

STUDIERETNING FOR KJEMISK PROSESSTEKNOLOGI

(<http://www.chemeng.ntnu.no/>)

HVA ER KJEMISK PROSESSTEKNOLOGI

Kjemisk prosesseteknologi ("Chemical Engineering") omhandler den industrielle gjennomføring av kjemiske og beslektede prosesser. Kandidater fra instituttet innehar en nøkkelrolle i industrier som fremstiller viktige produkter som olje og gass, petrokjemi, kunstgjødsel, plast, fin- og spesialkjemikalier, metaller, papir, kunstfibre, nye materialer, og næringsmidler. Til trodd for at dette er svært forskjellige produkter, er det fra en prosessingeniørs ståsted mange likehetspunkter. Spesielt er ideen om at man kan sette sammen enhver prosess fra et visst antall byggeklosser (enhetsoperasjoner) viktig.

Utdannelsen legger vekt på å gi:

1. Kunnskap om utforming og drift av slike anlegg (sette sammen en prosess av byggeklossene og drive den på best mulig måte). Dette er systemorientert kunnskap der det viktige ikke er delene, men helheten.
2. Kunnskap om beregning og utforming av de viktigste enhetsoperasjonene (studere de enkelte byggeklossene). Dette er klassisk kjemiteknikk.
3. Kunnskap om de kjemiske reaksjoner og transportfenomen som inngår i prosessene (forstå prinsippene for hva som skjer i byggeklossene). Dette er fundamental kunnskap med sterke koblinger til kjemi og fysikk.

Denne brede tilnærmingen der man går fra atomnivå, via enhetsoperasjoner og helt opp til det totale prosessanlegg forklarer hvorfor kandidatene fra instituttet er anvendelige på svært mange områder og derfor er meget etterspurte i industri, forskning og forvaltning.

Ved instituttet arbeider vi aktivt forskningsmessig innen følgende områder:

- **Katalyse og petrokjemi.** Virksomheten er rettet mot de katalytiske prosessene i kjemisk og petrokjemisk industri, i oljeraffinering og ved energiproduksjon. Spesiell vekt legges på heterogene katalysatorer. Styrkeområde ved NTNU/SINTEF.
- **Polymer og kolloidkjemi.** Dette er et område av stor betydning for norsk industri og forskningen utføres i nært samarbeide med SINTEF. Et meget godt kjent resultat av forskningen ved instituttet er de monodisperse "Ugelstadkulene" som har fått stor anvendelse innen medisinske og bioseparasjoner.
- **Prosess-systemteknikk.** Forskningen er rettet mot avansert prosessregulering, dynamisk prosess-simulering og systematiske metoder for prosessdesign; styrkeområde ved NTNU/SINTEF i nært samarbeide med Institutt for teknisk kybernetikk.
- **Reaktorteknologi.** Forskningen er spesielt rettet mot å studere og forstå samvirket mellom reaksjonskinetikk, molekylære transportprosesser og strømningforholdene i prosessene; det er et tett samarbeide med andre miljøer som arbeider med eksperimentell fluidmekanikk.
- **Separasjonsteknologi.** Forskningen er rettet mot viktige enhetsoperasjoner som absorpsjon (gassrensing), krystallisering og membranprosesser, samt mot det termodynamiske grunnlaget for separasjonsprosesser.
- **Treforedling.** Forskningen foregår i nært samarbeid med Papirindustriens forskningsinstitutt (PFI) og er rettet mot å forstå de kompliserte delprosessene som inngår når man skal lage papir.

ARBEIDSMULIGHETER

Kandidatene fra studieretning for Kjemisk prosesssteknologi (tidligere Industriell kjemi og Kjemiteknikk) har hittil stort sett ikke hatt vanskeligheter med å sikre seg arbeid etter endt utdanning, og de fleste får stillinger der utdanningen er svært relevant. Siden utdanningen er anvendelig i all type kjemisk industri og konsulentvirksomhet, vil arbeidsmulighetene ikke være så sterkt påvirket av svingninger i enkelte bransjer. Etter en litt svak periode i årene 1998 – 2000, er arbeidsmarkedet bra og forventes å bli meget bra i de nærmeste årene.

