

Studieordning for bacheloruddannelsen i energi

Aalborg Universitet 2010

Version 4

Indholdsfortegnelse

Side

| | |
|--|----|
| Forord | 3 |
| 1. Studieordningens hjemmel mv. | 4 |
| 1.1 Bekendtgørelsesgrundlag | 4 |
| 1.2 Fakultetstilhørsforhold | 4 |
| 1.3 Studienævnstilhørsforhold | 4 |
| 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 |
| 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 | 9 |
| 3.1.b Kursusmodul 1. semester Energiteknisk grundfag | 10 |
| 3.1.c Kursusmodul 1. semester Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund | 11 |
| 3.1.d Kursusmodul 1. semester Lineær algebra | 12 |
| 3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester | 13 |
| 3.2.a Projekt på 2. semester | 13 |
| 3.2.b Kursusmodul 2. semester Calculus | 14 |
| 3.2.c Kursusmodul 2. semester Elektriske grundfag | 15 |
| 3.2.d Kursusmodul 2. semester Grundlæggende mekanik og termodynamik | 17 |
| 3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester | 17 |
| 3.3.a. Projekt på 3. semester | 17 |
| 3.3.b Kursusmodul 3. semester AC kredsløbsteori og elektrofysik | 18 |
| 3.3.c Kursusmodul 3. semester Matematik | 20 |
| 3.3.d Kursusmodul 3. semester Termiske grundfag | 21 |
| 3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester | 22 |
| 3.4.a. Projekt på 4. semester | 22 |
| 3.4.b Kursusmodul 4. semester Effektelektronik og elektriske maskiner | 23 |
| 3.4.c Kursusmodul 4. semester Grundlæggende regulering og modellering | 24 |
| 3.4.d Kursusmodul 4. semester Mekaniske grundfag | 25 |
| 3.5 Modulbeskrivelser for 5. semester | 26 |
| 3.5.a. Projekt på 5. semester Elektrisk energiteknik | 26 |
| 3.5.b Projekt på 5. semester Mekatronisk reguleringsteknik | 28 |
| 3.5.c Projekt på 5. semester Termisk energiteknik | 29 |
| 3.5.d Kursusmodul 5. semester Effektelektroniske modeller og diskret regulering | 30 |
| 3.5.e Kursusmodul 5. semester Mikrodatamater og varmetransmission | 31 |
| 3.5.f Kursusmodul 5. semester Numeriske metoder | 32 |
| 3.5.g Kursusmodul 5. semester Mekanik og diskret regulering | 33 |
| 3.5.h Kursusmodul 5. semester Termodynamiske systemer og maskiner 1 | 34 |
| 3.6 Modulbeskrivelser for 6. semester | 35 |
| 3.6.a. Bachelorprojekt på 6. semester Elektrisk energiteknik | 35 |
| 3.6.b. Bachelorprojekt på 6. semester Mekatronisk reguleringsteknik | 36 |
| 3.6.c. Bachelorprojekt på 6. semester Termisk energiteknik | 38 |
| 3.6.d Kursusmodul 6. semester Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering | 39 |
| 3.6.e Kursusmodul 6. semester Elektriske anlæg og digital elektronik | 40 |
| 3.6.f Kursusmodul 6. semester Mekatronisk system design og digital elektronik | 41 |
| 3.6.g Kursusmodul 6. semester Termodynamiske systemer og maskiner 2 | 42 |
| 3.6.h Kursusmodul 6. semester Videnskabsteori og entrepreneurskab | 43 |
| 4. Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision | 44 |
| 5. Andre regler | 44 |
| 5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet | 44 |
| 5.2 Regler om merit, herunder mulighed for valg af moduler, der indgår i en anden uddannelse ved et universitet i Danmark eller udlandet | 44 |
| 5.3 Regler omkring forløb og afslutning af bacheloruddannelsen | 45 |
| 5.4 Særligt projektforbånd | 45 |
| 5.5 Eksamensregler | 45 |
| 5.6 Dispensation | 45 |
| 5.7 Uddybende information | 45 |

Forord

I medfør af lov 695 af 22. juni 2011 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.

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

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

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

- Forbrændingsteknik
- Offshore energisystemer
- Vindmøllesystemer

Derudover giver bacheloruddannelsen adgang til andre civilingeniøruddannelser på AAU:

- By-, energi- og miljøplanlægning med specialisering i miljøplanlægning
- By-, energi- & miljøplanlægning med specialisering i energiplanlægning
- Proceskontrol med speciale i intelligente autonome systemer

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

1. Studieordningens hjemmel mv.

1.1 Bekendtgørelsesgrundlag

Bacheloruddannelsen i energi er tilrettelagt i henhold til Videnskabsministeriets bekendtgørelse nr. 814 af 29. juni 2010 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (Uddannelsesbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 857 af 1. juli 2010 om eksamen ved universitetsuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen) med senere ændringer. Der henvises yderligere til bekendtgørelse nr. 233 af 24. marts 2011 (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 Studienævn for Energi ved School of Engineering and Science.

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, Fysik B samt 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 (energi med specialisering i elektrisk energiteknik). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Energy Engineering with specialisation in Electrical Energy)
- Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (energi med specialisering i termisk energiteknik). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Energy Engineering with specialisation in Thermal Energy)
- Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (energi med specialisering i mekatronisk reguleringsteknik). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Energy Engineering with specialisation in Mechatronic Control Engineering)

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 og forståelse

- Skal have viden om og indsigt i centrale teoretiske, metodiske og

praksisnære fagområder inden for termisk, elektrisk og mekanisk energiteknik og dets reguleringsmæssige forhold.

- Skal kunne forstå og reflektere over teorier, metode og praksis inden for ovennævnte energitekniske områder.
- Skal have viden om og indsigt i grundlæggende termiske, mekaniske og elektriske forhold i form af varmeledning, strømningsslære, termodynamik, kredsløbsteori, elektricitetslære, materialelære, elektriske og termiske maskiner, hydraulik, statik og styrke- og svingningslære.
- Skal have viden om og indsigt i ingeniørmæssigt matematisk grundlag.
- Skal have viden om og indsigt i grundlæggende reguleringsteknik samt laboratorietechnik, dataopsamling og praktik.

Derudover gælder for dimittender, der har specialiseret sig i:

- Elektrisk energiteknik: Skal have viden om og indsigt i grundlæggende effektelektronik, elektriske anlæg og stationære modeller for elektriske maskiner.
- Mekatronisk reguleringsteknik: Skal have viden om og indsigt i analyse og design af mekatroniske systemer og deres reguleringsmæssige forhold.
- Termisk energiteknik: Skal have viden om og indsigt i køle- og varmeteknik, forbrænding, termisk procesdesign og termiske energisystemer.

Færdigheder

- Skal kunne anvende up-to-date metoder og redskaber til at beskrive og løse problemstillinger på et videnskabeligt grundlag inden for termisk-, elektrisk og mekanisk energiteknik samt kunne styre og regulere enheder, der ligger inden for dette område.
- Skal kunne vurdere teoretiske og praktiske energitekniske problemstillinger samt begrunde og vælge relevante løsningsmodeller med udgangspunkt i opstillede energitekniske matematiske-, simulerings- og/eller analysemodeller
- Skal kunne foretage videnskabelige analyser på baggrund af opnåede resultater fra modeller eller praktiske målinger på energitekniske systemer.

Kompetencer

- Skal kunne formidle faglige problemstillinger og løsningsmodeller til fagfæller og ikke-specialister eller samarbejdspartnere og brugere.
- Skal kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge.
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for det energitekniske område.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer.
- Skal kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder til praktisk problembearbejdning og løsning
- Efter endt bacheloruddannelse i energi har den studerende 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.

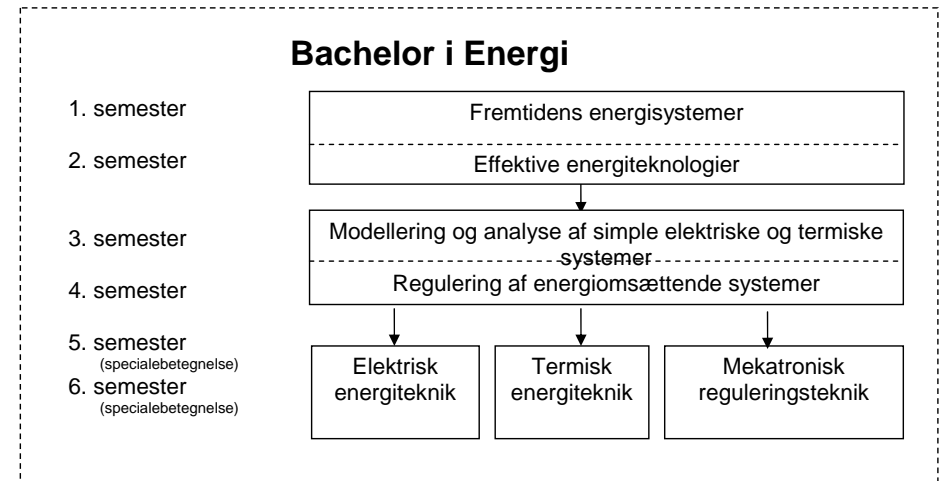
3. Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

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

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

- forelæsninger
- projektarbejde
- workshops
- opgaveløsning (individuel og i grupper)
- feedback
- studiekredse
- selvstudie

Bacheloruddannelsen i energi indeholder faglige elementer inden for såvel det termiske, det elektriske, det reguleringsmæssige som det mekaniske område og er fælles for alle studerende på 1.-4. semester, mens studiet deler sig ud i tre specialiseringer, der sammen med valg af projekterne under projektarbejderne (15 ECTS modulerne) fungerer som valgfag: Elektrisk energiteknik, mekatronisk reguleringsteknik og termisk energiteknik på 5.-6. semester, hvor der dog stadig er en stor fællesmængde af kurser.



