



# Studieordning for bacheloruddannelsen i matematik-teknologi

Aalborg Universitet  
September 2015

**Forord:**

I medfør af lov 652 af 24. juni 2012 om universiteter (Universitetsloven) med senere ændringer fastsættes følgende studieordning for bacheloruddannelsen i matematik-teknologi. Uddannelsen følger endvidere Rammestudieordningen og tilhørende Eksamensordning ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet. Uddannelsen udbydes på dansk.

**Indholdsfortegnelse**

|  |    |
|--|----|
| Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv. ....   | 2  |
| 1.1 Bekendtgørelsesgrundlag .....  | 2  |
| 1.2 Fakultetstilhørsforhold .....  | 2  |
| 1.3 Studienævntilhørsforhold.....  | 2  |
| Kapitel 2: Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil .....   | 2  |
| 2.1 Optagelse .....  | 2  |
| 2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk .....  | 2  |
| 2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS.....   | 2  |
| 2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil .....  | 2  |
| 2.5 Uddannelsens kompetenceprofil: .....   | 2  |
| Kapitel 3: Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse .....  | 3  |
| 3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester.....   | 5  |
| 3.1.1 Projektmoduler for 1. semester.....  | 5  |
| 3.1.2 Kursusmoduler for 1. semester.....   | 6  |
| 3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester.....   | 9  |
| 3.2.1 Projektmodul for 2. semester.....  | 9  |
| 3.2.2 Kursusmoduler for 2. semester.....   | 10 |
| 3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester.....   | 12 |
| 3.3.1 Projektmodul for 3. semester.....  | 12 |
| 3.3.2 Kursusmoduler for 3. semester.....   | 13 |
| 3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester.....   | 14 |
| 3.4.1 Projektmodul for 4. semester.....  | 14 |
| 3.4.2 Kursusmoduler for 4. semester.....   | 15 |
| 3.5 Modulbeskrivelser for 5. semester.....   | 17 |
| 3.5.1 Projektmodul for 5. semester.....  | 17 |
| 3.5.2 Kursusmoduler for 5. semester.....   | 18 |
| 3.6 Modulbeskrivelser for 6. semester.....   | 19 |
| 3.6.1 Projektmodul for 6. semester.....  | 19 |
| 3.6.2 Kursusmoduler for 6. semester.....   | 20 |
| Kapitel 4: Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision.....  | 25 |
| Kapitel 5: Andre regler .....  | 25 |
| 5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet .....   | 25 |
| 5.2 Regler om merit, herunder mulighed for valg af moduler, der indgår i en anden uddannelse ved et universitet i Danmark eller udlandet ..... | 25 |
| 5.3 Regler om forløb af bacheloruddannelsen.....   | 25 |
| 5.4 Afslutning af bacheloruddannelsen .....  | 25 |
| 5.5 Særligt projektforsløb.....  | 26 |
| 5.6 Eksamensregler .....   | 26 |
| 5.7 Dispensation .....   | 26 |
| 5.8 Regler og krav om læsning af tekster på fremmedsprog .....   | 26 |
| 5.9 Uddybende information .....  | 26 |

## ***Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv.***

### **1.1 Bekendtgørelsesgrundlag**

Bacheloruddannelsen i matematik-teknologi er tilrettelagt i henhold til Videnskabsministeriets bekendtgørelse nr. 814 af 29. juni 2010 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (Uddannelsesbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 666 af 24. juni 2012 om eksamen ved universitetsuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen) med senere ændringer. Der henvises yderligere til bekendtgørelse nr. 212 af 21. februar 2012 (Adgangsbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 250 af 15. marts 2007 (Karakterbekendtgørelsen) med senere ændringer.

### **1.2 Fakultetstilhørsforhold**

Bacheloruddannelsen hører under Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet.

### **1.3 Studienævntilhørsforhold**

Bacheloruddannelsen hører under Studienævnet for Matematik, Fysik og Nanoteknologi

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

### **2.1 Optagelse**

Optagelse på bacheloruddannelsen i matematik-teknologi forudsætter en gymnasial uddannelse.

