



# Studieordning for diplomingeniøruddannelsen i byggeri og anlæg

Aalborg Universitet

Februar 2014

Godkendt d. 17/5 14

✓ Eskild Holm Nielsen  
dekan



# Studieordning for diplomingeniøruddannelsen i byggeri og anlæg

Aalborg Universitet

Februar 2014

**Forord**

Hermed fastsættes følgende studieordning for Diplomingeniøruddannelsen i byggeri og anlæg, Uddannelsen følger rammestudieordningen og tilhørende retningslinjer for diplomingeniørpraktik samt eksamensordning ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet.

## Indholdsfortegnelse

<b>Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv.</b>	4
1.1 Bekendtgørelsesgrundlag	4
1.2 Fakultetstilhørsforhold	4
1.3 Studienævntilhørsforhold	4
<b>Kapitel 2: Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil</b>	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	5
<b>Kapitel 3: Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse</b>	5
3.1 Uddannelsesoversigt	6
3.2 Modulbeskrivelser	7
<b>Kapitel 4: Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision</b>	8
<b>Kapitel 5: Andre regler</b>	8
5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet	8
<b>Appendiks: Modulbeskrivelser</b>	10
Afløbsteknik/Betonkonstruktioner	10
Bachelorprojekt	11
Betontechnologi / Byggematerialeteknologi	11
Calculus	13
Diplomingeniørpraktik	14
Dynamik og udmattelse	15
Geoteknik	16
Grundlæggende mekanik og termodynamik	16
Grundlæggende statik og styrkelære	17
Grundteknisk kursus i Byggeri og Anlæg	18
Infrastrukturelle anlæg	19
Installationsteknik	19
Introduktion til teknisk rapportskrivning, P0	20
Kontinuummeknik, rumbjælker og stabilitet	21
Lineær algebra	22
Modellernes virkelighed	23
Partielle differentiaalligninger, sandsynlighedsregning og statistik	24
Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	25
Projektering af en stålrammebygning	26
Projektering af et betonelementbyggeri	26
Stålkonstruktioner / trækonstruktioner	27
Varmetransmission og strømningsmekanik	28
Vej- og trafikteknik	28
Videnskabsteori, entrepreneurskab og ingeniørpraktik	29
Videregående statik og styrkelære	30
Virkelighed og modeller, P1	31

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

### **1.1 Bekendtgørelsesgrundlag**

Diplomingeniøruddannelsen i byggeri og anlæg er tilrettelagt i henhold til Ministeriet for Forskning, Innovation og Videregående Uddannelsers bekendtgørelse nr. 527 af 21. juni 2002 om diplomingeniøruddannelsen og bekendtgørelse 41 af den 16. januar 2014 om eksamen i erhvervsrettede uddannelser med senere ændringer. Der henvises yderligere til bekendtgørelse nr. 223 af den 11. marts 2014 (adgangs bekendtgørelse) og bekendtgørelse nr. 262 af 20. marts 2007 (bekendtgørelse om karakterskala og anden bedømmelse) med senere ændringer.

### **1.2 Fakultetstilhørsforhold**

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

### **1.3 Studienævnstilhørsforhold**

Diplomingeniøruddannelsen hører under Studienævnet for Byggeri og Anlæg ved School of Engineering and Science.

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

### **2.1 Optagelse**

Optagelse på diplomingeniøruddannelsen i byggeri og anlæg forudsætter en gymnasial uddannelse.

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

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

Diplomingeniøruddannelsen giver ret til betegnelsen Diplomingeniør i byggeri og anlæg. Professionsbachelor i ingeniørvirksomhed. Den engelsksprogede betegnelse: Bachelor of Engineering in Civil Engineering.

### **2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS**

Diplomingeniøruddannelsen er en 3½-årig heltidsuddannelse, hvor uddannelsens vidensgrundlag er karakteriseret ved udviklingsbaseret, professionsbaseret og forskningstilknytning. Uddannelsen er normeret til 210 ECTS.

### **2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil**

Nedenstående kompetenceprofil vil fremgå af eksamensbeviset:

En professionsbachelor har kompetencer erhvervet i et udviklingsbaseret studiemiljø med forskningstilknytning og med relevante, obligatoriske praktikforløb i dialog med aftagerne.

En professionsbachelor har grundlæggende kendskab til og indsigt i de centrale fag og metoder, der er behov for i professionen. Disse egenskaber kvalificerer professionsbacheloren til at udøve erhvervsfunktioner og fungere selvstændigt inden for fagområdet samt til videreuddannelse på et relevant master eller kandidatstudium.

## 2.5 Uddannelsens kompetenceprofil

Personer der opnår diplomingeniørgraden i byggeri og anlæg:

### Viden

- Skal have kendskab til og kunne forstå metoder til analyse og projektering af rumlige konstruktioner på såvel komponentniveau (konstruktionselementer) som på systemniveau (bygningen som helhed)
- Skal have kendskab til og kunne forstå statiske beregnings-principper knyttet hertil, herunder også grundlæggende begreber indenfor kontinuum-mekanik, effekter af vridnings-belastning og instabilitets-fænomener som kipning og foldning
- Skal have kendskab til betonteknologi/byggemateriale teknologi, herunder bl.a. forhold knyttet til tildannelses-processen samt materialers holdbarhed og levetid
- Skal have viden om projektledelse, projektøkonomi, byggepladsindretning, udførelsesmetoder og arbejdsmiljø.

### Færdigheder

- Skal udover at kunne projektere træ-, beton- og simple stålkonstruktioner kunne projektere bærende konstruktioner som rumlige stålkonstruktioner, spændbetonkonstruktioner, elementbyggeri og interimskonstruktioner.
- Skal kunne projektere bygningsfundamenter (pælefundamenter og direkte fundering) samt jordtrykspåvirkede konstruktioner og grundvandssænkingsanlæg.
- Skal kunne anvende numeriske metoder i forbindelse med konstruktionsdimensionering, hvor relevant, og generelt kunne formidle resultater og teknisk dokumentation iht. fagets standarder og tradition
- Skal kunne anvende metoder til etablering af prisoverslag for et bygge- og anlægsprojekt, anvende metoder til udarbejdelse af tids- og arbejdsplaner for implementering af et bygge- og anlægsprojekt.

### Kompetencer

- Skal på kompetent niveau kunne indgå i et team med opgaver spændende fra etablering af prisoverslag for et givet projekt, dimensionering af projektets bærende konstruktioner, vurdering og analyse af forskellige løsningsforslag, planlægning og styring af udførelsesfasen, til vurdering af betonkonstruktioners tilstand og levetid.

