

**Kapitel 9**

**Den uddannelsesspecifikke del af studieordningen for uddannelsen**

**Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (kemi og bioteknologi)**

**Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Chemistry and Biotechnology)**

**Studieordning 2015, Version 1.0**

Gældende for studerende optaget fra og med september 2015

Studieordningen er delt op i generelle bestemmelser (kapitel 1-8), en uddannelsesspecifik del (kapitel 9) samt modulbeskrivelserne for uddannelsens fag. Den studerende bør orientere sig i alle tre dele for at få det fulde overblik over de regler, der gælder for uddannelsen i sin helhed.

## §1 Jobprofiler

Kemiingeniører uddannes til at varetage vigtige erhvervsfunktioner. Blandt typiske arbejdsområder kan nævnes:

- Design, projektering og idriftsætning af nye procestekniske anlæg samt udvikling, optimering og drift af igangværende anlæg. Det være sig anlæg inden for kemisk og biokemisk produktion, miljøforbedring, fødevarerproduktion, medicinalproduktion etc.
- Udvikling, optimering og implementering af analysemetoder. Herunder såvel klassiske analyser som moderne instrumentelle metoder og biologiske teknikker.
- Rådgivning, konsulentarbejde, sagsbehandling eller tilsyn i forhold til private og offentlige virksomheder især med henblik på kemirelaterede miljø- og arbejdsmiljøforhold.
- Udvikling af produkter og processer, hvor kemiske og biokemiske forhold har væsentlig betydning.

Civilingeniører i kemi skal på grundlag af videnskabelige og teknologiske modeller og med hensyntagen til samfundets og erhvervslivets forhold kunne varetage forsknings-, udviklings- og uddannelsesopgaver i privat og offentligt regi inden for nogle af Det Tekniske Fakultets kernekompetenceområder fx.:

- Modellering og optimering af kemitekniske og biotekniske processer.
- Udnyttelse af nye membranseparationsteknikker.
- Opbygning og styring af reaktorer.
- Simulering af kemitekniske og bioteknologiske processer.
- Fremstilling og karakterisering af materialer med unikke funktionelle egenskaber.
- Industriel forarbejdning af primær biologisk produktion til fx fødevarer, nutraceuticals eller bio-brændsler.

## §2 Uddannelsens kompetenceprofil

Fastsættelse af uddannelsernes kompetencemål tager udgangspunkt i love og bekendtgørelser på området. Desuden tages udgangspunkt i de erhvervsfunktioner, som de nyuddannede ingeniører forventes at skulle bestrebe og i de krav om personlig og faglig udvikling, der ligger i forlængelse af uddannelserne.

*Der stilles en lang række generelle kompetencekrav til de nyuddannede bachelorer i kemi, som beskrevet i den generelle del af studieordningen.*

Særligt for bachelorer i kemi gælder, at de har opnået flg.:

### **Viden**

- har inden for uddannelsens fagsøjler i kemiteknik, bioteknologi, fysisk kemi og materialer samt almen kemi opnået teoretisk forskningsbaseret viden
- skal kunne forstå og reflektere over fagområdernes teoretiske indhold samt metoder

### **Færdigheder til at**

- kunne anvende forskningsfaglig viden, videnskabelige metoder og redskaber indenfor uddannelsens fagsøjler i kemiteknik, bioteknologi, fysisk kemi og materialer samt almen kemi til løsning af problemstillinger i uddannelsens jobprofiler anført i §1
- kunne designe, planlægge, modificere og optimere kemiske og biotekniske procesanlæg og produkter på grundlag af tekniske, ressourcemæssige og miljømæssige overvejelser.
- kunne forestå opgaver i kvalitets- og miljøledelse, herunder kunne vedligeholde kvalitetsstyringssystemer, kunne varetage rådgivnings- og konsulentopgaver samt administrative opgaver inden for kemiingeniørrelaterede fagområder.
- kunne lede laboratoriearbejde og validere analytiske målemetoder

### **Kompetencer til at**

- kunne indgå i faglige og tværfaglige samarbejder i projektsammenhænge, herunder kunne bidrage med egen fagspecifik viden samt formidle viden og løsningsmodeller til projektpartnere
- kunne fastlægge behov for videre udvikling af faglige og personlige kompetencer

Ovenstående slutkompetencer baserer sig på de generelle ingeniørfærdigheder fra DSMI og desuden på et fagligt fundament af kompetencer inden for en række tekniske, naturvidenskabelige og samfundsrelaterede discipliner herunder beskrevet ved uddannelsens fagsøjler.