Uddannelsens specifikke adgangskrav er Dansk A, Engelsk B, Matematik A og Fysik B, jf. Adgangsbekendtgørelsen.

### **2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk**

Bacheloruddannelsen giver ret til betegnelsen bachelor (BSc) i teknisk videnskab (matematik-teknologi). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Mathematical Engineering).

### **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-teknologi skal have følgende viden, færdigheder og kompetencer:

#### *Viden*

Dimittenden skal

- have viden om teori, metode og praksis inden for matematik og teknisk videnskab, herunder matematisk analyse, lineær algebra, matematisk statistisk og sandsynlighedsregning,

numerisk analyse og videnskabelige beregninger i forbindelse med signaler, systemer, informations processing, m.v.

- kunne forstå og reflektere over teorier og metode inden for matematik og teknisk videnskab

#### *Færdigheder*

Dimittenden skal

- kunne anvende flere fagområders metoder og redskaber samt kunne anvende færdigheder, der knytter sig til beskæftigelse med problemstillinger inden for matematik og teknisk videnskab
- 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. Prøven 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
- klasseundervisning
- projektarbejde
- workshops
- opgaveløsning (individuelt og i grupper)
- lærerfeedback
- faglig refleksion
- porteføljarbejde

#### **Uddannelsesoversigt:**

Alle moduler bedømmes gennem individuel graderet 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).

| Semester               | Modul  | ECTS   | Bedømmelse | Prøve        |         |
|------------------------|--|--|------------|--------------|---------|
| 1.                     | Projektmodul. Introduktion til projektarbejde (P0) | 5  | B/IB       | Intern       |         |
|                        | MATTEK1  | Projektmodul. Anvendt lineær algebra inden for teknologi (P1)        | 10         | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Lineær algebra   | 5          | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund              | 5          | B/IB         | Intern  |
|                        |  | Matematisk modellering og simulering af teknologiske systemer I      | 5          | B/IB         | Intern  |
| 2.                     | MATTEK2  | Projektmodul. Numeriske metoder inden for teknologi                  | 15         | 7-trinsskala | Ekstern |
|                        |  | Calculus   | 5          | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Computerstøttede beregninger   | 5          | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Dataopsamling  | 5          | B/IB         | Intern  |
| 3.                     | MATTEK3  | Projektmodul. Dynamiske systemer                                     | 15         | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Analyse 1  | 5          | 7-trinsskala | Ekstern |
|                        |  | Lineær algebra med anvendelser                                       | 5          | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Matematisk modellering og simulering af teknologiske systemer II     | 5          | 7-trinsskala | Ekstern |
| 4.                     | MATTEK4  | Projektmodul. Signaler og systemer                                   | 15         | 7-trinsskala | Ekstern |
|                        |  | Sandsynlighedsregning  | 5          | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Diskret-tid systemer   | 5          | 7-trinsskala | Ekstern |
|                        |  | Anvendt harmonisk analyse  | 5          | B/IB         | Intern  |
| 5.                     | MATTEK5  | Projektmodul. Statistisk modellering og analyse af tekniske systemer | 15         | 7-trinsskala | Intern  |
|                        |  | Optimeringsmetoder   | 5          | B/IB         | Intern  |
|                        |  | Statistisk inferens for lineære modeller                             | 5          | B/IB         | Intern  |
|                        |  | Stokastiske processer  | 5          | B/IB         | Intern  |
| 6.                     | MATTEK6  | Projektmodul. Bachelorprojekt  | 15         | 7-skala      | Ekstern |
|                        |  | Videnskabelige beregninger og sensor modellering                     | 5          | 7-skala      | Intern  |
|                        |  | *)Den studerende skal følge to valgfag:                              |            |              |         |
|                        |  | Komplekse funktioner (MAT4)**  | 5          | B/IB         | Intern  |
|                        |  | Integrationsteori (MAT6)   | 5          | 7-skala      | Ekstern |
|                        |  | Rumlig statistik og Markovkæde Monte Carlo metoder (MATTEK6)         | 5          | B/IB         | Intern  |
|                        |  | Grafteori (MAT6)   | 5          | B/IB         | Intern  |
| Matrixberegninger (i8) | 5  | B/IB   | Intern     |              |         |
| SUM                    |  | 180  |            |              |         |

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

\*\*) 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 projektmodulet Statistisk modellering og analyse (5. sem.).