## Kapitel 3: Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

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

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

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

Hvor der for moduler gælder særlige forhold vedrørende undervisningsformen, vil dette være anført ved pågældende modulbeskrivelse, jf. nedenfor.

Modulerne evalueres enten ved individuelle mundtlige eller skriftlige prøver som angivet i modulbeskrivelserne i appendiks.

Projektmoduler evalueres normalt ved en gruppebaseret mundtlig prøve baseret på en afleveret projektrapport og en mundtlig gruppe præsentation.

For individuelle skriftlige prøver opererer studienævnet med følgende muligheder:

- Skriftlig prøve med løsning af udleveret opgavesæt
- Multiple choice
- Løbende evaluering af skriftlige opgaver

For individuelle mundtlige prøver opererer studienævnet med følgende muligheder:

- Mundtlig prøve med eller uden forberedelse
- Mundtlig prøve baseret på projektrapport
- Mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar
- Portfoliobaseret mundtlig prøve

Hvis antallet af studerende, der følger et undervisningsmodul, er lavt, og/eller hvis antallet af studerende, der skal op til en omprøve, er lavt, kan studienævnet beslutte at en prøve foretages som enten en skriftlig eller mundtlig prøve under hensyntagen til praktiske og økonomiske forhold. Beslutningen skal offentliggøres for de studerende før starten af undervisningsmodulet i det første tilfælde og ved offentliggørelsen af tidspunktet for omprøven i det andet tilfælde.

### **3.1 Uddannelsesoversigt**

Efterfølgende skemaer angiver ECTS-fordelingen på uddannelsens moduler på de enkelte semestre.

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

Af uddannelsens 210 ECTS bedømmes 155 ECTS efter 7-trinsskalaen, og 105 ECTS bedømmes med ekstern censur.

Semester	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
1.	Introduktion til teknisk rapportskrivning	5	B/IB	Intern
	Virkelighed og modeller	10	7-skala	Intern
	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	5	B/IB	Intern
	Grundteknisk kursus i Byggeri og Anlæg	5	B/IB	Intern
	Lineær algebra	5	7-skala	Intern
2.	Modellernes virkelighed	15	7-skala	Ekstern
	Grundlæggende mekanik og termodynamik	5	7-skala	Intern
	Grundlæggende statik og styrkelære	5	7-skala	Intern
	Calculus	5	7-skala	Intern
3.	Infrastrukturelle anlæg	15	7-skala	Ekstern
	Vej- og trafikteknik	5	7-skala	Intern
	Videregående statik og styrkelære	5	7-skala	Intern
	Partielle differentiaalligninger, sandsynlighedsregning og statistik	5	7-skala	Intern
4.	Projektering af en stålrammebygning	15	7-skala	Ekstern
	Geoteknik	5	7-skala	Intern
	Stålkonstruktioner/Trækonstruktioner	5	7-skala	Intern
	Afløbsteknik/Betonkonstruktioner	5	7-skala	Intern
5.	Projektering af betonelementbyggeri	15	7-skala	Intern
	Varmetransmission og strømningsmekanik	5	7-skala	Intern
	Kontinuummekanik, rumbjælker og stabilitet	5	7-skala	Intern
	Betontechnologi / byggematerialeteknologi	5	7-skala	Intern
6.	Installationsteknik	5	B/IB	Intern
	Dynamik og udmattelse	5	7-skala	Intern
	Videnskabsteori, entrepreneurskab og ingeniørpraktik	5	B/IB	Intern
6.-7.	Diplomingeniørpraktik	30	B/IB	Ekstern
7.	Bachelorprojekt	15	7-skala	Ekstern
SUM		210		

De studerende gives generelt valgfrihed i projektmodulerne vha. mulighed for at vælge forskellige projekter indenfor samme tema.

Studienævnet for Byggeri og Anlæg kan beslutte, at et kursusmoduls faglige indhold på et semester undervises på pågældende semesters projektmodul, idet projektmodulets ECTS-omfang øges tilsvarende. Beslutningen kan begrundes i hensyn til kapacitet eller økonomi på det aktuelle semester.

### 3.2 Modulbeskrivelser

Beskrivelser af uddannelsens moduler er indsat bagerst, ordnet alfabetisk efter deres danske titel.



## Kapitel 4: Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision

Studieordningen er godkendt af dekanen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og træder i kraft pr. 1. februar 2014 for studerende der optages på studiet og for studerende der skal starte på 3. semester. Øvrige studerende går efter den gamle studieordning, der derved udfases gradvist.

Studerende, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra 2010, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2016, idet der ikke efter dette tidspunkt udbydes eksamener efter den hidtidige studieordning.

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

## Kapitel 5: Andre regler

### 5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet

I bedømmelsen af samtlige skriftlige arbejder skal der ud over det faglige indhold, uanset hvilket sprog de er udarbejdet på, også lægges vægt på den studerendes formulerings- og staveevne. Til grund for vurderingen af den sproglige præstation lægges ortografisk og grammatisk korrekthed samt stilistisk sikkerhed. Den sproglige præstation skal altid indgå som en selvstændig dimension i den samlede vurdering. Dog kan ingen prøve samlet vurderes til bestået alene på grund af en god sproglig præstation, ligesom en prøve normalt ikke kan vurderes til ikke bestået alene på grund af en ringe sproglig præstation.

Studienævnet kan i særlige tilfælde (f.eks. ordblindhed og andet sprog end dansk som modersmål) dispensere herfor.

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

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

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

### 5.3 Regler omkring forløb og afslutning af diplomingeniøruddannelsen

Første studieår skal være bestået senest inden udgangen af andet studieår efter studiestart, for at den studerende kan fortsætte sin diplomingeniøruddannelse.

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.

Diplomingeniøruddannelsen skal være afsluttet senest syv år efter, den er påbegyndt.

### 5.4 Eksamensregler

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

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

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

### **5.5 Dispensation**

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

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

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

### **5.7 Uddybende information**

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

## Appendiks: Modulbeskrivelser

### Afløbsteknik/Betonkonstruktioner

#### *Drainage Systems (Wastewater) / Concrete Structures*

Forudsætninger: Kursusmodulet Grundlæggende statik og styrkelære

Mål: Kurset skal give grundlag for projektering af urbane regn- og spildevandsledninger samt armerede betonkonstruktioner.

Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

- Skal have viden om problemstillinger med byers kloaksystemer og kendskab til spildevandsløsninger i det åbne land
- Skal have viden om projektering af traditionelle slapt armerede betonkonstruktionselementer som bjælker, søjler og plader.