Eksempler på arbeidsplasser er:

Oljeselskaper	Statoil, Hydro, Exxon-Mobil, Elf, BP, Philips Petroleum, o.a.
Petrokjemisk industri	Borealis, Hydro, Statoil, Esso
Treforedlingsindustrien	Norske Skog, Borregaard, Hunsfos, M. Peterson, Union
Engineeringselskaper	Aker Engineering, Kværner Oil and Gas, KPS, ABB Simrad, UMOE, div. andre firma
Generell kjemisk industri	Hydro, Dyno, Borregaard, Norcem, Jotun, Reichhold
Konsulent- og leverandør- firmaer innen miljøvern	Det norske Veritas, ABB Miljø, Kværner Water Systems
Metallurgisk industri	Falconbridge, Elkem, Norzink, aluminiumsverk
Farmasøytisk industri	Nycomed-Amersham, Collett, Dyno Particles, Dynal, AL
Næringsmiddelindustri	Freia, Nora, Vinmonopolet, bryggerier, Mills, Norske Meierier, Orkla
Datafirmaer	IBM, Kongsberg-Simrad, Inenco, ABB Industri, ABB Teknologi
Apparaturleverandører	Hydro, Stord-Bartz, Maritime Protection, Kværner
Forskningsinstitutter	SINTEF, NIVA, NILU, IFE, PFI, STI, FTFI, RF, CMR
Sertifiseringsselskaper	Det norske Veritas, Kjelforeningen
Offentlig forvaltning	Statens forurensningstilsyn, Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern, Oljedirektoratet, Patentstyret, Arbeidstilsynet
Høyere undervisning	NTNU, ingeniørhøgskolene

Agenturfirmaer for apparatur, kjemikalier, tjenester.

UNDERVISNING

Målsettingen for instituttets undervisning er å uteksaminere sivilingeniører som er godt kvalifiserte for drifts-, forsknings- og utviklingsoppgaver innen kjemisk industri. Studiet tar sikte på å gi en generell innføring i industrielle prosessers kjemiske grunnlag og tekniske gjennomføring. Under er vist en skjematisk oversikt over studiet ved kjemisk prosesseteknologi for ordinære studenter. Studenter ved IndEcol har egen studieplan (se studiehåndboken).

10v	Hovedoppgave ⁴ (20 uker)			
9h	Ikke-tekn. emne	Fordypningsemne ³ : Lab.-/prosjektarbeid (3,75/5 Vt) + valgbare emnemoduler (3,75/2,5 Vt)		
8v	Ekspert i team	Valgbart emne ²	Valgbart emne ²	Valgbart ingeniøremne annen linje
7h	Teknologiledelse 1	Prosjektering av prosessanlegg	Valgbart emne ¹	Valgbart emne ¹
6v	Matematikk 4	Anvendt termodynamikk	Prosessutforming	Valgbart emne ¹
5h	Matematikk 3	Separasjonsteknikk	Kjemisk reaksjonsteknikk	Materialteknologi / Biokjemi

Skyggelagte emner er felles for alle siv.ing.studenter ved kjemi.

- Minimum 3 av de 4 emnene Overflate og kolloidkjemi, Prosessregulering, Reaksjonskinetikk og katalyse og Transportprosesser må velges. Overflate og kolloidkjemi og Prosessutforming gis i vårsemesteret og vil kunne tas enten i 3. eller 4. årskurs. Reaksjonskinetikk og katalyse og Transportprosesser gis bare i på høsten i 4. årskurs. Valg vil være avhengig av hva som ble valgt i 6. semester
- Valgbare emner i 8. semester:
 - Kjemiske prosessers dynamikk og optimalisering
 - Overflate og kolloidkjemi
 - Petrokjemi og oljeraffinering
 - Polymerkjemi 1
 - Reaktorteknologi
 - Treforedling grunnkurs
- Spesialiseringen skjer i 5. årskurs gjennom fordypningsemnet som tilbys innen:
 - Katalyse og petrokjemi
 - Polymer og kolloidkjemi
 - Prosess-systemteknikk
 - Reaktorteknologi
 - Separasjons- og renseteknikk
 - Treforedling

Det er mulig å la prosjektoppgaven telle 3.75 eller 5 vt. og hhv ta 3 eller 2 fordypningsemner, dette avtales med faglærer og koordinator for fordypningsemnet.

- Hovedoppgaven (diplom) gis gjerne i tilknytning til løpende forsknings- eller industriprosjekter, eventuelt som forundersøkelser som kan danne grunnlag for nye prosjekter. Som instituttets aktiviteter forøvrig spenner hovedoppgavene over et meget vidt spekter av problemstillinger. Det nære samarbeidet med SINTEF Kjemi og PFI fører gjerne til at SINTEF- og PFI-forskere medvirker som veiledere for en del hovedoppgaver. Fra våre industrikontakter mottar vi hvert år forslag til aktuelle hovedoppgaver; flere av disse med inkludert tilbud om sommerjobb. Det er også gode muligheter for å utføre hovedoppgaven i utlandet.

