



Forslag til masteroppgaver våren 2008

ved

Institutt for kjemisk prosessteknologi

Fagområder/-grupper:

- 1. Katalyse og petrokjemi**
- 2. Kolloid- og polymerkjemi**
- 3. Prosess-systemteknikk**
- 4. Reaktorteknologi**
- 5. Separasjons- og miljøteknikk**
- 6. Papir og fiberteknologi**

Katalyse og petrokjemi

AH: **Professor Anders Holmen**

AH-1: Partiell oksidasjon av metan over blandoksider

Metan kan oksideres til H_2 og CO/CO_2 uten bruk av gassfaseoksygen (anaerobt), dvs at oksygenet taes direkte fra katalysatoren. Det er etablert et forsøksanlegg/metodikk for studier av partiell oksidasjon over blandoksider uten bruk av gassfaseoksygen (Chemical Looping). Oppgaven omfatter framstilling og karakterisering av oksydene samt testing ved aktuelle betingelser.

Medveileder: De Chen, Anna Lind, Juan Schena

Oppgaven er reservert Fredrik Frøseth

AH-2: Studier av alumina-baserte cobolt Fischer-Tropsch katalysatorer.

Oppgaven omfatter en videreføring av pågående arbeider knyttet til Fischer-Tropsch katalysatorer. Oppgaven vil bli utført i nært samarbeid med Statoil F&U i Trondheim.

Medveiledere: Erling Rytter (Statoil), Øyvind Borg (Statoil), Sigrid Eri (Statoil).

Oppgaven er reservert Erik Z. Tveten

AH-3: Katalysatorstudier ved transiente betingelser (SSITKA)

SSITKA (Steady-State Isotopic Transient Kinetic Analysis) kombinerer undersøkelser ved stasjonære betingelser og ved transiente betingelser og har vist seg å være en særlig effektiv metode til å studere reaksjoner på faste overflater. Oppgaven omfatter bruk av SSITKA til å studere CO hydrogenering på Co katalysatorer (Fischer-Tropsch) samt partiell oksydasjon av metan/etan over blandoksider. Oppgaven inngår som en del av satsningen på konvertering av naturgass.

Medveileder: Juan Schena

AH-4: Fremstilling av bærermateriale for heterogene katalysatorer.

Dette prosjektet er en del av det strategiske universitetsprosjektet "Scientific Design of Catalysts and Supports". Målsetningen er å benytte ulike metoder (eks.: spray-tørrking), for framstilling av katalysatorbærere med bestemte egenskaper. Arbeidet vil være konsentrert om FT syntese og/eller partiell oksidasjon og vil omfatte framstilling, karakterisering og testing.

Medveileder: Anna Lind.

AH-5: EDC cracking – mikrokinetisk modellering

Det er tidligere utført en omfattende eksperimentell studie av EDC cracking. Det er nå planlagt å bruke disse resultatene til å utvikle en mikrokinetisk modell som beskriver de oppnådde resultatene. Dette er et system hvor samspillet mellom katalytiske overflatereaksjoner og homogene gassfasereaksjoner er meget viktig og det planlegges derfor å lage en modell som beskriver både reaksjonene på katalysatoroverflaten og i gassfasen.

Medveileder: De Chen,

EAB: **Professor Edd A. Blekkan**

EAB-1: Karakterisering av produkter fra katalytisk omsetning av tunge oljer.

Medveileder: Anne Hoff (Statoil)

Oppgaven er reservert Rannveig Husås

EAB-2: Modellstudier av inhibiering av hydrogenbehandlingskatalysatorer

Medveileder: Håkon Bergem (SINTEF)

Oppgaven er reservert Ingrid Elise Elde.

EAB-3: Fremstilling av bærermateriale med skreddersydd porestørrelse

Målet med arbeidet er å syntetisere alumina bærermaterialer med "skreddersydde" porestørrelser opp til ca. 100 nm. Vi forsøker å identifisere de faktorene som styrer aktivitet og selektivitet for Fischer-Tropsch-katalysatorer, og disse materialene er meget interessante som modellsystemer i dette arbeidet. Arbeidet vil bestå i syntese (bl.a. ved hjelp av en dedikert spray-tørker) og karakterisering av nye bærermaterialer, og i senere faser fremstilling, karakterisering og testing av FT-katalysatorer.

Medveiledere: Postdoc Anna Lind, Anders Holmen.

EAB-4: Korrosivt svovel i transformatoroljer

Korrosjon av kobber og uønsket utfelling av kobber-svovel-forbindelser som leder til kortslutning i store transformatorer er (av ukjente årsaker) et voksende problem. Det spekuleres i om problemet skyldes kvaliteten på transformatoroljen (som brukes som isolator og kjølemedium), men rollen til papiret som isolerer viklingene spiller trolig også en rolle. Oppgaven består i studier (eksperimentelle og teoretiske) av korrosjonsfenomener knyttet til kobber i høyspennings-transformatorer, utfelling av kobber - svovelforbindelser og rollen til svovelkomponenter i oljen i denne sammenhengen. Modellstudier, bruk av standardtester og analytisk kjemi knyttet til svovelkomponenter vil være aktuelle oppgaver. Oppgaven gjennomføres i samarbeid med SINTEF Energiforskning (SEFAS) og er knyttet til et større forskningsprosjekt.

Faglærer/Medveiledere: Edd A. Blekkan, fra SEFAS: Marit-Helen Glomm Ese (marit-helen.ese@sintef.no), Lars Lundgaard (Lars.Lundgaard@sintef.no).

DeC: Professor De Chen

DeC-1: Hydrogen production from sorption enhanced reforming

Hydrogen production with CO₂ management is the current national efforts for production of clean energy, which is extremely important for Norwegian industrial. A new method has been developed in our group to synthesize nanosized CO₂ absorbents, which capture a large amount of CO₂ with a good kinetics. It can be used in the sorption enhanced steam reforming for one step production of hydrogen with in-situ removal of CO₂ by solid CO₂ acceptors. The project will focus on experimental study of hydrogen production from sorption enhanced steam reforming of bio-liquids in a fixed bed reactor. Modification of the catalyst will be the main focus to improve the efficiency for hydrogen production in the presence of metal oxides.

Medveileder: Li He

Reserved by Morten Beinset

DeC-2: 3-D carbon nanotube architectures for nanofiltration

Separation of oils or organics from waste water or separation of acid from oil is an important process for environmental protection. Recently, a new 3-D carbon nanotube architecture has been developed in our group, where the surface is ultra-hydrophobic. The present project will deal with surface functionalization to introduce function groups to turn the surface properties such as ultra-hydrophobic or ultra-hydrophilic. The materials will be tested in CO₂ capture and waste water treatment.

Medveiledere: Kjell Moljord, Magnus Rønning, Tiejun Zhao

Reserved by Ye Zhu

DeC-3: New solid acceptors for CO₂ capture

Project deals with preparation of nanocomposites as high temperature solid CO₂ acceptor by spray drying and other methods to modify the structure and properties. The main focus is to improve the stability of solid CO₂ acceptor in the presence of steam. The materials will be characterized by different techniques including SEM and TEM and CO₂ capture testing.

Medveiledere: Anna Lind, Tiejun Zhao

Reserved by Siri Albertsen Fagerbekk

DeC-4: Effective catalysts for carbon nanotube synthesis

Carbon nanotube (CNT) has many unique properties, resulting in wide applications such as catalyst supports, composites, electronic devices and etc. Catalysis in CNT synthesis has attracted a great attention in order to reduce the product cost and control the quality. The present work will focus on optimizing catalysts for CNT synthesis using combinatorial methods in our new multireactor system. Different methods will be tested to prepare bimetallic nanoparticles, and the catalysts will be characterized by different techniques. The candidate will work very closely with Norwegian industries.

Medveiledere: Ingvar Kvande, Tiejun Zhao.

DeC-5: Novel structured catalysts for hydrogen storage

Reversible dehydrogenation and hydrogenation of decalin has been considered as a promising method for hydrogen storage, which can achieve the DOE target on hydrogen storage. However, novel catalyst is essential for high hydrogen release rate and high storage capacity. The present project will focus on synthesis of 3-D metal/carbon nanofiber/graphite felt composite as a novel microreactor. The catalyst will be tested in liquid phase dehydrogenation of decalin.

