som centralt fag og sidefag indenfor for HUM/SAMF**

Sem	P/K	ECTS	HUM/SAMF/Idræt sidefag	Bedømmelse/Prøve
1.	P	10	Projektmodul. Diskret matematik (P1)	7-trinsskala/Intern
	P	5	Projektmodul. Introduktion til projektarbejde (P0)	Bestået-ikke bestået/Intern
	K	5	Diskret matematik	7-trinsskala/Intern
	K	5	Calculus	7-trinsskala/Intern
	K	5	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	Bestået-ikke bestået/Intern
2.	P	15	Projektmodul. Optimering (P2)	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Introduktion til matematiske metoder	Bestået-ikke bestået/Intern
	K	5	Lineær Algebra	7-trinsskala/Intern
	K	5	Computerstøttede beregninger	7-trinsskala/Intern
3.	P	15	Projektmodul. Sædvanlige differentialligninger	7-trinsskala/Intern
	K	5	Analyse 1	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Lineær algebra med anvendelser	7-trinsskala/Intern
	K	5	Algebra 1: grupper	7-trinsskala/Intern
4.	P	10	Projektmodul. Symmetri	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Sandsynlighedsregning	7-trinsskala/Intern
	K	5	Analyse 2	7-trinsskala/Intern
	K	5	Algebra 2: ringe og legemer	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Valgfag. Komplekse funktioner el. Fagdidaktik	Bestået-ikke bestået/Intern
5.	P	15	Bachelorprojekt i matematik (15 ECTS)	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
6.	P	15	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
	K	5	Sidefag	
SUM		180		

## Matematik som sidefag og centralt fag inden for det naturvidenskabelige hovedområde (NAT/ldræt)

Sem	P/K	ECTS	NAT centralt fag	Bedømmelse/Prøve
1.		30	Centralt fag	
2.		25	Centralt fag	
3.		30	Centralt fag	
4.		30	Centralt fag	
5.	P	15	Projektmodul. Sædvanlige differentialligninger	7-trinsskala/Intern
	K	5	Analyse 1	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Lineær algebra med anvendelser	7-trinsskala/Intern
	K	5	Algebra 1: grupper	7-trinsskala/Intern
	K	5	Diskret matematik	7-trinsskala/Intern
6.	P	10/15	Centralt fag (10-15 ECTS bachelorprojekt)	
	K	5	Sandsynlighedsregning	7-trinsskala/Intern
	K	5	Analyse 2	7-trinsskala/Intern
	K	5	Algebra 2: ringe og legemer	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Komplekse funktioner eller Matematikkens fagdidaktik.	Bestået-ikke bestået/Intern
SUM		180		

Diskret matematik er efter sidste bekendtgørelsen en del af fagligt mindstekrav. Det betyder, at for nogle kombinationer (såsom fysik) er der 35 ECTS på 5. semester og 25 ECTS på 2. semester.

Bachelorprojekt på 6. semester bliver skrevet inden for centralt fag eller/og sidefaget.

Bachelorprojekt for sidefag matematik og centralt fysik er 10 ECTS, men kan for nogle kombinationer være 15 ECTS

Oversigt over forskellige kombinationer:**Matematik som sidefag (rød) og centralt fag inden for fysik (grøn)**

	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS
10							
9	Mat7M-Projekt			Statistik inferens for lineær modeller	Computer algebra	Differential geometri	
8							
7							
6	Bachelor Projekt		Sandsynlige dsregning	Analyse2	Algebra2: ringe og legemer	Kompleks funktioner / Matematikk ens fagdidaktik	
5	Mat3-Projekt			Analyse1	Lineær algebra med anvendelser	Algebra1: grupper	Diskret matematik
4							
3							
2					LIAL		
1				POBL	CALC		

Bachelorprojekt på 6. semester bliver skrevet inden for centralt fag og sidefaget. Der er 35 ECTS på 5. semester og 25 ECTS på 2. semester.

**Matematik som *sidefag* (rød) og centralt fag inden for kemi/biologi (grøn)**

	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS
10						
9	Mat7M-Projekt			Statistik inferens for lineær modeller	Computer algebra	Differential geometri
8						
7						
6				Mat4-Projekt		Kompleks funktioner / Matematikk ens fagdidaktik
5	Mat3-Projekt					
4	Analyse2	Algebra2: ringe og legemer	Sandsynlighed sregning			
3	Analyse1	Lineær algebra med anvendelse r	Algebra1: grupper	Diskret matematik		
2				LIAL		
1				POBL	CALC	



**Matematik som sidefag (rød) og centralt fag Idræt (grøn)**

	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	5 ECTS	
10								
9				Mat7M-Projekt				
8					Mat4-Projekt			
7	Mat3-Projekt			Statistik inferens for lineær modeller	Computer algebra	Differentialge ometri		
6				Analyse2	Algebra2: ringe og legemer	Sandsynlighe dsregning		
5				Analyse1	Lineær algebra med anvendelse r	Algebra1: grupper	Diskret matemati k	
4							Lineær algebra	
3							Calculus	
2								
1				POBL				

Der er 35 ECTS på 3., 4., og 5. semester og 15 ECTS på 6. semester.

**Matematik som sidefag og centralt fag i HUM/SAMF**

Sem	P/K	ECTS	HUM/SAMF centralt fag	Bedømmelse/Prøve
1.		30	Centralt fag	
2.		30	Centralt fag	
3.		30	Centralt fag	
4.		25	Centralt fag	
		5	Centralt fag	
5.	P	10	Centralt fag	
	P	10	Projektmodul. Diskret matematik (P1) (10 ECTS)	7-trinsskala/Intern
	K	5	Calculus	7-trinsskala/Intern
	K	5	Diskret matematik	7-trinsskala/Intern
6.	P	15	Projektmodul. 15 ECTS Optimering (P2)	7-trinsskala/Ekstern
	K	5	Introduktion til matematiske metoder	Bestået-ikke bestået/Intern
	K	5	Lineær Algebra	7-trinsskala/Intern
	K	5	Computerstøttede beregninger	7-trinsskala/Intern
SUM		180		

## 3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester, MAT1

### 3.1.0 Studiestartsprøve, MAT1

#### Studiestartsprøve (Commencement of Studies Exam)

*Studiestartsprøven er ikke ECTS-givende og vil ikke fremgå af eksamensbeviset.*

**Mål:** Studiestartsprøvens formål er at fastslå, om de studerende reelt har påbegyndt uddannelsen. De studerende skal derfor deltage i og bestå studiestartsprøven for at kunne fortsætte på uddannelsen. Hvis de studerende ikke deltager i og består den ordinære studiestartsprøve eller reeksamen, bliver de udmeldt af studiet umiddelbart efter afholdelsen af reeksamen.

Studiestartsprøven vil blive afholdt i løbet af de første uger af semesteret.

**Indhold:** Studiestartsprøven er baseret på introduktionsforløbet og indeholder eksempelvis en række generelle spørgsmål om den studerendes forventninger til studiet og grundlaget for studievalget.

