



Kapitel 9

Den uddannelsesspecifikke del af studieordningen for uddannelsen til:

CIVILINGENIØR, CAND. POLYT. I KEMI **Master of Science in Chemical Engineering**

Studiestart september 2011, Version 1.2

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

Civilingeniører i kemi 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.
- Forskning i forbindelse med udvikling af produkter og processer, hvor kemiske eller bioteknologiske forhold har væsentlig betydning. Det være sig produkter og/eller processer til kemisk produktion, bioraffinering, energiomdannelse, fødevarerforædling eller håndtering af rest- og spildprodukter fra industri og landbrug.
- Forskning i forbindelse med udvikling og optimering af kemiske synteseprocesser med tilhørende katalysatorer.
- Forskning i udvikling af nye materialer med specifikke funktionelle egenskaber.
- Rådgivning og konsulentarbejde i private og offentlige virksomheder indenfor kemi, miljø og biosystemer.

§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 bestride og i de krav om personlig og faglig udvikling, der ligger i forlængelse af uddannelserne.

Der stilles en lang række ikke-kemiingeniørspecifikke kompetencekrav til de nyuddannede ingeniører, som beskrevet i den generelle del af studieordningen.

For civilingeniører i kemi gælder, at de:

- A. inden for uddannelsens faglige profiler skal have tilegnet sig specifik viden baseret på forskning med international forankring på et højt niveau
- B. skal kunne formidle og diskutere viden og resultater af videnskabeligt arbejde til modtagere med forskellige faglige kompetencer.
- C. skal kunne forstå og beskrive videnskabelige problemstillinger på baggrund af egen eller andres forskningsbaserede viden, herunder opstille arbejdshypoteser for videnskabeligt arbejde
- D. skal kunne anvende de metoder og redskaber der knytter sig til de specifikke fagområder i uddannelsens fagprofiler i relation til uddannelsens jobprofil beskrevet i §1
- E. skal kunne igangsætte og bidrage til faglige og tværfaglige samarbejder, herunder påtage sig ansvar for egne opgaver
- F. skal kunne planlægge og gennemføre egen faglig og personlig udvikling

Baseret på denne viden skal civilingeniører kunne løse komplicerede tekniske problemer, designe og implementere komplekse teknologiske produkter og systemer i en samfundsmæssig kontekst. For civilingeniører i kemi betyder dette at de skal:

- G. kunne udvikle, designe, planlægge, modificere og optimere kemiske og biotekniske procesanlæg og produkter på grundlag af kemitekniske, biotekniske, ressourcemæssige og miljømæssige overvejelser.
- H. kunne varetage forsknings- og udviklingsopgaver inden for uddannelsens faglige spidskompetencer: Bioteknologi og bioraffinering, Funktionelle Materialer, Kemiteknik eller Organisk syntese og katalyse
- I. kunne forestå opbygning og ledelse af analytiske laboratorier og udvikle målemetoder til anvendelse ved forskning og udvikling
- J. kunne forestå udvikling og implementering af systemer til kvalitets- og risikostyring
- K. kunne varetage rådgivnings- og konsulentopgaver inden for uddannelsens spidskompetencer: Bioteknologi og bioraffinering, Funktionelle materialer, Kemiteknik eller Organisk syntese og katalyse

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.

§3 Uddannelsens fagsøjler

De faglige kompetencer for civilingeniører i kemi kan primært henføres til følgende faglige søjler, der gælder for henholdsvis bachelordelen og kandidatdelen af uddannelsen.

For bachelordelen er der følgende 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

som beskrevet i kapitel 9 for civilingeniør i kemi – bachelordel.

§4 Uddannelsens fagprofiler

Kandidatdelen af uddannelsen består af konstituerende fag og fagprofilfag. De konstituerende fag danner tilsammen den fælles faglighed for civilingeniører i kemi.

På kandidatdelen udbydes der følgende 4 fagprofiler:

- Bioteknologi og bioraffinering
- Funktionelle materialer
- Kemiteknik
- Organisk syntese og katalyse

§5 Uddannelsens struktur og moduler (profilopdelt)