Medveiledere: Magnus Rønning, Tiejun Zhao.

DeC-6: Synthesis of nanoparticles with controlled size, shape and compositions

Catalytic activity and selectivity on metal surfaces depend on the size, shape and compositions of the nanoparticles. Recent progress in nanotechnology makes it possible for controlled synthesis of nanoparticles. The present project will deal with synthesis of colloids with different shapes as well as surface reactions for surface alloying. Literature study is also one of the objectives.

Medveiledere: Anh Hoang Dam, Tiejun Zhao.

HJV: Førsteamanuensis Hilde J. Venvik**HJV-1: Mikrostrukturert membranreaktor for framstilling av hydrogen ved metanol dampreforming.**

Membranreaktorer kombinerer separasjon og reaksjon i et trinn. I tillegg kan likevektsbegrensninger i en gitt reaksjon omgås ved at et produkt kontinuerlig ekstraheres fra reaksjonssonen. Palladiumbaserte membraner er 100 % selektive til hydrogen og velegnede i kombinasjon med reaksjoner som produserer hydrogen. Ved SINTEF Materialer og Kjemi er det utviklet unike, patenterte metoder for framstilling av svært tynne Pd-membraner med god stabilitet og geometrisk fleksibilitet. Den lave tykkelsen gir svært gode transportegenskaper. Oppgaven går ut på å anvende membranene i mikrokanal-reaktorkonfigurasjoner for metanol dampreforming (MSR). Lovende resultater med hensyn til transport- og trykkegenskaper for membranene i et mikrokanalsystem er oppnådd med hydrogenblandinger høsten 2007. Tidligere har en flat, selvberende konfigurasjon vært benyttet for å kartlegge membranenes egenskaper i WGS- og MSR- reaktantblandinger. Disse erfaringene bringes nå videre til mikrostrukturerte membranreaktorer. Teknologien er relevant i spennet fra storskala hydrogenproduksjon/gasskraft med CO₂-innfangning til bærbar teknologi for framstilling av hydrogen til brenselceller (batterierstatning).

Oppgaven utføres i samarbeid med SINTEF Materialer og Kjemi i Oslo.

Faglærere/medveiledere: Hilde J. Venvik, Astrid L. Mejdell.

Oppgaven er reservert Mari Jøndahl

HJV-2: Ny metode for hydrogenproduksjon

Prosjektet går ut på å studere et helt nytt konsept for hydrogenproduksjon. Statoil har foreslått og patentert et konsept der naturgassreforming kombineres med absorpsjon av hydrogen i et metallhydrid integrert i reaksjonssonen. Med dette kan en teoretisk oppnå økt omsetning eller senket reaktortemperatur ved at likevekten påvirkes. Oppgaven går ut på å teste konseptet eksperimentelt, ved å finne hydrider, katalysatorer og reaksjonsbetingelser som lar seg kombinere.

Resultater oppnådd høsten 2007 innen framstilling og karakterisering av noen aktuelle hydrider skal følges opp med videre tester av disse hydridene, samt tester av hydrider framstilt ved IFE. Oppgaven utføres i samarbeid med Statoils forskningssenter, samt Institutt for materialteknologi, NTNU og IFE.

Medveiledere: Hilde Venvik (IKP), Børre Tore Børresen (Statoil) og Bente Krogh (Statoil)

Oppgaven er reservert Jan Petter Bekkevold

HJV-3: Kinetics of the methanol synthesis reaction.

The methanol reaction is a highly exothermic reaction that takes place over a catalyst at 200-300C and elevated pressure. New reports claim enhanced selectivity and productivity of the reaction in so-called microchannel reactors, utilizing the enhanced heat and mass transport properties of the microchannel systems, and it is the objective of an ongoing PhD project to assess this potential. The kinetics of the methanol synthesis has been much studied and reported in the literature. The project will establish whether kinetic data obtained in the microchannel reactor are in line with previous reports or whether a further improved understanding can be obtained. Kinetic modelling will be part of this task.

The project is part of a collaboration with SINTEF Materials and Chemistry.

Supervisors: Hilde Venvik and Anders Holmen., Hamid Reza Bakhtiary, Rune Myrstad

The project is reserved for Andrea Machado

MR: Førsteamanuensis Magnus Rønning

MR-1: Selektiv CO oksidasjon over katalysatorer på strukturerte karbon nanofiber komposittmaterialer

Prosjektet omhandler anvendelse av en ny type mikroreaktor der Au/TiO₂ katalysatorer på karbon filt/karbon nanofiber komposittmaterialer blir direkte oppvarmet ved hjelp av elektrisk motstand i karbonmaterialet. På denne måten oppnås en veldig lokal og rask oppvarming av materialet.

Strukturerte katalysatorer som dette har egenskaper som kan utnyttes i formål der katalysatorer i pulverform er dårlig egnet. Et nytt reaktorkonsept er utviklet til dette formålet.

Arbeidet vil omfatte framstilling av karbon nanofiber på karbon filt og å avsette Au og TiO₂ nanopartikler på overflaten til karbon nanofibrene. Materialene vil bli karakterisert ved hjelp av teknikker som temperaturprogrammert oksidasjon, elektronmikroskopi og XRD. Mikroreaktoren vil bli testet i selektiv CO oksidasjon.

Faglærer/medveiledere: Magnus Rønning, De Chen, Nina Hammer

Kolloid- og polymerkjemi

JOHS: **Professor Johan Sjöblom**

JOHS-1: Extraction and characterization of bases present in crude oils

Crude oils are mixtures of several thousands of molecules having different properties. Among these molecules, some present acid or basic properties. If the acid components (generally called naphthenic acids) have been extensively characterized due to the problems they cause during petroleum production (corrosion of petroleum facilities, precipitation in basic pH in presence of calcium...), it is not the case for the basic compounds. So some studies have dealt with the determination of their structures but little is known about their influence on crude oil properties (for instance on emulsion stability...).

This project is the first part of a study aiming to determine the influence of basic compounds present in crude oils on the stability of water-crude oil emulsions. In this project we will focus on extraction and characterisation of the structure of bases present in crude oils. The bases will be extracted by using a liquid-solid extraction method. The recovered fractions will then be characterized by elemental analysis and different spectroscopic techniques (mainly NMR and MS).

Contacts: Sébastien Simon (sebastien.simon@chemeng.ntnu.no) or Johan Sjöblom (johan.sjoblom@chemeng.ntnu.no), Ugelstad Laboratory.

JOHS-2: Wax and Hydrate Rheology

Rheometric measurements will be performed with model fluids in order to understand the aggregation and flow properties of wax and hydrates in petroleum systems. The model fluids will be formulated with both refined macro-crystalline and micro-crystalline waxes in order to emulate the real petroleum waxes present in crude oil. Hydrates will be formed by mixing cyclopentane and water at low temperatures. If a pressurized rheometer is available, the hydrates will be formed from gases such as methane or ethane. Additive chemicals will be obtained from Champion Technologies, and the activity of the additives will be determined rheometrically.

The measurements will proceed in either controlled stress or controlled shear rate mode, and the both the fracture kinetics and subsequent viscosity reduction will be investigated. The results will be used to develop a stress tensor for use in numerical simulations of gelled pipeline restart conditions. Hence, in conjunction with the numerical predictions, the effect of the additive chemicals on restart pressure and restart time will be determined. If time permits, w/o emulsions will be formed with wax components, and rheometric measurements will be performed in order to understand the influence of water cut on gelled oil rheology.

Cosupervisor: Kristofer Paso

JOHS-3: Sol-Gel Chemistry Development and Evaluation

Sol-gel chemistry will be used to modify the surface energy of silica substrate materials, and the resultant surfaces will be evaluated using TG-QCM, AFM and other methods. Precursor molecules will be selected using fundamental knowledge considering the interfacial phase behavior and electron charge distributions. Care will be taken to maintain purity of reactants in order to avoid contamination and provide homogenous film surfaces. The surface polymerization will be performed via a hydrolysis and condensation reaction. The obtained surfaces will be characterized by first by contact angle measurements using water and methylene iodide.