#### Færdigheder

- Skal kunne redegøre for indholdet i en spildevandsplan og kende væsentligste dele af det øvrige plangrundlag
- Skal kunne redegøre for de væsentligste elementer i en kloakfornyelsesplan, herunder tv-inspektion af ledninger
- Skal kunne projektere en pumpestation med tilhørende trykledning
- Skal kunne vurdere fordele/ulemper ved opgravningsfri renoveringsmetoder for kloakledninger
- Skal kunne vurdere effektiviteten af stoftilbageholdelse i et overløbsbygværk
- Skal kunne redegøre for virkemåden af en armeret betonbjælke.
- Skal kunne dimensionere en betonbjælke i den regningsmæssige brudtilstand.
- Skal kunne bestemme spændinger, nedbøjninger og revnevidder i en armeret betonbjælke.
- Skal kunne dimensionere centralt og excentrisk belastede jernbetonsøjler.
- Skal kunne dimensionere jernbetonplader efter de klassiske metoder.

#### Kompetencer

- Skal kunne gennemføre en korrekt dimensionering af regn- og spildevandsledninger med tilhørende pumpestation
- Skal kunne gennemføre en korrekt dimensionering af en traditionel in- situ støbt jernbetonkonstruktion bestående af bjælker, plader og søjler.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Bachelorprojekt** ***Bachelor Project***

Forudsætninger: Diplomingeniøruddannelsens 6. semester i byggeri og anlæg eller tilsvarende

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### Viden

- Skal have udviklingsbaseret viden om og forståelse for professionens og fagområdets praksis og anvendt teorier og metoder inden for bæredygtig energiteknik.

### Færdigheder

- Skal kunne anvende fagområdets metoder og redskaber og skal mestre de færdigheder, der knytter sig til beskæftigelse inden for professionen
- Skal kunne vurdere praksisnære og teoretiske problemstillinger samt begrunde og vælge relevante løsningsmodeller
- Skal kunne formidle praksisnære og faglige problemstillinger og løsninger til samarbejdspartnere og brugere.

### Kompetencer

- Skal på selvstændig måde kunne problemformulere, gennemføre, dokumentere og præsentere et projektarbejde omfattende en kompleks og udviklingsorienteret opgave inden for centrale emner af de den valgte specialisering
- Skal evne at omsætte akademiske kundskaber og færdigheder til relevant, praktisk problembearbejdning og løsning på diplomingeniørniveau
- Skal evne at opstille robuste tids- og arbejdsplaner for eget projekt
- Skal selvstændigt og med professionel tilgang kunne indgå i en dialog med den valgte specialiserings parter og professionelle interessenter.
- Skal kunne identificere egne læringsbehov og udvikle egen viden, færdigheder og kompetencer i relation til professionen.

### Undervisningsform:

Afvikles som problembaseret projektorienteret arbejde. Modulet skal give den studerende mulighed at dokumentere viden, færdigheder og kompetencer på professionsbachelorniveau inden for den valgte specialisering. Den studerende formulerer selv det problem, der behandles; men problemformuleringen skal godkendes af vejleder og studienævnensformand, før projektet påbegyndes. Emnet for bachelorprojektet skal normalt tage udgangspunkt i et af fagområderne fra praktikopholdet, således at den studerendes erfaringer herfra kan inddrages. Projektet kan udføres i eller i samarbejde med en virksomhed. Projektet kan være af teoretisk og eller eksperimentel natur.

Prøveform: Mundtlig evaluering med udgangspunkt i afleveret projektarbejde med ekstern censur i henhold til eksamensordningen.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Betontechnologi / Byggematerialeteknologi** ***Concrete Technology / Building Materials Technology***

Forudsætninger: Kursusmodulerne: Grundlæggende mekanik og termodynamik, Partielle differentiaalligninger, sandsynlighedsregning og statistik.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

## Viden

- Skal have viden om sammensætning og struktur af de almindeligst anvendte materialer i bygge- og anlægssektoren (beton, tegl, træ, stål, plast, mfl.)
- Skal have grundlæggende indsigt i de særlige forhold, som er gældende for porøse byggematerialer som fx beton, tegl og træ
- Skal kunne forstå sammenhængen mellem byggematerialernes sammensætning, struktur og egenskaber
- Skal have viden om betons delmaterialer, proportionering, bearbejdelighed, hærdning, strukturdannelse og modenhedsudvikling
- Skal kunne forstå de grundlæggende principper for hærdning/hydratisering og strukturdannelse i beton.
- Skal have viden om hærdningsstyring af beton, herunder varmeudvikling og termisk induceret revnedannelse
- Skal have viden om byggematerialernes mekaniske egenskaber
- Skal have viden om holdbarhed og levetid af bygningskonstruktioner, herunder nedbrydningsmekanismer samt eftersyn og tilstandsvurdering af betonkonstruktioner.

## Færdigheder

- Skal kunne anvende begreber, teorier og metoder til at vælge egnede materialer til specifikke bygningsdele og byggeopgaver
- Skal kunne anvende begreber, teorier og metoder til at vælge delmaterialer og anvise betonsammensætning ud fra givne krav til betonens bearbejdelighed, styrke og holdbarhed/levetid
- Skal kunne fremstille beton og måle den hærdnede betons trykstyrke
- Skal kunne foretage beregninger til styring af temperaturtilstand og modenhed i hærdnende betonkonstruktioner
- Skal kunne vurdere betonkonstruktioners tilstand og levetid
- Skal kunne benytte korrekt fagterminologi.

## Kompetencer

- Skal kunne håndtere problemstillinger og tilvejebringe løsninger inden for fremstilling og anvendelse af beton til konstruktive formål
- Skal kunne tilegne sig ny viden og færdigheder inden for betonmaterialeteknologi og kritisk vurdere nye udviklinger på området.
- Skal kunne indgå i dialog om optimale valg af materialer til en given byggeopgave
- Skal kunne formidle valg og anvendelse af byggematerialer til interessenter, herunder kolleger, myndigheder og udførende.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## Calculus Calculus

Forudsætninger: Kursusmodulet 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 andengradsligning og udføre faktorisering af polynomier i simple tilfælde
- Skal kunne løse lineære anden ordens differentiaalligninger med konstante koefficienter, generelt, og med begyndelsesbetingelser
- Skal kunne ræsonnere med kursets begreber, resultater og teorier, i simple konkrete og abstrakte problemstillinger.

### Kompetencer

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

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Diplomingeniørpraktik** ***Internship for Bachelors of Engineering***

Forudsætninger: Diplomingeniøruddannelsens 5. semester.