**Reeksamen:** Der afholdes én reeksamen i studiestartsprøven. Hvis ikke den studerende deltager i og består enten den ordinære studiestartsprøve eller reeksamen, vil den studerende blive udskrevet fra uddannelsen inden 1. oktober. Studienævnet kan dispensere fra reglerne vedrørende studiestartsprøven, såfremt der foreligger usædvanlige forhold.

**Prøveform:** Skriftlig prøve

**Bedømmelse:** Intern censur. De studerende modtager bedømmelsen "Godkendt" eller "Ikke godkendt" baseret på deres svar på den skriftlige prøve. Bedømmelsen "Godkendt" gives, når den skriftlige prøve er besvaret og afleveret.

**Klageadgang:** De studerende kan klage over studiestartsprøven til Universitetet. Klagen skal indgives til Universitetet senest to uger efter, at resultatet fra studiestartsprøven er meddelt. Hvis Universitetet ikke giver medhold i klagen, kan Universitetets afgørelse påklages til Styrelsen for Forskning og Uddannelse, såfremt klagen vedrører retlige spørgsmål.

### 3.1.1 Projektmoduler for 1. semester, MAT1

#### Introduktion til projektarbejde (Introduction to Project Work) (P0)

Mål: Studerende der har gennemført modulet:

##### Viden

- skal have kendskab til enkelte elementære begreber inden for den relevante projektvinkel/faglighed
- skal have et grundlæggende kendskab til arbejdsprocesserne i et projektarbejde
- videnstilegnelse og samarbejde med vejleder

##### Færdigheder

- skal kunne definere projektarbejdets mål og kunne skrive en konklusion, der besvarer projektarbejdets problemstilling
- skal kunne beskrive og analysere en eller flere projektvinkler
- skal kunne formidle projektets arbejdsresultater skriftligt, grafisk og mundtligt på en sammenhængende måde

##### Kompetencer

- skal kunne reflektere over den problemorienterede og projektorganiserede studieform og arbejdsprocessen
- skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater
- skal kunne reflektere over måder at formidle information til andre (skriftligt, mundtligt og grafisk)

Undervisningsform: Projektarbejde med vejledning. Under forløbet udarbejdes en P0-projektrapport og en P0-procesanalyse, og de studerende deltager i en P0-erfaringsopsamling og i et P0-fremlæggelsesseminar, hvor projektgruppens dokumenter diskuteres.

Prøveform: Gruppeeksamen baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

**Diskret matematik (Discrete Mathematics) (P1)**

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- viden om grundlæggende begreber inden for diskret matematik
- viden om udvalgte konkrete resultater og/eller algoritmer inden for fagområdet
- viden om modeller for konkrete diskrete problemstillinger vha. eksempelvis grafer

Færdigheder:

- kan kommunikere skriftligt og mundtligt om abstrakte definitioner samt resultater og/eller algoritmer vha. de relevante matematiske begreber og den relevante matematiske notation
- kan kommunikere stringente ræsonnementer for resultater og/eller algoritmer
- kan anvende resultater og/eller algoritmer på konkrete problemstillinger

Kompetencer:

- kan ræsonnere og argumentere med matematiske begreber
- Evner mundtligt og skriftligt at kunne give en korrekt og præcis matematisk fremstilling

Undervisningsform: Projektarbejde med vejledning. Projektarbejdet dokumenteres i en P1-projektrapport. Den studerende skal deltage i P1-erfaringsopsamling, udarbejde en P1-procesanalyse og deltage i fremlæggelsesseminar forud for eksamen.

Prøveform: Gruppeeksamen baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport..

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.1.2 Kursusmoduler for 1.semester, MAT1

#### Calculus (Calculus)

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

##### Viden

- skal have kendskab til definitioner, resultater og teknikker inden for teorien for differentiation og integration af funktioner af to eller flere variable
- skal have kendskab til de trigonometriske funktioner og deres inverse funktioner
- skal have kendskab til beskrivelsen af simple flader i hhv. retvinklede-, polære-, og sfæriske koordinater
- skal have kendskab til de komplekse tal, deres regneregler og deres repræsentationer
- skal have kendskab til faktorisering af polynomier over de komplekse tal
- skal have kendskab til den komplekse eksponentialfunktion, dens egenskaber, og dens forbindelse med trigonometriske funktioner
- skal have kendskab til kurver i planen (både i rektangulære og polære koordinater) og rummet, parametrisering, tangentvektor og krumning for disse
- skal have kendskab til teorien for anden ordens lineære differentiaalligninger med konstante koefficienter

##### Færdigheder

- skal kunne visualisere funktioner af to og tre variable ved hjælp af grafer, niveaukurver og niveauflader
- skal kunne foretage bestemmelse af lokale og globale ekstrema for funktioner af to og tre variable
- skal kunne bestemme areal, volumen, inertimoment og lignende ved anvendelse af integrationsteori
- skal kunne approksimere funktioner af en variabel ved hjælp af Taylors formel, og kunne anvende lineær approksimation for funktioner af to eller variable
- skal have færdighed i regning med komplekse tal
- skal kunne finde rødder i den komplekse andengradsligning og udføre faktorisering af polynomier i simple tilfælde
- skal kunne løse lineære andenordens differentiaalligninger med konstante koefficienter, generelt, og med begyndelsesbetingelser
- skal kunne ræsonnere med kursets begreber, resultater og teorier, i simple konkrete og abstrakte problemstillinger

##### Kompetencer

- skal udvikle og styrke sit kendskab til, forståelse af, og anvendelse af matematiske teorier og metoder inden for andre fagområder
- skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber fra calculus

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## **Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund (Problem Based Learning in Science, Technology and Society) (PV)**

Mål: Efter kurset skal den studerende have:

Viden, der gør den studerende i stand til at:

- redegøre for grundlæggende læringsteori
- redegøre for teknikker til projektstyring og -planlægning
- redegøre for forskellige tilgange til problembaseret læring (PBL); herunder Aalborg modellen
- redegøre for forskellige tilgange og metoder til analyse og vurdering af naturvidenskabelige og matematiske problemstillinger og løsninger i et videnskabsteoretisk, etisk, og samfundsmæssigt perspektiv
- redegøre for teknikker til analyse af samarbejdet i projektgruppen og metoder til forbedring af samarbejdet

Færdigheder, der gør den studerende i stand til at:

- planlægge og styre et problembaseret projekt
- analysere samarbejdet i projektgruppen og reflektere over årsager til og anvise mulige løsninger på eventuelle gruppekonflikter
- analysere og vurdere egen studieindsats og læring med henblik på at optimere det videre studieforløb og studieindsats
- formidle et projektarbejde

Kompetencer, som gør den studerende i stand til at:

- indgå i et teambaseret projektarbejde
- reflektere over de anvendte metoder i et videnskabsteoretisk, etisk og samfundsmæssigt perspektiv
- reflektere og udvikle egen læring, herunder kollaborative læreprocesser i projektgruppen
- reflektere over sit professionelle virke i relation til det omgivende samfund

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel på baggrund af en skriftlig opgave.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Diskret Matematik (Discrete Mathematics)

Mål Studerende der har gennemført modulet skal opfylde følgende kriterier:

### Viden

- har viden om mængdelære: mængder, relationer, funktioner, kardinalitet af mængder
- har viden om grundlæggende talteori: modulær aritmetik. Euklids algoritme.
- har viden om rekursive/iterative algoritmer. Tidskompleksitet
- har viden om asymptotisk notation. Logaritme og eksponentialfunktioner med grundtal 2. Store-O notationen
- har viden om kombinatorik: binomialformlen
- har viden om rekursive definitioner
- har viden om bevisteknikker: svag og stærk induktion. Modstridsbevis, bevis ved kontraposition
- har viden om logisk notation: udsagnslogik, kvantorer
- har viden om grafteori: veje, træer. Grafalgoritmer. Korteste vej

### Færdigheder

- kan gennemføre beviser for resultater inden for kursets emner ved hjælp af de i kurset behandlede bevisteknikker
- kan gøre brug af de fornødne skriftlige færdigheder i disse sammenhænge
- kan argumentere videnskabssteoretisk om forskellige bevisstrategier og med logiske termer

### Kompetencer

- den studerende skal kunne anvende begreber og teknikker for diskret matematik, herunder i sammenhænge, hvor algoritmer indgår

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.