Uddannelsesoversigt:

Alle moduler bedømmes gennem individuel graderet karakter efter 7-trinsskalaen *eller* består/ikke består. 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 | Energitekniske grundfag | 5 | B/IB | Intern |
| | B1-4 | Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund | 5 | B/IB | Intern |
| | B1-5 | Lineær algebra | 5 | 7-skala | Intern |
| 2 | B2-1 | Effektive energiteknologier | 15 | 7-skala | Ekstern |
| | B2-2 | Calculus | 5 | 7-skala | Intern |
| | B2-3 | Elektriske grundfag | 5 | 7-skala | Intern |
| | B2-4 | Grundlæggende mekanik og termodynamik | 5 | 7-skala | Intern |
| 3 | B3-1 | Modellering og analyse af simple elektriske og termiske systemer | 15 | 7-skala | Ekstern |
| | B3-2 | AC kredsløbsteori og elektrofysik | 5 | 7-skala | Intern |
| | B3-3 | Matematik | 5 | 7-skala | Intern |
| | B3-4 | Termiske grundfag | 5 | 7-skala | Intern |
| 4 | B4-1 | Regulering af energiomsættende systemer | 15 | 7-skala | Intern |
| | B4-2 | Effektelektronik og elektriske maskiner | 5 | 7-skala | Intern |
| | B4-3 | Grundlæggende regulering og modellering | 5 | 7-skala | Intern |
| | B4-4 | Mekaniske grundfag | 5 | 7-skala | Intern |

| Bachelor i energi med specialisering i elektrisk energiteknik 2 sidste semestre, der fungerer som valgfag | | | | | |
|---|------|--|------|------------|---------|
| Semester | Kode | Modul | ECTS | Bedømmelse | Prøve |
| 5 | B5-1 | Design af effektelektroniske apparater | 15 | 7-skala | Ekstern |
| | B5-4 | Effektelektroniske modeller og diskret regulering | 5 | 7-skala | Intern |
| | B5-5 | Mikrodatamater og varmetransmission | 5 | 7-skala | Intern |
| | B5-6 | Numeriske metoder | 5 | 7-skala | Intern |
| 6 | B6-1 | Bachelorprojekt: Overføring og konvertering af energi i elektriske maskiner og anlæg | 15 | 7-skala | Ekstern |
| | B6-4 | Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering | 5 | B/IB | Intern |
| | B6-5 | Elektriske anlæg og digital elektronik | 5 | 7-skala | Intern |
| | B6-8 | Videnskabsteori og entrepreneurskab | 5 | B/IB | Intern |

| Bachelor i energi med specialisering i mekatronisk reguleringsteknik 2 sidste semestre, der fungerer som valgfag | | | | | |
|--|------|--|------|------------|---------|
| Semester | Kode | Modul | ECTS | Bedømmelse | Prøve |
| 5 | B5-2 | Mekatronisk systemanalyse | 15 | 7-skala | Ekstern |
| | B5-5 | Mikrodatamater og varmetransmission | 5 | 7-skala | Intern |
| | B5-6 | Numeriske metoder | 5 | 7-skala | Intern |
| | B5-7 | Mekatronik og diskret regulering | 5 | 7-skala | Intern |
| 6 | B6-2 | Bachelorprojekt: Mekatronisk system design | 15 | 7-skala | Ekstern |
| | B6-4 | Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering | 5 | B/IB | Intern |
| | B6-6 | Mekatronisk systemdesign og digital elektronik | 5 | 7-skala | Intern |
| | B6-8 | Videnskabsteori og entrepreneurskab | 5 | B/IB | Intern |

| Bachelor i energi med specialisering i termisk energiteknik 2 sidste semestre, der fungerer som valgfag | | | | | |
|---|------|--|------|------------|---------|
| Semester | Kode | Modul | ECTS | Bedømmelse | Prøve |
| 5 | B5-3 | Design af energisystemer | 15 | 7-skala | Ekstern |
| | B5-5 | Mikrodatamater og varmetransmission | 5 | 7-skala | Intern |
| | B5-6 | Numeriske metoder | 5 | 7-skala | Intern |
| | B5-8 | Termodynamiske systemer og maskiner 1 | 5 | 7-skala | Intern |
| 6 | B6-3 | Bachelorprojekt: Termomekaniske energisystemer | 15 | 7-skala | Ekstern |

| Bachelor i energi med specialisering i termisk energiteknik 2 sidste semestre, der fungerer som valgfag | | | | | |
|---|------|--|---|---------|--------|
| | B6-4 | Bæredygtige energisystemer: Økonomi, miljø og offentlig regulering | 5 | B/IB | Intern |
| | B6-7 | Termodynamiske systemer og maskiner 2 | 5 | 7-skala | Intern |
| | B6-8 | Videnskabsteori og entrepreneurskab | 5 | B/IB | Intern |

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

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

Forudsætninger:

Optagelse på studiet

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Have kendskab til enkelte elementære begreber inden for den relevante projektvinke/faglighed
- Have et grundlæggende kendskab til arbejdsprocesserne i et projektarbejde, videnstillelse og samarbejde med vejleder

Færdigheder:

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

Kompetencer:

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

Undervisningsform:

Projektarbejde med vejledning.

De studerende vælger selv et energiteknisk emne eller problemstilling, som herefter bearbejdes således at problemstillingen belyses og løsningsforslag opstilles baseret på en idegenereringsproces. Løsningernes samfundsmæssige impact behandles. Der lægges vægt på idegenereringsprocessen, hvor innovation og nyskabelse fremmes. Et resultat af P0-enheden kan være et eller flere projektforslag til P1. Under forløbet udarbejdes en P0 projektrapport og en P0 procesanalyse, og de studerende deltager i en P0-erfaringsopsamling og i et P0 fremlæggelses-seminar, hvor projektgruppens dokumenter diskuteres.

Prøveform:

Individuel mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.1.b P1 projekt på 1. semester

Titel:

B1-2 Fremtidens energisystemer / The Future Energy Systems

Forudsætninger:

Introduktion til teknisk rapportskrivning

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

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

Færdigheder:

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

Kompetencer:

- Kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater
- Kunne anvende projektarbejde som studieform
- Kunne reflektere over egne erfaringer med projektarbejdet og problembearbejdningen
- Kunne anvende de i projektarbejdet benyttede metoder/teorier i forbindelse med analyse af en problemstilling af lignende faglig karakter
- Kunne identificere sig selv i den valgte faglighed

Undervisningsform:

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

I P1-projektet lægges hovedvægten på analyse, såvel samfundsmæssig analyse af problemer, behov og interesser som teknisk analyse af produktets/rådgivningens funktionalitet. Lidt forenklet kan det siges, at P1-projektet tager sit udgangspunkt i en samfundsmæssig virkelighed – et energisystem, og ender med en model af (en del af) dette system, dvs. en teknisk model til test af funktionalitet, der kan anvendes til at undersøge hvordan energistrømmene er i sådan et system.

Baseret på en grundig problemanalyse, indeholdende såvel kontekstuelle som tekniske aspekter, udarbejdes en kravspecifikation og en teknisk problemformulering. Der bør opbygges en model af det foreslåede system og modellens funktionalitet testes via simuleringer, forsøgsopstillinger og laboratoriemålinger. Hvad angår den tekniske analyse, stilles der krav om praktiske målinger inden for fagområdet, enten i form af feltmålinger (f.eks. måling af spænding i el-net eller måling af kvalitet for vindmølle) eller målinger i laboratoriet (f.eks. målinger på en prøveopstilling af en vindmøllevinge eller en brændselscelle). Endvidere gælder det for den tekniske del af projektet, at dokumentation for målinger skal vedlægges P1-rapporten i form af en målejournal og teknik skal indgå i væsentligt omfang, f.eks. i form af analoge elektroniske kredsløb og transducere til dataopsamling. Relevante fagområder (f.eks. kredsløbsteori, termodynamik og mekanik) inddrages i det omfang det er naturligt for det enkelte projekt. Der lægges således vægt på, at der udvikles og programmeres en model af et system. Dette kan gøres på mange måder, og der er mange værktøjer hertil. Modellen og værktøjet vælges i det enkelte projekt ud fra overvejelser om modellens type (er det for eksempel en model af varme- eller el-forsyning til en by, en kombination af disse eller anvendelse af biobrændsel i transportsektoren) og den anvendelse, der påtænkes af modellen.

