



# Studieordning for bacheloruddannelsen i energi

Godkendt d. 4/9-18

for Mogens Rysholt Poulsen  
dekan

Olav Bert

Aalborg Universitet

September 2015  
Version 2

## Forord

I medfør af lov 960 af 14. august 2014 om universiteter (Universitetsloven) med senere ændringer fastsættes følgende studieordning for bacheloruddannelsen i energi. Uddannelsen følger endvidere rammestudieordningen og tilhørende eksamensordning ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet.

Bacheloruddannelsen i energi er en treårig uddannelse, som giver adgang til civilingeniøruddannelsen i bæredygtig energiteknik under Studienævn for Energi med én af følgende specialiseringer:

- Offshore energisystemer
- Proces og forbrændingsteknik

samt til civilingeniøruddannelsen i energiteknik under Studienævn for Energi med én af følgende specialiseringer:

- Brændselsceller og brintteknologi
- Effektelektronik og elektriske drivsystemer
- Elektriske anlæg og højspændingsteknik
- Mekatronisk reguleringsteknik
- Termisk energi og procesteknik
- Vindmølleteknologi

Derudover kan bacheloruddannelsen være adgangsgivende til andre civilingeniøruddannelser på AAU:

Se <http://www.aau.dk/uddannelser/kandidat/>

Uddannelserne giver et bredt teoretisk fundament og gode praktiske værktøjer til løsning af problemstillinger inden for et bredt anvendelsesområde. Der går i dybden med forskellige områder, fx inden for nye energiproduktionssystemer samt anvendelse og effektivisering af energi.

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
Forord.....	2
Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv. ....	4
1.1 Bekendtgørelsesgrundlag .....	4
1.2 Fakultetstilhørsforhold.....	4
1.3 Studienævntilhørsforhold .....	4
Kapitel 2: Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil .....	4
2.1 Optagelse.....	4
2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk .....	4
2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS.....	4
2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil .....	4
2.5 Uddannelsens kompetenceprofil .....	4
Kapitel 3. Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse .....	6
3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester.....	8
3.1.a P0 projekt på 1. semester .....	8
3.1.b P1 projekt på 1. semester .....	8
3.1.c Kursusmodul 1. semester Calculus .....	9
3.1.d Kursusmodul 1. semester Energisystemers grundlæggende fysik og opbygning.....	10
3.1.e Kursusmodul 1. semester Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund.....	11
3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester.....	12
3.2.a Projekt på 2. semester .....	12
3.2.b Kursusmodul 2. semester Elektriske grundfag .....	13
3.2.c Kursusmodul 2. semester Grundlæggende mekanik og termodynamik.....	14
3.2.d Kursusmodul 2. semester Lineær algebra.....	15
3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester.....	16
3.3.a. Projekt på 3. semester .....	16
3.3.b Kursusmodul 3. semester AC kredsløbsteori .....	17
3.3.c Kursusmodul 3. semester Anvendt ingeniørmatematik .....	17
3.3.d Kursusmodul 3. semester Termodynamik, varmetransmission og strømningsslære grundfag .....	19
3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester.....	20
3.4.a. Projekt på 4. semester .....	20
3.4.b Kursusmodul 4. semester Grundlæggende regulering.....	20
3.4.c Kursusmodul 4. semester Mekanik.....	21
3.4.d Kursusmodul 4. semester Realtidssystemer og programmeringssprog.....	22
3.5 Modulbeskrivelser for 5. semester.....	24
3.5.a. Course in Problem Based Learning and Student Responsibilities at Aalborg University.....	24
3.5.b. Projekt på 5. semester dynamiske systemer .....	25
3.5.c Projekt på 5. semester termiske processer.....	26
Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser. ....	27
3.5.d Kursusmodul 5. semester Elektriske maskiner.....	27
3.5.e Kursusmodul 5. semester Moderne digital regulering .....	28
3.5.f Kursusmodul 5. semester Modellering af termiske systemer .....	29
3.5.g Kursusmodul 5. semester Numeriske metoder.....	30
3.5.h Kursusmodul 5. semester Varmetransmission .....	31
3.6 Modulbeskrivelser for 6. semester.....	31
3.6.a. Bachelorprojekt på 6. semester dynamiske systemer .....	32
3.6.b. Bachelorprojekt på 6. semester termiske processor .....	32
3.6.c Kursusmodul 6. semester Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering .....	33
3.6.d. Kursusmodul 6. semester Effektelektronik .....	34
3.6.e Kursusmodul 6. semester Kemisk termodynamik og procesoptimering.....	35
3.6.f Kursusmodul 6. semester Offshore teknologi og hydraulik .....	36
3.6.g Kursusmodul 6. semester Strømningsmaskiner .....	37
Kapitel 4. Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision .....	38
Kapitel 5. Andre regler .....	38
5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet.....	38
5.2 Regler om merit, herunder mulighed for valg af moduler, der indgår i en anden uddannelse ved et universitet i Danmark eller udlandet .....	38
5.3 Regler om forløb af bacheloruddannelsen.....	38
5.4 Afslutning af bacheloruddannelsen.....	39
5.5 Eksamensregler .....	39
5.6 Dispensation .....	39
5.7 Regler og krav om læsning af tekster på fremmedsprog.....	39
5.8 Uddybende information.....	39

## Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv.

### 1.1 Bekendtgørelsesgrundlag

Bacheloruddannelsen i energi er tilrettelagt i henhold til Uddannelses- og Forskningsministeriets bekendtgørelse nr. 1520 af 16. december 2013 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (Uddannelsesbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 670 af 19. juni 2014 om eksamen ved universitetsuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen) med senere ændringer. Der henvises yderligere til bekendtgørelse nr. 257 af 18. marts 2015 (Adgangsbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 114 af 3. marts 2015 (Karakterbekendtgørelsen) med senere ændringer.

### 1.2 Fakultetstilhørsforhold

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

### 1.3 Studienævnstilhørsforhold

Bacheloruddannelsen hører under Studienævn for Energi ved School of Engineering and Science.

### 1.4 Censorkorps

Uddannelsen hører under Ingeniøruddannelsernes landsdækkende censorkorps

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

### 2.1 Optagelse

Optagelse på bacheloruddannelsen i energi forudsætter en gymnasial uddannelse.

Uddannelsens specifikke adgangskrav er Dansk A, Engelsk B, Matematik A, samt ét af følgende sæt krav:

1. Fysik B og Kemi C
2. Fysik B og Bioteknologi A
3. Geovidenskab A og Kemi C

### 2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk

Bacheloruddannelsen giver ret til betegnelsen:

- Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (energi med specialisering i dynamiske systemer). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Energy Engineering with specialisation in Dynamic Systems)
- Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (energi med specialisering i termiske processer). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Energy Engineering with specialisation in Thermal Processes)

### 2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS

Bacheloruddannelsen er en treårig 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

Personer, der har opnået bachelorgraden i energi, har følgende kompetenceprofil:

## Viden

- Har viden om teori, metode og praksis inden for termisk, elektrisk og mekanisk energiteknik og dets reguleringsmæssige forhold.
- Kan forstå og reflektere over teorier, metode og praksis inden for ovennævnte energitekniske områder.
- Har viden om og indsigt i grundlæggende termiske, mekaniske og elektriske forhold i form af varmeledning, strømningslære, termodynamik, kredsløbsteori, elektricitetslære, materialelære, elektriske og termiske maskiner, hydraulik, statik og styrke- og svingningslære.
- Har viden om og indsigt i ingeniørmæssigt matematisk grundlag.
- Har viden om og indsigt i grundlæggende reguleringsteknik, samt laboratorieteknik, dataopsamling og praktik.

Derudover gælder for dimittender, der har specialiseret sig i:

- *Dynamiske systemer*: Har viden om og indsigt i analyse og design af dynamiske systemer, herunder såvel elektriske, mekaniske såvel som hydrauliske systemer.
- *Termiske processer*: Har viden om og indsigt i køle- og varmeteknik, forbrænding, termisk procesdesign og termiske energisystemer.

## Færdigheder

- Kan anvende metoder og redskaber inden for termisk, elektrisk og mekatronisk energiteknik og anvende disse færdigheder ved beskæftigelse inden for det energitekniske område.
- Kan vurdere teoretiske og praktiske problemstillinger samt begrunde og vælge relevante løsningsmodeller med udgangspunkt i opstillede energitekniske, matematiske, simulerings- og/eller analysemodeller.
- Kan formidle faglige problemstillinger og løsningsmodeller til fagfæller og ikke-specialister eller samarbejdspartnere og brugere.
- Kan styre og regulere enheder inden for det energitekniske fagområde.
- Kan foretage videnskabelige analyser på baggrund af opnåede resultater fra modeller eller praktiske målinger på energitekniske systemer.