## 3.2. Modulbeskrivelser for 2. semester, MAT2

### 3.2.1 Projektmodul 2. semester, MAT2

#### Optimering (Optimisation) (P2)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i projektmodulerne P0 og P1.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- viden om grundlæggende begreber inden for optimering
- viden om udvalgte konkrete resultater og/eller algoritmer inden for fagområdet
- viden om modeller for konkrete problemstillinger

Færdigheder:

- kan kommunikere skriftligt og mundtligt om abstrakte definitioner samt resultater og/eller algoritmer vha. de relevante matematiske begreber og den relevante matematiske notation
- kan kommunikere stringente ræsonnementer for resultater og/eller algoritmer
- kan anvende resultater og/eller algoritmer på konkrete problemstillinger

Kompetencer:

- kan ræsonnere og argumentere med matematiske begreber
- skal udvikle og styrke sin evne til mundtligt og skriftligt at kunne give en korrekt og præcis matematisk fremstilling

Undervisningsform: Afvikles som projektorienteret arbejde i grupper. Projektarbejdet dokumenteres i en P2-projektrapport, udarbejdelse af en P2-procesanalyse samt deltagelse i et fremlæggelsesseminar.

Prøveform: Gruppeeksamen baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport..

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.2.2. Kursusmoduler for 2. semester, MAT2

#### Lineær algebra (Linear Algebra)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Calculus.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

##### Viden

- skal have viden om definitioner, resultater og teknikker inden for teorien for lineære ligningssystemer
- skal have kendskab til lineære transformationer og deres sammenhæng med matricer
- skal have viden om computerværktøjet Matlab og dets anvendelse inden for lineær algebra
- skal have kendskab til simple matrixoperationer
- skal have kendskab til invertibel matrix og invertibel lineær afbildning
- skal have kendskab til vektorrummet  $\mathbb{R}^n$  og underrum deraf
- skal have kendskab til lineær afhængighed og uafhængighed af vektorer, samt dimension og basis for underrum
- skal have kendskab til determinant for matricer
- skal have kendskab til egenværdier og egenvektorer for matricer og deres anvendelse
- skal have kendskab til projektioner og ortonormale baser
- skal have viden om første ordens differentiaalligninger, samt om systemer af lineære differentiaalligninger

##### Færdigheder

- skal kunne anvende teori og regneteknik for lineære ligningssystemer til at afgøre løsbare, og til at bestemme fuldstændige løsninger og deres struktur
- skal kunne repræsentere lineære ligningssystemer ved hjælp af matrixligninger, og omvendt
- skal kunne bestemme og anvende reduceret echelonform af en matrix
- skal kunne anvende elementære matricer i forbindelse med Gauss-elimination og inversion af matricer
- skal kunne afgøre lineær afhængighed eller lineær uafhængighed af små systemer af vektorer
- skal kunne bestemme dimension af og basis for underrum
- skal kunne bestemme matrix for en givet lineær afbildning, og omvendt
- skal kunne løse simple matrixligninger
- skal kunne beregne invers af små matricer
- skal kunne bestemme dimension af og basis for nulrum og søjlerum
- skal kunne beregne determinanter og kunne anvende resultatet af beregningen
- skal kunne beregne egenværdier og egenvektorer for simple matricer
- skal kunne afgøre, om en matrix er diagonaliserbar, og i bekræftende fald gennemføre en diagonalisering, for simple matricer
- skal kunne beregne den ortogonale projektion på et underrum af  $\mathbb{R}^n$
- skal kunne løse separable og lineære første ordens differentiaalligninger, generelt, og med begyndelsesbetingelser

##### Kompetencer

- skal udvikle og styrke sit kendskab til, forståelse af, og anvendelse af matematiske teorier og metoder inden for andre fagområder

- skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber inden for lineær algebra

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Introduktion til matematiske metoder (Introduction to Mathematical Methods)

Modulet har til formål at give en introduktion til flere forskellige metoder i matematik, herunder også samspillet med et programmeringssprog og matematiske modeller i økonomi.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om konvergens af reelle talfølger og rækker
- har viden om matematisk præcise definitioner af grænseværdibegrebet og kontinuitet for reelle funktioner af en eller flere variable
- har viden om den matematisk præcise definition af partielle afledede for funktioner af to eller flere variable
- har viden om fortolkning af de partielle afledede for funktioner af to eller flere variable
- har viden om simpel matematisk modellering inden for matematisk økonomi
- har viden om basal programmering i konkret programmeringssprog
- har viden om simple matematiske algoritmer og deres implementation

Færdigheder:

- kan læse og skrive simple programmer
- kan implementere simple algoritmer og beregninger i programmer
- kan løse simple ekstremumsproblemer

Kompetencer

- kan gøre rede for sammenhængen mellem en simpel algoritme og dens implementation i det givne programmeringssprog
- skal udvikle og styrke sin evne til at kunne give en korrekt og præcis matematisk fremstilling
- kan gøre rede for anvendelse af simple matematiske metoder til løsning af konkrete problemer

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Computerstøttede beregninger (Numerical Methods)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Calculus.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- skal have viden om repræsentation af tal, afrunding og fejl
- skal have viden om iterativ løsning af ikke-lineær ligning i én variabel
- skal have viden om approksimation af funktioner, herunder Taylors formel
- skal have viden om interpolation
- skal have viden om numerisk differentialregning, herunder numerisk løsning af differentiaalligninger
- skal have viden om metoder til store beregninger
- skal have kendskab til konkrete numeriske beregningssoftware

Færdigheder:

- skal kunne redegøre for teorien bag de væsentlige algoritmer til computerstøttet beregning, som er studeret i kurset
- skal kunne forklare den numeriske implementation af de behandlede algoritmer
- skal kunne løse konkrete problemer ved brug af computerstøttet beregning og være i stand til at vurdere resultaterne

Kompetencer:

- skal kunne anvende numeriske metoder på relevante problemstillinger skal ud fra givne forudsætninger
- skal kunne ræsonnere og argumentere med begreber inden for numeriske metoder

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.3. Modulbeskrivelser for 3. semester, MAT3