## Kvalifikationsmatrix

<b>BACHELOR I KEMI OG BIOTEKNOLOGI HAR</b>	K-501	K-IFG1	K-PTE1	K-IFG2	K-BIM	K-PTE2	KE521	K-IFG3	K-PTE3	KE504	KE505	K-PTE4	F-EIT	XB-CPD1/XB-CPD2	K-RP1	K-IPV	X-REAL	BAP-KE6
<b>VIDEN</b>																		
har inden for uddannelsens fagsøjler i kemiteknik, bioteknologi, fysisk kemi og materialer samt almen kemi opnået teoretisk forskningsbaseret viden	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X
skal kunne forstå og reflektere over fagområdernes teoretiske indhold samt metoder	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X
<b>FÆRDIGHEDER TIL AT</b>																		
kunne anvende forskningsfaglig viden, videnskabelige metoder og redskaber indenfor uddannelsens fagsøjler i kemiteknik, bioteknologi, fysisk kemi og materialer samt almen kemi til løsning af problemstillinger i uddannelsens jobprofiler anført i §1		X	X	X		X		X	X	X		X	X	X	X		X	X
kunne designe, planlægge, modificere og optimere kemiske og biotekniske procesanlæg og produkter på grundlag af tekniske, ressourcemæssige og miljømæssige overvejelser.			X			X		X	X					X	X		X	X
kunne lede laboratoriearbejde og validere analytiske målemetoder									X	X		X						X
kunne forestå opgaver i kvalitets- og miljøledelse, herunder kunne vedligeholde kvalitetsstyringssystemer, kunne varetage rådgivnings- og konsulentopgaver samt			X						X			X			X			X

administrative opgaver inden for kemiingeniørrelaterede fagområder.																		
KOMPETENCER TIL AT																		
kunne indgå i faglige og tværfaglige samarbejder i projektsammenhænge, herunder kunne bidrage med egen fagspecifik viden samt formidle viden og løsningsmodeller til projektpartnere			X				X		X			X	X	X	X			X
skal kunne fastlægge behov for videre udvikling af faglige og personlige kompetencer			X				X		X			X	X					X

## §3 Uddannelsens fagsøjler

Kemiingeniørernes faglige kompetencer kan primært henføres til otte faglige søjler

- Kemiteknik
- Almen, uorganisk og organisk kemi
- Bioteknologi
- Fysisk kemi og materialer
- Miljø og ledelse
- Matematiske og fysiske modeller
- IT og eksperimentel metode
- Personlige og læringsmæssige kompetencer

### Kemiteknik

Formål: At sikre kemiingeniørernes kernekompetencer inden for udvikling, modellering, dimensionering, design og optimering af udstyr og processer til fremstilling af kemiske og biokemiske produkter. De samme metoder bruges endvidere ved industriel fødevarerproduktion og til løsning af forureningsproblemer.

Det er de kemitekniske kompetencer, der primært adskiller kemiingeniørerne fra beslægtede fag. Fagsøjlen Kemiteknik definerer således kemiingeniøren. Fagsøjlen danner endvidere fundament for videre studier på kandidatniveau.

Emner:

- Energi- og massebalancer for
  - Rene stoffer, blandinger.
  - Enkelt- og flerfasesystemer.
  - Integrale og differentielle balancer.
- Varme- og stoftransport.
  - Varmevekslere, inddampere.
  - Ikke-stationær varmetransport
  - Køling.
  - Termiske maskiner.
  - Pumper, rørsystemer.
  - Fluidmekanik.
- Separation og oprensning af blandinger.
  - Sigtning, filtrering.
  - Membranseparation.
  - Absorption, destillation, stripning.
  - Adsorption, ionbytning, chromatografiske metoder.

- Kemisk reaktionsteknik og reaktorlære.
  - Reaktionskinetik.
  - Batch, ideale og reale gennemstrømningsreaktorer.
  - Risikovurdering.
  - Katalyse.
- Proces- og produktdesign.
  - Separationssekvenser.
  - Varmevekslernetværk, pinchmetoder.
  - Processimulering og -optimering.
  - Materialevalg.

### **Almen, uorganisk og organisk kemi**

Formål: At sikre kemiingeniørerne et tilstrækkeligt dybtgående kendskab til kemiske begreber og til metoder inden for analytisk kemi og kemisk syntese, så de på grundlag af relevant faglitteratur kan formulere og løse problemstillinger, der optræder i forbindelse med erhverv og videre studier.

Emner:

- Almen kemi.
  - Kemisk ligevægt.
  - Termodynamik.
- Uorganisk kemi.
  - De vigtigste grundstoffers kemiske forbindelser.
  - Elektronstruktur, kemisk binding.
  - Reaktionstyper.
  - Identifikation af uorganiske forbindelser.
  - Kvalitativ og kvantitativ analyse.
- Organisk kemi.
  - Carbonhydrider.
  - Funktionelle grupper.
  - Stereokemi.
  - Reaktionsmekanismer.
  - Syntese og oprensning.