A variety of experimental techniques will be used to investigate the physical nature of the prepared films. Contact angle measurements provide wetting properties. Quartz crystal microbalance (QCM) and atomic force microscopy (AFM) techniques yield adhesion information. Methods such as XPS, ellipsometry, ESCA, XRD, FT-IR, and Raman provide information concerning the composition and molecular orientation within the film layer. In particular, ESCA and XRD may be able to provide information concerning the orientation of alkyl chains emanating from the silicon atom, as well as the packing density of the silane molecules.

Cosupervisor: Kristofer Paso

JOHS-4: Single phase properties of tetraacids

Tetraacids are highly interfacially active compounds in crude oil which react with cations from water forming a sticky, gel-like film which adsorbs to the oil-water interface, causing expensive shutdown periods in oil fields. To understand and explain the high affinity for interfaces a thorough investigation of the properties of tetraacids in aqueous and oil phase has to be established. For the aqueous phase we are interested in the solubility and self-aggregation of tetraacids, and the effect of pH and presence of different counterions in solution. In the oil phase, aggregation and precipitation will be the central issues. Both model molecules and natural tetraacids from crude oil will be investigated. The laboratory work will be carried out by using analysis instrumentation like UV/VIS and fluorescence spectroscopy, pendant drop technique, HPLC and NMR at the Ugelstad Laboratory. This diploma project will be a part of the *Joint Industrial Program 2* project, with several central oil companies as participants.

Supervisors will be PhD. Student Erland Nordgård and Professor Johan Sjöblom.

JOHS-5: Interactions between tetraacids and other indigenous crude oil components

Crude oil consists of thousands of different compounds and chemical classes. One such is the tetraacids, a highly interfacially active compound class. Even the tetraacids have been investigated for several years, their interactions with other crude oil fractions like waxes, asphaltenes, resins and monoacids is not yet highlighted. The tetraacids are known to form interfacial deposits with calcium from water, and to gain further knowledge of the behavior and reactivity of tetraacids; we wish to study the influence of other crude oil components on interfacial reactions, aggregation and precipitation. Both natural occurring and model tetraacids will be studied. The laboratory work will be carried out by using analysis instrumentation like UV/VIS and fluorescence spectroscopy, HPLC and NMR at the Ugelstad Laboratory. This diploma project will be a part of the *Joint Industrial Program 2* project, with several central oil companies as participants.

Supervisors will be PhD. Student Erland Nordgård and Professor Johan Sjöblom.

GØ: Førsteamanuensis Gisle Øye

Programområde OIL AND GAS

GØ-1: Avansert karakterisering av partikler i produsert vann

Utslipp av vann produsert ved utvinning av olje er et økende miljøproblem ved mange offshore installasjoner. Det er derfor viktig å utvikle ny teknologi for å rense det produserte vannet før det slippes ut i sjøen. Prosjektoppgaven fokuserer på å forstå mekanismer som vil stabilisere eller destabilisere partikler i produsert vann, for dermed kunne utvikle ny teknologi for å fjerne disse partiklene fra vannet. Partikkel suspensjoner vil bli studert ved eksperimentelle teknikker som Turbiscan, fluorescence spektroskopi, dynamisk lysspredning og zeta potensialmålinger. I tillegg vil partiklenes oppførsel på olje-vann grensesikt bli undersøkt.

Oppgaven utføres ved Ugelstadlaboratoriet, og er en del av TOP Water programmet som utføres i samarbeid med Statoil, DNV, Total, Champion Technology, Shell, Vetco og Chevron.

Faglærer: Gisle Øye

Oppgaven er reservert Marianne Lie

GØ-2: Karakterisering av olje i produsert vann

Utslipp av vann produsert ved utvinning av olje er et økende miljøproblem ved mange offshore installasjoner. Det er derfor viktig å utvikle ny teknologi for å rense det produserte vannet før det slippes ut i sjøen. Prosjektoppgaven fokuserer på å forstå mekanismer som vil stabilisere eller destabilisere oljedråper i produsert vann, for dermed kunne utvikle ny teknologi for å fjerne denne oljen fra vannet. Olje-i-vann emulsjoner vil bli studert ved eksperimentelle teknikker som UV/Vis og fluorescence spektroskopi, mikroskop og Turbiscan.

Oppgaven utføres ved Ugelstadlaboratoriet, og er en del av TOP Water programmet som utføres i samarbeid med Statoil, DNV, Total, Champion Technology, Shell, Vetco og Chevron.

Faglærer: Gisle Øye

Oppgaven er reservert Kristin Aarhoug

Programområde MATERIALER OG NANOTEKNOLOGI

GØ-3: Syntese av nanostrukturerte bærere for Fisher-Tropsch katalysatorer

Nanostrukturert alumina brukes ofte som bærer for katalysatorer i Fischer-Tropsch prosessen, hvor gass omdannes til petroleums produkter. Oppgaven fokuserer på å fremstille og karakterisere alumina materialer med ordnet pore størrelse og pore struktur. Materialene vil bli karakterisert ved eksperimentelle teknikker som røntgen, gass adsorpsjon og spektroskopiske teknikker.

Oppgave utføres ved Ugelstadlaboratoriet, og er et samarbeid med Statoil.

Faglærer: Gisle Øye

GØ-4: Syntese av nanostrukturerte monolitter for Fisher-Tropsch katalysatorer

Nanostrukturert alumina brukes ofte som bærer for katalysatorer i Fischer-Tropsch prosessen, hvor gass omdannes til petroleums produkter. Oppgaven fokuserer på å fremstille og karakterisere alumina materialer med ordnet pore størrelse og pore struktur. Materialene vil bli karakterisert ved eksperimentelle teknikker som røntgen, gass adsorpsjon og spektroskopiske teknikker.

Oppgave utføres ved Ugelstadlaboratoriet, og er et samarbeid med Statoil.

Faglærer: Gisle Øye

GØ-5: Karakterisering av lignosulfonater på olje-vann grensesikt

Lignosulfonater kan benyttes som stabilisator for emulsjoner innen jordbruks- og næringsmiddelindustrien og partikler i sement. Oppgaven fokuserer på å utvikle nye lignosulfonatsystem for stabilisering av oljedråper og faste partikler. Lignosulfonater på olje-vann og vann-fast stoff grensesikt vil bli studert ved eksperimentelle teknikker som quartz crystal microbalance, dynamiske grensesiktsmålinger og grensesikts reologi.

Oppgave utføres ved Ugelstadlaboratoriet, og er et samarbeid med Borregaard Lignotech.

Faglærer: Gisle Øye

WRG: Førsteamanuensis Wilhelm R. Glomm

WRG-1: Fremstilling, funksjonalisering og karakterisering av metalliske nanostrukturer

Nanopartikler av edelmetaller som gull og sølv utgjør en interessant klasse av materialer i og med at deres optiske og elektroniske egenskaper er sterkt avhengig av partikkelstørrelse og avstand mellom partiklene. Gull nanopartikler brukes blant annet i katalysatorer, som detektorer (f.eks graviditets-test) og som bærere for genterapi og cellegift. Siden den kjemiske sammensetningen på overflaten til disse nanoskopiske partiklene er identisk med sammensetningen til tilsvarende bulk metall (gull eller sølv), er det relativt enkelt å overflatemodifisere dem og dermed totalt endre deres egenskaper i løsning, samt affinitet mot biopolymerer (attraksjon eller repulsjon).

Størrelsen av slike nanopartikler kan bestemmes av krystallvekst og/eller agglomerering. Det er uklarhet i litteraturen om hvilken vekstmekanisme som er dominerende for metalliske nanopartikler, og oppgaven har som formål å undersøke dette gjennom ulike utfellingsforsøk for gull- og sølvpartikler. Det er også interessant å fremstille bimetalliske partikler av gull og sølv, enten gjennom legering eller gjennom lag-på-lag for derigjennom å endre de optoelektroniske egenskapene på overflaten.

Prosjektet vil involvere analyse med spektroskopiske teknikker og elektronmikroskopi.

Faglærere: Førsteamanuensis Wilhelm Glomm og Jens-Petter Andreassen

Medveileder: Dr. Sondre Volden

Oppgaven er reservert Nils Opedal.