## Kompetencer

- Kan håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdsammenhænge.
- Kan selvstændigt indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for det energitekniske område.
- Kan identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer.
- Kan omsætte akademiske kundskaber og færdigheder til praktisk problembearbejdning og løsning
- Har efter endt bacheloruddannelse i energi opnået erhvervskompetencer inden for planlægning, produktion, distribution samt forbrug af elektrisk, termisk og/eller mekanisk energi, samt regulering af energitekniske systemer. De opnåede kompetencer sætter den studerende i stand til at 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 energi er energiforsyningsselskaber, vindmølle-, maskin- og procesindustrien samt elektroteknik- og rådgivende virksomheder.

## Kapitel 3. Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

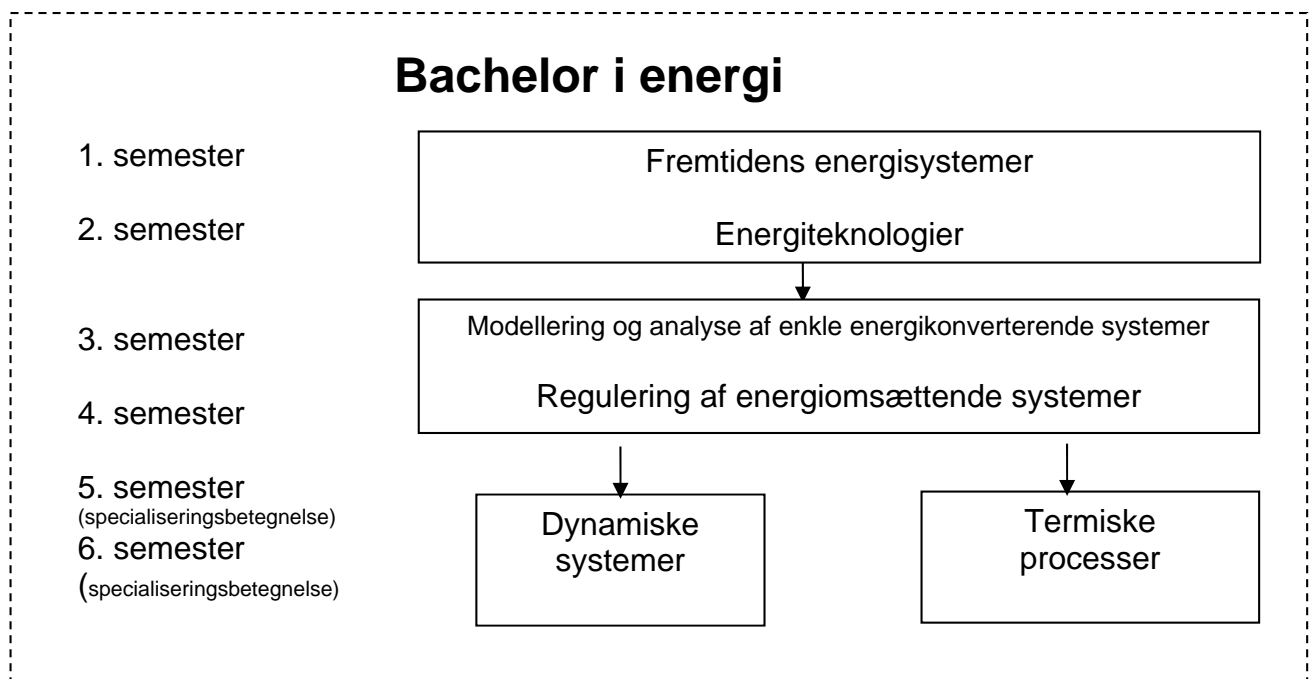
Uddannelsen er modulopbygget og tilrettelagt som et problembaseret studium. Et modul er et fagelement eller en gruppe af fagelementer, der har som mål at give den studerende en helhed af faglige kvalifikationer inden for en nærmere fastsat tidsramme angivet i ECTS-point, og som afsluttes med en eller 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 (individuel og i grupper)
- lærerfeedback
- faglig refleksion
- porteføljearbejde
- laboratoriearbejde

Bacheloruddannelsen i energi indeholder faglige elementer inden for såvel det termiske, det elektriske, det reguleringsmæssige som det mekatroniske område og er fælles for alle studerende på 1.-4. semester, mens studiet deler sig ud i to specialiseringer, der fungerer som i alt 50 ECTS valgfag: Termiske processer og dynamiske systemer på 5.-6. semester. Undervisningen på 5.-6. semester foregår på engelsk, da der optages internationale gæstestuderende.

Det er tilladt at skrive projektrapporten på engelsk på 1.-4. semester, såfremt vejleder er af anden baggrund end dansk, eller hvis de studerende vil øve sig i det engelske sprog. Dette er under forudsætning af, at samtlige gruppemedlemmer giver deres samtykke hertil.



## Uddannelsesoversigt

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

Uddannelsens moduler på de fire første semestre					
Semester	Kode	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
1	B1-1	Introduktion til teknisk rapportskrivning (P0)	5	B/IB	Intern
	B1-2	Fremtidens energisystemer (P1)	10	7-skala	Intern
	B1-3	Calculus	5	7-skala	Intern
	B1-4	Energisystemers grundlæggende fysik og opbygning	5	B/IB	Intern
	B1-5	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	5	B/IB	Intern
2	B2-1	Energiteknologier	15	7-skala	Ekstern
	B2-2	Elektriske grundfag	5	7-skala	Intern
	B2-3	Grundlæggende mekanik og termodynamik	5	7-skala	Intern
	B2-4	Lineær algebra	5	7-skala	Intern
3	B3-1	Modellering og analyse af enkle energikonverterende systemer	15	7-skala	Ekstern
	B3-2	AC-kredsløbsteori	5	7-skala	Intern
	B3-3	Anvendt ingeniørmatematik	5	7-skala	Intern
	B3-4	Termodynamik, varmetransmission og strømningslære	5	7-skala	Intern
4	B4-1	Regulering af energiomsættende systemer	10	7-skala	Intern
	B4-2	Grundlæggende regulering	5	7-skala	Intern
	B4-3	Mekanik	5	7-skala	Intern
	B4-4	Realtidssystemer og programmeringssprog	10	B/IB	Intern

Bachelor i energi med specialisering i dynamiske systemer, hvor de 2 sidste semestre fungerer som valgfag					
Semester	Kode	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
5	BE5-1	Offshore dynamiske systemer	15	7-skala	Ekstern
	B5-5	Elektriske maskiner	5	7-skala	Intern
	BE5-2	Moderne digital regulering	5	7-skala	Intern
	B5-7	Numeriske metoder	5	7-skala	Intern
6	BE6-1	Bachelorprojekt: Regulering af offshore systemer	15	7-skala	Ekstern
	B6-4	Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering	5	B/IB	Intern
	BE6-2	Effektelektronik	5	7-skala	Intern
	BE6-3	Offshore teknologi og hydraulik	5	7-skala	Intern

Bachelor i energi med specialisering i termiske processer, hvor de 2 sidste semestre fungerer som valgfag					
Semester	Kode	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
5	B5-3	Design af termiske systemer	15	7-skala	Ekstern
	B5-6	Modellering af termiske systemer	5	7-skala	Intern
	B5-7	Numeriske metoder	5	7-skala	Intern
	B5-8	Varmetransmission	5	7-skala	Intern
6	B6-3	Bachelorprojekt: Termomekaniske energisystemer	15	7-skala	Ekstern
	B6-4	Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering	5	B/IB	Intern
	B6-7	Kemisk termodynamik og procesoptimering	5	7-skala	Intern
	B6-8	Strømningsmaskiner	5	7-skala	Intern

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 kurset *Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund*.

### 3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester

#### 3.1.a P0 projekt på 1. semester

##### Titel

B1-1 Introduktion til teknisk rapportskrivning/Introduction to Technical Project Writing

##### Mål

Studerende der gennemfører projektet skal:

##### *Viden*

- Have kendskab til enkelte elementære begreber inden for det energitekniske område
- Have et grundlæggende kendskab til arbejdsprocesserne i et projektarbejde, videnstilegnelse og samarbejde med vejleder

##### *Færdigheder*

- Kunne beskrive og analysere et energiteknisk emne og belyse det fra en eller flere projektvinkler
- Kunne opstille løsningsforslag til enkle energitekniske problemstillinger baseret på en idegenereringsproces
- Kunne formidle projektets arbejdsresultater skriftligt, grafisk og mundtligt på en sammenhængende måde
- Kunne analysere egen læringsproces

##### *Kompetencer*

- Kunne identificere energitekniske problemstillinger og reflektere over dem i den problemorienterede og projektorgerede studieform
- Kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport

##### Undervisningsform

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

##### Prøveform

Intern mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

##### Vurderingskriterier

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

#### 3.1.b P1 projekt på 1. semester

##### Titel

B1-2 Fremtidens energisystemer/Energy Systems of the Future

##### Mål

Studerende der gennemfører projektet skal:

##### *Viden*

- Kunne definere og forstå de i projektarbejdet anvendte energitekniske begreber samt have en grundlæggende forståelse for de anvendte metoder, teorier og/eller modeller inden for det energitekniske område
- Have forståelse for energisystemers opbygning og modeller herfor
- Have opnået viden om den faglige energitekniske profil som uddannelsen sigter imod

##### *Færdigheder*



- Kunne definere de i projektrapporten anvendte energitekniske og kontekstuelle begreber
- Kunne udarbejde en problemanalyse og en problemformulering
- Kunne beskrive de anvendte energitekniske teorier og metoder til analyse af den valgte problemstilling med inddragelse af relevante sammenhænge
- Kunne opstille enkle energitekniske modeller for det udvalgte energisystem eller dele heraf

#### *Kompetencer*

- Kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Kunne planlægge og reflektere over egne erfaringer med projektarbejdet og problembearbejdningen under anvendelse af relevante analysemetoder
- Kunne vurdere projektets problemstilling i forhold til en bæredygtig udvikling af energisystemer
- Kunne anvende de i projektarbejdet benyttede metoder/teorier i forbindelse med analyse af en problemstilling af energifaglig karakter

#### **Undervisningsform**

Projektarbejde med vejledning evt. suppleret med forelæsninger, workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

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

#### **Prøveform**

Intern mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

#### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### **3.1.c Kursusmodul 1. semester Calculus**

#### **Titel**

B1-3 Calculus/Calculus

#### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal have kendskab til definitioner, resultater og teknikker inden for teorien for differentiation og integration af funktioner af to eller flere variable
- Skal have kendskab til de trigonometriske funktioner og deres inverse funktioner
- Skal have kendskab til 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 inte-

- grationsteori
- 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 anden ordens differentiaalligninger med konstante koefficienter, generelt, og med begyndelsesbetingelser
- Skal kunne ræsonnere med kurssets 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**

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

#### **Prøveform**

Intern individuel mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

#### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### **3.1.d Kursusmodul 1. semester Energisystemers grundlæggende fysik og opbygning**

#### **Titel**

B1-4 Energisystemers grundlæggende fysik og opbygning/Fundamental Energy System Physics and Topology

#### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

#### *Viden*

- Have viden om og forståelse for energibegreber
- Have viden om og forståelse for energisystemers opbygning
- Have viden om væsentlige energimaskiner som fx pumper, turbiner, varmevekslere, elmotorer og generatorer og deres funktion
- Have viden om enkle energitekniske beregninger
- Have opnået viden om statiske og kvasistatiske elektriske og magnetiske felter, kapacitet og induktans

#### *Færdigheder*

- Kunne gennemføre grundlæggende energi- og effektmæssige beregninger
- Kunne opstille en model af et simpelt energisystem
- Kunne opstille simple formler for processerne i væsentlige energimaskiner
- Kunne gennemføre grundlæggende steady-state beregninger på energisystemer
- Kunne analysere statiske og kvasi statiske elektriske og magnetiske felter og deres udbredelse
- Kunne anvende elektrofysikken til bestemmelse af elektrisk modstand, kapacitans og induktans
- Kunne anvende elektrofysikken til beregning af mekaniske kræfter frembragt af elektriske og magnetiske felter

- Have færdigheder inden for elektrisk strøm, elektriske og magnetiske felter samt Ampères lov, Faradays lov, Lenz' lov samt Maxwells ligninger og ferromagnetiske materialer

#### *Kompetencer*

- Tilegne sig terminologien for fagområdet
- Kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for energitekniske systemer og elektrofysik

#### **Undervisningsform**

Forelæsninger, eventuelt suppleret med laboratorieøvelser og selvstudier.

#### **Prøveform**

Intern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

#### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### **3.1.e Kursusmodul 1. semester Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund**

#### **Titel**

B1-5 Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund/Problem-based Learning in Science, Technology and Society

#### **Mål**

Studerende der har gennemført modulet skal have:

#### *Viden*

- Viden der gør den studerende i stand til at:
  - Redegøre for den 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 studieforbøb 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 mix af forelæsninger, seminarer, workshops, gruppekonsultation og selvstudie.

### **Prøveform**

Kurset eksamineres individuelt i pensum på baggrund af en skriftlig opgave.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

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

### **3.2.a Projekt på 2. semester**

#### **Titel**

B2-1 Energiteknologier/Energy Technologies

#### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet fremtidens energisystemer eller tilsvarende

#### **Mål**

Studerende der gennemfører projektet skal:

##### *Viden*

- Have viden og forståelse for at udvikle et energiteknisk produkt, en maskine og/eller nogle komponenter
- Have viden og forståelse for deres funktionsmæssige principper samt deres anvendelse
- Have viden om hvordan man opstiller en kravspecifikation til et produkt
- Kunne forstå grundlæggende principper inden for mekanik, termodynamik samt energikonvertering og lagring

##### *Færdigheder*

- Kunne vælge, beskrive og anvende relevante tekniske, naturvidenskabelige og kontekstuelle modeller, teorier og metoder til analyse og bearbejdning af den valgte energitekniske problemstilling
- Kunne bearbejde den valgte energitekniske problemstilling med inddragelse af relevante sammenhænge og/eller perspektiver
- Kunne foretage kritisk vurdering af relevansen af den indhentede viden i forhold til projektarbejdet, herunder vurdere de valgte modeller, teorier og/eller metoders egnethed
- Kunne gennemføre en metodisk og konsekvent vurdering for et energiteknisk produkt, teknisk såvel som samfundsmæssigt
- Kunne opstille simuleringsmodeller for udvalgte dele af produktet
- Kunne udføre praktiske tests af produktet i laboratoriet eller bearbejde relevante data fra andet eksperimentelt arbejde
- Kunne analysere de opnåede eller anvendte data og sammenholde dem med simulerede værdier
- Kunne analysere og udvikle tekniske løsninger i et bæredygtighedsperspektiv

##### *Kompetencer*

- Kunne planlægge, styre og perspektivere et projektarbejde med henblik på det videre studieforløb

- Kunne foretage et systematisk valg af metoder til videnstilegnelse i forbindelse med problemanalyse og problembearbejdning af et energiteknisk problem

### **Undervisningsform**

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper. Dokumentation for anvendte data skal vedlægges P2-rapporten i form af velstrukturerede og metodiske journaler. Projektarbejdet dokumenteres i en P2-projektrapport, udarbejdelse af en P2-procesanalyse samt deltagelse i et fremlæggelsesseminar.

### **Prøveform**

Ekstern mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.2.b Kursusmodul 2. semester Elektriske grundfag**

### **Titel**

B2-2 Elektriske grundfag/Introduction to Electrical Engineering

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

#### *Viden*

- Have opnået viden om og forståelse for resistive elektriske kredsløb
- Have opnået viden om og forståelse for operationsforstærkere
- Have opnået viden om og forståelse for induktive og kapacitive elektriske kredsløb
- Have opnået viden om og forståelse for elektrisk måleteknik
- Have opnået viden om forskellige elektriske læresætninger
- Have opnået viden om og forståelse for laboratorieprocedurer i forbindelse med el-tekniske laboratorieforsøg

#### *Færdigheder*

- Kunne analysere enkle og sammensatte elektriske DC-kredse
- Kunne anvende kredsløbsteknikken til at beregne strømme, spændinger, energier og effekter i DC-kredse
- Kunne anvende kredsløbsreduktionsmetoder til at reducere elektriske kredse
- Kunne anvende analyse metoder til at designe operationsforstærkerkoblinger
- Kunne planlægge og udføre velgennemtænkte, succesfulde el-tekniske laboratorieforsøg på en sikker og hensigtsmæssig vis
- Kunne anvende softwareværktøj til design af elektriske kredse
- Have færdigheder inden for følgende områder:
  - Grundlæggende DC-kredsløbsteori (indeholdende energilagrende komponenter), Ohms lov, enheder, Kirchhoffs love, kredsløbsreduktioner (serie og parallel), stjerne-trekant koblinger, afhængige og uafhængige kilder, knudepunkts- og maskemetoden, grundlæggende operationsforstærkerkoblinger, den ideelle operationsforstærker, Thévenin og Nortons teoremer, superposition og maksimal effektoverføring, første og anden ordens transienter
  - Måling af strøm, spænding, effekt og energi, anvendelse af almindelige elektriske måleinstrumenter som voltmeter, amperemeter, wattmeter i digital teknologi samt oscilloskoper
  - Målenøjagtighed, sammensat målefejl og usikkerhedsberegninger
- Kunne anvende software til beregninger af forskellige elektriske signaler i enkle elektriske kredse

#### *Kompetencer*

- Skal kunne håndtere enkle udviklingsorienterede situationer i forbindelse med elektriske kredse og laboratorieopstillinger i studie- eller arbejdssammenhænge
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for grundlæggende DC-kredsløbsteori
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for grundlæggende kredsløbsteori og el-tekniske laboratorieforsøg.

### **Undervisningsform**

Forelæsninger med efterfølgende opgaver og øvelser. Der er mødepligt til kursusgangene i forbindelse med laboratorieøvelserne.

