Forslag til hovedoppgaver høsten 2000
ved
Institutt for kjemisk prosessteknologi
for
studieretningene
Industriell kjemi og Kjemiteknikk

Fagområder/-grupper:

1. Katalyse og petrokjemi
2. Polymerkjemi
3. Prosess-systemteknikk
4. Reaktorteknologi
5. Separasjons- og renseteknikk
6. Treforedling

Se også http://kikp.chembio.ntnu.no/info/diplom/

1. KATALYSE OG PETROKJEMI

1.1. Strategier for dekarbonisering ved produksjon av hydrogen fra metan.

Faglærer: Anders Holmen
Veileder: Edd A. Blekkan

Ved CO_2 fri hydrogenproduksjon må karbonet fjernes enten som CO_2 etter dampreforming/-autotermisk reforming eller som karbon ved dekomponering av metan til karbon og hydrogen. Denne oppgaven omfatter en teknisk-økonomisk evaluering av disse to metodene basert på tilgjengelige litteraturdata.

1.2. Studier av Ni overflater med Scanning Tunneling Mikroskopi (STM).

Faglærer: Anders Holmen
Veileder: Hilde Venvik, SINTEF.

Ved heterogen katalyse er det forholdene på selve overflaten som er avgjørende for katalysatorens aktivitet, selektivitet og stabilitet. STM er en metode som gjør det mulig å studere faste overflater i atomær skala. Framstilling av syntesegass (CO/H_2) fra metan og andre hydrokarboner er i hovedsak basert på nikkelkatalysatorer. Et hovedproblem ved Ni systemer er dannelsen av karbon og denne oppgaven fokuserer på vekst av karbonpartikler på veldefinerte Ni-overflater. Oppgaven inngår som en del av et større forskningsprosjekt rettet mot framstilling av syntesegass ved Instituttet/SINTEF.

1.3. Simulering av reaksjonsforløpet ved partiell oksidasjon av lavere hydrokarboner.

Faglærer: Anders Holmen
Veileder: Rune Lødeng, SINTEF

Katalytisk partiell oksidasjon av C_1-C_4 alkaner er en mulig prosess for framstilling av olefiner og syntesegass. Oksidasjonen skjer som en kombinasjon av heterogene og homogene reaksjoner. Reaksjonsforløpet i gassfasen og nær katalysatoroverflaten skjer som fri radikal kjedereaksjoner. Ved Instituttet/SINTEF arbeides det innenfor flere prosjekter med eksperimentelle studier av den partielle oksidasjonen. Vi ønsker i denne oppgaven å fokusere på simuleringsmodeller for beskrivelse av reaksjonsforløpet. Det er allerede gjennomført et forprosjekt hvor løsningsmetoder etc. er etablert. Oppgaven blir derfor å utforme de mekanistiske modellene for reaksjonene på overflaten og i gassfasen.

1.4. Preparation and characterization of Ni catalysts

Faglærer: Anders Holmen
Veiledere: De Chen, Rune Lødeng, Kjersti Omdahl

Steam reforming of methane is the commercial process for producing syngas. The supported Ni catalysts are the cheap and effective catalyst. However, the carbon formation is the main problem causing pressure drop and deactivation. The catalyst with high coking resistance is desirable.

The metal-support interaction is a very important parameter for metal supported catalysts, and it might be crucial for steam reforming Ni catalysts. The metal-support interaction can control the metal particle size and the dispersion and the rate of sintering. A strong metal-support interaction might be helpful for minimising sintering. The metal-support interactions can be enhanced by adding metal oxides such as CaO and MgO or other rare earth oxides. The formation of a solid solution between Ni and additives might also enhance the interaction.

Our preliminary experimental results indicate that the metal-support interaction significantly impacts the carbon formation. The development of new catalysts with high resistance for carbon formation may lie in a detailed understanding of the effects of the metal-support interaction on the carbon formation. The present work deals with the preparation and characterisation of the catalysts with different metal-support.

CaO will be used as a main promoter. The ratio of the CaO/Al_2O_3, other promoters (Au, Cu, La and Ce) and the parameters for the catalyst preparation, e.g. the calcination temperature and the sequence of impregnation, will be adjusted for controlling the metal-support interaction.

TPR is a normal method for determining the metal-support interactions whereas chemisorption and XRD are possible methods for measuring the particle size of Ni. The B5 sites of Ni which is a indication of reforming activity will be measured by the adsorption of nitrogen at the room temperature.

1.5. Fremstilling, karakterisering og testing av modifiserte ZrO_2 og alkali promoterte $ZnCr_2O_3$ katalysatorer.

Faglærer: Anders Holmen.
Veiledere: Sten Viggo Lundbo, Anne-Mette Hilmen.

Modifiserte zirconia og alkali-promoterte sink-kromoksid katalysatorer er begge meget interessante katalysatorer for CO hydrogenering. Hydrogenering over disse katalysatorene resulterer i dannelse av alkoholer. Ingen av katalysatortypene følger tradisjonell Fischer-Tropsch polymeriserings-mekanisme, og har derfor ikke de samme selektivitetsbegrensningene. Av særlig interesse er den høye selektiviteten til iso-isobutanol.

I denne oppgaven skal det fremstilles modifiserte zirconia og alkali-promoterte $ZnCr_2O_3$ katalysatorer. Katalysatorene skal karakteriseres ved termogravimetri,. TPD, porefordeling og over-flatemålinger samt røntgendiffraksjon.

1.6. Oxidative dehydrogenation of ethane at short contact time

Faglærer: Anders Holmen
Veileder: Bozena Silberova

There is an abundant supply of light alkanes and relatively few means of converting them to more valuable products. Although natural gas is predominantly CH_4, it also contains from 5 to 30% C_2H_6, C_3H_8, and C_4H_8, with C_2H_6 being the most abundant secondary component.

The production of ethylene or syngas from ethane in the presence of air or O_2 at atmospheric pressure could be examined over monoliths coated with noble metal at short contact time on the order of milliseconds. The work can be focused on examination of reaction conditions such as flow rate, temperature, preheating of reaction mixture for oxidative dehydrogenation of ethane. This study could defined the conditions, which are suitable for production either ethylene or syngas.

The preparation of catalyst would be also included in the work. Monolith will be washcoated and impregnated by noble metal (Pt). Catalyst could be also modified by oxides such as Cr_2O3 or Zr_2O_3, which show high selectivity of C_2H_4 (70%).

1.7. Katalysator-membran interaksjon mellom en oksygenledende keramisk membran og en reformer-katalysator.

Faglærer: Anders Holmen
Veileder: Odd A. Rokstad (hovedveileder)
Karina Heitnes Hofstad og Bente Krogh, Statoil F&U
Reservert: Bernt Henning Rusten

I en OTM-reaktor (Oxygen Transport Membrane) produseres syntesegass ved at oksygenet i luft transporteres gjennom en oksygenledende keramisk membran og reagerer videre med naturgass og damp over en reformer-katalysator. Diplomoppgaven går ut på å studere eventuelle interaksjoner mellom membranmaterial og reformer-katalysator ved å måle flux og aktivitet før og etter eksponering ved aktuelle betingelser. I tillegg vil det være aktuelt å studere prøvene ved å benytte SEM (Scanning Electron Microscopy) og Røntgen. Det tilbys sommerjobb i forbindelse med diplomoppgaven.

1.8. Microkinetic analysis of CO_2 reforming of methane

Faglærer: De Chen
Veiledere: Rune Lødeng, Anders Holmen, Kjersti Omdahl

During the last several years, there has been renewed interest in the catalytic reforming of methane with carbon dioxide (dry) for the production of synthesis gas with a CO/H_2 ratio around 1. The kinetic data on the different catalysts (e.g. Ni, Co, Pt, Ru, Rh etc.) have been reviewed recently by Bradford and Vannice (1999). The turnover frequency (TOF), apparent activation energy, reaction order depend on the catalyst used. The potential of carbon formation is also a function

of the catalyst and support. A detailed understanding of reaction mechanism on the molecule level is essential for the catalyst design.

The microkinetic modeling is a powerful tool for predicting the kinetic behavior on the molecular level. A microkinetic model of methane steam reforming on Ni catalyst has been developed by Aparicio (1997), and it has also been applied to analyze the CO_2 reforming. The present work will deal with the development of a microkinetic model, which can describe methane reforming reactions on the different catalysts. The model will relate the activation energy to the carbon-metal and hydrogen-metal bond energy, which is obtained from the experimental data reported in literatures.

Microkinetic analysis will be conducted by using MATLAB for comparing the experimental TOF, apparent activation energy and reaction order in the CO_2 reforming of methane with the predicted data. The estimation of kinetic parameters might also one the objectives if necessary.

Bradford, M. C. J. and Vannice, M. A. Catal. Rev.-Sci. Eng., 41(1999) 1.
Aparicio, L. M. J. Catal. 165 81997) 262

1.9. Microkinetic modeling of reactions on zeolites

Faglærer: De Chen
Veiledere: Rune Lødeng, Anders Holmen

The reactions catalyzed by zeolites are important in refinery and petrochemical processes. However, almost all reactions are rather complex, and the kinetic modeling of such complex reaction system is a difficult task, especially when the detailed reaction mechanism is taken into account.

Dumesic et al. have developed a method namely microkinetics which overcomes the gap between the surface science and real catalytic system. The kinetics is modeled on a molecular level. This method has successfully been applied to the zeolite catalyzed reactions, for example, methanol conversion to the olefins (MTO) on ZSM-5 and hydrocarbon cracking on Y zeolites.

The zeolite catalysis has been studied at our department for a long time, for example ethene oligomerization on ZSM-5 and MTO on SAPO-34. The present work will deal with the microkinetic modeling of such two systems. The objectives include:

- Establishment of the reaction mechanism based on the literature
- Estimation of preexponential factors of elemental reaction step based on the transition state theory
- Estimation of activation energy by Evans-Polanyi correlation
- Calibration of the microkinetic model

Microkinetic modeling will conducted by using MATLAB.

Reaction mechanisms for acid catalyzed reactions have been studied extensively. The reaction mechanism for both ethene oligomerization and methanol conversion to olefins have been established involving protonation of hydrocarbons, oligomerization, isomerization and cracking. A microkinetic model will be developed based on the elemental reaction steps. The activation energies of the elemental reaction steps will be related to the acidic strength of the zeolites. The final kinetic parameters will be optimized based on the experimental data.

1.10. Selektiv ringåpning av modell-forbindelser over bifunksjonelle katalysatorer

Faglærer: Edd A. Blekkan
Veileder: Håkon Bergem, SINTEF

Mellom-destillater inngår som en viktig føde ved fremstilling av diesel.

Nye, strengere miljøkrav til drivstoffers sammensetning og egenskaper har resultert i en mer omfattende prosessering av de råstoffer som inngår i diesel produktet. Aromater har uønskede egenskaper som dieselkomponent (lavt cetan-tall). Hydrogenering av aromater fører til en moderat forbedring i cetan-tall. Hvis en også i tillegg er istand til å åpne ringstrukturene vil dette gi en betydelig økning i cetan-tall. En slik prosess vil foregå katalytisk ved moderate til høye hydrogentrykk.

Oppgaven er av eksperimentell karakter og vil omfatte studier i fixed-bed apparatur lokalisert ved NTNU/SINTEF. Arbeidet vil i hovedsak bestå av katalysator testing/karakterisering m.h.p. aktivitet, selektivitet ved hjelp av modell-føde. Effekten av katalysatoregenskaper og forsøks-betingelser vil bli undersøkt.

Til oppgaven vil det knyttes mulighet for sommerjobb. Slik søknad leveres instituttkontoret (og merkes "Sommerjobb Selektiv ringåpning Statoil") innen 14.april.

Merk at det må søkes på nytt selv om det tidligere er sendt generell søknad til Statoils Forskningssenter.

1.11. Karakterisering av katalysator og adsorbsjonsmasse for isomeriseringsanlegget ved Mongstadraffineriet

Faglærer: Edd A. Blekkan
Veileder: Anne Hoff, Statoil F&U.
Sted: Statoils Forskningssenter

Katalysator- og adsorbsjonsmassen i someriseringsanlegget ved Mongstadraffineriet er nettopp regenerert ved koksbrenning. Det er i den forbindelse ønskelig å få gjort en kvalitetsvurdering av både katalysator og adsorbsjonsmassen etter regenerering. Adsorbenten skal sammenlignes med ny adsorbent av samme type, og med en alternativ adsorbent fra en annen leverandør.

I kvalitetstestingen skal inngå måling av adsorbsjonskapasitet av n-parafiner (C_4 - C_8), måling av adsorbentenes krystallinitet, den regenererte adsorbsjonsmassens innhold av S, Cl og C. Katalysatoren skal surhetskarakteriseres, samt sjekkes for mulig Na-forgiftning. Oppgaven vil bli utført ved Statoils Forskningssenter. Der måleteknikker ikke er tilgjengelig på Forskningssenteret skal kandidaten administrere analyser utført i andre laboratorier. Teknikkene som er mest aktuelle er TGA til adsorbsjonsmålinger og amoniakk-TPD til surhetskarakterisering. En ser for seg at sommeren går med til å sette seg inn i måleteknikker, tilpasse apparaturen og finne passende prosedyrer for målingene, mens høstens hovedoppgave blir selve målingene og vurdering av resultatene.

1.12. Fremstilling og karakterisering av katalysatorer for oksidativ og autotermisk dehydrogenering av propan.

Faglærer: Edd A. Blekkan
Veileder: Leiv Låte

Oksidativ dehydrogenering av lette alkaner er en alternativ rute til viktige petrokjemiske mellomprodukter som eten og propen. Dehydrogenering (1) er en endoterm og likeveksbegrenset reaksjon.

$$C_3H_8\,(g) + (g) \Rightarrow C_3H_6\,(g) + H_2\,(g) \qquad \Delta H>0 \qquad (1)$$

For å oppnå økonomisk interessante utbytter er det nødvendig med høye temperaturer og lave partialtrykk av propan, samtidig som det må overføres store mengder varme. Dette fører til reaktortekniske problemer knyttet til varmeoverføring, koksdannelse og deaktivering. Et alternativ består i å tilsette oksygen i føden sammen med propan, såkalt oksidativ dehydrogenering (2):

$$C_3H_8\,(g) + 1/2O_2\,(g) \Rightarrow C_3H_6\,(g) + H_2O\,(g) \qquad \Delta H<0 \qquad (2)$$

Denne reaksjonen er eksoterm og ikke likevektsbegrenset, noe som kan medføre enklere reaktorutforming og dermed lavere investeringskostnader.

Blant uønskede bireaksjoner er totalforbrenning av propan (og propen) til CO og CO_2 de viktigste. Denne oppgaven inngår som en del av et prosjekt finansiert av NFR hvor hovedmålet er å undersøke mekanismene som fører til disse biproduktene.

Oppgaven går ut på å fremstille, karakterisere og aktivitetsteste ulike katalysatorer, både metalloksidsystemer og edelmetall katalysatorer. Aktuelle egenskaper som skal karakteriseres er bl.a porevolum, total overflate (BET), krystallstruktur (Røntgendiffraksjon, XRD) og temperaturprogrammert reduksjon (TPR). Aktivitetsmålingene foregår v.h.a. mikroreaktor utstyrt med gass-kromatograf (GC) for produktanalyser.

1.13. Kinetisk studie av modellforbindelser i dyp katalytisk hydroavsvovling (Deep catalytic hydrodesulfurization - study of kinetics using model compounds)

Faglærer: Edd A. Blekkan
Veileder: Petr Steiner

The work is concerned with the catalytic processes used in the removal of sulfur from crude oil and refinery fractions. The hydrodesulfurization (HDS) of model compounds over metal-sulfide catalyst (NiMo/γ-alumina, possibly CoMo/γ-

alumina) will be studied in a micro-reactor set-up. This will enable us to describe the kinetics of the HDS reaction and to design a better reactor for deep HDS (remove more than 95% of the initial amount of sulfur). Previous work has shown that substituted dibenzothiophenes are the most resistant sulfur components in the oil fraction. The development of improved catalysts for deep HDS is possible through the understanding of the behavior of these HDS resistant compounds. The study is experimental in nature, using an existing apparatus. Dibenzothiophene, 4-methyldibenzothiophene and 4,6-dimethyldibenzothiophene will be used as model compounds for such a study.

The project is best suited for students interested in Petrochemistry and catalysis.

