



# Studieordning for bacheloruddannelsen i maskin og produktion

Aalborg Universitet 2014

**Forord**

I medfør af lov 367 af 25. marts 2013 om universiteter (Universitetsloven) med senere ændringer fastsættes følgende studieordning for bacheloruddannelsen i maskin og produktion. Uddannelsen følger endvidere Rammestudieordningen og tilhørende Eksamensordning ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet.

## Indholdsfortegnelse

### 1. Studieordningens hjemmel mv.

- 1.1 Bekendtgørelsesgrundlag
- 1.2 Fakultetstilhørsforhold
- 1.3 Studienævnstilhørsforhold

### 2. Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil

- 2.1 Optagelse
- 2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk
- 2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS
- 2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil
- 2.5 Uddannelsens kompetenceprofil

### 3. Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

- 3.1 Uddannelsesoversigt
- 3.2 Maskin og produktion, 1. semester
  - 3.2.1 Introduktion til teknisk rapportskrivning (P0)
  - 3.2.2 Virkelighed og modeller (P1)
  - 3.2.3 Lineær algebra
  - 3.2.4 Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund
  - 3.2.5 Grundlæggende materialelære og -forarbejdning
- 3.3 Maskin og produktion, 2. semester
  - 3.3.1 Produktanalyse (P2)
  - 3.3.2 Calculus
  - 3.3.3 Grundlæggende mekanik og termodynamik
  - 3.3.4 Statik og anvendt styrkelære
- 3.4 Maskin og produktion, 3. semester
  - 3.4.1 Procesanalyse og -styring
  - 3.4.2 Matematik 3
  - 3.4.3 Materialelære
  - 3.4.4 Procesteknik og sekvensstyring
- 3.5 Maskin og produktion, 4. semester
  - 3.5.1 Produktdesign
  - 3.5.2 Dynamik og aktivering
  - 3.5.3 Maskinelementer, analyse og dimensionering
  - 3.5.4 Faststofmekanik og elasticitetsteori
- 3.6 Maskin og produktion, 5. semester
  - 3.6.1 Design af reguleringssystemer
  - 3.6.2 Dimensionering af reguleringssystemer
  - 3.6.3 Numeriske metoder
  - 3.6.4 Reguleringsteknik
  - 3.6.5 Måleteknik og dataopsamling
- 3.7 Maskin og produktion, 6. semester
  - 3.7.1 Bachelorprojekt
  - 3.7.2 Elementmetodeteori og kontinuummekanik
  - 3.7.3 Dynamiske systemer og svingningslære
  - 3.7.4 Videnskabsteori og entrepreneurskab

### 4. Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision

### 5. Andre regler

- 5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet
- 5.2 Regler om merit, herunder mulighed for valg af moduler, der indgår i en anden uddannelse ved et universitet i Danmark eller udlandet
- 5.3 Regler omkring forløb og afslutning af bacheloruddannelsen
- 5.4 Særligt projektforsløb

- 5.5 Eksamensregler
- 5.6 Dispensation
- 5.7 Uddybende information

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

### **1.1 Bekendtgørelsesgrundlag**

Bacheloruddannelsen i maskin og produktion er tilrettelagt i henhold til Ministeriet for Videnskab Teknologi og Udvikling 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. 240 af 11. marts 2013 (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 Studienævnstilhørsforhold**

Bacheloruddannelsen hører under Studienævnet for Industri og Global Forretningsudvikling ved School of Engineering and Science.

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

### 2.1 Optagelse

Optagelse på bacheloruddannelsen i maskin og produktion forudsætter en gymnasial uddannelse.

Uddannelsens specifikke adgangskrav er Dansk A, Engelsk B, Matematik A, Fysik B, Kemi C eller Bioteknologi A jf. Adgangsbekendtgørelsen.

### 2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk

Bacheloruddannelsen giver ret til betegnelsen bachelor (BSc) i teknisk videnskab (maskin og produktion). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Mechanical Engineering and Manufacturing).

### 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

Bachelorer i maskin og produktion:

#### *Viden*

- Har viden om og indsigt i centrale teoretiske, metodiske og praksisnære fagområder inden for maskin- og produktionsteknik.
- Kan forstå og reflektere over teorier, metode og praksis inden for ovennævnte maskin- og produktionsteknik.
- Har viden om og indsigt i grundlæggende maskin- og produktionsteknik i form af statik og styrke- og svingningslære, dynamik, maskinelementer, dimensioneringsprincipper, numeriske metoder (FEM), materialelære, procesteknik, polymerteknologi, elektriske og termiske maskiner, hydraulik, styring og regulering, samt laboratorieteknik og dataopsamling.
- Har viden om og indsigt i ingeniørmæssigt matematisk grundlag.

#### *Færdigheder*

- Kan anvende moderne metoder og redskaber til at beskrive og løse problemstillinger på et videnskabeligt grundlag inden for maskin og produktion.
- Kan vurdere teoretiske og praktiske maskin- og produktionstekniske problemstillinger samt begrunde og vælge relevante løsningsmodeller med brug af opstillede matematiske simulerings- og/eller analysemodeller.
- Kan foretage videnskabelige analyser på baggrund af opnåede resultater fra modeller eller praktiske målinger på maskin- og produktionstekniske systemer.

## *Kompetencer*

- Kan formidle faglige problemstillinger og løsningsmodeller til fagfæller og ikke-specialister eller samarbejdspartnere og brugere.
- Kan håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge.
- Kan selvstændigt indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for det maskin- og produktionstekniske område.
- Kan identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer.
- Kan omsætte akademiske kundskaber og færdigheder til praktisk problembearbejdning og løsning.
- Har erhvervskompetencer inden for produktion, konstruktion, dimensionering og styring af maskiner, produktions- og procesanlæg.
- Kan udføre funktioner inden for projektering, udvikling, rådgivning i danske eller udenlandske virksomheder og offentlige institutioner (eksempler på typer af virksomheder og erhverv, der ansætter bachelorer i maskin og produktion er maskin- og proces- og vindmølleindustrien samt rådgivende virksomheder).

### **Kapitel 3: Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse**

Uddannelsen i maskin og produktion giver en grundlæggende viden om konstruktion og produktdesign, materialer og fremstillingsprocesser, mikroprocessorer og programmering, styring og automatisering samt produktion og produktionssystemer. Efter endt bacheloruddannelse har bacheloren alle de grundlæggende færdigheder, der kræves af en moderne maskin- og produktionsingeniør.

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
- klasseundervisning
- projektarbejde
- workshops
- opgaveløsning (individuel og i grupper)
- lærerfeedback
- faglig refleksion
- porteføljarbejde



### 3.1 Uddannelsesoversigt

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

Semester	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
1.	Introduktion til teknisk rapportskrivning (P0)	5	Bestået/ikke bestået	Intern
	Virkelighed og modeller (P1)	10	7-trinsskala	Intern
	Lineær algebra	5	7-trinsskala	Intern
	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	5	Bestået/ikke bestået	Intern
	Grundlæggende materialelære og -forarbejdning	5	Bestået/ikke bestået	Intern
2.	Produktanalyse (P2)	15	7-trinsskala	Ekstern
	Calculus	5	7-trinsskala	Intern
	Grundlæggende mekanik og termodynamik	5	7-trinsskala	Intern
	Statik og anvendt styrkelære	5	Bestået/ikke bestået	Intern
3.	Procesanalyse og -styring	15	7-trinsskala	Ekstern
	Matematik 3	5	7-trinsskala	Intern
	Materialelære	5	Bestået/ikke bestået	Intern
	Procesteknik og sekvensstyring	5	7-trinsskala	Intern
4.	Produktdesign	15	7-trinsskala	Ekstern
	Dynamik og aktivering	5	7-trinsskala	Intern
	Maskinelementer, analyse og dimensionering	5	Bestået/ikke bestået	Intern
	Faststofmekanik og elasticitetsteori	5	7-trinsskala	Intern
5.	A   Design af reguleringssystemer <sup>1</sup>	15	7-trinsskala	Ekstern
	B   Dimensionering af reguleringssystemer <sup>2</sup>		7-trinsskala	Ekstern
	Numeriske metoder	5	7-trinsskala	Intern
	Reguleringsteknik	5	7-trinsskala	Intern
	Måleteknik og dataopsamling	5	Bestået/ikke bestået	Intern
	Bachelorprojekt	15	7-trinsskala	Ekstern
6.	Elementmetodeteori og kontinuummekanik	5	7-trinsskala	Intern
	Dynamiske systemer og svingningslære	5	7-trinsskala	Intern
	Videnskabsteori og entrepreneurskab	5	Bestået/ikke bestået	Intern
	SUM	180		

I ovenstående moduler indgår videnskabsteori og videnskabelige metoder igennem alle projektarbejder (15 ECTS moduler), idet disse bygger på problembaseret læring som videnskabelig metode. Der undervises desuden i dette samt andre videnskabelige værktøjer i kurserne *Virkelighed og modeller* og *Videnskabsteori og entrepreneurskab*.