### **Prøveform**

4 timers samlet skriftlig, intern individuel prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.2.c Kursusmodul 2. semester Grundlæggende mekanik og termodynamik**

### **Titel**

B2-3 Grundlæggende mekanik og termodynamik/Introduction to Mechanics and Thermodynamics

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden*

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

#### *Færdigheder*

- Skal kunne løse simple problemer inden for de emner, der er opnået viden om

#### *Kompetencer*

- Skal 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**

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

### **Prøveform**

Intern individuel skriftlig prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

### Vurderingskriterier

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### 3.2.d Kursusmodul 2. semester Lineær algebra

#### Titel

B2-4 Lineær algebra/Linear Algebra

#### Mål

Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

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

#### Færdigheder

- Skal kunne anvende teori og regneteknik for lineære ligningssystemer til at afgøre løsbarehed, 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  $\mathbb{R}^n$
- Skal kunne løse separable og lineære første ordens differentilligninger, generelt, og med begyndelsesbetingelser

#### Kompetencer

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

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

### **Undervisningsform**

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

### **Prøveform**

Intern individuel mundtlig eller skriftlig prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

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

### **3.3.a. Projekt på 3. semester**

#### **Titel**

B3-1 Modellering og analyse af enkle energikonverterende systemer/Modelling and Analysis of Simple Energy Conversion Systems

#### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet energiteknologier eller tilsvarende

#### **Mål**

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

##### *Viden*

- Have viden om grundlæggende termiske, fluidmekaniske samt elektriske teorier og metoder og deres anvendelse og begrænsninger
- Have forståelse for de indgående delkomponenters funktion
- Have opnået viden om og erfaring med laboratoriearbejde med energikonverterende systemer
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier set i forhold til semestrets tema

##### *Færdigheder*

- Kunne redegøre for enkle energitekniske konverteringsprocesser
- Kunne anvende projektmodulets teorier og metoder til modeldannelse af delkomponenter i - og/eller det samlede energikonverterende system
- Kunne analysere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriearbejde i henhold til projektets tema

##### *Kompetencer*

- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder inden for grundlæggende termiske, fluidmekaniske og elektriske forhold til en praktisk problemstilling, der kan bearbejdes og findes en løsning til
- Have opnået evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde inden for det elektriske, fluidmekaniske og termiske energiområde

### **Undervisningsform**

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper.

### **Prøveform**

Ekstern mundtlig prøve i pensum baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.



### 3.3.b Kursusmodul 3. semester AC kredsløbsteori

#### Titel

B3-2 AC-kredsløbsteori/AC Circuit Theory

#### Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulet elektriske grundfag eller tilsvarende

#### Mål

Studerende der gennemfører modulet skal:

##### *Viden*

- Have opnået forståelse for:
  - Grundlæggende steady-state analyser inden for AC-kredsløb
  - Grundlæggende steady-state effekt analyser inden for AC-kredsløb
  - Koncepterne for gensidig induktans, koblingskoefficienter, den ideelle transformer og vindingsforhold
  - Karakteristika for balancerede trefasede kredsløb
  - Basale trefasede stjerne og delta koblinger
  - Variable frekvensforhold for basale R, L og C kredsløb
  - Karakteristika for basale filtre: Lavpas, højpas, båndpas og båndstop
  - Forskellige typer af kredsløbsfunktioner
  - Definition af poler og nulpunkter
  - Laplace domæne repræsentation af grundlæggende kredsløbselementer (medtaget begyndelsesbetingelser): R, L og C
  - Karakteristika for dioder og passive enfasede og trefasede ensrettere
  - Fourier-teknikker til kredsløbsanalyse

##### *Færdigheder*

- Kunne foretage beregninger af strømme og spændinger i steady-state AC-kredsløb
- Kunne foretage steady-state effektanalyser inden for AC-kredsløb
- Kunne foretage beregninger på magnetisk koblede kredsløb
- Kunne beregne spændinger, strømme, effekter og effektfaktor i trefasede kredsløb
- Kunne lave Bode-plot og frekvensanalyser for variable-frekvens kredsløb
- Kunne lave kredsløbsanalyser ved hjælp af Laplace transformation
- Kunne designe enfasede og trefasede diodeensrettere
- Kunne lave Fourier-analyser af periodiske signaler i elektriske kredsløb

##### *Kompetencer*

- Skal kunne håndtere enkle udviklingsorienterede situationer i forbindelse med AC-kredsløbstekniske problemstillinger i studie- eller arbejdssammenhænge.
- Skal kunne udføre laboratoriarbejde og analysere resultaterne for AC-kredsløb under studie- og i arbejdssammenhænge

#### Undervisningsform

Forelæsninger med efterfølgende opgaveregning og laboratorieøvelser.

#### Prøveform

4 timers skriftlig, intern individuel prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

#### Vurderingskriterier

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### 3.3.c Kursusmodul 3. semester Anvendt ingeniørmatematik

## Titel

B3-3 Anvendt ingeniørmatematik/Applied Engineering Mathematics

## Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulerne calculus og lineær algebra eller tilsvarende

## Mål

Studerende der gennemfører modulet:

### Viden

- Skal have viden om grundlæggende regneregler inden for vektoranalyse i det 2 og 3 dimensionale rum, og hvordan de anvendes på ingeniørområdet
- Skal kunne forstå Laplace-transformation og anvende den til løsning af differentialligninger bla. eksempelvis ved problemstillinger fra fx mekanik, elektronik eller varmeledning
- Skal have viden om komplekse analytiske funktioner
- Skal have forståelse for potensrækker og Taylor-rækker
- Skal have forståelse for hvordan komplekse analytiske funktioner og rækkeudviklinger kan anvendes i forhold til fysiske systemer

### Færdigheder

- Skal kunne anvende vektoranalyse, herunder:
  - Indre produkt (prik-produkt)
  - Vektor-produkt (kryds-produkt)
  - Vektor- og skalarfunktioner og felter
  - Vektor kurver, tangent og længde
  - Vektordifferentialregning: Gradient, divergens, rotation
  - Vektorintegralregning: Linje-integraler, kurveafhængighed af linje-integraler, dobbelt-integraler, Greens sætning i planet, overflade-integraler
- Skal kunne anvende Fourier-rækker, herunder:
  - Fourier-rækker og trigonometriske rækker
  - Periodiske funktioner
  - Lige og ulige funktioner
  - Komplekse Fourier-rækker
- Skal kunne anvende LaPlace-transformation, herunder:
  - Definition af LaPlace-transformation. Invers transformation. Linearitet og s-skifte
  - Transformation af almindelige funktioner, herunder periodiske, impuls og trin funktioner
  - Transformation af afledede og integraler
  - Løsning af differentialligninger
  - Foldning og integralligninger
  - Differentiation og integration af transformerede systemer med ordinære differentialligninger
- 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: Linje-integraler i det komplekse plan
  - Cauchys integral sætning

### Kompetencer

- Skal kunne håndtere vektoranalyse, rækker, LaPlace-transformation og komplekse analytiske funktioner på grundlæggende ingeniørmæssige eksempler

## Undervisningsform

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

## Prøveform

4 timers skriftlig, intern individuel prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

## Vurderingskriterier

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### **3.3.d Kursusmodul 3. semester Termodynamik, varmetransmission og strømningslære grundfag**

#### **Titel**

B3-4 Termodynamik, varmetransmission og strømningslære/Thermodynamics, Heat Transfer and Fluid Dynamics

#### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet grundlæggende mekanik og termodynamik eller tilsvarende

#### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet:

##### *Viden*

- Skal have viden om maskinteknisk termodynamik, grundlæggende strømningslære og varmetransmission
- Skal have viden om varmeledning udtrykt ved termiske modstandsnetværk
- Skal kunne forstå
  - Maskinteknisk termodynamik
  - Grundlæggende strømningslære
  - Grundlæggende konvektion
  - Varmeledning udtrykt som i termiske modstandsnetværker
  - Varmevekslere eller køling af elektroniske komponenter

##### *Færdigheder*

- Skal kunne anvende maskinteknisk termodynamik til løsning af praktiske problemstillinger i ingeniørmæssige sammenhænge
- Anvende energiligningen på strømninger i rørsystemer med forskellige komponenter
- Skal kunne anvende simpel strømningslære til at analysere de fluidmekaniske påvirkninger på objekter omgivet af en fluid i bevægelse
- Skal kunne beregne varmestrøm i termiske modstandsnetværk
- Skal kunne beregne varmeovergang ved eksterne og interne strømninger

##### *Kompetencer*

- Skal have evnen til at anvende fagområdet i tværfagligt samarbejde med andre fagområder
- Skal kunne formidle problemstillingen, samt den anvendte løsningsmetode til personer uden indgående kendskab til fagområdet
- Skal kunne fortolke resultatet og præsentere de overordnede konklusioner

#### **Undervisningsform**

Forelæsninger suppleret med selvstudier/studiekredse.