### **Bioteknologi**

Formål: At sikre kemiingeniørerne et tilstrækkeligt dybtgående kendskab til begreber og metoder inden for fødevarerproduktion og -kvalitet, bioteknologi og industrielle fermenteringsprocesser til formulering og løsning af vigtige, erhvervsrelevante problemstillinger. Fagsøjlen danner endvidere fundament for videre studier på kandidatniveau.

Emner:

- Grundlæggende bioteknologi.
  - Biomolekyler.
  - Enzymer.

- Cellebiologi og metabolisme.
- Mikrobiologisk vækst.
- Genetik.
- Fødevareteknologi.
  - Fødevarers sammensætning.
  - Fødevarers stabilitet, vandaktivitet.
  - Varmebehandling, frysning og tørring.
- Fermenteringsteknologi.
  - Screeningsprocedurer til mikroorganismer.
  - Industrielle substrater.
  - Reaktortyper.
  - Procesovervågning og –styring.
  - Oprensning af fermenteringsprodukter.

### Fysisk kemi og materialer

Formål: At sikre kemiingeniørerne et tilstrækkeligt dybtgående kendskab til materialelærens og den fysiske kemis begreber, teorier og metoder, så de kan anvende denne viden ved materialevalg og til formulering og løsning af kemitekniske problemstillinger i industri og forskning. Fagsøjlen danner endvidere fundament for videre studier på kandidatniveau.

Emner:

- Energifunktioner.
  - Tilstandsfunktioner og tilstandsligninger for ideale og reale systemer.
  - Termodynamikkens hovedsætninger.
- Ligevægte.
  - Kemisk reaktion og varmeeffekter.
- Kinetik.
  - Reaktionsordner og hastighedsudtryk.
  - Temperaturafhængighed.
- Blandinger.
  - Faseforhold og stofseparation.
  - Kolligative egenskaber.
  - Kolloid- og kapilarkemi.
- Elektrokemi.
  - Nernsts ligning.
  - Ligevægtsdiagrammer.
  - Reaktionshastighed.
  - Elektrolytters egenskaber.
- Stoftransport.
  - Diffusion og Ficks love.
- Materialer.
  - Materialetyper.
  - Mikrostrukturer.



- Faseforhold.
- Mekaniske og elektriske egenskaber.
- Korrosion.

### Miljø og ledelse

Formål: At sikre kemiingeniørerne et tilstrækkeligt dybtgående kendskab til begreber og metoder inden for miljø og arbejdsmiljø samt et kendskab til økonomiske og kvalitetsstyringsmæssige forhold, så de kan vurdere, rådgive og træffe beslutninger inden for disse erhvervsrelevante områder.

Emner:

- Arbejdsmiljø.
  - Lovgivning og det administrative system.
  - Indretning af sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarlige arbejdspladser.
  - Arbejdshygiejniske brugsanvisninger.
- Miljø.
  - Lovgivning og det administrative system.
  - Identifikation og vurdering af miljøpåvirkninger.
  - Miljøgodkendelser.
  - Ressourceoptimering.
- Kvalitetsstyring.
  - Kvalitetsledelse ved laboratoriarbejde.
  - Kravstandarder.
- Økonomi.
  - Estimering af etablerings- og driftsomkostninger for procesanlæg.

### Matematiske og fysiske modeller

Formål: At sikre kemiingeniørerne et tilstrækkeligt dybtgående kendskab til begreber, teorier og metoder inden for fagområder, som er nødvendige for at de kan udbygge deres faglige kompetencer og påtage sig de forventede erhvervsfunktioner.

Emner:

- Matematiske og fysiske modeller.
  - Valg og anvendelse af matematiske metoder til løsning af ingeniørmæssige problemstillinger.
  - Differentiations- og integrationsteknikker.
  - Numeriske metoder.
  - Laplace-transformationer.
  - Lineær algebra.
  - Komplekse tal.
  - Statistiske metoder.
  - Systemafgrænsning, modelopstilling, parameter vurdering.
  - Partikelmekanik.
  - Fluidmekanik.
  - Grundlæggende elektromagnetisme.

## IT og eksperimentel metode

Formål: At sikre kemiingeniørerne et kendskab til begreber og metoder inden for fagområder, som er nødvendige for at de kan udbygge deres faglige kompetencer og påtage sig de forventede erhvervsfunktioner.

Emner:

- IT
  - Anvendelse af beregningsprogrammer til kemiingeniørmæssige beregninger.
  - Processimulering, systemanalyse og –syntese.
  - Dataanalyse, statistik.
  - Modellering af molekylers struktur og egenskaber.
- Eksperimentelle metoder og færdigheder.
  - Sikker og selvstændigt laboratoriearbejde.
  - Nøjagtighed og præcision i arbejdet med laboratorieudstyr .
  - Forsøgsplanlægning.
  - Slutninger på grundlag af eksperimentelt arbejde.
  - Instrumentelle analysemetoder.
  - Validering, dokumentation og vurdering af anvendelighed af instrumentelle metoder.