#### 3.3.1 Projektmodul 3. semester, MAT3

##### Sædvanlige differentialligninger (Ordinary Differential Equations)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Lineær algebra og Calculus. Desuden skal Analyse 1 og Lineær algebra med anvendelser følges sideløbende.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om eksempler på sædvanlige differentialligninger af første og anden orden, samt systemer
- har viden om eksponentialfunktionens anvendelighed ved bestemmelse af løsninger til sædvanlige differentialligninger
- har viden om løsningsformler og -mængder for sædvanlige differentialligninger
- har viden om egenskaber ved løsninger til lineære differentialligninger, eksempelvis maksimalitet, grænseværdier og asymptotik, fundamentalløsninger
- har viden om faserumsanalyse og klassifikation af ligevægtspunkter for (ikke-)lineære sædvanlige differentialligninger

Færdigheder:

- kan udlede og i skrift og tale give stringente beviser for centrale resultater fra teorien om sædvanlige differentialligninger
- kan anvende teoretiske resultater til analyse af eksempler

Kompetencer:

- kan inddrage begreber fra matematisk analyse og lineær algebra til løsning af sædvanlige differentialligninger
- kan anvende hovedresultater fra matematisk analyse og lineær algebra i analyse af løsninger til sædvanlige differentialligninger
- er i stand til at formidle opnået viden og færdigheder i form af velvalgte eksempler

Undervisningsform: Afvikles som projektorienteret arbejde i grupper.

Prøveform: Gruppeeksamen på baggrund af projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.3.2. Kursusmoduler for 3. semester, MAT3

#### Analyse 1 (Analysis 1)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Lineær algebra og Calculus.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

##### Viden

- har viden om egenskaber ved de reelle tal
- har viden om reelle talfølger og deres konvergens
- har viden om konvergenskriterier for uendelige rækker med reelle led
- har viden om konvergenskriterier for potensrækker med reelle led
- har viden om kontinuerte funktioner af en og flere variable, og deres egenskaber
- har viden om differentiable funktioner af en variabel
- har viden om Riemann integralet af kontinuerte funktioner

##### Færdigheder:

- kan udlede og i skrift og tale give stringente beviser for centrale resultater fra reel analyse
- kan anvende resultaterne fra modulet på konkrete følger, rækker, og funktioner

##### Kompetencer:

- kan argumentere for anvendelighed af metoder fra kurset til løsning af både abstrakte og konkrete problemer inden for reel analyse

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Lineær algebra med anvendelser (Linear Algebra with Applications)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Lineær algebra og Calculus.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- skal have viden om abstrakte vektorrum
- skal have viden om basis og dimension af endeligdimensionale vektorrum
- skal have viden om lineære afbildninger mellem vektorrum og deres matricer
- skal have viden om determinanter og deres anvendelser
- skal have viden om indre produkt og ortogonalitet, og deres anvendelser
- skal have viden om spektralsætningen for normale lineære afbildninger
- skal have viden om faktoreringsresultater for matricer og deres anvendelser

Færdigheder:

- kan udlede og i skrift og tale give stringente beviser for centrale resultater fra lineær algebra
- kan anvende faktoreringsætninger for matricer

Kompetencer

- kan gøre rede for sammenhængen mellem abstrakte vektorrum og konkrete vektorrum
- kan gøre rede for anvendelse af abstrakt lineær algebra til løsning af konkrete problemer

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.



**Algebra 1: Grupper (Algebra 1: Groups)**

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Lineær algebra.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

**Viden**

- har viden om kompositioner og deres egenskaber
- kender abstrakt definition af og eksempler på grupper
- har viden om undergrupper, normale undergrupper, faktorgrupper
- kender til frembringere af grupper, cykliske grupper
- har viden om homomorfi- og isomorfibegrebet
- kender talteoretiske begreber og resultater, herunder Eulers sætning
- har viden om permutationer og permutationsgrupper
- kender eksempler på legemer, herunder legemer af primtalsorden

**Færdigheder**

- kan anvende abstrakte algebraiske begreber og konstruktioner
- kan gennemføre beviser for gruppe- og talteoretiske resultater
- kan gennemføre beregninger inden for algebra og talteori

**Kompetencer**

- kan ræsonnere med matematiske begreber og anvende symboler og formalisme inden for algebra

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.4. Modulbeskrivelser for 4. semester, MAT4

#### 3.4.1 Projektmodul 4. semester, MAT4

##### Symmetri (Symmetry)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Lineær algebra med anvendelser, Analyse 1 og Algebra 1.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

##### Viden

- kender flere eksempler på symmetrigrupper – i geometriske, kombinatoriske og/eller algebraiske sammenhænge
- kan ræsonnere om væsentlige undergrupper og kvotientgrupper af symmetrigrupper
- kan udnytte gruppeteoretiske resultater i forbindelse med undersøgelse af symmetri
- kender og kan illustrere vigtige begreber vedr. gruppevirkninger (bane, stabilisator mv.) i forbindelse med undersøgelse af symmetri

##### Færdigheder

- kan i eksempler beskrive analyse af mønstre af geometrisk, kombinatorisk eller algebraisk art ved hjælp af symmetrigrupper
- kan redegøre for historisk baggrund i forbindelse med en sådan analyse
- kan kommunikere i skrift og tale matematisk korrekt om sammenhæng mellem symmetrigrupper og deres virkninger på objekter

##### Kompetencer

- kan sætte sig ind i og forholde sig åbent og kritisk til den historiske udvikling af et matematisk område
- har opnået et beredskab til at værdsætte og udnytte symmetriegenskaber i forbindelse med matematisk modellering
- kan kommentere hvordan spørgsmål uden for matematikkens område stimulerer matematisk teoriudvikling som igen kaster lys på den oprindelige problemstilling – og evt. til og med andre (videnskabsteoretisk dimension)

Undervisningsform: Afvikles som projektorienteret arbejde i grupper.

Prøveform: Gruppeeksamen på baggrund af projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.4.2. Kursusmoduler for 4. semester, MAT4

#### Sandsynlighedsregning (Probability Theory)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Analyse 1 og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om grundlæggende begreber og metoder i sandsynlighedsregning
- har viden om sandsynlighedsbegrebet, herunder betinget sandsynlighed og uafhængighed
- har viden om en- og flerdimensionale stokastiske variable, herunder momenter og korrelation
- har viden om betingede fordelinger, herunder betinget middelværdi og betinget varians
- har viden om vigtige diskrete og kontinuerte fordelinger samt anvendelser af disse
- har viden om stokastisk simulering
- har viden om elementære stokastiske processer: Poissonprocesser og Markovkæder
- har viden om sandsynlighedsregningens historie og videnskabsteoretiske udvikling

Færdigheder:

- kan opstille og anvende sandsynlighedsteoretiske modeller på afgrænsede problemer
- kan redegøre for teorien bag de anvendte modeller

Kompetencer:

- kan vurdere anvendelsesmuligheder for sandsynlighedsregning
- kan tilegne sig supplerende viden og færdigheder inden for kursets emneområde