1.14. Selektiv oksidasjon av lette alkaner til oksygenerte produkter

Faglærer: Edd A. Blekkan
Veileder: Håkon Bergem

Oppgaven omhandler utvikling av nye katalysatorer for direkte framstilling av petrokjemiske produkter fra lette alkaner som etan ved oksidasjonsreaksjoner.

Både nye katalysatorsystemer basert på oksider og kjente systemer som er rapportert å være selektive for framstilling av eddiksyre og acetaldehyd fra etan skal undersøkes med O_2 (luft) eller N_2O som oksidasjonsmiddel.

Oppgaven er eksperimentell, og innebærer framstilling, karakterisering (overflatemålinger, strukturbestemmelser) og aktivitet og selektivitet skal bestemmes.

Eksisterende apparatur for reaksjonsstudier skal benyttes.

2. POLYMERKJEMI

2.1. Undersøkelse over fremstilling av polymermembraner med enzym for bruk i biosensorer.

Faglærer: Arvid Berge
Veileder: Forsker Per Stenstad, SINTEF Kjemi
Reservert: Åshild Kjærvik

Undersøkelsen går ut på å fremstille prototyper av små, hydrofile membraner som skal være bærere for enzymer. Enzym kan innkapsles i membranen eller aller helst koples kovalent til funksjonelle grupper på membranmaterialet. En skal bl.a.studere binding og aktivitet av enzymet, lekkasje, tap av aktivitet over tid etc.

Et spesifikt system som vil bli benyttet er enzymet xanthin oksidase som oksiderer hypoxanthin under forbruk av oksigen. Oksygenforbruk kan måles ved hjelp av en Clark elektrode (oksigensensor). Systemet kan inngå i forbidelse med kontroll av ferskhet av fisk.

2.2. Effekt av ulike gass/væskemedier på den kjemiske aldring av polyamid 11.

Faglærer: Arvid Berge
Veileder: Heidi Finstad, F-senteret Norsk Hydro
Sted: F-senteret Norsk Hydro, Porsgrunn

Polyamid 11 (Rilsan) benyttes som et lekkasjetett belegg i fleksible rør som brukes til transport av olje og gass offshore. Hensikten med oppgaven er å studere aldringen av polyamid 11 i ulike miljøer. En undersøkelse av denne type ble startet gjennom en hovedoppgave som ble gjennomført ved F-senteret Norsk Hydro, Porsgrunn i 1999.

Oppgaven vil i sin helhet foregå ved Hydro der det også er mulighet for sommerjobb.

Hydro sier at potensielle interessenter så snart som mulig bør sende søknad om sommerjobb/diplom til personalkontoret Hydro/Porsgrunn. Kontakt ved F-senter Heidi Finstad.

2.3. Dispersjonspolymerisasjon med difunksjonelle monomerer.

Faglærer: Arvid Berge

Dispersjonspolymerisasjon er som kjent en polymerisasjonsmetode der monmersystemet er løselig i reaksjonsmediet mens polymerproduktet ikke er løselig. Under kontrollerte betingelser kan metoden benyttes til å fremstille flere typer monodisperse polymerpartikler, og det er i dag en temmelig omfattende aktivitet verden over på dette område. Det har i den senere tid også vist seg at en kan fremstille monodisperse partikler med et høyt innhold av kryssbindende monomer, og det har endog vist seg at en i sterkt polare løsningsmidler kan fremstille partikler uten tilsats av emulgator/stabilisator.

Det er våren 2000 kjørt en oppgave på 4. klasse lab. som har gitt såvidt lovende resultater at en gjerne vil fortsette dette arbeide gjennom en hovedoppgave.

2.4. Fremstilling av polyakrylatpartikler med smal størrelsesfordeling i mikron-området basert på ny homogeniseringsteknikk.

Faglærer: Arvid Berge
Veileder: Forsker Anne D. Dyrli, SINTEF Kjemi

Polymerpartiklene fremstilles ved å svelle preeemulsjoner med monomerer etterfulgt av polymerisasjon. Ved SINTEF har en utviklet og patentert en ny homogeniseringsteknikk for fremstilling av emulsjoner med smal størrelsesfordeling, og denne teknikk skal benyttes for fremstilling av den såkalte preemulsjon. Undersøkelsen går ut på å foreta partikkelfremstilling med ulike monomersystemer, med variasjon av bl.a. preemulsjon, stabilisatorsystem, initiator, polymerisasjonsbetingelser og karakterisere produktene særlig m.h.p. partikkelstørrelsesfordelinger.

2.5. Utvikling av vannbaserte bindemidler på basis av hybridsystemer.

Faglærer: Arvid Berge
Veileder: laboratoriesjef Arianeh Aamodt
Sted: Jotun A.S. i Sandefjord

Økte miljøkrav har de senere år ført til at vannbaserte systemer er blitt dominerende på mange områder i malingsindustrien. En lovende nyutvikling i feltet er de såkalte hybriddispersjoner som kombinerer egenskapene til forskjellige polymerer. Det har vist seg fordelaktig å fremstille hybridene under betingelser der en får en får en grafting av en polymertype på en annen, og at en oppnår mere ineterpenetrerende nettverk en de en får med mekanisk blanding av polymersystemer der også faseseparering vil være et problem. Aktuelle hybridsystemer fremstilles på basis av alkydemulsjoner og akrylater.

Oppgaven som er foreslått av Jotun A.S. i Sandefjord, v/laboratoriesjef Arianeh Aamodt vil foregå ved fabrikkens laboratorium. En hovedoppgave innen samme område ble utført i Sandefjord høsten 1998. Det er mulighet for sommerjobb i tilkytning til oppgaven

2.6. Hovedoppgave innen PVC-teknologi

Faglærer: Arvid Berge
Veileder: Lars Henriksen, tlf. 92001, e-mail: Lars.Henriksen@chem.sintef.no

Det tilbys sommerjobb ved Norsk Hydro i Porsgrunn i forbindelse med oppgaven. Arbeidet der vil dreie seg om karakterisering av PVC-plastisoler. For mer informasjon, kontakt Lars Henriksen.

2.7. PVC-partikler fremstilt med reaktive emulgatorer

Faglærer: Arvid Berge

Bakgrunn
PVC produseres industrielt med hovedsaklig to metoder: suspensjonspolymerisasjon og emulsjonspolymerisasjon/miniemulsjonspolymerisasjon. Partikler fremstilt ved (mini-) emulsjonspolymerisasjon er i størrelsesområdet 0.1-2µm. Stabilisering av så små partikler skjer oftest ved bruk av ioniske eller ikke-ioniske emulgatorer. Disse emulgatorene er tradisjonelt relativt lavmolekylære. Emulgatoren vil være igjen i det ferdige PVC-materialet, og vil dermed kunne fordampe/migrere fra plasten og til omgivelsene. Ved enkelte bruksområder utgjør dette

et stort problem. I en tid med stadig større miljøkrav til alle typer materialer er det i tillegg et sterkt ønske om å fremstille "renere" materialer. Ved å kovalent binde emulgatoren til polymermaterialet under polymerisasjonsprosessen vil problemer som forårsakes av flyktige emulgatorer fjernes.

PVC-partikler fremstilt ved (mini-)emulsjonspolymerisasjon benyttes i såkalte plastisoler (en dispersjon av PVC-partikler i en mykner), som gelatinerer under oppvarming og danner et materiale i myk PVC. Plastisolteknologien er unik for PVC. Flyktige forbindelser i myk PVC kan føre til dårligere materialegenskapene og er en potensiell forurensningskilde. En sterk miljødebatt rundt myknere og andre flyktige komponenter i myk PVC de seneste årene har ført til stor interesse for å finne nye, ikke-migrerbare systemer.

Oppgavebeskrivelse
Det er utført en hovedoppgave høsten 1999 der ulike reaktive emulgatorer er testet ved polymerisasjon av vinylklorid. Oppgaven har gitt en del positive resultater og det er et stort ønske fra Norsk Hydro om å fortsette dette arbeidet. Arbeidet videre vil dreie seg om ytterligere polymerisasjonsforsøk med vinylklorid og reaktive emulgatorer, analyser av PVC-partikler og uttesting av materialegenskapene til det ferdige PVC-materialet. Det vil også kunne være aktuelt å studere nye myknersystemer i forbindelse med oppgaven. Polymerisasjoner vil foregå ved SINTEF Kjemi, Polymerkjemi i Trondheim (reaksjonskalorimeter). Tillaging av plastisoler og uttesting av materialegenskaper vil foregå i Trondheim og eventuelt også hos Norsk Hydro i Porsgrunn.

2.8. Kopolymerisasjon av styren og akrylater ved kontinuerlig seedpolymerisasjon.

Faglærer: Preben C. Mørk

Fremstilling av store (200-500 : m) monodisperse styrenpartikler (“beads”) er en ny prosess nylig utviklet i samarbeid med Dyno/Sintef. Slike partikler brukes som “råstoff “ av produsenter av EPS (ekspandert polystyren).

Kopolymerer av styren med andre monomerer kan gi andre egenskaper og nye anvendelsesområder. Hensikten med oppgaven er å undersøke effekt av fødehastighet, temperatur og initiatorkonsentrasjon på stabilitet ved kopolymerisasjon med en eller flere akrylater.

2.9. Undersøkelse av effekten av polymer- og prosessparametre på skumming av metallocen polyetylen for rotasjonsstøping

Faglærer: Preben C. Mørk
Veiledere: Kristin Vinje og Erik Andreassen ved SINTEF Materialteknologi
Anne Marie Fatnes ved BOREALIS
Sted: SINTEF Materialteknologi, Oslo og BOREALIS, Stathelle

Beskrivelse: se vedlegg

2.10. Utvikling og undersøkelse av effekten av ikke-halogen holdige flammehemmende systemer for polyetylen i rotasjonsstøping

Faglærer: Preben C. Mørk
Veiledere: Kjetil L. Børve ved BOREALIS
Sted: BOREALIS, 3960 Stathelle

Beskrivelse: se vedlegg

2.11. Undersøkelse av fyllstoffers effekt på mikrostruktur og sluttegenskaper i bimodale vs. unimodale polyetylen kvaliteter

Faglærer: Preben C. Mørk
Veiledere: Hege V. Baann og Ann Kristin Lindahl ved BOREALIS
Sted: BOREALIS, 3960 Stathelle

Beskrivelse: se vedlegg

2.12. Silanforbehandling av aluminium som skal limes

Faglærer: Preben C. Mørk
Veiledere: Kjell Olafsen, tlf 22 06 76 31, e-mail: Kjell.Olafsen@matek.sintef.no
Bernt Brønmo Johnsen, tlf 73 55 05 88, e-mail: Bernt.Johnsen@immtek.ntnu.no
Sted: SINTEF Materialteknologi, Avdeling for Polymerer og Kompositter, Oslo

Sammenføyning av aluminium ved hjelp av liming er et tema som stadig vies mer oppmerksomhet i forskning og i industri. Utviklingen går mot at man etterhvert kan erstatte tradisjonelle sammenføyningsmetoder som lodding og sveising med liming. Det kreves detaljert kunnskap om de reaktive kjemiske gruppene som befinner seg på aluminiumsoverflaten og i limet for å kunne forstå hvordan man kan oppnå best mulig heft under gitte betingelser.

Hensikten med denne oppgaven er å studere hvordan silaner reagerer med aluminiumsoverflaten og limet. Silaner er en type forbindelser som skal kunne danne kovalent binding mellom lim og aluminiumsoverflaten og dermed kunne bidra til økt vedheft. Oppgaven vil bestå av forsøk med forbehandling av aluminium med ulike typer silaner, liming av prøvestykker som eksponeres for ulike miljøer og mekanisk testing av prøvestykkene. Arbeidet vil også bestå av FT-IR analyse av overflaten til silanisert aluminium reagert med modellforbindelser av lim for å få en bedre forståelse av bindingsforhold og stabilitet av binding mellom silan-lim og silan-aluminium.

Oppgaven vil knyttes opp mot et pågående Dr.ing. studium innenfor et prosjekt for Hydro Automotive Structures på liming av bilkonstruksjoner i aluminium.

Vi kan tilby sommerjobb innenfor liming av aluminium. Varigheten av sommerjobben vil være ca. 4 uker i august 2000. Arbeidssted for både sommerjobb og diplomoppgave vil være ved SINTEF i Oslo.

Adresse: SINTEF Materialteknologi, Postboks 124 Blindern, 0314 Oslo

2.13. Nye polymertyper i cellegummi

Faglærer: Preben C. Mørk
Veiledere: Kristin Vinje (tlf 22 06 75 45) e-mail: Kristin.Vinje@matek.sintef.no
Keith Redford (tlf 22 06 77 88) e-mail: Keith.Redford@matek.sintef.no
Sted: SINTEF Materialteknologi, Avdeling for Polymerer og Kompositter, Oslo

Cellegummi er et isolasjonsmateriale basert på syntetisk gummi bestående av en blanding av polyvinylklorid og nitrilgummi, som er særlig godt egnet til kondensisolering. Materialet er luftfylt og har en lukket cellestruktur. Små lukkede celler sikrer god varmeisolasjonsevne samt at fuktinntregning fra omgivelsene hindres/forsinkes.

Denne oppgaven vil bestå i å identifisere alternative polymerer, eventuelt polymerblandinger, som egner seg for produksjon av et tilsvarende materiale. Viktige elementer som vil inngå i oppgaven er vurdering av hvilke polymertyper som egner seg til formålet.

Videre vil det bli lagt vekt på praktisk arbeid i forbindelse med framstilling av laboratorieprøver basert på alternative polymertyper. Framstilling av cellegummi vil bestå i å blande komponenter i en mekanisk valse og eventuelt i en ekstruder. Videre vil det være viktig å identifisere egnede tilsetningsstoffer i forhold til de tekniske krav som stilles til produktet.

Analysemetoder vil være viktig for å vurdere kvaliteten til produktet. For å karakterisere gummien vil man måle reologien til materialet som vil kunne beskrive materialets elastiske og viskoelastiske egenskaper. For å få en skummet polymer må man bruke et blåsemiddel som ekspanderer i et temperaturintervall som passer med polymertype. Analyse av dekomponering av gass vil bli gjort med differensiell scanning kalorimetri (DSC). I tillegg vil ulike fysikalske karakteriseringsteknikker bli benyttet som f.eks. scanning elektronmikroskop (SEM) for studier av morfologi og cellestruktur, målinger av tetthet, oksygenindeks (OI), diffusjonsmålinger og vannabsorbsjon. I forbindelse med oppgaven vil det også bli lagt vekt på å gjennomføre elementanalyser av tilsvarende produkter på markedet.

Oppgaven vil knyttes opp mot et industriprosjekt for Glava AS, Avd. Glavaflex som pågår ved SINTEF Materialteknologi, Avd. for polymerer og kompositter.

Adresse: SINTEF Materialteknologi, Postboks 124 Blindern, 0314 Oslo

2.14. Gjenbruk av fabrikkavfall fra cellegummiproduksjon

Faglærer: Preben C. Mørk
Veiledere: Kristin Vinje (tlf 22 06 75 45) e-mail: Kristin.Vinje@matek.sintef.no
Keith Redford (tlf 22 06 77 88) e-mail: Keith.Redford@matek.sintef.no
Sted: SINTEF Materialteknologi, Avdeling for Polymerer og Kompositter, Oslo

I 1996 ble ca 15,6 millioner tonn ren gummi prosessert til ca 31 millioner tonn gummiartikler på verdensbasis. Generelt sett regner man med at det produseres ca 10 % fabrikkavfall under framstillingsprosessen. Det vil altså si at i løpet av et år produseres det ca 3 millioner tonn produksjonsavfall. I tillegg har man ca 28 millioner tonn brukte gummiartikler å ta hånd om når disse produktene ikke lenger er i bruk.

Glava AS, Avd. Glavaflex produserer cellegummi. Denne prosessen medfører også noe produksjonsavfall, både cellegummi og noe ikke-ekspandert gummiblanding. Dette utgjør en kostnad for bedriften i form av tap av materialer, deriblant kostbare tilsetningsstoffer. I tillegg kommer utgifter til deponering av avfall.

Cellegummi av typen GLAVAFLEX® er et isolasjonsmateriale basert på syntetisk gummi. Materialet er luftfylt og har en lukket cellestruktur. Små lukkede celler sikrer god varmeisolasjonsevne samt at fuktinntregning fra omgivelsene hindres/forsinkes.