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:

Individuel mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.1.b Kursusmodul 1. semester Energiteknisk grundfag

Titel:

B1-3 Energiteknisk grundfag / Introduction to Energy Engineering

Forudsætninger:

Optagelse på energiuddannelsen

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden og forståelse for energisystemers opbygning
- Skal have viden om væsentlige energimaskinens virkemåde
- Skal have viden om grundlæggende modelleringsteknikker
- Skal have viden om simple energitekniske beregninger inden for:
 - maskinteknisk termodynamik
 - elektrisk kredsløbsteori
 - magnetisme
 - varmetransmission
 - strømningens lære

Færdigheder:

- Skal kunne opstille en model af et simpelt energisystem
- Skal kunne formulere modeller for væsentlige energimaskiner
- Skal kunne gennemføre steady-state simuleringer i MATLAB af simple energisystemer

Kompetencer:

- Skal tilegne sig terminologien for fagområdet
- Skal tilegne sig generelle programmeringstekniske færdigheder

Undervisningsform:

Forelæsninger suppleret med selvstudier/studiekredse/laboratorieøvelser

Prøveform:

Bedømmelse sker på baggrund af individuelle opgavebesvarelser under kursets forløb i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.1.c Kursusmodul 1. semester Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund**Titel:**

B1-4 Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund / Problem-based Learning in Science, Technology and Society

Forudsætninger:

Ingen

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 mix af forelæsninger, seminarer, workshops, gruppekonsultation og selvstudie

Prøveform:

Kurset eksamineres individuelt på baggrund af en skriftlig opgave.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen

3.1.d Kursusmodul 1. semester Lineær algebra**Titel:**

B1-5 Lineær algebra / Linear Algebra

Forudsætninger:

Gymnasial 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 egenverdier 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 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 egenverdier 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 differentialligninger, 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 henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester

3.2.a Projekt på 2. semester

Titel:

B2-1 Effektive energiteknologier / Efficient Energy Technologies

Forudsætninger:

1. semester projekt på bacheloruddannelsen i energi

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Have opnået teoretisk og praktisk viden og forståelse inden for det energitekniske fagområde
- Have viden og forståelse for at udvikle et energiteknisk produkt, -maskiner og/eller komponenter, og 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 og 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 problemstilling
- Kunne opstille krav til bearbejdningen, hvad enten denne er analytisk eller løsningsorienteret
- Kunne gennemføre en metodisk og konsekvent faglig vurdering af de opnåede resultater og disses pålidelighed og gyldighed
- Kunne bearbejde den valgte tekniske og naturvidenskabelige problemstilling med inddragelse af relevante sammenhænge og/eller perspektiver
- Kunne fortage kritisk vurdering af relevansen af den indhentede viden i forhold til projektarbejdet, herunder vurdere de valgte modeller, teorier og/eller metoders egnethed.
- Kunne formidle projektets resultater og arbejdsprocesser på en klart struktureret, sammenhængende og præcis måde, såvel skriftligt og grafisk som mundtligt
- Kunne gennemføre en metodisk og konsekvent vurdering for et energiteknisk produkt, teknisk såvel som samfundsmæssig.

- Kunne anvende metoder til opstilling af simuleringsmodeller for udvalgte dele af produktet.
- Kunne anvende metoder til praktiske test af produktet i laboratoriet
- Kunne analysere de opnåede testresultater fra laboratoriet og sammenholde dem med simulerede værdier
- Kunne foretage analyser mhp. at identificere teknologibærere

Kompetencer:

- Kunne planlægge og styre et projektarbejde
- Kunne foretage et systematisk valg af metoder til videnstilegnelse i forbindelse med problemanalyse og problembearbejdning
- Kunne analysere egen læringsproces, med henblik på at identificere stærke og svage sider, og der ud fra overveje videre studieforbud og studieindsats.
- Kunne analysere projektgruppens organisering af gruppearbejdet, med henblik på at identificere stærke og svage sider, og der ud fra forbedre samarbejdet i fremtidige grupper, reflektere over årsager til og anvise mulige løsninger af eventuelle gruppekonflikter

Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper.

Baseret på en grundig problemanalyse, indeholdende såvel kontekstuelle som tekniske aspekter, udarbejdes en kravspecifikation og en problemformulering for et produkt. Funktionaliteten af vigtige dele af produktet kan testes via simuleringer, forsøgsopstillinger og laboratoriemålinger. Herefter laves et produktdesign (blokdiagram) og en eller flere dele simuleres og opbygges. Det testes i hvilket omfang de(n) konstruerede blok(ke) opfylder kravene, og det undersøges om det designede produkt som helhed kan opfylde den givne kravspecifikation. Endvidere kan der gennemføres en analyse af en virksomheds produktudvikling og marketingstrategi. Ligeledes gennemføres en teknologivurdering og/eller der gennemføres analyser mhp. at identificere teknologibærere.

Formålet med arbejdet er at kunne besvare spørgsmålet: Kan vi lave denne komponent eller maskine, således at den kan afsættes på markedet og løse det givne problem, tilgodesede det givne behov eller forbedre de givne livsvilkår?

For såvel den tekniske del af P2 projektet som for den kontekstuelle del bør de studerende indsamle egne primære data. I forbindelse med den tekniske del stilles der krav om målinger på egne konstruktioner og/eller målinger i felten. Hvad angår den kontekstuelle del af projektet, kan indsamling af primære data ske via interview, spørgeskemaer, studiebesøg på virksomheder, observationer eller anden dataindsamling.

Endvidere gælder det for den tekniske del af projektet, at kredsløbsteori, mekanik, termodynamik og energikonvertering og lagring skal indgå i væsentligt omfang. Andre relevante fagområder f.eks. kredsløbsteori, analog elektronik og metoder til dataopsamling, vil indgå i et omfang, der er naturligt for det konkrete projekt. Dokumentation for målinger skal vedlægges P2 rapporten i form af velstrukturerede og metodiske målejournaler.

Projektarbejdet dokumenteres i en P2 projekt rapport, udarbejdelse af en P2 procesanalyse samt deltagelse i et fremlæggelsesseminar.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.2.b Kursusmodul 2. semester Calculus

Titel:

B2-2 Calculus / Calculus

Forudsætninger:

Lineær algebra

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 differentiaalligninger med konstante koefficienter

Færdigheder:

- Skal kunne visualisere funktioner af to og tre variable ved hjælp af grafer, niveaukurver og niveauflader
- Skal kunne foretage bestemmelse af lokale og globale ekstrema for funktioner af to og tre variable
- Skal kunne bestemme areal, volumen, inertimoment og lignende ved anvendelse af integrationsteori
- Skal kunne approksimere funktioner af en variabel ved hjælp af Taylors formel, og kunne anvende lineær approksimation for funktioner af to eller variable
- Skal have færdighed i regning med komplekse tal
- Skal kunne finde rødder i den komplekse andengradslikning 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

Kompetence:

- 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:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.2.c Kursusmodul 2. semester Elektriske grundfag**Titel:**

B2-3 Elektriske grundfag / Introduction to Electrical Engineering

Forudsætninger:

Bestået 1. semester i faggruppen for energi eller elektronik eller tilsvarende.

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have opnået viden om og forståelse for resistive elektriske kredsløb
- Skal have opnået viden om og forståelse for operationsforstærkere
- Skal have opnået viden om og forståelse for analog elektronik, herunder dioder og transistorer
- Skal have opnået viden om og forståelse for elektrisk måleteknik
- Skal have opnået viden om og forståelse for laboratoriesikkerhed i forbindelse med eltekniske laboratorieforsøg

Færdigheder:

- Skal kunne analysere enkle og sammensatte elektriske DC-kredse
- Kunne anvende kredsløbsteknikken til at beregne strømme, spændinger, energier og effekter i DC-kredse
- Skal kunne anvende kredsløbsreduktionsmetoder til at reducere elektriske kredse
- Skal kunne anvende og analysere elektriske DC-kredse med dioder og transistorer
- Skal kunne anvende analyse metoder til at designe operationsforstærkerkoblinger
- Kunne planlægge og udføre velgennemtænkte, succesfulde eltekniske laboratorieforsøg på en sikker og hensigtsmæssig vis
- Skal have færdigheder inden for følgende hovedindhold:
 - Grundlæggende DC-kredsløbsteori (uden energilagrende komponenter), Ohms lov, enheder, Kirchhoffs love, kredsløbsreduktioner (serie og parallel), stjerne-trekant, afhængige og uafhængige kilder, knudepunkts- og maskemetoden, grundlæggende operationsforstærkerkoblinger, den ideelle operationsforstærker, Thévenin og Nortons teoremer, superposition og maksimal effektoverføring.
 - PN overgange, dioden og dens stationære stor/småsignal model, dioden som ensretter, transistoren og dens anvendelse som linear forstærker, transistoren som switch, halvleder-modeller i simuleringsprogram
 - Måling af strøm, spænding, effekt og energi, anvendelse af almindelige elektriske måleinstrumenter som voltmeter, amperemeter, wattmeter i både klassisk og numerisk teknologi samt oscilloscoper.
 - Målenøjagtighed, sammensat målefejl og usikkerhedsberegninger
 - Arbejdsmiljøloven og stærkstrømsbekendtgørelsen samt IET's egne sikkerhedsregler, herunder arbejdspladstilladelse (APT)

Kompetencer:

- Skal kunne håndtere simple 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 eltekniske laboratorieforsøg.

Undervisningsform:

Forelæsninger med efterfølgende opgaver eller øvelser. Der er mødepligt til kursusgangene i forbindelse med sikkerhed i laboratoriet.

Prøveform:

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

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.2.d Kursusmodul 2. semester Grundlæggende mekanik og termodynamik

Titel:

B2-4 Grundlæggende mekanik og termodynamik / Introduction to Mechanics and Thermodynamics

Forudsætninger:

Gymnasial fysik på B-niveau

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 henhold til eksamensordningen

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen

3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester

3.3.a. Projekt på 3. semester

Titel:

B3-1 Modellering og analyse af simple elektriske og termiske systemer / Modelling and Analysis of Simple Electrical and Thermal Systems

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsen i energi 2. semester eller tilsvarende

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Have viden om grundlæggende termiske, fluidmekaniske og elektriske teorier og metoder, samt deres anvendelse og begrænsninger
- Have forståelse for de indgående delkomponenters funktion
- Have opnået viden om og erfaring med laboratoriearbejde med energikonverterende systemer.

Færdigheder:

- Kunne redegøre for simple energitekniske konverteringsprocesser
- Kunne anvende projektenhedens 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

Der tages udgangspunkt i et system, der indeholder såvel elektrotekniske som fluidmekaniske eller termiske problemstillinger af grundlæggende art, hvor energi konverteres fra en form til en anden.