Prosess-systemteknikk

SiS: **Professor Sigurd Skogestad**

SIS-1: Self-optimizing control of batch distillation
Selvoptimaliserende regulering av satsvis destillasjon

Oppgaven vil gå ut på å sette opp en dynamisk modell av en satsvis destillasjonsprosess og bruk tilgjengelig teori til å designe et selvoptimaliserende reguleringssystem for denne kolonnen.

Ytelsen av reguleringssystemet skal vurderes ved å se på avvik i objektfunksjonen.

Et av følgende mål kan velges for driften av prosessen:

1. Maks produkt med gitt minimumsrenhet ved fast driftstid per batch
2. Minimum tid for gitt renhet og mengde (absolutt eller gjenvinningsgrad)

Naturlige beregningsverktøy vil være gProms og Matlab. Oppgaven krever interesse for optimalisering og numeriske beregninger. Se hjemmeside S. Skogestad for mer informasjon

Medveileder Håkon Dahl-Olsen

SIS-2: Diabetes control.

To be performed at UC Santa Barbara with Frank Doyle and Dale Seborg as local supervisors.

Reserved for Christian Ellingsen.

SIS-3. Dynamic Model and Control of Brobekk incineration plant

Oppgavebeskrivelse:

1. Videreutvikle eksisterende Simulink-modell til å ta hensyn til trykk.
2. Bestemme optimale driftsparametere for ulike driftsforhold (sommer/vinter, dag/natt).
3. Utvikle en optimal reguleringsstruktur for anlegget basert på minst mulig fysiske endringer i forhold til det virkelige anlegget.
4. Utvikle en ideell reguleringsstruktur for anlegget.
5. Vurdere, og eventuelt implementere, MPC som tillegg til reguleringsstrukturen i punkt 3. og/eller 4.

Medveiledere: Johannes Jäschke og Helge Mort (Prediktor)

Oppgaven er reservert Helge Smedsrud.

SIS-4: Use of dynamic degrees of freedom for tighter bottleneck control and maximum throughput

Background:

Maximizing throughput in a network is a common problem in several settings (Phillips et al., 1976; Ahuja et al., 1993). From network theory, the max-flow min-cut theorem states that the maximum throughput in a plant (network) is limited by the "bottleneck" of the network. In order to maximize the throughput, the flow through the bottleneck should be at its maximum flow. In particular, if the actual flow at the bottleneck is not at its maximum at any given time, then this gives a loss in production which can never be recovered (sometimes referred to as a "lost opportunity").

The back off is an unavoidable "safety factor" because perfect dynamic control is not possible.

Choosing a small back off, improves the profit (throughput) but increases the risk of not being able to have feasible operation (satisfying constraints) when a large disturbance occurs. The necessary back off can generally be reduced by improving the control around the bottleneck unit. "Improved

control” is usually obtained by retuning the loops to obtain smaller variation.

Project proposal:

To obtain tighter bottleneck control, dynamic degrees of freedom like hold-up volumes can be used, and hence reduce the back off. In this project we want to simulate a more realistic process like distillation columns in series and using the sump volumes in the columns as dynamic degrees of freedom for tighter bottleneck control. Two approaches for control is considered:

- 1) Adding bias directly to the level controls upstream the bottleneck
- 2) Using MPC (like SEPTIC) to manipulate on the level control set points. The two approaches should be discussed and also compared.

Reserved for Theogene, Uwarwema

SIS-5: Dynamic simulation for improved operation of the Snøhvit CO₂ removal section.

StatoilHydro has developed a d-spice dynamic process simulation model of the CO₂ removal section at Snøhvit. It is known that the amine absorption process is simplified modelled in d-spice, and that the real process responds in a different way than the d-spice model with regards to temperature changes and the amount of MEG present in the amine solution. The d-spice model is used to train operators, develop MPC applications and solve operational challenges.

Proposed project tasks:

1. Perform model updating and verification of the d-spice model against process data and labdata using eg OPC connection and matlab
2. Develop estimators of unmeasured process parameters like MEG content in the amine using Septic
3. Use of dynamic simulation to solve operational challenges

Medveileder, StatoilHydro: Ingvild Løvik Sperle

Reserved for Jalal Fahadi

SIS-6: Dynamic modelling and control of off-shore process, including water treatment, with emphasis on minimizing emissions

Dynamisk modellering og regulering av off-shore prosessanlegg, inklusive vannbehandling, med vekt på utslippsreduksjoner.

I samarbeid med ABB (Espen Storkaas) og muligens StatoilHydro.

Medveileder: Henrik Manum

Reservert for Tone S. Pettersen.

SIS-7: Deriving fast distillation models

Distillation is the most important separation technology today. A trend in controlling distillation columns economically efficient is going toward using model predictive control (MPC) algorithms, which calculate an optimal input trajectory to the plant based on repeated simulations of a model of the process to predict the future behaviour of the plant with respect to disturbances and control inputs. Since the controllers operate in real-time, very fast process simulations are needed. In case of distillation, full models are usually too complex to be simulated sufficiently fast. Therefore, methods to derive reduced models are of high interest to both industry and research community. Our approach to derive a reduced model is based on tray aggregation, which means that the slow dynamics of a number of consecutive stages in the distillation column are approximated by a large "aggregation tray", and the fast dynamics are approximated by employing a quasi-steady-state assumption. These reduced models provide a good gain in computational performance while being sufficiently accurate to be used in an MPC. While the procedure to derive this models is straightforward, there are many structural and implementation degrees of freedom which can be used to further improve the performance of the method. In this work, several important issues can be addressed. The reduced model contains a large number of algebraic equations, which can be solved off-line and stored in an appropriate way. The currently used method of look-up tables should be refined and improved. Furthermore, the method needs to be extended to models with

more than two components. For the reduced models, optimal dynamic tray positions and sizes have to be chosen. Special attention should herewith be paid to the interaction of the reduced model with the base-layer controllers. Finally, the efficient use of the reduced model in an non-linear MPC application is to be investigated.

Co-supervisor Andreas Linhart

Andre oppgaver kan være aktuelle, gjerne i samarbeid med industri eller andre institusjoner

HP: Professor Heinz Preisig

HP-1: Heat Integrated Distillation Columns (HIDiC)

Not a very new idea, but not done in Norway. Lots of work in Japan quickly progressing into Europe.

HIDiC is a technology utilizing the physical properties: the temperature of changes as the pressure changes. The principle idea is to run the rectifying section under a higher pressure than the stripping section of a column such that the rectifying section is at a higher temperature. The temperature difference is then used for heat integration. Such a scheme save potentially in the order of 30-40 % of energy, which is substantial.

Project:

Get familiar with the concept and adapt an existing distillation model implementing HIDiC. The model needs also to be extended as the heat transfer part is essential in HIDiC, whilst neglected in “normal” distillation models.

Supervisor: Heinz A Preisig, daily contact: Ivan Dones

HP-2: Adaptive Distillation Model

Model reduction can be used to adjust complex models to an application that requires a less accurate description. As a rule, highly dynamic regimes require more details than slow regimes of operation. This could be utilized in simulation: during periods of large and fast changes a more detailed model is applied, whilst during periods of little changes the simulation runs on a simple, more efficient model. Obviously the technology is in the consistency of models relative to each other allowing for ease of switching and detecting on when one should switch.

Project:

An existing distillation model will be taken as a starting point. The generic representation is augmented with a generic model reduction method, which retains consistency in the conserved quantities, namely mass and energy. Frequency behaviour will be studied to derive switching criteria.

Supervisor: Heinz A Preisig, daily contact: Ivan Dones

HP-3: Thermo and Distillation Server

The Process Systems Engineering group is heavily involved in process modelling particularly distillation. Distillation models and associated material models are used at a high frequency.

The project is aiming at implementing a server that provides:

- Interface requesting material information over the net
- Generic distillation simulation, freely configurable running on the server

Project:

The material model software is running and we are using it in a variety of ways. We thought it would be fun and very useful to build a little user interface that enables the interactive use of what the core can generate. This could then be put on-line in the form of a web page, for example.

We have a rather generic distillation column model that is quite generally parameterised, which could be augmented with an appropriate interface to make it usable on the web.