## **Valgfag**

Bacheloruddannelsen giver den studerende valgfrihed til individuel profilering af sin uddannelse. Denne valgfrihed opnås med muligheden for valgfag på 6. semester.

Hvis kurset sammenlæses med andre studieretninger, og kurset er hjemmehørende og beskrevet i en anden studieordning, er dette angivet i ovenstående tabel.

### **3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester**

#### **3.1.1 Projektmoduler for 1. semester**

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

Forudsætninger: Optagelse på bacheloruddannelsen.

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)

Prøveform: Gruppeeksamen baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Anvendt lineær algebra indenfor teknologi (Applied Linear Algebra for Technical Problems). (P1)**

Forudsætninger: Optagelse på bacheloruddannelsen.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### *Viden:*

- skal have kendskab til numeriske metoder og værktøjer, som bruges indenfor lineær algebra
- skal have viden om modeller baseret på lineær algebra som benyttes til beskrivelse af teknologiske problemer
- skal have kendskab til og overblik over emner og begreber inden for lineær algebra, som er relevante ved løsning og analyse af et udvalgt teknologisk problem

### *Færdigheder:*

- skal kunne udføre en konkret analyse af et teknologisk problem vha. metoder fra lineær algebra
- skal kunne anvende numerisk software til at analysere en konkret teknologisk problemstilling
- skal kunne kommunikere de relevante abstrakte matematiske teorier og deres anvendelse på teknologiske problemstillinger. Denne kommunikation skal både i skrift og tale kunne ske med korrekt anvendelse af matematiske begreber og symboler og stringente ræsonnementer

### *Kompetencer:*

- skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber indenfor lineær algebra
- skal udvikle og styrke sin evne til mundtligt og skriftligt at kunne give en korrekt og præcis fremstilling af matematik og relaterede ingeniørmæssige problemstillinger
- skal kunne anvende begreber og værktøjer til problembaseret projektledelse og reflektere den problembaserede læring for gruppen i en skriftlig procesanalyse for hhv. P0 og P1 forløbet

Prøveform: Gruppeeksamen med udgangspunkt i projektrapporten.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **3.1.2 Kursusmoduler for 1. semester**

#### **Lineær algebra (Linear Algebra)**

Forudsætninger: Optagelse på bacheloruddannelsen.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### *Viden:*

- skal have viden om definitioner, resultater og teknikker indenfor teorien for lineære
- ligningssystemer
- skal have kendskab til lineære transformationer og deres sammenhæng med matricer
- skal have viden om computerværktøjet Matlab og dets anvendelse indenfor lineær algebra
- skal have kendskab til simple matrixoperationer
- skal have kendskab til invertibel matrix og invertibel lineær afbildning
- skal have kendskab til vektorrummet  $R^n$  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 differentialligninger, samt om systemer af lineære differentialligninger

*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 differentialligninger, generelt, og med begyndelsesbetingelser

*Kompetencer:*

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

Prøveform: Mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

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

Forudsætninger: Optagelse på studiet.