FORSKNINGSAKTIVITETER

Instituttets forskning er knyttet til problemstillinger man finner i norsk og utenlandsk kjemisk prosessindustri. Forskningen er dels av typen grunnleggende teknisk forskning og dels anvendt teknisk forskning. Den grunnleggende forskning gjenspeiles i stor grad i dr.ing.-arbeidene, og for tiden har instituttet ca. 55 dr.ing.studenter. Forskningen drives i stor grad i samarbeid med SINTEF, PFI, industrien og internasjonale forskningsmiljøer.

Katalyse og petrokjemi

De aller fleste produkter og materialer vi omgir oss med framstilles ved katalyserte prosesser. Heterogen katalyse er også svært viktig innenfor en rekke andre områder som miljøvern (f.eks. rensing av eksosgass) og energiproduksjon (f.eks. katalytisk forbrenning og brenselceller).

Vi arbeider derfor over et bredt område av heterogen katalyse, fra fundamentale studier og til anvendt forskning og utvikling finansiert av norsk industri. Olje og gass er de viktigste råstoffene for raffinering og petrokjemisk industri. Vi arbeider med en rekke prosesser av stor betydning i raffinerisammenheng og knyttet til gasskonvertering og petrokjemi. Hydrogen er av mange betraktet som fremtidens energi og gruppa er sentral i prosjekter knyttet til framstilling og lagring av hydrogen.

Et annet viktig og spennende område er knyttet til mikroreaktorer og ikke minst nanoteknologi. Med bakgrunn i vår forskningsaktivitet tilbyr vi fagpakker og prosjektoppgaver og diplomoppgaver innen alle disse områdene.

Prosjektoppgaver og diplomoppgaver kan være eksperimentelle arbeider rettet mot katalyse eller prosessutvikling, eller mer teoretisk orienterte oppgaver. Utdanningen gir kompetanse for å arbeide innen industri, forvaltning eller forskning og utdanning innen alle områder rettet mot foredling av olje og naturgass.

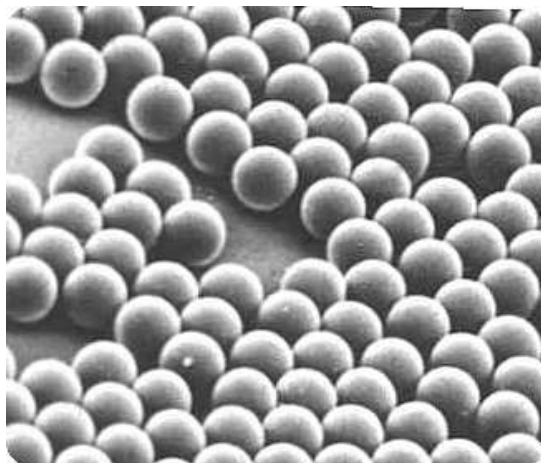
Vi tilbyr moderne laboratorier og utstyr til våre studenter. Fagmiljøet ble i 1998 utpekt som styrkeområde ved NTNU/SINTEF (KINKAT). Flere opplysninger om gruppa finner du på: <http://www.chemeng.ntnu.no/research/kincat/>

Polymer og kolloidkjemi

Forskningen innen polymerkjemi foregår i tett samarbeid med Polymergruppa, SINTEF Kjemi. Arbeidsområdet dreier seg i første rekke om utvikling av polymerisasjonsmetoder og polymer-produkter og har stor relevans til aktuelle oppgaver i norsk industri.

Professor Ugelstad's oppfinnelse av metode for fremstilling av monodisperse partikler, og det meget omfattende arbeide som har foregått på anvendelsessiden, har gitt forskningsmiljøet stor internasjonal anerkjennelse. På basis av partiklene er det skapt ny norsk industri som i dag ivaretas av selskapene Dynal Biotech og Dynal Particles.

Spesielt utviklingen mot det medisinske området har medført et fruktbart, tverrfaglig samarbeid med medisinske miljøer i inn og utland, og i dag benyttes våre monodisperse, magnetiske partikler verden over både i klinisk behandling av ulike kreftsykdommer samt i et stort antall biokjemiske/ biologiske analyser og medisinsk forskning.



Monodisperse polystyrenpartikler etter Ugelstadmetoden. Diameter er 5/1000 mm.

En rekke aktiviteter er rettet mot tyngre industri, f.eks. fremstilling av basispolymerer (plaster) som PVC, polyetylen, polypropylen og bindemidler som amino- og fenol-harpikser. På flere av disse feltene har instituttet hevdet seg i toppen internasjonalt. De siste ti år har det skjedd en meget sterk satsing innen feltet polyolefiner (polyetylen og polypropylen) der forskningen særlig har vært konsentrert om katalysatorutvikling.