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Analyse 2 (Analysis 2)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Analyse 1 og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om differentiable funktioner af flere reelle variable
- har viden om Taylors formel for funktioner af flere variable og dens anvendelser
- har viden om invers funktion sætningen og dens anvendelser
- har viden om implicit funktion sætningen og dens anvendelser
- har viden om metriske rum og deres anvendelser på funktioner af flere variable
- har viden om fixpunktsætningen i fuldstændige metriske rum
- har viden om eksistens og entydighed af løsninger til sædvanlige differentialligninger

Færdigheder:

- kan udlede og i skrift og tale give stringente beviser for hovedresultaterne vedrørende funktioner af flere variable
- kan bestemme ekstrema for funktioner af flere variable

Kompetencer:

- kan gøre rede for betydningen af abstrakte begreber som metriske rum i forbindelse med funktioner af flere variable

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

**Algebra 2: Ringe og legemer (Algebra 2: Rings and Fields)**

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Algebra 1.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- kender definition af og eksempler på ringe, legemer og idealer
- kender konstruktioner af og egenskaber for homomorfier, kvotientringe
- har viden om integritetsområder og brøkleger
- har viden om hovedideal, primideal og maksimale idealer
- har viden om faktorisering, irreducibile elementer og primelementer
- kender polynomiumsringe og rødder i polynomier
- har viden om endelige legemer og legemsudvidelser
- har viden om væsentlige træk af algebraens historie

Færdigheder:

- kan anvende abstrakte algebraiske begreber og konstruktioner
- kan gennemføre beviser for resultater inden for teorien om ringe og legemer
- kan gennemføre beregninger inden for abstrakt algebra

Kompetencer:

- kan ræsonnere med matematiske begreber og anvende symboler og formalisme inden for abstrakt algebra

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Valgfag på 4. semester

### Komplekse funktioner (Complex Functions)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Analyse 1 og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om potensrækker med komplekse led, herunder konvergensforhold og differentiability
- har viden om holomorfe funktioner
- har viden om elementære funktioner af en kompleks variabel
- har viden om potensrækkeudvikling af holomorfe funktioner
- har viden om Cauchys sætning og Cauchys formel, og deres anvendelser
- har viden om meromorfe funktioner og Laurentrækker
- har viden om residuesætningen og dens anvendelser
- har viden om historiske aspekter af teorien for komplekse funktioner

Færdigheder:

- kan anvende resultaterne til bestemmelse af potensrækker og Laurentrækker for komplekse funktioner
- kan anvende Cauchys formel og residuesætningen til beregning af integraler

Kompetencer:

- kan gøre rede for forskelle mellem reelle og komplekse differentiable funktioner
- kan ræsonnere om anvendelighed af kompleks analyse til løsning af problemer for reelle funktioner (videnskabsteoretisk dimension)

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve, eller løbende evaluering.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Matematikens fagdidaktik (The Didactics of Mathematics)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Analyse 1 og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Modulet er tænkt til at tilfredsstille en del af de faglige mindstekrav til faglig kompetence i et fag fra den gymnasiale fagrække. Den studerende, som har gennemført modulet, kan

Viden:

- redegøre for centrale kognitive teorier og modeller for læring af gymnasial matematik
- redegøre for og diskutere faglig og fagdidaktisk brug af IKT-værktøjer i matematikundervisningen
- redegøre for vanskelige områder og kognitive forhindringer for gymnasieelevers læring af matematik
- redegøre for forskellige metoder til undervisningsplanlægning, herunder for både særligt stærke og svage gymnasieelever
- redegøre for og diskutere forskellige metoder til formativ og summativ evaluering
- redegøre for sammenhænge mellem matematikken i folkeskolens sidste år, gymnasiets matematik og matematik på videregående uddannelser

Færdigheder:

- planlægge, begrunde og diskutere undervisningssekvenser i matematik
- evaluere undervisningssekvenser i matematik

Kompetencer:

- diskutere og reflektere over fagdidaktiske begrundelser for undervisningsplanlægning og -evaluering i matematik for forskellige elevtyper, herunder brug af IKT
- sætte sig ind i relevant ny fagdidaktisk litteratur på egen hånd

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig prøve på baggrund af mindre skriftlig opgave bestående af planlægning af undervisningssekvenser.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.5. Modulbeskrivelser for 5. semester, MAT5

#### 3.5.1 Projektmodul 5. semester, MAT5

##### **Statistisk modellering og analyse (Statistical Modelling and Analysis)**

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Sandsynlighedsregning, samt at kursusmodulet Statistisk inferens for lineære modeller følges sideløbende.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om hvordan man opstiller en statistisk model med udgangspunkt i en konkret problemstilling fra et fagområde, der kan ligge udenfor det matematiske
- har viden om hvordan man udfører statistisk inferens for en generaliseret lineær model
- har viden om, hvordan man udfører modelkontrol

Færdigheder:

- kan med udgangspunkt i en konkret problemstilling opstille en relevant generaliseret lineær model under hensyntagen til de tilgængelige data
- kan anvende statistisk software til at implementere og analysere en konkret statistisk model
- kan vurdere gyldigheden af opnåede resultater

Kompetencer

- kan kommunikere resultatet af en statistisk analyse til ikke-statistikere, der har en interesse i den behandlede problemstilling
- er i stand til at formidle opnået viden og færdigheder til et på forhånd fastlagt publikum
- kan ræsonnere om oprindelse og anvendelse af matematiske begreber og værktøjer i en given samfundsmæssig, historisk eller teknologisk kontekst (videnskabsteoretisk dimension)
- kan på egen hånd udvikle generaliserede lineære modeller, der passer til data
- har kendskab til videnskabsteoretiske aspekter vedrørende generaliserbarhed af statistiske analyser

Undervisningsform: Afvikles som projektorienteret arbejde i grupper.

Prøveform: Gruppeeksamen på baggrund af projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.



### 3.5.2. Kursusmoduler for 5. semester, MAT5

#### Statistisk inferens for lineære modeller (Statistical Inference for Linear Models)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Sandsynlighedsregning.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om, hvilke trin, der indgår i en statistisk analyse
- skal kende til den eksponentielle familie af fordelinger
- har viden om generaliserede lineære modeller, især lineære normale modeller
- har viden om estimation, herunder maksimum likelihood estimation
- har viden om statistisk inferens, herunder hypotesetest
- skal kende til eksempler på modelkontrol
- skal have kendskab til relevant statistisk software

Færdigheder:

- kan, vha. relevant statistisk software, udføre en statistisk analyse af et datasæt med udgangspunkt i en given generaliseret lineær model, herunder estimation, modelkontrol, hypotesetest og fortolkning
- kan redegøre for de matematiske egenskaber for en given generaliseret lineær model

Kompetencer:

- kan tilegne sig supplerende viden og færdigheder inden for kursets emneområde
- kan formulere sig korrekt i statistiske og sandsynlighedsmæssige termer
- har kendskab til videnskabssteoretiske argumenter som ligger til grund for formuleringen og test af videnskabelige hypoteser inden for statistisk inferens