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

Prøveform: Individuelt på baggrund af en skriftlig opgave.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Matematisk modellering og simulering af teknologiske systemer I (Mathematical Modelling and Simulation of Technological Systems I)**

Forudsætninger: Optagelse på bacheloruddannelsen.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### *Viden:*

- skal have viden om, hvordan grundlæggende simple fysiske 'black-box' modeller konstrueres og testes
- skal have viden om 'black-box' modellens gyldighedsområde og deres begrænsninger.
- skal have viden om grundlæggende simuleringsteknik

### *Færdigheder:*

- skal kunne implementere grundlæggende beregningsopgaver i programmeringssproget Python
- skal kunne implementere simple modeller som et Python computerprogram
- skal kunne anvende Python til beregninger på simple modeller og validere de implementerede modeller og resultater
- skal kunne vurdere nødvendigt modelleringsniveau for et konkret fysisk modelleringsproblem

*Kompetencer:*

- skal kunne opbygge en simpel model for et fysisk system
- skal kunne implementere en matematisk beskrevet model i Python programmeringssproget
- skal kunne bruge den computerimplementerede model til at analysere det fysiske system

Prøveform: Mundtlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester**

### **3.2.1 Projektmodul for 2. semester**

#### **Numeriske metoder inden for teknologi (Numerical Methods in Technology)**

Forudsætninger: 1. semester og at Calculus, Computerstøttede beregninger samt Opsamling og repræsentation af tekniske data følges senest samtidigt.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- skal have viden om opsamling af tekniske data
- skal have viden om repræsentation af tekniske data
- skal have viden om numeriske beregninger baseret på virkelige data
- skal have viden om afrunding og fejl
- skal have viden om approximationer af funktioner

*Færdigheder:*

- skal kunne indsamle data fra et teknisk system og vælge en passende datarepræsentation
- skal kunne redegøre for den numeriske implementation af de benyttede algoritmer

*Kompetencer:*

- skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber inden for numeriske metoder
- skal udvikle og styrke sin evne til mundtligt og skriftligt at kunne give en korrekt og præcis matematisk fremstilling

Prøveform: Gruppeeksamen med udgangspunkt i projektrapporten.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.2.2 Kursusmoduler for 2. semester

#### Calculus (Calculus)

Forudsætninger: Lineær algebra.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- skal have kendskab til definitioner, resultater og teknikker indenfor 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 indenfor andre fagområder
- skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber fra calculus

Prøveform: Mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## Computerstøttede beregninger (Numerical Methods)

Forudsætninger: 1. semester af bacheloruddannelsen.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### 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 kunne ræsonnere og argumentere med begreber indenfor numeriske metoder

Prøveform: Mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## Dataopsamling (Data Acquisition)

Forudsætninger: 1. semester af bacheloruddannelsen

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### Viden:

- skal have viden om hvordan basalt dataopsamlingsudstyr er konstrueret (hardware og programmel)
- skal have viden om, hvilke ikke-ideelle effekter der kan påvirke kvaliteten af målinger
- skal have viden om typiske begrænsninger i dataopsamlingsudstyr som kan påvirke kvaliteten af målinger (fx dynamikområde, støj, frekvensvariation og ulinearitet)
- skal have viden om hvorfor og hvordan man kalibrerer måleudstyr
- skal have viden om flydende tals og faste tals repræsentation for måleværdier

### Færdigheder:

- skal på blokniveau kunne sammensætte et dataopsamlingsystem til et givet formål
- skal kunne specificere overordnede krav til dataopsamlingssystemets delblokke
- skal kunne vurdere og specificere eventuelt nødvendigt signaltilpasningskredsløb for at sikre korrekte målinger
- skal kunne vurdere målenøjagtighed

- skal kunne modellere og simulere primære ikke-ideelle effekter i opsamlingsudstyret og vurdere hvordan målenøjagtigheden kan forbedres om nødvendigt
- skal kunne specificere, designe, anvende og teste programmel til overførsel af måledata fra målesystemet til en computer
- skal kunne anvende dataopsamlingsudstyr til opsamling af analoge eller digitale signaler

*Kompetencer:*

- skal have kompetencer i at specificere, designe (på blokniveau), sammensætte og anvende grundlæggende dataopsamlingsudstyr til givne formål
- skal have kompetencer i at modificere og tilpasse et eksisterende dataopsamlingsystem hvis den krævede målenøjagtighed ikke er til stede