5.1 Fagprofil Bioteknologi og bioraffinering

| Semester | STRUKTUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|---|---|---|---|--|---|---|---|----|--|----|----|----|----|---|----|----|----|----|--|----|----|----|----|-------------------------------------|----|----|----|----|
| 10. | XC-SP30/XC-SP40 Speciale | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Valgfag / XC-SP40 Speciale | | | | | XCM-BEM Business Econom- ics and Management | | | | | XC-VIM Methods in Science | | | | | XC-BIO3 Advanced Natural Product Chemistry | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. | Valgfag | | | | | XC-RIS1 Risk Analysis in Chem. and Biochem. Engineering | | | | | XC-TM1 Technical Microbiology | | | | | | | | | | KC-KPBW Biowaste Manage- ment | | | | | Valgfag | | | | |
| 7. | XC-NUM2 Advanced Numerical Methods for Chemi- cal Engineers | | | | | KC-MDA Multivariate Data Analysis and Chemometrics | | | | | XC-FYK1 Advanced Physical Chemistry | | | | | Valgfag | | | | | | | | | | BMB506 Protein Chemistry | | | | |
| ECTS POINT | 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 |

| | |
|---------------------------|------------|
| Forklaring | ECTS i alt |
| Konstituerende fag | 30 |
| Fagprofilfag | 30 |
| Valgfag | 30 |

*Ved et speciale på 40 ECTS

5.2 Fagprofil Funktionelle materialer

| Semester | STRUKTUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|---|---|---|---|--|---|---|---|----|---|----|----|----|----|--|----|----|----|----|--|----|----|----|----|---|----|----|----|----|
| 10. | XC-SP30/XC-SP40 Speciale | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Valgfag / XC-SP40 Speciale | | | | | Valgfag | | | | | XC-VIM Methods in Science | | | | | XC-MS4 Materials Characterization | | | | | XC-MS5 Advanced Solid State Chemistry | | | | | | | | | |
| 8. | Valgfag | | | | | XC-RIS1 Risk Analysis in Chem. and Biochem. Engineering | | | | | XC-MS3 Chemical Metallurgy and Corrosion | | | | | Valgfag | | | | | KE801 Inorganic Chemistry B | | | | | XC-MS2 Preparative Solid State Chemistry | | | | |
| 7. | XC-NUM2 Advanced Numerical Methods for Chemical Engineers | | | | | KC-MDA Multivariate Data Analysis and Chemometrics | | | | | XC-FYK1 Advanced Physical Chemistry | | | | | XCM-BEM Business Economics and Management | | | | | Valgfag | | | | | XC-MS1 Basic Solid State Chemistry | | | | |
| ECTS POINT | 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 |

| | |
|--------------------|------------|
| Forklaring | ECTS i alt |
| Konstituerende fag | 30 |
| Fagprofilfag | 30 |
| Valgfag | 30 |

*Ved et speciale på 40 ECTS

5.3 Fagprofil Kemiteknik

| Semester | STRUKTUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|---|---|---|---|--|---|---|---|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----|----|--|----|----|----|----|--|----|----|----|----|
| 10. | XC-SP30/XC-SP40 Speciale | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Valgfag / XC-SP40 Speciale | | | | | Valgfag | | | | | XCM-BEM Business Econom- ics and Management | | | | | XC-VIM Methods in Science | | | | | XC-REG2 Process Control of Chemical and Bio- chemical Processes | | | | | | | | | |
| 8. | Valgfag | | | | | XC-RIS1 Risk Analysis in Chem. and Biochem. Engineering | | | | | XC-SEP2 Industrial Separation Technology | | | | | XC-CRY1 Crystallization and Processing of Phar- maceuticals | | | | | Valgfag | | | | | XC-REA3 Modeling and Simu- lation of Non-ideal Reactors | | | | |
| 7. | XC-NUM2 Advanced Numerical Methods for Chemi- cal Engineers | | | | | KC-MDA Multivariate Data Analysis and Chemometrics | | | | | XC-FYK1 Advanced Physical Chemistry | | | | | XC-MST1 Modeling and Simu- lation of Transport Processes with Computational Fluid Dynamics | | | | | XC-MEM1 Industrial Membrane technology | | | | | XC-CAT1 Heterogeneous Ca- talysis | | | | |
| ECTS POINT | 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 |

| | |
|--------------------|------------|
| Forklaring | ECTS i alt |
| Konstituerende fag | 30 |
| Fagprofilfag | 35 |
| Valgfag | 25 |

*Ved et speciale på 40 ECTS

5.4 Fagprofil Organisk syntese og katalyse

| Semester | STRUKTUR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|---|---|---|---|--|---|---|---|----|--|----|----|----|----|--|----|----|----|----|--|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 10. | XC-SP30/XC-SP40 Speciale | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Valgfag / XC-SP40 Speciale | | | | | XCM-BEM Business Economics and Management | | | | | XC-VIM Methods in Science | | | | | KC-MDA1 Multivariate Data Analysis and Chemometrics | | | | | KE-807 Fysisk Organisk Kemi | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. | Valgfag | | | | | XC-RIS1 Risk Analysis in Chem. and Biochem. Engineering | | | | | XC-CRY1 Crystallization and Processing of Pharmaceuticals | | | | | Valgfag | | | | | Valgfag | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. | XC-NUM2 Advanced Numerical Methods for Chemical Engineers | | | | | XC-FYK1 Advanced Physical Chemistry | | | | | KE-818 Symmetri og kvantekemi-supplering | | | | | XC-CAT1 Heterogeneous Catalysis | | | | | KE-804 Spektroskopi og strukturkemi | | | | | KE-506 Syntese | | | | | | | | | |
| ECTS POINT | 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 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |

| | |
|--------------------|------------|
| Forklaring | ECTS i alt |
| Konstituerende fag | 30 |
| Fagprofilfag | 35 |
| Valgfag | 25 |