Den studerende kan vælge imellem mange typer af systemer f.eks. i form af temperatur- eller tryk-systemer til forskellige formål, hvor målingen og styringen/reguleringen sker ved hjælp af elektriske signaler.

Problemstillingen analyseres med henblik på valg mellem relevante løsninger under hensyn til funktion, effektivitet og ressourcer.

Systemet eller dele heraf modeldannes, og der foretages relevante beregninger/simuleringer af det modellerede.

Systemet opbygges helt eller delvist i laboratoriet og der foretages målinger på systemet for vurdering af det opstillede systems virkemåde, og til verificering af den opstillede model.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.3.b Kursusmodul 3. semester AC kredsløbsteori og elektrofysik

Titel:

B3-2 AC kredsløbsteori og elektrofysik / AC Circuit Theory and Electro Physics

Forudsætninger:

Bestået 2. semester i faggruppen for energi eller elektronik eller tilsvarende.

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have opnået viden om statiske og quasistatiske elektriske og magnetiske felter, kapacitet og induktans
- Skal kunne forstå og analysere kredsløb indeholdende resistive, capacitive og induktive kredsløbsselementer
- Skal kunne forstå og analysere stationære AC-kredsløb ved hjælp af den komplekse symbolske metode
- Skal kunne forstå og anvende Laplace transformation til analyse af dynamiske elektriske kredse

Færdigheder:

- Skal kunne analysere statiske og quasi statiske elektriske og magnetiske felter og deres udbredelse
- Skal kunne anvende elektrofysikken til bestemmelse af elektrisk modstand, kapacitans og induktans.
- Skal kunne anvende elektrofysikken til beregning af mekaniske kræfter frembragt af elektriske og magnetiske felter.
- Skal kunne analysere stationære forhold i kredsløb indeholdende resistive, capacitive og induktive kredsløbsselementer.
- Skal kunne analysere elektriske kredses dynamiske forhold
- Skal kunne anvende metoder til analyse af frekvensforhold (amplitude og fasekarakteristikker)
- Skal kunne anvende kompleks symbolsk metode ved beregninger på stationære vekselstrømskredsløb
- Skal kunne analysere strøm, spænding, energi og effektforhold i AC-kredsløb
- Skal have færdigheder inden for følgende hovedindhold:
 - *Elektrofysik:*
 - Elektrisk strøm og strømningfelter, resistans og Ohm's lov, resistansens temperaturafhængighed
 - Elektrostatiske felter, Forskydning (D) og elektrisk feltstyrke (E), permittivitet (absolut, relativ), Coulombs lov, dielektrisk polarisation. Elektrisk potentiale samt potential energi og differens. Energi i elektriske felter, Gauss' lov, kapacitet (for simple geometrier), Elektrisk flux, kondensatorer og kapacitet
 - Magnetiske felter, Fluxintensitet (B) og magnetisk feltstyrke (H), permeabilitet, Biot-Savarts lov, magnetisk polarisation. Amperés lov, magnetisk flux, Induktans (selv- og gensidig, for simple geometrier). Magnetiske kræfter på strømførende ledere, moment på strømsløjfer i homogene magnetiske felter og magnetiske kræfter mellem to parallelle ledere, spoler, induktans og gensidig induktans
 - Den generaliserede form af Amperés lov
 - Faradays lov, induceret elektromotorisk kraft, den elektriske generator
 - Lenz' lov
 - Maxwells ligninger
 - Ferromagnetiske materialer, hysteres, B-H kurver, energi i magnetiske felter, hvirvelstrømme, tab
 - *Grundlæggende kredsløbsteori:*
 - Energilagrende komponenter (L og C), begyndelsesværdier, $i_L(0^+)$, $V_C(0^+)$
 - Første ordens systemer, løsning af kredsløbsligninger af 1. orden, Univeralsalmetoden

- Anden ordens systemer, dæmpning og naturlig frekvens (zeta og omega n), løsning af kredsløbsligninger af 2. orden, 3 typer (overdæmpet, underdæmpet, kritisk dæmpet)
- Overføringsfunktioner og anvendelse af Laplace transformation på elektriske kredse
- Frekvensanalyse og Bodediagrammer (amplitude- og fase karakteristikkter)
- Resonanskredse
- Pol- og nulpunktsanalyse
- Frekvensanalyse
- Filternetværk
- Fourieranalyse
- *Grundlæggende AC-kredsløbsteori:*
 - Vekselstrømskredsløb
 - Den komplekse symbolske metode til beregning af AC kredse (1-fasede)
 - Impedans- og admittans begrebet for stationære kredse
 - Effekt i AC kredsløb, S, P og Q, øjeblikseffekt, midleffekt, RMS-værdi, tilsyneladende, aktiv og reaktiv effekt, effektfaktor
 - Viserdiagrammer til beregning af stationære AC-kredse
 - Gensidig induktans, koblingsfaktor, 1-fase transformeren

Kompetencer:

- Skal kunne håndtere simple udviklingsorienterede situationer i forbindelse med grundlæggende elektrofysiske og kredsløbstekniske problemstillinger i forhold i studie- eller arbejds-sammenhænge.
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for grundlæggende elektriske og fysiske teorier og metoder.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for elektrofysikken og dynamiske elektriske kredsløb.

Undervisningsform:

Forelæsninger med efterfølgende opgaveregning.

Prøveform:

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

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.3.c Kursusmodul 3. semester Matematik**Titel**

B3-3 Matematik / Mathematics

Forudsætninger:

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 differentilligninger.
- 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 (prik-produkt)
 - Vektor produkt (kryds produkt)
 - Vektor og skalar funktioner og felter.
 - Vektor kurver, tangent og længde
 - Vektordifferentialregning: gradient, divergens, rotation,
 - Vektorintegralregning: linie-integraler, kurve uafhængighed af line integraler, dobbelt-integraler, Greens sætning i planet, overflade-integraler
- Skal kunne anvende Fourierrækker, herunder:
 - Fourierrækker og trigonometriske rækker
 - Periodiske funktioner
 - Lige og ulige funktioner
 - Komplekse Fourierrækker
 - Tvungne svingninger ved ikke-sinusformet påvirkning
- Skal kunne anvende Laplace transformation, herunder:
 - Definition af Laplace transformation. Linearitet og s-skifte.
 - Transformation af almindelige funktioner, herunder periodiske, impuls og trin funktioner.
 - Transformation af afledede og integraler.
 - Løsning af differentiallyngninger
 - Foldning og integralligninger
 - Differentiation og integration af transformerede
 - Systemer med ordinære differentiallyngninger
 - 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: Linie integraler 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. kapitel 3.

Prøveform:

3 timers skriftlig, intern individuel prøve i pensum i henhold til eksamensordningen

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen

3.3.d Kursusmodul 3. semester Termiske grundfag

Titel:

B3-4 Termiske grundfag / Introduction to Thermal Engineering

Forudsætninger:

Grundlæggende mekanik og termodynamik

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om maskintermodynamik, grundlæggende strømningslære, konvektiv varmeovergang, varmeledning udtrykt ved termisk modstandsnetværk og laboratoriesikkerhed.
- Skal kunne forstå
 - Maskinteknisk termodynamik
 - Grundlæggende strømningslære
 - Grundlæggende konvektion (intern og eksternt)
 - Varmeledning udtrykt i termisk modstandsnetværk
 - Sikkerhed ved arbejde i laboratoriet

Færdigheder:

- Skal kunne anvende maskinteknisk termodynamik til løsning af praktiske problemstillinger i ingeniørmæssige sammenhænge
- Skal kunne anvende grundlæggende strømningslære til at løse strømningsrelaterede problemstillinger omkring strømningslære i større rørsystemer med forskellige komponenter, såsom pumper, turbiner, ventiler, bøjninger og dyser
- 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 såvel eksterne som interne strømningslære
- Skal kunne vurdere sikkerheden ved arbejdet i laboratorier

Kompetencer:

- Skal have evnen til at anvende fagområdet i tværfagligt samarbejde med andre fagområder
- Skal have evnen til at anvende viden omkring sikkerhed i laboratoriet på en måde, så arbejdet med opstillinger udføres sikkerheds og sundhedsmæssigt korrekt

Undervisningsform:

Forelæsninger suppleret med selvstudier/studiekredse. Der er mødepligt til kursusgangene i forbindelse med sikkerhed i laboratoriet.

Prøveform:

Skriftlig, intern individuel prøve i pensum i henhold til eksamensordningen

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen

3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester

3.4.a. Projekt på 4. semester

Titel:

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

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsen i energi 3. semester eller tilsvarende

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Have opnået viden om og erfaring med laboratoriearbejde med lineær regulering af energi-konverterende systemer
- Have opnået forståelse for grundlæggende lineær reguleringsteknik

Færdigheder:

- Kunne anvende grundlæggende lineær reguleringsteknik til regulering af termomekaniske og elektromekaniske energisystemer.
- Kunne anvende simulering af og regulering på de dynamiske tilstande i disse systemer
- 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 reguleringsteknik til praktisk problemstilling, der kan simuleres og findes en løsning til.
- 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

Projektet tager udgangspunkt i en problemstilling, hvor energi skal omformes vha. enten termomekaniske eller elektriske maskiner (eller en kombination heraf). Maskinen skal indgå i et overordnet energisystem, hvor der er behov for regulering af energiomsætningen.

Den studerende vælger selv hvilken type af maskine (termomekanisk, elektrisk eller kombination) som hovedvægten skal fokusere på. Gennem projektarbejdet opstilles en model af relevante dele af systemet, og der opstilles og implementeres en reguleringsstrategi for systemet.

Der foretages laboratorieundersøgelse til underbygning og verificering af modeller og reguleringsstrategier.