Prøveform: Mundtlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester**

#### **3.3.1 Projektmodul for 3. semester**

##### **Dynamiske systemer (Dynamical Systems)**

Forudsætninger: 1. og 2. semester og at Analyse 1 samt Linearitet og differentiability følges senest samtidigt.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- skal have viden om modeller for konkrete dynamiske systemer med anvendelser inden for teknisk videnskab
- skal have kendskab til iterative og numeriske metoder og værktøjer, som kan bruges til simulering af dynamiske systemer
- skal have kendskab til og overblik over emner og begreber inden for lineær algebra og analyse, som er relevante ved løsning, ligevægtsanalyse og stabilitetsanalyse af dynamiske systemer

*Færdigheder:*

- skal kunne udføre en konkret analyse af lineære og evt. ikke-lineære dynamiske systemer, hvor analysen omfatter bestemmelse af ligevægtspunkter, stabilitet og evt. numerisk simulering
- skal kunne udpege relevante fokusområder til at vurdere og udvikle løsninger under hensynstagen til de sammenhænge inden for teknisk videnskab hvor løsningen skal indgå

*Kompetencer:*

- skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber indenfor lineær algebra og matematisk analyse
- skal udvikle og styrke sin evne til mundtligt og skriftligt at kunne give en korrekt og præcis matematisk fremstilling

Prøveform: Gruppeeksamen med udgangspunkt i projektrapporten.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.3.2 Kursusmoduler for 3. semester

#### Analyse 1 (Analysis 1)

Forudsætninger: 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 indenfor reel analyse

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

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

Forudsætninger: 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

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Matematisk modellering og simulering af teknologiske systemer II (Mathematical Modelling and Simulation of Technological Systems II)**

Forudsætninger: 1. og 2. semester.

Mål: Studerende der gennemfører modulet

### *Viden:*

- skal have viden om forskellige modelleringsprocedurer og parameter identifikationsprocedurer
- skal have viden om hvordan man udfører grundlæggende fysiske eksperimenter for at bestemme modelparametre i en given model

### *Færdigheder:*

- skal kunne opstille en modelhypotese og modelidentifikationsprocedure for et givet simpelt modelleringsproblem
- skal kunne videreudvikle (syntesere) en modelhypotese til den repræsenterer det relevante modelleringsproblem for overholdelse af en given specifikation (for nøjagtighed, parameterområder mv.)
- skal kunne programmere model og involverede signaler via egenudviklede Python moduler/pakker
- skal kunne designe, modellere og simulere simple systemer indeholdende tilbagekobling
- skal kunne visualisere videnskabelige data

### *Kompetencer:*

- skal kunne udføre matematiske ræsonnementer angående den givne problemstilling
- skal kunne foreslå simple modifikationer for det givne system for at opnå en ønsket opførsel
- skal have kompetencer i at dokumentere den opstillede model med tilhørende matematisk analyse og eksperimenter i form af computersimuleringer således at arbejdet er reproducerbart

Prøveform: Mundtlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester**

### **3.4.1 Projektmodul for 4. semester**

#### **Signaler og systemer (Signals and Systems)**

Forudsætninger: 1. – 3. semester og at Sandsynlighedsregning, Diskrete systemer og Anvendt harmonisk analyse følges senest samtidigt.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- skal have viden om modeller for diskret-tids systemer med anvendelser inden for teknisk videnskab
- skal have kendskab til harmonisk analyse og dets anvendelser inden for diskret-tids systemer som de forekommer inden for teknisk videnskab

*Færdigheder:*

- skal kunne udføre en systemanalyse og opdele systemet i funktionsblokke
- skal kunne benytte filterteori til at udføre filtrering af konkrete signaler
- skal kunne udføre Fourier-analyse for specifikke deterministiske signaler
- skal kunne fortolke spektrogrammer for virkelige signaler

*Kompetencer:*

- skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber indenfor anvendt harmonisk analyse og diskret-tids systemer
- skal udvikle og styrke sin evne til mundtligt og skriftligt at kunne give en fyldestgørende og reproducerbar dokumentation af en systemanalyse

Prøveform: Gruppeeksamen med udgangspunkt i projektrapporten.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.4.2 Kursusmoduler for 4. semester

#### **Sandsynlighedsregning (Probability Theory)**

Forudsætning: 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

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.