## Personlige og læringsmæssige kompetencer

Formål: At sikre at den studerende gennem hele studieforløbet udvikler personlige og læringsmæssige kompetencer med henblik på at bacheloren kan udfylde de forventede jobfunktioner

Personlige kompetencer:

- Engagement
- Initiativ
- Ansvar
- Etik
- Dannelse
- Evne til at perspektivere egen læring

Læringsmæssige kompetencer:

- Udvalgelse, indsamling, analyse og vurdering af datamateriale
- Formidling af arbejdsresultater under arbejdsformer, som fordrer refleksion, samarbejde og selvstændighed.

Udover de obligatoriske fag udbydes en vifte af valgfag til supplerings af kompetencerne på ovenstående områder.

## §4 Uddannelsens semestertemaer

Kemiingeniørernes kompetencer opbygges gennem de studerendes arbejde med den tekniske og biotekniske kemis centrale problemstillinger og den tilhørende teoretiske baggrund. Her ud over har hvert enkelt semester fokus på andre af kemiingeniørfagets vigtige temaer. De faglige emner bindes sammen af semesterprojekter af stigende sværhedsgrad både med hensyn til faglig dybde og med hensyn til kravene til de studerendes selvstændige arbejde.

### Semestertemaer

Bachelordel

Semester	Semestertemaer
6.	Bachelorprojekt og kandidatintroducerende fag
5.	Innovation og iværksætteri i den kemiske industri
4.	Instrumentel analytisk kemi og anvendt statistik
3.	Bioteknologiske processer og kemiske enhedsoperationer
2.	Energi og materialer
1.	Kemisk produktion og miljø

I gennem 1. 2. 3. og 5. semester arbejder de studerende med teori og projekter af stigende dybde og kompleksitet inden for industrielle fagområder. Samtidig stiger kravene til selvstændig projektformulering, informationssøgning og formidling.

De studerendes arbejde på 4. semester er fokuseret på analysemetoder og anvendt statistik. Lovgivning, administrative rammer, miljø- og kvalitetsstandarder indgår i projekterne på de første fem semestre og i valgfag.

På 6. semester udføres bachelorprojekt inden for et valgfrit kemiingeniørrelevant område, desuden er der mulighed for tilvalgsfag og for introduktionsfag til civilingeniørøverbygningerne.

## §5 Uddannelsens struktur og moduler

Semester	Moduler																													
6.	Kandidatintroducerende fag (Valgfag)															Bachelorprojekt Kemi BAP-KE6														
5. (a) eller	Ophold på et udenlandsk partneruniversitet <sup>3</sup>																													
5. (b)	Valgfag					Design of Ideal Chemical reactors X-REA1					K-IFV <sup>1</sup>			K-RPI <sup>2</sup>			Chemical Process Design/Chemical Product Design XB-CPD1/XB-CPD2					Experts in Teams F-EIT5								
4.	Analytisk spektroskopi KE504					Organisk kemi KE505										Instrumentel analytisk kemi og anvendt statistik K-PTE4														
3.	Grundstoffernes kemi KE521					Fysisk kemi og industrielle separationsproces- ser K-IFG3										Bioteknologiske processer og kemiske enhedsoperationer K-PTE3														
2.	Ingeniørfagligt grundlag 2 K-IFG-2										Grundlæggende bio- kemi og mikrobiologi K-BIM										Energi og materialer K-PTE2									
1.	Matematik og fysik K-IFG1					Grundlæggende kemi K-501										Kemisk produktion og miljø K-PTE1														
ECTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

1) K-IFV: Videnskabsteori

2) K-RPI: Ressourceoptimering ved procesintegration

3) Studerende opfordres til at afvikle 5. semester på et udenlandsk universitet. Vær opmærksom på at kurserne skal godkendes i studienævnet

Farvekoder	Konstituerende fag	Valgfag	Udlandsophold

## §6 Semesterbeskrivelse for 1. semester

### SEMESTERTEMA

Kemisk produktion og miljø. Semestrets centrale indhold udgøres af uddannelsens første semesterprojekt med tilhørende undervisning i teknisk kemi, miljø og arbejdsmiljø. Endvidere undervises i grundlæggende fagligheder i kemi, matematik og fysik.

### VÆRDIARGUMENTATION

Det er vigtigt, at de nye studerende tidligt får et indblik i uddannelsernes faglighed og i kemiingeniørernes typiske arbejds- og ansvarsområder. I semesterprojektet med temaet kemisk produktion og miljø, benyttes grundlæggende kemiske og matematiske færdigheder til at opstille masse- og energibalancer for kemiske procesanlæg. Sammen med den tilhørende undervisning i miljø og arbejdsmiljø lærer den studerende om det vigtige samspil mellem teknisk produktion, miljø og miljølovgivning.