<sup>1</sup> I 5. semesters projektarbejde er der valgfrihed mellem temaerne *Design af reguleringssystemer* og *Dimensionering af reguleringssystemer*

<sup>2</sup> I 5. semesters projektarbejde er der valgfrihed mellem temaerne *Design af reguleringssystemer* og *Dimensionering af reguleringssystemer*

## 3.2 Maskin og produktion, 1. semester

### 3.2.1 Introduktion til teknisk rapportskrivning (P0) (5 ECTS)

**Titel:** Introduktion til teknisk rapportskrivning  
Introduction to Technical Project Writing

**Forudsætninger:** Adgangskravene til optagelse på bacheloruddannelsen i maskin og produktion.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal opnå viden den problemorienterede og projektorganiserede indlæringsform gennemført i grupper.
- Skal opnå viden om den faglige profil, som maskin og produktionsuddannelsen sigter imod.
- Skal opnå viden om formalia i forbindelse med rapportskrivning.
- Skal opnå viden om organisering af gruppesamarbejdet og samarbejdet med vejledere.

*Færdigheder:*

- Skal kunne definere projektarbejdets mål og kunne skrive en konklusion, der besvarer projektarbejdets problemstilling.
- Skal kunne beskrive og analysere en eller flere projektvinkler.
- Kunne formidle projektets arbejdsresultater og arbejdsprocesser 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).

**Undervisningsmetode:** Projektarbejde med vejledning i projektgrupper med maksimalt 7 medlemmer per gruppe. De studerende gives et tema, indenfor hvilket projektgruppen vælger en eller flere vinkler for problembearbejdning. Temaet dækker bredt de fagligheder, der indgår i det videre studieforløb inden for maskin og produktionsuddannelsen.

**Eksamination:** Projektet bedømmes med bestået/ikke bestået. P0-projektenheden afsluttes med et fremlæggelsesseminar. Aktiv deltagelse i udarbejdelse af projektrapport og procesanalyse samt aktiv deltagelse i fremlæggelsesseminaret medfører at projektenheden vil blive bedømt som bestået.

### 3.2.2 Virkelighed og modeller (P1) (10 ETCS)

**Titel:** Virkelighed og modeller  
Reality and Models

**Forudsætninger:** Kursusmodulet "Introduktion til teknologisk projektarbejde".

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal opnå viden om den videnskabelige arbejdsmåde med vægt på metoder, teorier og modeller.
- Skal opnå viden om de modeller/teorier og/eller metoder, der er relevante og veldefinerede indenfor fagområdet.
- Skal opnå viden om relevante begreber og metoder til analyse og vurdering af de videnskabelige løsninger i relation til mennesker, miljø og samfund.
- Skal kunne definere og forstå de i projektarbejdet anvendte begreber samt have en grundlæggende forståelse for de anvendte metoder, teorier og/eller modeller.

*Færdigheder:*

- Skal kunne definere projektarbejdets mål og en strategi for problembearbejdning og kunne analysere og drage konklusioner under inddragelse af relevante sammenhænge.
- Skal kunne skrive en konklusion, der besvarer projektarbejdets problemstilling.
- Skal kunne foretage en vurdering af relevansen af, i forbindelse med projektarbejdet, indhentet information.
- Skal kunne inddrage og beskrive relevante begreber, modeller, teorier og metoder anvendt til analyse af den valgte problemstilling.
- Skal kunne formidle projektets arbejdsresultater på en struktureret og forståelig måde såvel skriftligt, grafisk som mundtligt.
- Skal kunne analysere egen læreproces.
- Skal kunne anvende en metode til organisering af projektarbejdet.

*Kompetencer:*

- 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 anvende projektarbejde som studieform.
- Skal kunne reflektere over egne erfaringer med projektarbejdet og problembearbejdningen.
- Skal kunne anvende de i projektarbejdet benyttede metoder/teorier i forbindelse med analyse af en problemstilling af lignende faglig karakter.

**Undervisningsmetode:** Projektet gennemføres i projektgrupper med maksimalt 7 medlemmer per gruppe. De studerende gives et tema, der har fokus på den ingeniørmæssige tilgang til modellering/analyse af virkeligheden inden for maskin og produktionsuddannelsen samt et projektkatalog med projektforslag fra forskellige fagmiljøer inden for maskin og produktionsuddannelsen.

**Eksamination:** Projektet bedømmes ved en intern mundtlig eksamen på baggrund af en projektrapport.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.2.3 Lineær algebra (5 ECTS)

**Titel:** Lineær algebra  
Linear Algebra

**Forudsætninger:** Adgangskravene til optagelse på bacheloruddannelsen i maskin og produktion (Gymnasieskolernes Matematik på A-niveau).

**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 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 sæt af vektorer.
- Skal kunne bestemme dimension af og basis for små 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  $R^n$ .
- 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 indenfor andre fagområder.
- Skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber indenfor lineær algebra.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.2.4 Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund (5 ECTS)

#### Titel: Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund

Problem-based Learning in Science, Technology and Society

**Forudsætninger:** Adgangskravene til optagelse på bacheloruddannelsen i maskin og produktion.

**Mål:** Studerende, der har gennemført modulet skal have:

#### *Viden*

- Viden, der gør den studerende i stand til at:
  - redegøre for grundlæggende læringsteori
  - redegøre for teknikker til planlægning og styring af projektarbejde
  - redegøre for forskellige tilgange til problembaseret læring (PBL); herunder Aalborg modellens udgangspunkt i problemer, der indgår i en samfundsmæssig og/eller humanistisk sammenhæng
  - redegøre for forskellige tilgange til analyse og vurdering af ingeniør, natur og sundhedsvidenskabelige problemstillinger og løsninger i et videnskabsteoretisk, etisk, og samfundsmæssigt perspektiv
  - redegøre for konkrete metoder inden for energiområdet til at udføre denne analyse og vurdering.

#### *Færdigheder*

- Færdigheder, der gør de studerende i stand til at:
  - planlægge og styre et problembaseret studieprojekt
  - analysere projektgruppens organisering af gruppesamarbejdet, med henblik på at identificere stærke og svage sider, og på den baggrund komme med forslag til, hvordan samarbejdet i fremtidige grupper kan forbedres
  - reflektere over årsager til og anvise mulige løsninger på eventuelle gruppekonflikter;
  - analysere og vurdere egen studieindsats og læring, med henblik på at identificere stærke og svage sider, og der ud fra overveje videre studieforløb og studieindsats;
  - reflektere over de anvendte metoder i et videnskabsteoretisk perspektiv
  - udpege relevante fokusområder, begreber og metoder til at vurdere og udvikle løsninger under hensynstagen til de samfundsmæssige og humanistiske sammenhænge i hvilke løsningen skal indgå

#### *Kompetencer:*

- Kompetencer, som gør den studerende i stand til at:
  - indgå i et teambaseret projektarbejde
  - formidle et projektarbejde
  - reflektere og udvikle egen læring bevidst
  - indgå i og optimere kollaborative læreprocesser
  - reflektere over sit professionelle virke i relation til det omgivende samfund

**Undervisningsform:** Kurset er organiseret som et miks af forelæsninger, seminarer, workshops, gruppekonsultation og selvstudie.