Mål: Efter praktikken skal den studerende:

### Viden

- Have viden om en virksomheds organisation og arbejde set ud fra en ingeniørmæssig synsvinkel.
- Kunne forstå sammenhængen mellem teori på uddannelsen og praksis.

### Færdigheder

- Kunne analysere om professionen har nye faglige behov der bør/kan varetages af uddannelsen
- Kunne vurdere om læringsmålene for praktikken er blevet opfyldt.

### Kompetencer

- Kunne analysere det faglige, arbejdsmæssige som det sociale udbytte af praktikopholdet
- kunne håndtere udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge.

### Undervisningsform:

Praktikken afvikles i sidste del af 6. semester og første del af 7. semester og følger retningslinjerne angivet i "SES-procedure for praktik" og "Retningslinjer for diplomingeniørpraktik", tillæg til Rammestudieordningen. Det konkrete tidspunkt for opstart af praktikken meddeles særskilt.

For praktikforløbet er der ud over semesterkoordinatoren udnævnt en praktikkoordinator fra uddannelsen (kan dog være identisk med semesterkoordinatoren) samt en praktikvejleder fra virksomheden.

Praktikkoordinatoren er behjælpelig med at finde relevant praktikvirksomhed, men det er den studerende selv, der skal kontakte virksomheden. Dog skal den studerende aftale med praktikkoordinatoren, hvilke virksomheder der kontaktes. Praktikken kan foregå i Danmark eller i udlandet.

Praktikstedet skal godkendes af universitetet, hvorefter der i samarbejde med praktikvirksomheden udarbejdes en praktikaftale, der indgås mellem virksomheden, praktikanten og Studienævn for Energi. Eksempel herpå kan findes i "SES-procedure for praktik".

Den studerende skal ved opstart sikre, at der er en beskrivelse af praktikken, der kan godkendes af praktikkoordinatoren. Evt. skal der også udarbejdes en fortrolighedserklæring og/eller copyrighterklæring i forbindelse med praktikforløbet. Desuden skal den studerende aftale startdato og sted med virksomheden. Se eksempel på forhåndsftale og eksempel på praktikaftale i "SES-procedure for praktik".

Under praktikperioden tager den studerende initiativ til at sikre en kontinuerlig kontakt med praktikvejlederen. Desuden skal den studerende føre dagbog om det daglige arbejde, der udføres.

Midt i praktikforløbet mødes praktikkoordinatoren med den studerende for at evaluere det hidtidige forløb.

Efter endt praktik udarbejdes en praktikrapport, hvoraf et eksemplar afleveres til virksomheden. Praktikrapporten udarbejdes efter samme retningslinjer som en projektrapport og skal indeholde:

- Beskrivelse af virksomheden
- Beskrivelse af virksomhedens arbejdsområder

- Information om praktikkens relevans for den øvrige uddannelse
- Information om uddannelsens relevans for praktikken
- En afdækning af om professionen har nye faglige behov der bør/kan varetages af uddannelsen
- En vurdering af forhåndsaftalens læringsmål herunder:
  - Oversigt og teknisk gennemgang og beskrivelse af mindst et af de arbejdsområder, den studerende har været involveret i
  - Analyse af praktikopholdets udbytte fagligt, arbejdsmæssigt som socialt

Prøveform:

Ekstern mundtlig prøve samt evaluering af praktikken i henhold til "SES-procedure for praktik" og "Retningslinjer for diplomingeniørpraktik" tillæg til rammestudieordningen.

Evalueringen foretages af den studerendes praktikkoordinator (eksaminator) og den eksterne censor samt om muligt med deltagelse af praktikvejlederen. Selve bedømmelsen foregår dog alene mellem eksaminator og censor.

Grundlaget for eksaminationen er praktikrapporten, dagbogen og udtalelsen fra praktikvejlederen og afholdes efter reglerne for prøve i projektenheder i henhold til eksamensordning.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Dynamik og udmattelse** ***Dynamics and fatigue***

Forudsætninger: Kursusmodulet: Stålkonstruktioner / Trækonstruktioner

Mål: Studerende der gennemfører modulet skal have opnået følgende viden, færdigheder og kompetencer:

### Viden

- Skal have forståelse for strukturelle egenskaber som påvirker et systems dynamiske opførsel
- Skal have kendskab til metoder til analyse af et systems dynamiske opførsel
- Skal have kendskab til Finite Element baserede analyser af lineære elastiske dynamiske problemer
- Skal have kendskab og forståelse for udførelse af forsøg for at bestemme egenfrekvensen af en struktur
- Skal have viden om udmattelsesbruddets opståen samt faktorer, der påvirker det
- Skal have viden om faktorer, der påvirker levetiden på en struktur
- Skal have viden om hvordan et systems dynamiske opførsel kan påvirke en strukturs levetid
- Skal have viden om S-N diagrammer
- Skal have kendskab til udmattelse i svejste strukturer
- Skal have viden om typer af skadesregler og –principper for levetid.

### Færdigheder

- Skal kunne analysere et dynamisk system med en frihedsgrad
- Skal kunne analysere et dynamisk system med flere frihedsgrader
- Skal kunne bestemme egenfrekvensen af en konstruktion vha. modalanalyse
- Skal kunne anvende Finite Element analyse for at bestemme en strukturs dynamiske opførsel
- Skal kunne planlægge og foretage et forsøg for at bestemme en strukturs dynamiske opførsel
- Skal kunne anvende et S-N diagram til at bestemme levetiden på et strukturelement.



## Kompetencer

- Skal kunne bestemme egenfrekvensen for en struktur
- Skal kunne bestemme/vurdere en strukturs levetid.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Geoteknik** **Geotechnics**

Forudsætninger: Kursusmodulerne Grundlæggende statik og styrkelære og Lineær algebra

Mål: Kurset skal give grundlag for projektering af funderinger for bygværker, jordtrykspåvirkede konstruktioner og grundvandssænkning.  
Studerende der gennemfører modulet:

### Viden

- Skal have viden om projektering og udførelse af funderingskonstruktioner
- Skal have viden om projektering af jordtrykspåvirkede konstruktioner
- Skal kunne forstå og redegøre for strømningsproblematikker
- Skal have viden om projektering og udførelse af grundvandssænkingsanlæg.

### Færdigheder

- Skal kunne anvende metoder til dimensionering af jordtrykspåvirkede konstruktioner
- Skal kunne redegøre for funderingsmetoder
- Skal kunne bestemme bæreevne af enkeltpæle og mindre pæleværker
- Skal kunne foretage beregning af grundvandssænkninger.