I K-501 Grundlæggende kemi styrkes den studerendes grundlæggende kemiske viden og denne videreudvikles gennem kurset og sættes i en ingeniørmæssig relevant sammenhæng. Dette fag danner grundlag for progressionen i fagsøjlen Almen, uorganisk og organisk kemi.

Undervisningen i matematik og fysik (IFG1) bygger på begreber kendt fra gymnasiet, hvor begreberne udvides og kompleksiteten af problemerne øges. Faget træner specifikt opstilling af simple matematiske og fysiske modeller baseret på problemstillinger, der er relevante for kemiingeniører. Dette fag danner grundlag for progression i fagsøjlen Matematiske og fysiske modeller.

For at sikre den faglige sammenhæng fra adgangsgrundlaget tager modulerne på 1.semester (K-PTE1 Kemisk produktion og miljø, K-501 Grundlæggende kemi og K-IFG1 IFG i matematik og fysik) udgangspunkt i den studerendes niveau i kemi, matematik og fysik.

For at lette den studerendes overgang til den mere selvstændigt styrede studieform understøttes læring og udvikling på de første semestre med en intensiv vejledning til opgaveløsning, projektarbejde og til praktisk laboratoriearbejde.

Arbejds- og undervisningsformer, der kan styrke de studerendes samarbejdsevner og evner til selvstændigt at opsøge, vurdere og formidle information introduceres på 1. semester.

### KOMPETENCEMÅL

Den studerende skal

- skaffe sig overblik over en større kemisk produktion.
- beskrive tekniske og miljømæssige forhold med relation til produktionen.
- opnå grundlæggende kendskab til kemi.
- opnå forståelse af dele af den grundlæggende matematik og fysik.
- fremlægge resultaterne af projektarbejdet skriftligt og mundtligt.
- etablere arbejdsdygtige projektgrupper og strukturere projektarbejdet.

### SEMESTERINDHOLD

K-PTE1 – Kemisk produktion og miljø (15 ECTS)

K-IFG1 – IFG i matematik og fysik (5 ECTS)

K-501 – Grundlæggende kemi (10 ECTS)

Alle modulerne er obligatoriske og udgør sammen med K-PTE2 (2.semester) førsteårsprøven.

### **SAMMENHÆNG**

Semesterets centrale aktivitet er de studerendes arbejde med semesterprojektet og den her til knyttede undervisning og vejledning. De skal herved tilegne sig semesterets overordnede mål. Semesterprojektet inddrager endvidere dele af undervisningen i Grundlæggende kemi. Modulerne K-501 Grundlæggende kemi samt K-IFG1 Ingeniørfagligt grundlag i matematik og fysik er fundament for de efterfølgende semestre.

## §7 Semesterbeskrivelse – 2. semester

### SEMESTERTEMA

Energi og materialer. Semesterets centrale aktivitet er de studerendes arbejde med semesterprojektet og den hertil knyttede undervisning og vejledning. De skal herved opnå mulighed for at tilegne sig semesterets overordnede kompetencemål.

På grundlag af et oplæg fra vejlederne udarbejdes et skitseprojekt til en del af et procesanlæg med hovedvægt på valg og dimensionering af udstyr til stof- og varmetransport samt materialevalg til udstyr.

### VÆRDIARGUMENTATION

Det hører til kemiingeniørernes vigtigste opgaver at sikre en optimal udnyttelse af samfundets og virksomhedernes ressourcer. Det gælder såvel procesudstyr som råvarer og energi. I arbejdet med semesterprojektet fokuseres der på materialevalg, elektrokemien bag korrosion, grundlæggende termodynamiske begreber, termodynamiske egenskaber af rene komponenter, grundlæggende fluidmekanik, samt enhedsoperationer til energi- og stoftransport. Disse fagligheder bygger på 1.semesters kompetencer i indledende teknisk kemi. Undervisningen i IFG2 Ingeniørfagligt grundlag 2 bygger på færdighederne opnået i IFG1, og den studerendes matematiske og fysiske færdigheder til opstilling og løsning af matematiske og fysiske problemstillinger ved anvendelse af computerbaserede værktøjer videreudvikles.

Der arbejdes med at styrke de studerendes kommunikation i projektgrupperne.

### KOMPETENCEMÅL

Efter semesteret er gennemført skal den studerende

- kunne dimensionere og vælge udstyr til dele af et procesanlæg på grundlag af tekniske beregninger og miljømæssige overvejelser.
- kunne redegøre for materialevalg til udstyr på baggrund af viden om udvalgte materialers egenskaber og struktur
- have opnået grundlæggende viden om mikrobiologi og biokemi.
- kunne opstille forenklede modeller for komplekse systemer under anvendelse af fysikkens teorier.
- kunne forstå og anvende dele af den grundlæggende matematik.
- kunne fremlægge resultater skriftligt og mundligt.
- kunne styre projektarbejdet selvstændigt og kunne vurdere egen og andres indsats.