## Diskret-tids systemer (Discrete-Time Systems)

Forudsætninger: Deltagers forudsætninger for modulet er forudgående kurser på uddannelsen.

Mål: Studerende der gennemfører modulet

### Viden:

- skal have viden om til teorier for signaler og systemer i diskret-tid
- skal kunne forstå analyse- og syntesemetoder for diskret-tid signaler og systemer

### Færdigheder:

- skal kunne anvende tidsdomæneanalyse og differensligninger
- skal kunne anvende Nyquist' samplingsætning
- skal kunne anvende Fourier- og z-transformation
- skal kunne designe FIR og IIR digitale filtre

### Kompetencer:

- skal kunne forklare principperne for sampling af signaler i kontinuert-tid
- skal kunne designe og implementere algoritmer til digital filtrering i software
- skal kunne konvertere kontinuert-tids filtre til diskret-tids filtre ved brug af den bilineære
- skal kunne specificere og vurdere nødvendig samplingsfrekvens, kvantisering og filtertype for at opfylde given problemspecifikation
- skal kunne analysere diskret-tid signaler og -systemer i tids-, frekvens- og z-domænet
- skal kende sammenhænge og forskelle mellem Fourier-transformationen, den tids-diskrete Fourier-transformation og den diskrete Fourier-transformation

Prøveform: Mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## Anvendt harmonisk analyse (Applied Harmonic Analysis)

Forudsætninger: 1. - 3. semester.

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 indenfor harmonisk analyse
- kender til Shannons sampling sætning
- har viden om anvendelse af harmonisk analyse indenfor de tekniske videnskaber

### 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 problemer indenfor ingeniørvidenskaberne

*Kompetencer:*

- skal kunne vurdere anvendelsesmuligheder for harmonisk analyse indenfor de tekniske videnskaber
- skal kunne tilegne sig supplerende viden og færdigheder inden for kursets emneområde

Prøveform: Mundtlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **3.5 Modulbeskrivelser for 5. semester**

#### **3.5.1 Projektmodul for 5. semester**

##### **Statistisk modellering og analyse af tekniske systemer (Statistical Analysis Applied in Technical Systems)**

Forudsætninger: 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

Prøveform: Gruppeeksamen på baggrund af projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.5.2 Kursusmoduler for 5. semester

#### Optimeringsmetoder (Optimization Methods)

Forudsætninger: Lineær algebra og Computerstøttede beregninger eller tilsvarende.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- kender til forskellige klasser af optimeringsproblemer
- kender til objektfunktioner med og ude sidebetingelser, global/local minima, konvekse/ikke-konvekse funktioner og mængder
- kender til dimensionalitetsbegrebet (eng. consequences of dimensionality)
- kender til gradient og optimal gradient metoder
- kender til Newton- og indrepunkts metoder
- kender til såkaldte sine search metoder and stop kriterier
- kendskab til numeriske optimeringssoftware til ikke-lineær optimering
- kendskab til metoder til løsning af kombinatoriske

*Færdigheder:*

- skal kunne identificere klasser optimeringsproblemer
- skal kunne anvende optimeringsmetoder til at designe og implementere algoritmer til brug for kontinuert og diskret optimering
- skal kunne evaluere og vurdere performance af optimeringsalgoritmer
- skal kunne omskrive optimeringsproblemer til standard form og anvende moderne optimeringssoftware
- skal kunne forstå og evaluere de numeriske aspekter af optimeringsalgoritmer

*Kompetencer:*

- skal kunne formulere optimeringsproblemer som de forekommer inden for tekniske problemstillinger
- skal kunne anvende optimeringsteknikker inden for teknologi

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

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

Forudsætninger: 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 videnskabsteoretiske argumenter som ligger til grund for formuleringen og test af videnskabelige hypoteser indenfor statistisk inferens

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

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Stokastiske processer (Stochastic Processes)**

Forudsætninger: Lineær algebra, Anvendt harmonisk analyse og Sandsynlighedsregning samt sideløbende følge Statistisk inferens for lineære modeller.