Oppgaven vil bestå i å vurdere ut ifra tekniske, kostnadseffektive og miljømessige hensyn hvordan bedriften best kan utnytte avfallet. Vulkanisert gummi består av et tredimensjonalt nettverk av makromolekyler som er vanskelig å prosessere for gjenbruk. Materialet inneholder verdifulle tilsetningsstoffer det kan være lønnsomt å gjenvinne samtidig som noen av komponentene kan bidra til å begrense bruksmuligheter for et eventuelt nytt produkt. Et alternativ kan være å starte produksjon av isolasjonsprodukter med mindre strenge krav til tekniske spesifikasjoner enn det som er tilfellet for cellegummi i dag. Et annet alternativ kan være energigjenvinning. Sist, men ikke minst, kan man vurdere å bruke avfallet som råvare i et helt nytt produkt.

Oppgaven vil knyttes opp mot et industriprosjekt for Glava AS, Avd. Glavaflex som pågår ved SINTEF Materialteknologi, Avd. for polymerer og kompositter.

Adresse: SINTEF Materialteknologi, Postboks 124 Blindern, 0314 Oslo

2.15. Degraderingskinetikk av polyester på aluminium ved TG-MS-analyse

Faglærer Preben C. Mørk
Veileder Stipendiat Anne Kvithyld og Professor Thorvald Abel Engh
Sted Inst. for materialteknologi og elektrokjemi, Bergbygget

Hovedoppgaven vil inngå i ett større tverrfaglig prosjekt innen resirkulering av aluminium. Derfor søkes en student fra Institutt for kjemisk prosessteknologi som ønsker å utføre oppgaven ved Institutt for materialteknologi og elektrokjemi, Bergbygget.

Innen resirkulering av aluminium er det ønskelig å fjerne lakken fra aluminium ved pyrolyse eller oksidasjon før nedsmelting. (Aluminium bør ikke oksideres). Oppgaven vil gå ut på å undersøke degraderingskinetikken til polyesterlakk på aluminium. Det eksperimentelle arbeidet vil foregå i vårt laboratorium med termogravimetrisk/differensiell termisk analyse (TG/DTA) ovn og massespektrometer (MS) i nært samarbeid med dr.ing. student Anne Kvithyld.

2.16. Transporterbarhet av hydrater. Studie av interaksjon mellom hydrat og naturlig tilstedeværende komponenter i råolje

Faglærer: Johan Sjøblom
Veileder: Stipendiat Linn Bergfløtt (tilknyttet Universitetet i Bergen, Kjemisk institutt), E-mail: LINNB@statoil.com
Sted: Statoils forskningssenter ved F&U på Rotvoll, Trondheim

Bakgrunn for oppgaven:

Ved utvinning av olje og gass produseres også vann, noe som leder til bl.a emulsjonsproblemer og dannelse av gasshydrater. Gasshydratpartikler, bestående av vann og lette hydrokarboner, som får vokse fritt eller klumpe seg sammen til større aggregater plugger igjen rørledninger og andre produksjons-installasjoner. Dette utgjør en betydelig sikkerhetsrisiko for personell og utstyr og er assosiert med store økonomiske konsekvenser.

Inhibering av gasshydrater krever tilsetting av store mengder kjemikalier, tradisjonelt metanol og glykoler. Det viser seg at transporterbarheten i systemer der hydrater dannes er sterkt varierende fra felt til felt. En nærmere studie av fundamental karakter er interessant for å kunne få mer kunnskap om likhetene og forkjellene fra system til system med

hensyn på kjemiske komponenter som er naturlig tilstede i råoljen. Disse komponentenes tilstedeværelsese, kjemiske egenskaper og mengde er av betydning for graden av transporterbarhet. Man kan tenke seg at hydrater transporteres i emulsjonsdråper og/eller som slyrry bestående av større eller mindre hydratpartikler.

Bekrivelse av oppgaven:

A. Interaksjon mellom hydrat og
- komponenter fra ulike råoljer: asfalten, resin, blandinger av disse, vokspartikler fra kondensat/råolje
- kommersielle modellmolekyler for asfalten og resin
- kommersielle naftensyrer og voks

B. W/O-emulsjoner (råolje og modellolje) med hydrat i vanndråpene
- Emulsjonsstabiltet, bottletester
- Rheologiegenskaper, endringer som følge av hydratdannelse

Studeres vha.
- Viskositetsmålinger på rheometer
- UV-målinger i adsorbsjonsforsøk
- IR-målinger for bindingsdetektering mellom hydrat og komponenter
- Tensoimetermålinger, karakterisering av grenseflate mellom olje og vann

Krav til kvalifikasjoner/forutsetninger
Generell bakgrunn innen fysikalsk kjemi.
Noe statistikk og kjemometriske metoder som eksperimentell design og multivariat analyse vil benyttes som verktøy for databehandling og forsøksplanlegging.

2.17. Kjemisk-analytisk karakterisering av råoljer

Faglærer: Johan Sjøblom
Veileder: Post doktor Harald Kallevik
Sted: Statoils forskningssenter ved F&U på Rotvoll, Trondheim

Produksjonen av råolje på den Norske kontinentalsokkelen er i stadig forandring. Den viktigste trenden de kommende årene er at de nye feltene som vurderes utbygd er mye mindre enn de som er i drift i dag. Dette setter høye krav til ny kunnskap og teknologi - i og med at lønnsomheten til disse feltene er lavere. I denne sammenheng er kunnskapen om hvordan de kjemiske komponentene i oljesystemet samvirker svært viktig. Disse styrer aggregering/utfellings-mekanismer som i dag gir store problemer både i transporten av fluidene, og i vann/olje-separasjonen. Statoil F&U har de siste årene bygd opp en stor instrumentpark for kjemisk analyse av råoljer. Diplomoppgaven vil inngå i pågående prosjekter for å øke kunnskapen om den kjemiske variasjonen mellom råoljer, og hvordan denne variasjonen innvirker på produksjonen.

Studenten skal karakterisere en del råoljer ved hjelp av et utvalg analytiske målemetoder (se under). Resultatene fra disse analysene skal sammenlignes ved hjelp av multivariate teknikker. Målsetningen for arbeidet er å besvare følgende spørsmål:

1. Hva skiller de forskjellige råoljene?
2. Hva gir hver enkelt analytisk målemetode informasjon om?
3. Kan de trekkes slutninger om produksjonsegenskapene til råoljen på grunnlag av de valgte kjemisk-analytiske målemetodene?

Arbeidet bør også resultere i en validering av de kjemisk-analytiske metodene som benyttes ved Statoil F&U i dag. Oppgaven kan, dersom tiden strekker til, utvides til å omfatte testing av oljens produksjonsegenskaper. Dette gjelder spesielt olje/vann-separasjonsprosessen.

Studenten vil få en bred erfaring innenfor kjemisk analyse av råoljer, erfaring med databehandling, kunnskap om de utfordringer som ligger i fremtidens oljeproduksjon, samt erfaring i å jobbe i et team av forskere og stipendiater ved Statoil F&U.

Kjemiske analysemetoder: Tetthet, viskositet, molekylvekt, overflate/grenseflate-spenning, HPLC (SARA), IR, NIR...

Databehandling: Prinsipalkomponentanalyse

2.18. Innvirkning av polymerisasjonsbetingelser på molekylvektsfordeling til metallocenkatalysert polyeten

Faglærer : Erling Rytter
Veiledere: Jianke Liu og Ingvild Bruaseth
Reservert: Utvalgt søker til sommerjobb

Hovedoppgave og sommerjobb fagområdet polymervitenskap/metallocenkatalyse. Dette er et fagfelt med stor internasjonal aktivitet både innen grunn og anvendt forskning.

Oppgaven til være fokusert på polymerisering av eten ved metallocenkatalyse. Det er ønskelig å undersøke innvirkningen av paramtere som polymerisasjonstid, kokatalysatorkonsentrasjon og monomertrykk på molekylvekt og molekylvektsfordeling til fremstilt polyeten. Aktuelle teknikker for karakterisering av polymerene er GPC, DSC og FTIR.

2.19. Forpolymerisajonsparameteres innvirkning på heterogeniserte single site katalysatorers kinetikk, bærerfragmentering, morfologi og reaktorgroing under polymerisasjon av olefiner

Faglærer : Erling Rytter
Veiledere: Per Roterud, Borealis
Reservert: Utvalgt søker til sommerjobb

2.20. Heterogenisering av metallocenbaserte katalysatorer for polymerisering av olefiner.

Faglærer : Erling Rytter
Veiledere: Hanne Wigum og Matthias Ott
Reservert: Utvalgt søker til sommerjobb

3. PROSESS-SYSTEMTEKNIKK

3.1. Dynamisk simulering i HYSYS PLANT

Faglærer: Terje Hertzberg

Hyprotech som har utviklet HYSYS-simulatoren som brukes i prosjekteringsfaget tilbyr også simulatoren HYSYS PLANT som er mere rigorøs og egnet til dynamisk prosess-simulering. Instituttet har denne simulatoren; det kommer en ny versjon med det første og oppgaven går ut på å prøve ut programmet ved dynamisk simulering av enkelte enhetsoperasjoner og mindre prosessavsnitt.

Eksempler hentes fra metanolprosessen på Tjeldbergodden.

Oppgaven krever interesse for modellering og bruk av dataverktøy.

3.2. Forsøksplanlegging(eksitasjonsmønstre) ved on-line identifisering av prosessmodeller. Oppgave med Borealis.

Faglærer: Terje Hertzberg

Ved on-line identifisering av prosessmodeller er en viktig problemstilling å vite om prosessen er tilstrekkelig eksitert, dvs. utsatt for endringer i manipulerbare variable og forstyrrelser, slik at modellen kan identifiseres. Målsetningen med oppgaven er å finne metoder som sikrer at prosessen er eksitert slik at en oppnår nok informasjon til at modellen kan identifiseres. Det er samtidig viktig å ta hensyn til at prosessen ikke utsettes for uakseptable forstyrrelser som følge av eksitasjonen. Modelltyper som er aktuelle å identifisere er kjemometriske modeller (stasjonære og lineære), samt lineære

og ulineære dynamiske modeller. Dataverktøy som skal benyttes er MATLAB. I tillegg til å diskutere problemstillingene underveis, kan Borealis bidra med data fra reelle prosesser.

Oppgaven krever interesse for forsøksplanlegging/statistikk og prosessdynamikk.

Faglig kontakt ved Borealis: Bjørn Glemmestad

Oppgaven utføres ved NTNU

Det er muligens aktuelt med sommerjobb ved Borealis.

3.3. Estimering av usikkerhet og optimalisering av prosesser i HYSYS basert på metoder fra statistisk forsøksplanlegging.

Faglærer: Terje Hertzberg

De fleste prosess-simulatorer har forskjellige tilbud når det gjelder beregning av følsomhet i resultater og optimalisering av prosessene. Estimering av usikkerhet i resultater som følge av usikkerhet i input-data og parametre i modellene har ingen p.t. Erfaring tyder på at optimaliseringsmetodene er lite effektive, spesielt når modellene er store og beregningsintensive.

Bruk av statistisk forsøksplanlegging til analyse av større datamaskinmodeller er et aktuelt tema innen en rekke fagområder for tiden og oppgaven går ut på å prøve ut metoder for estimering av usikkerhet og optimalisering av større prosessavsnitt som er modellert i HYSYS basert på ”responseflatemetoder”.

Høsten 1999 utførte Olaf Trygve Berglihn en beslektet diplomoppgave hvor han utviklet et program, METASIM, for å lage responseflatemodeller av HYSYS simuleringsmodeller. Dette verktøyet vil bli brukt i denne oppgaven i tillegg til MATLAB.

Eksempler hentes fra tidligere utviklede HYSYS modeller ved instituttet eller fra litteraturen.

Oppgaven krever interesse for simulering, statistisk forsøksplanlegging og optimalisering.

3.4. Modelltilpassing når alle variable er beheftet med feil.

Faglærer: Terje Hertzberg

I vanlig regresjonsanalyse, kurvetilpassing og modell-tilpassing er de fleste metodene

for bestemmelse av parametrene basert på at kun de avhengige variable er beheftet med "feil". I mange situasjoner blir imidlertid alle variable bestemt eksperimentelt og således belagt med målefeil.

Oppgaven går ut på å utvikle et MATLAB-program for parameterestimering i en generell modell hvor alle variable er beheftet med feil. Et litteraturstudie vil gi en oversikt over alternative metoder og noen av disse skal prøves ut på enkle problemer hvor man vil generere ”data” ved simulering fra kjente modeller hvor det legges inn tilfeldig feil i variablene som benyttes til etterfølgende tilpassing. En aktuell metode er basert på "vektet minste kvadrat tilpassing" hvor vektene bestemmes ved vanlig feilpropagering fra de uavhengige variable til de avhengige.

Programmet MODFIT for generell parametertilpassing i ikke-lineære modeller finnes allerede ved instituttet, men antar feil bare i de avhengige variable. MODFIT er konvertert til MATLAB slik at en god del av rutinene herfra kan benyttes i oppgaven.

Interesse for statistikk og numeriske metoder er en fordel.

3.5. Modelltilpassing i systemer av ikke-lineære, ordinære differensial-ligninger.

Faglærer: Terje Hertzberg

Ved parameterestimering i systemer beskrevet av ordinære differensialligninger blir beregningstiden høy hvis man benytter et generelt program for modelltilpassing som f.eks MODFIT. Dette skyldes spesielt tungvindt bestemmelse av Jacobi-matrisen ved pertubasjon av parametrene. Jacobi-matrisen kan imidlertid beregnes med lite ekstra ”kostnader”ved å integrere ”følsomhetsligningene” simultant med modelligningene. Dette ble implementert i et programsystem, COLPAR, av T. Hertzberg i FORTRAN for mange år siden. Her må brukeren i tillegg til å kode høyresiden i

diffligningene også lage en rutine for de deriverte av høyresiden mhp parametrene. I COLPAR blir differensialligningene diskretisert ved ortogonal kollokasjon og integrasjonen gjort simultant over hele "tidshorisonten".

Oppgaven går ut på å lage en moderne utgave av COLPAR i MATLAB hvor blandt annet de deriverte av høyresiden i diffligningene genereres automatisk ved hjelp av Symbolic Toolbox eller Maple

Interesse for matematikk, numerikk og programmering er en fordel.

3.6. Optimalisering av offshore-prosess.

Faglærer: Terje Hertzberg
Reservert: Morten Hammer

Det har de siste årene vært utført en rekke diplomoppgaver innen simulering og optimalisering av offshore-prosessser i samarbeid med Statoils forskningssenter i Trondhheim. Oppgavene har vanligvis vært koplet til en sommerjobb. Statoil ønsker å videreføre dette samarbeid også i år. Oppgaven vil fokusere på optimalisering og vil i hovedsak dreie seg om å optimalisere Provision modell fra C++ program og sammenligne med optimalisering Statoil gjør i intern modell basert på Calsep- (utviklet ved Kemiteknik, DTU) termodynamikk.

Faglig kontakt Statoil: Jørgen Opdal

3.7. Reaktorberegninger i MATLAB basert på "vektede residual-metoder".

Faglærer: Terje Hertzberg
Veileder: dr.ing. Magne Lysberg, SINTEF Kjemi

Vektede residual-metoder benyttes til løsning av partielle differenssialligninger og består av forskjellige underklasser hvor "kollokasjon" og "Galerkin" er de mest kjente. Instituttet har mottatt en MATLAB-toolbox fra University of Maryland med alle basisrutiner for "Weigheted Residual Methods". Oppgaven går ut på å sette seg inn i denne og prøve ut metodene i ved modellering og simulering av "fixed bed" reaktorer. Eksempel vil være en metanol reaktor.

Oppgaven krever interesse for modellering, numeriske metoder og programmering.

3.8. SLUG-regulering ved ABB

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder: Erik Wolff
Sted: ABB
Reservert: utvalgt søker til sommerjobb

3.9. Hovedoppgave ved Nycomed

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder:
Sted: ABB
Reservert: Schmidt

3.10. Regulering av prosesser med resirkulsjon

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder: Marius Govatsmark

Denne typen prosesser er meget vanlig i industrien.

Det er ønskelig å bestemme hvordan slike prosesser skal reguleres både med hensyn til øknomiske og reguleringsmessige kriterie.