**Prøveform:** Intern eksamination på baggrund af en skriftlig opgave.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen

### 3.2.5 Grundlæggende materialelære og -forarbejdning (5 ECTS)

**Titel:** Grundlæggende materialelære og -forarbejdning  
Basic Materials Science and Material Processing

**Forudsætninger:** Adgangskravene til optagelse på bacheloruddannelsen i maskin og produktion.

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have ingeniørmæssigt kendskab til begreber som stivhed, styrke og sejhed for materialer, og deres baggrund i materialelære.
- Skal have kendskab til de væsentligste svejse-, støbe- og spåntagende processer.

*Færdigheder:*

- Skal kunne forklare væsentlige principper bag materialers egenskaber.
- Skal kunne redegøre for de væsentligste svejse- og spåntagende processer.
- Skal kunne redegøre for de væsentligste metalstøbeteknikker.
- Skal kunne redegøre for, hvordan smeltede metaller flyder og størkner.
- Skal kunne redegøre for de væsentligste forhold om sprøjttestøbning af polymerer.

*Kompetencer:*

- Skal kunne identificere om der til fremstilling af et givet emne/produkt er anvendt svejse-, støbe- og spåntagende processer.
- Skal kunne konstruere realistiske værktøjskaviteter for sprøjttestøbning.
- Skal kunne vælge et materiale til en given anvendelse under hensyntagen til funktionalitet og bearbejdning.
- Skal kunne redegøre for betydningen af et materialevalg i forhold til et produkts fremstilling og det færdige produkts mekaniske egenskaber.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen..

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.3 Maskin og produktion, 2. semester

#### 3.3.1 Produktanalyse (P2) (15 ECTS)

**Titel:** Produktanalyse  
Product Analysis

**Forudsætninger:** Bestået P0-projektenhed på en af uddannelsesretningerne indenfor School of Engineering and Science, bestået P1-projektenhed på maskin- og produktionsuddannelsen eller tilsvarende, samt de gymnasiale forudsætninger for optagelse på maskin og produktionsuddannelsen.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Har tilegnet sig viden om relevante tekniske og naturvidenskabelige modeller, teorier og metoder til analyse og bearbejdning af en valgt problemstilling.
- Har tilegnet sig viden om, hvordan et forholdsvis simpelt elektro-mekanisk produkt virker.
- Har tilegnet sig viden om de fremstillingsprocesser, der har været anvendt til fremstilling af det elektro-mekaniske produkt, der er genstand for produktanalysen.

*Færdigheder:*

- Kan gennemføre en metodisk og konsekvent faglig vurdering af de opnåede resultater og disses pålidelighed og gyldighed.
- Kan bearbejde den valgte tekniske problemstilling med inddragelse af relevante sammenhænge og/eller perspektiver.
- Kan foretage systematisk valg af metoder til videnstilegnelse i forbindelse med problemanalyse og –formulering.
- Kan foretage en kritisk vurdering af relevansen af den indhentede viden i forhold til projektarbejdet, herunder vurdere de valgte modeller, teorier og/eller metodernes egnethed.

*Kompetencer:*

- Skal kunne vælge, beskrive og anvende relevante tekniske modeller, teorier og metoder til analyse og bearbejdning af den valgte problemstilling.
- Skal kunne formidle projektets arbejdsresultater og arbejdsprocesser på en klar og struktureret, sammenhængende og præcis måde.
- Skal kunne planlægge og styre et projektarbejde.
- Skal kunne analysere projektgruppens organisering af gruppesamarbejdet med henblik på at identificere stærke og svage sider.

**Undervisningsmetode:** Projektet gennemføres i projektgrupper med maksimalt 7 medlemmer per gruppe.

**Eksamination:** Projektet bedømmes ved en mundtlig eksamen med ekstern censur på baggrund af en projektrapport.



### 3.3.2 Calculus (5 ECTS)

**Titel:** Calculus  
Calculus

**Forudsætninger:** Kursusmodul "Lineær algebra".

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have kendskab til definitioner, resultater og teknikker indenfor teorien om 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 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 differentialligninger 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 flere variable.
- Skal have færdighed i regning med komplekse tal.
- Skal kunne finde rødder i den komplekse andengradslikning og udføre faktorisering af polynomier i simple tilfælde.
- Skal kunne løse lineære anden ordens differentialligninger 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.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.3.3 Grundlæggende mekanik og termodynamik (5 ECTS)

**Titel:** Grundlæggende mekanik og termodynamik  
Introduction to Mechanics and Thermodynamics

**Forudsætninger:** Adgangskravene til optagelse på bacheloruddannelsen i maskin og produktion.

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet skal:

*Viden:*

- Have viden om Newtons love.
- Have viden om statisk ligevægt.
- Have viden om arbejde og effekt,
- Have viden om kinetisk, potentiel og mekanisk energi,
- Have viden om bevægelsesmængde og -moment,
- Have viden om rotation og inertimoment.
- Have viden om kraftmoment.
- Have viden om termodynamikkens hovedsætninger.
- Have viden om ideale gasser.
- Have viden om varme, arbejde og indre energi,
- Have viden om termodynamiske materialeegenskaber.
- Have viden om Boltzmann-fordelingen,
- Have viden om entropi.

*Færdigheder:*

- Skal kunne løse simple problemer inden mekanik og termodynamik.

*Kompetencer:*

- Kunne anvende teorier og metoder inden for mekanik og termodynamik på simple modelsystemer.
- Skal kunne udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder i mekanik og termodynamik inden for andre fagområder.
- Skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra mekanik og termodynamik.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.3.4 Statik og anvendt styrkelære (5 ECTS)

**Titel:** Statik og anvendt styrkelære  
Statics and Applied Strength of Materials

**Forudsætninger:** Adgangskravene til optagelse på bacheloruddannelsen i maskin og produktion.

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have kendskab til konstruktionselementer og konstruktionstyper.
- Skal have kendskab til modellering af laster og understøtninger.
- Skal have kendskab til kraft- og momentbegrebet.
- Skal kunne forstå ligevægtsligninger og ækvivalensbetingelser.
- Skal kunne forstå begreberne statisk bestemthed, statisk ubestemthed og mekanismer.
- Skal kunne forstå superpositionsprincippet.
- Skal have kendskab til tværsnitskonstanter for plane bjælker, herunder areal og inertimoment.
- Skal have kendskab til spændinger i plane bjælker.
- Skal have kendskab til konstruktionsmaterialers mekaniske egenskaber gennem simple materialemodeller, herunder specielt lineært elastiske materialer.
- Skal have et kendskab til statiske, kinematiske og konstitutive betingelser for lineært elastiske plane bjælker.
- Skal have en grundlæggende forståelse af stabilitetsproblemer.

*Færdigheder:*

- Skal kunne opstille statiske modeller for plane gitter- og bjælkekonstruktioner.
- Skal kunne afgøre statisk bestemthed af plane gitter- og plane bjælkekonstruktioner.
- Skal kunne foretage beregninger af reaktioner i statisk bestemte plane gitter- og rammekonstruktioner.
- Skal kunne beregne tværsnitskonstanter for plane bjælker, herunder inertimoment.
- Skal kunne foretage beregninger af snitkræfter i statisk bestemte plane gitter- og bjælkekonstruktioner.
- Skal kunne anvende elasticitetsteorien til beregning af spændinger i plane bjælker.
- Skal kunne anvende simple modeller til eftervisning af konstruktionens bæreevne.
- Skal kunne foretage deformationsberegninger på statisk bestemte plane bjælkekonstruktioner.
- Skal kunne anvende korrekt notation og terminologi indenfor fagområdet.