### Kompetencer

- Skal kunne anvende korrekt fagterminologi og kunne identificere og analysere geotekniske problemstillinger.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Grundlæggende mekanik og termodynamik** **Introduction to Mechanics and Thermodynamics**

Forudsætninger: Gymnasial Fysik på B-niveau

Mål: Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå:

### Viden

- Viden om Newtons love
- Viden om statisk ligevægt
- Viden om arbejde og effekt

- Viden om kinetisk, potentiel og mekanisk energi
- Viden om bevægelsesmængde og –moment
- Viden om rotation og inertimoment
- Viden om kraftmoment
- Viden om termodynamikkens hovedsætninger
- Viden om ideale gasser
- Viden om varme, arbejde og indre energi
- Viden om termodynamiske materialeegenskaber
- Viden om Boltzmann-fordelingen
- Viden om entropi.

#### Færdigheder

- Løse simple problemer inden for de emner, der er opnået viden om.

#### Kompetencer

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

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Grundlæggende statik og styrkelære** ***Fundamental Statics and Strength of Materials***

Forudsætninger: Kursusmodulet Lineær algebra

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

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

#### Færdigheder

- Skal kunne opstille statiske modeller for plane gitter-, bjælke-, og rammekonstruktioner

- Skal kunne afgøre statisk bestemthed af plane gitter-, bjælke-, og rammekonstruktioner
- Skal kunne foretage beregninger af reaktioner i statisk bestemte gitter-, bjælke-, og rammekonstruktioner
- Skal kunne beregne tværsnitskonstanter for plane konstruktioner, herunder areal, statisk moment, intertimoment og modstandsmoment
- Skal kunne foretage beregninger af snitkræfter i statisk bestemte plane gitter-, bjælke-, og rammekonstruktioner
- Skal kunne anvende elasticitetsteorien til beregning af spændinger i disse konstruktioner
- Skal kunne anvende simple materialemodeller til eftervisning af konstruktionens bæreevne
- Skal kunne foretage deformationsberegninger på statisk bestemte plane bjælkekonstruktioner
- Skal kunne foretage stabilitetsberegninger på centralt belastede søjler
- Skal kunne anvende notation og terminologi indenfor fagområdet.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Grundteknisk kursus i Byggeri og Anlæg** ***Fundamentals of Civil Engineering***

Forudsætninger: Bestået Introduktion til teknisk rapportskrivning

- Mål:
- Målet er at sætte den studerende i stand til at forstå og anvende:
- Grundlæggende ingeniørmæssige begreber og metoder inden for Byggeri og anlæg
  - Grundlæggende begreber inden for fysisk planlægning med vægt på kommune- og lokalplaner.

Den studerende skal efter kurset kunne se fællesskabet og lighederne inden for det brede ingeniørmæssige område, som Byggeri og Anlæg dækker.

### Viden

- Forstå flere grundlæggende teorier og metoder inden for Byggeri og Anlæg med henblik på at danne en fælles begrebsverden blandt Byggeri- og Anlægsingeniører
- Have viden om den ingeniørmæssige metode
- Have viden om fysisk planlægning.

### Færdigheder

- Skal kunne simplificere et design problem
- Kunne etablere passende antagelser til udvalgte problemer
- Planlægge og organisere en løsning af et problem
- Relatere begreberne last og sikkerhed inden for konstruktion og bygningsteknik
- Indsigt i model begrebet og hvordan modeller bruges
- Etablere og visualisere løsninger med brug af relevante software-programmer.

### Kompetencer

- Være i stand til at identificere belastningen i et ingeniørmæssigt problem og foreslå nødvendige antagelser og relevante løsninger
- Håndtere centrale begreber omkring last og sikkerhed inden for Byggeri og Anlæg

- Være i stand til at identificere bindinger i den fysiske planlægning og indpasse et bygge- og anlægsprojekt i forhold hertil.

Undervisningsform: Forelæsninger suppleret med øvelsesopgaver samt evt. laboratoriearbejde.

Prøveform: Der afleveres eller fremlægges opgaver efter aftale med kursusholder.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Infrastrukturelle anlæg** **Infrastructures**

Forudsætninger: Gennemført 1. og 2. semester på diplomingeniøruddannelsen samt kursusmodulerne grundlæggende statik og styrkelære, lineær algebra og Calculus.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### Viden

- Skal have viden om de væsentligste problemstillinger i forbindelse med analyse og projektering af en vej i det åbne land
- Skal have viden om problemstillinger i forbindelse med projektering af en vejbro.

### Færdigheder

- Skal have kendskab til Danmarks historiske geologi og de væsentligste danske jordarter
- Skal kunne planlægge en omfartsvej eller en vejforlægning
- Skal kunne dimensionere en vej, (tværsnit, serviceniveau og standard)
- Skal kunne projektere en vejs linieføring og tværprofil, samt have kendskab til krydsudformning og vejafvanding
- Skal kunne gennemføre en belægningsdimensionering og jordberegning, samt have kendskab til vejgeoteknik og vejbygningsmaterialer
- Skal kunne gennemføre en skitse-mæssig dimensionering af en stålbro.

### Kompetencer

- Skal kunne gennemføre et projektarbejde omfattende plangrundlag og skitseprojektering for en omfartsvej/vejforlægning incl. afvanding samt en stålbro
- Skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater.

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

Prøveform: Mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Installationsteknik** **Building installations**

Forudsætninger: Kursusmodulerne: Lineær algebra og Calculus

Mål: Kurset skal give de studerende grundlag for projektering af bygnings installationer.

De studerende der gennemfører kurset:

#### Viden

- Skal kunne projektere vand- og afløbs-installationer i bygninger
- Skal kunne projektere varmeinstallationer i bygninger.

#### Færdigheder

- Skal kunne designe et færdigt system til vand og afløb
- Skal kunne designe et system til varme, der tager højde for bygningens udformning
- Skal kunne dimensionere størrelsen på rør til vand-, varme- og afløbs-installationer
- Skal kunne bruge de korrekte materialer til installationerne
- Skal kunne isolere rør både termisk og med hensyn til brand.

#### Kompetencer

- Skal kunne gennemføre dimensionering af vand- og afløbs-installationer
- Skal kunne gennemføre dimensioneringen af et varmesystem til en bygning.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Introduktion til teknisk rapportskrivning, P0** ***Introduction to Technical Project Writing, P0***

Forudsætninger: Optagelse på studiet

Mål: Studerende der har gennemført modulet:

#### Viden

- Skal have kendskab til enkelte elementære begreber inden for den relevante projektvinkel/faglighed
- Skal have et grundlæggende kendskab til arbejdsprocesserne i et projektarbejde, videnstilignelse og samarbejde med vejleder.