Overflate- og kolloidkjemi finner utstrakt anvendelse innen fagområder som petroleumsproduksjon (boreteknologi, økt utvinningsgrad i oljereservoarer, nedstrøms-teknologi), metallurgi, vannrensing og annen miljørelatert forskning. Ved instituttet er forskningsaktiviteten også koplet opp mot polymere kolloider (emulsjons- og suspensjonspolymerisasjon, partikkelfremstilling) samt heterogene katalysatorer.

Instituttet har et avansert overflatefysisk laboratorium for karakterisering av faste stoffer m.h.p. porøsitet og spesifikk overflate, og har under oppbygging en ny enhet med tidsmessig utstyr for undervisning og forskning. Mer informasjon om vår aktivitet finner du på gruppas side:

<http://www.chemeng.ntnu.no/research/polymer> og på Fluchas side:

<http://www.stud.ntnu.no/~trondhav/dr.html>.

Prosess-systemteknikk

Kjemiske industrianlegg består av et stort antall prosess-enheter som reaktorer, destillasjonskolonner, kompressorer, varmevekslere osv. For å utnytte råstoffer og energi på en effektiv måte vil ofte deler av produktstrømmen fra en prosessenhet resirkuleres til en annen og varme vil utveksles mellom ulike enheter. Denne integrasjonen gjør at man ikke kan se atskilt på de enkelte enheter når man skal beregne (simulere), utforme og operere prosessen på den beste måte. Arbeidet innen dette området er derfor fokusert på å studere hele systemet, dvs. å se på hele det kompliserte samspillet mellom enkeltdelene.

Fagområdet omfatter syntese (systematisk utforming), optimalisering, simulering, dynamikk og regulering av kjemiske prosessanlegg. Instituttet er på flere områder i første linje internasjonalt på dette feltet og rår over gode ressurser når det gjelder dataverktøy.

De viktigste forskningsområdene er:

- statisk og dynamisk simulering
- prosessregulering (i samarbeid med Institutt for kybernetikk)
- prosess-syntese og optimalisering

Fagområdet er utpekt til styrkeområde ved NTNU/SINTEF (PROST). Innenfor PROST er det nært samarbeid bl.a. med Institutt for teknisk kybernetikk. Ytterligere informasjon om PROST finner du på: <http://www.chemeng.ntnu.no/research/PROST/>



Eksempel på prosessanlegg

Reaktorteknologi

Den kjemiske reaktoren er den sentrale enhet i de fleste industrielle prosesser. Beregninger som forteller hvilke kjemiske omvandlinger som skjer i reaktoren og hvilke produkter som kommer fra et gitt råstoff ved gitte reaksjonsbetingelser legger grunnlaget for mye av det som skjer videre i industrielle prosesser og er i stor grad bestemmende for økonomi, sikkerhet, miljøpåvirkning, osv.

Reaktorberegninger bygger på kunnskap om reaksjonskinetikk, katalyse, fluidmekanikk og masse- og varmeoverføring. Instituttets forskning på dette området omfatter både eksperimentell forskning og teoretiske studier/beregninger. De viktigste forskningsområdene er:

- Matematisk modellering av kjemiske reaktorer
- Eksperimentell analyse av strømming og varmeoverføring i kjemiske reaktorer
- Flerfase strømningsmodellering
- Eksperimentell validering av teoretiske metoder og modeller
- Miljøteknologi (gassrensing og transport av forurensninger i atmosfæren)

De fleste prosjekt- og diplomoppgaver er relatert til gruppens pågående forskningsprosjekter. De største forskningsprosjektene innen reaktorteknologi er nærmere beskrevet på følgende hjemmesider:

<http://www.CARPET.ntnu.no> , <http://www.HiPGaS.ntnu.no>

og for CO₂ fjerning fra natur- og eksosgass :

http://www.ntnu.no/satsingsomraader/energi_miljo/miljogass.htm

Annen aktivitet knyttet til reaktorteknologigruppa er beskrevet på gruppens hjemmeside

<http://www.chemeng.ntnu.no/research/reactmod/>.



Fluidized bed reaktor for studier av bobledannelse og partikkel-hastigheter



Røretank for studier av varmetransport og strømnings-fenomener

Separasjonsteknologi

Separasjon inngår i all kjemisk og kjemisk relatert industri: Malm skal fjernes fra berg, reservoar-strømmer skal skilles i gass, olje og vann, ureagerte forbindelser skal resirkuleres til reaktorer, uønskede stoff skal fjernes fra avløp, biprodukter skal fjernes fra hoved-produkter. Mesteparten av all apparatur i kjemisk industri er knyttet til separasjon av forskjellige slag.