*Kompetencer:*

- Skal kunne indgå i en dialog vedrørende optimale valg af konstruktive løsninger.
- Skal kunne formidle resultaterne af statiske beregninger til andre, herunder kollegaer, offentlige myndigheder m. fl.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.4 Maskin og produktion, 3. semester

#### 3.4.1 Procesanalyse og -styring (15 ECTS)

**Titel:** **Procesanalyse og -styring**  
Process Analysis and Control

**Forudsætninger:** 1.-2. semester på maskin og produktion ved AAU eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have forståelse for en eller flere industrielle fremstillingsprocesser herunder emne kvalitet og processtabilitet.
- Skal have forståelse for industrielle procesmaskiner og procesanlægs virkemåde.
- Skal have forståelse for, procesmodellering herunder modelopstilling og -verifikation.
- Skal have forståelse for, sammenhængen mellem relevante procesvariable og deres indflydelse på processtabiliteten og emnekvaliteten.

*Færdigheder:*

- Skal kunne redegøre for typiske procesfejl/begrænsninger og deres relation til materiale, procesdesign og procesparametre.
- Skal kunne udvælge og måle relevant procesdata (som danner grundlaget for modelverifikation).
- Skal kunne redegøre for, hvordan en industriel proces kan overvåges og verificeres, herunder kunne realisere dataopsamling fra produktionsudstyr eller lignende opstilling.
- Skal på baggrund af estimerede, relevante procesparametre kunne redegøre for valg af en passende procesmaskine.
- Skal kunne forholde sig kritisk til proceskapabilitet (forholdet mellem toleranceområdet og procesvariation og begrænsninger).

*Kompetencer:*

- Skal for komponenter kunne beskrive proceskæden fra råmateriale/halvfabrikata til færdig komponent set i forhold til et forventet produktionsvolumen.
- Skal kunne realisere en relativ simpel proces i laboratoriet, opstille en model af processen, og på basis af modellen fastlægge hvad der skal måles/kontrolleres under processen, samt kunne udarbejde et EDB-program til styring og/eller verifikation af processen.

**Undervisningsmetode:** Projektet gennemføres i projektgrupper med maksimalt 6 medlemmer per gruppe.

**Eksamination:** Projektet bedømmes ved en mundtlig eksamen med ekstern censur på baggrund af en projektrapport.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.4.2 Matematik 3 (5 ECTS)

**Titel:** Matematik 3  
Mathematics 3

**Forudsætninger:** Kursusmodulerne "Lineær algebra" og "Calculus".

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have viden om grundlæggende sætninger inden for vektoranalyse i det 2 og 3 dimensionale rum.
- Skal kunne forstå Laplace transformation og anvende den til løsning af differentiaalligninger.
- Skal have viden om komplekse analytiske funktioner.
- Skal have forståelse for potensrækker og Taylorrækker.
- Skal have viden om Laurent-rækker og residue-integration.

*Færdigheder:*

- Skal kunne anvende vektoranalyse, herunder:
  - Indre produkt (prikprodukt)
  - Vektorprodukt (krydsprodukt)
  - Vektor- og skalarfunktioner og -felter.
  - Vektorkurver, tangent og længde
  - Vektordifferentialregning: gradient, divergens, rotation,
  - Vektorintegralregning: linieintegraler, vejuafhængighed af linieintegraler, dobbelt-integraler, Greens sætning i planet, overfladeintegraler
- Skal kunne anvende Fourierreækker, herunder:
  - Fourierreækker og trigonometriske rækker
  - Periodiske funktioner
  - Lige og ulige funktioner
  - Komplekse Fourierreækker
  - Tvungne svingninger ved ikke-sinusformet påvirkning
- Skal kunne anvende Laplace transformation, herunder:
  - Definition af Laplace transformation, Invers transformation, linearitet og s-skifte.
  - Transformation af almindelige funktioner, herunder periodiske, impuls- og trinfunktioner.
  - Transformation af afledede og integraler
  - Løsning af differentiaalligninger
  - Foldning og integralligninger
  - Differentiation og integration af transformerede systemer med ordinære differentiaalligninger
  - Brug af tabeller
- Skal kunne anvende komplekse analytiske funktioner inden for konform afbildning og komplekse integraler, herunder:
  - Komplekse tal og kompleks plan
  - Polær form for komplekse tal
  - Eksponentielle funktioner
  - Trigonometriske og hyperbolske funktioner
  - Logaritmiske funktioner og generelle potensfunktioner
  - Kompleks integration: Linieintegraler i det komplekse plan
  - Cauchys integral sætning

*Kompetencer:*

- Skal kunne håndtere simple udviklingsorienterede situationer i forbindelse med grundlæggende matematik i studie- eller arbejdssammenhænge.
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for matematik.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for grundlæggende matematik.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.4.3 Materialelære (5 ECTS)

**Titel:** **Materialelære**  
Materials Science

**Forudsætninger:** 1.-2. semester på maskin og produktion ved AAU eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal kunne redegøre for metalleres opbygning, gitterstrukturer og dislokationer.
- Skal kunne redegøre for fasediagrammer.
- Skal kunne redegøre for fremstilling af stål, svejsbare konstruktionsstål og deres svejsbarhed.
- Skal kunne redegøre for metalliske materialesystemer, herunder ståltyper, aluminiumtyper og støbelegeringer.
- Skal kunne redegøre for korrosion af metalliske materialer.
- Skal kunne demonstrere kendskab til sikkerhedsarbejde.

*Færdigheder:*

- Skal kunne inddrage fasediagrammer i kinetiske overvejelser om mikrostrukturer.
- Skal kunne specificere et ståls varmebehandling, og herunder inddrage TTT- og CCT-diagrammer.
- Skal kunne vælge stål kvalitet ud fra gældende normer.
- Skal kunne anvende systematiske metoder til materialeudvalg.

*Kompetencer:*

- Skal kunne demonstrere kendskab til generelle metallurgiske begreber til beskrivelse af mikrostruktur af metalliske materialer, processering af metaller herunder specifik kendskab til stål.
- Skal kunne redegøre for sammenhæng mellem mikrostruktur, mekaniske egenskaber og simpel processering.
- Skal kunne benytte korrekt fagterminologi indenfor materialelære.
- Skal kunne vurdere risici samt udforme udkast til sikkerhedsinstruks ved arbejde i laboratorier samt maskintekniske og produktionstekniske værksteder.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.



### 3.4.4 Procesteknik og sekvensstyring (5 ECTS)

**Titel:** Procesteknik og sekvensstyring  
Manufacturing Processes and Sequential Control

**Forudsætninger:** 1.-2. semester på maskin og produktion ved AAU eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have viden om de væsentligste plastiske formgivningsprocesser og de, til disse processer, anvendte procesmaskiner.
- Skal have viden om metallers plastiske egenskaber, og hvordan egenskaberne beskrives.
- Skal have viden om plastmaterialer, herunder plastmaterialers natur og egenskaber.
- Skal have kendskab til de væsentligste processer til forarbejdning af plast.
- Skal have viden om de væsentligste metoder til sammenføjning af plast.
- Skal have viden om sammenhængen mellem emnefunktion og -udformning, materialevalg, fremstillingsproces og styktal.
- Skal have viden om sekventiel styring, herunder boolsk algebra.
- Skal have viden om teorier og metoder til implementering af sekventielle styringer.

*Færdigheder:*

- Skal kunne opstille simple procesmodeller, der gør det muligt at vurdere væsentlige proces- og materialeparametres indflydelse.
- Skal kunne vælge egnet procesmaskine indenfor de i kurset behandlede processer.
- Skal kunne forstå sammenhæng mellem en polymers struktur og de deraf følgende mekaniske, fysiske og kemiske egenskaber.
- Skal kunne anvende systematiske metoder til design af sekventielle styresystemer.

*Kompetencer:*

- Skal kunne vurdere om et givet emne, set i relation til bl.a. funktion, tolerancekrav og styktal, hensigtsmæssigt kan fremstilles med en af de i kurset behandlede processer.
- Skal kunne foretage et systematisk valg af materiale i relation emnegeometri, emnekrav og fremstillingsproces.
- Skal kunne implementere sekventielle styringer til simple industrielle systemer (fx en PLC-styring af en håndteringsrobot).