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve, eller løbende evaluering.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Computeralgebra (Computer Algebra)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Lineær algebra med anvendelser, Algebra 1 og Algebra 2.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- kender til algoritmer til hurtig multiplikation af tal og polynomier, herunder FFT
- kan beskrive og analysere EEA (udvidet Euklids algoritme) til beregning og beskrivelse af største fælles divisor
- har viden om modulær aritmetik og flere anvendelser
- kender til metoder til faktorisering af tal og/eller polynomier samt anvendelser
- kender til væsentlige datastrukturer for polynomier, endelige legemer mv.
- har viden om et avanceret emne, for eksempel teorien om og anvendelser af Gröbner baser eller ubestemt integration eller ubestemt summation

Færdigheder:

- kan udnytte grafiske faciliteter i et computer-algebra-system
- kan implementere simple algoritmer og beregninger i et computer-algebrasystem
- kan simplificere og transformere matematiske strukturer ved hjælp af et computeralgebra-system
- kan analysere beregningsmæssig kompleksitet for simple algoritmer

Kompetencer:

- kan i simple tilfælde afgøre anvendelighed af et computer-algebrasystem til løsning/løsbare af et konkret matematisk problem
- kan implementere og interpretare simple algoritmer til løsning af matematiske problemer
- er i stand til at formidle opnået viden og færdigheder til et på forhånd fastlagt publikum
- kan forholde sig kritisk til anvendelse af computer-algebra-systemer i formidling af matematiske stofområder

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve, eller løbende evaluering.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Differentialgeometri (Differential Geometry)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Analyse 1, Analyse 2 og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- kan karakterisere kurver ved krumning og torsion
- kan beskrive en regulær flade samt dennes tangentplaner
- har viden om glatte afbildninger og deres differentialer
- kender til de to fundamentalformer og deres anvendelse til geometriske analyser
- kan beskrive og interpretare væsentlige krumningsbegreber på flader og sætte dem i relation til hinanden
- har viden om geodætiske kurver og deres egenskaber
- kender til eksempler af globale geometriske karakteristika for regulære flader

Færdigheder:

- kan gennemføre beviser for centrale resultater fra teorien om kurver og flader
- kan beregne væsentlige karakteristiske størrelser for kurver og flader
- kan anvende teoretiske resultater fra modulet til analyse af eksempler

Kompetencer:

- er i stand til at anvende hovedresultater fra analyse og lineær algebra til undersøgelse af geometriske egenskaber og størrelser
- kan argumentere for (u-)mulighed af geometriske konstruktioner ved hjælp af invarianter
- kan kommentere samspillet mellem metoder fra flere matematiske felter, især analyse og lineær algebra, ved undersøgelse af teoretiske og praktiske problemer af geometrisk natur (videnskabsteoretisk dimension)

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.6. Modulbeskrivelser for 6. semester, MAT6

#### 3.6.1 Projektmodul 6. semester, MAT6

##### **Bachelorprojekt (BSc Project)**

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne på 5. semester.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

##### Viden

- skal have forskningsbaseret viden om teori, metode og praksis inden for et eller flere matematiske fagområder
- skal kunne forstå og reflektere over teori, videnskabelige metoder og praksis

##### Færdigheder

- skal kunne anvende fagområdets/ernes metoder og redskaber
- skal kunne vurdere teoretiske og praktiske problemstillinger indenfor fagområdet/erne samt begrunde og vælge relevante analyse- og løsningsmodeller
- skal kunne formidle faglige problemstillinger og løsningsmodeller til både fagfæller og ikke- specialister

##### Kompetencer:

- skal kunne håndtere komplekse og udviklings-orienterede situationer i studie- eller arbejds- sammenhænge
- skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang
- skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer

Undervisningsform: Afvikles som projektorienteret arbejde i grupper.

Prøveform: Gruppeeksamen på baggrund af projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.6.2. Kursusmoduler for 6. semester, MAT6

Den studerende skal følge kurset Integrationsteori og to valgfag blandt semestrets udbud.

#### **Integrationsteori (Integration Theory)**

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Analyse 1.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har viden om abstrakte mål og sigmaalgebraer. Tællemål og sandsynlighedsmål
- har viden om målelige afbildninger. Borel funktioner
- har viden om Lebesgueintegralet. Monoton og majoriseret konvergens
- har viden om Lebesguemålets egenskaber og konstruktion
- har viden om konstruktion af produktmål. Tonellis og Fubinis sætninger
- har viden om Lebesguerummenes fuldstændighed. Hölders og Minkowskis uligheder
- har viden om foldning, Fourier transformation, Plancherels isometri

Færdigheder:

- kan bevise centrale resultater fra teorien om Lebesgueintegralet
- kan anvende modulets teoretiske resultater på konkrete eksempler

Kompetencer:

- kan argumentere korrekt for målelighed og integrabilitet i både almene og konkrete eksempler
- kan inddrage relevante målrum og resultater herfor i spørgsmål vedrørende integraler

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig eksamen.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Valgfag på 6.semester, MAT6

### Operatorer på Hilbertrum (Operators on Hilbert Spaces)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Analyse 1, Analyse 2 og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

#### Viden

- har kendskab til indledende funktionalanalyse med fuldstændiggørelser, Banachrum og Hilbertrum
- kan forstå ortonormale baser
- har kendskab til og forståelse af begrænsede lineære operatorer og deres adjungerede
- kender til sætningerne om lukket graf og åbent billede
- har viden om spektralteori for begrænsede operatorer
- kender til spektralsætningen for selvadjungerede og kompakte operatorer

#### Færdigheder

- kan gennemføre beviser for centrale resultater fra teorien om Banachrum og Hilbertrum
- kan anvende teoretiske resultater fra modulet til analyse af eksempler

#### Kompetencer

- er i stand til at anvende hovedresultater fra analyse og lineær algebra til undersøgelse af lineære operatorer på Hilbertrum og deres egenskaber
- kan selvstændigt forstå og anvende resultater indenfor funktionalanalysen til at behandle spørgsmål inden for relaterede områder af analysen

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Grafteori (Graph Theory)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Diskret matematik og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Studerende der har gennemført modulet skal opfylde følgende kriterier:

### Viden

- har viden om sammenhæng i grafer, Mengers sætning
- har viden om planaritet og minors
- har viden om graffarvning
- har viden om kredslængder
- har viden om ekstremale resultater
- har viden om probabilistiske og/eller (lineære) algebraiske metoder

### Færdigheder

- kan demonstrere kendskab til og overblik over centrale grafteoretiske begreber og resultater
- kan gennemføre beviser i modulets emner
- kan anvende de relevante begreber på eksempler

### Kompetencer

- kan selvstændigt gennemføre mindre beviser ved brug af kombinatoriske ræsonnementer eventuelt i samspil med algebraiske/probabilistiske ræsonnementer

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Kodningsteori (Coding Theory)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Algebra 2.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

### Viden

- kender lineære blokkoder over endelige legemer
- har viden om grænser for deres parametre
- har viden om faktorisering af  $X^n-1$  vha. cyklotomiklasser
- har viden om eksempler på lineære koder, herunder Reed-Solomon koder, cykliske koder, BCH-koder, Hamming koder og Reed-Muller koder
- viden om indkodning og dekodning af udvalgte koder

### Færdigheder

- kan resonere abstrakt og konkret vedrørende ovennævnte konstruktioner og algoritmer

### Kompetencer

- har evnen til at arbejde med diskrete og algebraiske strukturer

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.