Supervisor: Heinz A Preisig, Tore Haug-Warberg

Daily contact: Bjørn Tore Løvfall, Ivan Dones

TH-W: Førsteamanuensis Tore Haug-Warberg

TH-W-1: Beregning av detonasjonshastighet i høyeksplosiver.

Beregning av detonasjonshastighet i høyeksplosiver med fokus på termodynamisk tilstandsmodellering og Chapman-Jouget teori.

Bakgrunn for oppgaven: Detonasjonshastighet er en viktig parameter for å beskrive ytelsen til et høyeksplosiv som detonerer i friluft. En detonasjon kan forenklet beskrives som en momentan omsetting av kjemisk bundet energi til mekanisk energi. Ved å anvende konserveringslikninger for masse, energi og impuls kan denne omsetningen beskrives matematisk som et sprang i den termodynamiske tilstanden til eksplosivet, fra fast eller flytende til gassformig tilstand. Utgangstilstanden (dannelsesenergi og tetthet) er kjent fra tabeller og oppslagsverk, mens tilstanden i sjokkfronten (gassen) må estimeres med termodynamiske likevektsberegninger. Ved å anvende spesielle høytrykks tilstandslikninger kan disse beregningene utføres med en forbausende grad av presisjon (1-5% avvik i detonasjonshastighet).

Innhold: Komplettering av tilgjengelig litteratur på området. En ganske omfattende samling er allerede tilgjengelig fra tidligere undersøkelser. Dette gjelder spesifikt de metoder, programmer, litteratur og data som er generert av den amerikanske romforskningsinstitusjonen NASA. Studenten må imidlertid kvalitetssikre datagrunnlaget og gjøre termodynamiske konsistenssjekker, med påfølgende tilpasning av modellparametre og vurdering av beregningsresultater. Studenten må også sette seg inn i eksisterende og beslektet teori for den foreslåtte beregningsmodellen (stikkord er termodynamiske likevektsberegninger i gassfase) og være i stand til å foreta egne vurderinger vedrørende parametertilpasning, og kunne videreutvikle de numeriske beregningsmodellene. Det to siste punktene ansees å være ikke-triviell oppgaver.

Kategori studenter, evt. reservert for student (navn): Student med interesse for programmering og numerisk matematikk, og med god bakgrunn i termodynamikk og fysikalsk kjemi.

TH-W-2: Beregning av Mollier- og trykk-entalpidiagrammer.

Beregning av Mollier- og trykk-entalpidiagrammer for bruk i prosessindustrien.

Bakgrunn for oppgaven: Tilstandsdiagrammer benyttes i stor grad for estimering av ytelsen til kompressorer, varmevekslere, ventiler, osv, der hvor den termodynamiske tilstandslikningen er for komplisert til at den lar seg løse analytisk. I praksis gjelder dette for alle gasser og væsker bortsett fra ideell gass. Tilstandsdiagrammer er av samme grunn brukt i undervisningssammenheng for å gi studentene en grafisk forståelse av de mer teoretiske sidene av termodynamikken. De beregningene som ligger til grunn for et Mollier- eller trykk-entalpidiagram er imidlertid såvidt kompliserte at det hittil har vært problematisk å få diplomstudenter til å utføre en tilfredsstillende jobb innenfor den tilmålte tiden. Denne situasjonen er nå endret ved at gruppen for prosesssystemteknikk har utviklet et programmeringssystem som gjør det mulig å definere kompliserte termodynamiske modeller, og deretter foreta automatisk derivasjon med hensyn på temperatur, trykk og sammensetning, med et minimum av arbeidsinnsats. Som et ledd i uttestingen av dette verktøyet, og for termodynamikk-undervisningen ved instituttet, er den foreslåtte oppgaven både viktig og svært nyttig.

Innhold: Valg av 2-3 fluider og tilstandslikninger for beregningene. Dette valget bør utføres av studenten selv med utgangspunkt i fremtidig jobbsituasjon og faglige interesser. Typiske eksempler er kubiske tilstandslikninger anvendt på gasskondensat, luft, ammoniakk, CO₂, osv. Studenten må

sette seg inn i eksisterende teori for detilstandslikningene (stikkord er termodynamiske tilstandsendringer, kritisk punkt og faselikevekt) og være i stand til å foreta egne vurderinger vedrørende de numeriske beregningsmodellene. Det siste punktet anses for å være ikke-trivielt.

Kategori studenter, evt. reservert for student (navn): Student med interesse for programmering og numerisk matematikk, og med god bakgrunn i termodynamikk og fysikalsk kjemi.

NS-B: Førsteamanuensis Nadav Skjøndal-Bar

NS-B-1: Modeling of digestive system and appetite regulation

Apetite is an important mechanism for feed intake regulation.

A conceptual approach to modelling apetaite has been developed, which is based on differential equation and feedback regulation.

The objective is to make a dynamic Matlab model, and find the most important factors that influence appetite.

Later, the objective is to run experiments to verify the model.

--

Reaktorteknologi

HAJ **Professor Hugo Atle Jakobsen**

HAJ-1: Numerical investigation of integrated reactor-separator designs for pre-combustion with CO₂ Capture.

Basert på modeller av varierende kompleksitet for fluidized bed og fixed bed reaktorer skal vi designe passende reaktorstørrelser og reaktorutforming for reformer prosessen. Vi tar utgangspunkt i et gasskraftverk av en gitt størrelse og skal deretter forsøke å optimalisere reaktoren ved å redusere utgifter for materialkostnader pga lavere temperatur, mindre volum, lavere trykk, varmeintegrasjon og begrense utslipp av CO₂ etc. vha adsorbenter.

HAJ-2: Numerical analysis of multicomponent mass diffusion in catalyst pellets for combustion with and without CO₂ capture.

En konsistent modell for multikomponent massediffusjon er utledet og vi ønsker nå å validere denne. Tradisjonelt er Maxwell-Stefan modellen formulert for mol-flukser og ikke masseflukser. Dette begrenser bruken av Maxwell-Stefan formuleringen da varme og impulsbalansene er formulerte basert på massemidlede hastigheter og ikke molmidlede formuleringer. Vi skal vise at den nye masseformuleringen er konsistent med den tradisjonelle molbaserte formuleringen.

Til dette formål skal vi bruke steam metan reforming og sorption enhanced metan steam reforming som testeksempler. Videre skal vi evaluere hvorvidt det er rimelig å neglisjere konvektive bidrag i disse modellene noen som er en vanlig antagelse i tradisjonell reaktormodellering.

HAJ-3: Numerical analysis of chemical reactor performance for combustion with CO₂ Capture.

Basert på eksisterende modeller for fluidized bed og fixed bed reaktorer skal du evaluere ulike reaktordesign for reformerprosessen. Vi tar utgangspunkt i et anlegg av en gitt størrelse for produksjon av H₂ og skal deretter forsøke å optimalisere reaktoren og begrense utslipp av CO₂ vha adsorbenter.

Overordnet formål med oppgaven er å prøve å finne svar på hvilken type reaktor som egner seg best for denne prosessen, fluidized bed eller fixed bed reaktor.

Økonomiske studier og prosesssimuleringer kan også være av interesse om man finner det nødvendig.

Innen absorpsjon og CO₂

HS: Professor Hallvard F. Svendsen

HS-1: CO₂ absorpsjon: Modellering av likevekter.

For å få til en optimalisering av absorpsjonstårn og best mulig energiutnyttelse, er det nødvendig med stadig bedre modeller for likevekter og kinetikk i de kjemiske systemene som brukes. Man snakker i dag om såkalte "rigorøse" modeller som ikke bare modellerer f. eks. partialtrykket av CO₂ over en løsning som inneholder en gitt mengde CO₂, men også modeller som er aktivitetskoeffisientbaserte og som predikterer fordelingen av de ulike kjemiske komponentene, ioniske så vel som ikke ioniske, som funksjon av amin, CO₂-innhold og temperatur. Vi har allerede flere slike modeller, men ønsker å forbedre og utvide dem til å omfatte en flere aminer, feks ulike hastighetspromotor. Prosjektoppgaven høsten 2007 vil gå med

til å sette seg inn i eksisterende modeller, skrive e lietteratursammendrag og formulere den utvidete modellen. Det er ønskelig at man går videre til et diplomarbeid innen feltet som da vil ta for seg implementering av modellen i Matlab. Det foreligger allerede et godt grunnlag innen feltet. Kunnskap og interesse for modellering og programmering er en forutsetning

Medveileder: Erik Hessen

HS-2: CO₂ absorpsjon: Modellering av absorpsjonsprosesser.