### SEMESTERINDHOLD

K-PTE2 – Energi og Materialer (15 ECTS)

K-BIM – Grundlæggende biokemi og mikrobiologi (5 ECTS)

K-IFG2 – Ingeniørfagligt grundlag 2 (10 ECTS)

Alle moduler er obligatoriske. K-PTE2 indgår sammen med modulerne på 1.semester i førsteårsprøven.

## **SAMMENHÆNG**

K-BIM Grundlæggende biokemi og mikrobiologi danner grundlag for progressionen i fagsøjlen bioteknologi.

Undervisningen i IFG2 Ingeniørfagligt grundlag 2 understøtter indlæringen af den kemitekniske teori og de IT-baserede beregningsmetoder.



## §8 Semesterbeskrivelse – 3. semester

### SEMESTERTEMA

Bioteknologiske processer og kemiske enhedsoperationer

På 3. semester vil semesterprojekterne tage udgangspunkt i en erhvervsrelevant problemstilling fra det bioteknologiske område. Projekterne omhandler beskrivelse af en bioteknologisk proces samt løsning af en problemstilling inden for denne proces. Processerne kan være fermenteringsprocesser, enzymatiske processer eller processer til fremstilling af fødevarer. I projektet indgår også dimensionering af en eller flere enhedsoperationer fra den beskrevne proces, samt gennemførelse af eksperimentelt arbejde til belysning af problemstillingen.

### VÆRDIARGUMENTATION

Forædling og produktudvikling på grundlag af biologiske råvarer er et stort potentiale for dansk erhvervsliv. Den bioteknologiske og fødevaretekniske produktion og udvikling i forbindelse hermed har stor betydning, og dette fagområde er derfor vigtigt for kemiingeniøruddannelsen. De hertil relaterede emner omfatter på 3. semester fødevareteknologi og –kemi, fermenteringsteknologi, dimensionering af kemiske og biokemiske procesenheder samt den termodynamiske baggrund relateret til reale fasevægte og blandinger.

Endvidere arbejdes der med at styrke kompetencer i mundtlig præsentation og rapportskrivning samt kompetencer indenfor litteratur- og informationssøgning.

### KOMPETENCEMÅL

Efter semesteret er gennemført skal den studerende

- kunne dimensionere kemiske og bioteknologiske procesenheder til mekanisk og kemisk separation af suspensioner og homogene blandinger.
- have opnået viden om fødevarers sammensætning og betydningen af denne for holdbarhed og kvalitet.
- kunne foreslå egnede metoder til konservering af fødevarer og kunne dimensionere dynamiske varmetransmissionsprocesser.
- have opnået viden om fermenteringsteknologi.
- kunne opstille massebalancer for batch, fed-batch og kontinuerlige fermenteringer og anvende disse til beregninger af vækst og produkt dannelse.
- kunne foreslå egnede mikroorganismer, reaktortyper og down-stream processer til en mikrobiel produktion.
- selvstændigt kunne afgrænse en bioteknologisk problemstilling.
- kunne foretage en litteratursøgning på bioteknologiske emner.
- kende almene mikrobiologiske analysemetoder og kunne udføre disse
- kunne planlægge og gennemføre mindre forsøg til belysning af en bioteknologisk problemstilling.

## **SEMESTERINDHOLD**

K-PTE3 – Bioteknologiske processer (15 ECTS)

K-IFG3 – Fysisk kemi og industrielle separationsprocesser (10 ECTS)

KE521 Grundstoffernes kemi (5 ECTS)

Alle modulerne er obligatoriske.

## **SAMMENHÆNG**

Semesterets centrale aktivitet er de studerendes arbejde med den bioteknologiske problemstilling i deres semesterprojekt. I sammenhæng med undervisningen i det ingeniørfaglige grundlag i fysisk kemi og industrielle separationsprocesser, samt undervisningen i fermenteringsteknik og fødevareteknologi kan de studerende hermed opnå de overordnede kompetencemål for semesteret. Undervisningen i grundstoffernes kemi bygger videre på de opnåede kompetencer fra 1.semester.

## §9 Semesterbeskrivelse – 4. semester

### SEMESTERTEMA

Instrumentel analytisk kemi og anvendt statistik

4. semester fokuserer på instrumentelle analytiske metoder, anvendelse af statistiske metoder, metodevalidering og god laboratoriepraksis (GLP). I semesterprojektet skal en ingeniørmæssig anvendelse af en eller flere analysemetoder udvikles og valideres, gerne i samarbejde med virksomheder. Der lægges vægt på de studerendes kvalitetsbevidsthed inden for laboratoriearbejde, litteratursøgning og dokumentation. Resultaterne præsenteres i form af en rapport indeholdende den fornødne dokumentation.