#### **Prøveform**

Skriftlig eksamen, intern individuel prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

#### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### 3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester

#### 3.4.a. Projekt på 4. semester

##### Titel

B4-1 Regulering af energiomsættende systemer/Control of Energy Conversion Systems

##### Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulet modellering og analyse af enkle energikonverterende systemer eller tilsvarende

##### Mål

Studerende der gennemfører projektet skal:

##### *Viden*

- Have opnået viden om modellering af grundlæggende mekaniske, elektriske og/eller termiske systemer
- Have opnået forståelse for grundlæggende reguleringsteknik
- Have opnået viden om og erfaring med eksperimentelt arbejde hvor reguleringsteknik anvendes sammen med et energikonverterende system

##### *Færdigheder*

- Kunne opstille dynamiske modeller af et energikonverterende system og kunne implementere disse modeller i et simuleringsværktøj
- Være i stand til at opstille krav til et reguleringssystem under hensyntagen til systemets egenskaber og begrænsninger
- Kunne anvende grundlæggende reguleringsteknik til dimensionering af en regulator og kunne vurdere den fundne regulatorstrategis egnethed
- Have kendskab til praktisk implementering af en regulator samt forståelse for instrumentering til måling af et systems tilstande
- Kunne vurdere opnåede teoretiske resultater og eksperimentelle resultater baseret på laboratoriearbejde

##### *Kompetencer*

- Have opnået evne til at kunne anvende akademiske kundskaber og færdigheder inden for grundlæggende reguleringsteknik på en praktisk problemstilling
- Have opnået evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde inden for det energimæssige reguleringstekniske område

##### Undervisningsform

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper.

##### Prøveform

Intern mundtlig prøve i pensum baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

##### Vurderingskriterier

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

#### 3.4.b Kursusmodul 4. semester Grundlæggende regulering

##### Titel

B4-2 Grundlæggende regulering/Fundamental Control Theory

##### Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulerne calculus, lineær algebra og anvendt ingeniørmatematik eller tilsvarende

## Mål

Studerende der gennemfører modulet:

### Viden

- Skal have viden om modellering af fysiske systemer og deres dynamik
- Skal have viden om metoder til linearisering af ulineære systemer
- Skal have forståelse for et systems stationære egenskaber og dynamiske respons, herunder indflydelse af systemets type og orden samt placering af poler og nulpunkter
- Skal have forståelse for åben- og lukket-sløjfe-begreberne
- Skal have forståelse for et systems frekvensrespons
- Skal have forståelse for absolut og relativ stabilitet og metoder til analyse af stabilitet
- Skal have forståelse for rodkurve-analyse og viden om regulator design vha. rodkurver
- Skal have forståelse for regulator design vha. frekvensresponsteknikker
- Skal have viden om praktisk implementering af regulatorer

### Færdigheder

- Skal kunne modellere og analysere enkle dynamiske systemer (elektriske, mekaniske og termiske), samt have forståelse for analogierne mellem disse
- Skal kunne opstille lineære modeller af dynamiske systemer vha. blokdiagrammer og overføringsfunktioner
- Skal kunne anvende reguleringsteori til at specificere performancekriterier
- Skal kunne analysere et systems respons og stabilitet vha. de lineære metoder
- Skal kunne udvælge passende lineære regulatorer og forudsige/vurdere deres indflydelse på et givet system
- Skal kunne dimensionere en lineær regulator til et givet system, således performancekrav overholdes
- Skal kunne vurdere problemstillingen og den anvendte løsningsmetode samt formidle resultatet heraf til et teknisk publikum

### Kompetencer

- Skal kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med grundlæggende reguleringsteknik og modellering
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for grundlæggende reguleringsteknik og modellering
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for grundlæggende reguleringsteknik og modellering

## Undervisningsform

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

## Prøveform

Intern individuel skriftlig prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

## Vurderingskriterier

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### 3.4.c Kursusmodul 4. semester Mekanik

#### Titel

B4-3 Mekanik/Mechanics

#### Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulet grundlæggende mekanik og termodynamik eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal have forståelse for begreber som kraft, moment og statisk ligevægt
- Skal have forståelse for arealinertimomenter og masseinertimomenter
- Skal have forståelse for kinematik af stive legemer
- Skal have forståelse for kinetik af stive legemer og systemer af legemer på planart niveau
- Skal have viden om 3D kinetik af stive legemer
- Skal have forståelse for grundlæggende faststofmekanik, herunder tøjning, spænding og torsion
- Skal have forståelse for spændinger i homogene bjælker (herunder aksler), herunder spændingspåvirkning ved træk/tryk, vridning og udbøjning
- Skal have viden om udbøjning af bjælker under lastpåvirkning

#### *Færdigheder*

- Skal kunne udvælge passende understøtninger/indspændinger for at kunne analysere mekaniske strukturer og enkeltdele
- Skal kunne analysere stive plane mekaniske strukturer, såvel statisk som dynamisk
- Skal kunne bestemme arealinertimomenter og masseinertimomenter af udvalgte elementer
- Skal kunne beskrive de kræfter og påvirkning der er på stive legemer i 3D
- Skal kunne analysere bjælkeelementer mht. tøjning og spænding under forskellige belastningssituationer
- Skal kunne analysere grundlæggende tilfælde af udbøjning af bjælker

#### *Kompetencer*

- Skal kunne benytte de tilegnede færdigheder til udvikling og analyse af mekaniske systemer
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for mekaniske systemer
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for mekanik

### **Undervisningsform**

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

### **Prøveform**

Intern individuel skriftlig prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.4.d Kursusmodul 4. semester Realtidssystemer og programmeringssprog**

### **Titel**

B4-4 Realtidssystemer og programmeringssprog/Real-Time Systems and Programming Languages

### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet anvendt ingeniørmatematik eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

## Viden

- Have viden om talsystemer (decimal, binær, hexadecimal), basale aritmetiske operatører og repræsentation af hel- og decimaltal
- Have viden om basale logiske komponenter og enkle kombinatoriske kredsløb
- Have grundlæggende viden om bi-stable (flip-flops) komponenter og deres anvendelse i enkle synkrone sekventielle kredsløb
- Have forståelse for hvordan digitale signaler repræsenteres i forskellige elektriske logikfamilier samt forstå deres statiske og dynamiske elektriske karakteristikker
- Have kendskab til metoder for programudvikling og kunne forstå udviklingsprocessen for et program fra problemformulering til endelig implementering
- Have kendskab til syntaksen for programmeringssproget C, herunder viden om hukommelsesstyring, datatyper og variable, kontrolstrukturer, funktioner samt brug af pointere
- Have grundlæggende kendskab til C-sprogets pre-processor, kompilator og linker samt brug af flere kildefiler og biblioteksfiler
- Have kendskab til brug af et integreret udviklingsmiljø til programudvikling i C og til fejlfinding
- Have grundlæggende forståelse for mikrokontrollere, deres arkitektur og anvendelse i realtidssystemer
- Have kendskab til basale perifere enheder i mikrokontrollere, herunder digital input og output samt analog input og output
- Have kendskab til virkemåden for digital til analog konvertere og analog til digital konvertere samt deres praktiske anvendelse i en mikrokontroller
- Have kendskab til specielle perifere enheder, herunder pulsbreddemodulator og interface til en enkoder med kvadratursignaler
- Have kendskab til udvikling/fejlfinding af C-programmer til mikrokontrollere anvendt i realtidapplikationer med både interrupt service rutiner og ikke-tidskritiske rutiner
- Have kendskab til tidsdiskret implementering af filtre, regulatorer og pulsbreddemodulatorer i mikrokontrollere
- Have kendskab til metoder til grafisk programmering
- Have kendskab til programmering vha. dataflowteknikker ved brug af basale datatyper og kontrolstrukturer for både ikke-tidskritiske- og realtid-applikationer
- Have kendskab til anvendelse af integreret udviklingsmiljø for grafisk programmering og fejlfinding
- Have kendskab til hardware til brug ved dataopsamling

## Færdigheder

- Være i stand til at analysere, designe og realisere simple kombinatoriske og sekventielle logiske kredsløb
- Være i stand til at beskrive de væsentligste elektriske karakteristika for forskellige logikfamilier og forstå hvornår interfacekredsløb skal anvendes
- Være i stand til at interface en mikrokontrollers perifere enheder til eksterne enheder (aktuatorer, sensorer, osv.) ved at tage hensyn til alle relevante elektriske forhold
- Være i stand til at udvælge et passende realtidssystem og tilhørende programmeringsmiljø til en given ingeniørmæssig problemstilling
- Være i stand til at neddele et program i mindre moduler, der kan programmeres, fejlfindes, og afprøves enkeltvist
- Være i stand til at udvikle applikationer i programmeringssproget C og vha. grafisk programmering, der kan løse en given problemstilling, som kan have realtidskrav
- Være i stand til at planlægge, udføre og dokumentere eksperimenter, hvor en mikrokontroller anvendes i et realtidssystem med både analoge og digitale input og output.