*Ved et speciale på 40 ECTS

§6 Fælles konstituerende faglighed

FORMÅL

Formålet med den fælles konstituerende faglighed er tofold. For det første at bibringe den civilingeniørstuderende avancerede værktøjer inden for numeriske metoder, statistik og videnskabelige arbejdsmetoder generelt. Disse værktøjer gør det muligt for dem, baseret på fysisk kemiske data, at løse komplicerede tekniske problemer inden for den valgte fagprofil og implementere den ofte komplekse tekniske løsning til problemet. For det andet at bibringe den civilingeniørstuderende de nødvendige værktøjer til på en økonomisk forsvarlig måde at kunne implementere løsninger med mindst mulig produktionsteknisk og miljømæssig risiko for det omgivende samfund.

Emner:

- Numeriske metoder
 - Numeriske metoder i lineær algebra.
 - Iterative procedurer til løsning af sæt af algebraiske ligninger.
 - Statistiske metoder til parameterestimering.
 - Metoder til datafiltrering og -behandling.
 - Numeriske metoder til løsning af systemer af ordinære og partielle differential-ligninger.
 - Grundlæggende struktureret programmering eksemplificeret ved brug af Mat-Lab
- Statistik
 - Multivariat dataanalyse.
 - Multipel lineær regression (MLR).
 - Principal komponent analyse (PCA).
 - Partial least squares regression (PLSR).
 - Datamodellering og modelvalidering.
 - Modeloptimering og bestemmelse af betydende parametre.
 - Experimentelt forsøgsdesign.
- Fysisk kemi
 - Statistisk termodynamik.
 - Blandingers termodynamik.
 - Makromolekylers termodynamiske egenskaber.
- Videnskabsteori
 - Arbejdshypoteser for forskningsopgaver.
 - Videnskabelig redelighed og etik.
 - Kritisk litteratursøgning og kildekritik.
 - Udfærdigelse af videnskabelig review i artikelform.

- Udformning af arbejdsdokumenter: Metodebeskrivelser, forsøgs- og tidsplaner.
- Anvendelse af GLP i forbindelse med journalføring og videnskabelig dokumentation.
- Risikovurdering
 - Gældende dansk og EU-lovgivning og standarder vedrørende kemisk, biokemisk og fødevarerproduktion
 - Metoder til identifikation af risikomomenter i relation til produktionsanlæg
 - Opstilling af begivenhedstræer for identificerede uheldsscenerier
 - Opstilling af fejl/svigtræer for produktionsanlæg og processer
 - Beregning af sandsynligheder for identificerede uheldsscenerier
 - Udslipsberegninger
 - HAZOP-analyse af produktionsanlæg og laboratorier
 - Risiko- og sikkerhedsledelse og dennes integration i virksomhedens generelle ledelse
- Økonomi
 - Virksomhedsledelse og økonomi
 - Opstilling af forretningsplan
 - Metoder til sammenligning og vurdering af investeringsforslag
 - Metoder til sammenligning og vurdering af finansieringsmuligheder
 - Aktivitets-, kapacitets- og likviditetsbudgettering
 - Analyse af rentabilitet, indtjeningsevne, kapitaltilpasning og soliditet på baggrund af årsrapporter

§7 Modulbeskrivelser

En detaljeret beskrivelse af de fælles konstituerende fag findes i modulbeskrivelserne for kandidatdelen af uddannelsen til Civilingeniør i Kemi. Modulbeskrivelserne ligger i Fagbasen for Det Tekniske Fakultet på fakultetets hjemmeside.

§8 Fagprofil Bioteknologi og bioraffinering

FORMÅL

I kombination med de på bachelordelen erhvervede kompetencer skal fagprofilen i bioteknologi og bioraffinering sikre at civilingeniøren udvikler viden og kompetencer baseret på professionens videnskabelige fundament og praksis. Den studerende tilegner sig en høj forskningsfaglig viden og forståelse samt færdigheder til at beskrive og bidrage med teknologiske og systemtekniske løsninger inden for det biotekniske og miljøtekniske område. Specifikt kan kompetencerne anvendes i forbindelse med bioteknologisk og mikrobiel produktion, ved forædling af vegetabiliske råvarer til fødevarer og foder, ved farmaceutisk produktion, ved energiproduktion og til løsning af miljøopgaver.