3.11. Sammenligning av alternative metoder for satsvis destillasjon

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder: Stathis Skouras

Oppgaven går ut på å beregne tidsforbruket for ulike driftsmetoder som lukket operasjon (med konstant temperatur), konstant sammensetning i toppen, optimail, etc. (skal sammenlignes med arbeider av Hasebe et al. fra Japan)

3.12. Integrerte løsninger for kontinuerlig destillasjon

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder: Hilde Engelien

3.13. Optimalsering og regulering av prosess ved Statoil Mongstad eller generell vurdering av Hysys for dynamisk simulering

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder: Tore Lid

3.14. Stabilisering av ustabile prosesser

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder: Espen Storkaas

3.15. Adaptive Model - Predictive Control of Chemical Processes

Faglærer: Sigurd Skogestad
Veileder: David Clough
Sted: University of Colorado
Reservert: Elvira Bergheim

4. REAKTORTEKNOLOGI

4.1. Modellering og simulering av en trefase boblekolonnereaktor.

Faglærer: Hugo Jakobsen
Veileder: Jørgen Løvland

I denne oppgaven skal vi ta utgangspunkt i et ikke-ideelt kjemisk system, SINTEFs trefasemetanolprosess. Hovedutfordringen er å utlede og implementere nødvendige modelligningene for å beskrive varmetransport og transport av kjemiske komponenter i et ikke-ideelt systemet. Det tas utgangpunkt i to eksisterende programpakker, en som inntil nå bare beskriver strømningsforholdene i reaktoren (CFD) og en annen programpakke som beskriver termodynamikken i systemet.

Oppgaven forutsetter interesse for FORTRAN- programmering.

4.2. Modellering og simulering av en pilotskala gasskaverne.

Faglærer: Hugo Jakobsen
Veileder: Jørgen Løvland

I denne oppgaven skal vi ta utgangspunkt i et ikke-ideelt kjemisk system, naturgass, under fylling, lagring og tømming av en gasskaverne. Hovedutfordringen består i å utlede og implementere nødvendige modell-ligningene for å beskrive

varmetransport og transport av kjemiske komponenter i et ikke-ideelt systemet. Det tas utgangpunkt i de samme programpakkene som nevnt i oppgave 1, en som inntil nå bare beskriver strømningsforholdene i kaverna (CFD) og en annen programpakke som beskriver termodynamikken i systemet.

Simuleringsresultatene skal sammenlignes med måledata av temperatur i en pilotskala kaverne lokalisert på Kårstø. Målingene er utført i et tidligere diplomarbeid.

Oppgaven forutsetter interesse for FORTRAN- programmering.

4.3. Modellering og simulering av gass/væske strømning i et vertikalt rør.

Faglærer: Hugo Jakobsen
Veileder: Lars Hagesæther

I denne oppgaven skal vi simulere et ikke-reaktivt kjemisk system, luft og vann. Det tas utgangpunkt i to eksisterende programpakker, en som beskriver strømningsforholdene i et vertikalt rør (CFD) og en annen som beskriver boblestørrelsesfordelingen i gass/væske strømninger. Utfordringen er å sette sammen disse to programmene slik at vi kan simulere tofasestrømning i 2D. De nødvendige modelligningene vil bli gitt. Oppgaven egner seg meget godt for studenter som ønsker å lære og utføre beregninger på superdatamaskiner.

Oppgaven forutsetter interesse for FORTRAN- programmering.

4.4. Modellering og simulering av fixed bed reaktorer.

Faglærer: Hugo Jakobsen
Veileder: John Morud
Reservert: Håvard Lindberg

I denne oppgaven skal vi ta utgangspunkt i to kjemiske system, produksjon av metanol og syntesegass. De nødvendige modelligningene for å beskrive systemene er allerede implementert i et FORTRAN program. Det tas altså utgangpunkt i en eksisterende programpakke som er utviklet av studenter ved instituttet.

Modellen som er implementert kan karakteriseres som en dynamisk aksiell-dispersjonsmodell. En viktig del av oppgaven vil være å optimalisere de numeriske algoritmene som blir brukt for å løse kjemidelen slik at simuleringene kan utføres i løpet av rimelig tid. Aktuelle matematiske metoder er Rosenbrock og semi-implisitte algoritmer.

Prosjektet forutsetter interesse for FORTRAN- programmering.

4.5. Dynamisk strømningsmodellering av kjemiske reaktorer.

Faglærer: Hugo Jakobsen

I denne oppgaven skal vi ta utgangspunkt i to kjemiske system, et ikke-reaktivt kjemisk system og et reaktivt system, gjerne de samme systemene som skal studeres i oppgave 3-4.

Det er utviklet en programpakke som gir dynamisk beskrivelse av strømningsforholdene i et rør. Vi skal videreføre et program for evaluering av numeriske løsningsalgoritmer til også å omfatte strømningsvariable som trykk og hastigheter (SIMPLE, SOLA, MAC, SMAC), og anvende den komplette modellen på et fysisk system i både 1D og 2D.

Bakgrunnen for oppgaven er ønsket om å øke forståelsen av dynamiske strømningsfenomener i kjemiske reaktorer generelt.

Oppgaven forutsetter interesse for FORTRAN- programmering.

4.6. Evaluering av utvalgte numeriske metoder for konvektiv transport

Faglærer: Hugo Jakobsen
Veileder: Anne Kværnø

Oppgaven går ut på å evaluere utvalgte numeriske metoder for å løse den delen av transportligningene for masse, energi og bevegelsesmengde som beskriver konvektiv transport. Vi skal altså forsøke å kartlegge hvilke av disse utvalgte metodene (både eksplisitte og implisitte) som er best egnet til våre formål. I denne sammenheng kan våre formål være

løsning av strømningsmodeller som beskriver kjemiske reaktorer, værvarsel eller transport av forurensninger i atmosfære og hav.

Dersom interessen for oppgaven skulle være stor, kan flere studenter (2-3) velge oppgaven og arbeide med ulike numeriske metoder og anvendelser innen dette prosjektet. Oppgaven vil også bli foreslått for studenter ved institutt for matematiske fag. Dersom oppgaven blir valgt ved begge instituttene, vil samarbeid være naturlig og ønskelig.

Vi skal ta utgangspunkt i en eksisterende programpakke som er utviklet av studenter ved instituttet.

Oppgaven forutsetter interesse for FORTRAN- programmering og numeriske metoder.

4.7. Dråpetransport og avsetning i en gass-strøm

Faglærer: Hugo Jakobsen
Veileder: seniorforsker Sven Nuland, Institutt for Energiteknikk.
Reservert: Pål Brynildsen

En korrosjonsinhibitor injiseres i en gassledning og transporteres med strømmen mens den gradvis avsettes på rørveggen. Det skal lages en matematisk modell for hvordan tyngde og turbulent diffusjon bestemmer fordeling av dråper over rørtverrsnittet og hvordan dette bestemmer avsetning av dråper og hvor langt dråpene rekker. Det skal tas utgangspunkt i en etablert teori for dråpefordeling, Paras og Karabelas, og standard korrelasjoner for fordeling av turbulente hastighetskomponenter , viskøst grenseskikt etc. i fullt utviklet turbulent rørstrøm.

Til den nummeriske løsningen er det forutsatt brukt standard rutiner fra NAG biblioteket for å løse den partielle differentiallikningen som modellen består i.

Det er også ønsket en litteraturoversikt over dråpegenerering i dyser og hvilke dråpestørrelser som kan påregnes.

Oppgaven forutsetter en to måneders forberedelse i form av en sommerjobb.

Referanser:
Paras, S.V. and Karabelas, A.J. (1991) Droplet entrainment and deposition in horizontal annular flow, Int. J. Multiphase Flow Vol. 17, No 4, pp 455 – 468.

Oppgaver innen fjerning av CO_2 og H_2S

Et av de viktigste problemer man står overfor når det gjelder utvikling av ny og mer energieffektiv teknologi for produksjon av elektrisk kraft fra naturgass, er hvordan forbedre prosessene for fjerning av CO_2 fra eksosgassene eller, hvis man tenker seg et konsept med reformering og hydrogenproduksjon, fra høytrykks prosessgasser. Ved Institutt for kjemisk prosessteknologi har vi gjennom mange år arbeidet med å teste ut nye absorpsjonsvæsker, måle likevekter, kinetikk og fysikalske og termiske egenskaper. I tillegg kommer modellering av absorpsjonsapparatur, slik som konvensjonelle absorpsjonstårn, og ferske konsepter som Kværners ny membranabsorber. Dette arbeidet har vært rettet i hovedsak mot fjerning av H_2S og CO_2 fra naturgass, men i de senere år har lavtrykks-applikasjoner blitt mer aktuelle.

I det følgende er det satt opp en rekke oppgaver innen dette fagområdet. Noen av disse er eksperimentelle, men alltid med innslag av modellering, eller det kan være rene modelleringsoppgaver. Vi benytter stort sett Matlab som programmeringsverktøy, men Fortran er også aktuelt. Dette er angitt.

4.8. Fjerning av CO_2 fra eksosgasser ved absorpsjon i membranmoduler.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Magne Lysberg

Kværner har, i samarbeid med Gore, under utvikling membranmoduler hvor gasser absorberes gjennom en semipermeabel membran inn i et absorpsjonsmedium. Testing av moduler foregår for tiden ved SINTEF Kjemi for eksosgassapplikasjoner, ved Sage-terminalen (en gassterminal) nord for Aberdeen og i et demonstrasjonsanlegg for eksos fra en gassdrevet motor ved gassterminalen på Kårstø.

Ved Instituttet er det utviklet simuleringprogrammer for membranmodulene. Det er ønskelig å videreutvikle disse med tanke på mer effektive matamatiske rutiner og for andre kjemiske absorbsjonsmidler. Man ønsker også å inkludere absorpsjon av H_2S og fordampning av vann i modellen. Programmeringsspråk kan være Fortran eller Matlab.

4.9. Modellering av absorpsjonstårn.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Magne Lysberg

Parallelt med utviklingen av programvare for simulering av membranmoduler utvikler Instituttet også beregningsprogrammer for konvensjonelle tårn. De siste årene har vi utviklet flere simuleringsverktøy for absorpsjon av CO_2 og H_2S i ulike aminløsninger. Beregningene baserer seg stort sett på penetrasjonsmodellen og inkluderer også hydrauliske beregninger for tårnet. Vi ønsker å utvide programmene til å omfatte nye absorpsjonsmedia som forskjellige promoterte MDEA-systemer og andre mindre brukte aminer. Modellene skal utvikles i Matlab.

4.10. Rigorøs modellering av absorpsjonslikevekter.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Jørgen Løvland og Magne Lysberg

Som underlag for beregning av absorpsjonstårn og membranmoduler er det nødvendig å ha gode likevektsmodeller. Høsten 1997 ble det utviklet en rigorøs modell for CO_2-absorpsjon i MDEA-løsninger. Denne ønskes utvidet til promoterte MDEA-systemer og til også å inkludere H_2S. Det kan også være aktuelt å inkludere andre absorpsjons-kjemikalier som feks. MEA. Modelleringen involverer detaljerte termodynamiske beregninger, men et godt underlag foreligger i den tidligere diplom. Programmeringen skal foregå i Matlab.

4.11. Kinetikk for CO_2-absorpsjon i aminløsninger i membranapparatur

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Karls Anders Hoff

Det er bygget opp en helt ny membranbasert apparatur for måling av kinetikk i absorpsjonssystemer. Dette er en del av et Dr. gradsarbeid og apparaturen kjøres igang i disse dager. I høst ønsker vi å teste kinetikk i flere ulike aminsystemer, som enkomponentsystemer og også som aminblandinger. Oppgaven vil gå ut på eksperimentelle målinger i membranapparaturen og bestemmelse av kinetiske konstanter ut fra postulerte mekanismer. Til den siste delen har vi allerede utviklet dataprogrammer som simulerer membranmodulen. Arbeidet her vil derfor gå på innarbeiding av simuleringsprogrammet i en modelltilpasser, som feks Modfit, hvorfra de kinetiske konstantene beregnes.

4.12. Kinetikk for CO_2-absorpsjon i aminløsninger i kuleapparatur

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Karl Anders Hoff

Denne oppgaven er i prinsippet lik den foregående, men det benyttes her en kuleapparatur. Denne apparaturen ble satt istand og testet ut i en diplom høsten 99. Vi ønsker nå å forsette arbeidet med nye aminsystemer.

Til modelleringsarbeidet vil vi starte med membranmodulmodellen, men denne må tilpasses strømningsforholdene over kula.

4.13. Likevekter for CO_2-absorpsjon i aminløsninger.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Olav Erga, Olav Juliussen, og Jana Poplsteinova

Som underlag for simuleringer og også for postulering av mekanismer og tilpassing av kinetiske parametre, er det absolutt nødvendig å ha svært gode likevektsmodeller. Basis for en slik modell er likevektsdata. Vi har tre likevektsapparaturer operative, hver designet for sitt spesielle område i trykk og temperatur. Her vil det være aktuelt å benytte to av apparaturene for studier av likevkter i systemer der vi allerede har noe data, men også i nye systemer. Spesielt interessant vil det kunne være å teste noen av Mitsubishis patenterte amider i blanding med aminer.En viktig del av oppgaven vil bli postulering av mekanismer og modellering av likevektene. Avhengig av om oppgaven på rigorøs modellering blir tatt eller ikke, vil denne oppgaven kunne legge større eller mindre vekt på modellerings-aspektet.

4.14. Kinetisk screening av absorbenter.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Olav Erga og Olav Juliussen

Ved Instittet har vi utviklet en metode for rask screening av absorbenter ut fra et mål på reaksjons-, eller absorpsjonshastighet. Det er tidligere kjørt en del forsøk på ulike aminer. Vi ønsker å utvide med flere aminer, og kanskje også teste amider, som nevnt i forrige oppgave, og uorganske komponenter. Denne oppgaven skal også kombineres med likevektsstudier, hvor de mest lovende absorbentene fra kinetikkstudiene undersøkes likevektsmessig, og modelleres.

4.15. Modellering av strømningsforhold i pakningsmaterialer.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Jana Poplsteinova

For å kunne overføre grunnleggende likevekts-, kinetikk- og transportdata til en modell for en absorpsjonskolonne, må man kunne modellere strømningen i kolonnen med rimelig nøyaktighet. Den mest brukte modellen idag er en stempelstrømsmodell for forflyttning av væske og gass og en filmmodell for masseoverføringen. Vi ønsker å revurdere dette, men uten å gå så langt som til en ren fluiddynamisk(CFD) modell. Her er det mye litteratur tilgjengelig, men den geniale løsningen glimrer ennå med sitt fravær. Dette vil være en oppgave for kreative modellører.

4.16. Absorpsjon og desorpsjon av CO_2 i Selexol under høye trykk.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder:
Sted: Statoil F&U, Trondheim
Reservert

Oppgaver innen reaktormodellering og i samarbeid med Statoil

4.17. Modellering av Fischer-Tropsch prosess i monolittreaktor

Faglærer: Hallvard Svendsen

Monolittkatalysatorer er strukturerte katalysatorer som f.eks benyttes for rensing av bileksos. Slike katalysatorer er også aktuelle for kjemisk industri, f.eks hydrogeneringsreaksjoner.

Oppgaven har som formål å beskrive en Fischer-Tropsch prosess (produksjon av hydrokarboner fra syntesegass) i en reaktor med 2-fase gass/væske flow gjennom en monolittbasert katalysator. Hovedvekten vil ligge på en analyse av forutsetningene for varmetransport i slike systemer. Oppgaven vil bestå i innhenting av relevante data for monolittkatalysatorer og oppbygging og bruk av en simuleringsmodell.

Kontaktperson Statoil: Dag Schanke /Arne Grislingås

4.18. Termisk stabilitet i slurry/gassfase reaktorer.

Faglærer: Hallvard Svendsen

Ved gjennomføring av eksoterme reaksjoner i slurry/gassfase reaktorer vil termisk stabilitet være et viktig design kriterium. Slurryfasen i denne type reaktorer vil ha stor grad av tilbakeblanding, mens gassfasen vil i stor grad følge plug flow. For å kontrollere reaksjonene i denne type reaktor må varme fjernes ved intern eller ekstern varmeveksling. På grunn av slurryens tilbakeblanding vil man kunne få ustabilitet med flere mulige driftstilstander.