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## 3.5 Maskin og produktion, 4. semester

### 3.5.1 Produktdesign (15 ECTS)

**Titel:** Produktdesign  
Product Design

**Forudsætninger:** 3. semester på maskin og produktion ved AAU eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden:*

- Skal kunne beskrive en funktion, i et mekanisk system hvor der sker ændringer i kræfter og bevægelser ved simple mekaniske funktionssammenhænge.
- Skal kunne anvende maskintekniske grundfunktioner og grundelementer såsom at samle, at lejre, at tætné, at koble, at geare o.l.
- Skal kunne konstruere et mekanisk system baseret på en valgt principiel løsning, der indeholder væsentlige strukturelle dele (bjælker, træk/trykstænger, boltesamlinger, svejsesamlinger), effekttransmissionskæder (gearinger, linearføringér, koblinger, bremsér, aksler), aktuatorer (motorer og cylindre) og effekt- og styringssystemer (hydraulikkredsløb, pneumatikkredsløb, elektriske konvertere, batterier).
- Skal kunne gennemføre statiske beregninger af kræfter, momenter, udbøjninger og spændinger i udvalgte komponenter i mekaniske systemer.
- Skal kunne udarbejde løsninger under hensyntagen til funktions- og betjeningskrav, fremstillings- og materialemuligheder, pålidelighed mv., samt præsentere disse i form af skitser, konstruktionstegninger og evt. modeller.
- Skal kunne gennemføre en dynamisk simulering af løsningen under relevante driftsforhold, med det formål at verificere den valgte aktivering og dennes styreform samt for at fastlægge de dynamiske belastningsforhold på strukturelle dele og maskinelementer.
- Skal kunne dokumentere løsninger beregningsmæssigt med hensyn til belastninger og udvalgte konstruktionselementers dimensioner.
- Skal kunne vurdere de valgte løsninger hensigtsmæssighed i forhold til alternative skitse-mæssigt beskrevne løsninger.

#### *Færdigheder:*

- Skal kunne definere en velafgrænset problemstilling, hvor formålet er at designe et mekanisk system eller industrielt produkt, der kan udføre en simpel funktion.
- Skal kunne forstå centrale begreber, teorier og metoder vedrørende projektenhedens produktdesign, samt kunne anvende disse centrale begreber, teorier og metoder til analyse af konstruktioner og konstruktionsdetaljers pålidelighed.

#### *Kompetencer:*

- Skal med udgangspunkt i et konkret industrielt produkt kunne redegøre for samspillet mellem produktets overordnede struktur og delkomponenter.
- Skal kunne redegøre for indhold og betydning af kravspecifikationer.
- Skal kunne anvende systematiske metoder til at opsøge principielle løsninger.
- Skal kunne anvende metoder til at udføre statiske og dynamiske ligevægtsanalyser i 2 og 3 dimensioner.

- Skal kunne anvende metoder til at beregne deformationer og spændinger i træk-, trykstænger og bjælker.
- Skal kunne anvende metoder til at foretage pålidelighedsvurderinger af mekaniske strukturer og maskinelementer.
- Skal kunne anvende metoder til at foretage pålidelighedsvurderinger af effekttransmissionskæder.
- Skal kunne benytte korrekte begreber, notationer og symboler.
- Skal kunne demonstrere fortrolighed med korrekt teknisk kommunikation og dokumentation.

**Undervisningsmetode:** Projektet gennemføres i projektgrupper med maksimalt 6 medlemmer per gruppe.

**Eksamination:** Projektet bedømmes ved en ekstern mundtlig eksamen på baggrund af en projektrapport.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.5.2 Dynamik og aktivering (5 ECTS)

**Titel:** **Dynamik og aktivering**  
Dynamics and Actuation

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 3. semester eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal kunne opstille og løse de kinematiske betingelser for et stift legemes bevægelse i planen.
- Skal kunne opstille og løse de dynamiske ligevægtsligninger for et stift legeme i planen.
- Skal have viden om hydrauliske grundstørrelser.
- Skal have viden om hydrauliske komponenter og deres karakteristika.
- Skal have opnået viden om og forståelse af hydrauliske kredsløb og analyse af disse under stationære forhold.
- Skal have viden om elektriske grundstørrelser og grundelementer.
- Skal have opnået viden om og forståelse af lineære elektriske kredsløb og analyse af disse under stationære DC og AC driftsforhold.
- Skal have kendskab til magnetiske kredse og analyse af disse.
- Skal have viden om transformatoren, DC-maskinen og asynkronmaskinen.

#### *Færdigheder*

- Skal kunne opstille og anvende kinematiske ligninger for bevægelsesanalyse.
- Skal have kendskab til hydrauliske komponenter og systemer, styring af hydrauliske systemer, styreventiler, tryk og flow styrede ventiler og og hydrostatiske transmissioner.
- Skal kunne formulere de statiske ligninger for hydrauliske komponenter.
- Skal kunne løse de statiske ligninger for et hydraulisk system med henblik på at kunne bestemme tryk, flow og tab.
- Skal kunne analysere enkle og sammensatte elektriske kredsløb og kunne anvende kredsløbsteknikken til at beregne strømme, spændinger, energier og effekter i simple DC kredse og stationære vekselstrømskredse.
- Skal kunne forstå databladsspecifikationer for elektriske motorer og hydrauliske komponenter.

#### *Kompetencer*

- Skal kunne opstille og anvende Newtons lovmæssigheder for massebehæftede stive legemer i plane tilfælde.
- Skal kunne opstille og anvende energi- og bevægelsesmængdebetragninger for stive legemer.
- Skal kunne beskrive virkemåde og opstille og løse de centrale statiske ligninger for hydrauliske komponenter og systemer.
- Skal kunne beskrive virkemåde for de almindelige elektriske maskiner.
- Skal kunne sammensætte og analysere et hydraulisk og elektrisk aktiveringssystem ud fra statistisk analyse og databladsspecifikationer.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.5.3 Maskinelementer, analyse og dimensionering (5 ECTS)

**Titel:** Maskinelementer, analyse og dimensionering  
Machine Elements, Analysis and Dimensioning

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 3. semester eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have viden om dimensionering af konstruktionsdele mod fågangsbelastninger og mod mangegangsbelastninger.
- Skal have viden om fremskaffelse af nødvendige materialedata som grundlag for dimensionering.
- Skal have viden om fastsættelse af rimelige sikkerhedsfaktorer.
- Skal have viden om spændingskoncentrationer og deres betydning.
- Skal have viden om, hvordan man tager hensyn til fleraksede spændingstilstande.
- Skal have viden om klassiske maskinelementer (f.eks. lejer, aksler og aksel/navforbindelser, skruer og forspændte skrueforbindelser).
- Skal have viden om elementær anvendelse af normer i forbindelse med dimensionering af lastbærende stålkonstruktioner.
- Skal have viden om Palmgren-Miners delskadshypotese.
- Skal have viden om elasticitetsteoriens grundlæggende begreber, ligninger og løsningsmetoder.
- Skal have viden om beregningsmetoder for statisk ubestemte bjælkekonstruktioner, dog med primær vægt lagt på superposition af elementartilfælde (kraftmetoden).
- Skal have viden om elementmetodens (FEM, The Finite Element Method) grundlæggende begreber, ligninger og løsningsmetoder.
- Skal have viden om hensigtsmæssig anvendelse af solidelementer/bjælkeelementer.
- Skal have viden om anvendelse af elementmetodeberegninger til vurdering af svejste detaljers udmattelsesstyrke/udmattelseslevetid.
- Skal have viden om anvendelse af mindst et kommercielt elementmetodeprogram (f.eks. simulationsdelen i SolidWorks)
- Skal kunne forstå og reflektere over foranstående teorier, metoder og praksis

*Færdigheder:*

- Skal kunne redegøre for modulets\* teorier, metoder og praksis.
- Skal kunne anvende modulets\* begreber, teorier og metoder kombineret med elementær klassisk faststofmekanik til analyse og hensigtsmæssig udformning af klassiske maskinelementer og svejste konstruktionsdele.
- Skal kunne anvende elementære funktioner i et kommercielt FEM-program (f.eks. Simulation-delen i SolidWorks) til analyse af såvel kontinuumsdetaljer som bjælkekonstruktioner.