## Kompetencer

- Skal selvstændigt kunne udføre design og udvikling inden for fagområdet realtidssystemer og deres programmering
- Skal selvstændigt være i stand til at videreudvikle egen viden og kompetencer inden for fagområdet ud over indholdet i dette kursusmodul

### **Undervisningsform**

Kurset afvikles som en blanding af forelæsninger, workshops, øvelser, selvstudium og miniprojekt.

### **Prøveform**

Undervisningsdeltagelse med mindst 80% fremmøde samt godkendelse af miniprojekt, der kan udarbejdes gruppevis. Omfang ca. 10 sider (max 2800 karakterer per side).

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

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

### **3.5.a. Course in Problem Based Learning and Student Responsibilities at Aalborg University**

#### **Title**

Problembaseret læring og studerendes ansvar for læring på Aalborg Universitet/Problem-based Learning and Student Responsibilities at Aalborg University

#### **Prerequisites**

None, but the course is compulsory for students not acquainted to the Aalborg PBL model

#### **Objective**

Students who complete the module should:

#### *Knowledge*

- Have knowledge about the organization at Aalborg University and where to get help in different matters
- Have knowledge about how to communicate both in your project groups but also when attending courses
- Have comprehension for how a semester is structured and about the different examination forms we use at Aalborg University
- Have comprehension for how project work and laboratory work is carried out at Aalborg University including safety issues in the laboratory
- Have comprehension for issues concerning plagiarism and the consequence when doing plagiarism
- Have knowledge about the software which is used in the study
- Have knowledge about the IT systems used and how to get started
- Have knowledge about the students counselor and what they can do

#### *Skills*

- Be able to use problem based learning and perform group work when doing projects and courses at Aalborg University
- Be able to use Moodle i. e. for finding lecture plans, time schedules etc.

#### *Competences*

- Be able to apply the concepts, theories and methods for problem based learning and group work
- Be able to account for the considerations involved in the process of formulating project reports in practice.

### **Type of instruction**



Lectures, discussions and group work. The course will take place on Wednesday afternoons.

### **Form of examination**

Internal assessment during the course/class participation according to the rules in the Examination Policies and Procedures, Addendum to the Framework Provision of Faculty of Engineering and Science, Aalborg University. In this case the assessment is primarily based on the oral performance during the course, this means that the student has to be active during the course time and participate in discussions. The course is an integrated part of the project for those not acquainted to the Aalborg PBL model, and is a precondition for participation in the project examination. In this way there will be no diploma for the course and it will not be visible on the academic transcripts.

### **Evaluation criteria**

Passed/not passed as stated in the Framework Provisions

## **3.5.b. Projekt på 5. semester dynamiske systemer**

### **Titel**

BE5-1 Offshore dynamiske systemer/Offshore Dynamic Systems

### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet regulering af energiomsættende systemer eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører projektet skal:

#### *Viden*

- Kunne forstå vigtigheden af integration af modellering og regulering i et dynamisk multidisciplinært system.
- Kunne forstå vigtigheden af fysisk og matematisk modellering i et dynamisk system.
- Have forståelse for digital implementering og basale teknikker for digital reguleringsdesign.
- Have forståelse for implementering og basale teknikker for tilstand reguleringsdesign og moderne reguleringsteknik.
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier set i forhold til semestrets tema
- Kunne forstå at opsætte en business case for det dynamiske multidisciplinære system

#### *Færdigheder*

- Kunne anvende en dynamisk analyseproces på offshore energi systemer.
- Kunne anvende modeller for og foretage analyser på mekaniske, elektriske, elektromekaniske, fluid, termiske og multidisciplinære systemer, som vindmølle-transmissionssystemer, eller olie- og gas-systemer.
- Have opnået erfaring med laboratoriearbejde med et dynamisk systems reguleringsmæssige forhold.
- Kunne analysere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriearbejde.
- Kunne lave en cost-benefit analyse på det dynamiske multidisciplinære system

#### *Kompetencer*

- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder indenfor dynamiske multidisciplinære systemer til en praktisk problemstilling indenfor offshore energisystemer, og kunne bearbejde en sådan problemstilling.
- Have opnået evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde inden for de multidisciplinære systemer.

- Have opnået evne til at kunne vurdere basale økonomiske forhold ved udvikling og idriftsættelse af systemer eller apparater

### **Undervisningsform**

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper. Der gives et antal lektioner i forretningsøkonomi, for at understøtte læringsmålene omkring dette. Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

Ekstern mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport. Det er en forudsætning for de studerende, som ikke har studeret Aalborg PBL modellen på Aalborg Universitet, at de har bestået kurset i "Problembaseret læring og studerendes ansvar for læring på Aalborg Universitet" forud for projekteksamen, se afsnit 3.5.a.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.5.c Projekt på 5. semester termiske processer**

### **Titel**

B5-3 Design af termiske systemer/Design of Thermal Systems

### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet regulering af energiomsættende systemer eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører projektet skal:

#### *Viden*

- Have viden og indsigt i termiske maskiner og systemers virkemåde
- Have viden omkring metoder til design af termiske energisystemer
- Have viden om samspillet imellem komponenterne, der indgår i termiske maskiner og energisystemer
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier set i forhold til semestrets tema
- Kunne forstå at opsætte en business case for termiske maskiner eller systemer

#### *Færdigheder*

- Kunne udvikle og anvende stationære modeller af termiske systemer i fuldlast og dellast
- Have grundlæggende færdigheder til design af optimale systemkonfigurationer og fastlæggelse af driftsparametre for termiske systemer
- Kunne analysere opnåede resultater fra simuleringer og evt. laboratoriearbejde, og samle dem til at give et helhedsindtryk af systemets performance
- Kunne lave en cost-benefit analyse for termiske maskiner eller systemer

#### *Kompetencer*

- Have opnået evne til at omsætte akademiske kundskaber og færdigheder inden for termiske systemer til bearbejdning af en praktisk problemstilling
- Have opnået evne til at indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde inden for termiske systemer
- Have opnået evne til at kunne vurdere basale økonomiske forhold ved udvikling og idriftsættelse af systemer eller apparater

## Undervisningsform

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper. Der gives et antal lektioner i forretningsøkonomi, for at understøtte læringsmålene omkring dette. Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende, eller hvis underviser er udenlandsk.

## Prøveform

Ekstern mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport. Det er en forudsætning for de studerende, som ikke har studeret Aalborg PBL modellen på Aalborg Universitet, at de har bestået kurset i "Problembaseret læring og studerendes ansvar for læring på Aalborg Universitet" forud for projektexamen, se afsnit 3.5.a.

## Vurderingskriterier

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### 3.5.d Kursusmodul 5. semester Elektriske maskiner

#### Titel

B5-5 Elektriske maskiner/Electrical Machines

#### Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulerne lineær algebra, calculus, anvendt ingeniørmatematik samt AC kredsløbsteori eller tilsvarende

#### Mål

Studerende der gennemfører modulet skal:

##### *Viden*

- Have grundlæggende viden om elektromagnetiske fænomener, driftsmåden samt opbygningen af transformere og elektriske maskiner
- Have viden om flux, flux-sammenkobling, fase induktanser og gensidig induktans og deres karakteristika
- Have grundlæggende viden om elektromekanisk energiomformning
- Have viden om trefasede vindinger og roterende magnetiske felter
- Have viden om maskinematerialer og deres karakteristika samt praktiske forhold og standarder for elektriske maskiner
- Have viden om transformere, DC-, AC- og synkronmaskiner og fastlæggelsen af deres parametre ved test og opstilling af steady-state ækvivalentkredsløbsmodeller herfor under forskellige driftsbetingelser

##### *Færdigheder*

- Kunne lave beregninger på ækvivalentkredsløbsmodeller for transformere og elektriske maskiner
- Kunne lave nødvendige simplificeringer af transformerens ækvivalentdiagram ved forskellige applikationer
- Kunne tegne vektordiagrammer for transformeren og elektriske maskiner
- Kunne beregne effekt, moment, hastighed, strøm, effektfaktor og virkningsgrad for transformere og elektriske maskiner
- Kunne udføre eksperimentelle forsøg til fastlæggelse af ønskede parametre for transformere og elektriske maskiner

##### *Kompetencer*

- Være i stand til at anvende ækvivalentkredsløbsdiagrammer for transformere, synkronmaskiner og asynkronmaskiner og analysere deres performance under forskellige driftsbetingelser

- Være i stand til at udføre laboratoriemålinger til fastlæggelse af ønskede parametre for ækvivalentdiagramsmodellerne
- Være i stand til at håndtere udviklingspecifikke situationer relateret til steady-state design, analyse og anvendelse af transformere og elektriske maskiner

### **Undervisningsform**

Forelæsninger, opgaver og laboratorieøvelser. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