I forbindelse med utvikling av nye absorpsjonssystemer for CO₂-innfangning er det utviklet et eget simuleringsverktøy for absorpsjonsprosessen. Videre har vi nylig fått Aspen Tech sine programmer som kan brukes til det samme samtidig som vi har brukt et kommersielt verktøy kalt Protreat. Vi ønsker å sammenligne disse, enten alle tre eller to av dem, og vurdere konsistens og identifisere problemer med dem. Videre ønsker vi å kjøre optimaliseringsstudier for nye aminblandinger.

Kunnskap og interesse for modellering og programmering er en forutsetning

Medveileder: Andrew Tobiesen

HS-3: CO₂ absorpsjon: Likevekt- og kinetikkmålinger. (flere oppgaver)

For validering av likevekts og kinetikkm modeller for CO₂ absorpsjon trenger vi gode eksperimentelle data. Vi har, sammen med SINTEF Materialer og kjemi mange ulike apparaturer for bestemmelse av CO₂-likevekter ved varierende trykk og temperatur, kinetikk, løslighet avd CO₂, damp/væske-likevekter og termokjemiske data. Vi har tre PhD-kandidater som arbeider med disse målingene og det er et stort behov for å utvide forsøkene. Sammen med flere utenlandske universiteter er vi med i et stort EUprogram hvor denne aktiviteten inngår. Det vil være stor fleksibilitet med hensyn til oppgaveinnretning noe som også innebærer at det her vil være rom for flere prosjektoppgaver. Alle oppgavene vil bestå i eksperimentelt arbeid kombinert med modellering i Matlab.

Alle apparaturene er operative og vil kjøres sammen med PhD-stipendiater eller personale fra SINTEF.

Medveiledere: Karl Anders Hoff, og Olav Juliussen, Inna Kim

HS-4: High Pressure Gas/Liquid Separation (to oppgaver)

Dette er et prosjekt finansiert av forskningsrådet og 11 industribedrifter, 5 oljeselskap og 6 leverandørbedrifter. Oppgavene har sammenheng med problemer som oljeindustrien sliter med når man opererer ved høye trykk og løsning av disse er et krav for implementering av undervannsteknologi og for å kunne gå nordover med utvinning i Barents-regionen. Oppgavene vil dreie seg om dråpe/dråpe og dråpe/overflate fenomener som koalesens og oppriving. Videre om separatorytelse og effektivitet og muligens også på transportegenskaper som viskositet og overflatespenning. Arbeidet vil være en blanding av eksperimentalarbeid og modellering og foregå i samarbeid med PhD-stipendiater, SINTEF Materialer og Kjemi og Statoil.

- a) Bestemmelse av viskositet og overflatespenning i høytrykks gas/væske hydrokarbonsystemer. Denne oppgaven er en fortsettelse av pågående arbeid. Den vil være lagt til Statoil Rotvoll og veiledes av Arne Fredheim Statoil og PhD stipendiat Hui Nie Nilssen
- b) Studier av fenomener knyttet til kollisjoner mellom dråper og vegger, med eller uten en rennende væskefilm. Studier av jet stabilitet vil også kunne inngå. Dette er også en fortsettelse av pågående arbeid og vil veiledes av PhD-stipendiat Pablo Dupuy og Hallvard Svendsen

MH-1: Systematisk design av kjemiske anlegg

Det er et stadig press på å øke effektiviteten av prosesstekniske anlegg. Av økonomiske og miljømessige årsaker må volum (masse katalysator), og innsatsfaktorer som råvarer og energi utnyttes mest mulig effektivt til å produsere ønsket produkt. Et kriterium som ofte brukes for å rangere reaktor og katalysator er "space-time-yield", som sier noe om hvor produktiv reaktor og katalysator er. Andre kriterier som inkluderer energieffektivitet kan også brukes.

Den sentrale delen av et prosessteknisk anlegg er kjemisk konvertering, som består av en eller flere reaktorer, varmevekslere, kompressorer, separasjoner og resirkulasjon. Med utgangspunkt i et kjent kjemisk system, kinetikk osv, hvordan skal reaktanter fødes inn, varme fjernes/tilføres, fluid blandes osv for at produktiviteten blir maksimal? En metode for systematisk design av en produksjonslinje er foreslått og skal videreutvikles. Design funksjoner som beskriver blandeprofil, fordeling av føde, fordeling av varmeoverflate, temperaturprofil av kjøle- varmemedium, katalysator konsentrasjon og trykk blir beregnet slik at produktiviteten eller tilsvarende kriterier maksimiseres. En konsistent modellformulering er en sentral del av metoden og beskriver de fenomen som er viktig for design. Reaksjoner og faseoverganger behandles på enhetlig måte. Prosessintegrasjon, der energi og masse utveksles internt og med andre anlegg, er en parallell aktivitet. Oppgaven går ut på anvende metoden på et kjent system der kinetikk og andre fenomener er beskrevet. Det kan for eksempel være syntese av metanol eller dimetyleter (DME) fra syngas eller andre systemer. Modellen skal programmeres i Matlab.

MH-2: Effekten av driftsbetingelser i metanolsyntese loopen

Statoils metanolfabrikk på Tjeldbergodden konverterer naturgass til metanol. Fabrikken består av en luftgassfabrikk, et syntesegassanlegg, metanolsyntese og destillasjon. Denne oppgave er knyttet til metanolsyntese loopen. Det er av interesse å studere effekten av noen faktorer i metanolsyntese loopen ved forskjellige katalysatoraktiviteter. Følgende faktorer skal studeres:

- Resirkulasjonsforholdet.
- Utløpstemperatur av reaktor
- Syntesegass sammensetning, støkiometrisk tall i "makeup gas" og inert mengde
- Trykk

Etterhvert som katalysatoren deaktiverer og aktiviteten avtar, vil effekten av faktorene endres. Dette skal kartlegges. Syntese loopen må modelleres i et passende verktøy. Det er nødvendig å ta med en modell av reaksjonskinetikk. Vi baserer dette på en publisert modell. Mulig verktøy kan være Hysys eller Aspen Plus, men andre kan også vurderes.

MH-3: Effekt av driftsbetingelser i syntesegass anlegget (combined reforming)

Tilvarende oppgave som over, men vi kan bli enig om hva som skal studeres.

Separasjons- og miljøteknikk

M-BH **Professor May-Britt Hägg**

M-BH-1: Hollow fiber membranes for CO₂ capture

Membrane materials have been identified and developed in the membrane research group at IKP/NTNU over the last years, and we are now in the process of upscaling from flat sheets to hollow fibers. Hollow fibers result in a high membrane packing density, which is attractive for industrial applications. A spinning machine (extruder) for the production of such fibers is in operation in our lab.

It is the scope of this MSc candidate project to optimize a hollow fiber polysulphone support for a fixed site carrier membrane (as top layer). The project is also supposed to interact with the parallel project on coating such fibers. Key factors for the formation of desired support properties should be identified. The spinning protocol for each trial must be thoroughly reported, including the method for fiber post-treatment and drying. The characterization work should start with fibers already spun, but additional spinning will most likely be necessary to improve fiber properties. Cross-sections of the spun fibers are going to be characterized by electron microscopy (SEM) pictures. Surface properties may be characterized by contact angle measurements (CAM) and atomic force microscopy (AFM). Bulk properties like glass transition temperature may be characterized by differential scanning calorimetry (DSC). Other valuable characterization methods should also be identified and, if possible, applied.

Selected fibers are then going to be mounted (sealed) as a bundle in a lab scale module ready for gas permeation tests. Different sealing techniques should be identified and tested in order to obtain a good packing density combined with ease of fabrication and low-cost module parts. Single gas tests with H₂, N₂, O₂, CH₄ and CO₂ should be performed at a selected temperature and feed pressure (both coated and un-coated fibers).