Mål:

*Viden:*

- skal have viden om det teoretiske grundlag for stokastiske processer
- skal have viden om de grundlæggende egenskaber for stokastiske processer såsom svagt stationære stokastiske processer, autoregressive glidende gennemsnits, Markov processer, and Poisson point processes
- skal have viden om fundamentale estimations og detektions-metoder blandt andet baseret på spektral analyse, mindste kvadraters metode, Wiener filteret og Kalman filteret

*Færdigheder og kompetencer:*

Studerende der gennemfører modulet skal kunne:

- modellere stokastiske processer for virkelige signaler og hændelser
- simulere forskellige stokastiske processer
- anvende ikke-parametriske og parametriske statistiske metoder til estimation og detektion for stokastiske processer
- evaluere usikkerheden for estimations- og detektions-metoder

Prøveform: Mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **3.6 Modulbeskrivelser for 6. semester**

### **3.6.1 Projektmodul for 6. semester**

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

Forudsætninger: 1.- 5. semester.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

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

*Færdigheder:*

- skal kunne anvende fagområdernes metoder og redskaber
- skal kunne vurdere teoretiske og praktiske problemstillinger indenfor fagområderne 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 arbejdssammenhænge
- 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

Prøveform: Gruppeeksamen på baggrund af projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.6.2 Kursusmoduler for 6. semester

Den studerende skal følge Videnskabelige beregninger og sensor modellering samt vælge to kurser fra denne liste:<sup>1</sup>

- Komplekse funktioner
- Integrationsteori
- Rumlig statistik og Markovkæde Monte Carlo metoder
- Grafteori
- Matrixberegninger

I alt skal den studerende følge 15 ECTS kursusmoduler.

### **Videnskabelige beregninger og sensor modellering (Scientific Computing and Sensor Modelling)** Obligatorisk kursus

Forudsætninger: Bestået 5. semester.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- skal have viden om hardware og software platforme til videnskabelige beregninger
- skal have viden om mulige hastighedsgevinster ved brug af parallelisering (Amdahls lov / Gustafson-Barsis' lov / Problem skaleret lov) under forskellige betingelser
- skal have viden om besked og dataudveksling ved fordelte beregninger
- skal have viden om programmerings teknik, fejlfinding, optimering mv.

---

<sup>1</sup> Studienævnet forbeholder sig ret til at aflyse kurser med for få tilmeldte studerende

- skal have viden om betydningen af numerisk nøjagtighed ved videnskabelige beregninger
- skal have viden om udvalgte sensorer og sensor signalbehandlingsenheder og deres grundlæggende funktionsmåde
- skal have viden om hvordan udvalgte sensorer kan modelleres og simuleres
- skal have viden om hvordan man simulerer en enkelt sensor samt koblede sensorer/signalbehandlingsenheder

*Færdigheder:*

- skal være i stand til at implementere computer programmer til at løse videnskabelige beregningsproblemer ved brug af parallelle beregningsenheder
- skal være i stand til at fejlfinde, validere, optimere, benchmarke og profilere udviklede programmoduler
- skal være i stand til at vurdere ydeevnen af forskellige hardware arkitekturer til videnskabelige beregningsproblemer
- skal være i stand til at anvende sensor modeller i system simuleringer

*Kompetencer:*

- den studerende skal være i stand til at anvende korrekt terminologi i mundtlig og skriftlig kommunikation og dokumentation indenfor disciplinerne videnskabelige beregninger og sensor modellering
- den studerende skal være i stand til at studere og senere forstå og modellere sensorer og systemer som ikke har været behandlet i kurset