Prøveform:

Intern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.4.b Kursusmodul 4. semester Effektelektronik og elektriske maskiner

Titel:

B4-2 Effektelektronik og elektriske maskiner / Power Electronics and Electrical Machines

Forudsætninger:

Lineær algebra, calculus og matematik på forudgående semestre
Elektriske grundfag
AC kredsløbsteori og elektrofysik

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om 3 faset stationær AC kredsløbsteori

- for 3 faset stationære AC systemer inkluderende transformator, elektrisk maskine og konvertere.
- Skal have viden om diode ensretter, thyristor ensretter, invertere, pwm, V/F skalarstyring
- Skal have viden om DC, AC og synkronmaskiner og bestemmelse af parametre ved forsøg herunder tomgang og belastningskurve
- Skal have viden om transformer tomgang, belastningskurve, bestemmelse af parametre ved forsøg.
- Skal have viden om stationære modeller af transformator, elektrisk maskine og konverter
- Skal have viden om specifikationer af transformator, elektrisk maskine og konverter
- Skal have viden om anvendelser af transformatorer, elektriske maskiner og konverter

Færdigheder

- Skal kunne analysere stationære symmetriske og asymmetriske forhold for 3 fasede AC kredsløb
- Skal kunne anvende metoder til 3 faset effektberegning
- Skal kunne fortage stationær analyse af elektriske maskiner, konvertere og transformatorer
- Skal kunne vælge maskiner, konvertere og transformatorer til en given opgave

Kompetencer:

- Skal kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med stationære forhold for net, konverter og maskiner
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang i forbindelse med stationære forhold for net, konverter og maskiner
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for stationære forhold for net, konverter og maskiner

Undervisningsform:

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

Prøveform:

Skriftlig eksamen i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.4.c Kursusmodul 4. semester Grundlæggende regulering og modellering

Titel:

B4-3 Grundlæggende regulering og modellering / Fundamental Control Theory and Modelling

Forudsætninger:

Lineær algebra, calculus og matematik på forudgående semestre
Energitekniske grundfag
Elektrisk grundfag

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om modellering af fysiske systemer, bestemmelse af arbejds punkter og linearisering
- Skal have forståelse for et systems dynamiske og stationære opførsel, herunder indflydelsen af systemets type og orden, samt poler og nul punkter og deres indflydelse på systemets respons
- Skal have forståelse for analyse vha. rodkurver og viden om regulator design vha. rodkurver
- Skal have forståelse for et systems frekvensrespons (åben-sløjfe og lukket-sløjfe)
- Skal have forståelse for relativ stabilitet

- Skal have forståelse for design vha. frekvensresponsteknikker
- Skal have viden om analog implementering af regulatorer
- Skal have viden om måleteknik og dataopsamling vha en PC
- Skal have viden om software til opbygning/udvikling af programmer til dataopsamling og regulering på mekaniske/elektriske systemer
- Skal have viden om målekædens opbygning og virkemåde (dvs sensor, signal behandling og indikator)
- Skal have viden om klassiske sensorers virkemåde (tryk, temperatur, position, hastighed, acceleration, flow)
- Skal have viden om sampling, forskellige opkoblinger og målestøj

Færdigheder

- Skal kunne modellere og analysere grundlæggende dynamiske systemer, herunder elektriske, mekaniske og termiske systemer, samt analogierne imellem disse
- Skal kunne opstille modeller af dynamiske systemer i form af blokdiagrammer og overføringsfunktioner
- Skal kunne anvende reguleringsteorien til at specificere performancekriterier
- Skal kunne analysere et systems respons og stabilitet vha. de klassiske metoder
- Skal kunne udvælge passende regulatorer og forudsige/vurdere deres indflydelse
- Skal kunne designe/dimensionere grundlæggende regulatorer
- Skal kunne anvende en PC og dataopsamlingskort til at foretage målinger og kontrol på et simpelt mekanisk/elektrisk system
- Skal kunne opkoble og foretage målinger med klassiske sensorer til tryk, temperatur, position, hastighed, acceleration, flow
- Skal inden for det tilgængelige udstyr kunne vurdere den bedst egnede målekæde til et givet forsøg samt kvaliteten af de fremkomne data
- Skal kunne formidle problemstillingen, den anvendte løsningsmetode samt fortolke 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 indenfor grundlæggende reguleringsteknik og modellering

Undervisningsform:

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

Prøveform:

Intern individuel skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.4.d Kursusmodul 4. semester Mekaniske grundfag

Titel:

B4-4 Mekaniske grundfag / Introduction to Mechanical Engineering

Forudsætninger:

Grundlæggende mekanik og termodynamik

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have forståelse for begreber som kraft, moment og ligevægtstilstande
- Skal have forståelse for inertimomenter og masseinertimomenter
- Skal have viden om mekaniske strukturer
- 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, stress og torsion
- Skal have forståelse for stress i homogene bjælker (herunder aksler) med både cirkulære og ikke-cirkulære tværsnit, herunder stress som funktion af træk/tryk, vridning og udbøjning
- Skal have viden om udbøjning af bjælker under last
- Skal have viden om udvalgte mekaniske transmissioner, herunder gear, remtræk, kæde-træk etc.

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 inertimomenter 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 stresspåvirkninger under forskellige belastningssituationer
- Skal kunne analysere grundlæggende tilfælde af udbøjning af bjælker
- Skal kunne udvælge et passende mekanisk transmissionssystemer til en given applikation

Kompetencer:

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

Undervisningsform:

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

Prøveform:

Intern individuel skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.5 Modulbeskrivelser for 5. semester

3.5.a. Projekt på 5. semester Elektrisk energiteknik

Titel:

B5-1 Design af effektelektroniske apparater / Design of Power Electronic Apparatus

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsens 4. semester i energi eller tilsvarende, engelsk på B-niveau.

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 projektsamen.

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Kunne forstå effektelektroniske apparaters funktion
- Kunne forstå virkemåde, karakteristika og anvendelse af moderne effektelektroniske halvleder-komponenter

Færdigheder:

- Kunne analysere og dimensionere effektelektroniske apparater med tilhørende analoge eller mikrodatamat baserede styringer
- Kunne analysere effektelektroniks indvirkning på omgivelserne
- Have opnået erfaring med opbygning og afprøvning af effektelektronisk udstyr via laboratoriearbejde

Kompetencer:

- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder inden for effektelektroniske apparater 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 apparater.

Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper.

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende.

Projektet tager udgangspunkt i en situation som involverer et effektelektronisk apparat.

Den studerende kan vælge imellem mange forskellige typer af apparater, som enten er tilsluttet elforsyningsnettet eller et apparat, som er en del af et afgrænset system, eksempelvis i en satellit eller et køretøj.

Der formuleres en kravspecifikation for det effektelektroniske apparat således, at der er baggrund for at realisere og teste den samlede funktion eller delfunktioner af apparatet. Retningslinjer og krav fra relevante normer og standarder for eks. el-net tilslutning inkluderes.

Der foretages en analyse af forskellige løsningsmuligheder, som har den ønskede funktion og dernæst foretages et valg af løsning. Effektelektroniks indvirkning i form af kapacitive og induktive parasitiske koblinger til omgivelserne skal inddrages i analysen. Der foretages et design, og relevante dele af det effektelektroniske apparat opbygges i laboratoriet.

Der foretages test på apparatet, som verificerer hele eller dele af kravspecifikationen.

Ifølge rammestudieordningen kan den studerende på 5. semester dog også, efter forudgående ansøgning til Studienævn for Energi, sammensætte et uddannelsesforløb inden for semestrets formål, hvor projektarbejdet erstattes af andre studieaktiviteter, f.eks. i form af andre kurser, studiekredse, selvstudier, ugeopgaver, ekskursioner, virksomhedsophold, studierejser eller laboratorieforsøg. Dette arbejde skal efterfølgende dokumenteres gennem udarbejdelse af f.eks. artikler, miniprojekter, ugeprøver eller kursuseksaminer.

Ansøgningen til studienævnet vedlægges en studieplan, der beskriver hvorledes semestret ønskes afviklet, og skal være studienævnet i hænde senest 4 måneder før semesterstart.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.5.b Projekt på 5. semester Mekatronisk reguleringsteknik

Titel:

B5-2 Mekatronisk systemanalyse / Mechatronic System Analysis

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsen i energi 4. semester eller tilsvarende, engelsk på B-niveau.

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 projektsamen.

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Kunne forstå vigtigheden af integration af modellering og regulering i et mekatronisk design
- Kunne forstå vigtigheden af fysisk og matematisk modellering i et mekatronisk design
- Have forståelse for digital implementering og basale teknikker for digital reguleringsdesign

Færdigheder:

- Kunne anvende en dynamisk analyseproces på de mekatroniske systemer
- Kunne anvende modeller for og foretage analyser på mekaniske, elektriske, elektromekaniske, fluid, termiske og multidisciplinære systemer
- Have opnået erfaring med laboratoriearbejde med et mekatronisk reguleringssystem
- Kunne analysere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriearbejde

Kompetencer:

- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder indenfor mekatroniske systemanalyse til en praktisk problemstilling og kunne bearbejde en sådan problemstilling.
- Have opnået evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde inden for mekatronisk systemanalyse.

Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper.

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende.

Under projektet skal der udføres en komplet dynamisk systemanalyse indeholdende:

- Forståelse af det fysiske system
- Opstilling af en fysisk model hvortil modelparametrene eksperimentelt bestemmes og valideres
- Opstilling af en matematisk model af systemet
- En analyse af systemet og en simulering af det dynamiske respons

- Et design af en regulator, der tilfredsstillende specificationer opstillet af designeren
- En Implementering af reguleringsstrategien (analogt eller digitalt) og eksperimentel validering af resultaterne.