I oppgaven skal man ta utgangspunkt i en Fischer -Tropsch syntese og en reaktor med gitt geometri og gitt føding, der det er installert intern varmeveksler som er helt omgitt av slurry. Det skal utarbeides en dynamisk reaktormodell som inkluderer varmevekslerenheten. Modellen skal brukes for å komme fram til prinsipper for bestemmelse av optimalt varmeveksler areal, og optimal kjølemiddel temperatur for å sikre stabil drift av reaktoren. Nødvendige date og øvrig informasjon bli gitt av faglærer i samarbeid med kontaktperson i Statoil.

Kontakt person Statoil: Arne Grislingås.

4.19. Modellering av reaktor for autoterm dehydrogenering av alkaner (ADH)

Faglærer: Hallvard Svendsen

De lette olefinene eten og propen utgjør det desidert viktigste råstoffet for polymerindustrien. Disse olefinene framstilles i hovedsak ved steam cracking av lette alkaner (NGL og nafta). En alternativ prosess for å lage olefiner er ved direkte dehydrogenering av etan og propan, og det eksisterer kommersiell prosesser for dette. Det er katalytiske prosesser som går ved relativt høy temperatur og lavt trykk. Dehydrogenering er en sterkt andoterm prosess, og utfordringen ved disse prosessene er å bringe varme in til reaksjonssonen. I de fleste av de eksisterende prosessene skjer dette ved å tilføre varme gjennom reaktorveggen, eller ved å varme opp katalysatoren eksternt eller internt i reaktoren.

En alternativ måte å gjøre dette på er gjennomføre eksotermer forbrenningsreaksjoner inne i reaktoren, parallelt med dehydrogeneringsreaksjonene. På denne måten er det mulig å operere reaktorene termisk nøytralt. Det er kjent at ved å tilføre oksygen og forbrenne halvparten av hydrogenet som dannes ved dehydrogeneringen vil man oppnå den ønskede termiske nøytralitet.

Oppgaven går ut på å modellere en ADH reaktor. Man skal ta utgangspunkt i en fixed bed reaktor eller en fluidized bed. Oksygen skal tilføres på ulike nivåer for å sikre en mest mulig jevn temperatur i katalysatormasse. Nødvendig reaktor valg og data vil bli gitt.

Kontaktperson Statoil: Arne Grislingås

4.20. Modellering av trickle bed reaktor for avsvovling av oljefraksjoner.

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Thor Mejdell, SINTEF Kjemi

Kravet til lavt svovel innhold i drivstoffer som bensin og diesel gjør at mer svovel må fjernes fra drvstoffkomponentene i raffineriene. Tradisjonelt gjennomføres disse avsvovlingsprosessene i raffineriene ved hydrogenbehandling av oljefraksjonen under høyt trykk og temperatur i trikkel bed reaktorer. Den varme oljen fødes på toppen av katalusatorskiktet sammen med hydrogengass, og de ulike svovelkomponentene reagerer katalytisk med hydrogen der svovel frigjøres som hydrogen sulfid. De ulike svovelkomponentene har ulik reaktivitet, og omsetningsgraden vil variere for de enkelte komponentklassene. Med krav om lavt svovelinnhold i produktet ut fra reaktoren, må omsetningsgraden av svovelkomponentene være høyere enn det man normalt har i dag, og det å ha kontroll med dispersjonen i væskefasen blir viktigere.

Oppgaven går ut på å etablere en endimensjonal dispersjonsmodell for en trikkel bed reaktor for avsvovling av oljefraksjon. Det skal gjøres en grundig analyse av den fysikalske årsak til væske-dispersjon, og med bakgrunn i denne, framskaffe kvantitative verdier for dispersjonskoeffisientene. Det skal videre gjennomføres simuleringer med bakgrunn i kjent kinetikk, for å bestemme omsetningsgrad som funksjon av reaktorhøyde og øverige driftsbetingelser. Nødvendig data blir oppgitt.

Kontaktperson Statoil: Arne Grislingås / Kjell Moljord.

4.21. Reaktor "Toolbox"

Faglærer: Hallvard Svendsen
Veileder: Magne Lysberg, SINTEF Kjemi

Vi ønsker å etablere en "verktøykasse" av reaktormodeller og tilhørende rutiner for beregning av fysikalske-, termodynamiske- og transportdata. Dette vil forenkle arbeidet med nye reaktormodeller og bruken av dem på nye systemer.

Verktøykassen vil bestå av små enkeltmoduler som gjør bestemte oppgaver, feks beregner viskositet, dispersjonskoeffisient el.. Disse må være standardiserte i grensesnitt og struktur slik at de lett kan benyttes i nye sammenhenger. Vi vil starte med enkle allerede eksisterende reaktormodeller og hovedoppgaven vil ligge på å få til en mest mulig funksjonell dataflyt i programmet. Programspråk vil være Matlab og den som tar oppgaven bør ha interesse for data og datastrukturer.

5. SEPARASJONS- OG RENSETEKNIKK

5.1. Absorpsjon av svoveldioksid.

Faglærer: Prof. em. Olav Erga
Veileder: seniorforsker Olav Juliussen, SINTEF Kjemi

Forsurning forårsaket av SO_2-holdige avgasser er et stort problem i mange geografiske områder. For eksempel meldes det at kineserne nå starter et gassrenseprogram rettet mot SO_2-utslipp med kostnadsramme på 50 milliarder US dollar.

Instituttet har i en årrekke deltatt aktivt med utvikling av regenerative SO_2-prosesser. Et resultat av denne virksomheten er Elsorb-prosessen som er innstallert på Esso-Slagen raffineriet. Elsorb-prosessen viser seg å ha mange gunstige egenskaper, sett i forhold til konkurrerende prosesser, f.eks. er den basert på bruk av fosfatbuffer, som er kjemisk stabil.

Oppgaven går primært ut på en videre kartlegging av gass-væske likevekten for SO_2-buffersystemet. Spesielt gjelder dette det meget lave partialtrykkområdet under ca.200-500 ppmv, hvor tidligere målinger ikke gir tilfredsstillende dekning. For dette har vi nå tilgjengelig et nytt instrument for nøyaktig gassanalyse, mens væskeanalysen skjer ved den enkle og meget nøyaktige jodometriske metode. Måleresultatene skal så benyttes til modellering av likevekten, og da med støtte i tidligere utførte målinger for høyere partialtrykk. Apparatur og forsøksteknikk er veletablerte.

Det kan bli aktuelt også å utføre pilotforsøk med Elsorbbufferen i eksisterende absorpsjonskolonne.

5.2. Masseoverføring av vann fra væske til gass

Faglærer: Jørgen Løvland
Veileder: Professor Volker Köckritz og stipendiat Kathrin Kadner, TU Bergakadademie Freiberg
Hugo Jakobsen
Sted: TU Bergakadademie Freiberg

Oppgaven skal utføres ved TU Bergakadademie Freiberg, som ligger litt vest for Dresden. Arbeidet er eksperimentelt, og utføres på ferdig bygget apparatur. Diplomen er en del av et lengre prosjekt for å bestemme vanninnhold i naturgass som lagres i store saltkaverner. Det har vært studenter før under dette prosjektet som har vært i Freiberg, og alle har vært meget godt fornøyd med oppholdet. Vi har en tysk student fra Freiberg som tar diplom her nå, og som kan konsulteres om forholdene der.

5.3. Beregning av superkritiske CO_2-systemer

Faglærer: Jørgen Løvland
Veileder: Stipendiat Lucie Kudelkova

Som del av et doktorgradsarbeid er det utviklet bedre modeller basert på kubisk tilstandsligning for å beregne superkritiske systemer, hvor det legges vekt på å beregne kritisk kurve for forskjellige sammensetninger. En viktig del av modellforbedringen er at såkalt cross-over er innført, som betyr en kombinasjon av klassisk tilstandsligning og den spesielle ligning som gjelder nær kritisk punkt. Ligningene er hittil kun testet på vann-hydrokarbon systemer, som er temaet for doktorstudiet. Det er imidlertid av interesse både akademisk og kommersielt å se hvordan vi kan beskrive CO_2-hydrokarbon systemer. Programmene er ferdige, men det kan tenkes at modifikasjon kan bli nødvendig. Data må finnes i litteraturen, hvilket ikke er problematisk. Rapporten må skrives på engelsk.

5.4. Kompresjon og ekspansjon ved direkte integrasjon

Faglærer: Jørgen Løvland

Oppgaven er en fortsettelse av tre tidligere diplomer. Vi ønsker å beregne kompresjon og ekpansjon i henh.vis kompressor og turboekspander ved bruk av polytropisk punktvirkningsgrad og integrasjon. Det som ønskes oppnådd i år er

1. fullføre beregning av ekspansjon hvor vi kan få væskedannelse
2. benytte en meget nøyaktig tilstandsligning (fra programmet Allprops) ved kompresjonsberegning.
3. benytte eksperimentelle data fra kompresjon av naturgass og se hvor godt polytrop kompresjon med konstant virkningsgrad beskriver virkelig kompresjon.

5.5. Undervisningsprogram i termodynamikk

Faglærer: Jørgen Løvland

Det ble sist høst laget et undervisningsprogram om SRK tilstandsligning for rene stoff basert på Matlab og de muligheter for Windows-lignende grensesnitt som finnes der. Det er ønskelig å videreføre dette til blandinger, særlig for å illustrere Gibbs energi og valg av røtter. Selve teorien går ikke utover pensum i Anvendt termodynamikk, men en må tenke gjennom hvordan poengene skal illustreres og hvordan programmet da må lages.

5.6. Termodynamisk beskrivelse av forgrenede alkaner

Faglærer: Jørgen Løvland
Veileder: Postdoc. Pål Hemmingsen

Vi ønsker å benytte data som finnes for forgrenede alkaner til å få en beskrivelse for flest mulig forgrenede alkaner med tanke på diverse anvendelser. Først og fremst gjelder det å benytte damptrykk-data samt PvT-data i ligning for damptrykk og i kubiske tilstandsligninger utviklet ved instituttet. Ligningene er ferdig programmert, og noen data er funnet. Arbeidet vil derfor bli å finne data, tilpasse diverse parametre i ligninger til data, samt teste ved endel likevektsberegninger. Videre er det et mål å kunne uttrykke parametre som funksjon av karbonnummer for beslektede forbindelser. Vi har allerede slike uttrykk for n-alkaner, som vil være en basis og en grenseverdi for de forgrenede alkanene.

5.7. Konsentrasjonspolarisasjon i membranspareringsprosesser.

Faglærer: Norvald Nesse
Veileder: Edvard Sivertsen

Ved revers osmose og nanofiltrering vil man få en høyere konsentrasjon av det løste stoffet ved membranen enn det man har i hovedmassen av væska. Dette fenomenet, som kalles konsentrasjonspolarisasjon, gjør at den observerte retensjonen og de drivende kreftene i separasjonsprosessen ikke samsvarer med det som kan beregnes fra data om føding og permeat.

Konsentrasjonspolarisasjonen er godt behandlet teoretisk, men det er ikke beskrevet eksperimentelle undersøkelser av fenomenet.

Høsten 1999 bygget diplomstudent Vetle Misje en apparatur for å måle konsentrasjonene i væskesjiktet helt inntil membranen. Metoden er helt ny og går ut på å skru en meget tynn sonde, et kapillarrør, helt inn til membranen for å ta ut prøver i forskjellig avstand fra denne. Posisjonen kontrolleres ved hjelp av en mikrometerskrue med en nøyaktighet på 1/100 mm.

Oppgaven vil omfatte noe mer kalibrering og innkjøring av denne apparaturen. Videre ønsker man å kjøre et eksperimentelt arbeid innenfor separasjon av ioner i saltløsninger for å se nærmere på forholdet mellom klor og sulfationer nær membranen. Analysemetoder er etablert.

Arbeidet inngår som en del av et større prosjekt og forsøksopplegget utarbeides i samarbeid med veilederne.

5.8. Karakterisering av membraner. Bestemmelse av fuktingsegenskaper.

Faglærer: Norvald Nesse

Ved membranfiltrering vil alltid fluksen avta med tiden fordi porene i membranen blir tilstoppet og overflaten tilskitnet. Det er imidlertid kjent at membranens hydrofile/hydrofobe egenskaper kan ha stor betydning for hvor fort dette skjer. Membraner som har liten tendens til fouling er svært interessante i industriell sammenheng.

Vanligvis blir hydrofilitet bestemt ved måling av kontaktvinkelen mellom membranoverflaten og en vanndråpe som enten henger under eller ligger på overflaten. Målemetoden gir ofte sprikende resultater selv om membranene er framstilt av det samme materialet. Dette kan skyldes ulik overflateporøsitet på de ulike membranene. Porene i overflaten er i utgangspunktet gassfylte og derved hydrofobe, og dette kan påvirke den målte kontaktvinkelen.

Hydrofiliteten er et mål for hvor lett vann bindes til materialet. Dette er en egenskap som er knyttet til forekomst og antall av hydrofile grupper (særlig OH-grupper) i overflaten. Ved tørking av hygroskopiske materialer har man også problemer med at vann bindes til hydrofile grupper i materialet. Et hjelpemiddel for å bestemme tørkeegenskapane til slike materialer er å bestemme *vannaktiviteten* i materialet. Dette gjøres ved å måle vanndamptrykket eller likevektsfuktigheten over materialet ved forskjellige vanninnhold.

I denne oppgaven vil man undersøke om teknikken med måling av vannaktiviteten i en fuktet membran kan anvendes som et mål for hydrofiliteten av mikro- og ultrafiltreringsmembraner.

Vi har erfaring med måling av vannaktiviteten for andre materialer. Eksperimentelt er dette relativt enkelt, og flere etablerte metoder kan benyttes.

Det vil være aktuelt å foreta målinger både av kontaktvinkel og vannaktivitet for å sammenligne resultatene.

5.9. Saltfjerning fra limvann.

Faglærer: Norvald Nesse

Limvann er betegnelsen på den vannfasen man får under opparbeidelse av fiskeråstoff til fiskemel og -olje. Limvann inneholder i hovedsak løste og dispergerte proteiner og proteinfragmenter samt en del salt. Vanligvis opparbeides limvannet til fiskemel ved først å fjerne fett, deretter inndamping til 40-45 % tørrstoff hvoretter konsentratet blandes med fuktig presskake og tørkes sammen med denne. Men det er også interesse for å opparbeide limvannet til mer verdifulle produkter. Til visse formål vil imidlertid saltmengden i limvannet være for høy, og man ønsker derfor å undersøke muligheter for å fjerne en del salt før videre opparbeiding.

Ultrafiltrering med en passende membran vil kunne slippe gjennom salt sammen med vann i permeatet mens proteiner og andre større molekyler holdes tilbake. Avsaltingen blir da proporsjonal med den væskemengden som taes ut som permeat. Om ønskelig kan man ta ut mer salt ved å fortynne retentatet med vann og fortsette filtreringen. (Diafiltrering)

En annen mulig teknikk er *elektrodialyse*. Dette er en membranseparasjon der det anvendes ionebyttermembraner med et elektrisk spenningsfelt over membranene som drivende kraft.. Vannfjerningen er her minimal, det er stort sett bare ionene som fjernes selektivt fra løsningen.

Oppgaven omfatter en teoretisk og eksperimentell studie av de to teknikkene for saltreduksjon, og utføres i samarbeid med SSF (Sildolje- og sildemelsindustriens forskningsinstitutt) som ligger nær Bergen. Apparatur til begge metodene er tilgjengelig her på instituttet..

5.10. Ultrafiltrering av stivelsesløsninger

Faglærer: Norvald Nesse
Veileder: Berhanu A.Demessie

Ved ultrafiltrering av vannløsninger med delvis nedbrutt stivelse er tetting av membranen (”fouling”) et betydelig problem. Litteraturen forteller lite om hva som er gjort for å kontrollere dette problemet.

En av mekanismene ved tetting er adsorpsjon av stivelse til membranoverflaten og i porene. Adsorpsjonen skylder tiltrekning mellom overflateladninger på membranen og ladede grupper på stivelsen, hydrogenbindinger og noen andre krefter. Bindingsstyrken vil kunne påvirkes av miljøfaktorer som pH, konsentrasjon, ionestyrke , temperatur og membranmateriale.

Oppgaven vil gå ut på å undersøke virkningen av de enkelte faktorene på adsorpsjon av stivelse på membraner slik at man kan bli i stand til bedre å velge membraner og driftsbetingelser for slike separasjoner.

Apparatur, eksperimentelle metoder og analysemetoder er stort sett etablert. Resultatene vil kunne inngå i et større arbeid.