## Algebraisk topologi (Algebraic Topology)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Differentialgeometri, Algebra 1 og Algebra 2.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- kender centrale algebraisk topologiske begreber (herunder homotopi og homologi) og væsentlige resultater
- kender væsentlige topologiske invarianter for rum og afbildninger (herunder fundamental- og homologi grupper samt inducerede homomorfier) og deres invarians under homotopi
- har indsigt i systematiske funktorielle metoder til oversættelse fra geometriske til kombinatoriske og algebraiske områder

Færdigheder:

- kan anvende og forklare begreber og metoder på simple eksempler, herunder beregne relevante invarianter
- kan ræsonnere i korrekt fagterminologi og symbolsprog om og med de berørte begreber og resultater

Kompetencer:

- kan anvende algebraiske begreber, metoder og resultater til behandling af spørgsmål med oprindelse i geometrien
- kan med udgangspunkt i samspillet mellem algebra og geometri selvstændigt formulere relevante spørgsmål og opnå nye indsigter

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Rumlig statistik og Markovkæde Monte Carlo metoder (Spatial Statistics and Markov Chain Monte Carlo Methods)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Statistisk inferens for lineære modeller.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Kurset omhandler Markov kæde Monte Carlo metoder samt et eller flere af de tre hovedområder inden for rumlig statistik.

### Viden

- kender de fundamentale modeller og metoder inden for de valgte hovedområder (geostatistik, latticeprocesser eller rumlige punktprocesser) samt Markov kæde Monte Carlo
- har viden om følgende emner inden for de valgte hovedområder:
- Geostatistik:  
teori for anden-ordens stationære processer, variogram/kovariogram, prediktion og kriging, samt modelbaseret geostatistik
- Latticeprocesser:  
Markovfelter, Brooks faktorisering og Hammersley-Cliffords sætning og likelihoodbaseret statistisk analyse
- Rumlige punktprocesser:  
Poissonprocesser, Coxprocesser og Markov punktprocesser samt statistisk analyse baseret på ikke-parametriske metoder (summary statistics) samt likelihoodbaserede metoder
- Markov kæde Monte Carlo:  
grundlæggende teori for Markovkæder med henblik på simulation, Markovkæde Monte Carlo metoder til simulation af fordelinger, herunder Metropolis-Hastings algoritmen og Gibbs samplern

### Færdigheder

- kan redegøre for de centrale teoretiske resultater i kurset
- kan udføre statistiske analyser af konkrete datasæt
- kan simulere de gennemgåede modeller

### Kompetencer

- skal på baggrund af teoretiske resultater inden for rumlig statistik kunne fortolke en rumlig statistisk model i relation til et konkret datasæt og kunne redegøre for modellens eventuelle begrænsninger med hensyn til at beskrive variationen i datasættet
- skal kunne simulere fordelinger ved hjælp af Markovkæde Monte Carlo metoder og vurdere outputtet af Markovkæden

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve, eller løbende evaluering.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Bayesiansk inferens og modeller med tilfældige effekter (Bayesian Inference and Mixed Models)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Statistisk inferens for lineære modeller.

Mål:

Studerende der har gennemført modulet skal opfylde følgende kriterier:

Viden

- har viden om den generelle lineære model med tilfældige effekter
- har viden om maksimum likelihood inferens for den generelle lineære model med tilfældige effekter
- har viden om prædiktions af tilfældige effekter
- har viden om Bayesiansk inferens
- har viden om prior fordelinger i Bayesiansk inferens
- har viden om beregningsmæssige aspekter af Bayesiansk inferens

Færdigheder

- skal for et konkret datasæt kunne identificere mulige kilder til tilfældig variation og opstille en relevant model med tilfældige effekter
- skal kunne gennemføre maximum likelihood- og Bayesiansk inferens for den opstillede model

Kompetencer

- skal kunne redegøre for teori og praksis for forskellige tilgange til inferens baseret på modeller med tilfældige effekter

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig prøve med udgangspunkt i miniprojekter eller skriftlig prøve, eller løbende evaluering.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Tidsrækkeanalyse og økonometri (Time Series and Econometrics)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Statistisk inferens for lineære modeller.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- kender til betingning i den flerdimensionale normalfordeling samt sædvanlig og generaliseret mindste kvadraters metode og de derved fremkomne OLS og GLS estimatorer
- kan forstå tidsrækkeanalyse som en stokastisk proces og forstå sammenhængen mellem stokastiske processer og dynamiske systemer og kender til de stokastiske processer kendt som Box-Jenkins modellerne, herunder især ARMA modellerne
- kender til forskellige stationaritetsbegreber for ARMA modeller: Svag og stærk stationaritet samt autokovarians- og autokorrelationsfunktioner
- kender forskellige moderne tidsrække- og tidsrækkeøkonometriske modeller indenfor finanseringsøkonometri og financial engineering

Færdigheder:

- er i stand til teoretisk at fortolke tidsrækkemodellernes statistiske og eventuelle økonometriske egenskaber
- kan foretage alle faserne i en klassisk tidsrækkedanalyse: Identifikation, estimation, modelkontrol, prædiktions og statistisk/økonometrisk fortolkning
- kan bruge korrelogrammer og andre grafiske hjælpemidler i identifikationsfasen
- kan anvende og sætte sig ind i nyere statistiske metoder til analyse af tidsrækker

Kompetencer:

- er i stand til at anvende tidsrækkeanalysens begreber i en økonometrisk eller anden praktisk sammenhæng
- kan foretage kvalificerede økonometriske analyser på finansielle data og andre tidsrækkesdata herunder estimation og prædiktions i praksis vha. passende software

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Data Mining (Data Mining)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Statistisk inferens for lineære modeller.

Mål: Studerende, der har gennemført modulet, skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- har opnået en forståelse af computerintensive teknikker til at validere modeller (kryds-validering og bootstrap) samt kunne redegøre for varians-bias problematikken
- har kendskab til forskellige metoder til at visualisere høj-dimensionale data
- har forståelse for forskellen mellem klassifikation og regression, samt kende til metoder til at udføre klassifikation vha. klassifikationstræer, prototype metoder samt Bayes classifiers
- kan redegøre for supervised og unsupervised metoder inden for statistical learning
- kan redegøre for analysen af transaktionsdata vha. associationsregler
- kan udføre link mining for netværksdata fx. internetsider
- har viden om metoder til at udføre hierarkisk og partitionel klyngeanalyse
- har viden om model averaging og bagging samt boosting

Færdigheder:

- er i stand til at identificere og anvende en relevant data mining algoritme i en specifik kontekst
- kan identificere og diskutere svagheder/styrker ved forskellige data mining algoritmer i relation til en specifik analyse opgave
- kan fortolke og kommunikere resultaterne af en given data mining analyse til ikke-specialister

Kompetencer:

- har evnen til at kunne overskue potentialer og begrænsninger af forskellige data mining software pakker
- har forståelsen til kvalificeret at vælge og anvende et specifikt stykke software som imødekommer brugerkrav

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Quantitative Finance and Computational Statistics / Quantitative Finance and Computational Statistics

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Statistisk inferens for lineære modeller.