#### Færdigheder

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

#### Kompetencer

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

Undervisningsform: Projektarbejde med vejledning.

De studerende gives et tema, inden for hvilket projektgruppen vælger en eller flere vinkler for problembearbejdning. Temaet dækker bredt de fagligheder, der indgår i det videre studieforløb inden for byggeri og anlæg.

Prøveform: Mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Kontinuummekanik, rumbjælker og stabilitet** ***Continuum mechanics, Three-Dimensional Beams and Stability***

Forudsætninger: Kursusmodulerne: Lineær algebra, Calculus, videregående statik og bygningsmaterialernes mekanik, partielle differentiaalligninger, sandsynlighedsregning og statistik

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

- Skal have kendskab til kontinuum mekaniske størrelser som spændings- og tøjningsbegreber i to og tre dimensioner
- Skal have kendskab til hovedtøjninger, hovedspændinger og hovedretninger
- Skal have kendskab til elasticitetstensoren, herunder for isotrope, orthotrope og anisotrope materialer
- Skal have kendskab til kinematiske, statiske og konstitutive betingelser for rumbjælker
- Skal have kendskab til Bernoulli Euler og Timoshenko bjælketeori
- Skal have kendskab til hovedretninger for bjælketværsnit
- Skal have kendskab til tværsnitskonstanter for rumbjælker
- Skal have kendskab til spændinger i rumbjælker, herunder fra skæv bøjning og vridning
- Skal have kendskab til vridning og forskydning i åbne og lukkede tværsnit, og specielt for tyndfligede
- Skal have kendskab til avancerede stabilitetsproblemer, eksempelvis kipning og foldning.

#### Færdigheder

- Skal kunne beregne kontinuum mekaniske størrelser som hovedtøjninger, hovedspændinger og retninger
- Skal kunne beregne tværsnitskonstanter og hovedretninger for rumbjælketværsnit
- Skal kunne beregne snitkræfter og spændinger i rumbjælker fra skæv bøjning, forskydning og vridning
- Skal kunne gennemføre en stabilitetsberegning for udvalgte konstruktioner.

#### Kompetencer

- Skal kunne vælge en bjælketeori, der er passende for et givet strukturelt problem
- Skal kunne identificere strukturelle problemer, hvor en stabilitetsanalyse er nødvendig.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## 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  $\mathbb{R}^n$  og underrum deraf
- Skal have kendskab til lineær afhængighed og uafhængighed af vektorer, samt dimension og basis for underrum
- Skal have kendskab til determinant for matricer
- Skal have kendskab til egenværdier og egenvektorer for matricer og deres anvendelse
- Skal have kendskab til projektioner og ortonormale baser
- Skal have viden om første ordens differentiaalligninger, samt om systemer af lineære differentiaalligninger.

#### Færdigheder

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

#### Kompetencer

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

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Modellernes virkelighed** *Reality of Models*

Som udgangspunkt for projektarbejdet gives de studerende et tema (inden for rammerne af projektmodulets titel) samt et projektkatalog med projektforslag, der bredt dækker fagligheder på overbygningsuddannelsen. Alle projekter-/projektforslag skal indeholde en teknisk-naturvidenskabelig faglighed indenfor statik/stål.

Forudsætninger: Introduktion til teknisk rapportskrivning, samt Virkelighed og modeller.

Mål: Studerende der har gennemført modulet:

### Viden

- Skal have kendskab til og forstå begreber, modeller, teorier og metoder indenfor den for projektet relevante faglighed
- Skal have viden om og forstå grundlæggende begreber og metoder til statiske beregninger af statisk bestemte stålkonstruktioner herunder også lastfastsættelse og bæreevnevurdering
- Skal have kendskab til forskellige metoder til videnstilegnelse, og metoder til bearbejdning af en problemstilling.

### Færdigheder

- Skal kunne definere projektarbejdets mål eller vision og analysere forskellige løsningsforslag og drage fagligt funderede konklusioner
- Skal kunne anvende og vælge relevante begreber, terminologi, modeller, teorier og metoder indenfor den relevante faglighed til bearbejdning af en problemstilling
- Skal kunne anvende metoder til lastfastsættelse og statiske beregninger af statisk bestemte stålkonstruktioner herunder kunne vurdere forskellige konstruktive løsnings bæreevne og stivhed
- Skal kunne formidle projektets arbejdsresultater på en klart struktureret, sammenhængende og præcis måde, både skriftligt, grafisk og mundtligt
- Skal kunne analysere egen læreproces
- Skal kunne planlægge og styre et projektarbejde, og kunne analysere projektgruppens organisering af projektarbejdet
- Skal kunne foretage systematisk valg af metoder til videnstilegnelse i forbindelse med problemanalyse og problembearbejdning
- Skal kunne foretage en kritisk vurdering af relevansen af indhentet viden i forhold til projektarbejdet, samt vurdere de valgte modeller, teories og/eller metoders egnethed.

### Kompetencer

- Skal kunne deltage i og håndtere forskellige former for organisering af projektarbejdet i det videre studieforløb
- Skal på struktureret vis kunne tilegne sig færdigheder og ny viden i det videre studieforløb (individuelt og i grupper)
- Skal kunne anvende de i projektet benyttede metoder/teorier i forbindelse med dimensionering eller analyse af en problemstilling af lignende faglig karakter.

Undervisningsform: Projektarbejde evt. suppleret med forelæsninger, workshops eller lignende.

Prøveform: Mundtlig evaluering med udgangspunkt i afleveret projektarbejde.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.



## **Partielle differentialligninger, sandsynlighedsregning og statistik** *Partial Differential Equations, Probability Theory and Statistics*

Forudsætninger: Kursusmodulerne: Lineær algebra, Calculus

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### Viden

- Skal have kendskab til grundlæggende modellering af visse ordinære og partielle differentialligninger
- Skal have kendskab til grundlæggende analyse af visse ordinære og partielle differentialligninger
- Skal have kendskab til analytisk og numerisk løsning af visse ordinære og partielle differentialligninger
- Skal have kendskab til grundlæggende sandsynlighedsteori og statistiske modeller for usikkerheder
- Skal have kendskab til grundlæggende statistiske metoder, der anvendes i ingeniørmæssige anvendelser, herunder byggeri og anlæg.