Prøveform: Mundtlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Komplekse funktioner (Complex Functions)**

Forudsætninger: 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 differentiabilitet
- 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)

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

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

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

Forudsætninger: 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

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig eksamen.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

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

Forudsætninger: 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 indenfor 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 indenfor 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 sampleren

#### 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 indenfor 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

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

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## Grafteori (Graph Theory)

Forudsætninger: 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 ekstremer 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

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Matrixberegninger (Matrix Computations).**

Forudsætninger: Lineær algebra med anvendelser og Analyse 1.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden:*

- skal have viden om konvekse funktioner og mængder, samt normer
- skal have kendskab til matricer med speciel struktur
- skal kunne klassificere og løse ligningssystemer og konvekse optimeringsproblemer
- skal kunne forstå de numeriske aspekter forbundet med løsning af ligningssystemer og konvekse optimeringsproblemer
- skal have kendskab til Lagrange multipliers
- skal have kendskab til matrixfaktoriseringer og deres egenskaber

#### *Færdigheder:*

- skal kunne identificere optimeringsproblemer og føre dem over på standardform
- skal kunne identificere forskellige former for ekstremer (minima, maxima, local, global, etc.)
- skal kunne anvende egenværdi dekomposition og singular værdi dekomposition på relevante problemstillinger
- skal have forståelse af såkaldte state-space beskrivelser af systemer med lineære differensligninger
- skal kunne anvende numerisk robuste metoder til løsning af ligningssystemer
- skal kunne anvende og implementere følgende numeriske optimeringsmetoder til løsning af problemer uden sidebetingelser: Stejllest-fald metode, Newtons metode og Gauss-Newton metode
- skal kunne anvende og fortolke mindste-kvadraters metode til løsning af over- og underbestemte ligningssystemer
- skal kunne anvende Lagrange multiplier metoden til løsning af konvekse optimeringsproblemer med sidebetingelser

#### *Kompetencer:*

- skal have kompetencer i at anvende lineær algebra til at analysere et givet teknisk system
- skal have kompetencer i at formulere og analysere et givet teknisk designproblem som et ligningssystem eller et standard optimeringsproblem
- skal kunne vælge en passende matrixfaktorisering eller numerisk optimeringsmetode til at løse et givet teknisk problem

Prøveform: Mundtlig prøve.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## ***Kapitel 4: Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision***

Studieordningen er godkendt af dekanen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og træder i kraft pr. 1. september 2015.

Studerende på 3. semester og 5. semester flyttes over fra deres hidtidige studieordning og skal følge denne studieordning

I henhold til Rammestudieordningen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Aalborg Universitet skal studieordningen tages op til revision senest 5 år efter dens ikrafttræden.

## ***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. Hvis projektet er skrevet på engelsk, skal resuméet skrives på dansk. Resuméet skal være på mindst 1 og må højst være på 2 sider (indgår ikke i eventuelle fastsatte minimum- og maksimumsidetal pr. studerende). Resuméet 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 i hvert enkelt tilfælde 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 Rammestudieordningen.

### **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, hvis den studerende har haft orlov. Orlov gives på første studieår kun i tilfælde af barsel, adoption, værnepligtstjeneste, FN-tjeneste eller hvor der foreligger usædvanlige forhold.

### **5.4 Afslutning af bacheloruddannelsen**

Bacheloruddannelsen skal være afsluttet senest seks år efter, den er påbegyndt.

### **5.5 Særligt projektforb**

Den studerende kan på 3., 4. eller 5. semester, efter ansøgning, sammensætte et uddannelsesforløb, hvor projektarbejdet erstattes af andre studieaktiviteter jf. Rammestudieordningens afsnit 9.3.1.

### **5.6 Eksamensregler**

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

### **5.7 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.

### **5.8 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.

### **5.9 Uddybende information**

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

---

Revideret 3. august 2015

*Undervisningsform og tilhørende tekst er fjernet fra alle projekt- og kursusmodulbeskrivelser.*