4 timers intern individuel skriftlig prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.5.e Kursusmodul 5. semester Moderne digital regulering**

### **Titel**

BE5-2 Moderne digital regulering/Modern and Digital Control

### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet grundlæggende regulering eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

#### *Viden*

- Have viden om tilstandsmodellering og formulering af systemer på tilstandsform
- Have viden om kanoniske former og sammenhæng med overføringsfunktioner
- Have viden om et systems opførsel og stabilitet i relation til systemets egenværdier
- Have viden om styrbarhed og observerbarhed
- Have viden om polplacering og observerdesign
- Have viden om diskretisering (sampling) og rekonstruktion af tidskontinuerede signaler
- Have viden om metoder til analyse af diskret-tidssignaler og -systemer (Z-transformation)
- Have viden om metoder til design af diskret-tids-regulatorer
- Have viden om metoder til diskretisering af tidskontinueret regulator

#### *Færdigheder*

- Kunne modellere tidskontinuerede lineære dynamiske systemer på tilstandsform
- Kunne løse tilstandsligningen og kunne analysere et systems respons og stabilitet ud fra en tilstandsmodel
- Kunne designe både tilstandsregulator og tilstandsobserver til et tidskontinueret system
- Kunne modellere og analysere tidsdiskrete systemer i både åbent- og lukket-sløjfe
- Kunne vælge samplingstid
- Kunne opstille performancekrav til et lukket-sløjfe system og kunne udvælge diskret-tids-regulatorstruktur
- Kunne designe diskret-tids-regulator direkte i z-domænet
- Kunne anvende metoder til diskretisering af tidskontinueret regulator og være i stand til at vurdere resultatets anvendelighed
- Have forståelse for den praktiske implementering af tidsdiskrete regulatorer

#### *Kompetencer*

- Kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med tilstandsregulering og diskret regulering

- Selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang til tilstandsregulering og diskret regulering
- Kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for tilstandsregulering og diskret regulering

### **Undervisningsform**

Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. kapitel 3. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

Intern individuel skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.5.f Kursusmodul 5. semester Modellering af termiske systemer**

### **Titel**

B5-6 Modellering af termiske systemer/Modelling of Thermal Systems

### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulerne energisystemers grundlæggende fysik og opbygning samt termodynamik, varmetransmission og strømningsslære eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

#### *Viden*

- Have viden om stationær modellering af generelle termiske kredsløbsprocesser og energisystemer
- Kunne forstå opbygningen af termiske kredsløbsprocesser

#### *Færdigheder*

- Kunne anvende den generelle teori omkring systematisk opstilling af bevarelsesligninger til simulering af termiske systemer og termiske systemkomponenter
- Kunne vurdere driftsparametre i termiske systemer, der opererer i en stationær tilstand
- Kunne beregne og simulere termiske systemer
- Være i stand til at estimere termiske og kalorimetriske tilstandsstørrelser i termiske systemer

#### *Kompetencer*

- Have evnen til at anvende fagområdet i tværfagligt samarbejde med andre fagområder
- Kunne vurdere den bedst egnede analysemetode i forbindelse med simulering af termiske systemer og kunne beregne og simulere termiske systemer
- Kunne analysere resultatet af simuleringer af termiske systemer

### **Undervisningsform**

Forelæsninger suppleret med selvstudier/studiekredse. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

Intern mundtlig eksamen i pensum i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### 3.5.g Kursusmodul 5. semester Numeriske metoder

#### Titel

B5-7 Numeriske metoder/Numerical Methods

#### Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulet anvendt ingeniør matematik eller tilsvarende

#### 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 metoder

##### *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 ulineære ligninger
  - Interpolation
  - Splines
  - Numerisk løsning af bestemt integrale
  - Numerisk løsning af første ordens differentialligninger
  - Numerisk løsning af anden ordens differentialligninger
- Skal kunne anvende finite difference metoden til løsning af partielle differentialligninger, herunder:
  - Differenstilnærmelser
  - Elliptiske ligninger
  - Dirichlet og Neumann randværdier
  - Parabolske ligninger
  - Eksplicite og implicite metoder
  - Theta-metoden
  - 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

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

Intern individuel mundtlig prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.5.h Kursusmodul 5. semester Varmetransmission**

### **Titel**

B5-8 Varmetransmission/Heat Transfer

### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulerne grundlæggende mekanik og termodynamik samt termodynamik, varmetransmission og strømningslære eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal have viden om klassisk varmetransport, herunder naturlig konvektion, tvungen konvektion og stråling
- Skal have viden om kondensering, fordampning og kogning
- Skal kunne forstå hvilke mekanismer, der er styrende ved de ovennævnte processer
- Skal kunne forstå varmevekslere eller køling af elektroniske komponenter

#### *Færdigheder*

- Skal kunne anvende grundlæggende varmeledning, transient varmeledning eller numerisk varmeledning til analyse eller design af en termisk problemstilling
- Skal kunne beregne varmestrøm, såvel stationært som transient, i flere dimensioner og komplekse geometrier
- Skal kunne dimensionere varmevekslingsprocesser under hensyntagen til termomekaniske påvirkninger

#### *Kompetencer*

- Skal have evnen til at anvende fagområdet i tværfagligt samarbejde med andre fagområder
- Skal kunne udvælge den bedst egnede analysemetode til et varmetransmissionsproblem, herunder vurdere kvaliteten af den fremkomne løsning
- Skal kunne formidle problemstillingen, samt den anvendte løsningsmetode til personer, som ikke har kendskab til fagområdet
- Skal kunne fortolke resultatet og præsentere de overordnede konklusioner

### **Undervisningsform**

Forelæsninger suppleret med selvstudier/studiekredse. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

Mundtlig eksamen med udgangspunkt i miniprojekt i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

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

### 3.6.a. Bachelorprojekt på 6. semester dynamiske systemer

#### Titel

BE6-1 Bachelorprojekt: Regulering af offshore systemer/BSc Project: Control of offshore systems

#### Forudsætninger

Modulet bygger på viden opnået i modulet offshore dynamiske systemer eller tilsvarende

#### Mål

Studerende der gennemfører projektet skal:

##### *Viden*

- Have viden om design af komponenter og systemer, der anvendes offshore
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier set i forhold til semestrets tema

##### *Færdigheder*

- Kunne foretage syntese og designe komponenter eller systemer til offshore eller maritime multidisciplinære systemer, samt vurdere forskellige løsningsprincippers egnethed
- Kunne analysere forskellige teknologiers interaktion og begrænsninger i designprocessen.
- Have opnået erfaring med laboratoriarbejde offshore system design forhold
- Kunne analysere og vurdere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriarbejde

##### *Kompetencer*

- Kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge inden for det energitekniske område, med særligt henblik på dynamiske systemers virkemåde
- Have evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for det energitekniske område
- Kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer inden for det energitekniske område
- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder inden for dynamiske systemer til en praktisk problemstilling inden for offshore energi systemer, og kunne bearbejde en sådan problemstilling

#### Undervisningsform

Afvikles som problembaseret projektarbejde. Det er en forudsætning for de studerende, som ikke har studeret Aalborg PBL modellen på Aalborg Universitet, at de har bestået kurset i "Problembaseret læring og studerendes ansvar for læring på Aalborg Universitet" forud for projekteksamen, se afsnit 3.5.a..

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende, eller hvis underviser er udenlandsk.

#### Prøveform:

Ekstern mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

#### Vurderingskriterier:

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### 3.6.b. Bachelorprojekt på 6. semester termiske processor

#### Titel

B6-3 Bachelorprojekt: Termomekaniske energisystemer/BSc Project: Thermo Mechanical Energy Systems



## **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulet design af termiske systemer eller tilsvarende

## **Mål**

Studerende der gennemfører projektet skal:

### *Viden*

- Have viden om opbygningen af flowmaskiner og andre termiske flowsystemkomponenter anvendt i termiske energisystemer
- Have viden om de termomekaniske begrænsninger, som forekommer på grund af dynamiske påvirkninger af disse systemer
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier set i forhold til semestrets tema
- Have viden om de miljømæssige omstændigheder forbundet med disse teknologier

### *Færdigheder*

- Kunne foretage analyser i forbindelse med termiske flowsystemer og flowsystemkomponenter
- Have opnået erfaring med laboratoriearbejde med flowmaskiner og flowsystemkomponenter
- Kunne analysere og vurdere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriearbejde for flowmaskiner og flowsystemkomponenter

### *Kompetencer*

- Kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge inden for det energitekniske område, med særligt henblik på termiske processer
- Have evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for det energitekniske område
- Kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer inden for det energitekniske område
- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder inden for termiske processer til en praktisk problemstilling, og kunne bearbejde denne

## **Undervisningsform**

Afvikles som problembaseret projektarbejde. Det er en forudsætning for de studerende, som ikke har studeret Aalborg PBL modellen på Aalborg Universitet, at de har bestået kurset i "Problembaseret læring og studerendes ansvar for læring på Aalborg Universitet" forud for projekteksamen, se afsnit 3.5.a.