Viden:

- har viden om grundbegreber inden for kvantitativ finansiering med henblik på anvendelser.
- har viden om udvikling af software med henblik på computational finance.
- har viden om centrale modeller inden for finansiering: Stokastiske volatilitetsmodeller, vanilla- og eksotiske derivater.
- har viden om Stokastiske differentiaalligninger.
- har viden om Monte Carlo metoder med særligt henblik på anvendelser inden for matematisk finansiering.
- har viden om Numerisk behandling af partielle differentiaalligninger.
- har viden om Kalibrering

Færdigheder:

- kan opstille en relevant model for en finansiel problemstilling.
- kan analysere en model og anvende den på markedsdata.
- kan analysere og udvikle programmer med henblik på finansiering

Kompetencer:

- kan vurdere styrker og svagheder ved kvantitative finansielle modeller.
- kan kommunikere anvendeligheden af en kvantitativ finansieringsmodel til ikke-eksperter

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Løbende individuel evaluering.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Financial Engineering (Financial Engineering)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet Statistisk inferens for lineære modeller.

Mål: Studerende der gennemfører modulet skal opfylde følgende kriterier:

Viden:

- viden om såkaldte eksotiske finansielle optioner (derivater) og deres prisfastsættelse ved numeriske metoder eller analytiske løsninger, hvis sådanne eksisterer
- viden om de fundamentale principper bagved optionsprifsfastsættelse, herunder standard bagvedliggende teoretiske modeller
- kendskab til standard numeriske metoder til prisfastsættelse, herunder differensmetoder, binomialtræer og Monte Carlo metoder
- kendskab til beviset bag Black-Scholes-Merton optionsprifsfastsættelse
- skal udbygge kendskabet til Itô's lemma, herunder kvadratisk variation af stokastiske processer

Færdigheder:

- skal kunne værdisætte og analysere forskellige optionstyper og andre derivater, herunder anvende Itô's lemma og forklare beviset for Black-Scholes-Merton
- skal kunne vurdere hvilke numeriske teknikker, der vil være relevante for prisfastsættelse af et givet derivat
- skal kunne implementere numeriske metoder i standard software

Kompetencer:

- efter fuldførelse af kurset vil den studerende være bekendt med teknikker, som kan bruges til at generere resultater i praksis, og de vil være i stand til at implementere nogle af disse teknikker ved anvendelse af standard software

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.

## Anvendt harmonisk analyse (Applied Harmonic Analysis)

Anbefalede faglige forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulerne Analyse 1 og Lineær algebra med anvendelser.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- kender til ortogonale funktioner
- kender til Fourier rækker og deres konvergens, herunder Gibbs fænomen
- kender til Fourier integraler og foldninger, herunder kort-tids Fourier transformen og spektrogrammer
- kender til diskrete signaler og analyse af sådanne vha. harmonisk analyse
- kender til filterteori
- kender til numeriske metoder inden for harmonisk analyse
- kender til Shannons sampling sætning
- har viden om anvendelse af harmonisk analyse

Færdigheder:

- kan udregne Fourier rækker for specifikke simple funktioner
- kan udføre en filtrering af et konkret signal og fortolke spektrogrammer
- kan anvende harmonisk analyse på velafgrænsede matematiske problemer

Kompetencer:

- skal kunne vurdere anvendelsesmuligheder for harmonisk analyse indenfor en given række problemstillinger
- skal kunne tilegne sig supplerende viden og færdigheder inden for kursets emneområde

Undervisningsform: Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3.

Prøveform: Mundtlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i fællesbestemmelserne.



## Kapitel 4: Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision

Studieordningen er godkendt af dekanen og træder i kraft pr. 1. september 2018.

Studerende, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra 2017, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2020, idet der ikke efter dette tidspunkt udbydes eksamener efter den hidtidige studieordning.

## Kapitel 5: Andre regler

### 5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet

I bedømmelsen af samtlige skriftlige arbejder skal der ud over det faglige indhold, uanset hvilket sprog de er udarbejdet på, også lægges vægt på den studerendes stave- og formuleringsevne. Til grund for vurderingen af den sproglige præstation lægges ortografisk og grammatisk korrekthed samt stilistisk sikkerhed. Den sproglige præstation skal altid indgå som en selvstændig dimension i den samlede vurdering. Dog kan ingen prøve samlet vurderes til bestået alene på grund af en god sproglig præstation, ligesom en prøve normalt ikke kan vurderes til ikke bestået alene på grund af en ringe sproglig præstation. Studienævnet kan i særlige tilfælde (f.eks. ordblindhed og andet sprog end dansk som modersmål) dispensere herfor.

Bachelorprojektet skal indeholde et resumé på engelsk<sup>1</sup>. Hvis projektet er skrevet på engelsk, skal resumeet skrives på dansk<sup>2</sup>. Resumeet skal være på mindst 1 og må højst være på 2 sider (indgår ikke i eventuelle fastsatte minimum- og maksimumsidetal pr. studerende). Resumeet indgår i helhedsvurderingen af projektet.

### 5.2 Regler om merit, herunder mulighed for valg af moduler, der indgår i en anden uddannelse ved et universitet i Danmark eller udlandet

Studienævnet kan godkende, at beståede uddannelseselementer fra andre bacheloruddannelser træder i stedet for uddannelseselementer i denne uddannelse (merit). Studienævnet kan også godkende, at beståede uddannelseselementer fra en anden dansk eller udenlandsk uddannelse på samme niveau træder i stedet for uddannelseselementer efter denne studieordning. Afgørelser om merit træffes af studienævnet på baggrund af en faglig vurdering. For regler om merit se fællesbestemmelserne.

### 5.3 Regler om forløb af bacheloruddannelsen

Inden udgangen af første studieår på bacheloruddannelsen skal den studerende, for at kunne fortsætte uddannelsen, deltage i alle prøver på første studieår. Første studieår skal være bestået senest inden udgangen af andet studieår efter studiestart, for at den studerende kan fortsætte sin bacheloruddannelse.

Der kan dog i særlige tilfælde dispenseres fra ovenstående.

<sup>1</sup> Eller et andet et fremmedsprog (fransk, spansk eller tysk) efter studienævnets godkendelse

<sup>2</sup> Studienævnet kan dispensere herfra

## 5.4 Eksamensregler

Eksamensreglerne fremgår af eksamensordningen, der er offentliggjort på Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultets hjemmeside.

## 5.5 Dispensation

Studienævnet kan, når der foreligger usædvanlige forhold, dispensere fra de dele af studieordningens bestemmelser, der ikke er fastsat ved lov eller bekendtgørelse. Dispensation vedrørende eksamen gælder for den først kommende eksamen.

## 5.6 Regler og krav om læsning af tekster på fremmedsprog

Det forudsættes, at den studerende kan læse akademiske tekster på moderne dansk, norsk, svensk og engelsk samt anvende opslagsværker mv. på andre europæiske sprog.

## 5.7 Uddybende information

Gældende version af studieordningen er offentliggjort på studienævnets hjemmeside, herunder mere udførlige oplysninger om uddannelsen, herunder om eksamen.

---

13. august 2018/mnr