Fagprofilen i bioraffinering og de erhvervede kompetencer på bachelordelen sikrer at civilingeniøren baseret på professionens videnskabelige fundament og praksis kan

- Udvikle metoder og processer til bioteknologisk og mikrobiel produktion, herunder produktion af fødevarer og naturlægemidler og bioenergi.
- Udvikle processer og teknologier til energikonvertering der sikrer optimal udnyttelse af biomasser.
- Deltage aktivt i forskning til udvikling af nye produkter og teknologier inden for bioteknologisk produktion, energikonvertering og miljøforbedring.
- Udvikle og anvende modeller til udvikling og styring af procesanlæg til bioteknologisk produktion, energikonvertering og miljøforbedring.
- Rådgive myndigheder og virksomheder i relation til produktion af bioenergi og andre teknologier til miljøforbedring.

FAGPROFILENS STRUKTUR

Udover de 30 ECTS konstituerende fag består fagprofilen Bioraffinering af 30 ECTS fagprofilfag, der definerer fagprofilen, 30 ECTS valgfag samt et speciale på 30 ECTS.

Hvis den studerende vælger at udarbejde et speciale på 40 ECTS, påbegyndes specialet i 9. semester, hvor det erstatter valgfag for 10 ECTS.

Emner:

Proteinkemi

- Proteinstrukturer og foldningsmodeller for proteiner
- Post-translatoriske modifikationer af proteiner
- Sammenhænge mellem struktur og funktion af proteiner
- Nedbrydning af proteiner
- Proteinkemiske metoder til oprensning og karakterisering

Teknisk mikrobiologi

- Matematiske modeller for mikrobiel vækst og produktdannelse
- Batch, fed-batch, kontinuerlig, flertrins, recirkulerings og immobiliserede systemer
- Metabolisme og produktdannelse
- Oprensning af mikrobielle produkter

- Reguleringsmekanismer og genetisk modifikation
- Reaktorteknik: Opbygning, omrøring og beluftning, sterilisering, måling og regulering
- Fermentering i laboratorieskala: Opsætning af fermentorer med dataopsamling og styring, eksperimentelle målinger til karakterisering af vækst og produkt dannelse, beregninger ved anvendelse af computerbaserede modeller

Videregående naturstofkemi

- Biosyntese af sekundære metabolitter fra planter, mikroorganismer og akvatiske organismer
- Bioaktivitet af sekundære metabolitter
- Assay- og bioassaystyret fraktionering
- Isolering, karakterisering og kvantificering af sekundære metabolitter ved anvendelse af kromatografiske og spektroskopiske teknikker

Miljøteknologi til bioaffald

- Grundlæggende systemforståelse for plantenæringsstrømme og omdannelse til energi
- Anvende og validere modeller til beslutningsstøtte
- Valg af energikonverterings- og miljøteknologi ud fra beskrivelse af biomassen og kravspecificering
- Identifikation af gasemission og styring af indeklima (lugt, ammoniak og drivhusgasser)
- Identifikation og styring af udledning (plantenæringsstoffer, kulstof og tungmetaller)

PROGRESSION

Den faglige progression i uddannelsen sikres gennem de konstituerende fag og fagprofilfagene.

Den biotekniske progression i fagprofilen bioraffinering udgøres primært af kurserne i proteinkemi, teknisk mikrobiologi, videregående naturstofkemi samt miljøteknologi til bioaffald. Kurset i proteinkemi udgør sammen med kompetencerne fra bachelordelens fagligheder i bioteknologi basis for kurserne i teknisk mikrobiologi og videregående naturstofkemi. Kurset i videregående naturstofkemi understøttes også af bachelordelens kurser i almen kemi og organisk kemi. Kurset i miljøteknologi til bioaffald understøttes endvidere af færdigheder i separationsprocesser og bioteknologi fra bachelordelen.

De konstituerende fag i numeriske metoder og multivariat dataanalyse danner basis for modellering, analyse og beregningsopgaver i kurserne teknisk mikrobiologi, miljøteknologi til bioaffald og i specialet.

Den biotekniske progression danner sammen med kurserne i videnskabelige arbejdsmetoder og økonomi basis for det afsluttende speciale.

Hvis der i udarbejdelsen af specialet indgår praktisk laboratoriearbejde vil det ofte være hensigtsmæssigt at den studerende udnytter muligheden for at udarbejde et speciale på 40 ECTS-point.

§9 Modulbeskrivelser

En detaljeret beskrivelse af de fag der indgår i fagprofilen Bioraffinering findes i modulbeskrivelserne for kandidatdelen af uddannelsen til Civilingeniør i Kemi. Modulbeskrivelserne ligger i Fagbasen for Det Tekniske Fakultet på fakultetets hjemmeside.