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende, eller hvis underviser er udenlandsk.

## **Prøveform**

Ekstern mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

## **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.6.c Kursusmodul 6. semester Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering**

### **Titel**

B6-4 Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering/Sustainable Energy Systems: Economics, Environment, and Public Regulation

## **Objective**

Students having completed the module will:

### *Knowledge*

- Understand how different energy systems affect society and environment
- Understand the theoretical ideas and principles applied in economic and environmental assessment
- Understand the primary paths of interaction between energy systems, economics, technology and market developments, and public regulation
- Know how issues of energy, environment, and economics are handled by national and international policy makers, companies, and markets
- Know existing methods and models used for preparing energy, environmental and economic analyses (3E methods and models)

### *Skills*

- Assess environmental consequences from utilizing various energy resources and technologies, focusing on atmospheric emissions and climate impacts
- Apply economic thinking and methods for optimizing solutions to problems in engineering.
- Implement qualified and methodologically appropriate techno-economic assessments of engineering projects, focusing on energy technology projects
- Design and implement advanced techno-economic modelling to address current problems in energy planning

### *Competences*

- Be able to provide sound and sober judgement about selecting and implementing the best methods and models for assessing energy, environmental and economic consequences from engineering activities
- Be able to apply a sound and sober assessment of results and conclusions obtained by different models and methods

## **Teaching form**

Lectures, exercises and workshops supplemented with interactive seminars on issues of current interest and importance.

## **Examination form**

Portfolio-based oral examination with internal examiner.

## **Evaluation criteria**

As stated in the Framework Provisions.

### **3.6.d. Kursusmodul 6. semester Effektelektronik**

#### **Titel:**

BE6-2 Effektelektronik/Power Electronics

#### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulerne elektriske grundfag og AC-kredsløbsteori eller tilsvarende

#### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

#### *Viden*

- Have viden om teorier for effektiv energiomsætning vha. effektelektroniske systemer og apparater
- Have kendskab til effektelektroniske komponenters funktion og virkemåde
- Have viden om og forstå hvordan effektelektroniske systemer, apparater og komponenter modelleres
- Have viden om værktøjer til modellering

#### *Færdigheder*

- Kunne anvende viden om energieffektive effektelektroniske systemer, apparater og deres komponenter til simulering
- Kunne vurdere resultatet af modelleringen, i hvor stort omfang det er repræsentativt for den fysiske verden
- Kunne forholde sig til modeller på forskellige abstraktionsniveauer og deres anvendelser

#### *Kompetencer*

- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder inden for analyse af effektive effektelektroniske systemer, apparater og deres komponenter til en praktisk problemstilling og kunne bearbejde en sådan problemstilling
- Have opnået evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde inden for effektelektroniske systemer

### **Undervisningsform**

Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

Intern individuel skriftlig prøve i pensum i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **3.6.e Kursusmodul 6. semester Kemisk termodynamik og procesoptimering**

### **Titel**

B6-7 Kemisk termodynamik og procesoptimering/Chemical Thermodynamics and Process Optimization

### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulerne energisystemers grundlæggende fysik og opbygning, termodynamik, varmetransmission og strømningslæge samt modellering af termiske energisystemer eller tilsvarende

### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

#### *Viden*

- Have viden om metoder til bestemmelse af termiske og kalorimetrisk tilstandsstørrelser for rene fluider og blandinger samt beregning af kemisk ligevægt
- Have viden om samspillet mellem kemisk termodynamik og forbrændingsprocesser
- Have viden om grundlæggende metoder til optimering af termiske og kemiske energisystemer ved procesintegration

#### *Færdigheder*

- Kunne forstå og anvende de termiske tilstandsligninger for rene fluider, flerfasesystemer og generelle blandinger

- Kunne bestemme kemisk ligevægt
- Kunne udføre fase-ligevægtsberegninger for rene væsker på en eller flere faser samt gas/væske-blandinger
- Skal kunne foretage generelle psykrometriske beregninger; herunder for processer med fugtig luft
- Kunne anvende den grundlæggende kemiske termodynamik til at foretage beregninger på kemiske reaktioner i forbindelse med støkiometrisk og ikke-støkiometrisk forbrænding
- Kunne forstå syntesen inden for termiske/kemiske kerneprocesser, separations- og recirkuleringsystemer samt varmevekslernetværk
- Kunne designe optimale forsyningsystemer til driften af termiske- og kemiske processer
- Være i stand til at anvende grundlæggende procesintegrationsmetoder på termiske og kemiske systemer

#### *Kompetencer*

- Have evnen til at anvende fagområdet tværfagligt med andre fagområder
- Kunne vurdere den bedst egnede analysemetode i forbindelse med bestemmelse af termiske og kalorimetriske tilstandsstørrelser for en given proces
- Kunne bestemme kalorimetriske forhold under forbrænding såsom brændværdi og adiabatisk flammetemperatur
- Kunne fortolke resultatet af procesintegrationsberegninger på termiske energisystemer

#### **Undervisningsform**

Forelæsninger suppleret med selvstudier/studiekredse. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

#### **Prøveform**

Individuel mundtlig eksamen i pensum i henhold til eksamensordningen.

#### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### **3.6.f Kursusmodul 6. semester Offshore teknologi og hydraulik**

#### **Titel**

BE6-3 Offshore teknologi og hydraulik/ Offshore Technology and Hydraulics

#### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulerne energisystemers grundlæggende fysik og opbygning samt mekaniske grundfag eller tilsvarende

#### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet skal:

#### *Viden*

- Have viden om hvordan offshore omgivelse og andre processer påvirker materialers egenskaber
- Have viden og forståelse for laster fra bølger, strømninger og vind
- Have viden og forståelse for modellering af laster fra bølger, strømninger og vind
- Have forståelse for forskellige aktueringsformer, herunder elektriske og hydrauliske aktueringsystemer
- Have forståelse for modellering, og nødvendigheden heraf, af hydrauliske systemer
- Have forståelse for metoder til og valg af hydrauliske aktuatorer, sensorer, teknologier og interfacing imellem teknologier

#### *Færdigheder*

- Kunne beregne designgivende laster som følge af bølger, strømninger og vind i forhold til eksisterende standarder
- Kunne beregne kræfter på emner, der udsættes for bølge-, strøm- og vindlaste
- Kunne modellere og analysere hydrauliske systemer
- Kunne vurdere forskellige teknologiers egnethed til en given applikation
- Kunne anvende ideer, principper og metoder til valg og interfacing af sensorer og aktuatorer

#### *Kompetencer*

- Kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med offshore teknik og hydrauliske systemer
- Selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for offshore teknik og hydraulik
- Kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for offshoreteknik og hydraulik

#### **Undervisningsform**

Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. starten af kapitel 3. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

#### **Prøveform**

Individuel mundtlig eksamen i pensum i henhold til eksamensordningen.

#### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### **3.6.g Kursusmodul 6. semester Strømningsmaskiner**

#### **Titel**

B6-8 Strømningsmaskiner/Flow Machines

#### **Forudsætninger**

Modulet bygger på viden opnået i modulerne grundlæggende mekanik og termodynamik, anvendt ingeniørmatematik, termodynamik, varmetransmission og strømningslære samt modellering af termiske systemer eller tilsvarende

#### **Mål**

Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal have viden om enkelt og flertrins strømningsmaskiner
- Skal have viden om grundlæggende fluid mekaniske analysemetoder
- Skal kunne forstå, hvilke mekanismer der er styrende ved de ovennævnte processer

#### *Færdigheder*

- Skal kunne anvende kontrolvolumen analyse på grundlæggende fluid mekaniske problemstillinger
- Skal kunne dimensionere komponenter til strømningsmaskiner

#### *Kompetencer*

- Skal have evnen til at anvende fagområdet i tværfagligt samarbejde med andre fagområder
- Skal kunne formidle problemstillingen, samt den anvendte løsningsmetode til personer, som ikke har indgående kendskab til fagområdet

- Skal kunne fortolke resultatet og præsentere de overordnede konklusioner

### **Undervisningsform**

Forelæsninger suppleret med selvstudier/studiekredse. Kurset udbydes på engelsk, hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende, eller hvis underviser er udenlandsk.

### **Prøveform**

Individuel mundtlig eksamen med udgangspunkt i miniprojekt i henhold til eksamensordningen.

### **Vurderingskriterier**

Som angivet i Fællesbestemmelser for Uddannelser.

## **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, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra 2010, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2017, idet der ikke efter dette tidspunkt udbydes eksamener efter den hidtidige studieordning.

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

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

Studienævnet kan 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 Fællesbestemmelser for Uddannelser.

### **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 se-

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

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

nest 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 Eksamensregler**

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

#### **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 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.

#### **5.8 Uddybende information**

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

**Bemærkninger:** Studieordningen er revideret i august 2018 ift. adgangskrav.