\* En specifik oversigt over modulets detaljerede indhold af teorier, metoder og praksis fremgår af kursets lektionsplan

*Kompetencer:*

- Skal kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdsmæssige sammenhænge vedrørende dimensionering

af klassiske maskinelementer og svejste konstruktionsdele samt anvendelse af FEM.

- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang vedrørende dimensionering af klassiske maskinelementer og svejste konstruktionsdele samt anvendelse af FEM.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og, i tilknytning til professionen, udvikle egen viden og færdigheder vedrørende dimensionering af klassiske maskinelementer og svejste konstruktionsdele samt anvendelse af FEM.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.5.4 Faststofmekanik og elasticitetsteori (5 ECTS)

**Titel:** Faststofmekanik og elasticitetsteori  
Solid Mechanics and Theory of Elasticity

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 3. semester eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal demonstrere viden om vridning og bjælkebøjning.
- Skal kunne analysere sammensatte påvirkninger.
- Skal kunne identificere planspænding og tøjning.
- Skal kunne anvende Mohrs cirkel for planspænding.
- Skal have kendskab til elasticitetsteori.

*Færdigheder:*

- Skal kunne forstå de grundlæggende principper for opstilling og løsning af styrende ligninger for stænger udsat for aksial deformation, torsion og bøjning.
- Skal kunne demonstrere forståelse af de grundlæggende principper for opstilling og løsning af styrende ligninger for strukturelle elementer i plan spænding og plantøjning vha. elasticitetsteori.
- Skal opnå en god fysisk forståelse af statiske svigtkriterier.
- Skal kunne forstå de grundlæggende principper for opstilling og løsning af styrende ligninger for statisk ubestemte strukturelle elementer.

*Kompetencer:*

- Skal kunne bestemme spændinger i strukturelle komponenter ved givne belastningssituationer vha. faststofmekaniske teorier og modeller.
- Skal kunne bestemme forskydninger i udvalgte punkter i strukturelle komponenter udsat for kombineret belastningstilfælde.
- Skal kunne løse statisk ubestemte problemer af bjælker i bøjning.
- Skal kunne forstå principperne bag stabilitet og bulning og kunne bestemme kritiske laster.
- Skal kunne forstå og anvende grundlæggende faststofmekaniske energibetragtninger.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.



### 3.6 Maskin og produktion, 5. semester

#### 3.6.1 Design af reguleringssystemer (15 ECTS)

**Titel:** Design af reguleringssystemer  
Design of Control Systems

**Forudsætninger:** 4. semester på maskin og produktion ved AAU eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal med udgangspunkt i en udvalgt dynamisk relateret problemstilling kunne formulere en problemstilling, der kræver en automatisk regulering (feedback styring) for at kunne opfylde en række krav.
- Skal kunne definere krav, typisk knyttet til begreber som nøjagtighed, hurtighed (respons), robusthed og stabilitet til en automatisk regulering.
- Skal kunne løse en automatisk problemstilling ved brug af teoretisk analyse og design af en reguleringssløjfe og evaluering af forskellige reguleringsparadigmer.
- Skal kunne anvende klassisk feedback regulering, feedforward regulering, modelbaseret regulering og kombinationer heraf.

*Færdigheder:*

- Skal kunne forstå et fysisk system, lave en matematisk model baseret på fysiske love og eksperimentelt bestemme og/eller validere modelparametre.
- Skal kunne opstille performancespecifikationer beskrevet enten i tidsdomænet (stigetid, oversving, stationære fejl etc.) eller i frekvensdomænet (båndbredde, resonans etc.)
- Skal kunne opstille en simuleringsmodel af systemet, analysere og prediktere dynamisk respons og validere modellen ved brug af eksperimenter.
- Skal kunne opstille lineære differentialligninger.
- Skal kunne benytte styring-/reguleringsstrategi til opfyldelse af performancespecifikationer.
- Skal kunne implementere et reguleringssystem (analogt/digitalt) og eksperimentel evaluere og validere af dets performance.

*Kompetencer:*

- Skal kunne demonstrere et solidt teoretisk reguleringsteknisk fundament, bl.a. fokuseret på hvordan styringen/reguleringen kan implementeres digitalt og hvilke implementeringsmæssige aspekter der er forbundet hermed.
- Skal kunne anvende reguleringsteorien til at specificere performancekriterier.
- Skal kunne designe (syntese) lineære regulatorer, baseret på reguleringstekniske metoder og teorier.
- Skal kunne redegøre for de anvendte begreber, teorier og metoder til at beskrive og analysere konkrete applikationer.
- Skal kunne implementere designede regulatorer digitalt og kunne analysere effekten af den digitale implementering.
- Skal kunne forstå de fysiske begrænsninger, der er relateret til forskellige aktueringer og regulatordesign.

**Undervisningsmetode:** Projektet gennemføres i projektgrupper med maksimalt 6 medlemmer per gruppe.

**Eksamination:** Projektet bedømmes ved en ekstern mundtlig eksamen på baggrund af en projektrapport.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.6.2 Dimensionering af reguleringssystemer (15 ECTS)

**Titel:** Dimensionering af reguleringssystemer  
Dimensioning of Control Systems

**Forudsætninger:** 4. semester på maskin og produktion ved AAU eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal med udgangspunkt i udvalgte applikationer, som er automatisk regulerede og hvor alle relevante komponenter og instrumenter er givet, kunne definere en opgave således, at den færdige reguleringssløjfe kan indstilles til en tilfredsstillende ydeevne ud fra givne krav.
- Skal kunne specificere krav til en given opstilling knyttet til begreber som nøjagtighed, hurtighed (respons), robusthed og stabilitet.
- Skal kunne analysere og tune givne reguleringssløjfer.
- Skal for givne applikationer kunne bibringe følgende fire basale funktionsblokke:
  - 1. Processen, der skal styres/reguleres (f.eks. temperatur, en mekanisk mekanisme til at transmittere bevægelse/kraft).
  - 2. En aktueringsdel (f.eks. elektrisk motor og power supply, hydraulisk cylinder og ventil).
  - 3. Sensorer til at måle diverse tilstande.
  - 4. Regulator (digital signalprocessor (DSP) eller microprocessor) sammen med brugerinterface og kommunikationsudstyr.
- Skal for hvert af de betragtede systemer kunne udføre en komplet dynamisk analyse indebærende:
  - Forstå det fysiske system, lave en fysisk model og eksperimentelt bestemme og/eller validere modelparametre.
  - Opstille en simuleringsmodel af systemet, analysere og prediktere dynamisk respons og validere modellen ved brug af eksperimenter.
  - Linearisering af modellen og relatere performancespecifikationer til polernes placering, frekvenskarakteristika etc.
  - Design af styring-/reguleringsstrategi til opfyldelse af performancespecifikationer.
  - Implementering af reguleringssystemet (analogt/digitalt) og eksperimentel evaluering og validering af dets performance.

*Færdigheder:*

- Skal kunne anvende reguleringsteorien til at specificere performancekriterier.
- Skal kunne designe (syntese) lineære regulatorer, baseret på reguleringstekniske metoder og teorier.
- Skal kunne redegøre for de berørte begreber, teorier og metoder til at beskrive og analysere konkrete applikationer.
- Skal kunne anvende begreber, teorier og metoder til at lave en matematisk beskrivelse af konkrete applikationer.
- Skal kunne implementere designede regulatorer digitalt og kunne analysere effekten af den digitale implementering.

*Kompetencer:*

- Skal have tilegnet sig et solidt teoretisk reguleringsteknisk fundament, hvor der er fokus på hvordan styringen/reguleringen kan implementeres digitalt og hvilke implementeringsmæssige aspekter, der er forbundet hermed.