In addition, simulation of a selected membrane process with an in-house made Hysys compatible program is wanted, based on measured data for a coated membrane. Preferably, the process should be CO₂ capture from flue gas or natural gas. However, this may be a minor part of the project.

Reserved for Hanne Skogestad

M-BH-2: Production and characterization of selective hollow fiber membrane for CO₂ capture

The membrane separation process presents a unique advantage among the other separation process because of low energy consumption and lack of additional chemicals that can create an extra source of pollution. A new type of membrane for CO₂ capture from various exhaust gases is under investigation in our group (MEMFO, IKP, NTNU). Processing large volume of gases from industrial sources requires a large membrane area with a minimal foot print. Hollow fibre membrane geometry represents optimum solution due to the high ratio of membrane area per volume.

The project will be focused on optimization of a coating procedure for hollow fibre polymeric support with a selective and defect free polymeric layer. The coated hollow fibres will be packed in modules and membrane separation properties will be tested for different gas mixtures such as CO₂/N₂, CO₂/CH₄.

The assignment requires a literature study and practical experiments. The literature study will be focused on “pro and contra” arguments for two different coating options: inside and outside of the hollow fibers. Relevant parameters will be investigated: mechanical resistance of coating, coating efficiency, support geometry, coating solution properties and coating method.

The choice of the optimal support will be done in collaboration with a parallel project related to hollow fiber support spinning. The coating solutions will be investigated in terms of viscosity, pH, contact angle with support and density. The quality of the coating will be investigated by SEM. Two lab scale coating & drying setups with a certain degree of automation will be optimized for "outside" and "inside" hollow fiber coating in a continuous and respectively batch process. The relevant factors for a thin and defect free selective layer have to be identified: number of coatings, speed of the process, drying temperature and coating reproducibility. Module design for gas permeation will be optimized for the two distinctive coating procedures and the separation properties will be investigated under different experimental conditions: pressure, temperature, gas flow patterns and relative humidity.

J-PA: Førsteamanuensis Jens-Petter Andreassen

J-PA-1: Utfellingskinetikk for uorganiske salter ved gassprosessering

I alle oppgavene inngår opplæring i karakteriseringsteknikker som elektronmikroskopi (SEM), partikkelstørrelsesmålinger (LasenTech, Coulter Multisizer) og pulverrøntgenanalyse. Dessuten vil det bli gitt opplæring i bruk av det termodynamiske beregningsprogrammet MultiScale 7.0 som de fleste oljeselskapene benytter for å bedømme faren for utfelling.

Aktivitetene inngår i et stort forskningsprosjekt sammen med Institutt for Energiforskning (IFE) på Kjeller, Lillestrøm og det er 9 internasjonale oljeselskaper involvert i prosjektet. For de som ønsker det (under masteroppgaven) kan det også bli aktuelt å delta og presentere resultater på de halvårlige prosjektmøtene for industripartnerne på Lillestrøm.

Medveileder: Ellen Marie Flaten

Ved pumping av olje og gass fra reservoar føres det også med en del formasjonsvann. Dette vannet har et betydelig innhold av blant annet kalsium- og karbonationer. Ved endringer av trykk og temperatur i rørledninger vil kalsiumkarbonat felles fra vannet og avsettes på rørveggen ("scaling"). Dette medfører store vedlikeholdsmkostninger i oljeindustrien og store mengder av kjemikalier tilsettes for å forhindre denne "scalingen". Kalsiumkarbonat faller ut som krystaller med ulike gitterstrukturer med tilhørende ulike veksthastigheter. Bestemmelsen av dannelses- og vekstkinetikk er avgjørende for å forstå hvordan "scale" bygges opp, men det har til nå vært like fokus på forskjellene mellom de ulike krystallpolymorfene innenfor scale-forskningen. For å unngå hydratdannelse ved prosessering av naturgass injiseres store mengder (mono) etylen glykol (MEG) til gasstrømmen. Samtidig økes pH i rørledningen ved tilsats av lut for å unngå korrosjon. Dette kan i stor grad påvirke utfellingen i systemet.

J-PA-2: Scaling av kalsiumkarbonat på metalloverflater i MEG/vann- løsning

Oppgaven går ut på å kartlegge mengde og polymorfi av utfelt kalsiumkarbonat på ulike overflater av metall i forbindelse med hva som skjer på rørveggen under gassprosessering. Målingene vil bli utført på metalloverflater direkte og på eksternt oppvarmede overflater. Ulike sett av forsøksparametre vil bli studert (temperatur, konsentrasjon og etylenglykol)

Oppgaven er reservert Stine Vemmestad Vatneberg

J-PA-3: Nukleering og vekstkinetikk av kalsiumkarbonat i MEG/vann- løsning

Oppgaven går ut på å studere dannelses- og vekstkinetikken av kalsiumkarbonat for betingelser relevante for gassprosessering der MEG benyttes som scaling inhibitor. Tiden før fellingen inntreffer (induksjonstiden) vil bli målt, og kombinert med vekststudier i seedede forsøk vil vi ønske å utvikle uttrykk for vekst og nukleering.

Oppgaven er reservert Erlend Schou Fævelen

J-PA-4: Effekten av scalinginhibitorer på utfelling av kalsiumkarbonat i MEG/vann- løsning

Oppgaven går ut på å studere effekten av scaling-inhibitorer på ulike polymorfe av kalsiumkarbonat utfelt i MEG/vann- løsninger. Inhibitorer benyttet i scale- forskning er i utgangspunktet innrettet mot den termodynamisk stabile fasen kalsitt, mens i MEG/vann- blandinger oppstår ofte andre faser. Det er tidligere påvist at MEG forlenger nukleeringen av alle polymorfe, mens effekten av inhibitor i kombinasjon med MEG er ukjent. Ulike polymorfe vil produseres ved å endre parametre som temperatur, konsentrasjon og MEG- innhold.

Oppgaven er reservert Siv Monica Fostenes

Oppgaver som er tilgjengelig innenfor samme prosjekt ved institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller (Lillestrøm).

Oppgavene er på engelsk, men veiledningen vil hovedsakelig bli på norsk.

Ved interesse, ta kontakt med faglærer Jens-Petter Andreassen for utfyllende informasjon.

J-PA-5: Crystalization using flash separation

- ☐ Carry out crystallization experiments under flash separator conditions for most relevant salts that are present in the natural gas transport pipelines.
- ☐ To find the growth and agglomeration of various individual salts.
- ☐ To study the effect of mixture of salts on their crystallization.
- ☐ Effect of chemicals used for corrosion and scale inhibition etc...
- ☐ Particle size measurement and analysis. This would also give an opportunity to learn particle size measurement technique and equipment.
- ☐ X-ray powder diffraction (XRD) and scanning electron microscopic (SEM) measurements for solids. IFE has one of the best SEM available in Norway.