§10 Fagprofilen Funktionelle Materialer

FORMÅL

Fagprofilen skal sikre, at civilingeniører uddannet indenfor materialekemi på SDU er i stand til at udvikle og levere løsninger på komplicerede materialeteknologiske problemer indenfor den kemiske, petrokemiske, energiteknologiske og materialeteknologiske industri og implementere disse løsninger. Fagprofilen sigter mod en høj international faglig forskningsbaseret viden indenfor klassisk faststofkemi og metallurgi, teknisk elektrokemi og energikonvertering og at kandidaten kan anvende og videreudvikle de videnskabelige metoder indenfor disse områder.

I kombination med de på bachelordelen erhvervede kompetencer sikrer fagprofilen, at civilingeniøren baseret på professionens videnskabelige fundament og praksis kan:

- Designe, syntetisere og karakterisere materialer med specifikke katalytiske, elektrokatalytiske, ionledende, dielektriske, magnetiske eller optiske egenskaber.
- Foretage optimale materialevalg baseret på kemiske, økonomiske og teknologiske kriterier.
- Udvikle komponenter eller enheder som f.eks sensorer eller katalytiske reaktorer (incl. brændselsceller og batterier) som anvender disse materialer.
- Kunne opstille og implementere relevante karakteriserings- og testmetoder for disse komponenter og enheder.
- Bidrage til at opstille modeller for og gennemføre modelberegninger af disse enheder samt om nødvendigt tilvejebringe de fornødne inputparametre.
- Bidrage til at kunne integrere enhederne i større tekniske eller kemitekniske enheder samt lede driften af disse.

FAGPROFILENS STRUKTUR

Udover de 30 ECTS konstituerende fag består fagprofilen Funktionelle Materialer af 30 ECTS fagprofilfag, der definerer fagprofilen, 30 ECTS valgfag samt et speciale på 30 ECTS. Hvis den studerende vælger at udarbejde et speciale på 40 ECTS, påbegyndes specialet i 9. semester, hvor det erstatter valgfag for 10 ECTS.

Emner:

- Materialekemi:
 - Økonomisk vigtige mineraler og råstoffer
 - Udvalgte teknologisk vigtige strukturtyper med elektriske, dielektriske, magnetiske eller optiske egenskaber
 - Udvalgte syntesemetoder for ovennævnte forbindelser
 - Faseligevægte
 - Defektkemi og transportegenskaber
 - Heterogen katalyse
- Kemisk metallurgi
 - Økonomisk vigtige mineraler og malme
 - Kemiske aspekter af ekstraktiv udvinding af Cu, Ni, Zn, Pb, Sn og Fe

- Kemiske og elektrokemiske principper bag fremstilling af passiverende letmetaller: Mg, Al, Ti, Zr, Hf, Ag, Au
- Korrosion og korrosionshastighed
- Karakterisering af faste stoffer
 - Røntgendiffraktion
 - Elektronmikroskopi
 - Overfladefysiske metoder
 - Elektrokemiske metoder
 - Termisk karakterisering
 - Partikelstørrelsesfordeling

PROGRESSION

Den faglige progression i uddannelsen sikres gennem de konstituerende fag og fagprofilfagene.

Det konstituerende fag i fysisk kemi danner sammen med fagprofilfagene i uorganisk kemi og materialekemi en solid kemisk basis for de mere anvendelsesorienterede kurser i syntetisk faststofkemi og materialekarakterisering. Bacheloruddannelsens kurser i materialelære giver sammen med de indledende kurser i kemi de nødvendige forudsætninger for at forstå fagprofilens kemiske fag. De fælleskonstituerende fags indhold af matematik, statistik, risikovurdering og økonomi giver sammen med bacheloruddannelsens kemitekniske kurser de nødvendige forudsætninger for at kunne udvikle, modellere og implementere produkter og processer, der involverer faste stoffer med specifikke kemiske og fysiske egenskaber. Det konstituerende fag i videnskabelige arbejdsmetoder danner sammen med fagprofilens øvrige teoretiske og praktiske kurser basis for specialet.

Hvis der i udarbejdelsen af specialet indgår praktisk laboratoriearbejde vil det ofte være hensigtsmæssigt at den studerende udnytter muligheden for at udarbejde et speciale på 40 ECTS-point.

§11 Modulbeskrivelser

En detaljeret beskrivelse af de fag der indgår i fagprofilen Funktionelle Materialer findes i modulbeskrivelserne for kandidatdelen af uddannelsen til Civilingeniør i Kemi. Modulbeskrivelserne ligger i Fagbasen for Det Tekniske Fakultet på fakultetets hjemmeside.