- Skal kunne forstå de fysiske begrænsninger der er relateret til forskellige aktueringer og regulatordesign.

**Undervisningsmetode:** Projektet gennemføres i projektgrupper med maksimalt 6 medlemmer per gruppe.

**Eksamination:** Projektet bedømmes ved en ekstern mundtlig eksamen på baggrund af en projektrapport.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.6.3 Numeriske metoder (5 ECTS)

**Titel:** Numeriske metoder  
Numerical Methods

**Forudsætninger:** Kursusmodulet "Matematik 3"

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have forståelse for løsning af partielle differentialligninger med analytiske metoder.
- Skal have forståelse for forskellige numeriske metoder.
- Skal have forståelse for finite difference, finite volume og finite element metoden.

*Færdigheder:*

- Skal kunne anvende analytiske metoder til løsning af partielle differentialligninger, herunder
  - Separationsmetoden og D'Alemberts princip.
- Skal kunne anvende numeriske metoder til løsning af matematiske problemer, herunder:
  - Lineære ligningssystemer, Gauss elimination, faktoreringsmetoder, iterativ løsning af lineære ligningssystemer (bl.a. Gauss-Seidel), dårligt konditionerede lineære ligningssystemer, Matrix egenværdiproblemer, løsning af ikke-lineære ligninger, interpolation, splines, numerisk løsning af bestemt integrale, numerisk løsning af første ordens differentialligninger og numerisk løsning af anden ordens differentialligninger.
- Skal kunne anvende finite difference metoden til løsning af partielle differentialligninger, herunder
  - Differenstillnærmelser, elliptiske ligninger, Dirichlet og Neumann randværdier, paraboliske ligninger, eksplicitte og implicitte metoder, Theta-metoden og hyperbolske ligninger.
  - Relationen til finite volume metoden.
- Skal have forståelse for finite element metoden til løsning af partielle differentialligninger.

*Kompetencer:*

- Skal kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med numeriske metoder i studie- eller arbejdssammenhænge.
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for matematiske numeriske metoder.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for numeriske metoder.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.6.4 Reguleringsteknik (5 ECTS)

**Titel:** Reguleringsteknik  
Control Theory

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 4. semester eller tilsvarende

**Mål:** Efter kurset skal den studerende:

#### *Viden*

- Have viden om modellering af fysiske systemer og linearisering af disse.
- Have forståelse for lineære reguleringssystemers dynamiske og stationære opførsel
- Have forståelse for absolut og relativ stabilitet.
- Have viden om frekvensrespons- og rodkurveanalyse af lineære systemer.
- Have viden om designteknikker for klassiske lineære regulatorer.
- Have viden om tilstandsmodellering.
- Have viden om operationsforstærkeren og dens anvendelse til realisering af simple analoge regulatorstrukturer.
- Have viden om DC maskinens anvendelse som aktuator i et reguleringssystem.

#### *Færdigheder*

- Kunne opstille modeller af dynamiske systemer i form af blokdiagrammer, overføringsfunktioner og på tilstandsform.
- Kunne analysere et systems respons og stabilitet i både tids- og frekvensdomænet vha. Routh-Hurwitzs stabilitetskriterium, Bode-diagram og Nuquists kriterium.
- Kunne designe lineære regulatorer, herunder lag, lead, og PID regulatorer i både Laplace- og frekvensdomænet.
- Kunne anvende operationsforstærkere til praktisk realisering af analoge regulatorer, herunder tilpasning af signalniveauer.
- Kunne designe en regulator til en DC motor.
- Kunne redegøre for de anvendte begreber, teorier og metoder til at beskrive og analysere konkrete applikationer.
- Kunne benytte korrekte begreber, notationer og symboler.

#### *Kompetencer*

- Kunne anvende reguleringsteorien til at specificere performancekriterier.
- Kunne udvælge passende regulatorer og beregne og vurdere deres indflydelse på systemresponsen.
- Skal kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med grundlæggende reguleringsteknik og tilstandsmodellering.
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for grundlæggende reguleringsteknik og tilstandsmodellering.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for grundlæggende reguleringsteknik og tilstandsmodellering.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.6.5 Måleteknik og dataopsamling (5 ECTS)

**Titel:** Måleteknik og dataopsamling  
(Measuring Technique and Data acquisition)

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 4. semester eller tilsvarende

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal kunne anvende statistiske metoder til at planlægge og udføre forsøg.
- Skal kunne anvende statistiske metoder til at analysere forsøgsresultater og vurdere resultaternes validitet.
- Skal have kendskab til forsøg med 1 faktor, fulde faktorforsøg med 2k faktorer, reducerede faktorforsøg og variansanalyse.
- Skal have kendskab til modellering af data vha. responsoverflader og robust design af processer og produkter.
- Skal have indsigt i strain gauges og strain gauge målinger som tidstro måling af tøjninger i reelle konstruktioner udsat for reelle driftsbetingelser.
- Skal have indsigt i hvordan tøjningsmålinger kan omregnes til tidstro spændingstilstande i konstruktionerne.
- Skal have viden om fuldfeltsmåleteknikker.
- Skal have praktisk erfaring med en fuldfeltsmåleteknik.

*Færdigheder:*

- Skal kunne opstille empiriske proces- og produktmodeller med udgangspunkt i forsøgsresultater.
- Skal kunne anvende et dedikeret statistikprogram til forsøgsplanlægning, databehandling og procesmodellering.
- Skal kunne dokumentere forsøg således at forsøgets reproducerbarhed sikres.
- Skal kunne identificere input og output i en given opstilling.
- Skal kunne udvælge relevante sensorer og transducer til en given opstilling.
- Skal kunne udvælge passende dataopsamlingskort til givne signaler.
- Skal kunne anvende de berørte begreber, teorier og metoder til udformning af professionelle målesystemer til måling med strain gages ved konkrete problemstillinger.
- Skal kunne anvende tidligere erhvervet viden vedrørende bjælketeori og elasticitetsteori til at omregne målte tøjninger til spændinger og/eller snitkræfter.
- Skal kunne anvende de berørte begreber, teorier og metoder til at vurdere størrelsen af såvel systematiske som tilfældige fejl og usikkerheder ved måling med strain gages.

*Kompetencer:*

- Skal have indsigt i hvordan opgaver gribes an, når der skal testes, hvad enten det drejer sig om en produktionslinje med slutinspektion - eller om udviklingsopgaver, hvor det eksempelvis drejer sig om tests af prototyper. I begge situationer skal der bibringes indsigt i hvordan de indsamle data til en efterfølgende analyse, kan udføres efter principperne for forsøgsplanlægning.
- Skal kunne designe et dataopsamlingssystem inkl. software.
- Skal kunne anvende relevante begreber, teorier og metoder til strain gauge måling ved konkrete problemstillinger.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.



### 3.7 Maskin og produktion, 6. semester

#### 3.7.1 Bachelorprojekt (15 ECTS)

**Titel:** Bachelorprojekt  
BSc Project

**Forudsætninger:** 5. semester på maskin og produktion eller tilsvarende

**Mål:** Studerende der gennemfører modulet:

##### *Viden*

- Skal ved inddragelse af mindst to væsentlige ingeniørmæssige fagligheder redegøre for, hvordan disse forskellige faglige discipliner hhv. påvirker og afhænger af hinanden.

##### *Færdigheder*

- Skal med udgangspunkt i en velafgrænset problemstilling kunne designe et mekanisk system, der skal opfylde en række krav f.eks. mht. pris, lav vægt, dynamisk performance, styring og regulering, materiale- og procesvalg.
- Skal kunne udarbejde en kravspecifikation indeholdende bl.a. krav til funktionalitet og performance.
- Skal kunne opsøge og udarbejde en løsning, og præsentere den i form af skitser, diagrammer, tekniske tegninger samt virtuelle og evt. fysiske prototyper.
- Skal kunne dokumentere løsningen beregningsmæssigt med hensyn til performance og funktionalitet. Dette kan indebære både en total dynamisk model af det samlede system (regulering - aktivering - mekanik), linierede modeller af reguleringen samt faststofmekaniske modeller af delsystemer og enkeltkomponenter.
- Skal kunne dokumentere en løsning produktionsmæssigt med hensyn til materiale- og procesvalg. Dette kan indebære bl.a. at proceskæden beskrives fra råmateriale/halvfabrikata til færdig komponent for samtlige væsentlige dele.
- Skal kunne dokumentere en løsning økonomisk; dette kan f.eks. omfatte en kalkulation af fremstillingsprisen per stk.