Nærmere opplysninger hos faglærer eller medveileder, Berhanu A.Demessie

I forbindelse med utvikling av en helt ny prosess for produksjon av fiskefôr tilbys to oppgaver i samarbeid med SILFAS (som er Europas største produsent av fiskemel, med fem fabrikker i området Egersund til Møre). Prinsippet for prosessen, som er patentsøkt, er emulgering av fett direkte i en fiskefarse som deretter tørkes. Begge oppgavene byr på spennende utfordringer innen prosess-/produktutvikling i en næring som er sterk vekst:

5.11. Stabilitet og struktur av emulgert fiskemasse.

Faglærer: Norvald Nesse

Oppgaven går ut på å undersøke stabiliteten av en fiskemasse/fett emulsjon som funksjon av mekanisk bearbeiding, fettnivå og eventuell tilsats av emulgator.

Mekanisk bearbeiding kan styres ved behandlingstid i en hurtigmikser, fettnivået varieres i området 30-60% (basert på totalt tørrstoff). Prøver med og uten emulgator kan sammenlignes under ellers like betingelser.

For analyse av stabiliteten finnes flere muligheter, deriblant å bruke en sentrifuge. Det vil også være aktuelt å studere strukturen av den bearbeidede massen, for eksempel ved bruk av mikroskop.

Om nødvendig kan fettanalyser foretaes ved eksterne laboratorier.

Det antas at denne oppgaven kan utføres i Trondheim.

5.12. Tørking av emulgert fiskemasse.

Faglærer: Norvald Nesse
Sted: NTNU og SILFAS Horsøy på Askøy utenfor Bergen

Fiskemasseemulsjon med ca 65 % vann (våt vekt) skal tørkes, i første omgang ned til ca 20% vanninnhold.

Man planlegger å bruke en liten satsvis "pilot plant"-tørke av tallerkentypen (Rotadisc, Stord International) med kapasitet på 4-5 kg /time til de litt større forsøkene, men det kan også være aktuelt å undersøke tørking av mindre prøver for å fastlegge tørkeforløpet for materialet. Instituttet har en tørketunnel som kan egne seg godt til dette formålet.

Pilotforsøkene bør antagelig utføres ved en igangværende fabrikk der det er mulig å skaffe ferskt råstoff av den aktuelle typen. Et alternativ kan være å legge denne delen av oppgaven til SILFAS Horsøy på Askøy utenfor Bergen.

5.13. Fellingsreaktor for alginat.

Faglærer: Norvald Nesse
Reservert: Terje Staveland.

Oppgaver innen industriell krystallisasjon

Samtlige oppgaver har tilknytning til industrielle problemstillinger. Noen er direkte foreslått fra interesserte bedrifter, som i flere tilfelle vil kunne tilby sommerjobb. Noen av oppgavene vil etter nærmere avtale utføres ved bedriftenes produksjonsanlegg. Det kan da påregnes tilbud om bolig og reisekompensasjon.

Industriell krystallisasjon er et aktuelt tema som hører inn under instituttets forskningsområde innen separasjonsteknikk. De to første oppgavene er knyttet til Nycomed Amershams produksjonslinjer. Dr.philos Didrik Malthe-Sørenssen, som har sin hovedstilling ved Nycomed Imaging, Lindesnes fabrikker, er nylig tilsatt som professor II ved vårt institutt, med spesialområde Industriell krystallisasjon. Han vil ha regelmessige opphold i Trondheim og være faglærer for de to første oppgavene.

5.14. Optimalisering av krystallisajon for et mellomprodukt ved produksjon av et kontrastmiddel

Faglærer: Didrik Malthe-Sørensen

Krystallisasjon ved NYCOMED IMAGING AS Lindesnes Fabrikker.

Lindesnes fabrikker bruker i stort omfang krystallisasjon som en kjemiteknisk enhetsoperasjon til separasjon og rensing av produkter fra vandige og løsningsmiddelholdige løsninger. En ønsker både bedre grunnleggende forståelse og en kontinuerlig forbedring av disse prosessene.

Tema for oppgaven:
Utvikling av en forbedret batch krystallisasjonsprosess for et av produktene ved Lindesnes fabrikker.

Prosess:
I utgangspunktet er produktet løst i vann.
Etter konsentrering tilsettes et organisk løsningsmiddel.
Vanninnholdet reduseres ved azeotropisk avdestillering.
Etter poding feller produktet ut som krystallinsk stoff mens det meste av forurensningene blir igjen i løsningen.

Mål for utviklingen og optimaliseringen:
Redusere volumet av organisk løsningsmiddel under krystalliseringen.
Forutsetninger:

- Opprettholde krystallkvalitet
- Rense-effekten må opprettholdes.
- Utbyttet må ikke reduseres, helst forbedres.
- Raskere prosess

Forberedelser og gjennomføring av oppgaven:
Det tilbys sommerjobb ved fabrikken på Lindesnes. Sommerjobben vil gi en god innføring i problemstilling, laboratorieutstyr og eksperimentelle metoder. Dette vil være til stor hjelp for å komme raskt i gang med diplomoppgaven.

Den eksperimentelle delen av diplomarbeidet utføres ved NTNU i Trondheim. Det vil være aktuelt å utføre krystallisasjonsforsøk i lab.skala. En kontaktperson fra NYCOMED vil være tilgjengelig for spørsmål og gode råd underveis.

For mer informasjon:
Prof. Gunnar Thorsen ved Inst. for Kjemiteknikk. eller
Nycomed Imaging AS, Lindesnes Fabrikker Tlf. 38 25 81 00. Spør etter Dick Malthe-Sørenssen eller Kristin Rypestøl

5.15. Krystallisering av chelatorer for distribusjon av radiofarmaka : separasjon av diastereoisomerer.

Faglærer: Didrik Malthe-Sørensen

Nycomed Imaging AS, et selskap innenfor Nycomed Amersham konsernet, er et av verdens ledende selskap innen medisinsk billed-diagnostiske preparater. Flere radiofarmasøytika og produkter for *magnetic resonance imaging* er basert på chelater, dvs. komplekser av forskjellige metaller. Egenskaper av komplekser er avhengige av både kjemisk og stereokjemisk struktur av organisk ligand som komplekseres med metallioner.

Et av våre ligander syntetiseres som blanding av *diastereoisomerer*, som så skilles fra hverandre ved hjelp av krystallisering til rene komponenter i flere trinn.

Det skal skaffes en bedre forståelse av separasjonsprosessen ved å kartlegge løselighetsforhold, metastabilitet av overmettede løsninger og dynamikk av krystallisering i stereoisomer blandinger mhp. produktrenhet.

Oppgaven skal gjennomføres ved Institutt for kjemisk prosessteknologi, NTNU, i Trondheim, men det er ønskelig å starte arbeidet med et kortere opphold ved Nycomed Imaging i Oslo.

5.16. Krystallisering / felling av nikkelhydroksyd fra klorid-basert nikkelelektrolytt

Faglærer: Gunnar Thorsen
Sted: Falconbridge Nikkelverk / NTNU

Falconbridge Nikkelverk AS produserer metallene nikkel og kobolt elektrolyttisk. Produksjonsprosessene er hydrometallurgiske, og både nikkel- og koboltklorid elektrolyttene opparbeides og renses gjennom en rekke lute- og felleprosesser. Mange av fellemetodene er basert på selektiv hydrolyse og utfelling av metallhydroksyd/oksyder av forurensende elementer (metaller) som skal fjernes fra de respektive elektrolyttene. For pH-kontroll av prosessene anvendes i dag nikkelkarbonat som er produsert ved fabrikken i egen prosess.

For tiden pågår en studie for raffinering av nye råstoff, og i den forbindelse vurderes nikkelhydroksyd som alternativt nøytraliseringsmiddel i renseprosessene. Oppgaven vil bestå i en eksperimentell studie av reaksjonssystemet for å få kartlagt forskjellige parametres innvirkning på separasjonsfaktorer (selektivitet mot jordalkalimetaller, primært Mg) og produkt egenskaper som væske-faststoff separasjons egenskaper og reaktivitet.

Oppgaven kan ha som formål:

1. Gjennomføre felle/krystalliseringsprosessen eksperimentelt i laboratorieutstyr for å studere den kjemiske separasjonen mellom Ni og jordalkalimetaller (som for eksempel magnesium) som er tilstede i elektrolytten, og dens påvirkning av type utstyr og konfigurering samt driftsparametre som temperatur, oppholdstid, pH etc. Metallografisk karakterisering kan også være aktuelt.

2. Karakterisere produktets væske-faststoff separasjonsegenskaper ved de ulike driftsparametre, så som settle-, filtrerings- og avvanningsegenskaper

5.17. Væske-væske ekstraksjon av zink fra nikkelklorid elektrolytt

Faglærer: Gunnar Thorsen
Sted: Falconbridge Nikkelverk

I tillegg til felleprosessene nevnt ovenfor har fabrikken også innstallert væske-væske ekstraksjonsprosesser hvor flytende ionebyttere anvendes i separasjonsprosessen.

For tiden pågår en studie for raffinering av nye råstoff, og i den forbindelse skal væske-væske ekstraksjon som separasjonsmetode for å fjerne zink fra nikkelelektrolytt evalueres. Oppgaven vil bestå i å gjennomføre en studie av den kjemiske likevektsfordelingen for zink, fordelt mellom nikkelelektrolytt og en organisk løsning bestående av en blanding av ekstraksjonsmiddelet (aktiv reagens) og et fortynningsmiddel (reduserer viskositeten). Det vil være aktuellt å teste ulike kommersielt anvendte ekstraksjonsmidler fra ulike leverandører i dette studiet.

Oppgaven kan ha som formål:

1. Studere ekstraksjonsprosessen i enkelt laboratorieutstyr for å finne de kjemiske fordelingslikevektene for zinkg andre metallioner tilstede i elektrolytten (jern, kobolt og nikkel), og deres avhengighet av parametre som konsentrasjoner i løsning, temperatur og pH. Også den fysiske adskillelsen av de to flytende fasene ved gravimetrisk separasjon skal karakteriseres.
2. For ett (eller et fåtall) ekstraksjonsmiddel skal en enkel, eksperimentell simulering av en komplett ekstraksjonsprosess gjennomføres

For de oppgavene som blir gjennomført ved fabrikkens forskningslaboratorium, tilbys sommerjobb i produksjonen.

Hvis det er sterk interesse for oppgaver med tilknytning til Falconbridge Nikkelverk, vil også den følgende oppgave kunne diskuteres :

5.18. Krystallisering / felling av nikkelkarbonat fra klorid-basert nikkelelektrolytt

Faglærer: Gunnar Thorsen
Sted: Falconbridge Nikkelverk

For pH-kontroll av prosessene anvendes nikkelkarbonat ($NiCO_3$), alternativt koboltkarbonat ($CoCO_3$) i Ni- eller Co-elektrolytt respektive, som er produsert ved fabrikken i egne prosesser. Produksjon av $CoCO_3$ eller $NiCO_3$ for salg har også vært vurdert.

Tilsvarende anvendelse av $NiCO_3$ og $CoCO_3$ finnes også i mange andre raffinerier for Ni og Co.

Selv om $NiCO_3$ ($CoCO_3$) har en bred anvendelse , primært som nøytralisasjonsmiddel, finnes det relativt lite offentlig tilgjengelige publikasjoner på fundamentale studier av disse kjemikaliene.

I denne oppgaven er det av interesse å få studert reaksjonssystemet med krystallisering eller felling av nikkelkarbonat for å bedre forståelsen av ulike parametres innvirkning på produktkvaliteten. Fødeløsning kan være Ni-elektrolytt fra Falconbridge Nikkelverk, og karbonat kan doseres enten som oppløst eller partikulær soda (Na_2CO_3) materiale.

Oppgaven kan ha som formål:

1. Studere krystalliseringsprosessen i laboratorieutstyr for å kvantifisere produktet (metallografisk - XRD/SEM, krystallsammensetning, partikkelstørrelse, samt renhet. innenfor variasjons for ulike parametre (pH, temperatur, reaksjonstid og doseringsmåte). Også settle- og filtreringsegenskaper kan kvantifiseres.
2. Demonstrere produksjon av nikkelkarbonat innenfor definert parameterområde i kontinuerlig apparatur (røreverksreaktorer, en eller to i serie)

5.19. Kjølekrystallisasjon av HMX i aceton

Faglærer: Gunnar Thorsen
Sted: Dyno Industrier, Sætre i Asker

Dyno Industrier er sterkt interessert i å knytte til seg en diplomkandidat som vil utføre sin oppgave ved produksjonsanlegget ved Sætre i Asker.

HMX er et høyeksplosiv som produseres industrielt av Dyno Industrier, Forsvarsprodukter, i Sætre på Hurumlandet. Sprengstoffet er krystallinsk med et smelte- og dekomponeringspunkt ved ca. 280 ^{o}C. HMX kan opptre i fire forskjellige polymorfer hvorav β-modifikasjonen er den mest stabile. I industriell skala omkrystalliseres HMX enten i aceton eller cycloheksanon. En rekke andre løsemidler er kjent og delvis også i bruk, for eksempel γ- butyrolakton. Egenskaper som form og flyt er tildels sterkt avhengig av løsemidlet. Aceton er i så måte det mest foretrukne. Ulempen med aceton er at det har en relativt moderat løselighet og lavt kokepunkt (56 ^{o}C). Omkrystallisering ved fordampning av løsemiddel blir benyttet industrielt. Til tross for at aceton har lavt kokepunkt, vil krystallisasjon ved kjøling kunne være interessant i en del tilfelle. Vi tenkte oss derfor en diplomoppgave der kjølekrystallisasjon studeres.

Det vil være interessant å vurdere utbytter i ulike temperaturintervaller mellom 56 ^{o}C og 0 ^{o}C. Videre vil det være interessant å vurdere virkningen av ulike kjøleprofiler. Stabilitet og følsomhet ved krystallene vil være naturlige responsfaktorer i tillegg til måling av størrelser og størrelsesfordelinger. Vi ser for oss forsøk i 10 liter skala, eventuelt enkelte forsøk i 100 liter skala. Oppgaven vil i sin helhet måtte gjennomføres lokalt ved Dynos fabrikkanlegg. Kandidaten vil få hjelp til karakterisering av krystallene, og vi kan tilby gotd assistanse både med tanke på faglig veiledning og utstyrsproblematikk. Diplomkandidaten vil få et gunstig boligtilbud og få dekket reiseutgifter for nødvendige besøk til NTNU-Trondheim i løpet av den fastsatte arbeidsperioden. Vi vil trolig også kunne tilby sommerjobb slik at kandidaten på forhånd kan gjøre seg kjent med arbeidskolleger, rutiner og utstyr.

5.20. Felling av zinksalter fra organiske løsninger

Faglærer: Gunnar Thorsen

Zinkoksid reagerer med organiske syrer under dannelse av zinkforbindelser av varierende kompleksitet. En forenklet fremstilling vil være en syre-base reaksjon mellom zinkoksid og en organisk syre HR:

$$ZnO + 2HR \quad ZnR_2 \qquad (1)$$

Den organiske Zn-forbindelsen kan reagere videre med en uorganisk syre, f.eks. svovelsyre, og gi zinksulfat som produkt:

$$ZnR_2 + H_2SO_4 \quad ZnSO_4 + 2HR \qquad (2)$$

Dersom reaksjon (1) er gjennomføret med den organiske syren oppløst i et organisk løsningsmiddel som ikke er vannløselig (f.eks.parafin), vil reaksjon (2) kunne gå ved kontakt mellom den organiske fasen og en vandig fase med svovelsyre. Blandingen vil danne et flytende to-fase system. Zinksulfat vil ende opp i den vandige fasen og HR regenereres i den organiske fasen.

Problemstillingen ovenfor er knyttet til bruk av flytende kationebyttere (HR), som vil kunne lades opp med zink (reaksjon 1) for deretter å bli strippet for zink (reaksjon 2) ved ionebyttingen mellom Zn^{++} og H^{+} .

Strippingen av zink vil kunne foregå med en rekke rekke vannløselige syrer som saltsyre, salpetersyre, eddiksyre etc. Produktet vil derved kunne variere mellom de korresponderende zinksalter.

Oppgaven går ut på å studere betingelsene for strippereaksjonen (2) og å fremstille zinksalter på laboratoriet under næremere definerte betingelser.