Separasjonsteknologien bygger på bl.a. kunnskap om fysikalske/kjemiske egenskaper til enkelt-komponenter og blandinger, om masse- og varme-overføring i de aktuelle media, og om teknikker og apparatur som benyttes for å gjennomføre separasjoner i praksis.



Kalsiumkarbonatkrystaller

Fokus på miljø krever dessuten en bevisst holdning til at prosessene designes utfra prinsippet om lukkede prosesser (minimum utslipp) og lavest mulig energiforbruk; eventuelt at alternative prosessløsninger vurderes. Dette har man en meget bevisst holdning til i den forskning som drives innen separasjonsteknologi. Simulering av prosessene for optimalisering blir derfor også et viktig verktøy.

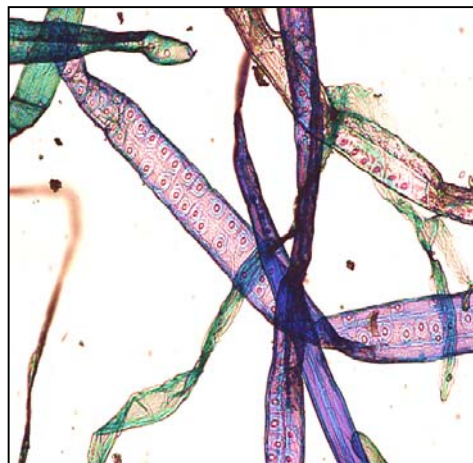
Instituttet driver forskning og utvikling på en rekke felt knyttet til separasjon. Nedenfor er listet de viktigste områdene:

- gassrensing
- væske-væske ekstraksjon/ionebytting
- membranteknologi for separasjon av både gasser og væsker
- tørking/inndamping
- krystallisasjon
- faselikevekter

Treforedling

Treforedlingsindustrien står for 15% av netto eksportverdi for Norges landbaserte prosessindustri. Den foredler et fornybart råstoff, og det er skogsreserver for stor ekspansjon. Industrien er teknisk moderne og eksporterer ca. 75% av sin produksjon. Den har stort behov for teknisk kompetent personell.

Bransjen har to hovedlinjer som reflekteres i forskningen innen fagområdet. Den ene gjelder nedbrytning av ved til fibre, den andre oppbygging av papir fra de separerte fibrene. Hovedlinjene reflekteres i to av de tre teorimodulene som gis i fordypningsemnet, "Papirmasse" og "Papir". Dessuten gis et grunnleggende emne, "Treforedling grunnkurs".



Mikroskopibilder av trefibre fra gran og furu

Instituttet har lenge hatt en internasjonalt kjent virksomhet innen fiberkarakterisering og fremstilling av "mekaniske" papirmasser. Denne aktivitet er nå styrket. I samarbeid med NORAD har dette også omfattet tropiske papirfibre av jordbruksavfall.

Man arbeider med nye prosesser av mer miljøvennlig karakter som nye blekemetoder, økt utbytte fra masseframstillingsprosessen samt papirframstilling med redusert energi- og vannforbruk. Spesielt reduisering av vannforbruket kan medføre prosess- og produktforstyrrelser, og å unngå slike endringer kan gi store utfordringer med hensyn på vannkjemi. Man har nær kontakt med industrien, og lovende prosessmodifikasjoner kan raskt utprøves industrielt.

Problemstillinger i tilknytning til resirkulering av papir studeres i samarbeid med industrien. Papir er økonomisk sett landets viktigste ferdigmateriale. En økt nasjonal satsing på materialteknologi omfatter også dette materialet. For papirmaterialet er struktur- og overflatekarakterisering og -forbedring et viktig studiefelt. Trykkipapir dominerer blant papirproduktene, og overflaten av dette papiret er kvalitetskritisk.

Generelt er enhetsprosessene i masse- og papirindustrien nær beslektet med de som behandles i den generelle kjemiteknikk; f.eks. reaktorer for koking og bleking; strømning av tofase-væsker (fibre i vann); filtrering; pressing og tørking.

Sommeren 1998 ble treforedlingsaktiviteten samlokalisert med Papirindustriens Forskningsinstitutt som flyttet inn i nybygg like ved Kjemiblokkene. Her finnes også arbeidsplasser for studenter som tar treforedlingsfag. Samlokaliseringen har gitt sterkt utvidet adgang til avansert utstyr og ekspertsamarbeid.

Mer informasjon om treforedling og treforedlingsgruppa finner du på hjemmesida vår:

<http://kikp.chembio.ntnu.no/research/paper/norsk.shtml>