Ifølge rammestudieordningen kan den studerende på 5. semester dog også, efter forudgående ansøgning til Studienævnet for Energi, sammensætte et uddannelsesforløb inden for semestrets formål, hvor projektarbejdet erstattes af andre studieaktiviteter, f.eks. i form af andre kurser, studiecredse, selvstudier, ugeopgaver, ekskursioner, virksomhedsophold, studierejser eller laboratorieforsøg. Dette arbejde skal efterfølgende dokumenteres gennem udarbejdelse af f.eks. artikler, miniprojekter, ugeprøver eller kursuseksaminer.

Ansøgningen til studienævnet vedlægges en studieplan der beskriver, hvorledes semestret ønskes afviklet, og skal være studienævnet i hænde senest 4 måneder før semesterstart.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.5.c Projekt på 5. semester Termisk energiteknik

Titel:

B5-3 Design af energisystemer / Design of Energy Systems

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsen i energi 4. semester eller tilsvarende, engelsk på B-niveau.

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 projektskemaen.

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Have viden og indsigt i termiske maskiner og systemers virkemåde
- Have viden omkring design af energisystemer samt virkemåden
- Have viden om samspillet imellem komponenterne der indgår i termiske maskiner og systemer

Færdigheder:

- Kunne anvende modeller for og optimere termiske energisystemer numerisk stationært (dvs. uden hensyntagen til opstarter og tidslige driftsvariationer)
- Have opnået erfaring med laboratoriarbejde med termiske maskiner og systemer
- Kunne analysere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriarbejde, og samle dem til at give et helhedsindtryk af systemets performance

Kompetencer:

- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder inden for termodynamiske energisystemer til en praktisk problemstilling, og kunne bearbejde denne
- Have opnået evne til at kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde inden for termodynamiske energisystemer

Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper.

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende.

Projektet tager udgangspunkt i et termodynamisk energisystem. Systemet kan indgå i energiforsyningen eller være et energisystem, som indgår industrielt eller i husholdningen.

Den studerende vælger selv ud fra de opstillede projektforslag, hvilket type af system, der skal fokuseres på. Eksempler på systemer kan være et kraftværkssystem, fremdriftssystemer til køretøjer, anlæg til køling eller opvarmning eller industrielle anlæg f.eks. til pumpning, udsugning, komprimering eller lignende.

Der kan tages udgangspunkt i et eksisterende system eller udvikles et nyt. Systemet skal designes eller beskrives overordnet og passende komponenter skal udvælges og analyseres.

Problemstillingen skal analyseres med henblik på udvælgelse af en egnet løsning som beskrives og specificeres.

De væsentligste dele af systemet i løsningskonceptet modeldannes stationært og modelparametre fastlægges evt. via forsøg.

Der foretages simuleringer af systemet under stationær drift med henblik på opfyldelse af et eller flere af følgende mål

- at dimensionere og designe systemet eller dele heraf.
- at konkretisere det valgte løsningskoncept.
- at opnå dybere kendskab til enkelte dele af systemets virkemåde, funktion og indbyrdes påvirkning.

Der foretages en verificering og vurdering af de teoretiske analyser og simuleringer. Eventuelt underbygges numeriske modeller med forsøg.

Ifølge rammestudieordningen kan den studerende på 5. semester dog også efter forudgående ansøgning til Studienævnet for Energi sammensætte et uddannelsesforløb inden for semestrets formål, hvor projektarbejdet erstattes af andre studieaktiviteter, f.eks. i form af andre kurser, studiecredse, selvstudier, ugeopgaver, ekskursioner, virksomhedsophold, studierejser eller laboratorieforsøg. Dette arbejde skal efterfølgende dokumenteres gennem udarbejdelse af f.eks. artikler, miniprojekter, ugeprøver eller kursuseksaminer.

Ansøgningen til studienævnet vedlægges en studieplan der beskriver, hvorledes semestret ønskes afviklet, og skal være studienævnet i hænde senest 4 måneder før semesterstart.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.5.d Kursusmodul 5. semester Effektelektroniske modeller og diskret regulering

Titel:

B5-4 Effektelektroniske modeller og diskret regulering / Models of Power Electronics and Discrete Control

Forudsætninger:

Elektriske grundfag
AC kredsløbsteori og elektrofysik

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om tilstandsmodellering og formulering af systemer på tilstandsform
- Skal have viden om kanoniske former og sammenhæng med overføringsfunktioner
- Skal have viden om et systems opførsel og stabilitet i relation til systemets egenværdier
- Skal have viden om observerbarhed og kontrollerbarhed
- Skal have viden om sampling og diskretisering, samt deres indflydelse ved regulatordesign
- Skal have viden om differensligninger
- Skal have viden om middelværdi modeller af effektelektroniske konvertere
- Skal have viden om design af konvertere og valg af egnet konverter topologi
- Skal have viden om linearisering af effektelektroniske konvertere
- Skal have viden om halvledere anvendt i effektelektroniske konvertere
- Skal have viden om layout af effektelektroniske kredse

Færdigheder

- Skal kunne modellere grundlæggende dynamiske systemer på tilstandsform
- Skal kunne analysere et systems respons og stabilitet på tilstandsform og i de forskellige domæner (tidskontinueret og tidsdiskret)
- Skal kunne designe/dimensionere grundlæggende regulatorer både tidskontinueret og diskret
- Skal kunne analysere og evaluere effekten af diskret implementering af regulatorer
- Skal kunne analysere effektelektroniske systemer
- Skal kunne opstille middelværdi modeller af effektelektroniske konvertere
- Skal kunne linearisere middelværdi modeller af effektelektroniske konvertere
- Skal kunne dimensionere og designe effektelektroniske konvertere
- Skal kunne designe konverter inkl. gatedrives, køleplader, dc-mellemkreds

Kompetencer:

- Skal kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med tilstandsregulering og diskret regulering samt analyse og design af power konvertere
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang til tilstandsregulering og diskret regulering samt analyse og design af power konvertere
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for tilstandsregulering og diskret regulering samt analyse og design af power konvertere

Undervisningsform:

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

Prøveform:

Intern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.5.e Kursusmodul 5. semester Mikrodatamater og varmetransmission

Titel:

B5-5 Mikrodatamater og varmetransmission / Micro Processors and Heat Transfer

Forudsætninger:

Grundlæggende mekanik og termodynamik
Termiske grundfag

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om, mikrodatamater, c-programmering og klassisk varmetransmission.
- Skal kunne forstå:
 - Mikrodatamaters opbygning og virkemåde
 - Hovedprincipperne i grundlæggende programmering
 - Grundlæggende varmetransmission

Færdigheder:

- Skal kunne anvende mikrodatamater til praktiske problemstillinger i ingeniørmæssige sammenhænge.
- Skal kunne programmere mikrodatamater til at foretage de ønskede handlinger (analog og digital I/O samt kontrol/regulering)
- Skal kunne anvende grundlæggende varmeledning, transient varmeledning eller numerisk varmeledning til analyse af en termisk problemstilling.
- Skal kunne beregne varmestrøm i flere dimensioner og komplekse geometrier.

Kompetencer:

- Skal have evnen til at anvende fagområdet i tværfagligt samarbejde med andre fagområder.
- Skal kunne vurdere den bedst egnede analysemetode på et varmetransmissionsproblem samt kvaliteten af den fremkomne løsning.
- Skal kunne formidle problemstillingen, den anvendte løsningsmetode samt fortolke resultatet, heraf til et teknisk publikum men ikke nødvendigvis med samme tekniske baggrund.

Undervisningsform:

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

Prøveform:

Intern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen

3.5.f Kursusmodul 5. semester Numeriske metoder

Titel:

B5-6 Numeriske metoder / Numerical Methods

Forudsætninger:

Matematik 3. semester

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'Alembert's 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 differentilligninger. Numerisk løsning af anden ordens differentilligninger.
- Skal kunne anvende finite difference metoden til løsning af partielle differentilligninger, herunder:
 - Differentielligninger. Elliptiske ligninger. Dirichlet og Neumann randværdier. Paraboliske ligninger. Eksplícite og implicite metoder, Theta-metoden. Hyperbolske ligninger.
 - Relationen til finite volume metoden.
- Skal have forståelse for finite element metoden til løsning af partielle differentilligninger.