5.21. Utlutning av zink fra stålstøv

Faglærer: Gunnar Thorsen

Under gjenvinning og gjenbruk av stålplater benyttes i stor utstrekning elektriske smelteovner. Som råstoff og skrapmateriale foreligger en stor andel av galvaniserte stålprofiler som under smelteprosessen vil avgi zinkdamper. Zinken kondenseres og samles opp sammen med stålstøv. Zinken i støvet kan løses opp (utlutes) med kjemisk aktive løsningsmidler, bestående av både organiske og uorganiske komponenter.

Oppgaven går ut på å gjennomføre praktiske laboratorieforsøk for å studere effektiviteten i utlutningsprosessen ved bruk av nærmere spesifiserte kjemisk aktive komponeneter.

Separasjonsteknologi forbindes vanligvis med den kommersielle tekniske produksjon for industrielle produkter. Med bevisstgjøringen omkring miljøgifter og deres betydning for vår fortsatte eksistens, er følgelig separasjon og isolering av komponentene i avfallsstoffer og deponier, et stadig viktigere arbeidsfelt for separasjonsteknologien. Oppgaven er således et ledd i denne utviklingen. Her vil det i tillegg til de toksiske aspekter også være potensiale for en betydelig ressurs for økonomisk gevinst. I den følgende oppgaven vil arbeidsfeltet være gjenvinning/opparbeidelse av jernslam fra hydrometallurgiske prosesser. Med dette som problemgrunnlag vil vi kunne tilby en diplomoppgave som har sin bakgrunn i et forskningssamarbede med Royal School of Mines, Imperial College, London.

5.22. Gjenvinning/opparbeiding av jernslam fra hydrometallurgiske prosesser

Faglærer: Gunnar Thorsen
Sted: Imperial College, London eller NTNU

Ved alle våtveis (hydrometallurgiske) prosesser for produksjon av basismetaller som kobber, sink, nikkel, kobolt osv., vil det være større eller mindre mengder jern tilstede. Fra gammelt av har vanlig praksis vært å fellle dette som jernoksider/hydroksider. Ved nærhet av sjø ble slammet dumpet, enten ved strandkanten eller fra lektere ute på det åpne hav. Denne praksis er opphørt, men har ført til landfaste deponier, som i en viss periode har vært kilde til "jordforbedring" o.l. aktiviteter. I dag setter lovgivningen strenge krav, som gjør at håndteringen av jernslam, enten i deponier eller på annen måte er kostbart. Løsningen på lang sikt går derfor i retning av separsjon av komponentene, både de toksiske og de "harmløse".

På dette området har *jern* vært i fokus fra vår side gjennom årelange studier. Ved Imperial College i London er det en egen forskningsgruppe, ledet av A John Monhemius, Professor of Mineral & Environmental Engineering, som vi har samarbeidet med gjennom lengere tid. Et større prosjekt er på gang med formål å bearbeide den problemstilling som er gitt i overskriften for denne oppgaven.

Det foreliggende forslag for diplomarbeide kan bearbeides på en rekke måter. Primært er tanken at en interessert student kan få utføre sin oppgave ved laboratoriet i London. Finansiering og opplegg må legges til rette, men er foreløpig på et forberende stadium. Alternativt kan oppgaven utføres i Trondheim, men problemstilling og opplegg vil foregå i samarbeide med Imperial College.

Til orientering kan det opplyses at vi hadde et meget vellykket arrangement for et tilsvarende diplomarbeide ved Imperial College for noen år tilbake.

6. TREFOREDLING

6.1. Undersøkelse av fiberfraksjonerings-duker ved billedanalyse

Faglærer: Torbjørn Helle

Ved undersøkelser av fiberpopulasjoner er det vanlig å bruke BauerMcNett fraksjonator. Den har en serie med silduker av stadig større finhet (tettere og tettere med tråder, og dermed mindre og mindre hull i sildukene).

Det er vel kjent at det svært ofte er stor uoverensstemmelse mellom målingene fra ulike BauerMcNett-instrumenter, selv om de er fremstilt etter standard prosedyre. Vi har indikasjoner på at en viktig årsak til dette er sannsynligvis at avstanden varierer mellom trådene i silduken varierer, og dermed også størrelsen på hullene. Dette er aldri undersøkt, skjønt instrumentet brukes world-wide.

Undersøkelse av silduken ved billedanalyse på digitale video-bilder fra mikroskop bør være en effektiv og interessant måte å undersøke forholdet på.

Oppgaven går ut på å gjøre dette for et lite antall fraksjonatorer, uttrykke hull-variasjonen på ulike vis, og sammenholde resultatet med faktiske fraksjoneringsresultater fra noen standard-masser.

6.2. Studier av silingsmekanismer

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: forsker Jan Erik Olsen, PFI

Siling er en viktig prosess for massekvalitet og utslippsbegrensning. Ved PFI forsøkes det å lage matematiske modeller som kan beregne innhold og kvalitet i rejekt og aksept dersom man antar at tilsvarende er kjent for injektet. For å få data til disse modellen må man ta ut prøver av injekt, rejekt og aksept fra en aktuell sil under flere operasjonsbetingelser. Disse prøvene må analyseres m.h.p. konsentrasjon, freeness, Bauer McNett fraksjoner, fiberlengdefordeling m.m. Ut fra analyseresultatene kan man så beregne silingskoeffisienter, silingseffektivitet m.m. Flere mulige oppgaver kan tenkes

utført etter kandidatens ønske eller kvalifikasjon. Oppgaven kan utføres ved NTNU/PFI og/eller i en papirfabrikk etter studentens ønske.

Eksperimentelt opplegg:
Analysere prøver fra en eller flere siler med flere forskjellige avdrag. Bestemme silingskoeffisienter for aktuelle fraksjoner. Sammenligne silteorier med resultatene.

Analysere prøver fra en eller flere siler med flere forskjellige avdrag. Undersøke hvordan egenskaper til labark varierer mellom injekt, aksept og rejekt.

Studenten avtaler oppgavetekst med undertegnede.

6.3. Effekt av finstoff på absorpsjonshastigheten inn i impregneringspapir av returfiber

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: prof. Peder Kleppe

Bakgrunn
Peterson Linerboard Ranheim vurderer å erstatte en del av linerproduksjonen med impregneringspapir (Saturating Base Paper, SBP). Fabrikken bruker returfiber som råstoff. Andre produsenter av SBP bruker en blanding av lang- og kortfibret sulfatmasse. SBP blir impregnert med fenolharpiks, deretter kuttet til ark, lagt sammen og presset til plater ved høyt trykk og temperatur (60 bar og 160 °C) slik at fenolharpiksen herder samtidig som alle fiberoverflater inne i arket fuktes av harpiksen. For denne papirkvaliteten er det vesentlig at papiret absorberer fenolharpiksen raskt og at den penetrerer inn til arkets midtsjikt.

Oppgaven
Tidligere undersøkelser har vist at finstoff reduserer absorpsjonshastigheten. Dette kan skyldes at finstoffet tetter porer mellom fibrene i arket og/eller at finstoffet har en annen overflatekjemi slik at fenolharpiksen ikke så lett spres i arket når det er mye finstoff til stede. Ledelsen på Ranheim vurderer å installere prosessutstyr som kan vaske ut finstoff. Før dette gjøres er det imidlertid ønskelig å kartlegge området nærmere.

I oppgaven skal effekten på absorpsjonsegenskapene til papiret av ulike typer finstoff undersøkes nærmere. Ulike typer finstoff regnes her som mineraler fra fyllstoff og bestrykning, fiber-finstoff som finnes i arket/dannes ved oppslåing, og finstoff som dannes ved maling. Absorpsjonsegenskaperne til ark med ulike finstofftyper måles direkte ved hjelp av Fibro DAT dråpetester og Mütek PDA absorpsjonsmåler. Det er også aktuelt å måle kjemiske egenskaper til finstoffet separat slik som overflateenergi og innhold av ekstraktivstoff. I tillegg bør størrelsesfordeling og opphav til finstoffet karakteriseres.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag. Veiledning ved produktutviklingsgruppa på Peterson Linerboard Ranheim.

6.4. Armeringsmasse i treholdig trykkpapir – effekt av små tilsetningssmengder

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: Forskningssjef Ingunn Omholt

Det er vanlig å tilsette en andel langfibret kjemisk masse i treholdig trykkpapir, særlig i magasinpapir, for å øke papirets styrke. Hensikten med styrkeforbedringen er å hindre brudd ved papirframstilling, særlig ved bestrykning, og å hindre brudd ved trykking og stifting av det ferdige produktet. Tilsetningen av kjemisk masse bidrar hovedsakelig til styrkeøkningen ved at andelen bindingsaktive lange fibre. Dersom den kjemiske massen males, kan en økning i mengden bindingsakivt finstoff også bidra til en styrkeøkning. Det har vært hevdet i litteraturen at det ikke har noen hensikt å sette til små mengder kjemisk masse, tilsetningen må minst være 5 % for at det skal være mulig å påvise en effekt. I rapporter fra fabrikker sies det imidlertid at også 2-3 % tilsetning gir styrkeforbedring.

Denne diplomoppgaven går ut på å forklare hvordan disse ulike oppfatningene har oppstått og finne den virkelige effekten av tilsetning av små mengder armeringsmasse på papiregenskapene. Mulige forklaringer kan være at tilsetning av små mengder kjemisk masse gir ulike effekt avhengig av den mekaniske massens egenskaper, graden av fiberorientering i papiret, hvilken styrkeegenskap man fokuserer på osv. Framstilling og testing av laboratorieark med fiberorientering (dynamisk arkformer) av blandinger av kjemisk og mekanisk masse med ulike egenskaper kan bringe klarhet i dette. Ved hjelp av litteraturstudier av tidligere undersøkelser på området, vil det være mulig å formulere hypoteser som utgangspunkt for eksperimentene.

Dette problemer er interessant for produsenter av kjemisk masse til salg på markedet og for produsenter av avis- og magasinpapir.

Det tilbys sommerjobb i seks uker ved PFI i tilknytning til denne diplomoppgaven. Hovedjobben i denne perioden blir å utvikle en framgangsmåte for framstilling av ark i flere sjikt med fiberorientering ved hjelp av den dynamiske arkformeren.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag

6.5. The effect of the application system on the coating layer structure of LWC paper

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: dr.ing.stip. Gary Chinga

Blade coating is the most common and important pigment coating method. There are different designs for the coating application, e.g. application roll and free jet. Varying application may result in different coating layer structure, with respect to thickness, roughness, porosity and particle orientation. Such factors may in turn lead to different interaction between printing ink and the coating layer.

To reach a better understanding of how the mentioned parameters are affected by the coating process and subsequent calendering, a better knowledge of the coating layer will be essential. Characterization of the coating layer for applicator roll and free-jet coated papers is of major importance. Such characterization can be performed achieved using SEM microscopy and image analysis. These techniques, already well established in our group, may give us several details not available with other methods. Even print details can be assessed in this very advanced study.

6.6. Studie av tverrsnittsdimensjoner for fibre i ved og sulfatmasse

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: dr.ing.stip. Dag Molteberg; Norske Skog Tofte
Reservert: Frode Opdahl

Oppgaven går ut på å sammenligne estimerte verdier for fiberbredde og fiberveggtykkelse i ved med verdier målt med SEM; videre å vurdere godheten til estimerte verdier for fiberbredde og fiberveggtykkelse, beregnet ut fra vedens basisdensitet, målt kokeutbytte og målt fiber coarseness i masse.

En vil samtidig for det samme materialet få en beskrivelse av variasjonen i tverrsnittsdimensjoner for fibre i ved for et eksisterende forsøksmateriale.

Eventuelt kan oppgaven også utvides til å studere tverrsnittsdimensjoner for sulfatmassefibre kokt på de samme vedbitene, for dermed å se hvilken endring som skjer gjennom kokeprosessen. Kan eventuelt suppleres med WRV målinger (noe tvilsomt om det er nok masse for alle prøver)

Oppgaven er gitt av Norske Skog Research, Tofte, og er forbeholdt Frode Opdahl

6.7. Malbarhet og fiberdimensjoner

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: Dr.ing. Anne Kristin Holen, Tofte

Tofte industrier og NSR-Fiber har i løpet av de siste åra utviklet modeller for sortering av vedråvarer for å framstille sulfatmasse med egenskaper tilpasset ulike produkter. Både den industrielle massen og masser framstilt på laboratoriet viser ulike egenskaper avhengig av vedens fiberlengde og om råvaren er gran eller furu.

Ved NSR-fiber er det gjennomført et laboratoriestudie av sulfatmasse fra ulike langfibersortiment. Disse sortimentene bestod av ren gran eller ren furu, sortert etter råvarens gjennomsnittlige fiberlengde. Massens fysikalske egenskaper ble testet og tydelige sammenhenger mellom råvare og massekvalitet observeres. Malbarheten, målt som utvikling av slitstyrke ved maling i PFI-mølle var høyere for granmasser enn for furumasser, mens furumassene generelt hadde høyere tøyning.

Massenes fiberdimensjoner ble karakterisert ved fiberlengde og coarseness. Fra disse størrelsene, samt vedens basisdensitet kan gjennomsnittlige verdier for fiberveggtykkelse og fiberbredde beregnes. Forskjeller i massens fysikalske egenskaper kunne til en viss grad forklares fra fiberdimensjonene målt på denne måten, men en bedre karakterisering av fibrenes tverrsnittsdimensjoner er ønskelig. For å øke kunnskapen om fibrenes tverrsnittsdimensjoner ønskes en SEM-analyse av fibrene i de ulike massene. Deretter ønskes en bredere undersøkelse av sammenhenger mellom fiberdimensjoner og massenes fysikalske egenskaper.

Oppgaven går ut på å søke å finne forklaringer på ulikhetene i fysikalske egenskaper til blekte sulfatmasser ut fra deres fiberdimensjoner og evt. karbohydratinnhold. Fibrenes tverrsnittsdimensjoner skal herunder måles ved billedanalyse på digitale SEM-bilder. Fiberlengde og coarseness karakteriseres i Fibre Quality Analyser (FQA). Spesielt er det sammenhenger mellom fiberdimensjoner og malbarhet som ønskes studert. Fibrenes tversnittsdimensjoner skal bestemmes både for umalte og malte masser. Metodeforbedring for tverrsnittsanalyse av malte kjemiske fibre kan inngå.

Fire spesielle massene bør fremstilles for oppgaven. Dette arbeidet er ikke inkludert i hovedoppgaven, men forutsettes utført som sommerjobb ved NSR-Fiber's lab.på Tofte. Man tilbyr derfor sommerjobb til studenten som velger denne oppgaven.

Oppgaven gis i samarbeid med Norske Skog Tofte, og forutsetter treforedlingsfag.

6.8. Tapio Profiler som formasjonsmåler

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: Håvar Fjerdingen og Pål Støre

Ambertec Beta Formation Tester måler formasjonen som standardaviket til flatevekten ved hjelp av en radioaktiv kilde (β-stråler, Pr^{147}, 5 mCi). Målehodet er 1 mm i diameter. Ambertec formasjonsmåleren har nærmest blitt en standard i papirindustrien, ved at f.eks leverandører av papirmaskiner benytter den i sine garantier ved bygging/ombygging av papirmaskiner. Dette til tross for at målingen ikke klarer å skille mellom flatevektsvariasjonen (bølgelengde >100 mm) og formasjonen (<100 mm).

Tapio Profiler benyttes også til garantimålinger ved bygging/ombygging av papirmaskiner, men da kun for flatevekts- og tykkelsesprofilen. Tapio profilmåler kan også måle formasjonen på samme måte som Ambertec formasjonsmåleren kan; som standardaviket til flatevekten ved hjelp av en radioaktiv kilde (β-stråler, Pr^{147}, 500 mCi). I tillegg måler Tapio formasjonen ved hjelp av en optisk kilde (rødt lys, 660 nm). Begge målehodene er 1 mm i diameter. Tapio har et høypass filter, som gjør det mulig å skille mellom flatevektsvariasjonen og formasjonen.

Oppgaven består i å sammenligne Tapio Profiler med Ambertec Beta Formarion Tester, og vise at Tapio kan måle formasjonen like bra (bedre!) enn Ambertec. Det kan i tillegg være interessant å sammenligne målingene med betaradiografi.