### Færdigheder

- Skal udvise forståelse af modellering og analyse af visse ordinære og partielle differentialligninger
- Skal kunne anvende metoder til løsning af visse ordinære og partielle differentialligninger
- Skal kunne opstille og løse 1- og 2-dimensionale varmeledning ligninger ved analytiske og numeriske metoder
- Skal kunne opstille og løse 1- og 2-dimensionale bølgeligninger ved analytiske og numeriske metoder
- Skal kunne opstille og løse Poissons og Laplace's differentialligninger ved numeriske metoder
- Skal kunne udvikle løsning af differentialligning efter et system af egenfunktioner
- Skal kunne løse visse partielle differentialligninger ved anvendelse af Fourierrækker og separationsmetoden
- Skal kunne anvende Finite Element Metode og Finite Volume Metoden til løsning af partielle differentialligninger
- Skal udvise kendskab til elementær sandsynlighedsregning: sandsynligheder, hændelser, betinget sandsynlighed og Bayes' formel
- Skal udvise kendskab til stokastiske variable beskrevet ved diskrete og kontinuerte fordelinger
- Skal udvise kendskab til visse fordelingsfunktioner (binominal, normal, lognormal, exponential,  $\chi^2$ ,  $t$  og  $F$ )
- Skal kunne anvende deskriptiv statistik
- Skal kunne estimere statistiske parametre ved moment og Maximum-Likelihood metoden
- Skal kunne beregne konfidensintervaller
- Skal kunne opstille og gennemføre hypotesetest
- Skal udvise kendskab til Bayesiansk statistik
- Skal kunne beregne lineær regression
- Skal kunne benytte korrekt fagterminologi.

### Kompetencer

- Skal kunne indgå i en dialog vedrørende optimale valg af analytiske og numeriske løsningsmetoder til partielle differentialligninger
- Skal kunne formidle opstilling og resultater af løsning af visse partielle differentialligninger til andre, herunder kollegaer, offentlige myndigheder m. fl.

- Skal kunne modellere, løse og formidle modellering af usikkerheder og løsning af statistiske problemstillinger inden for byggeri og anlæg.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund** ***Problem-based Learning in Science, Technology and Society***

Forudsætninger: Optagelse på studiet

Mål: Efter kurset skal den studerende 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 ingeniørvidenskabelige problemstillinger og løsninger i et videnskabsteoretisk, etisk, og samfundsmæssigt perspektiv;
  - redegøre for konkrete metoder inden for bygge og anlægs-området 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: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Projektering af en stålrammebygning** ***Design of a Steel Frame Structure***

Forudsætninger: Have viden, færdigheder og kompetencer svarende til at have gennemført 1. – 3. semester på diplomingeniøruddannelsen.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

- Skal have viden om dimensioneringsmetoder for stål og træ
- Skal have viden om direkte fundering
- Skal have viden om afløbsinstallationer.

#### Færdigheder

- Skal kunne dimensionere en stålrammebygning med udgangspunkt i et arkitektforslag
- Skal kunne eftervise stabiliteten af bygningen
- Skal have kendskab til fordele og ulemper ved svejste og boltede samlinger
- Skal kunne dimensionere simple konstruktioner udført i armeret beton
- Skal kunne gennemføre en dimensionering af bygningens fundamenter
- Skal kunne dimensionere afløbsinstallationer.

#### Kompetencer

- Skal kunne udføre et projektarbejde omkring projektering af en stålrammebygning incl. Fundamenter og afløbsinstallationer
- Skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater.

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

Prøveform: Mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Projektering af et betonelementbyggeri** ***Design of a Pre-cast Concrete Building***

Forudsætninger: Gennemført 1. – 4. semester på diplomingeniøruddannelsen samt kursusmodulerne grundlæggende statik og styrkelære, videregående statik og styrkelære, afløbsteknik / betonkonstruktioner og geoteknik.

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

- Skal have viden om den konstruktive udformning af en betonelementbygning herunder samspillet mellem arkitekt og ingeniør.
- Skal have viden om stabilitet og robusthed. Skal have viden om pælefundering.
- Skal have viden om udformning af byggegruber og metoder til grundvandssænkning.

## Færdigheder

- Skal kunne dimensionere et betonelementbyggeri med udgangspunkt i et arkitektforslag under anvendelse af standard betonelementer
- Skal kunne sikre stabiliteten af bygningen og tage hensyn til et højtliggende grundvandsspejl
- Skal kunne projektere en pælefundering samt et anlæg til midlertidig grundvandssænkning
- Skal kunne dimensionere en byggegrube med både skrå og lodrette sider.

## Kompetencer

- Skal kunne udføre et projektarbejde omfattende et betonelementbyggeri med kælder, højtliggende grundvandsspejl samt dårlige jordbundsforhold; herunder også udformningen af midlertidige foranstaltninger i byggeperioden
- Skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater.

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

Prøveform: Mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Stålkonstruktioner / trækonstruktioner** **Steel Structures / Timber Structures**

Forudsætninger: Kursusmodulerne Lineær algebra, Grundlæggende mekanik og termodynamik, Calculus, Grundlæggende statik og styrkelære, Videregående statik og styrkelære

Mål: Studerende, der gennemfører modulet

## Viden

- Skal have viden om mekaniske egenskaber for stål og træ
- Skal have viden om projektering og udførelse af stålkonstruktioner og trækonstruktioner
- Skal have viden om samlingsmetoder for stålkonstruktioner og trækonstruktioner.

## Færdigheder

- Skal kunne anvende metoder til dimensionering af konstruktionselementer i stål og træ som bjælker og centralt og excentrisk belastede søjler
- Skal kunne dimensionere rammekonstruktioner i stål
- Skal kunne bestemme bæreevne af limtræbjælker med varierende tværsnit
- Skal kunne dimensionere svejste og boltede samlinger i stålkonstruktioner og boltede og sømmede samlinger i trækonstruktioner.

## Kompetencer

- Skal kunne udarbejde et projekt for en stålkonstruktion incl samlinger
- Skal kunne dimensionere bjælker og søjler i en trækonstruktion samt samlinger mellem disse.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Varmetransmission og strømningmekanik** **Heat Transfer and Fluid Mechanics**

Forudsætninger: Kursusmodulet Grundlæggende mekanik og termodynamik

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

### Viden

- Skal have viden om maskinteknisk termodynamik, grundlæggende strømningsslære, konvektiv varmeovergang, varmeledning udtrykt ved termisk modstandsnetværk og laboratoriesikkerhed
- Skal kunne forstå
  - Grundlæggende maskinteknisk termodynamik:
  - Grundlæggende strømningsslære
  - Grundlæggende varmetransmission
  - Sikkerhed ved arbejde i laboratoriet .