### VÆRDIARGUMENTATION

Instrumentelle analytiske metoder anvendes i udstrakt grad inden for proceskontrol, miljøkontrol, råvarekontrol, produktkontrol, procesoptimering og metodeudvikling. Branchemæssigt kan det være inden for fødevarer, lægemidler, kemikalier, miljø og arbejdsmiljø eller materialeafprøvning. En kemiingeniør forventes at kunne medvirke ved både udvikling, validering og kvalitetssikring inden for ovennævnte områder.

### KOMPETENCEMÅL

Semestrets overordnede mål er at de studerende skal kunne

- vælge analysemetode til et bestemt formål ud fra viden om principper for vigtige analytiske metoder (HPLC, AAS og GC).
- udvikle og implementere analytiske metoder i en ingeniørmæssig sammenhæng.
- søge efter, vurdere og inddrage relevante tidsskriftsartikler, monografier og anden information.
- omsætte den teoretiske viden til praktiske metoder i laboratoriet.
- benytte viden om metodevalidering til at fastlægge relevante parametre samt vælge egnede statistiske metoder ved gennemførelse af metodevalidering.
- benytte egnede statistiske metoder, herunder opstilling af forsøgsplaner til analyse af forsøgsdata.
- foretage statistiske konklusioner på baggrund af de opnåede resultater og vurdere metodens anvendelighed.
- forstå og redegøre for begrebet GLP samt kende og kunne anvende relevante krav og standarder herfor.
- foretage nødvendig dokumentation og fremlægge resultaterne klart og entydigt.

### SEMESTERINDHOLD

K-PTE4 – Instrumentel analytisk kemi og anvendt statistik (15 ECTS)

KE505 Organisk kemi (10 ECTS)

KE504 Analytisk Spektroskopi (5 ECTS)

Alle modulerne er obligatoriske.

## **SAMMENHÆNG**

Semestrets centrale aktivitet er de studerendes arbejde med semesterprojektet og den hertil knyttede undervisning og vejledning. Undervisningen i Analytisk kemi og anvendt statistik i sammenhæng med semesterprojektet gør det muligt at tilegne sig semestrets overordnede kompetencemål. Undervisningen i Analytisk spektroskopi bidrager også væsentligt til semesterets overordnede tema og mål. Undervisningen i organisk kemi bidrager til at udbygge de kompetencer indenfor den grundlæggende kemi, der er opnået i de foregående semestre.

## §10 Semesterbeskrivelse – 5. semester

### SEMESTERTEMA

Innovation og iværksætteri i den kemiske industri

5.semesters tema har fokus på innovation og iværksætteri specifikt inden for produkt- eller procesudvikling i den kemiske og bioteknologiske industri. Semesterprojektet udføres i samarbejde mellem flere uddannelser (Experts in Teams), hvor der i evalueringen lægges vægt på tværfagligt samarbejde, udvikling af ideer til tekniske løsninger, samt analyse af kommercielle muligheder. Evalueringen af proces- og produktdesign sker særskilt. Her lægges vægten på design af et produkt eller et anlæg for en fuldstændig proces. I designet lægges vægt på energi- og råstofoptimering af produkter og processer samt en økonomisk vurdering af de valgte designløsninger.

### VÆRDIARGUMENTATION

Design af processer og produkter til kemisk eller bioteknologisk produktion er vigtige i forbindelse med innovation og udvikling i både små og store virksomheder. Det er derfor vigtigt at kemiingeniører kan indgå i innovation og udvikling og kan bidrage til økonomisk vækst samt medvirke til optimering og effektivisering af energi- og ressourceforbrug.

### KOMPETENCEMÅL

Semestrets overordnede mål er at de studerende skal kunne

- beskrive og afgrænse et tværfagligt projektemne, blokopdele dette og definere snitfladerne mellem faglighederne.
- opnå indblik i andre fagligheder i en tværfaglig gruppe og anvende denne viden i det fælles projektarbejde.
- beskrive unikke forretningsideer i tekniske termer og fremlægge disse for ikke teknisk kyndige
- analysere og dokumentere økonomiske muligheder gennem udarbejdelse af en forretningsplan
- udføre et overordnet design af et anlæg eller et produkt (kemiteknisk, bioteknologisk eller miljøteknisk).
- foretage energi- og råstofoptimering på et samlet produktionsanlæg eller produkt.
- estimere udgifter i forbindelse med opføring og drift af et produktionsanlæg.
- opstille og løse masse- og energibalancer for ideale reaktorsystemer
- designe ideale reaktorsystemer for isoterme og ikke-isoterme reaktorer
- beskrive, strukturere og perspektivere en innovationsproces fra ide til marked til forretningsplan.
- vurdere ideers anvendelighed i forhold til resultater fra markeds- eller brugerundersøgelser.
- forstå hvad det vil sige at arbejde videnskabeligt ud fra kendskab til videnskabsteoretiske begreber.