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

Prøveform:

Intern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen

3.5.g Kursusmodul 5. semester Mekatronik og diskret regulering

Titel:

B5-7 Mekatronik og diskret regulering / Mechatronics and Discrete Control Theory

Forudsætninger:

Lineær algebra, calculus og matematik på forudgående semestre
Grundlæggende regulering og modellering

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have forståelse for forskellige aktueringsformer, herunder elektriske og hydrauliske aktueringsystemer
- Skal have forståelse for modellering og nødvendigheden heraf af mekatroniske systemer
- Skal have forståelse for metoder til og valg af sensorer, teknologier og interfacing imellem teknologier
- Skal have forståelse for tilstandsmodellering og formulering af systemer på tilstandsform
- Skal have viden om kanoniske former og sammenhæng med overføringsfunktioner
- Skal have forståelse for et systems opførsel og stabilitet i relation til systemets egenværdier
- Skal have forståelse for observerbarhed og kontrollerbarhed
- Skal have forståelse for sampling og diskretisering, samt deres indflydelse ved regulator-design
- Skal have viden om differensligninger

Færdigheder

- Skal kunne modellere og analysere mekatroniske systemer
- Skal kunne vurdere forskellige teknologiers egnethed til en given applikation
- Skal kunne anvende ideer, principper og metoder til valg og interfacing af sensorer og aktuatorer
- Skal kunne modellere grundlæggende dynamiske systemer på tilstandsform
- Skal kunne analysere et systems respons og stabilitet på tilstandsform og i de forskellige domæner (tidskontinuert og tidsdiskret)
- Skal kunne designe/dimensionere grundlæggende regulatorer både tidskontinuert og diskret
- Skal kunne analysere og evaluere effekten af diskret implementering af regulatorer

Kompetencer:

- Skal kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med mekatroniske systemer, tilstandsregulering og diskret regulering
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for mekatroniske systemer, tilstandsregulering og diskret regulering
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for mekatroniske systemer, 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

Prøveform:

Intern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.5.h Kursusmodul 5. semester Termodynamiske systemer og maskiner 1

Titel:

B5-8 Termodynamiske systemer og maskiner 1 / Thermal Systems and Machinery 1

Forudsætninger:

Energitekniske grundfag og termiske grundfag

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om samspillet mellem kemisk termodynamik, forbrændingsprocesser og generelle termiske systemer
- Skal kunne forstå opbygningen af køle- og varmepumpesystemer i forskellige størrelser
- Skal have forståelse for kemisk ligevægt, dissociation og have en overordnet forståelse for kinetikbegrebet

Færdigheder:

- Skal kunne anvende den generelle teori omkring systematisk opstilling af bevarelsesligninger til simulering af termiske systemer og termiske systemkomponenter
- Skal kunne vurdere driftsparametre i termiske systemer der opererer i en stationær tilstand
- Skal kunne beregne og simulere varmepumpe/kølesystemer med et- eller flertrins kompression
- Skal kunne vurdere kølemidler mht. performance og miljø
- Skal kunne anvende den grundlæggende kemiske termodynamik til at foretage beregninger på kemiske reaktioner i forbindelse med støkiometrisk og ikke-støkiometrisk forbrænding og generelt

- Skal kunne bestemme kalorimetriske forhold under forbrænding såsom brændværdi og adiabatisk flammetemperatur
- Skal være i stand til at estimere termiske tilstandsstørrelser for gas og væskeblandinger
- Skal kunne anvende pinchanalyse til at karakterisere varmestrømme i termiske energisystemer

Kompetencer:

- Skal have evnen til at anvende fagområdet i tværfagligt samarbejde med andre fagområder
- Skal kunne vurdere den bedst egnede analysemetode i forbindelse med simulering af termiske systemer
- Skal kunne analysere resultatet af termiske systemsimuleringer og modellering af kemiske processer – herunder særligt forbrændingsprocesser

Undervisningsform:

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

Prøveform:

Mundtlig eksamen i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.6 Modulbeskrivelser for 6. semester

3.6.a. Bachelorprojekt på 6. semester Elektrisk energiteknik

Titel:

B6-1 Bachelorprojekt: Overføring og konvertering af energi i elektriske maskiner og anlæg / BSc Project: Transmission and Conversion of Energy in Electrical Machines and Power Systems

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsens 5. semester i elektrisk energiteknik eller tilsvarende.

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 projektskemaen.

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Kunne forstå opbygningen og funktionen af elektriske fordelingsystemer samt kunne analysere dette under stationære forhold
- Have tilegnet sig viden om grundlæggende principper for effektelektroniske systemer i det omfang hvor det er relevant
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier

Færdigheder:

- Kunne analysere forskellige modeller og funktioner for elektriske maskiner og kunne foretage beregninger på og modellere disse under stationære forhold.
- Have opnået erfaring med laboratoriearbejde med elektriske maskiner og anlæg.
- Kunne analysere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriearbejde, og samle dem til at give et helhedsindtryk af systemets performance.

Kompetencer:

- Kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge inden for det energitekniske område, med særligt henblik på elektrisk energiteknik, herunder overføring og konvertering af energi i elektriske maskiner og anlæg
- 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 elektrisk energiteknik til en praktisk problemstilling

Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper på højst 4 studerende.

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende.

Projektet tager udgangspunkt i en problemstilling, hvor energi skal omformes ved hjælp af en elektrisk maskine, og hvor energien skal transporteres enten til eller fra systemet via et elektrisk fordelingsanlæg, set enten som et isoleret system eller tilkoblet distributionsnettet. Det samlede system kan evt. også indeholde en effektelektronisk enhed, der i så fald indregnes i systemet.

Den studerende vælger selv ud fra de opstillede projektforslag, hvilket type af system der skal fokuseres på, og om der skal indgå en effektelektronisk enhed i systemet.

Problemstillingen analyseres mhp. udvælgelse af en egnet løsning, som beskrives og specificeres. De væsentlige dele af systemet i det udvalgte løsningskoncept modeldannes og modelparametre fastlægges, eventuelt ved forsøg.

Der foretages simuleringer af systemet under stationær drift med henblik på opfyldelse af et eller flere af følgende mål

- at dimensionere og designe systemet eller dele heraf
- at konkretisere det valgte løsningskoncept.
- at opnå dybere kendskab til enkelte dele af systemets virkemåde, funktion og indbyrdes påvirkning.

Den udvalgte løsning eller dele heraf opbygges og afprøves i laboratoriet.

Der foretages en verificering og vurdering af teoretiske analyser og simuleringer.

Videnskabsteori skal indgå som en del af projektet, f.eks. ved at lave en vurdering af de videnskabelige teorier og metoder, der er anvendt igennem projektet.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.6.b. Bachelorprojekt på 6. semester Mekatronisk reguleringsteknik

Tema:

B6-2 Bachelorprojekt: Mekatronisk systemdesign / BSc Project Mechatronic System Design

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsens 5. semester i mekatronisk reguleringsteknik eller tilsvarende.

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 projektskemaen.

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

Viden:

- Have viden om mekatronik som en metode/designfilosofi
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier.

Færdigheder:

- Kunne foretage syntese og designe (grundlæggende) mekatroniske systemer og komponenter, samt vurdere forskellige løsningsprincippernes egnethed.
- Kunne analysere forskellige teknologiers interaktion og begrænsninger i designprocessen.
- Have opnået erfaring med laboratoriearbejde med design af et mekatronisk system.
- Kunne analysere og vurdere opnåede resultater fra simuleringer og laboratoriearbejde

Kompetencer:

- Kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge inden for det energitekniske område, med særligt henblik på mekatronisk reguleringsteknik.
- 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 mekatronisk systemdesign til en praktisk problemstilling inden for bølgekompenserings-systemer, og kunne bearbejde en sådan problemstilling.

Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper på højst 4 studerende

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende.

Projektet tager sit udgangspunkt i at designe et mekatronisk produkt til at afhjælpe et givent problem. Den studerende vælger selv typen af system/komponent, der eksempelvis kan være en elektrisk ventilator til regulering af luftflowet/temperaturen på kritiske områder i et solopvarmet rum, en elektrisk persienne til at styre lysindfaldet i kontorer e.lign. Indholdet kan også være "Reverse Engineering" af et succesfuldt mekatronisk design.

Problemstillingen analyseres og der genereres forskellige løsningskoncepter, som vurderes mht. bl.a. dynamik, kompleksitet, forventet pris etc. På baggrund af analysen udvælges det mest lovenlige koncept som detaildesignes. I designfasen opstilles modeller af systemet, som bruges aktivt i designprocessen til dimensionering af aktuatorer, regulatorer mv. Der lægges i denne forbindelse vægt på, at systemet designes som en samlet helhed, hvor interaktionen imellem de forskellige teknologier udnyttes aktivt. Der lægges specielt vægt på at regulatordesign (analog/digital) og implementering er en integreret part af designet og ikke en "after-thought-add-on".

Produktet fremstilles i laboratoriet, hvor virkemåde og performance efterfølgende eftervises eksperimentelt.

Videnskabsteori skal indgå som en del af projektet, f.eks. ved at lave en vurdering af de videnskabelige teorier og metoder, der er anvendt igennem projektet.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.6.c. Bachelorprojekt på 6. semester Termisk energiteknik

Titel:

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

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsen i energi 5. semester med specialisering i termiske energiteknik.

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 projektskemaen.

Mål:

Efter projektet skal den studerende inden for følgende områder:

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
- Have viden om de miljømæssige omstændigheder forbundet med disse teknologier
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier

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 indenfor 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 indenfor det energitekniske område
- Have opnået evne til at kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder indenfor termiske processer til en praktisk problemstilling, og kunne bearbejde denne

Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde i grupper på højst 4 studerende.

Undervisningen foregår på engelsk og/eller dansk afhængig af deltagelse af udenlandske studerende.

Projektet kan tage udgangspunkt i design af en termisk systemkomponent. Den studerende vælger selv typen af komponenten, der f.eks. kunne være en gasturbine eller en pumpe. Komponentens

skal indeholde maskinelementer under fluiddynamisk påvirkning og skal karakteriseres såvel med hensyn til det termisk-fluiddynamiske design som med hensyn til mekaniske laster.

Der foretages en verificering og vurdering af de teoretiske analyser og simuleringer. De vigtigste aspekter omkring den numeriske karakterisering af komponenten skal verificeres eksperimentelt i det omfang det er muligt. Der foretages vurderinger omkring måleusikkerhed i forbindelse med eksperimenter.

Problemstillingen skal analyseres med henblik på udvælgelse af en egnet løsning, som beskrives og specificeres.

De væsentligste aspekter modeldannes og modelparametre fastlægges evt. via forsøg.

Videnskabsteori skal indgå som en del af projektet, f.eks. ved at lave en vurdering af de videnskabelige teorier og metoder, der er anvendt igennem projektet.

Prøveform:

Ekstern individuel mundtlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Som angivet i rammestudieordningen

3.6.d 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

Prerequisites:

5th semester of Energy Engineering

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:

Are stated in the Framework Provisions.