### Færdigheder

- Skal kunne anvende maskinteknisk termodynamik til løsning af praktiske problemstillinger i ingeniørmæssige sammenhænge
- Skal kunne anvende grundlæggende strømningsslære til at løse strømningssrelaterede problemstillinger omkring strømninger i større rørsystemer med forskellige komponenter, såsom pumper, turbiner, ventiler, bøjninger og dyser
- Skal kunne anvende simpel strømningsslære 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 strømninger
- 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 evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Der udarbejdes et miniprojekt, hvor problemstillingen forankres i den enkelte studerendes studieprogram. I miniprojektet analyseres en praktisk problemstilling, og resultatet præsenteres med afsæt i de indlærte færdigheder. Projektet dokumenteres med en kort rapport (max 10 sider) samt en præsentation på max 10 minutter.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Vej- og trafikteknik** **Road Engineering**

Forudsætninger: Ingen specifikke

Mål: Kursusmodulet skal give den studerende grundlæggende indføring til vej- og trafiktekniske emner og skal derigennem bibringe dem forståelse af og

færdigheder i brug af begreber og teknikker, der benyttes ved analyse og beskrivelse af vejtrafik og ved design, projektering og dimensionering af veje.  
Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

- Skal have viden om vejbygningens planlægningsprocedure
- Skal have viden om trafikens miljøkonsekvenser
- Skal have viden om grundlæggende trafiktekniske og uheldsmæssige forhold, herunder trafikbelastning, kapacitet og uheldstæthed
- Skal have viden om vejens geometriske udformning
- Skal have viden om Danmarks historiske geologi og geologiens betydning ved planlægningen

#### Færdigheder

- Skal kunne identificere de faktorer som har betydning i vejplanlægningen
- Skal kunne beregne en vejs kapacitet og belastningsgrad
- Skal have kendskab til krydsudformninger
- Skal på skitseniveau kunne beregne og udforme en vejs geometriske elementer herunder horisontalkurver, vertikalkurver, og tværprofil
- Skal have forståelse for trafikens betydning for belægningsdimensioneringen
- Skal have kendskab til bundne og ubundne vejbygningsmaterialer
- Skal have kendskab til komprimeringskontrol
- Skal have kendskab til vejafvanding.

#### Kompetencer

- Skal kunne anvende korrekt fagterminologi
- Skal have grundviden om vejplanlægning og vejadministration
- Skal have grundviden om vejens geometriske udformning og vejafvanding.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Videnskabsteori, entrepreneurskab og ingeniørpraktik** ***Theory of Science, Entrepreneurship and Internship for Engineers***

Forudsætninger: Ingen

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

#### Viden

- Skal have viden om ingeniørfagets traditioner, grundlæggende antagelser og ingeniørens rolle i samfundet, samt etiske problemstillinger indenfor ingeniørvidenskaben
- Skal have kendskab til videnskabsteoretiske retninger og traditioner (objektivism/subjektivism) samt forestilling om verden, viden og læring, paradigmebegrebet, ingeniørvidenskab og sandhedsbegrebet
- Skal have kendskab til mulige karriereretninger indenfor ingeniørprofessionsfaget, herunder son projekterende, byggepladsingeniør, projektleder, forsker m.m.
- Skal have kendskab til entrepreneurskab, herunder muligheder for innovation
- Skal introduceres til ingeniørpraktik, herunder praktiske forhold i forbindelse med praktikken.

## 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 vurdere og reflektere over egen læring i forbindelse med virksomhedspraktik
- Skal kunne formidle udbyttet af praktikperioden såvel mundtligt som skriftligt.

## Kompetencer

- Skal kunne vurdere en problemstilling inden for ingeniørfaget i en videnskabsteoretisk kontekst
- Skal kunne indgå i det daglige arbejde i en virksomhed.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## **Videregående statik og styrkelære** ***Advanced Statics and Mechanics of Materials***

Forudsætninger: Kursusmodulerne: Lineær algebra, Calculus, grundlæggende mekanik og termodynamik, grundlæggende statik og styrkelære

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

## Viden

- Skal have kendskab til begreberne arbejde og energi
- Skal kunne forstå det virtuelle arbejdes princip
- Skal have kendskab til metoder til analyse af statisk bestemte og ubestemte konstruktioner
- Skal have kendskab til elasticitetsteorien og plasticitetsteoriens øvre og nedreværdisætning og entydighedssætningen
- Skal have kendskab til udvikling af plasticitet i tværsnit
- Skal have kendskab til kinematisk mulige mekanismer (brudfigurer) og statisk tilladelige snitkraft/spændingsfelter
- Skal have kendskab til forudsætninger og metoder til statisk beregning af konstruktionselementer i materialerne stål, træ og beton
- Skal have kendskab til anden ordenseffekter, der opstår for til excentrisk og tværbelastede søjler og modellering heraf.

## Færdigheder

- Skal kunne foretage statiske beregninger vha. det virtuelle arbejdes princip
- Skal kunne foretage beregninger af snitkræfter i statisk ubestemte plane gitter-, bjælke-, og rammekonstruktioner
- Skal kunne anvende elasticitetsteorien og plasticitetsteoriens øvre og nedreværdisætninger til fastlæggelse af laster på konstruktioner/konstruktionselementer/tværsnit og til vurdering af konstruktioners bæreevne
- Skal kunne foretage statiske beregninger af forskellige typer af konstruktionselementer under forskellige materialeforudsætninger (stål, træ, beton) til vurdering af deres bæreevne og/eller stivhed.

Undervisningsform: Forelæsninger evt. suppleret med workshops, præsentationsseminarer, laboratorieforsøg m.m.

Prøveform: Individuel mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastsættes ved semesterstart.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

### **Virkelighed og modeller, P1** ***Reality and Models, P1***

Forudsætninger: Introduktion til teknisk rapportskrivning

Mål: Studerende der har gennemført modulet:

#### Viden

- Skal kunne definere og forstå de i projektarbejdet anvendte begreber samt have en grundlæggende forståelse for de anvendte metoder, teorier og/eller modeller.

#### Færdigheder

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

#### Kompetencer

- Skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater
- Skal kunne anvende projektarbejde som studieform
- Skal kunne reflektere over egne erfaringer med projektarbejdet og problembearbejdningen
- Skal kunne anvende de i projektarbejdet benyttede metoder/teorier i forbindelse med analyse af en problemstilling af lignende faglig karakter.

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

De studerende gives et tema, der har fokus på den ingeniørmæssige tilgang til modellering/analyse af virkeligheden inden for byggeri og anlæg samt et projektkatalog med projektforslag fra forskellige fagmiljøer inden for byggeri og anlæg.

Prøveform: Individuel mundtlig prøve baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport.

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.