### SEMESTERINDHOLD

F-EIT5 – Experts in Teams (10 ECTS), obligatorisk

K-IFV – Videnskabsteori (2 ECTS), obligatorisk

K-RPI – Ressourceoptimering ved procesintegration (3 ECTS), obligatorisk

X-REA1 – Design of Ideal Chemical Reactors (5 ECTS), obligatorisk

Et af fagene indenfor valgruppen:

XB-CPD1 – Kemisk procesdesign (5 ECTS) eller

XB-CPD2 – Kemisk produktdesign (5 ECTS)

Herudover valgfag i alt 5 ECTS.

Udlandsophold: Det er muligt at afvikle 5.semester på et udenlandsk universitet under forudsætning af at kurserne kan godkendes i Studienævnet.

### **SAMMENHÆNG**

Semestrets centrale aktivitet er de studerendes arbejde i de tværfaglige projektgrupper, Expert in Teams, kombineret med undervisningen i proces- eller produktdesign, ressourceoptimering samt reaktordesign. Disse aktiviteter bidrager væsentligt til at opnå kompetencemålene for semestret. Videnskabsteori giver den studerende forståelse for det tværfaglige element i videnskabeligt arbejde og er en del af basis for bachelorprojektet.

### **UDLANDSOPHOLD**

Studerende opfordres til at afvikle 5. semester på et udenlandsk universitet. Vær opmærksom på at kurserne skal godkendes i studienævnet.

## §11 Semesterbeskrivelse – 6. semester

### SEMESTERTEMA

Bachelorprojekt og kandidatintroducerende fag

På uddannelsens 6. semester skal den studerende udarbejde sit bachelorprojekt. Bachelorprojektet skrives i samarbejde med en virksomhed eller en forskningsgruppe og skal give den studerende mulighed for at demonstrere en selvstændig, eksperimentel eller teoretisk behandling af en faglig problemstilling i tilknytning til uddannelsens centrale emner. Endvidere er der tilvalg af kurser efter den studerendes egen interesse, samt kurser der er forberedende for kandidatuddannelsen.

### VÆRDIARGUMENTATION

Gennem udarbejdelse af et større projekt med støtte fra vejledere får den studerende mulighed for at opnå viden om og erfaring med professionel problemløsning, der er relevant for en bachelor i kemi.

### KOMPETENCEMÅL

Gennem arbejdet med bachelorprojektet udbygger den studerende sin viden og kritiske forståelse af ingeniørfagets teorier og principper og styrker sine færdigheder i professionel og innovativ problemløsning i forhold til en kompleks ingeniørfaglig problemstilling. Udarbejdelsen af bachelorprojektet styrker endvidere den studerendes kompetence til at forvalte et komplekst fagligt projekt, herunder

- at foretage en kompleks problemanalyse,
- at overskue et bredt sæt af løsningsstrategier
- at formulere og afgrænse et problem
- at planlægge sin tid og sine ressourcer
- at forene teori og praksis i udarbejdelse af en løsning på et konkret problem
- at formidle den opnåede viden og resultater at forholde sig kritisk og reflekterende til såvel arbejdsprocessen som løsningen.

### SEMESTERINDHOLD

BAP-KE6 – Bachelorprojekt kemi (15 ECTS)

Herudover valgfag i alt 15 ECTS

### SAMMENHÆNG

Gennem udarbejdelse af et større projekt får den studerende mulighed for at opnå viden om og erfaring med professionel problemløsning og kan anvende de metoder og redskaber, der er indlært gennem studiet. Som en del af perspektivering er det vigtigt også at forholde sig til de rammer som den grundlæggende ingeniørvidenskabelige tilgang giver.

## §12 Censorkorps og studienævn

Uddannelsen hører under Studienævnet for Uddannelserne ved det Tekniske Fakultet og Ingeniøruddannelsernes landsdækkende censorkorps. Moduler, der udbydes af det Naturvidenskabelige Fakultet, hører under det naturvidenskabelige censorkorps.

## §13 Ikrafttræden

1. Godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 14. september 2010.
2. Studieordning 2013 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 18. april 2013 (Version 1.0).
3. Studieordning 2014 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 10. april 2014 (Version 1.0).
4. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 23. juni 2014 (Version 1.0).
5. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 12. november 2014 (Version 1.1).
6. Studieordning 2015 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 15. april 2015 (Version 1.0).
7. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 22. maj 2015 (Version 1.0).