3.6.e Kursusmodul 6. semester Elektriske anlæg og digital elektronik

Titel:

B6-5 Elektriske anlæg og digital elektronik / Electrical Power Systems and Digital Electronics

Forudsætninger:

Bacheloruddannelsens 5. semester i energi med speciale i elektrisk energiteknik

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om beregning og måling af elektriske anlægs konstanter
- Skal have viden om beregning af spændinger, strømme, aktiv og reaktiv effektoverføring i simple og sammensatte transmissions- og distributionsnet
- Skal have viden om beregning af strømme og spændinger ved en- og flerfasede fejl i elnet ved varierende typer af jording i simple og sammensatte transmissions- og distributionsnet.
- Skal have viden om sikkerhedsregler ved arbejde med høje spændinger i laboratoriet
- Skal have viden om grundlæggende digital elektronik
- Skal have viden om programmerbare logiske kredse og deres anvendelse
- Skal have viden om en digital signalprocessors (DSP) opbygning og anvendelse i realtids applikationer

Færdigheder:

- Skal kunne analysere forskellige elektriske anlægsdele på en sådan måde, at disses karakteristiske elektriske konstanter kan bestemmes
- Skal kunne anvende elektriske anlægs konstanter til at beregne effektflow i transmissions- og distributionsnet, herunder lavspændingsnet.
- Skal kunne beregne fordelinger af kortslutningsstrømme ved symmetriske og usymmetriske fejl i transmissions- og distributionsnet, herunder lavspændingsnet.
- Skal kunne udføre et forsøg i højspændingslaboratoriet i overensstemmelse med gældende sikkerhedsregler.
- Skal kunne analysere simple kombinatoriske og sekventielle netværk
- Skal kunne konstruere og realisere enkle digitale kredsløb ved hjælp af programmerbare kredsløb
- Skal have kendskab til beskrivelse, simulering og implementering af enkle digitale kredsløb i CPLD eller i FPGA.
- Skal have et grundlæggende kendskab til hardware description language (HDL) og dets anvendelse til udvikling af CPLD og FPGA.
- Skal kunne udvikle programmer i C til real-tidsimplementering af digitale filtre og regulatoralgoritmer

- Skal kunne anvende perifere enheder i en DSP som interface til ydre enheder

Kompetencer:

- Skal kunne håndtere simple udviklingsorienterede situationer i forbindelse med elektriske anlægs under normal drift eller fejl samt digital elektronik i studie- eller arbejdssammenhænge.
- Skal kunne udføre forsøg med højspænding sikkerhedsmæssigt forsvarligt i henhold til gældende regler.
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for grundlæggende elektriske anlæg og digital elektronik.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for elektriske anlæg og digital elektronik.

Undervisningsform:

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning. Kurset udbydes på engelsk hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende.

Prøveform:

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

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.6.f Kursusmodul 6. semester Mekatronisk system design og digital elektronik

Titel:

B6-6 Mekatronisk systemdesign og digital elektronik / Mechatronic System Design and Digital Electronics

Forudsætninger:

Grundlæggende regulering og modellering på 4. semester energi
Mekatronik og diskret regulering på 5. semester

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have forståelse for designprocessen for mekatroniske systemer
- Skal have viden om metoder til design og syntese af mekatroniske systemer
- Skal have forståelse for interaktion af teknologier (mekanik, elektronik, aktivering, software og regulering) leder til gensidige afhængigheder der kræver særlig opmærksomhed i en udviklingsstrategi
- Skal have forståelse for nødvendigheden af modelbaseret design og evaluering
- Skal have forståelse for implementering af regulatorer vha. DSP'er og FPGA'er
- Skal have viden om grundlæggende digital elektronik
- Skal have forståelse for programmerbare logiske kredse og deres anvendelse
- Skal have viden om en digital signalprocessors (DSP) opbygning og anvendelse i realtids applikationer

Færdigheder

- Skal kunne specificere designkriterier og teknologivalg for mekatroniske systemer
- Skal kunne modellere, analysere, vurdere og designe mekatroniske systemer og komponenter
- Skal kunne anvende metoder til design/syntese af mekatroniske systemer
- Skal kunne analysere forskellige teknologiers egnethed i et mekatronisk produkt
- Skal kunne implementere regulatorer vha. programmering af DSP'er og FPGA'er

- Skal kunne analysere simple kombinatoriske og sekventielle netværk
- Skal kunne konstruere og realisere enkle digitale kredsløb ved hjælp af programmerbare kredsløb
- Skal have kendskab til beskrivelse, simulering og implementering af enkle digitale kredsløb i CPLD eller i FPGA.
- Skal have et grundlæggende kendskab til hardware description language (HDL) og dets anvendelse til udvikling af CPLD og FPGA.
- Skal kunne udvikle programmer i C til real-tidsimplementering af digitale filtre og regulatoralgoritmer
- Skal kunne anvende perifere enheder i en DSP som interface til ydre enheder

Kompetencer:

- Skal kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i forbindelse med design og regulering af dynamiske systemer, samt digital elektronik
- Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for design af dynamiske systemer, herunder implementering af regulatorer vha. DSP'er og FPGA
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring inden for dynamiske systemer

Undervisningsform:

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

Prøveform:

Intern individuel mundtlig prøve i henhold til reglerne i eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

3.6.g Kursusmodul 6. semester Termodynamiske systemer og maskiner 2

Titel:

B6-7 Termodynamiske systemer og maskiner 2 / Thermodynamic Systems and Machinery 2

Forudsætninger:

Energitekniske grundfag
Mekaniske grundfag

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have forståelse for modellove for fysiske systemer, herunder:
 - Dimensioner og fysiske størrelser, dimensionsløse tal, systematisk beregning og reduktion af dimensionsløse størrelser, brug af modeller og skalering, applikationer inden for fluiddynamik og varmetransmission
- Skal have forståelse for påvirkning af kemisk kinetik på forbrændingsprocesser, herunder:
 - Kemisk kinetik, Arrhenius ligning, Kemiske mekanismer, Software til forbrændingsanalyse
- Skal have forståelse for metoder til reduktion af skadelige emissioner fra forbrændingsprocesser, herunder:
 - SO_x og NO_x emissioner, Afsvovlings-, De-Nox- og emission kontrolteknologier, Reburning og additiver
- Skal have forståelse for metoder konstruktion af strømningsmaskiner, herunder:
 - Karakterisering af strømningsmaskiner, konstruktions principper for pumper og kompressorer, konstruktions principper for termisk turbomaskiner

- Skal have forståelse for koblingen mellem termiske og mekaniske belastninger herunder
 - Konstitutive ligninger for lineære elastiske materialer, termoelasticitet, koblingen mellem termiske og mekaniske belastninger, løsningsmetoder og procedurer for kontinuummekaniske problemstillinger

Færdigheder:

- Skal kunne analysere fysiske problemstillinger
- Skal kunne anvende og reducere beskrivende parametre for systemerne

Kompetencer:

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

Undervisningsform:

Forelæsninger med efterfølgende opgaver eller øvelser, workshops og studiekredse. Kurset udbydes på engelsk hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende.

Prøveform:

Bedømmelse ved ugeopgaver eller lignende i henhold til eksamensordningen

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen

3.6.h Kursusmodul 6. semester Videnskabsteori og entrepreneurskab

Titel:

B6-8 Videnskabsteori og entrepreneurskab / Theory of Science and Entrepreneurship

Forudsætninger:

Ingen

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om ingeniørfagets traditioner, grundlæggende antagelser og ingeniørens rolle i samfundet, samt etiske problemstillinger inden for ingeniørvidenskaben
- Skal have kendskab til videnskabsteoretiske retninger og traditioner (objektive/subjektivisme), samt forestilling om verden, viden og læring, paradigmebegrebet, ingeniørvidenskab og sandhedsbegrebet
- Skal have kendskab til mulige karriereretninger inden for ingeniørprofessionsfaget, herunder son projekterede, byggepladsingeniør, projektleder, forsker m.m.
- Skal have kendskab til entrepreneurship, herunder muligheder for opstart af egen virksomhed

Færdigheder:

- Skal kunne anvende videnskabsteoretiske metoder og begreber inden for ingeniørfagets fagligheder
- Skal kunne planlægge eget karriereforløb
- Skal kunne deltage aktivt i opstart af selvstændig virksomhed
- Skal kunne analysere virksomheders organisationsformer
- Skal kunne redegøre for et produkts eller en løsnings innovative indhold og muligheder

Kompetencer:

- Skal kunne vurdere en problemstilling inden for ingeniørfaget i en videnskabsteoretisk kontekst
- Skal kunne reflektere over en virksomheds håndtering af innovation

Undervisningsform:

Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m. Kurset udbydes på engelsk hvis der er indskrevet udenlandske gæstestuderende.

Prøveform:

Individuel skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier:

Er angivet i rammestudieordningen.

4. Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision

Studieordningen er godkendt af dekanen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og træder i kraft pr. 1. september 2010. Ændringen til studieordningen af 1. september 2010 version 4 træder i kraft per 1. september 2012 for alle ny indskrevne studerende plus de studerende, der begynder på 3. semester bachelor 1. september 2012.

Studerende, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra 2009, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2012, idet der ikke efter dette tidspunkt udbydes eksamener efter den hidtidige studieordning.

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

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 engelsk¹. Hvis projektet er skrevet på engelsk, skal resumeet skrives på dansk². 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 uden-

¹ Eller et andet et fremmedsprog (fransk, spansk eller tysk) efter studienævnets godkendelse

² Studienævnet kan dispensere herfra

landsk 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 projektforbøb

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.

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.

5.8 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