§12 Fagprofilen Kemiteknik

FORMÅL

Fagprofilen skal sikre, at civilingeniører uddannet indenfor kemiteknik på SDU er i stand til at udvikle og levere tekniske løsninger på komplicerede produktionsproblemer indenfor den kemiske, farmaceutiske, petrokemiske og biokemiske industri, og implementerer disse løsninger. Fagprofilen sigter mod en høj international faglig forskningsbaseret viden inden for klassisk separationsteknik, membranteknologi og reaktorteknik og at kandidaten kan anvende og videreudvikle de videnskabelige metoder inden for disse områder.

I kombination med de på bachelordelen erhvervede kompetencer sikrer fagprofilen, at civilingeniøren baseret på professionens videnskabelige fundament og praksis kan:

- designe nye anlæg og dele af nye anlæg til brug for den kemiske, biokemiske og farmaceutiske industri.
- udvikle nyt procesudstyr til den kemiske, biokemiske og farmaceutiske industri.
- lede driften af produktionsanlæg inden for den kemiske, biokemiske og farmaceutiske industri.
- deltage aktivt i forskning og udvikling inden for den kemiske, biokemiske og farmaceutiske industri.
- udvikle nye modeller baseret på kemiske, biokemiske, fysiske og matematiske principper til design af nye processer og procesudstyr.

FAGPROFILENS STRUKTUR

Udover de 30 ECTS konstituerende fag består fagprofilen Kemiteknik af 35 ECTS fagprofil-fag, der definerer fagprofilen, 25 ECTS valgfag samt et speciale på 30 ECTS. Hvis den studerende vælger at udarbejde et speciale på 40 ECTS, påbegyndes specialet i 9. semester, hvor det erstatter valgfag for 10 ECTS.

Emner:

- Separationsteknik
 - Udvælgelse og karakterisering af membraner til separation af væsker, gasser og mikropartikler
 - Beskrivelse, modellering og simulering af masse- og energitransport over membraner
 - Design, modellering og simulering af membranmoduler
 - Design, modellering og simulering af hele membran anlæg
 - Modellering, simulering og design af anlæg til ikke- stationære separationsmetoder eksempelvis chromatografi, adsorption og ionbytning
 - Modellering, simulering og design af multikomponentdestillationsanlæg
 - Optimering og simulering af flerkolonedestillationsanlæg
- Katalyse
 - Heterogen katalyse
 - Metoder til undersøgelse af faste materialers overfladegenskaber
 - Metoder til beskrivelse af reaktionsmekanismer og reaktionskinetik

- Metoder til estimering af reaktionshastigheder
- Eksperimentelle metoder til bestemmelse af reaktionshastigheder.
- Intern og ekstern masse- og varmetransports indflydelse på reaktionshastigheden i heterogen katalyse.
- Krystallisation
 - Principper og mekanismer for krystallisation af farmaceutiske produkter
 - Termodynamik af faststoffaser (amorne, polymorfe, salte) for farmaceutiske produkter
 - Principper og mekanismer for fasetransformation mellem faste faser
 - Analysemetoder til identifikation af rene faste stoffer og blandinger af faste stoffer
- Reaktorteknik
 - Metoder til modeludvikling for kvantitativ beskrivelse af omsætning og varmeudvikling i kemiske og biokemiske reaktorer.
 - Modellering af fixed og fluid bed reaktorer.
 - Modellering af flerfasereaktorer
 - Modellering af membranreaktorer
 - Opstilling og løsning af reaktormodeller i MatLab.
 - Brug af CFD-værktøjer i reaktorsimulering.
- Reguleringsteknik
 - Opstilling af modeller til beskrivelse af reguleringsløjfer for kemitekniske anlæg
 - Linearisering af ulineære systemer af differentiallyigninger
 - Løsning af lineære differentiallyigninger ved Laplacetransformation
 - Brug af overføringsfunktioner og tilstandsmodeller i reguleringsystemer
 - Opstilling af blokdiagrammer for reguleringsløjfer
 - Optimering og indstilling af fremad- og tilbagekoblet regulering
 - Stabilitetsanalyse for reguleringsløjfer
 - Simulering af reguleringsløjfer

PROGRESSION

Den faglige progression i uddannelsen sikres gennem de konstituerende fag og fagprofilfagene.