Norske Skog Skogn har en Tapio Profiler, mens Norske Skog Research, Paper ved Saugbrugs har en Ambertec Beta Formation Tester. STFI har et bildeanalysesystem som benytter betaradiografi.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag, og kombineres med sommerjobb på Skogn.

6.9. Krymping av treholdig trykkpapir under Heat Set trykking

Faglærer: Torbjørn Helle
Veileder: Jan W. Brill, Norske Skog Follum

Papir krymper på grunn av fukt-fordampning når det utsettes for varme. Da fibrene er orientert i maskinretningen, og banespenningen under tørkingen legges i samme retning, vil krympingen skjer særlig i papirbanens tverr-retning. Denne krympning ser ut å være nesten permanent, når papiret tørkes med hetluft i en tørkekanal etter trykking i offset. Krympingsnivået kan for enkelte kvaliteter være for høyt for kunden og representerer derfor et problem for papirprodusenten. I dag vet vi for lite om hvilke mekanismer som påvirker denne type krymping, og oppgaven tar sikte på å studere fenomenet under kontrollerte betingelser ved PFI.

I tilknytning til oppgaven tilbys sommerjobb ved Follum. Selve diplomoppgaven kan altså utføres i Trondheim og tenkes å omfatte labforsøk og bruk av utstyr på PFI.

Det er ikke nødvendig med papirfag.

6.10. Sammenheng mellom kokeutbytte og karbohydratsammensetning for norske masser

Faglærer: Størker Moe
Veileder: David Vaaler

Et meget kjent problem ved framstilling av kjemisk masse er bestemmelse av nøyaktig utbytte av massen. Et amerikansk arbeid har vist at det kan påvises en sammenheng mellom kokeutbyttet og en parameter basert på karbohydratsammen-setning og masseviskositet. En slik sammenheng vil kunne være verdifull for norske fabrikker, men det kreves endel

bakgrunnsundersøkelser for å bestemme en slik sammenheng for masser framstilt av norsk råstoff. Oppgaven vil primært omfatte laboratoriearbeid.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

6.11. Ligninfordeling i kjemisk fiber

Faglærer: Størker Moe
Veileder: David Vaaler

Oppgaven vil gå ut på å framstille et antall kjemiske masser – primært sulfatmasser – og studere fordelingen av lignin gjennom fiberveggen med fluorescens-konfokalmikroskopi.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

6.12. Bruk av furuflis til framstilling av derivat- og dissolvingmasser

Faglærer: Størker Moe
Veileder: Forsker Kåre Edvardsen, Borregaard ChemCell

Mål: Optimalisere bruken av furuflis ved framstilling av dissolving- og derivatmasser.

Borregaard ChemCell er Europas største produsent av spesialcellulose. Spesialcellulose er råmaterialet i mange kjemiske prosesser og til ulike applikasjonsområder som stiller en rekke krav til fysikalske og kjemiske egenskaper. Hovedtyngden av produktene går til celluloseeter- (CMC, MC, HEC) og viskose/rayon-fremstilling, samt en mindre andel til celluloseester- (celluloseacetat) og plast-fremstilling.

Virket utgjør for treforedlingsindustrien den desidert største driftskostnaden. Ethvert bidrag til å senke kostnaden vil derfor ha stor betydning i bedriftens regnskap. Innblanding av furuflis i granflisa kan være et bidrag, men furuflis representerer flere utfordringer ved sulfittkokeprosessen. Spesielt utfordrende er de preserverende fenoliske forbindelsene som finnes i selve veden i furu. Disse forårsaker tildeles dramatiske ligninkondensasjonsreaksjoner og lyshetsreduksjoner. Oppgaven vil omfatte karakterisering av virke, gjennomføring av statistisk planlagte kok og analyseteknikker for både å karakterisere massekvaliteten og å karakterisere ligninet. Dette vil innebære f.eks. analyser av utbytte, lyshet, viskositet, lignin og karbohydratanalyser.

Arbeidet vil i all hovedsak foregå ved Borregaard ChemCells FoU-avdeling i Sarpsborg. Det er også ønskelig at kandidaten har sommerjobb for å bli kjent med bedriften

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

6.13. Peroksidbleking av mekanisk masse med magnesiumhydroksid som base

Faglærer: Størker Moe
Veileder: Finn Granum, Norske Skog Follum
Sted: Follums laboratorium i Hønefoss

Norske Skog Follum har to linjer som bleker mekanisk masse med peroksid til forskjellige lyshetsnivåer. Dette stiller store krav til vårt renseanlegg for avløpsvann, spesielt når det gjelder reduksjon av COD. Det er forventet at en erstatning av natriumhydroksid med magnesiumhydroksid som base i blekeriet vil redusere COD-utløsningen betydelig. På den andre siden krever papirproduktene våre svært høye lysheter; vi vet ikke pr. i dag om dette er mulig med magnesiumhydroksid.

Oppgaven er tenkt løst ved en optimalisering av blekeprosessen, utført ved Follums laboratorium i Hønefoss. Det må samarbeides med fabrikkens utviklingsstab, det kan også være aktuelt å samarbeide med PFI og enkelte kjemikalieleverandører.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

6.14. Overbæring av løst og kolloidalt organisk materiale fra masse- til papirprosess i et integrert avis-eller magasinpapirbruk: Effekt av interne rensetiltak

Faglærer: Knut Kringstad
Veileder: Birgitta Wikström, Norske Skog Research og Marianne Lenes, PFI

Løst og kolloidalt organisk material som dannes i-og følger massen fra TMP-prosessen kan medføre forskjellige problemer i papirprosessen.Materialet består av en blanding av forbindelser som kan grupperes i fem grupper:

- karbohydrater (oligomere,polymere)
- vannløselige ligniner
- lignaner
- hydrofobe ekstraktivstoffer som fetter,vokser,fettsyrer, alkoholer,harpikssyrer m.m.
- lavmolekylære alifatiske syrer med mer

I papirprosessen kan disse medføre avsetninger som leder til produksjonsbortfall og/eller negativt påvirke papirets egenskaper som bl.styrke og lyshet. Problemene øker i takt med at papirfabrikkene i økende grad resirkulerer sitt fabrikasjonsvann for derved å kunne minske utslippene til vann.

Målet for denne hovedoppgaven er at med hjelp prøver av massesuspensjoner tatt i fabrikk sammenligne effektiviteten av skivefilter/trommefilter med virepresse og skruepresse mht å minske overbæringen av nevnte stoffer til papirprosessen. De tatte prøver skal karakteriseres med hjelp av metodikk som nylig har utviklets i et samarbeide mellom Norske Skog Research,PFI og Akzo Nobel. Denne metodikken bygger på et såkalt 5 komponentanalysesystem. I tillegg skal en rekke spesiellt,potensielt interessante enkeltkomponenter fra gruppen lignaner og hydrofobe ekstraktivstoffer bestemmes særskilt.

De oppnådde resultater kan på sikt bidra til økt produktivitet,bedre produktegenskaper og minsket miljøbelastning.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

6.15. Overbæring av uorganisk material fra masse-til papirprosess i et integrert avis-eller magasinbruk: Effekt av interne rensetiltak

Faglærer: Knut Kringstad
Veileder: Birgitta Wikström, Norske Skog Research og Ingvild Andersen, PFI

Såvel med veden som gjennom bruk av forskjellige prosesskjemikalier tilføres et integrert masse- og papirbruk en rekke uorganiske kjemikalier. Kalsium, mangan, natrium, jern, kalium og noen andre er kationer som kan påvises i prosesvannet, sulfat-, acetat-, silikat-, formiat-, oksalat-og klorid er eksempel på anioner som forkommer.

De uorganiske komponentene kan påvirke fabrikkens produktivitet og produktets egenskaper negativt.Redusert blekeeffekt,reduserte effekter av tilsatte papirkjemikalier,avsetninger og nedsatt papirstyrke og lyshet er eksempler på dette.Høye konsentrasjoner av uorganiske komponenter i prosessvannet vil også vanskeliggjøre resirkulering av fabrikasjonsvannet.

Målet for denne hovedoppgaven er:

a) å kartlegge forekomsten av de viktigste uorganiske komponenter i masse og prosessvann i et integrert avis-eller magasinpapirbruk

b) å sammenligne effektiviteten av skivefilter/trommefilter med virepresse og skrupressemht å minske overbæringene av disse til papirprosessen. De tatte prøver skal analyseres med standardmetodikk for ioneanalyser.

De oppnådde resultater kan på sikt bidra til høyd produktivitet, bedre produktegenskaper og en minsket miljøbelastning.

Sted for utførelse av oppgaven: Prøvetagning i fabrikk (ikke bestemt hvilken), alt annet arbeide NTNU/PFI

6.16. Effekten av to typer finstoff på arkegenskaper laget i tre typer prosessvann

Faglærer: Knut Kringstad
Veileder: John Mosbye, PFI

I produksjonen av mekanisk masse blir fibrene defibrert mekanisk, enten i raffinører eller med slipesteiner. I løpet av denne prosessen blir det produsert store mengder fiberfragmenter, såkalt finstoff. Dette finstoffet har i størrelsesorden 10

ganger større spesifikk overflate enn fiber, og bidrar til at arket både får styrke og opasitet. Finstoff er ikke en entydig betegnelse, og det finnes minst to hovedtyper. Den typen som bidrar til opasitet er forskjellig fra den som bidrar til styrke, de er forskjellig fra hverandre både når det gjelder morfologi og kjemisk sammensetning. Dette gjør at de kan ha forskjellige evne til å adsorbere løste og kolloidale komponenter, i tillegg til at de kan ha forskjellig evne til å fange inn kolloidale ekstraktivstoffer under selve arkformingen.

Oppgaven er å lage ark i en arkformer med to forskjellige typer finstoff i tre forskjellige typer vann. Finstoffet er hentet fra en 2. trinns raffinør og fra en rejektraffinør. Arkene vil bli formet i enten destillert vann, saltholdig vann eller vann inneholdende kolloidale ekstraktivstoffer. Arkene vil så bli testet for styrke og opasitet. I tillegg skal mengde ekstraktivstoffer i arket bestemmes.

Kandidaten vil delvis jobbe i pilotskala og delvis i labskala. Oppgaven er en del av et større prosjekt som går under navnet ”Problemkomponenter i papirmaskinens prosessvann” og som er finansiert av Norske Skog, Sunnland Eker, Norges Forskningsråd og Nordisk Industrifond.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

6.17. Avsetningsproblemer ved bruk av returpapir som råstoff

Faglærer: Knut Kringstad
Veileder: Ingvild Andersen og Marianne Lenes, PFI

I tilknytning til bruk av returfiber som råstoff oppstår det ofte problemer med avsetning på produksjonsutstyr, og da spesielt i papirmaskinens våtende. Disse avsetningene skyldes kontaminater i returfiberen men også ekstraktivstoffer fra veden. Kontaminanter i returfibermassen kan være rester av trykkfarge, bindemiddel for bestrykningsmasse, fyllstoff, smeltelim (”hot melt”) og selvklebende lim (PSA). I PFI-prosjektet ”Avsetning på papirmaskinen fra mekanisk masse og returfiber” vil vi arbeide med klebrige avsetninger i forbindelser med bruk av retur som råstoff og da med fokus på sekundære ”stickies”. Klebrige avsetninger deles ofte i to kategorier: Primære og sekundære ”stickies”. Primære ”stickies” er uløselige i vann, og kommer fra uløselig materiale i returpapir. Disse kan fjernes mekanisk ved siling o.l. slik at de er forholdsvis enkle å kontrollere. Sekundære ”stickies” dannes fra løst og kolloidalt materiale fra returpapiret som et resultat av agglomerering og utfelling. Dannelse av disse skyldes brå endringer i systemforhold i fabrikken og vil forårsake dårligere kjørbarhet på papirmaskinene.

I forbindelse med PFI sitt prosjekt er det interessant å finne ut hvordan ”stickies” fordeles mellom fiber, finstoff og vann. Vi vil finne ut hva som følger vannet og hva som følger massen gjennom de viktigste prosesstrinn. Dette er et ledd i arbeidet med å få kontroll over stickies og finne mekanismene for dannelse av disse. Hovedoppgaven innebærer fraksjonering av massesuspensjoner (DIP/TMP) i tre fraksjoner: fiber, finstoff og vann. Klebrige avsetninger ,og da spesielt de sekundære, kvantifiseres ved bruk av en ”Deposition Tester”. Norske Skog Skogn vil i løpet av det første året øke mengden DIP på papirmaskinen fra 0-60%. En av oppgavene vil derfor bli å studere ulike sammensetninger av DIP og TMP med hensyn på mengde og fordeling av ”stickies” i de tre fraksjonene. Det vil også være interessant å se på hvordan prosessvariable påvirker fordelingen av ”stickies”.

Det er ønskelig at oppgaven kombineres med sommerjobb i 4-6 uker på PFI.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

Oppgaven vil i hovedsak gjennomføres på PFI.

6.18. Løst og kolloidalt organisk materials betydelse for egenskaper hos treholdig trykkpapir: En laboratoriestudie

Faglærer: Knut Kringstad

Det er vel kjent at løst og kolloidalt organisk og uorganisk materiale kan påvirke egenskapene hos treholdig trykkpapir negativt.Forskjellige mekanismer ligger til grunn for slike effekter.Fettsyrer og fettalkoholer kan hydrofilisere fibrene og derved redusere deres evne til å danne fiber-fiberbindinger med redusert papirstyrke som resultat.Overraskende små mengder fettalkoholer kan forårsake store effekter av denne type.Katjoner,mest utpreget for flerverdige,reduserer fibrenes svellingsgrad,en påvirkning som også leder til redusert papirstyrke og eller langsommere avvanning på papirmaskinen.Videre kan så vel organiske som uorganiske komponenter redusere effekten av kjemikalier som tilsettes i papirprosessen for å forbedre papirets egenskaper som for eksempel papirets formasjon..

Det kan forventes at problemer av denne type vil øke om innholdet av løst og kolloidalt materiale i prosessvannet øker som følge av økt gjenbruk av prosessvann i fabrikken.

Målet for denne hovedoppgaven er:

a) å utvikle et laboratoriesystem som gjør det mulig å gjøre relevante bedømninger av enkeltkomponenters eller kombinasjoner av enkeltkomponenters påvirkning på TMP-fibres svellnings- og overflatekjemiske egenskaper samt på egenskaper hos papir fremstilt av disse

b) å bruke dette system med målet å identifisere komponenter eller komponentkombinasjoner som er særskilt "effektive" når det gjelder å påvirke egenskapene.

Det skal ikke bare legges vekt på styrkerelaterte egenskaper,men også på egenskaper med relevanse for lyshet,lysspredning,absorptionsevne ,trykkbarhet med mer.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.

Sted for utførelse av oppgaven: NTNU/PFI

6.19. Finstoffets evne til å adsorbere kolloidale ekstraktivstoffer

Faglærer: Knut Kringstad
Veileder: John Mosbye, PFI

I produksjonen av mekanisk masse blir fibrene defibrert mekanisk, enten i raffinører eller med slipesteiner. I løpet av denne prosessen blir det produsert store mengder fiberfragmenter, såkalt finstoff. Dette finstoffet har i størrelsesorden 10 ganger større spesifikk overflate enn fiber, og bidrar til at arket både får styrke og opasitet. Finstoff er ikke en entydig betegnelse, og det finnes minst to hovedtyper. Den typen som bidrar til opasitet er forskjellig fra den som bidrar til styrke, de er forskjellig fra hverandre både når det gjelder morfologi og kjemisk sammensetning. Dette gjør at de kan ha forskjellige evne til å adsorbere løste og kolloidale komponenter, i tillegg til at de kan ha forskjellig evne til å fange inn kolloidale ekstraktivstoffer under selve arkformingen.

Oppgaven er å undersøke hvordan tre forskjellig typer finstoff adsorberer kolloidale ekstraktivstoffer i vann ved forskjellige betingelser (pH, temperatur, saltkonsentrasjon). Produsert finstoff som er vasket fri for ekstrakrivstoffer blir tilsatt kolloidale ekstraktivstoffer. Etter en gitt tid blir finstoffet sentrifugert bort og mengden kolloidalt materiale i supernatanten målt.

Kandidaten vil jobbe i labskala. Oppgaven er en del av et større prosjekt som går under navnet "Problemkomponenter i papirmaskinens prosessvann" og som er finansiert av Norske Skog, Sunnland Eker, Norges Forskningsråd og Nordisk Industrifond.

Oppgaven forutsetter treforedlingsfag.