J-PA-6: Oxidation of iron / iron carbonate

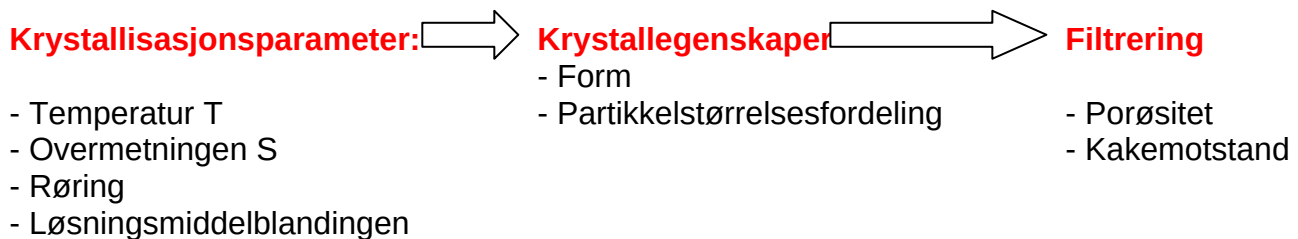
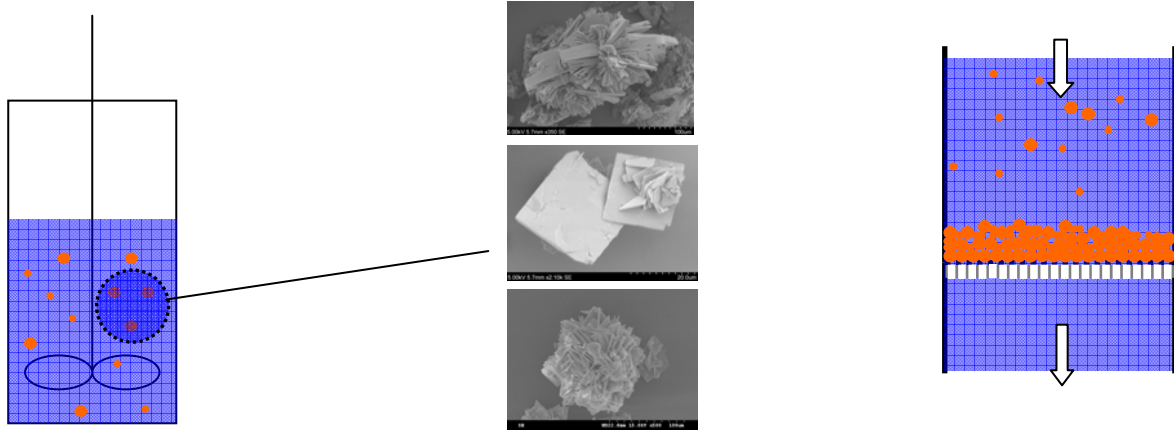
- ☐ Iron is formed in the oil and gas pipe lines due to corrosion. A film of iron carbonate is deliberately formed in some cases to protect the pipelines.
- ☐ Iron or iron carbonate can oxidise in presence of oxygen and might form magnetite, which is magnetic and can cause problems in magnetically driven equipments.
- ☐ This study will find out under what conditions magnetite is formed.
- ☐ X-ray powder diffraction (XRD) and scanning electron microscopic (SEM) measurements for solids. IFE has one of the best SEM available in Norway.
- ☐ You will get to learn spectrophotometer for analyzing iron.

J-PA-7: Betydning av krystallstørrelse og form for filtreringshastigheten av farmasøytiske produkter

Medveileder: Ralf Beck

Målet med oppgaven er å undersøke hvilke krystallisasjonsparametere som påvirker filtreringstiden for farmasøytiske produkter.

Utgangspunktet er å finne sammenhengen mellom krystallisasjonsparametrene og krystallegenskaper (form og partikkelstørrelsesfordeling). Krystallegenskapene har stor innflytelse på filtreringen (porøsitet og motstand). Studier av filtrering ved konstant trykk vil gi informasjon om krystallegenskapenes påvirkning på motstand og porøsitet.



DM-S: Professor II Dick Mälthe-Sørensen

DM-S-1: Krystallisering av et mellomprodukt i produksjonen av et kontrastmiddel til medisinsk billediagnostikk. Egenskaper til to polymorfe former.

Faglærere: Dick Mälthe-Sørensen, Jens-Petter Andreassen

Industriell krystallisasjon er en meget viktig enhetsoperasjon innen den kjemiske industri, fra farmasøytisk til oljeindustri. Den benyttes til utfelling og rensing av produkter fra prosessløsninger eller avfallsstrømmer.

GE Healthcare's fabrikk på Lindesnes, som er en del av GE(General Electric) et av verdens største selskap, benytter krystallisering i sin produksjon av et mellomprodukt på veien til et kontrastmiddel for medisinsk billediagnostikk.

Mellomproduktet forekommer i to polymorfe krystallformer som gjør det utfordrende å krystallisere og produsere denne forbindelsen. Målet med denne masteroppgaven er å finne ut hvordan en bedre kan kontrollere dannelsen av den enkelte polymorf, ønsker vi å gjennomføre en studie der

1. Løseligheten av den enkelte polymorf kartlegges med hensyn på temperatur og saltinnhold i prosessløsningen.
2. Måling av den metastabile sone for polymorfene.
3. Betydningen av induksjonstiden for kjernedannelsen av den enkelte krystallform og overflateenergien til de to polymorfer i løsningen.

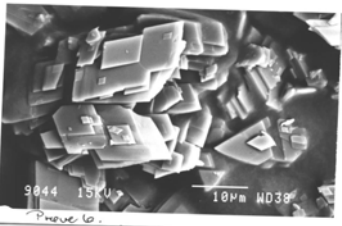
4. Sammenhengen mellom overmetning/temperatur ved krystalliseringen og dannelsen av den enkelte polymorf.

Krystallformene av intermidiatet:

Polvmorf 1



Polvmorf 2



Referanse: Patent US 6,337,422 B1 Jan 8 2002, “Yellow polymorph of 5-amino-2,4,6-triiodo-N,N’-bis(2,3dihydroxypropyl)-isophtalamide”.

Papir og fiberteknologi

ØWG **Professor Øyvind Weiby Gregersen**

ØWG-1: Bøyestivhet og fibrillering til trefiber

Bakgrunn

For fibre som skal brukes i paper eller komposittmaterialer er bøyestivhet og overflatestruktur (fibrillering) to viktige egenskaper. NTNU og PFI har gjennom 15 år utviklet og forbedret tverrsnittsanalyse av fiber. Status for systemet slik det er i dag er beskrevet av Chinga og Solheim (2006). Fra SEM tverrsnittsbilder av fiberpreparater blir et stort sett med fiberegenskaper regnet ut. Disse inkluderer fiberveggtykkelse, fiberveggareal, ytre og indre omkrets, fibersplitting, formfaktor og ytterligere en del formparametere for hver fiber. Dette målesystemet er svært nyttig for utvikling og forbedring av fiberframstillingsprosessen.

Oppgaven

Det er imidlertid stadig muligheter for å forbedre og bygge ut fibertverrsnittsanalysesystemet. To parametere vi ennå ikke har jobbet med er beregning av ytre fibrillering og av treghetsmoment for estimat av bøyestivhet. Beregning av treghetsmoment i den retningen hver fiber er enklest å bøye er en numerisk integrasjon som det trolig ikke er veldig vanskelig å implementere i dagens system. Ytre fibrillering er et mer komplekst spørsmål.

I dagens tverrsnittsbilder ser vi en del fibermateriale som er løst bundet eller tilsynelatende ikke bundet i det hele tatt til fiberveggen. Det er imidlertid grunn til å tro at alt fibermateriale vi ser i bildene faktisk sitter fast til fiberveggen etter som det er +50 Bauer McNett fraksjonen som studeres. Alt løst finmateriale har blitt fjernet i silingsprosessen. Dette materialet er vanskelig å karakterisere med bildeanalyse fordi fibrillene ofte er mindre enn en pixel tykk (pixeloppløsningen som vanligvis brukes er 0,31 $\mu\text{m}/\text{pixel}$). I oppgaven er det av interesse å bruke merking av lignin med Kalium permanganat eller Brom for å forbedre kontrast slik at fibriller lettere kan skilles fra bakgrunn. Det er av interesse å bruke høyere forstørrelser enn 150x som er dagens standard. Det er også interessant å undersøke hva man kan oppnå med å bruke det nye elektronmikroskopet til kjemi ved NTNU og FEG-SEM instrumentet til NTNU. Videre må det jobbes med bildeanalyserutiner for å karakterisere egenskaper ved den ytre fibrilleringen slik som tykkelse, bredde, aspektforhold, arealfraksjon, spesifikt overflateareal og lignende.

I oppgaven er det både aktuelt å jobbe med eksisterende bilder av masser som er vel karakterisert mht fiber og papiregenskaper fra tidligere. Slik at korrelasjon mellom nye egenskaper (fibrillering og bøyestivhet) og for eksempel papiregenskaper kan undersøkes. Men det er også aktuelt å forbedre hele prosessen med innstøping, merking, sliping og bildeopptak slik at denne gir det best mulige utgangspunktet for studiet av ytre fibrillering.

Faglærer for oppgaven vil være Prof. Øyvind Gregersen

Stipendiat Marius Rusu vil fungere som medveileder under oppgaven.

Referanser

Chinga, G. og Solheim O., "ImageJ plugin for fibre cross-sectional analysis", PFI-report 16/2006.