De konstituerende fag inden for numeriske metoder og statistik danner sammen med fagprofilfaget inden for computational fluid dynamics den matematiske basis for fagprofilfagene i rektorlære, separationsprocesser og reguleringsteknik. Tilsvarende udgør kurserne i fysisk kemi og heterogen katalyse sammen med de i bachelordelen lærte færdigheder basis for kurset i rektorlære. Udover disse fagligheder understøttes kurset i separationsprocesser af kurset i membranteknologi og krystallisation. Kurset i reguleringsteknik samler endelig fær-

dighederne fra numeriske metoder, reaktorlære og separationsteknik i en dynamisk modelleringsdel, der muliggør regulering af de enkelte kemitekniske procesenheder. Denne faglige kemitekniske progression danner sammen med de konstituerende fag i videnskabelige metoder, økonomi og risikovurdering basis for specialet.

Hvis der i udarbejdelsen af specialet indgår praktisk laboratoriearbejde vil det ofte være hensigtsmæssigt at den studerende udnytter muligheden for at udarbejde et speciale på 40 ECTS-point.

§13 Modulbeskrivelser

En detaljeret beskrivelse af de fag der indgår i fagprofilen Kemiteknik findes i modulbeskrivelserne for kandidatdelen af uddannelsen til Civilingeniør i Kemi. Modulbeskrivelserne ligger i Fagbasen for Det Tekniske Fakultet på fakultetets hjemmeside.

§14 Fagprofilen Organisk syntese og katalyse

FORMÅL

Fagprofilen skal sikre, at civilingeniører uddannet indenfor organisk syntese og katalyse på SDU er i stand til at udvikle løsninger til produktudvikling og produktion inden for den organisk kemiske syntese industri og den farmaceutiske industri, og implementerer disse løsninger. Specifikt sigter uddannelsen mod en høj international faglig forskningsbaseret viden inden for organisk syntese og identifikation, og at kandidaten kan anvende og videreudvikle de videnskabelige metoder inden for disse områder.

I kombination med de på bachelordelen erhvervede kompetencer sikrer fagprofilen, at civilingeniøren baseret på professionens videnskabelige fundament og praksis kan:

- udvikle nye synteseveje til fremstilling af kemiske forbindelser til brug for den kemiske, biokemiske og farmaceutiske industri.
- lede driften af forsknings- og udviklingslaboratorier inden for den organisk kemiske og farmaceutiske industri.
- deltage aktivt i forskning og udvikling inden for den kemiske, biokemiske og farmaceutiske industri.
- udvikle nye produkter baseret på kemiske, biokemiske og fysiske principper.

FAGPROFILENS STRUKTUR

Udover de 30 ECTS konstituerende fag består fagprofilen Kemiteknik af 35 ECTS fagprofilfag, der definerer fagprofilen, 25 ECTS valgfag samt et speciale på 30 ECTS. Hvis den studerende vælger at udarbejde et speciale på 40 ECTS, påbegyndes specialet i 9. semester, hvor det erstatter valgfag for 10 ECTS.

Emner:

- Teoretisk kemi og fysisk organisk kemi
 - Schrödingerligningen
 - Orbitalteori
 - Vekselvirkning mellem lys og stof
 - Elektronspektre og fotoelektronspektre
 - Stereokemi, substitutions- og omlejningsreaktioner
 - Reaktive intermediater
 - Lineære fri energirelationer og symmetrikontrollerede reaktioner.
 - Organisk kemiske reaktionsmekanismer.
 - Indflydelsen af kemiske strukturer og reaktionsbetingelser på organisk kemiske reaktionshastigheder.
 - Bestemmelse af termodynamiske og empiriske reaktionsparametre ud fra eksperimentelle data.
 - Metoder til estimering af organisk kemiske reaktionshastigheder

- Katalyse
 - Heterogen katalyse
 - Metoder til undersøgelse af faste materialers overfladegenskaber
 - Metoder til beskrivelse af reaktionsmekanismer og reaktionskinetik
 - Metoder til estimering af reaktionshastigheder
 - Eksperimentelle metoder til bestemmelse af reaktionshastigheder.
 - Intern og ekstern masse- og varmetransports indflydelse på reaktionshastigheden i heterogen katalyse.
- Krystallisation
 - Principper og mekanismer for krystallisation af farmaceutiske produkter
 - Termodynamik af faststoffaser (amorfe, polymorfe, salte) for farmaceutiske produkter
 - Principper og mekanismer for fasetransformation mellem faste faser
 - Analysemetoder til identifikation af rene faste stoffer og blandinger af faste stoffer
- Organisk analytisk kemi og syntese
 - Flertrinssynteser.
 - Enhedsoperationer i kemisk syntese
 - Organisk kemiske oprensningstrin i laboratoriet
 - Renhedsbestemmelse af synteseprodukter
 - Karakterisering af organiske forbindelser ved brug af spektroskopiske metoder
 - Kulstof-, nitrogen- og phosphor-NMR-spektroskopi
 - Røntgenspektroskopi
 - Optisk spektroskopi

PROGRESSION

Den faglige progression i uddannelsen sikres gennem de konstituerende fag og fagprofilfagene.