##### *Kompetencer*

- Skal for et forholdsvis kompliceret produkt kunne anvise hvordan det specificeres, konstrueres, styres og produceres, og på professionel vis kunne dokumentere dette.
- Skal kunne vurdere væsentlige økonomiske aspekter i forbindelse med et produkts fremstilling.

**Undervisningsmetode:** Projektet gennemføres i projektgrupper med maksimalt 4 medlemmer per gruppe.

**Eksamination:** Projektet bedømmes ved en ekstern mundtlig eksamen på baggrund af en projektrapport.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.7.2 Elementmetodeteori og kontinuummekanik (5 ECTS)

**Titel:** Elementmetodeteori og kontinuummekanik  
(Theory of Finite Elements and Continuum Mechanics)

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 5. semester eller lignende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal kunne forstå centrale begreber, teorier og metoder vedrørende elasticitetsteori.
- Skal vha. elasticitetsteori kunne beskrive rumlige deformationstilstande, således at de geometriske, de dynamiske/statiske samt de konstitutive betingelser er opfyldte.
- Skal kunne forstå centrale begreber, teorier og metoder vedrørende elementmetoder.
- Skal kunne anvende teorier og metoder fra elementmetoder til analyse af konstruktioner og konstruktionsdetaljer.
- Skal kunne anvende analyseresultater fra elementmetoder til at designe hensigtsmæssigt udformede konstruktioner.

#### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for de overvejelser, der er forbundet med at anvende begreber, teorier og metoder fra elasticitetsteori og elementmetoder i praksis.
- Skal kunne benytte korrekte begreber, notationer og symboler.
- Skal kunne anvende indeksnotation og tensorer til håndtering af elasticitetsteoretiske problemstillinger.

#### *Kompetencer*

- Skal kunne anvende elasticitetsteorien til bestemmelse af flytninger, tøjninger og spændinger under forskellige belastningstilfælde.
- Skal kunne anvende elasticitetsteoretiske analyseresultater til at designe hensigtsmæssigt udformede konstruktioner.
- Skal kunne anvende de berørte begreber, teorier og metoder til at beskrive og analysere konkrete problemstillinger vha. elementmetoder.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.7.3 Dynamiske systemer og svingningslære (5 ECTS)

**Titel:** **Dynamiske systemer og svingningslære**  
(Dynamical Systems and Theory of Vibration)

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 5. semester eller lignende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal kunne demonstrere kendskab til elementære begreber for mekaniske systemer som frihedsgrader, globale og lokale koordinatsystemer rotationsmatricer og eulervinkler.
- Skal kunne redegøre for 2D kinematiske bindinger (rotationsled, translationsled, og sammensatte led) og 3D kinematiske bindinger (sfæriske led and rotationsled), samt aktuatorbindinger (rotations- og translatorisk aktivering).
- Skal kunne opstille ligningerne for hastighed og acceleration.
- Skal kunne opstille bevægelsesligningerne for frie bevægelser af stive legemer og bevægelsesligningerne for kinematiske bundne stive legemer.
- Skal kunne gøre rede for, generaliserede reaktionskræfter, koblede kinematiske og kinetiske ligninger.
- Skal kunne gøre rede for on-line, off-line og hybrid programmering af robotter.
- Skal kunne gøre rede for simulering af en robots drift.
- Skal kunne gøre rede for forward og invers kinematik.
- Skal kunne beskrive led og ledforbindelser.
- Skal kunne anvende Denavit-Hartenbergs formalisme.
- Skal kunne gøre rede for invers manipulatorkinematik
- Skal kunne anvende trajectory generering og kontrol.
- Skal kunne anvende ledinterpolation og kartesisk interpolation.
- Skal kunne gøre rede for lineær styring af manipulatorer.
- Skal kunne redegøre for design af robotstyring.

#### *Færdigheder*

- Skal kunne opstille flermassemodellens bevægelsesligning samt bestemme egenværdier for samme.
- Skal kunne opstille Lagranges ligning.
- Skal kunne anvende modalanalyse for frie og tvungne svingninger.
- Skal kunne opstille bevægelsesligninger for frie og tvungne svingninger af diskrete mekaniske systemer med en eller to frihedsgrader.
- Skal kunne udlede ækvivalent masse, ækvivalent stivhed og ækvivalent dæmpning for diskrete fjeder-masse-dæmpersystemer med en eller to frihedsgrader.
- Skal kunne beregne resonansfrekvenser og egensvingningsformer ved frie svingninger af mekaniske systemer med en eller to frihedsgrader.

#### *Kompetencer*

- Skal kunne anvende passende metoder til løsning af tvungne svingninger af mekaniske systemer med en eller to frihedsgrader.
- Skal kunne anvende begreber, teorier og metoder for mekaniske stiv-legemesystemer, og systematisk kunne opstille bevægelsesligningerne for komplekse mekaniske systemer.
- Skal kunne udvælge en industriel robot til en given applikation under hensyntagen til det nødvendige antal frihedsgrader og styringsmuligheder.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.7.4 Videnskabsteori og entrepreneurskab (5 ECTS)

**Titel:** Videnskabsteori og entrepreneurskab  
(Scientific Theory and Entrepreneurship)

**Forudsætninger:** Bestået maskin og produktion 5. semester eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet:

*Viden:*

- Skal have viden om ingeniørfagets traditioner, grundlæggende antagelser og ingeniørens rolle i samfundet, samt etiske problemstillinger indenfor ingeniørvidenskaben.
- Skal have kendskab til videnskabsteoretiske retninger og traditioner (objektivisme/subjektivisme) samt forestilling om verden, viden og læring, paradigmebegrebet, ingeniørvidenskab og sandhedsbegrebet.
- Skal have kendskab til mulige karriereretninger indenfor ingeniørfaget, herunder som rådgivende, projektleder, forsker m.m.
- Skal have kendskab entrepreneurskab, herunder muligheder for opstart af egen virksomhed.

*Færdigheder:*

- Skal kunne anvende videnskabsteoretiske metoder og begreber indenfor ingeniørfagets fagligheder.
- Skal kunne planlægge eget karriereforløb.
- Skal kunne håndtere opstart af selvstændig virksomhed.
- Skal kunne analysere virksomheders organisationsformer.
- Skal kunne redegøre for et produkts eller en løsnings innovative indhold og muligheder.
- Skal kunne reflektere over en virksomheds håndtering af innovation.

*Kompetencer:*

- Skal kunne indgå i det daglige arbejde i en virksomhed.

**Undervisningsform:** Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. afsnit 3.

**Prøveform:** Intern mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

**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 2014.

Studerende, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra 2011, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2016, idet der ikke efter dette tidspunkt udbydes eksamener efter den hidtidige studieordning.

I henhold til Rammestudieordningen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige 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<sup>3</sup>. Hvis projektet er skrevet på engelsk, skal resumeet skrives på dansk<sup>4</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 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 omkring forløb og afslutning 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.

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

### 5.4 Særligt projektforsløb

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.

### 5.5 Eksamensregler

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

---

<sup>3</sup> Eller et andet et fremmedsprog (fransk, spansk eller tysk) efter studienævnets godkendelse

<sup>4</sup> Studienævnet kan dispensere herfra

## **5.6 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.

## **5.7 Uddybende information**

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

## **Regler og krav om læsning af tekster på fremmedsprog og angivelse af hvilket kendskab til fremmedsproget(ene) dette forudsætter**

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