De konstituerende fag inden for numeriske metoder og statistik danner sammen med fagprofilfaget inden for kvantekemi og symmetri den matematiske basis for fagprofilfagene i katalyse og fysisk organisk kemi. Kurserne i organisk syntese og spektroskopi danner sammen med fagene i katalyse og fysisk organisk kemi den teoretiske basis, der muliggør systematisk udvikling af nye synteseveje og fremstilling af nye kemiske produkter med specifikke egenskaber. Denne faglige fysisk kemiske, spektroskopiske og syntese kemiske progression inden for den organiske kemi danner sammen med de konstituerende fag i videnskabelige metoder, økonomi og risikovurdering basis for specialet.

Hvis der i udarbejdelsen af specialet indgår praktisk laboratoriearbejde vil det ofte være hensigtsmæssigt, at den studerende udnytter muligheden for at udarbejde et speciale på 40 ECTS-point.

§15 Modulbeskrivelser

En detaljeret beskrivelse af de fag der indgår i fagprofilen Kemiteknik findes i modulbeskrivelserne for kandidatdelen af uddannelsen til Civilingeniør i Kemi. Modulbeskrivelserne ligger i Fagbasen for Det Tekniske Fakultet på fakultetets hjemmeside.

§16 Uddannelsens sprog

Uddannelsens fælleskonstituerende fag og fagspecifikke fag udbydes på engelsk. Er der undervisningshold, hvor samtlige studerende og underviseren behersker dansk, kan undervisningen foregå på dansk, men undervisningsmaterialet vil foreligge på engelsk. Enkelte valgfag kan, hvor særlige forhold taler herfor, udbydes alene på dansk.

§17 Adgangsgivende uddannelser

1. Retskravsbachelor

Bachelorer i kemi, (civilingeniøruddannelsen) fra Institut for kemi-, bio- og miljøteknologi, SDU

Bachelorer i kemi fra Institut for kemi-, bio- og miljøteknologi, SDU, er umiddelbart optagelsesberettigede til kandidatdelen af civilingeniøruddannelse i kemi. For optagelse på fagprofilen i kemiteknik gælder, at modulerne KE 524 Kvantekemi og KE 525 Uorganisk kemi A skal være bestået på bachelordelen. For optagelse på fagprofilen i bioteknologi og bioraffinering gælder, at modulet KE 525 Uorganisk kemi A skal være bestået på bachelordelen.

2. Andre adgangsgivende bacheloruddannelser fra Syddansk Universitet

Diplomingeniører i kemiteknik fra Institut for kemi-, bio- og miljøteknologi, SDU

Diplomingeniører i kemiteknik fra Institut for kemi-, bio- og miljøteknologi, SDU, er umiddelbart optagelsesberettigede til kandidatdelen af civilingeniøruddannelsen i kemi, såfremt forudsætningerne er sikret gennem valgfag under diplomingeniøruddannelsen eller senere. For samtlige fagprofiler gælder, at kurset XB-REA1 skal være bestået. For optagelse på fagprofilen i kemiteknik, at modulerne KE 524 Kvantekemi og KE525 Uorganisk kemi a skal være bestået (eller gennemføres på 1.semester af kandidatuddannelsen). For optagelse på fagprofilen i bioteknologi bioraffinering skal modulet KE 525 Uorganisk kemi A været bestået (eller gennemføres på 1.semester i kandidatuddannelsen).

3. Andre adgangsgivende uddannelser i øvrigt

Bachelorer eller diplomingeniører i kemi fra andre universiteter

Bachelorer og diplomingeniører fra andre universiteter (danske og udenlandske) kan umiddelbart optages på uddannelsen, såfremt deres faglige forudsætninger svarer til optagelsesberettigede bachelorer eller diplomingeniører uddannet på Institut for kemi-, bio- og miljøteknologi, SDU. Optagelse sker efter vurdering.

Andre uddannelser

Diplomingeniører fra andre end kemirelaterede uddannelser kan optages efter vurdering. Bachelorer i kemi kan optages på fagprofilen organisk syntese og katalyse såfremt de gennem valgfag på bachelordelen har forudsætningerne for fagprofilfagene og gennemfører modulet XB-REA1 eller tilsvarende. Bachelorer i biokemi eller mikrobiologi kan optages på fagprofilen bioteknologi, såfremt de gennem valgfag på bachelordelen har forudsætningerne for fagprofilfagene og gennemfører modulet XB-REA1 eller tilsvarende.

§18 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.

§19 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. Optag 2011 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 26. august 2011 (Version 1.0).
3. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 15. december 2011 (Version 1.1).
4. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet samt Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 21. juni 2012 (Version 1.2).